جمهورية العراق
وزارة التربية
المديرية العامة للتعليم المهني

التصميم المنطقي

فرع الحاسبات وتقنية المعلومات
للاختصاصات تجميع وصيانة الحاسوب وشبكات الحاسوب
و أجهزة الهاتف والحاسوب المحمولة
الصف الثاني

المؤلفون

د.عبدالمنعم صالح أبوطبيخ
د. أياد غازي ناصر
د. محمود زكي عبدالله
عبير صبري سالـــم
بثينة جاسم محمد
إيمان محمود أحمد
سعد إسطيفان يوسفاني
فاتن حميـــد وادي

فرهاد حسين شاه مراد

إعداد

لجنة من المديرية العامة للتعليم المهني

الطبعة العاشرة
1447هـ / 2025م

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة الكتاب

يعد الحاسوب الآلي السمة المميزة لعصرنا الحديث نظراً للأهمية التي إحتلها في مختلف التطبيقات العلمية و التجارية، وما حققه من تقدم وتطور بسرعة مذهلة. لذا أصبحت الحاجة أمراً ضرورياً إلى استحداث أقسام وفروع علمية جديدة تواكب هذا التطور ورفدها بالمصادر العلمية والكتب المنهجية الحديثة مواكبة مع التطور الذي يشهده بلدنا العزيز في هذه المرحلة.

ومن هذا المنطلق فقد شرعت المديرية العامة للتعليم المهني في وزارة التربية في بلدنا إلى إستحداث فروع وأقسام علمية جديدة مثل: فرع الحاسوب وتقنية المعلومات بجميع أقسامه و تشكيل اللجان العلمية المختصة لوضع المناهج العلمية الحديثة لهذه الأقسام لتواكب التطور العلمي الحاصل في هذا المجال، ولتدريب وتأهيل كوادر وطنية مدربة قادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل في بلدنا.

يهدف هذا الكتاب الى تزويد الطالب بالمعارف العلمية والمهارات العملية اللازمة في التعرف على البوابات المنطقية وجداول الحقيقة لها والقواعد والنظريات الخاصة بها. يتألف الكتاب من خمسة فصول، يتناول الفصل الأول نبذة تعريفية عن أنواع البوابات المنطقية وجداول الحقيقة الخاصة بها، وكيفية تطبيقها عملياً. تقدم الفصول من الثاني وحتى الرابع شرحاً وافياً ومبسطاً عن أساسيات العمليات المنطقية، والجبر البوليني، وماهية القواعد والقوانين والنظريات الأساسية لها، في حين يركز الفصل الخامس على التعرف على أهم الخصائص والمميزات للعدادات ومسجلات الإزاحة مع إعطاء تمارين عملية تطبيقية حول ذلك.

وفي الختام نرجو أن نكون قد وفقنا في عرض محتويات هذا الكتاب بالأسلوب السهل والمبسط، كما ونتقدم بالشكر والامتنان إلى جميع من ساهم في إنجاز هذا الكتاب ومن الله التوفيق.

المؤلفون

المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
المقدمة	3
المحتويات	4
الفصل الأول : البوابات المنطقيةLogic Gates	8
(1-1) البوابات المنطقية Logic Gates	9
(2-1) الدوائر المتكاملة IC	9
(3-1) لوحة العمل الرئيسية	11
(4-1) بوابة النفي (أو) NOT Gate	13
تمرين (1 – 1) بوابة النفي (أو الحصرية) NOT Gate	15
(5-1) البوابة AND Gate	16
تمرين (1 –2) البوابة AND Gate	17
(6-1) البوابة OR-Gate	19
تمرين (1 – 3) البوابة OR-Gate	21
(7-1) البوابة EX – OR Gate	23
تمرين (1 – 4) البوابة EX – OR Gate	25
(8-1) بوابة نفي أو NOR Gate	27
تمرين (1 – 5) بوابة النفي NOR-Gate	28
(9-1) البوابة NAND Gate	31
تمرين (1 – 6) البوابة NAND Gate	32
(10-1) البوابة EX – NOR Gate	35
تمرين (1 – 7) البوابة EX – NOR Gate	37

أسئلة الفصل الآول	41
الفصل الثاني: العمليات المنطقية	43
(2-1) تمهيد	44
(2-2) الجبر البوليني	44
(2-3) قواعد الجبر البوليني	45
تمرين (2-1) تطبيق بعض قواعد الجبر البوليني	48
(2-4) قوانين المنطق	54
تمرين (2-2) تطبيق بعض قوانين المنطق	55
(2-5) نظرية دي موركان	58
تمرين (2 – 3) تطبيق نظرية دي موركان الأولى	61
تمرين (2 – 4) تطبيق نظرية دي موركان الثانية	64
(2-6) طرق تنشيط الدوائر المنطقية	66
تمرين (2 – 5) تبسيط واختزال الدوائر المنطقية	70
(2-7) خارطة كارنوف	73
تمرين (2 – 6) خارطة كارنوف	79
(2-8) تجميع البوابات المنطقية	81
تمرين (2 – 7) تصميم وتمثيل الدوائر المنطقية	85
أسئلة الفصل الثاني	90
الفصل الثالث: الدوائر المنطقية التوافقية	90
(3-1) تمهيد	94
(3-2) الجامع النصفي	94
تمرين (3 – 1) دائرة الجامع النصفي	95
(3-3) دائرة الجامع الكامل	97
تمرين (3 – 2) دائرة الجامع الكامل	99

(4-3) دائرة الطارح النصفي	102
تمرين (3 – 3) دائرة الطارح النصفي	103
(5-3) الطارح التام	106
تمرين (3 – 4) دائرة الطارح التام	108
(6-3) المقارن الرقمي	110
تمرين (3 – 5) دائرة المقارن الرقمي	112
(7-3) دائرة فك الترميز (التشفير)	115
(8-3) دائرة المشفر	117
تمرين (3 – 6) دائرة فك الترميز	119
(9-3) دائرة الناخب متعدد المداخل	122
تمرين (3 – 7) دائرة الناخب متعدد المداخل	124
(10-3) دائرة الناخب متعدد المخارج	129
تمرين (3 – 8) دائرة الناخب متعدد المخارج	130
أسئلة الفصل الثالث	134
الفصل الرابع: القلابات	135
(1-4) تمهيد	136
(2-4) القلابات	136
(3-4) القلاب نوع RS	137
تمرين (4 – 1) تطبيق دائرة القلاب RS	144
(4-4) القلاب نوع JK	148
تمرين (4 – 2) دائرة القلاب JK	150
(5-4) دائرة القلاب نوع T	153
تمرين (4 – 3) تطبيق دائرة القلاب T	155
(6-4) القلاب نوع D	157

تمرين (4 – 4) القلاب D	159
(4-7) القلاب نوع السيد-التابع Master-Slave	162
أسئلة الفصل الرابع	167
الفصل الخامس: العدادات والمسجلات	168
(5-1) تمهيد	169
(5-2) العدادات	169
(5-2-1) العداد التصاعدي غير المتزامن	171
تمرين (5 – 1) العداد الثنائي التصاعدي غير المتزامن	173
(5-2-2) العداد التنازلي غير المتزامن	176
تمرين (5 – 2) العداد الثنائي التنازلي غير المتزامن	177
تمرين (5 – 3) العداد التصاعدي-التنازلي	180
(5-2-3) العداد الثنائي المرمز عشرياً BCD	183
تمرين (5 – 4) العداد الثنائي المرمز عشريا (BCD)	184
(5-3) السجلات	186
(5-3-1) سجل الإزاحة ذو إدخال متوالي/ وإخراج متوازي	186
تمرين (5 – 5) سجل الازاحة ذو إدخال متوالي/ وإخراج متوازي SIPO	188
(5-3-2) سجل الإزاحة ذو إدخال متوازي / وإخراج متوالي	190
تمرين (5 – 6) سجل إزاحة ذو إدخال متوازي/إخراج متوالي PISO	191
أسئلة الفصل الخامس	193

الفصل الأول

البوابات المنطقية Logic Gates

أهداف الفصل: أن يكون الطالب قادراً على:

أن يعرف ما المقصود بالبوابات المنطقية، وأنواعها، وكيفية بنائها مع التعرف على جداول الحقيقة الخاصة بها.

محتويات الفصل:

1- 1 البوابات المنطقية LOGIC Gates

2-1 الدوائر المتكاملة (Integrated Circuits –ICs -)

3-1 لوحة العمل الرئيسة

4-1 البوابة NOT

تمرين عملي (1-1) البوابة NOT

5-1 البوابة AND

تمرين عملي(2-1) البوابة AND

6-1 البوابة OR

تمرين عملي (3-1) البوابة OR

7-1 البوابة EX-OR

تمرين عملي (4-1) البوابة EX-OR

8-1 البوابة NOR

تمرين عملي (5-1) البوابة NOR

9-1 البوابة NAND

تمرين عملي (6-1) البوابة NAND

10-1 البوابة EX-NOR

تمرين عملي (7-1) البوابة EX-NOR

1-1 البوابات المنطقية Logic Gates

أصبحنا اليوم في عصر الأنظمة الرقمية والذي يتميز بسيطرة الدوائر المنطقية على معظم النشاطات التي تؤديها الأنظمة الرقمية مثل: الحاسبات، أجهزة معالجة البيانات، أجهزة القياس، أنظمة الإتصالات الرقمية. فكافة هذه الأنظمة الرقمية تحتوي على مجموعة من الدوائر المنطقية التي تؤدي بعض العمليات الأساسية، والتي يتكرر تنفيذها كثيراً وبسرعة كبيرة جداً، وهذه العمليات الأساسية هي في الواقع مجموعة من العمليات المنطقية، ولذلك تسمى الدوائر البسيطة التي تقـــوم بهذه العمليـــات بالـ(الدوائـــر) أو (البوابات المنطقية).

وحسب التعريف فإن البوابات المنطقية: هي دوائر الكترونية بسيطة تقوم بعملية منطقية على مدخل واحد أو أكثر وتنتج مخرجاً منطقياً واحداً وهي تتعامل مع درجتين من الفولت (كخرج و دخـــل)، أحدهـمـــا (High, Low) أو قيم منطقية هي (1أو0).

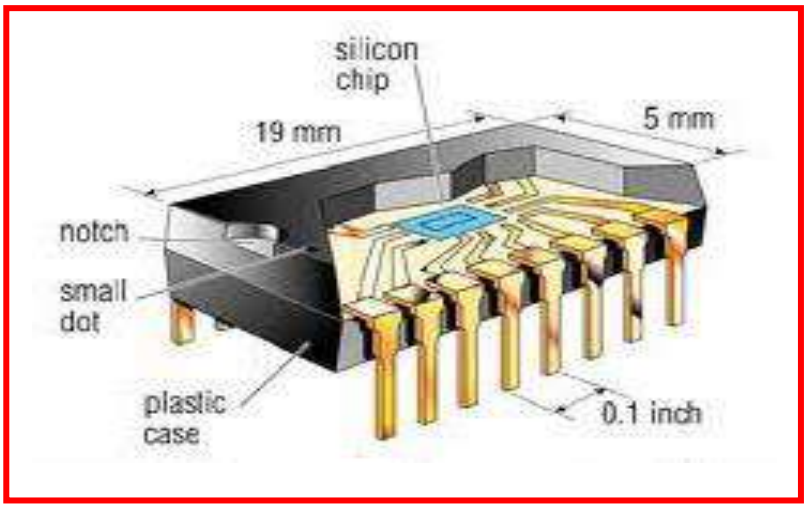
ويمكن بناء هذه البوابات بإستخدام الثنائيات الالكترونية أو الترانزستورات أو كليهما معا، أو يمكن الاستعاضة عن عملية البناء هذه باستخدام الدوائرالمتكاملة. تتواجد هذه البوابات داخل دوائر متكاملة (Integrated Circuits IC) تحتوى الواحدة منها على العديد من البوابات، وهذه البوابات يكون لها دخل واحد أو أكثر بينما يكون لها خرج واحد. ولابد من الإشارة -عزيزي الطالب- بأن هناك سبع بوابات منطقية هي: NOT, AND, OR، NAND, NOR, X-OR, X-NOR.

قبل البدء بتمارين بناء البوابات المنطقية يجب معرفة ان البوابات المنطقية يتم بناؤها بدوائر متكاملة (Integrated Circuits -ICs-)، كما ويمكن استخدام برنامج (Electronic Work Bench /EWB) لغرض التطبيق.

2-1 الدوائر المتكاملة (Integrated Circuits –ICs -)

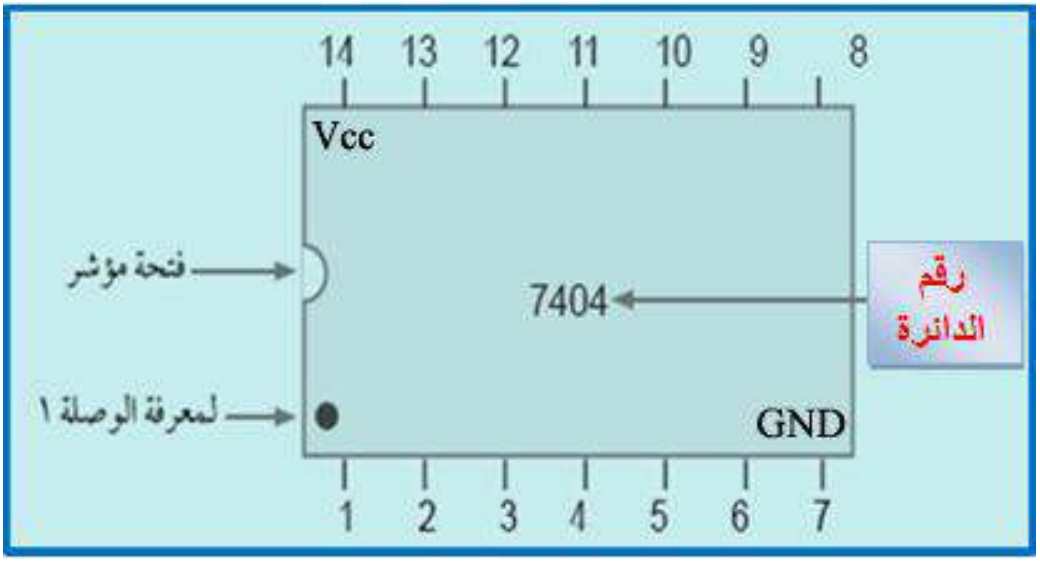
الدائرة المتكاملة عبارة عن بلورة صغيرة شبه موصلة تسمى (رقاقة) تحتوي على مكونات كهربائية مثل (ترانزستورات– مقاومات- متسعات- ثنائيات- والمكثفات) يتم توصيل هذه المكونات المتنوعة ببعضها داخل الرقاقة لتشكل دائرة إلكترونية توضع الرقاقة في مغلـفة (أو حافظة) (Package) معدنية أو بلاستيكية، وتكون التوصيلات ملحومة إلى أطراف (أرجل Pins) خارجية لتكوين الدائرة المتكاملة. تختلف الدوائر المتكاملة عن الدوائر الإلكترونية الأخرى المؤلفة من مكونات قابلة للفصل في إنه لا يمكن فصل كل مكون من مكونات الدائرة المتكاملة أو فكها، وأن الدائرة الداخلية المغلفة لايمكن الوصول إليها إلا عن طريق الأطراف الخارجية.

ولكل دائرة متكاملة رقم صنف يبدأ بالرمز SN و هو الرقم السري (Standard Number) ويتبع هذا الرقم تسلسل آخر يحدد نوع هذه الدائرة ثم يتبع الرقم القياسي حرفاً للتمييز بين الاغلفة، والشكل (1- 1) أدناه يوضح التركيب الداخلي لدائرة متكاملة.



الشكل 1-1 يمثل التركيب الداخلي لدائرة متكاملة

أما عن كيفية تمثيل الدائرة المتكاملة فيختلف عدد الاطراف من دائرة متكاملة لأخرى، فمنها ما له ثلاثة أطراف كمنظمات الجهد ومنها ما له مئات الأطراف مثل المعالجات الدقيقة في الحواسيب (CPU -Central Processing Unit)، والشكل (1-2) يمثل دائرة متكاملة مكونة من 14 طرفاً تعطي كل طرف رقماً، لاحظ طريقة ترقيم الأطراف ودور النقطة وفتحة المؤشر في تحديد الارقام.



الشكل 1-2 يمثل الدائرة المتكاملة لبوابة (NOT)

من مميزات الدائرة المتكاملة:-

1- صغيرة الحجم وتكلفتها منخفضة.

2- تعدد الوظائف و سهولة التعامل معها.

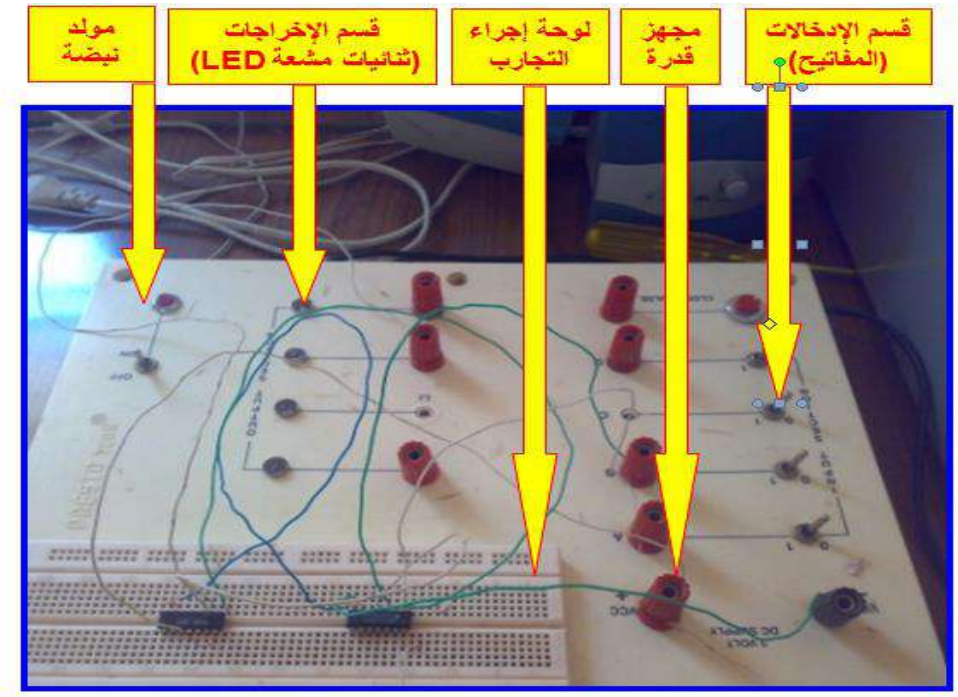
3- توفير الطاقة.

3-1 لوحة العمل الرئيسة

تتألف من:

1. لوحة إجراء التجارب الرقمية وتسمى أيضا لوحة التوصيلات Bread Board تستخدم لتثبيت الدوائر المتكاملة عليها لغرض إجراء التجارب.
2. قسم الادخالات (INPUT Section): يحتوي على أربعة مفاتيح بحيث كل مفتاح يمثل المنطق (0) أو المنطق (1).
3. قسم الإخراجات (OUTPUT Section): يحتوي على أربعة ثنائيات باعثة للضوء (Light Emitting Diode - LED).
4. مولد نبضة التزامن (Clock Pulse) (CK).
5. مجهز قدرة (Power Supply) من نوعية (Direct Current -DC).

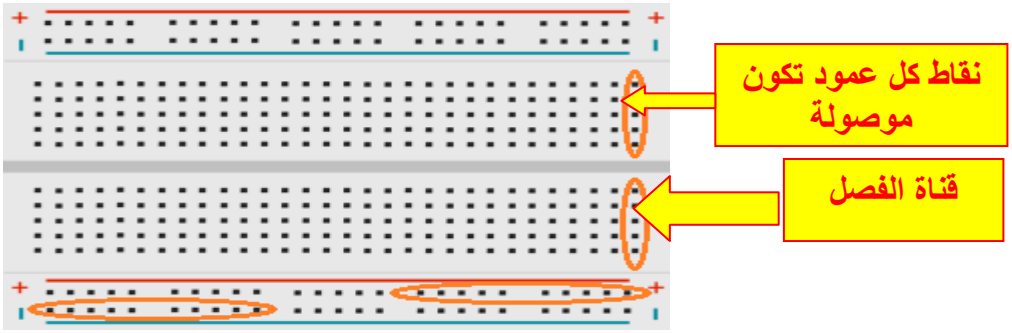
لاحظ الشكل رقم (1 – 3) للتعرف على هذه الأقسام الخاصة بلوحة العمل الرئيسة.



شكل 1 – 3 لوحة العمل الرئيسة

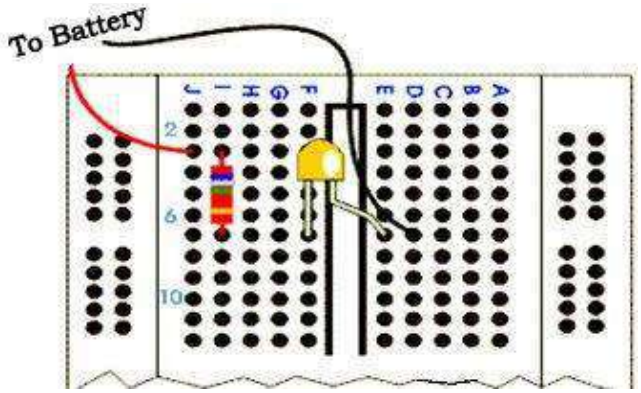
لوحة التوصيلات (Bread Board)

هي لوحة من البلاستيك تضم نقاط توصيل مجتمعة في صفوف، أو أعمدة تستخدم في تجميع الدوائر الإلكترونية، أو فحصها لسهولة عملية تركيبها، وتغني عن استخدام اللحام لتثبيت القطع الالكترونية وكما هو موضح في الشكل (1 – 4) النقاط المحصورة بالاطار الاحمر تمثل كل مجموعة منها نقطة توصيل واحدة.



شكل 1 – 4 يوضح لوحة التوصيلات

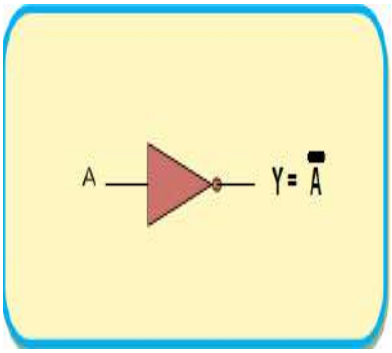
ولابد الإشارة -عزيزي الطالب- إلى أن لوحة التوصيلات هذه تحتوي على نقاط (ثقوب) مرتبة بهيئة صفوف وأعمدة، حيث تكون نقاط كل عمود موصولة ببعضها البعض، أي أن نقاط (A، B، C، D، E) من العمود الأول موصولة ببعضها البعض، كذلك الحال بالنسبة للنقاط (F، G، H، I، J) التي تقع ضمن العمود الأول فأنها تكون موصولة ببعضها البعض أيضا، هذه الحالة تطبق على بقية النقاط الواقعة ضمن الأعمدة الأخرى، كما لابد من الإشارة -عزيزي الطالب- بأن هناك قناة للفصل بين الصفوف العليا (التي تبدأ بـ A وتنتهي بالصف E)، والصفوف السفلى (التي تبدأ بـ F وتنتهي بالصف J)، كما هو واضح ومؤشر في الشكل (1– 5)، الذي يوضح كيفية تثبيت وتركيب العناصر الإلكترونية المؤلفة للدائرة المرسومة في هذا الشكل على لوحة التوصيلات.



شكل 1- 5 يوضح كيفية تركيب الدائرة المبينة على لوحة التجارب

4-1 بوابة النفي NOT- Gate

وتسمى العاكس (inverter) أوالمتمم (complementation) وفي بعض الأحيان تطلق عليها بوابة النفي (NOT) وهذه البوابة تحتوي على مدخل واحد فقط ويكون المخرج دائماً عكس المدخل. مثلاً عندما يكون المدخل ("1" /"true") يكون المخرج ("0" /"false") وهكذا. والشكل (1 – 6) يبين رمز بوابة النفي وجدول الحقيقة الخاصة بها.



الخرج الدخل

A	Y
0	1
1	0

شكل 1 – 6 يمثل رمز المنطقي لبوابة النفي NOT – Gate و جدول الحقيقة الخاص بها

ملاحظة: هذه إستمارة قائمة الفحص يعتمد عليها في كل تمارين الكتاب

استمارة قائمة الفحص				
الجهة الفاحصة:				
إسم الطالب: المرحلة:الثانية التخصص:				
إسم التمرين:				
الرقم	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
1	إرتداء بدلة العمل.	%5		
2	تطبيق الدوائر العملية بالحاسبة وتحقيق جدول الحقيقة.	%15		
3	تطبيق الدوائر العملية على لوحة العمل الرئيسة.	%15		
4	تنفيذ خطوات العمل والتقيد بشروط السلامة المهنية والتحقق من عمل الدائرة.	%10		
5	إجراء التمرين والمناقشة ضمن الزمن المخصص.	%5		
المجموع:-				
إسم الفاحص:-		التوقيع:-		
التاريخ:-				

رقم التمرين: (1 – 1) **الزمن المخصص:** 3 ساعات

إسم التمرين: بوابـة النفي NOT- Gate

مكان التنفيذ: مختبر التصميم المنطقي

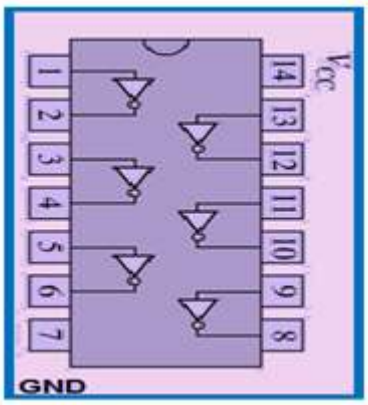
أولاً: الأهداف التعليمية:

أن يكـون الطالـب قـادراً علـى ربـط الـدائرة العمليـة لبوابـة النفـي (NOT) باسـتخدام برنـامج (EWB)، وربط الدائرة العملية لها باستعمال الدائرة المتكاملة (7404)، وتحقيق جدول الحقيقة لها.

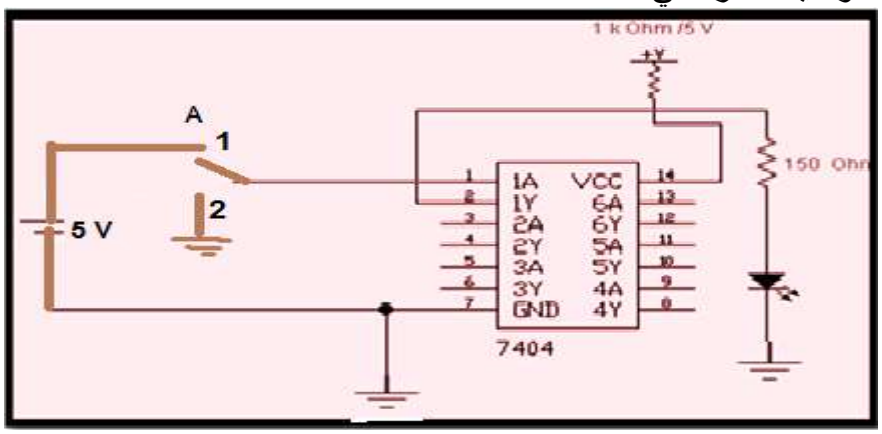
ثانياً: التسهيلات التعليمية:

1- جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج (EWB).
2- لوحة توصيلات (Bread board).
3- ثنائي ضوئي عدد 1.
4- مجهز قدرة (0-12) فولت عدد /1.
5- مفتـاح أحـادي القطـب ثنـائي الرميـة (SPDT) (Single Pole Double Throw) عـدد /1.
6- دائرة متكاملة (7404).
7- مقاومة كاربونية (150) أوم عدد /1.

ثالثاً: خطوات العمل، النقاط الحاكمة، الرسومات.

1	إرتد بدلة العمل الملائمة لجسمك.
2	قم بتشغيل جهاز الحاسوب وشغل برنامج (EWB).
3	إحضر الدائرة المتكاملة الخاصة ببوابة النفي وهي (7404) كما في الشكل التالي، لاحظ عزيزي الطالب بأن الدائرة المتكاملة (7404) تحتوي على ستة بوابات من نوع (NOT). ونلاحظ كذلك : (Ground Pin) والذي يرمز له بـ (GND) وطرف جهد الانجاز الموجب (Voltage at Common Collector) والذي يرمز له بـ (VCC). 

- قم بربط وتنفيذ الدائرة في الشكل أدناه.

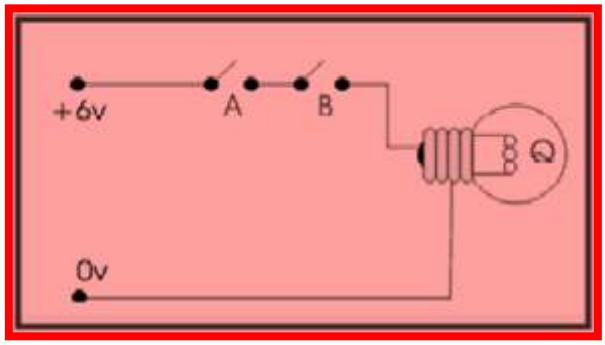


- لاحظ عزيزي الطالب بأنه عند وضع المفتاح في الموقع(1) فأن دخل البوابة سيكون منطق (1) والخرج يكون (0)، وعندما يكون المفتاح في موقع (2) سيكون الدخل (0) والخرج (1) عندها سيتوهج الثنائي الضوئي.
- قم بتدوين النتائج المستخلصة ومعرفة مدى مطابقتها مع جدول الحقيقة أدناه.

A	Y
0	1
1	0

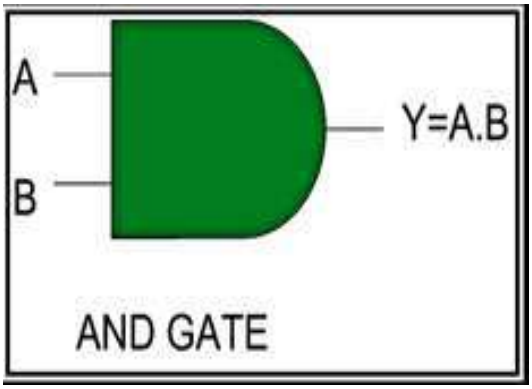
5-1 البوابة (و) AND Gate

تعد بوابة (و) (AND) واحدة من البوابات الأساسية والتي تدخل في بناء معظم الدوال المنطقية، ولهذه البوابة مدخلان او أكثر ومخرج واحد فقط وتسمى بـ (بوابة الضرب المنطقي) ويمكن تمثيل هذه البوابة بعدد من المفاتيح الموصلة على التوالي في دائرة كهربائية كما في الشكل (1-7).



الشكل 1-7 يمثل ربط البوابة AND على التوالي بدائرة كهربائية

والشكل (1 -8) يمثل رمز البوابة المنطقية (و) (AND) وجدول الحقيقة الخاص بها:



A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

الشكل 1-8 يمثل رمز البوابة المنطقية (و)(AND) وجدول الحقيقة الخاص بها

يمكن تحليل الحالات الأربعة الموضحة في جدول الحقيقة أعلاه وفق الآتي:

الحالة الاولى إذا كان A=B=0 إذن Y=0.0 ⟵ Y=0

الحالة الثانية إذا كان A=0,B=1 إذن Y=0.1 ⟵ Y=0

الحالة الثالثة إذا كان A=1,B=0 إذن Y=1.0 ⟵ Y=0

الحالة الرابعة إذا كان A=1,B=1 إذن Y=1.1 ⟵ Y=1 نستنتج من ذلك إن بوابة (AND)

تعطي ناتج (1) في حالة واحدة فقط هي عندما يكون **A=B=1.**

رقم التمرين: (1 – 2) **الزمن المخصص:** 3 ساعات

اسم التمرين: البوابة AND- Gate

مكان التنفيذ: مختبر التصميم المنطقي

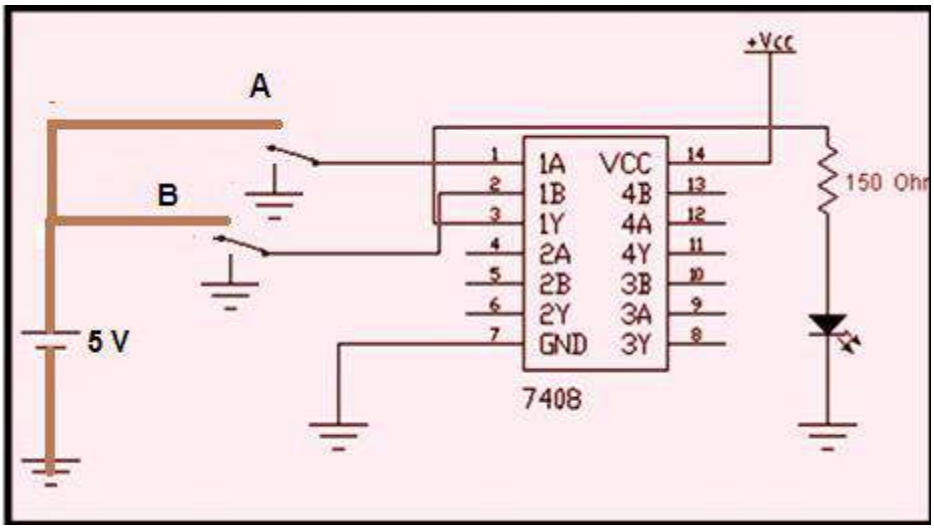
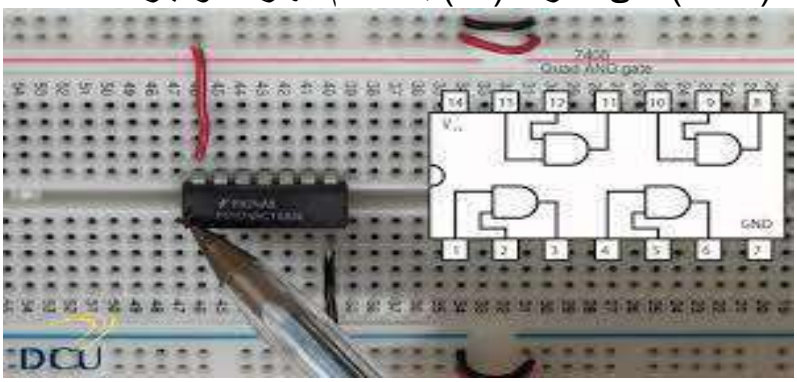
أولاً: الأهداف التعليمية:

أن يكون الطالب قادراً على ربط الدائرة العملية لبوابة (و) (AND) باستخدام برنامج (EWB)، وربط الدائرة العملية لها باستعمال الدائرة المتكاملة (7408)، وتحقيق جدول الحقيقة لها.

ثانيا: التسهيلات التعليمية:

1. جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج (EWB)،
2. لوحة توصيلات (Bread board)،
3. ثنائي ضوئي باعث عدد 1،
4. مجهز قدرة (0-12) فولت عدد / 1،
5. أسلاك مرنة ومفتاح (SPDT) عدد 2،
6. الدائرة المتكاملة (7408)،
7. مقاومة كاربونية (150) أوم عدد 1

ثالثاً- خطوات العمل، النقاط الحاكمة، الرسومات

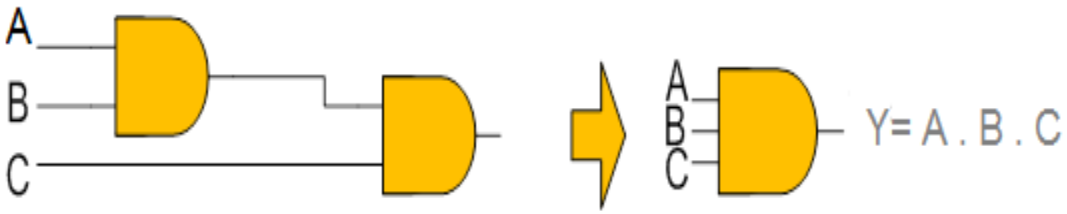
1	إرتد -عزيزي الطالب- بدلة العمل الملائمة لجسمك.
2	شغل -عزيزي الطالب- جهاز الحاسوب وشغل برنامج (EWB).
3	نفذ الدائرة العملية كما هي واضحة في الشكل التالي بواسطة برنامج (EWB): 
4	سلط الإدخالات على (A)،(B) حسب جدول الحقيقة ثم دون قيمة (Y). ضع النتائج ضمن جدول الحقيقة كما في الشكل التالي. A | B | Y 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
5	إنتقل إلى لوحة العمل الرئيسة، ونفذ الدائرة العملية أعلاه باستخدام الدائرة المتكاملة (7408) وتأكد من الجهد (VCC) على الطرف (14) باستخدام جهاز الآفوميتر. 

6	سلط الإدخالات على (A, B) ثم دون النتائج في جدول الحقيقة، ولاحظ عزيزي الطالب هل إن النتائج المستخلصة تتطابق مع النتائج النظرية لهذه البوابة كما هو واضح في جدول الحقيقة المجاور.

A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

7 **المناقشة:**

- ناقش عزيزي الطالب كيفية بناء بوابة (و) (AND) ذات الثلاث مداخل باستعمال البوابة (و) (AND) ذات الدخلين المبينة في الشكل التالي:

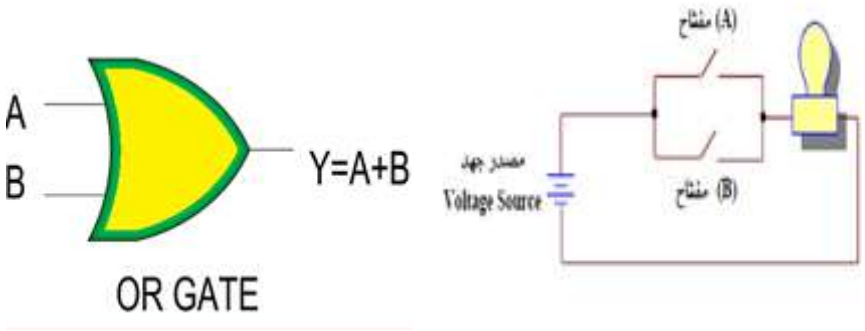


- صمم عزيزي الطالب هذه الدائرة عملياً بإستخدام الدوائر المتكاملة من النوع (AND) مع توضيح كيفية ربط الأجزاء.

6-1 البوابة (أو) OR- Gate

وتسمى أيضاً بوابة (الجمع) تمتلك إدخالين أو أكثر وإخراج واحد، ويكون جهد الاخراج عالي (1) عندما يكون أي من الادخالات (1)، أما عندما تكون جميع الادخالات ذات جهد واطيء (0) فإن الخرج سيكون ذا جهد واطيء (0).

يمكن تمثيل بوابة (OR) بالدائرة الكهربائية التي تحتوي على مفتاحين (A,B) موصولين على التوازي، وفي حالة وصل أي من المفتاحين أو الإثنين معاً فإن تياراً يسري في الدائرة المغلقة مما يؤدي الى إضاءة المصباح (Y) كما في الشكل (1-9)، وفي حالة واحدة لايضيء فيها المصباح هي الحالة التي يكون فيها المفتاحين (A , B) منفصلين. ويرمز لبوابة أو(OR) بالشكل (1- 10).



الشكل 1-9 يمثل عمل البوابة (OR) **الشكل 1-10 يمثل الرمزالمنطقي لبوابة أو (OR)**

والشكل (1-11) التالي يمثل جدول الحقيقة لبوابة (OR).

ويمكن تحليل الحالات الاربعة الموضحة في جدول الحقيقة وفق الآتي:

الحالة الاولى عندما يكون A=B=0 إذن Y=0+0 ⟵ Y=0

الحالة الثانية عندما يكون A=0,B=1 إذن Y=0+1 ⟵ Y=1

الحالة الثالثة عندما يكون A=1,B=0 إذن Y=1+0 ⟵ Y=1

الحالة الرابعة عندما يكون A=B=1 إذن Y=1+1 ⟵ Y=1

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

الشكل 1-11 يمثل جدول الحقيقة لبوابة أو (OR)

رقم التمرين: (3-1) **الزمن المخصص:** 3 ساعات

إسم التمرين: البوابة **(أو)** OR Gate

مكان التنفيذ: مختبر التصميم المنطقي

أولاً- الهدف من التمرين:

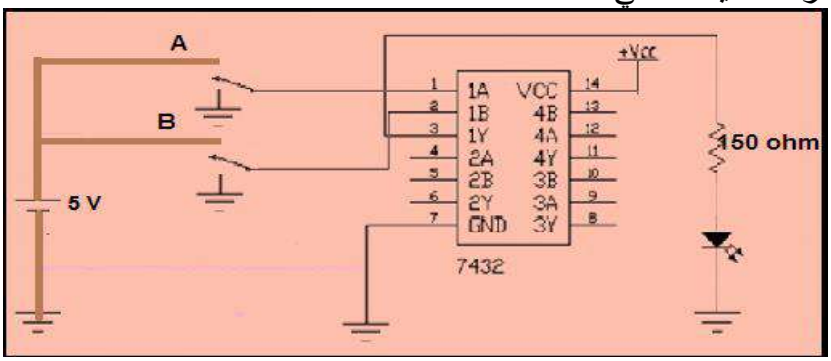
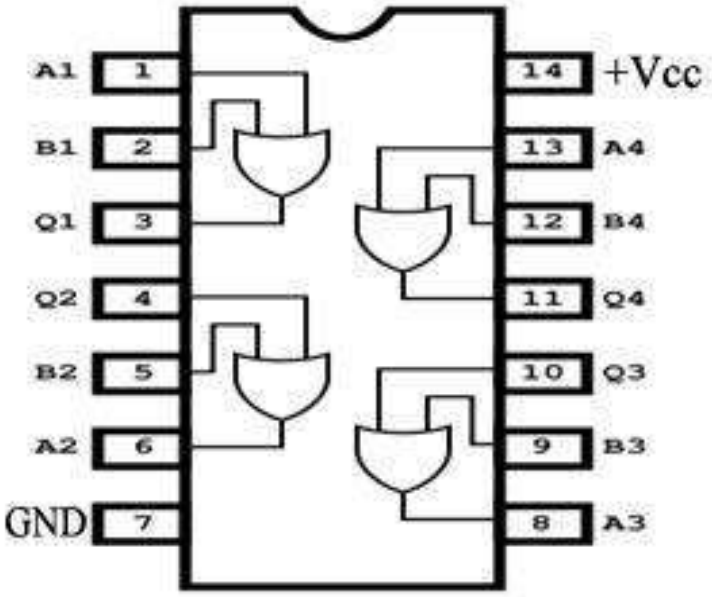
أن يكون الطالب قادراً على أن:

1. يربط الدائرة العملية لبوابة (OR) باستخدام برنامج (EWB).
2. يربط الدائرة العملية لبوابة (OR) باستعمال الدائرة المتكاملة (7432).
3. تحقيق جدول الحقيقة.

ثانياً- التسهيلات التعليمية:

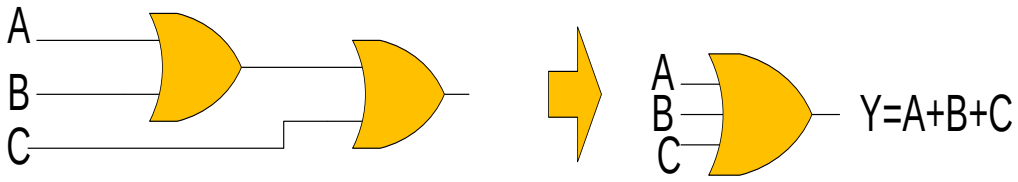
1. جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج (EWB).
2. لوحة توصيلات (Bread board).
3. ثنائي الانبعاث الضوئي عدد 1.
4. مجهز قدرة (0-12) فولت عدد /1.
5. أسلاك مرنة ومفتاح (SPDT) عدد /2.
6. الدائرة المتكاملة (7432).
7. مقاومة كاربونية (150) أوم عدد /1.

ثالثاً- خطوات العمل، النقاط الحاكمة، الرسومات

1	ارتد بدلة العمل الملائمة لجسمك.
2	1. قم - عزيزي الطالب- بتشغيل جهاز الحاسوب وشغل برنامج (EWB). 2. نفذ الدائرة العملية كما في الشكل أدناه. 
3	سلط الإدخالات على المفاتيح (A، B) حسب جدول الحقيقة. ثم دون النتائج المستحصلة ضمن جدول الحقيقة كما في الجدول التالي. <table><tr><th>A</th><th>B</th><th>Y</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td></td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td></td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td></td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td></td></tr></table>
4	1. إنتقل إلى لوحة العمل الرئيسة. 2. نفذ الدائرة العملية أعلاه وتأكد من الجهد (VCC) على الطرف 14 باستخدام جهاز الافوميتير كما في الشكل التالي والذي يمثل الدائرة المتكاملة 7432. 

5	حقق جدول الحقيقة بتسليط الإدخالات على (B,A). ثم دون النتائج وقارنها بالنتائج النظرية.
6	مناقشة: - اين الدائرة في الشكل (5) بالحاسبة ثم لاحظ هل تكافيء هذه الدائرة بوابة (أو) OR ثلاثية المداخل (استعن بجدول الحقيقة)؟

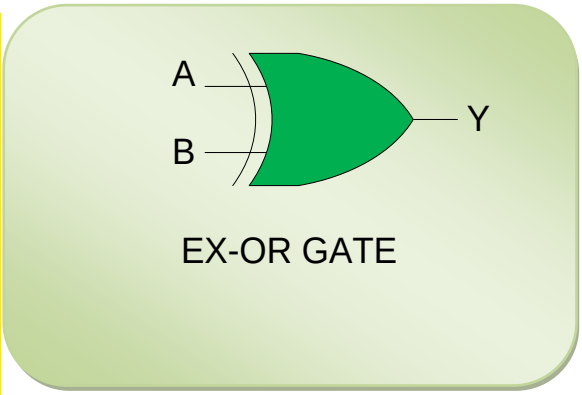
A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	



7-1 البوابة (أو الحصرية) EXCLUSIVE- OR Gate (EX- OR Gate)

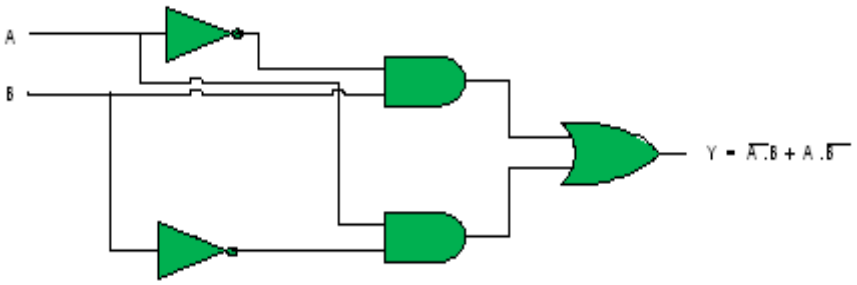
تسمى هذه البوابة بـ (أو الحصرية أو المنفردة)، تكون قيمة الخرج منطق (1) إذا كان المدخلين مختلفين أي (1، 0) أو (0، 1) ويكون الخرج منطق (0) إذا كان المدخلين متشابهين (0,0) أو (1,1)، والشكل (1- 12) يوضح رمز البوابة EX-OR مع جدول الحقيقة الخاصة بها.

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



الشكل 1-12 يمثل رمز بوابة EX-OR مع جدول الحقيقة الخاص بها

يمكن بناء هذه البوابة باستخدام البوابات الاساسية (NOT – AND- OR) بحيث تربط كما مبين في الشكل (13-1).



الشكل 13-1 يوضح بناء البوابة EX-OR بدلالة NOT – AND- OR

يمثل خرج البوابة AND العلوية بالتعبير $\overline{A}.B$ في حين تعطي البوابة AND السفلية التعبير المنطقي الآتي: وهو $A.\overline{B}$ ، وبهذا يكون الخرج النهائي لهذه الدائرة المنطقية كما يلي:

$$Y = A \oplus B = \overline{A}.B + A.\overline{B}$$

وهو يمثل التعبير البوليني لبوابة: EX-OR.

رقم التمرين: (1 – 4) **الزمن المخصص:** 3 ساعات

اسم التمرين: البوابة (أو – الحصرية) (EX-OR)

مكان التنفيذ: مختبر التصميم المنطقي

أولاً- الهدف من التمرين: أن يكون الطالب قادرا" على:

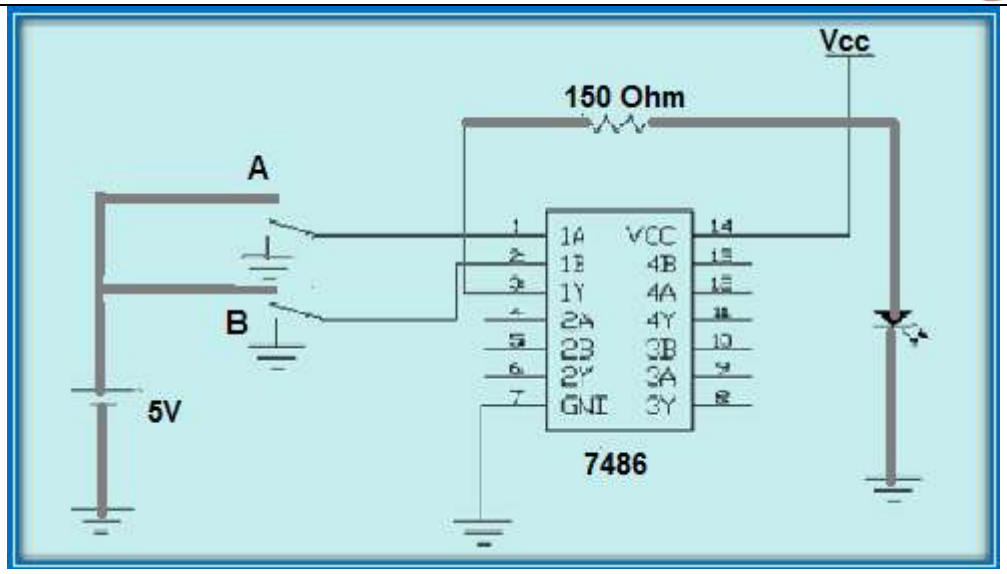
1. بناء الدائرة العملية لبوابة أو الحصرية EX-OR باستعمال الدائرة المتكاملة 7486.
2. التحقق من المنطق الجبري للبوابة.
3. تحقيق جدول الحقيقة للبوابة.

ثانياً- التسهيلات التعليمية:

1. جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج EWB.
2. لوحة توصيلات (Bread board).
3. مجهز قدرة (0-12) فولت عدد 2.
4. أسلاك توصيل.
5. مفتاح SPDT عدد 2.
6. الدائرة المتكاملة (7486).
7. مقاومة كاربونية (150) أوم عدد1.
8. ثنائي الانبعاث الضوئي.

ثالثاً- خطوات العمل، النقاط الحاكمة، الرسومات.

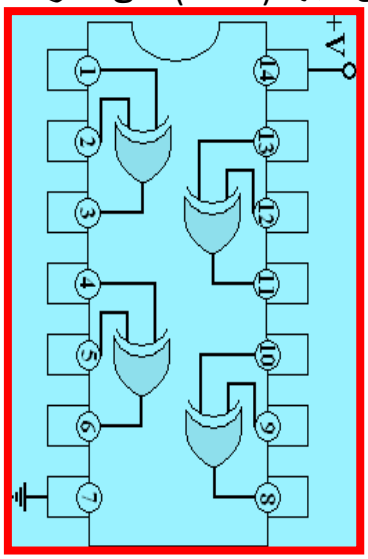
1	إرتد بدلة العمل المناسبة لجسمك.
2	قم عزيزي الطالب بتشغيل جهاز الحاسوب وشغل برنامج (EWB). 1- نفذ الدائرة العملية كما في الشكل التالي:



3 سلط الادخالات على المفاتيح (B, A) حسب جدول الحقيقة.
ثم دون النتائج المستحصلة ضمن جدول الحقيقة كما في الشكل التالي.

A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

4 انتقل إلى لوحة العمل الرئيسة.
ثم نفذ الدائرة العملية أعلاه وتأكد من الجهد (VCC) على الطرف 14 باستخدام جهاز الافوميتير.



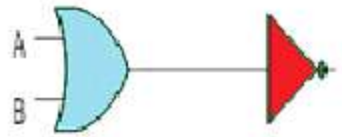
الدائرة المتكاملة 7486

5	حقق جدول الحقيقة بتسليط الادخالات على (B, A). دون النتائج وقارنها بالنتائج النظرية.
6	المناقشة: - ناقش -عزيزي الطالب- النتائج المستحصلة بكلا الطريقتين.

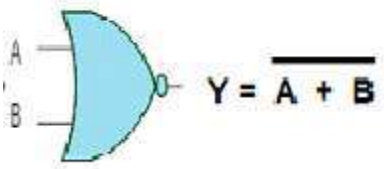
A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

1 -8 بوابة نفي أو (NOR Gate)

نحصل على هذه البوابة من توصيل خرج بوابة أو (OR) مع دخل بوابة النفي (NOT) كما موضح بالشكل (1- 14) والذي يمثل رمز البوابة (NOR) مع كيفية بنائها بدلالة البوابات المنطقية (NOT) و (OR).



شكل (1-14 أ) الدائرة المنطقية بدلالة البوابات (NOT) و (OR)



شكل(1 -14 ب) يمثل رمز البوابة NOR

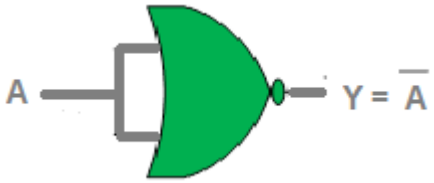
أما جدول الحقيقة لهذه البوابة فيمكن تمثيله بالشكل (1-15).

A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

الشكل 1-15 يوضح جدول الحقيقة للبوابة NOR

لدى ملاحظة جدول الحقيقة نجد ان الخرج يكون (0) في الحالات التي Y يكون فيها أحد الادخالات على الاقل (1) في حين يكون الخرج (1) فقط عندما تكون جميع الادخالات (0) كما في الشكـــــــل (1-15).

يمكن لبوابة (NOR) من القيام بدور بوابة (NOT) في حالة ربط المداخل لهذه البوابة معاً كما هو واضح في الشكل (1-16).



الشكل 1-16 يوضح كيفية ربط البوابة (NOR) لتعمل عمل البوابة (NOT)

رقم التمرين: (1 – 5) **الزمن المخصص:** 3 ساعات

اسم التمرين: البوابة (NOR Gate)

مكان التنفيذ: مختبر التصميم المنطقي

اولاً- الهدف من التمرين:

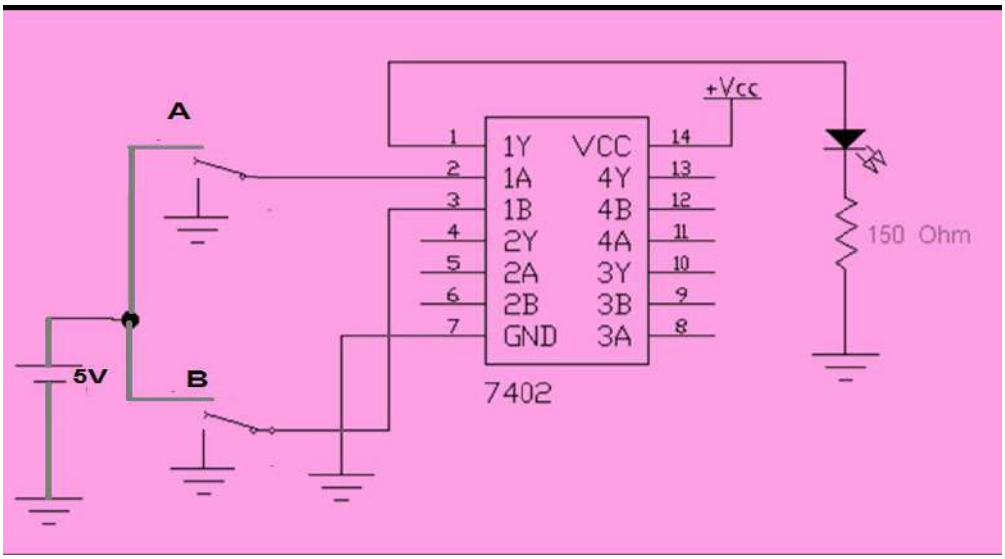
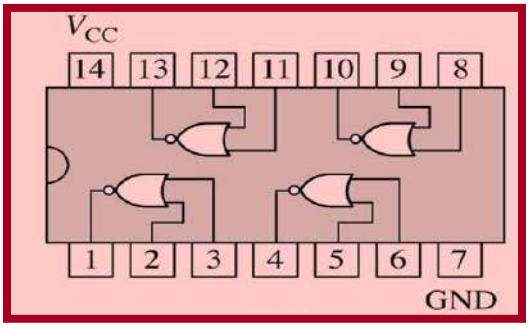
أن يكون الطالب قادرا" على:

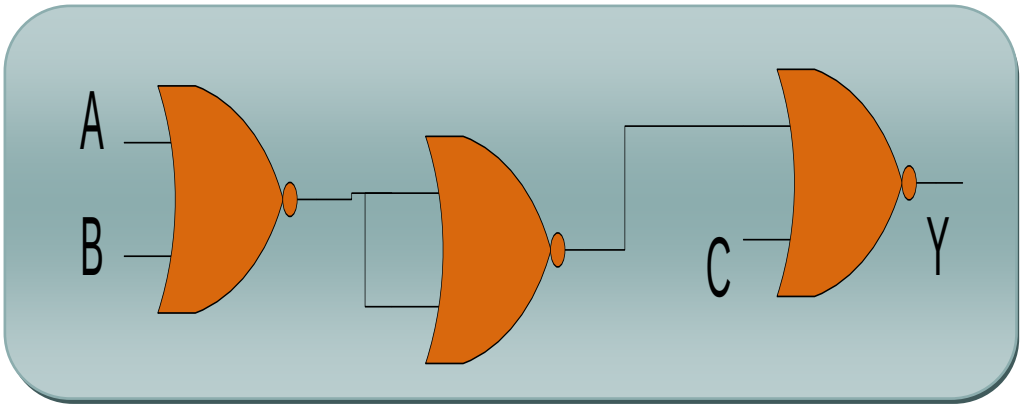
التعرف على البوابة (NOR) وبناؤها باستخدام الدائرة المتكاملة (7402) وتحقيق جدول الحقيقة لها.

ثانياً- التسهيلات التعليمية:

1. منضدة عمل.
2. جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج (EWB).
3. مقاومة كاربونية 150 أوم عدد 1.
4. أسلاك كهربائية (1) ملم.
5. مجهز قدرة (0-12) فولت عدد2.
6. لوحة توصيلات (Bread Board).
7. مفتاح (SPDT) عدد 2.
8. ثنائي الانبعاث الضوئي.
9. الدائرة المتكاملة (7402).

ثالثاً- خطوات العمل، النقاط الحاكم، الرسومات.

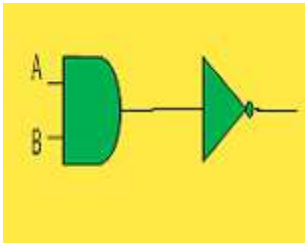
1	إرتد بدلة العمل الملائمة لجسمك.
2	1. قم عزيزي الطالب بتشغيل جهاز الحاسوب ثم شغل برنامج (EWB). 2. نفذ الدائرة العملية كما في الشكل التالي. 
3	سلط الادخالات على (B, A) حسب جدول الحقيقة، ثم سجل النتائج في الجدول المبيـــن أدناه. <table><tr><th>A</th><th>B</th><th>Y</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td></td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td></td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td></td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td></td></tr></table>
4	1. إنتقل إلى لوحة العمل الرئيسة. 2. نفذ الدائرة العملية باستخدام الدائرة المتكاملة (7402) وتأكد من الجهد (VCC) على الطرف 14 باستخدام جهاز الافوميتير. كما في الشكل التالي والذي يمثل الدائرة المتكاملة 7402. 

5	دون ورتب النتائج المستحصلة حسب الجدول المبين أدناه. وتأكد من مطابقتها مع القيم الواردة في جدول الحقيقة. **A** **B** **Y** **0** **0** **0** **1** **1** **0** **1** **1**
6	**المناقشة:** - ناقش عزيزي الطالب كيفية بناء بوابة (NOR) ذات ثلاثة مداخل باستخدام بوابة (NOR) ذات المدخلين الموضحة بالشكل أدناه ثم نفذها عمليا وأكتب جدول الحقيقة لها. 

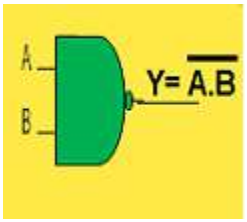
9-1 بوابة نفي و NAND Gate

يمكن الحصول على هذه البوابة من توصيل خرج بواية (AND) مع دخل بوابة (NOT)، وعليه فإن الكلمة (NAND) هي اختصار لكلمتي (NOT, AND) وتعني نفي الضرب، و الشكـــل (17-1) يوضح الرمز المنطقي لهذه البوابة الذي هو عبارة عن رمز بوابة (AND) ولكن مع دائرة صغيرة عند الخرج ترمز إلى بوابة النفي وكذلك جدول الحقيقة.

A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

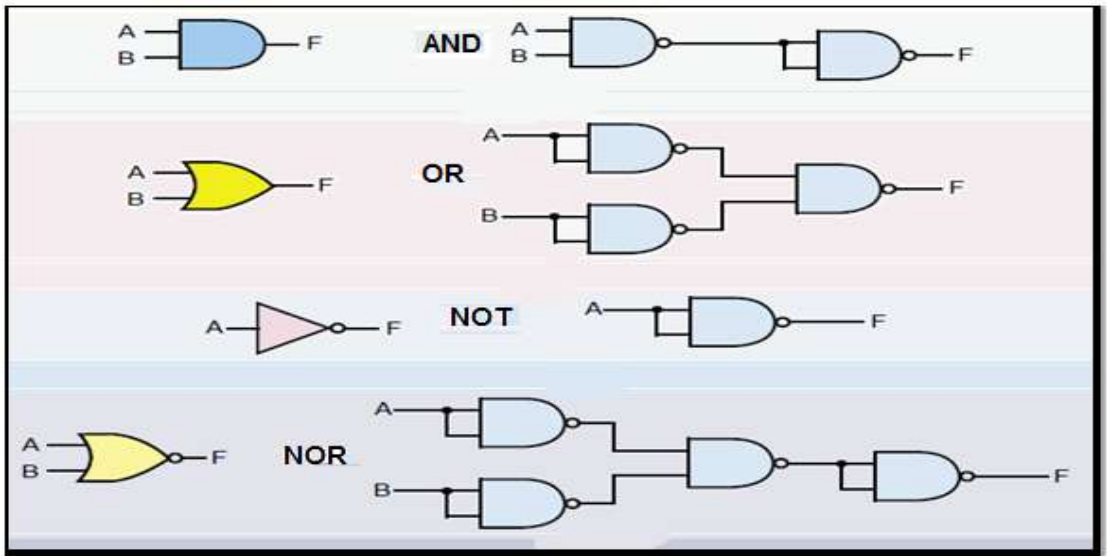


شكل(17-1 أ) الدائرة المنطقة بدلالة البوابة وAND وبوابة النفي NOT



شكل(17-1 ب) الرمز المنطقي لبوابة NAND

نلاحظ من جدول الحقيقة ان الخرج يكون (0) عندما تكون كل الادخالات (1)، وان الخرج يكون واحد (1)، عندما يكون أحد الادخالات على الاقل (0)، وبهذا نحصل على جدول حقيقة يعاكس جدول حقيقة بوابة (AND). ونستطيع ان نمثل البوابات الاساسية والعامة باستخدام بوابة (NAND) كما يوضحه الشكـــل (18-1).



الشكل 1-18 يوضح تمثيل البوابات المنطقية بدلالة بوابة NAND

رقم التمرين: (1 – 6) **الزمن المخصص:** 3 ساعات

إسم التمرين: البوابة (NAND Gate)

مكان التنفيذ: مختبر التصميم المنطقي

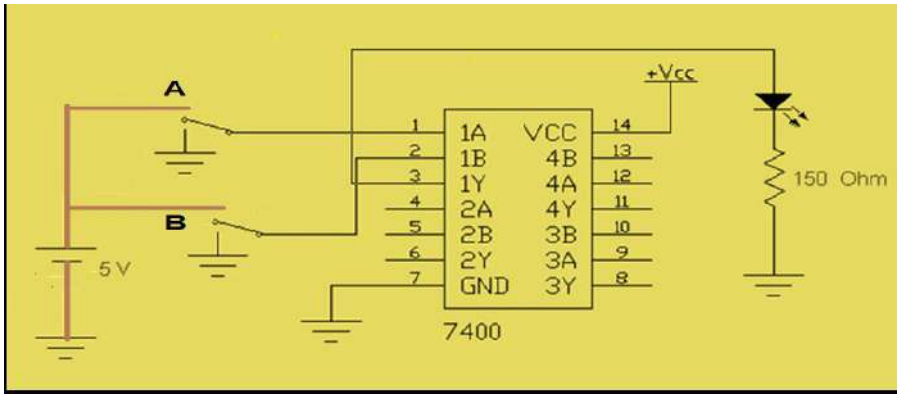
أولاً- الهدف من التمرين: أن يكون الطالب قادرا" على:

التعرف على البوابة NAND وبناؤها باستخدام الدائرة المتكاملة (7400) وتحقيق جدول الحقيقة لها.

ثانياً- التسهيلات التعليمية:

1. منضدة عمل.
2. جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج (EWB).
3. مقاومة كاربونية (150) أوم عدد 1.
4. أسلاك كهربائية (1) ملم.
5. مجهز قدرة (0-12) فولت.
6. لوحة توصيلات (Bread Board)
7. مفتاح (SPDT) عدد/2.
8. ثنائي الانبعاث الضوئي.
9. الدائرة المتكاملة (7400) التي تمثل بوابات (NAND) بمدخلين.

ثالثاً- خطوات العمل، النقاط الحاكمة، الرسومات.

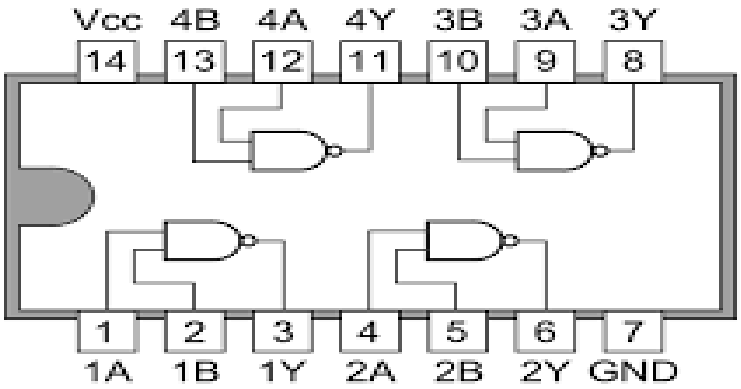
1	إرتد بدلة العمل الملائمة لجسمك.
2	1. قم عزيزي الطالب بتشغيل جهاز الحاسوب وشغل برنامج EWB. 2. نفذ الدائرة العملية كما في الشكل التالي. 
3	سلط القيم المنطقية المبينة في الشكل على الإدخـــالات (B, A)، ثم سجل النتائج ضمن الجدول الموضح في هذه الخطوة.

A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

4

1. إنتقل إلى لوحة العمل الرئيسة.
2. نفذ الدائرة العملية المبينة في الخطوة 2 بإستخدام الدائرة المتكاملة (7400) وتأكد من الجهد (VCC) على الطرف 14 باستخدام جهاز الافوميتير كما في الشكل أدناه والذي يمثل الدائرة المتكاملة 7400

7400 Quad 2-input NAND Gates



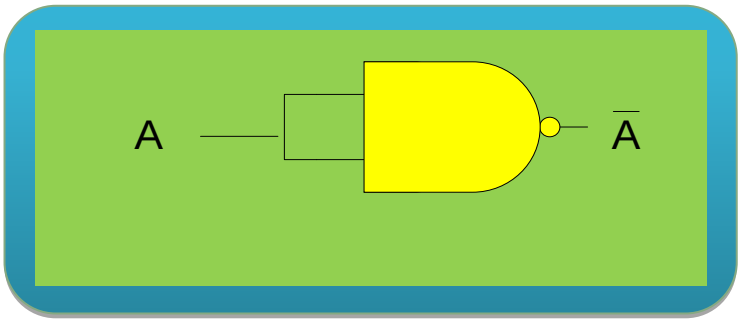
3. حقق جدول الحقيقة كما في الشكل أدناه

A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

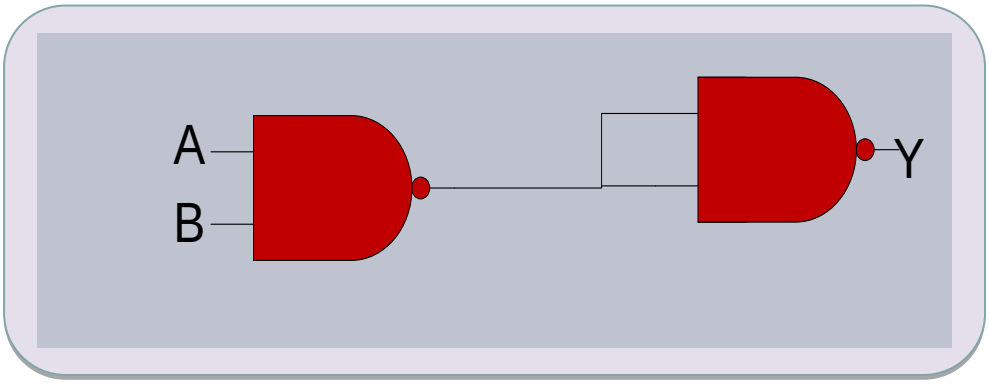
5

المناقشة:

1- صمم عزيزي الطالب الدائرة المنطقية اللازمة بإستخدام الدائرة المتكاملة لبوابة (NAND) للحصول على التمثيل المنطقي للبوابة (NOT) كما في الشكل أدناه، ثم ناقش النتائج المستحصلة ومدى مطابقتها مع جدول الحقيقة للبوابة (NOT)؟



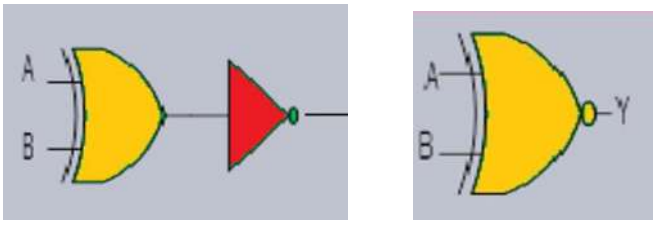
2- نفذ الدائرة المنطقية في الشكل أدناه ثم جد جدول الحقيقة لها، ماذا تستنتج عزيزي الطالب من خلاله ؟ هل يطابق جدول الحقيقة المستحصل جدول الحقيقة لأحد البوابات المنطقية الاساسية؟ إذكرها. (اذا كان الجواب نعم اذكر إسم البوابة)؟



10-1 بوابة النفي أو الحصرية EX-NOR Gate

وهي عبارة عن تجميع لبوابة (X-OR) متبوعة ببوابة (NOT) وفي الحالة يكون المخرج (1) (TRUE) اذا كان المدخلين متشابهين ويكون المخرج (0) FALSE اذا كانت المداخل مختلفة والشكـــل (19-1) يمثل رمز البوابة (EX-NOR Gate) وجدول الحقيقة للبوابة.

A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1



الشكل 1-19 يمثل رمز

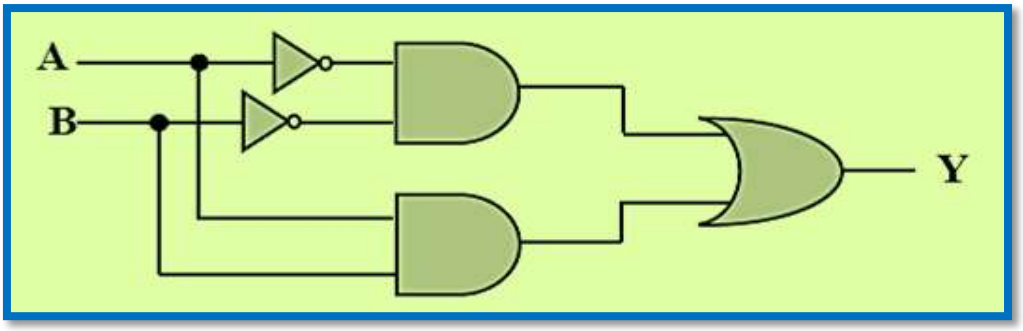
البوابة (EX-NOR Gate) وجدول الحقيقة

ومن جدول الحقيقة يمكن استنتاج العلاقة المنطقية لهذه البوابة وهي:

$$Y = \overline{A \oplus B}$$

$$Y = AB + \bar{A}\bar{B}$$

ومن هذا التعبير يمكننا بناء البوابة بإستخدام بوابات (AND,OR,NOT) كما في الشكل (1-20) حيث تقوم هذه الدائرة المنطقية بوظيفة البوابة (EX-NOR) المنطقية.



الشكل 1-20 البوابة EX-NOR ممثلة بالبوابات AND,OR,NOT

رقم التمرين: (1 – 7) **الزمن المخصص:** 3 ساعات

إسم التمرين: بوابة النفي (EX-NOR Gate)

مكان التنفيذ: مختبر التصميم المنطقي

أولاً- الاهداف التعليمية:

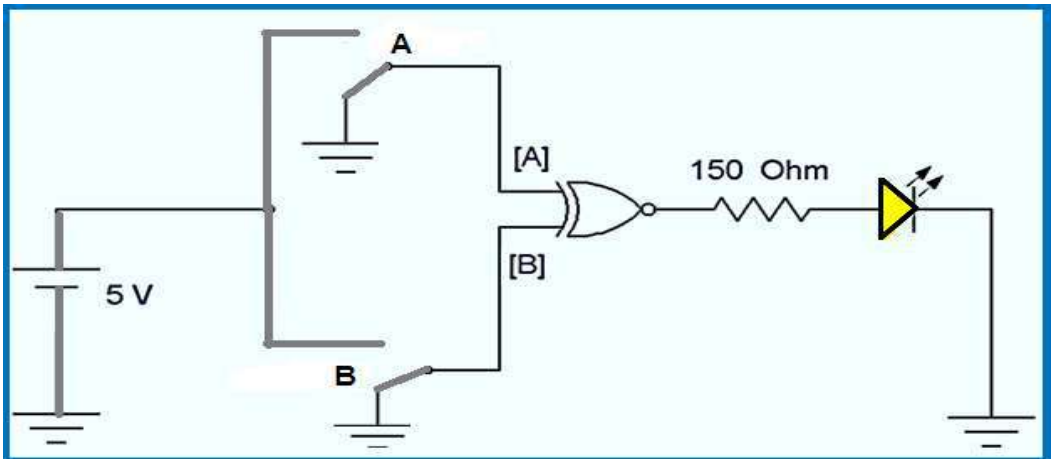
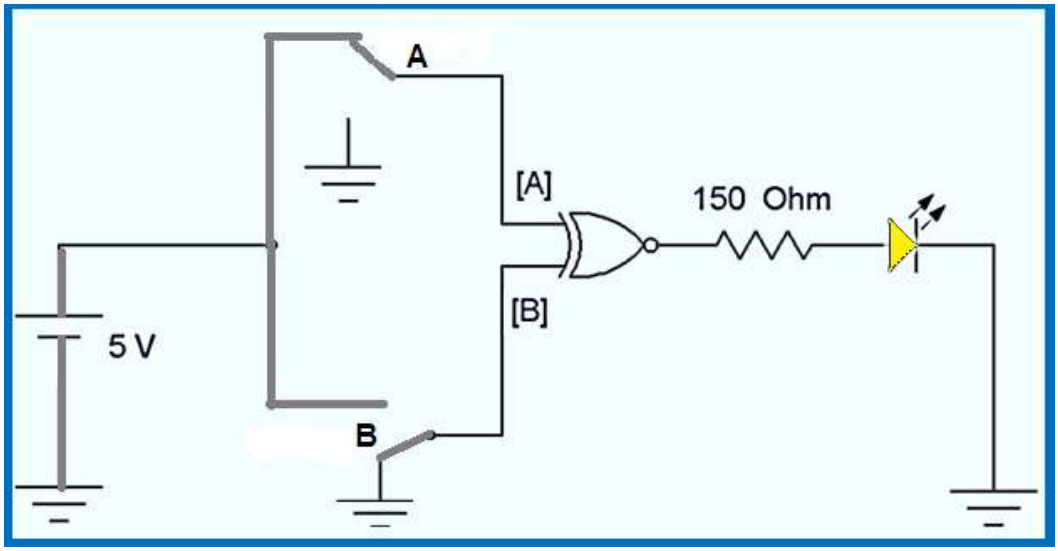
أن يكون الطالب قادرا" على:

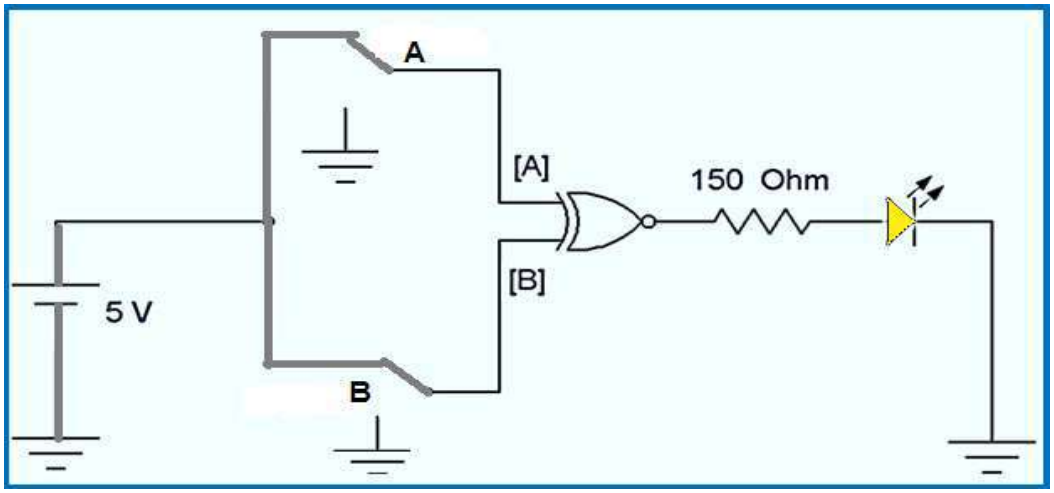
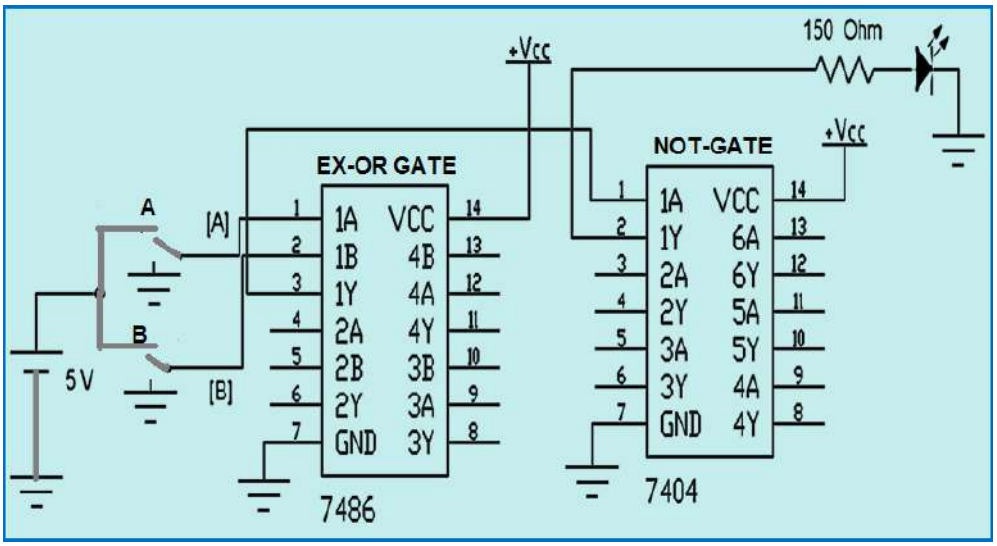
التعرف على البوابة (EX- NOR) وبناؤها وتحقيق جدول الحقيقة لها.

ثانياً- التسهيلات التعليمية:

1. جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج (EWB).
2. مقاومة كاربونية 150 أوم عدد 1.
3. أسلاك كهربائية (1) ملم.
4. مجهز قدرة (0-12) فولت.
5. لوحة توصيلات (BREAD BOARD).
6. مفتاح SPDT عدد 2.
7. ثنائي الانبعاث ضوئي.
8. الدوائر المتكاملة (7486 التي تمثل EX-OR) و (7404التي تمثل بوابة NOT).

ثالثاً- خطوات العمل، النقاط الحاكمة، الرسومات.

1	إرتد بدلة العمل الملائمة لجسمك.
2	قم عزيزي الطالب بتشغيل جهاز الحاسوب وشغل برنامج EWB.
3	1- أربط الدائرة المنطقية كما في الشكل أدناه بواسطة برنامج EWB: إسحب العناصر الإلكترونية المبينة في الشكل (1) من نافذة البرنامج ثم قم بتوصيلها كما في الشكل (1)، صل المفتاحين (A,B) بالأرضي ليجعل طرفي الإدخال للبوابة ذات قيمة منطقية (0) أي (A=B=0) ثم اضغط على زر التشغيل الظاهر في الشاشة ولاحظ توهج الثنائي. 
4	إغلق وإجعل المفتاح (A) بالحالة التي تمكن طرف الإدخال (A) للبوابة المنطقية EX-NOR من أن يأخذ القيمة المنطقية (1)، أما المفتاح (B) يجب أن يكون موصل بالأرضي ليجعل القيمة المنطقية المسلطة على الطرف (B) مساوية (0) أي (A=1,B=0) كما في الشكل أدناه ستلاحظ عزيزي الطالب عدم توهج الثنائي. 

5	إغلق و إجعل المفتاح (A) بالحالة التي تمكن طرف الإدخال A للبوابـــة المنطقيـــة EX-NOR من أن يأخذ القيمة المنطقية (1)، كذلك الحال للمفتاح (B) يجب أن يكون موصل بالحالة التي تجعل القيمة المنطقية المسلطة على الطـــرف B مساويـــة (1) أي (A=0, B=1) كما في الشكل أدناه لاحظ توهج الثنائي. 
6	1- نفذ الدائرة العملية كما في الشكل أدناه:  2- سلط القيم المنطقية المبينة في جدول الحقيقة للبوابة (EX-NOR) على طرفي الادخال A و B وذلك من خلال التحكم بحالات مفتاحي (B, A)، ثم دون قيمة Y. 3- تحقق من صحة النتائج العملية المستحصلة وطابقها بالنتائج النظرية الواردة في جدول الحقيقة لهذه البوابة.

7	**المناقشة:** - صمم عزيزي الطالب دائرة منطقية بإستخدام البوابات (NOT, AND, OR) ونفذها عمليا لتؤدي عمل البوابة (EX-NOR) ناقش النتائج العملية المستحصلة ومدى مطابقتها مع النتائج والقيم الموجودة في جدول الحقيقة للبوابة EX-NOR. - ناقش كيفية تصميم وبناء دائرة منطقية بإستخدام البوابات (NOR, NAND) تؤدي وتحقق عمل البوابة المنطقية EX-NOR، هل هذا ممكن؟

وبهذا نستطيع أن نلخص عمل البوابات جميعها بالجدول الآتي كما في الشكل (1-21):

INPUT		AND	OR	NOT	NAND	NOR	XOR	XNOR
A	B	A.B	A+B	$\bar{A}$	$\overline{AB}$	$\overline{A+B}$	$A \oplus B$	$\overline{A \otimes B}$
0	0	0	0	1	1	1	0	1
0	1	0	1	1	1	0	1	0
1	0	0	1	0	1	0	1	0
1	1	1	1	0	0	0	0	1

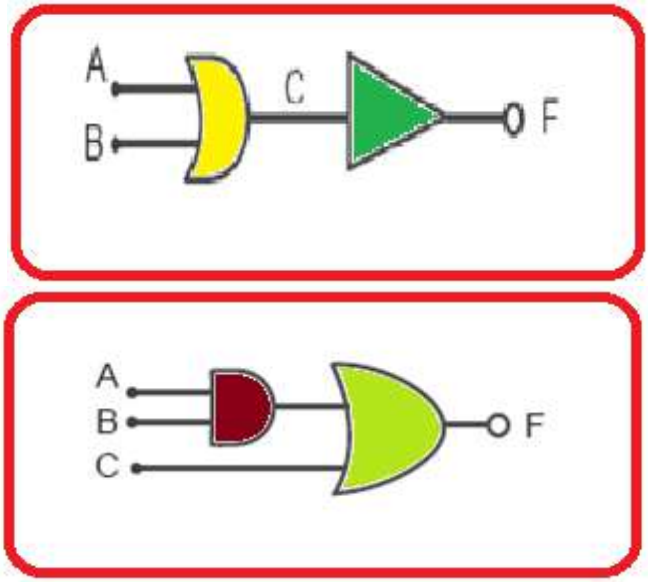
الشكل 1-21 يوضح التمثيل الرياضي والقيم المنطقية للبوابات السبعة

أسئلة الفصل الأول

س1- عرف البوابة المنطقية؟ وماهي أنواع البوابات المنطقية الاساسية؟

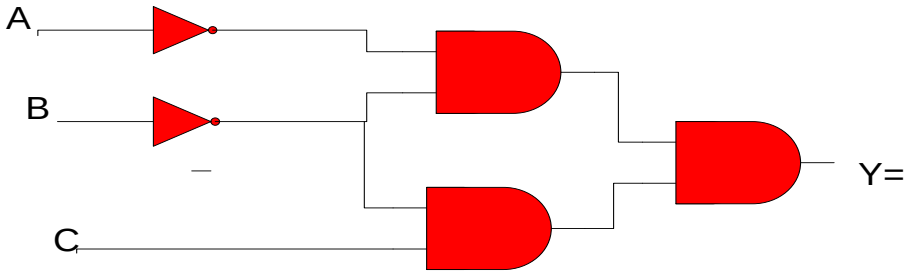
س2- قارن بين بوابة **أو** (OR) وبوابة **و** (AND) موضحا اجابتك باستخدام جدول الحقيقة.

س3 - اكتب جدول الحقيقة للبوابات المنطقية في الاشكال التالية، وعبر عن مخرجاتها بدلالة المدخلات.

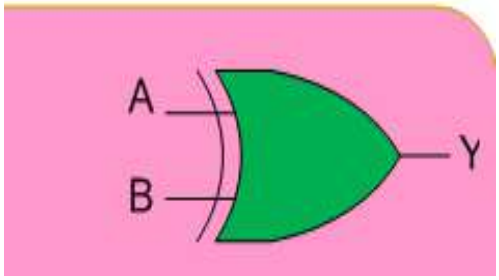


س4- عدد ثلاثة مميزات للدوائر الإلكترونية (ICs).

س5- ما هو مخرج الدائرة الآتية؟ إستعن بجدول الحقيقة؟

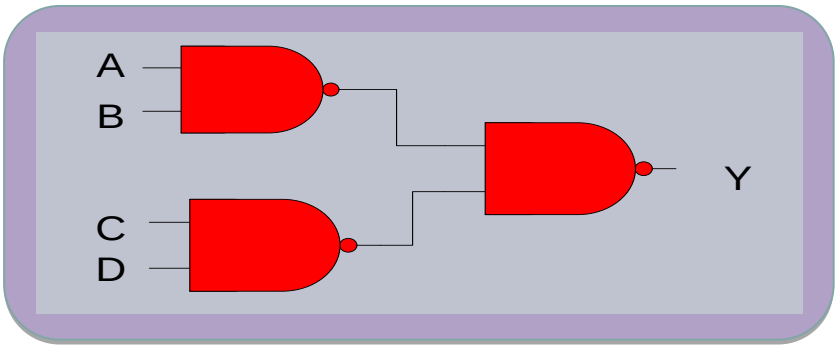


س6- أي رمز من البوابات يمثل الرسم التالي؟ اكتب جدول الحقيقة لهذه البوابة.



س7- نفذ الدائرة في الشكل التالي ثم حقق جدول الحقيقة لها وانظر من خلاله هل يكافئ جدول الحقيقة لأحد البوابات الاساسية.

(إذا كان الجواب نعم، إذكر إسم البوابة)



س8- ضع إشارة (√) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (X) أمام العبارة الخاطئة لكل مما يأتي:

1- لايمكن تمثيل بوابة النفي NOT باستخدام بوابة (النفي و) NAND.

2- يمكن تمثيل أي بوابة منطقية باستخدام بوابة NOT.

3- تعتبر بوابة النفي NOT وبوابة **و** AND من البوابات الأساسية.

س9- إرسم رمز البوابة وجدول الحقيقة وأكتب العلاقة المنطقية لكل بوابة من البوابات الآتية:

أ- OR ب- AND ج- NOT د- NAND

هـ - NOR و- XOR ز- EXNOR

الفصل الثاني

العمليات المنطقية Logical Operations

أهداف الفصل

من المتوقع أن يكون الطالب قادرا على التعرف على الجبر البوليني والقوانين الاساسية الخاصة بالمنطق والنظريات المنطقية كنظرية دي موركان والطرق المنطقية الخاصة بتبسيط الدوائر المنطقية كـ (خارطة كارنوف)، إضافة إلى المعرفة بكيفية تجميع البوابات المنطقية وتبسيطها.

محتويات الفصل الثاني:

2 -1 تمهيد.

2-2 الجبر البوليني.

3-2 القواعد الأساسية للجبر البوليني (تمرين عملي 2-1) تطبيق بعض قواعد الجبر البوليني.

4-2 قوانين المنطق (تمرين عملي 2-2) تطبيق بعض قوانين المنطق.

5-2 نظرية دي موركان (تمرين عملي 2-3)، تطبيق نظرية $\overline{A+B} = \overline{A}.\ \overline{B}$).

(تمرين عملي 2-4)، تطبيق نظرية $\overline{A.B} = \overline{A} + \overline{B}$).

6-2 خارطة كارنوف.

7-2 تجميع البوابات المنطقية (تمرين عملي 2-5) تجميع البوابات المنطقية.

8-2 طرق تقليص الدوائر المنطقية (تمرين عملي 2-6) تبسيط وإختزال الدوائر المنطقية.

1-2 تمهيـــــــد

يعد الجبر البوليني أحد المرتكزات الأساسية المستخدمة في تصميم وتركيب الحاسوب. ويعود الفضل في وضع الأسس النظرية للجبر البوليني، والذي يسمى بالجبر المنطقي الى العالم الرياضي الآنكليزي المشهور جورج بوول (George Boole). وقد نشر هذا العالم نظرياته في منتصف القرن التاسع عشر لتصبح فيما بعد الإساس في تصميم الدوائر المنطقية التي يتكون منها الحاسوب.

يسمى المتغير بولين أو (منطقياً) إذا إتخذ دائماً إحدى الحالتين التاليتين:-

1- الحالة الصحيحة (True).

2- الحالة الخاطئة (False).

ويمكن الرمز للمتغير البوليني بأحد الأحرف (A.B……Z)، عند دراستنا لأنظمة العد لاحظنا إن الرقم الثنائي هو إما (0) أو (1). بهذا فإنه يمكن إستخدام أرقام نظام العد الثنائي لتمثيل حالات المتغير البوليني حيث يمثل الرقم (1) الحالة الصحيحة والرقم (0) الحالة الخاطئة.

2-2 الجبر البوليني (Boolean Algebra)

يعد الجبر البوليني صيغة للمنطق الرمزي والذي يبين كيف تعمل البوابات المنطقية والعبارة البولينية (Boolean Expression) هي طريقة مختصرة لإظهار ماذا يحدث في دائرة منطقية ما فمثلاً العبارة البولينية لبوابة (AND) ذات مدخلين هي Y=A.B وتقرأ:

المخرج Y يساوي A and B

العالم بوول (Boole) إكتشف إسلوباً جديداً في التفكير والتعليل إستخدم فيه الرموز بدلاً من الأرقام وهذا الجبر من أعظم الطرق والوسائل في تصميم الحاسبات الإلكترونية لتطابق المنطق البوليني مع الدوائر في الحاسبات الإلكترونية والنظم الرقمية الأخرى.

الفرق الأساسي بين الجبر المألوف والجبر البوليني هو عند حل المعادلات في الجبر المألوف نحصل على جذور تكون حقيقية موجبة أو سالبة أو كسرية.....الخ.

3-2 قواعد الجبر البوليني Rules of Boolean Algebra

هناك قواعد وقوانين تستخدم في العديد من العمليات المنطقية يمكن إجمال أهمها بما يلي:

جدول 2-1 القواعد والقوانين الأساسية للجبر البوليني

-1	A+0=A	-2	A+1=1
-3	A×0=0	-4	A×1=A
-5	A+A=A	-6	$A+\bar{A}=1$
-7	A×A=A	-8	$A\times\bar{A}=0$
-9	$\bar{\bar{A}}=A$	-10	A+AB=A
-11	$A + B.C = (A + B).(A + C)$ $\bar{A} + B.C) = (\bar{A} + B).(\bar{A} + C)$		

والآن سوف نرى كيفية تحقيق هذه القواعد من خلال تطبيقها على البوبات المنطقية التي سبق دراستها.

القاعدة (1): A+0=A هذه القاعدة يمكن فهمها بملاحظة ماذا يحدث عندما يكون أحد الدخلين لبوابة OR دائماً يساوي (0) والدخل الآخر (A) يمكن أن يأخذ القيمة (1) أو (0) فإذا كان A=1 فإن الخرج يساوي (1) والذي يساوي (A) وإذا كان A=0 فإن الخرج يساوي (0) وهو أيضا يساوي (A) وبناء على ذلك فإن أي متغير يدخل على بوابة OR مع (0) فإن الخرج يساوي قيمة هذا المتغير (A+0=A).

القاعدة (2): A+1=1 هذه القاعدة تقول اذا كان أحد الدخلين لبوبة OR يساوي (1) والدخل الآخر (A) يأخذ قيمة (1) أو (0) فإن خرج بوابة OR يعطي دائما خرج يساوي (1) بصرف النظر عن قيمة المتغيرالذي على الدخل الآخر، وبناء على ذلك فإن أي متغير يدخل على بوبة OR مع (1) فإن الخرج دائما يساوي (1) اي (A+1=1).

القاعدة(3): A×0=0 هذه القاعدة تقول أذا كان أحد الدخلين لبوابة AND يساوي (0) والدخل الآخر هو A فإن الخرج دائما يساوي (0) بغض النظر عن قيمة المتغير A. وبناء على ذلك فإن أي متغير يدخل على بوابة AND مع (0) فإن الخرج دائما يساوي (0) (A×0 = 0).

القاعدة (4): A.1=A هذه القاعدة تقول أذا كان أحد الدخلين لبوابة AND يساوي (1) والدخل الآخرهو A فإن الخرج يساوي قيمة المتغير (A)، فأذاكان المتغير A=0 فإن خرج البوابة AND يساوي (0)، وإذا كان المتغير A=1 فإن خرج البوابة AND يساوي (1) لإن الدخلين الآن قيمتهما تساوي (1) وبناء على ذلك فإن أي متغير يدخل على بوابة AND مع (1) فإن الخرج يساوي قيمة هذا المتغير (A.1=A).

القاعدة (5): A+A=A مفهوم هذه القاعدة أنه اذا كان دخلا البوابة OR عليهما نفس المتغير (A) فإن المخرج يكون قيمة هذا المتغير فأذا كان هذا المتغير A=0 فذلك يعني 0+0=0، وأذا كان المتغير A=1 فهذا يعني 1+1=1.

القاعدة (6): $A+\overline{A}=1$ يمكن شرح هذه القاعدة كالآتي: اذا دخل المتغير A على أحد دخلي بوابة OR والمتغير $\overline{A}$ على المدخل الآخر لنفس البوابة فإن الخرج دائما يساوي (1) أذا كانت A=0 فإن $\overline{A}=1$ وعليه يكون 1=1+0=0+1 وأذا كان A=1 فإن $\overline{A}=0$ وعليه يكون 1=1+0=0+1.

القاعدة (7): A.A=A أذا دخل المتغير A على دخلي البوابة AND فإن الخرج يكون قيمة هذا المتغير، فأذا كان المتغير A=0 فذلك يعني 0=0×0، وأذا كان المتغير A=1 فهذا يعني 1=1.1 وفي كلتا الحالتين يكون خرج البوابة AND يساوي قيمة المتغير A.

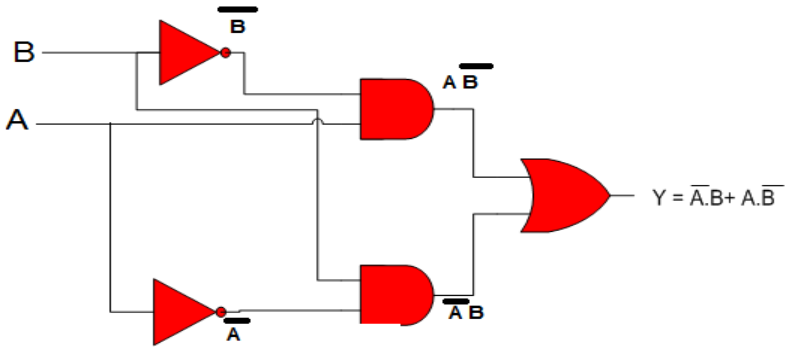
القاعدة (8): $A.\overline{A}=0$ أذا دخل المتغير A على أحد دخلي بوابة AND والمتغير $\overline{A}$ على المدخل الآخر لنفس البوابة فإن الخرج دائما يساوي (0)، وهذا من السهل فهمه لأن قيم الدخلين أما أن يكون (0, 1) أو (1, 0) وعليه فإن الخرج سوف يساوي (0) دائماً.

القاعدة (9): $\overline{\overline{A}}=A$ إذا تم عكس متغير مرتين تكون النتيجة هي قيمة هذا المتغير. إذا كان المتغير A=0 وتم عكسه نحصل على (1) فاذا تم عكس (1) مرة أخرى نحصل على (0).

القاعدة (10): A+A.B =A إذا كان أحد دخلي بوابة OR هو قيمة المتغير A والاخر هو قيمة (A.B) فإن الخرج يكون قيمة A.

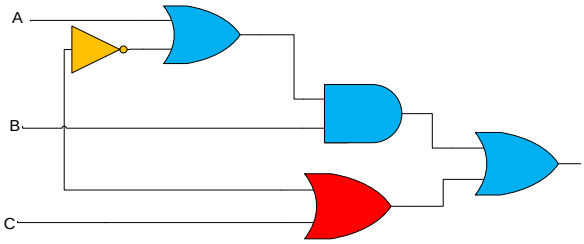
التعبير البوليني لدائرة منطقية

لإستنتاج التعبير البوليني لأي دائرة منطقية، نبدأ من المدخلات في أقصى اليسار متجهين الى الخرج النهائي للدائرة وذلك بكتابة الخرج لكل بوابة، وكمثال على ذلك نفرض الدائرة الموضحة في الشكل (2-1) ويمكن استنتاج التعبير البوليني لهذه الدائرة كما يأتي:



شكل 2-1 دائرة منطقية تبين كيفية إستنتاج التعبير البوليني للخرج

مثال (2-1): إكتب التعبير البوليني للدائرة المنطقية الموضحة بالشكل (2-2).



الشكل 2-2

نستنتج مما سبق ان قواعد الجبر البوليني ساعدت كثيرا في تبسيط تصميم النظم الرقمية المعقدة كما سيظهر أدناه من جدول العمليات الثلاث: (الجمع OR الضرب AND النفي NOT).

جدول 2-2 جدول العمليات الثلاث (الجمعOR، الضرب AND، النفي NOT)

الجمع	الضرب	النفي
0+0=0	0.0=0	0=1
0+1=1	0.1=0	
1+0=1	1.0=0	1=0
1+1=1	1.1=1	

رقم التمرين: (2- 1) **الزمن المخصص:** 3 ساعات

إسم التمرين: تطبيق بعض قواعد الجبر البوليني

مكان التنفيذ: مختبر التصميم المنطقي

أولاً- الأهداف التعليمية:

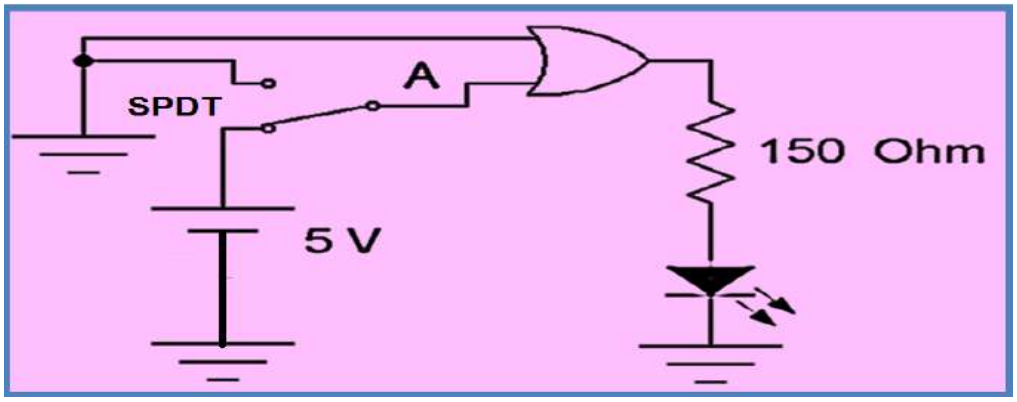
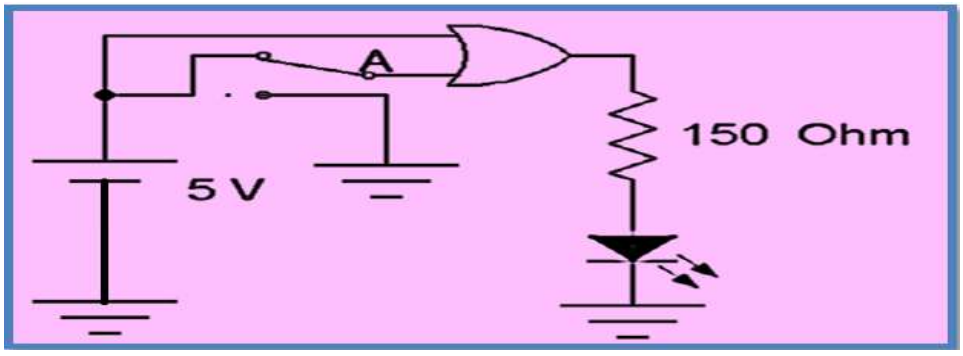
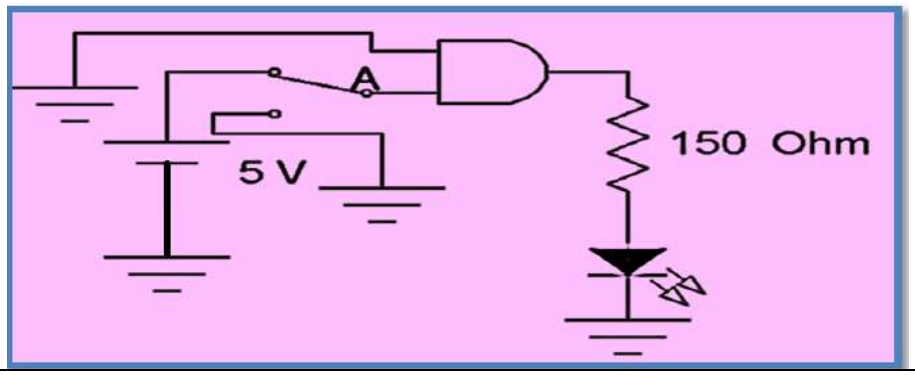
أن يكون الطالب قادرا" على:

1. تحقيق قواعد الجبر البوليني باستخدام برنامج EWB.
2. إستعمال هذه القواعد في تبسيط الدوائر المنطقية.

ثانياً- التسهيلات التعليمية:

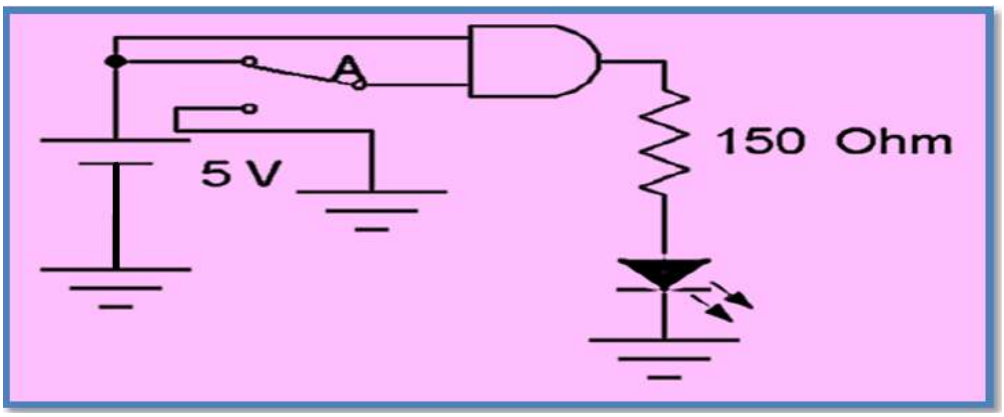
1. جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج EWB.
2. لوحة تجارب Bread Board.
3. منضدة عمل.
4. مجهز القدرة (0-30) فولت عدد 1.
5. ثنائي الانبعاث الضوئي (LED) عدد /1.
6. مفتاح SPDT.
7. مقاومة Ω 150عدد /1.
8. الدوائر المتكاملة OR (7432) و AND (7408) .
9. دفتر ملاحظات

ثالثاً- خطوات العمل، النقاط الحاكمة، الرسومات.

1	إرتد بدلة العمل الملائمة لجسمك.
2	قم عزيزي الطالب بتشغيل جهاز الحاسوب ثم شغل برنامج EWB.
3	1. نفذ الدائرة المنطقية في الشكل أدناه والتي تحقق: ➢ - القاعدة الاولى وكما يلي: $A + 0 = A$  2. صل المفتاح بحيث تصبح A=0 ولاحظ هل يتوهج الثنائي. 3. صل المفتاح بحيث تصبح A=1 ولاحظ توهج الثنائي. 4. طبق النتائج المستحصلة على القاعدة أعلاه. ➢ - القاعدة الثانية كما في الشكل أدناه. $A + 1 = 1$  ➢ - القاعدة الثالثة كما في الشكل أدناه: $\overline{A}. 0 = 0$ 

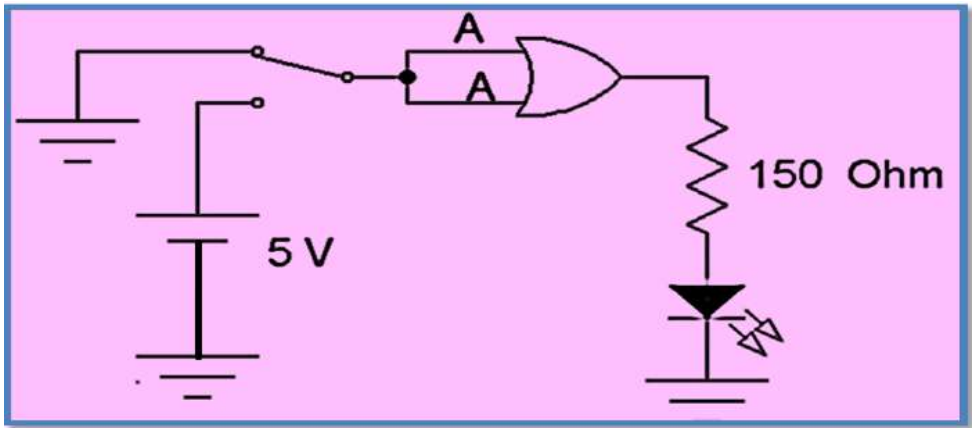
➢ - القاعدة الرابعة كما في الشكل أدناه.

$$A.\ 1 = A$$



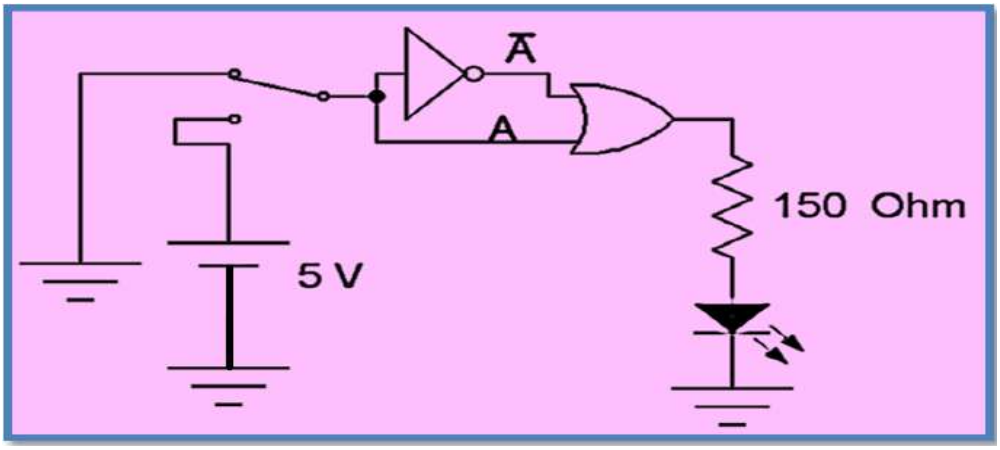
➢ - القاعدة الخامسة كما في الشكل أدناه:

$$A + A = A$$



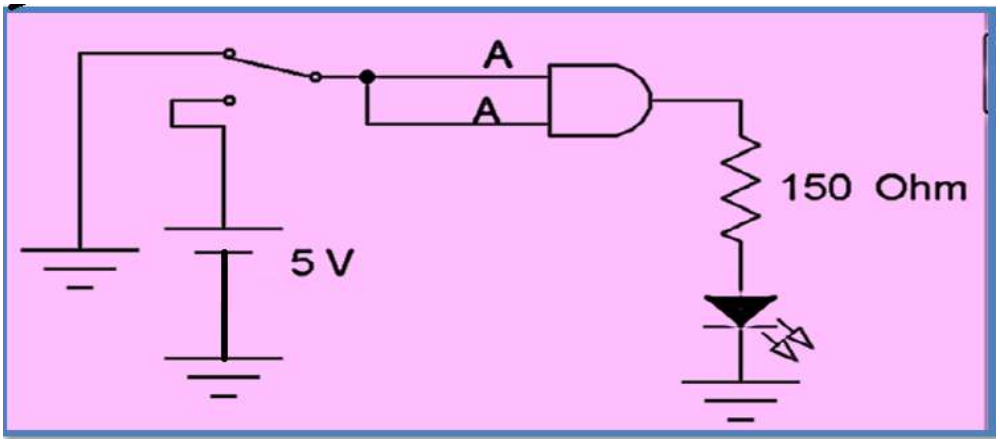
➢ - القاعدة السادسة كما في الشكل أدناه:

$\overline{A} + A = 1$



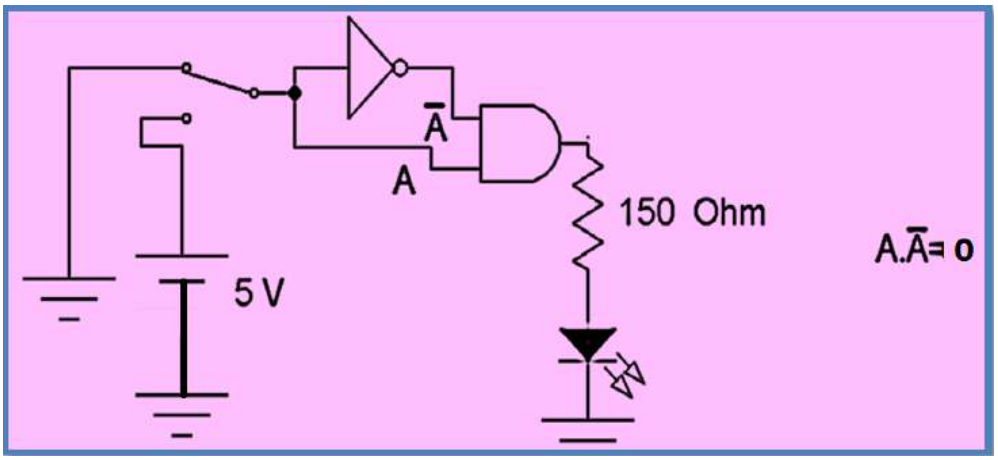
➢ - القاعدة السابعة كما في الشكل أناه:

$A.\ A = A$



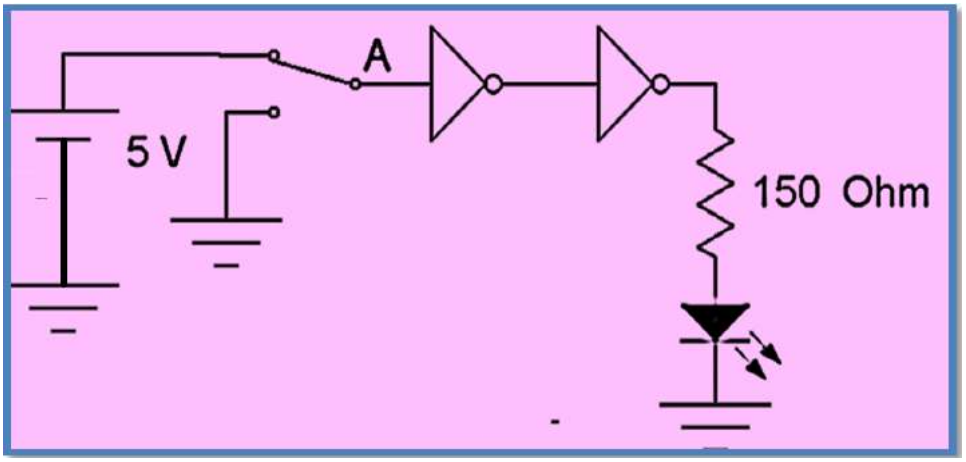
➢ - القاعدة الثامنة كما في الشكل أدناه:

$A.\ \overline{A} = 0$



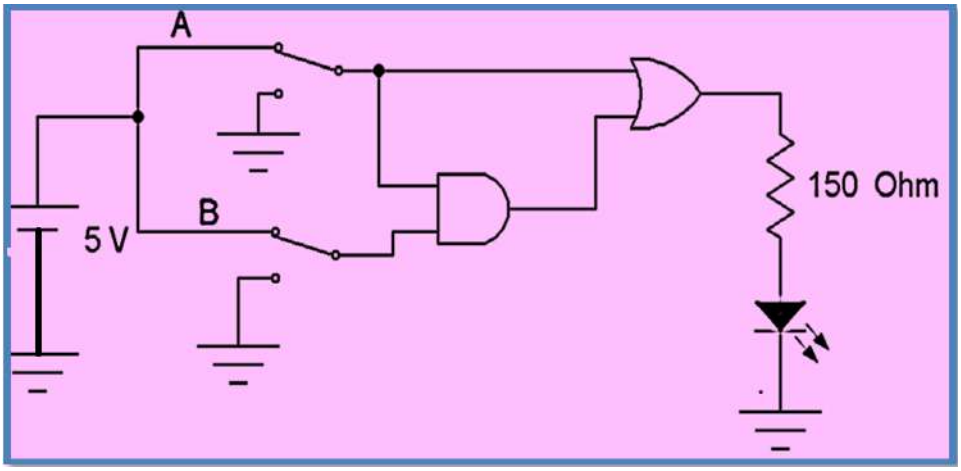
➢ - القاعدة التاسعة كما في الشكل أدناه:

$$\overline{\overline{A}} = A$$



➢ - القاعدة العاشرة كما في الشكل أدناه.

$$A + AB = A$$



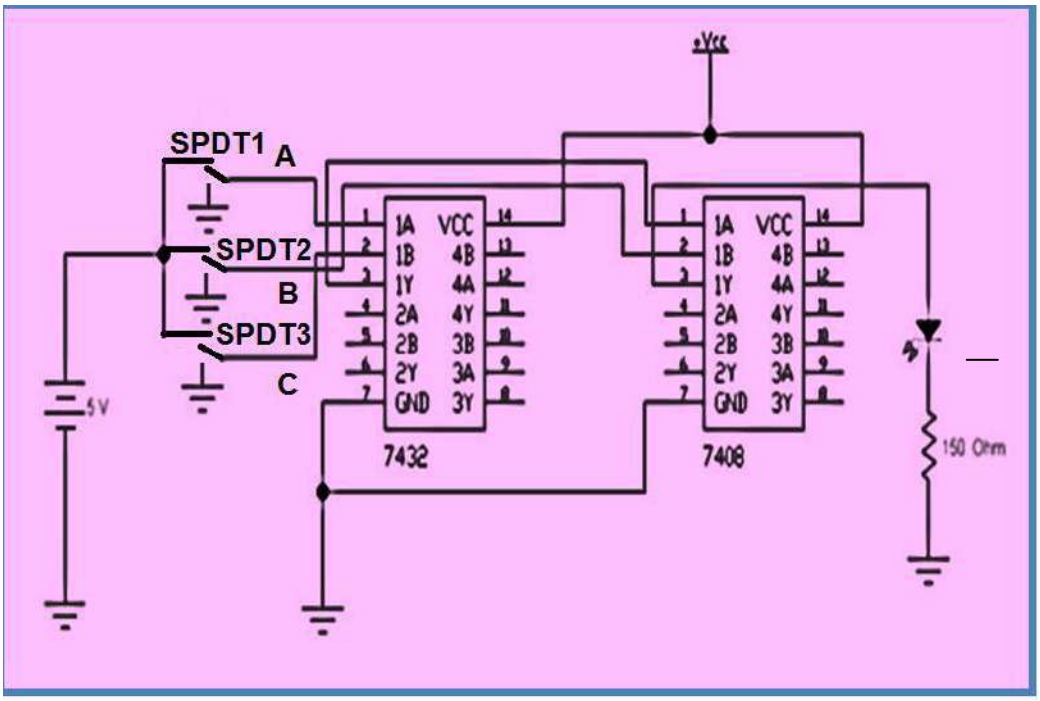
➢ والآن وللتدريب على كيفية بناء الدوائر المنطقية عملياً حسب أي معادلة أو تمثيل رياضي منطقي، إنتقل عزيزي الطالب الى منضدة العمل:

1. إبن الدائرة المنطقية التي تعطي المعادلة المنطقية التالية:

Y= (A+C).B

2. أوصل الطرف7 للدائرة المتكاملة بالارضي والطرف14 بمصدر الجهد VCC وتأكد من قيمة الجهود المستخدمة باستعمال الافوميتير.
3. أوصل المداخل A ,B ,C.
4. أوصل المخرج لبوابة AND و بثنائي الانبعاث الضوئي.
5. قم بتغذية الدائرة وتشغيل المفاتيح.

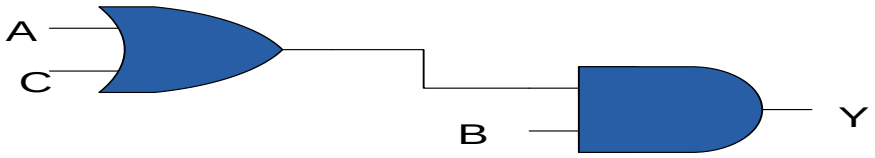
6. إجعل القيم المنطقية المطبقة على أطراف الدخل للبوابات ذات قيم (0) أو (1) ولحالات مختلفة، ثم سجل نتيجة الخرج في كل حالة ورتب النتائج حسب جدول حقيقة مؤلف من ثلاثة مدخلات هي (A, B, C) وخرج واحد هو Y.



7. قم بإعادة الأجهزة والمواد المستخدمة الى أماكنها.
8. قم بتنظيف مكان العمل وترتيبه.

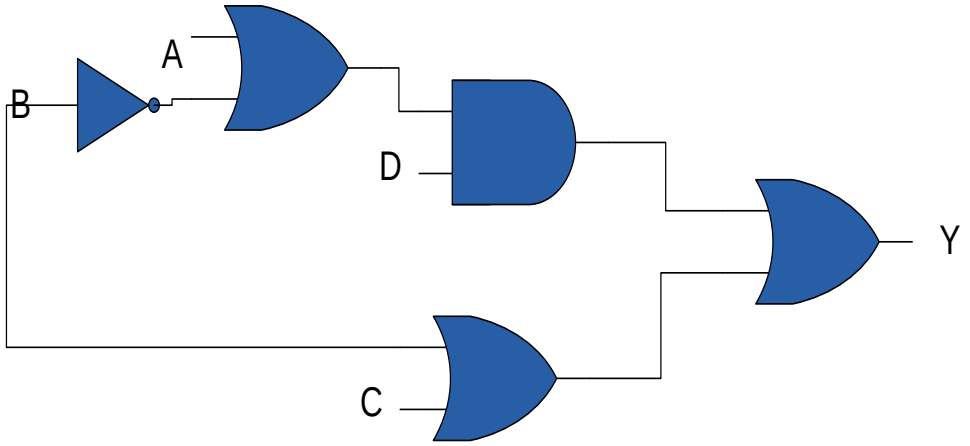
مناقشة:

1. نفذ الدائرة المنطقية في الشكل أدناه بإستخدام برنامج EWB



2. جد خرج الدائرة المنطقية في الشكل (12) عندما تكون القيم المنطقية المطبقة على مداخل البوابات هي A=B=C=1
3. أعد الفقرة (2) عندما تكون القيم المنطقية A=C=1,B=0
4. طبق الحالات الأخرى من تسليط القيم المنطقية وسجل النتائج المستحصلة ورتبها بجدول حقيقة، ثم ناقش هذه النتائج ودقق مدى مطابقتها مع نتائج جدول الحقيقة المستحصـــل من ربط وتنفيذ الدائرة العملية في الخطوة 6.
5. لاحظ عزيزي الطالب متى يكون خرج الدائرة (1) ومتى يكون (0)؟

6. ما هو التعبير البوليني للدائرة المنطقية أدناه.



$\overline{A+B}=\overline{A}.\overline{B}$ 3 $A(A+\overline{B})=A$ 2 $A+1=1$ 1

4-2 قوانين المنطق

القوانين المنطقية تساعد في تبسيط المعادلات المنطقية وتكون العبارة المنطقية صحيحة وتكون لها قيمة (1) أما إذا كانت غير صحيحة فتكون لها قيمة (0) وهذه القوانين هي:

1- قانون التوزيع (Distributaire Law) $A.(B+C)=A.B+A.C$

2- قانون التبادل (Commuutative Law) $A+(B+C)=(A+B)+C$

3- قانون التجميع (Associative Law) $A+AB=A.(1+B)$

رقم التمرين: (2-2) **الزمن المخصص:** 3 ساعات

إسم التمرين: تطبيق بعض قوانين المنطق

مكان التنفيذ: مختبر التصميم المنطقي

أولاً- الأهداف التعليمية: أن يكون الطالب قادرا" على:

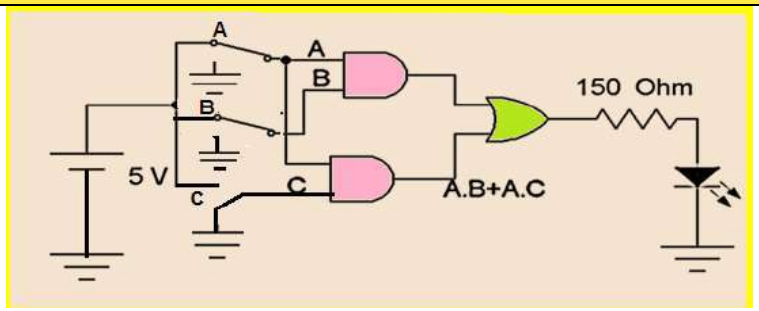
1. تحقيق قوانين الجبر البوليني باستخدام برنامج EWB.
2. إستعمال هذه القوانين في تبسيط الدوائر المنطقية.

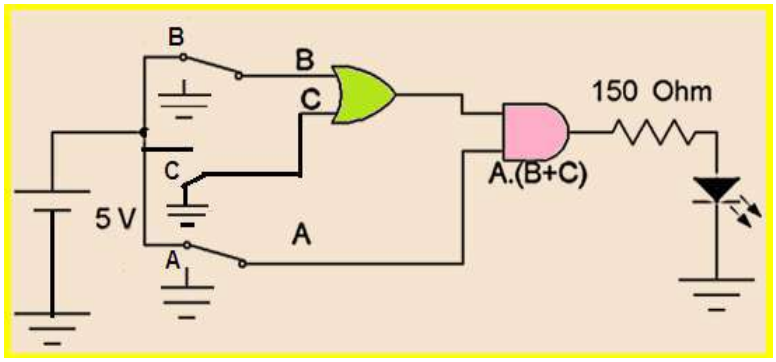
ثانياً- التسهيلات التعليمية:

1. جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج EWB.
2. لوحة تجارب Bread Board.
3. منضدة عمل.
4. مجهز القدرة (0-30) فولت عدد 1.
5. ثنائي الانبعاث الضوئي (LED) عدد /1.
6. مفتاح SPDT عدد / 3.
7. مقاومة 150Ω عدد /1.
8. الدوائر المتكاملة (7432) OR و (7408) AND .
9. دفتر ملاحظات.

ثالثاً- خطوات العمل، النقاط الحاكمة، الرسومات.

1	إرتد بدلة العمل الملائمة لجسمك.
2	شغل عزيزي الطالب جهاز الحاسوب وشغل برنامج EWB.
3	1. نفذ الدائرتين المنطقية كما في الشكل أدناه والتي تحقق قانون التوزيع: A.(B+C)=A.B+A.C 2. صل المفاتيح بحيث تصبح القيم المنطقية للمداخل (A=B=1,C=0)، لاحظ توهج الثنائي لكلا الدائرتين في الشكل أدناه.

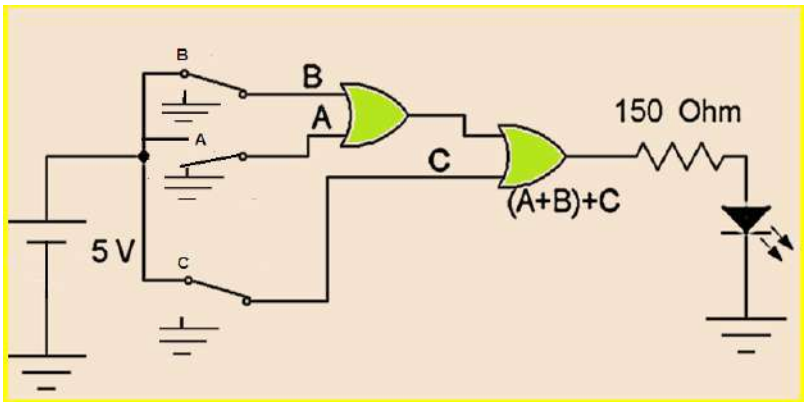


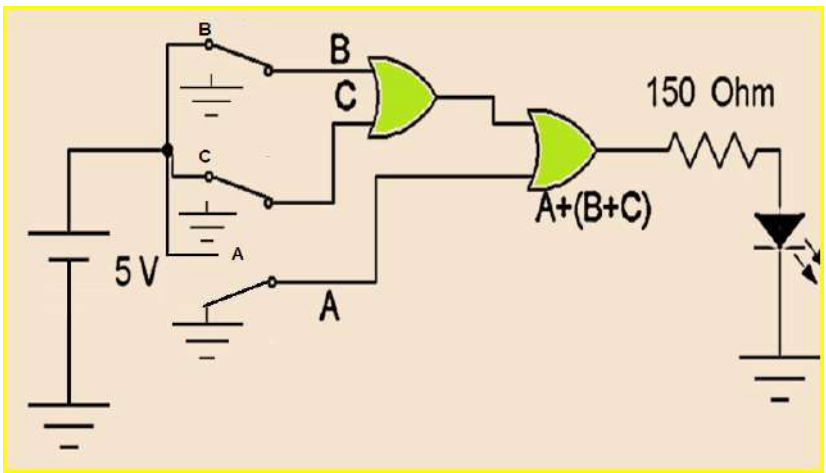


4

نفذ الدائرتين في الشكل (2) التي تحقق قانون الترابط A+(B+C) = (A+B)+C

1. صل المفتاح بحيث تصبح A=0 ,B=C=1 ولاحظ توهج الثنائي.

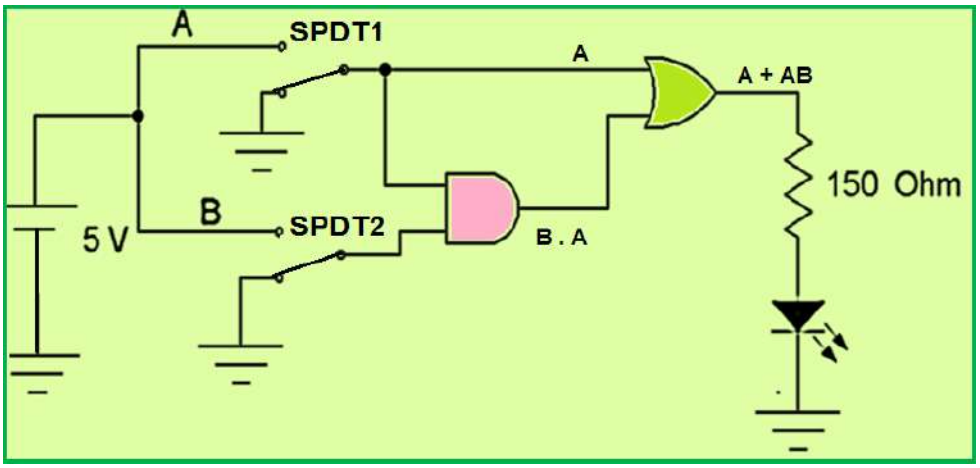


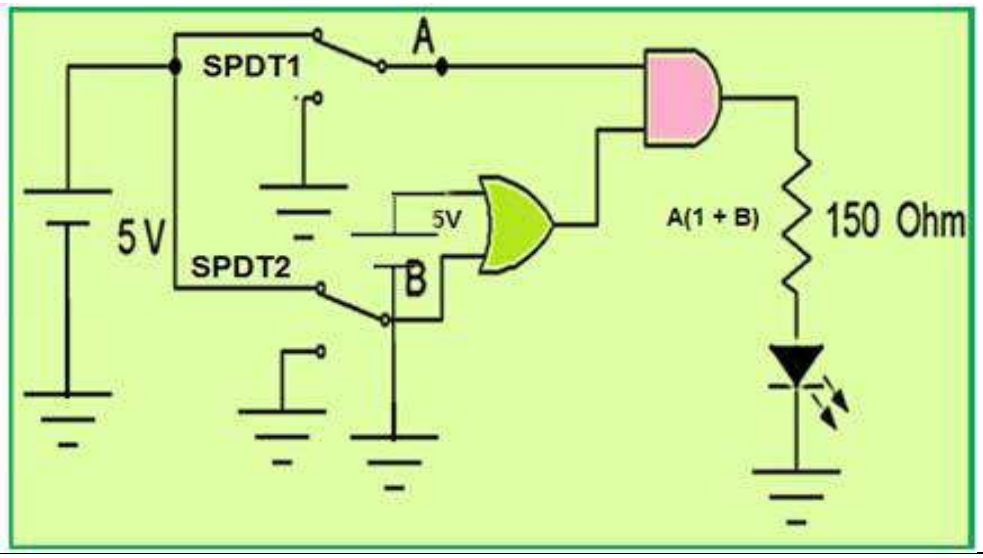


5

نفذ الدائرتين في الشكل أدناه والتي تحقق قانون التجميع: $A+A.B=A.(1+B)$

1. صل المفاتيح SPDT1، SPDT2 بالأرضي ليعطي $(A=B=0)$.
2. صل المفاتيح بحيث $(A=B=1)$.
3. إنتخب حالات منطقية أخرى لكل من (A) و (B).





6

قم بإعادة الأجهزة والمواد المستخدمة الى أماكنها.

1- قم بتنظيف مكان العمل وترتيبه.

مناقشة:

- بإستخدام جداول الحقيقة ، اثبت صحة العلاقة المنطقية الآتية:

$$A(\overline{A}+B) = A.\ B$$

- إستخدم برنامج Workbench في إثبات صحة العلاقة المنطقية أعلاه.

5-2 نظرية دي موركان De Morgan's Theorem

تعد نظرية دي موركان جزءاً مهماً من الجبر البوليني وهي تستخدم لتحويل التعبيرات الجبرية من وضعية AND الأساسية الى وضعية OR وبالعكس كما يمكن من خلال هذه النظرية أن نرفع العلامات الفوقية (bars) من المتغيرات المتعددة.

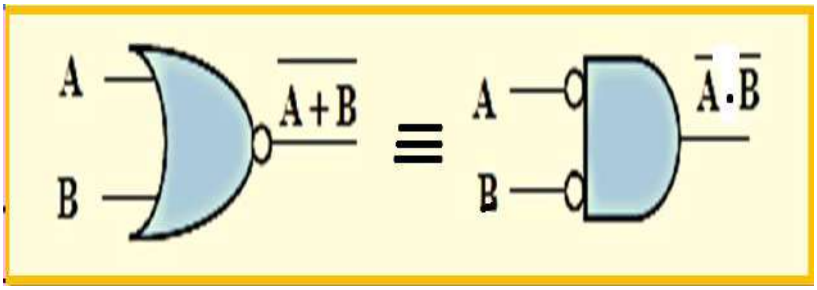
النظرية الاولى: متمم المجموع يساوي حاصل ضرب متممات المتغيرات

$$\overline{A+B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$$

النظرية الثانية: متمم حاصل الضرب يساوي مجموع المتممات

$$\overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B}$$

النظرية الأولى تغيير من حالة متمم المجموع الى حالة حاصل ضرب متممات المتغيرات كما موضح في الشكل (2-3) حيث تكافيء البوابة NOR في الطرف الأيسر البوابة AND ولكن بمدخلين معكوسين في الطرف الايمن حيث تقوم الدائرة الصغيرة في المدخل مقام بوابة العاكس.ويمكن إثبات هذه النظرية عن طريق جدول الحقيقة كما هو مبين في الجدول (2-3).

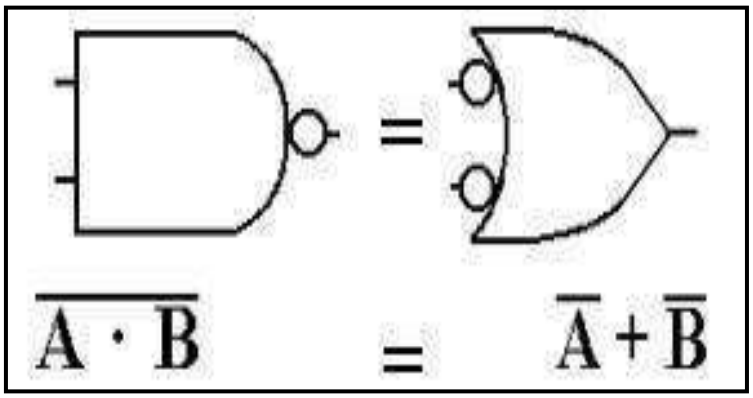


الشكل 2-3 التغيير من حالة NOR الى حالة AND بدخلين متممين

الجدول 2-3 جدول الحقيقة لإثبات نظرية دي موركان الأولى

المدخـــلات		الخـــــرج	
A	B	$\overline{A+B}$	$\overline{A \cdot B}$
0	0	1	1
0	1	0	0
1	0	0	0
1	1	0	0

أما النظرية الثانية فتغير من حالة NAND الى حالة OR لدخلين متممين كما موضح بالشكل (2-4) حيث تكافئ البوابة NAND في الطرف الأيسر البوابة OR بمدخلين معكوسين في الطرف الأيمن (تقوم الدائرة الصغيرة في الدخل مقام بوابة العاكس).



الشكل 2-4

ويمكن أيضا" اثبات هذه النظرية عن طريق جدول الحقيقة المبين في الجدول (2-4).

جدول 2-4 إثبات نظرية دي موركان الثانية

المدخلات		الخرج	
A	B	$\overline{A \cdot B}$	$\overline{A} + \overline{B}$
0	0	1	1
0	1	1	1
1	0	1	1
1	1	0	0

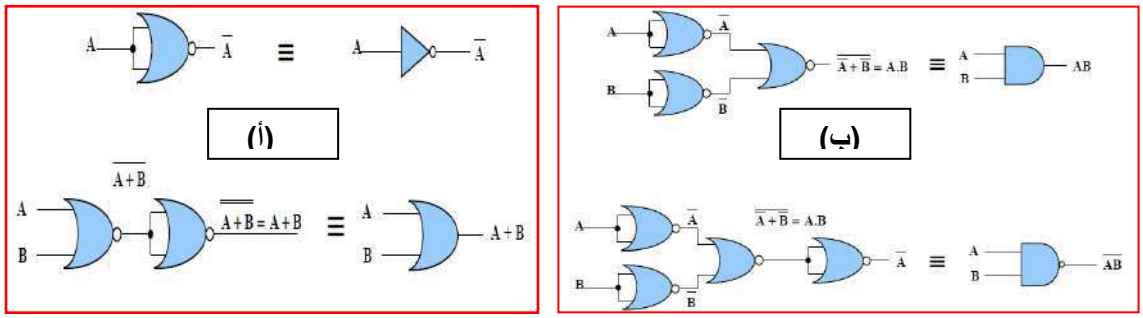
نظريات دي موركان يمكن تطبيقها أيضا" على التعبيرات البولينية والتي لها أكثر من متغيرين كما موضح في المثال (2-2) عن كيفية تطبيق نظريات ديموركان على ثلاث متغيرات وأربعة متغيرات.

والآن هل نستطيع أن نستخدم بوابتي NAND و NOR لتمثيل أي تعبير بولياني؟

والجواب هو نعم، نستطيع أن نستخدم تشكيلة من بوابات NAND في تمثيل بوابة AND وكذلك بالنسبة للبوابة NOR فتشكيلة منها يمكننا إستخدامها في تمثيل بوابة OR وكذلك NAND.

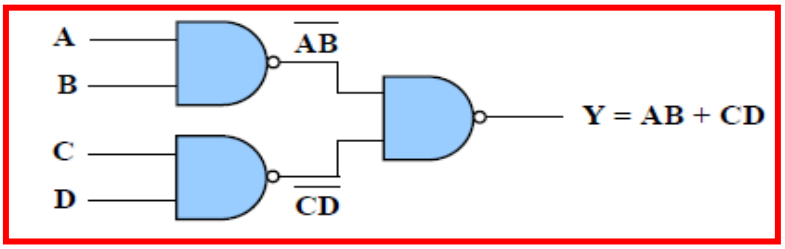
إن بوابة النفي يمكن بناؤها بإستخدام البوابة NAND عن طريق توصيل جميع المدخلات في مدخل واحد. سوف نستعرض هنا كيفية استخدام بوابات NAND وبوبات NOR وذلك لتمثيل الدوال المنطقية مع

الأخذ بعين الإعتبار إن البوابة NAND تكافيء البوابة OR السالبة (Negative – OR) والبوابة NOR تكافيء البوابة AND السالبة (Negative – AND). كما سوف نرى إنه بإستخدام بوابتي AND، OR السالبتين إنه بالإمكان قراءة المخطط المنطقي (Logic Diagram) للدائرة، و الشكل (1-18) السابق يمثل تطبيق بوابة NAND. ونستطيع أن نمثل البوابات الاساسية والعامة باستخدام بوابة (NOR) كما يوضحه الشكل (2- 5) الذي يمثل تطبيق بوابة NOR.



الشكل 2-5 يمثل تطبيق البوابة NOR

مثال (2-2): إستنتج التعبير البوليني للدائرة المنطقية الآتية:



نلاحظ إن هذه الدائرة ممثلة بإستخدام بوابات NAND فقط.

التعبير البوليني للخرج (Y) لهذه الدائرة يمكن إستنتاجه كما في الخطوات الآتية:

$$Y = \overline{\overline{(AB)}\,\overline{(CD)}}$$

وبتطبيق نظرية ديموركان الثانية نحصل على:

$$Y = \overline{\overline{AB}} + \overline{\overline{CD}}$$

وبحذف الاشارات الفوقية (bars) نحصل على ما يأتي:

$$Y = AB + CD$$

رقم التمرين: (3-2) **الزمن المخصص:** 3 ساعات

إسم التمرين: تطبيق نظرية دي موركان الاولى $\overline{A + B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$

مكان التنفيذ: مختبر التصميم المنطقي

أولاً- الأهداف التعليمية:

أن يكون الطالب قادراً على تحقيق نظرية دي موركان الاولى عملياً.

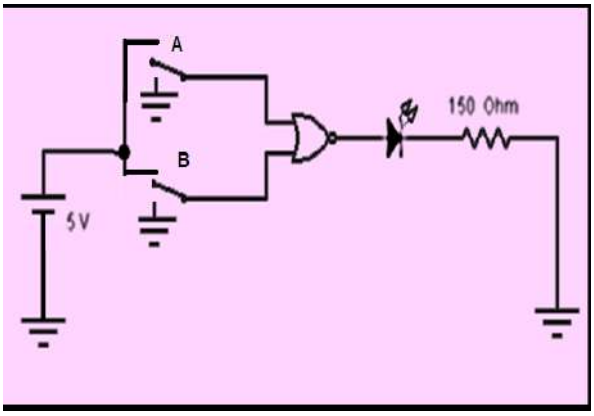
ثانياً- التسهيلات التعليمية:

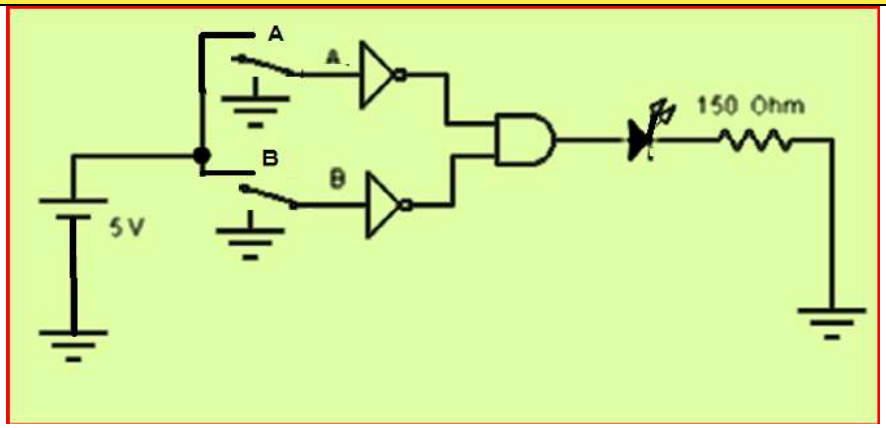
1- جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج workbench.
2- لوحة تجارب Bread Board.
3- منضدة عمل.
4- مجهز قدرة (0-30) فولت عدد/ 1.
5- ثنائي الانبعاث الضوئي (LED) عدد /1.
6- مفتاح SPDT عدد 2 واسلاك توصيل.
7- مقاومة Ω 150عدد /1.
8- الدوائر المتكاملة NOR (7402) و AND (7408) و NOT(7404).

ثالثاً- خطوات العمل، النقاط الحاكمة، الرسومات.

1	إرتد بدلة العمل الملائمة لجسمك.
2	قم عزيزي الطالب بتشغيل جهاز الحاسوب ثم شغل برنامج EWB.
3	نفذ الدائرة العملية في الشكل أدناه ثم أوصل المفاتيح حسب قيم الإدخالات ثم حقق جدول الحقيقة.
4	1. نفذ الدائرة العملية في الشكل الموضح في هذه الخطوة، ثم أوصل المفاتيح حسب قيم الادخالات ثم حقق جدول الحقيقية.

A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	



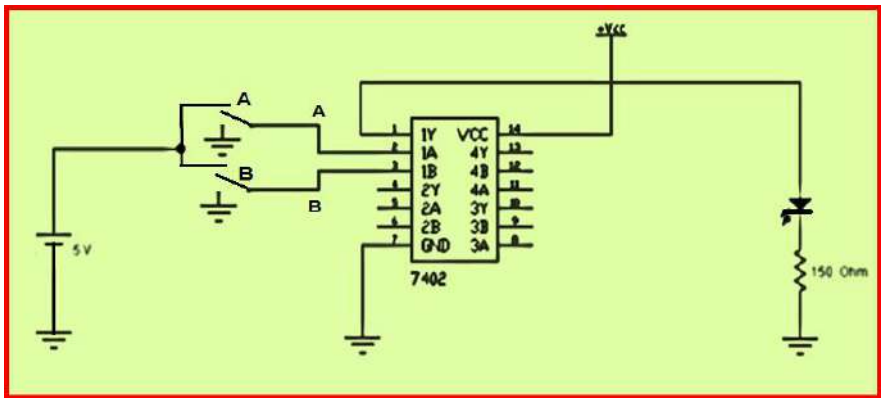


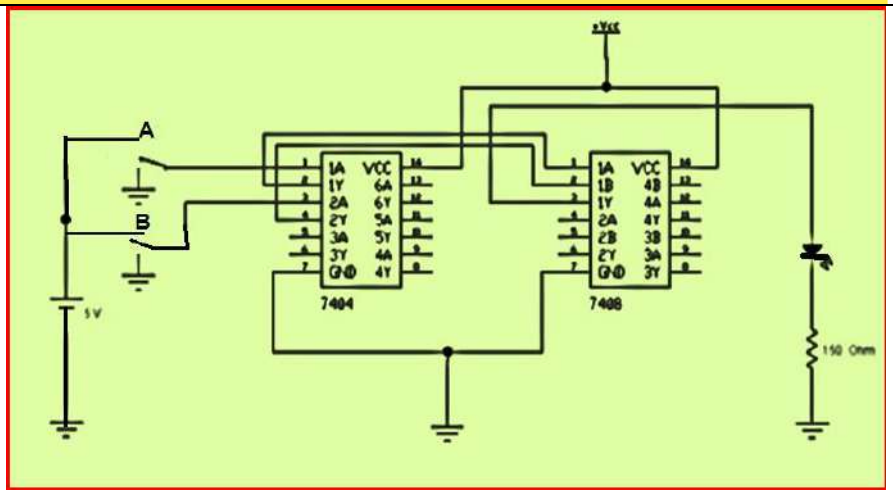
A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

2. قارن بين خرج الدائرتين ماذا تلاحظ؟

5 لتحقيق المعادلة $\overline{A+B} = \overline{A}.\overline{B}$

نفذ الدائرتين التاليتين.





6 رتب النتائج المستحصلة من الدائرتيـــن في الخطوة 5 في جـــدول الحقيقـــة أدناه.

مداخل		مخارج	
A	B	Y2	Y1
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

7 والآن إنتقل -عزيزي الطالب- الى لوحة العمل الرئيسة:

1. إبن الدائرتين المنطقيتين الموضحتين في الخطوة 5.
2. تأكد من الجهد VCC على الطرف 14 بإستخدام جهاز الافوميتير.
3. حقق جدول الحقيقة بتسليط المدخلات على A,B ولاحظ توهج الثنائي.مع ملاحظة إرشادات السلامة المهنية.
4. ضع النتائج المستحصلة ضمن جدول الحقيقة.
5. أرفع العناصر من لوحة التجارب وأعد المواد والأجهزة إلى أماكنها

8 **المناقشة:**

- إكتب النظرية لثلاث ادخالات ثم لأربعة ادخالات؟

رقم التمرين: (2 – 4) **الزمن المخصص:** 3 ساعات

إسم التمرين: تطبيق نظرية دي موركان الثانية $\overline{A \cdot B} = \bar{A} + \bar{B}$

مكان التنفيذ: مختبر التصميم المنطقي

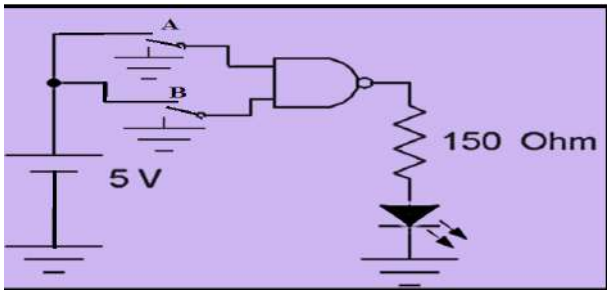
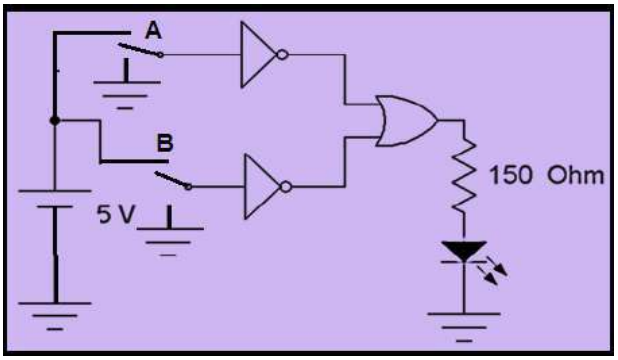
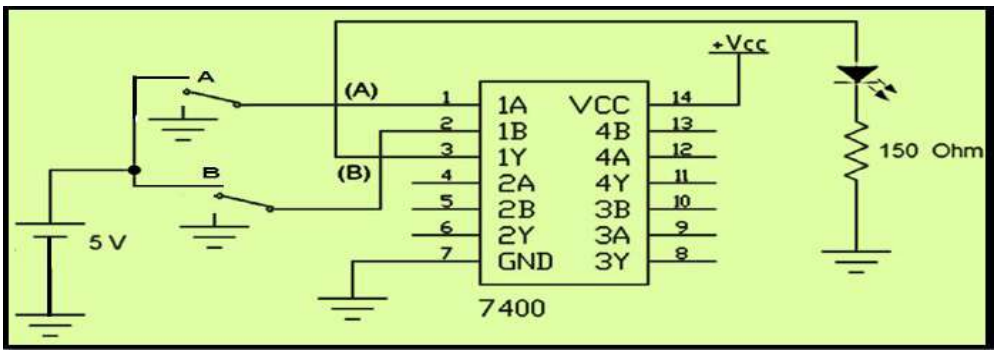
أولاً- الأهداف التعليمية:

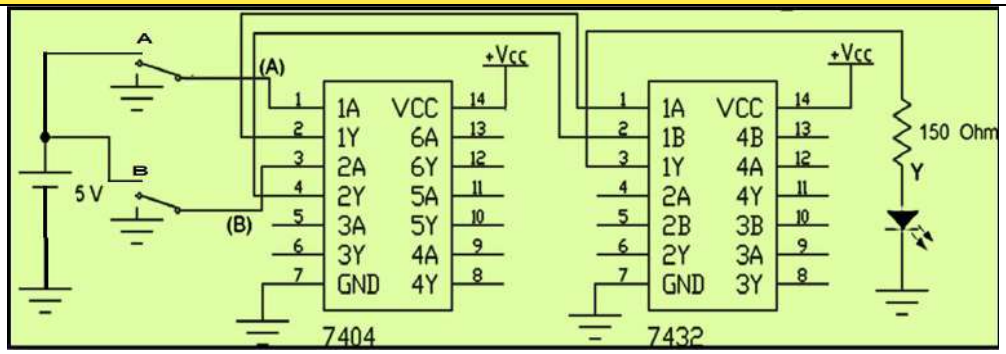
أن يكون الطالب قادراً على تحقيق نظرية دي موركان الثانية عملياً.

ثانياً- التسهيلات التعليمية:

1. جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج workbench.
2. لوحة تجارب Bread Board.
3. منضدة عمل.
4. مجهز قدرة (0-30) فولت عدد/ 1.
5. ثنائي الانبعاث الضوئي (LED) عدد /1.
6. مفتاح SPDT عدد 2 واسلاك توصيل.
7. مقاومة Ω 150عدد /1.
8. الدوائر المتكاملة NAND (7400) و OR (7432) و NOT (7404).

ثالثاً- خطوات العمل، النقاط الحاكمة، الرسومات.

1	إرتد بدلة العمل الملائمة لجسمك.
2	شغل جهاز االحاسوب ثم شغل برنامج EWB.
3	نفذ الدائرة العملية في الشكل أدناه صل المفاتيح حسب قيم المدخلات ثم حقق جدول الحقيقة  A B Y 0 0 0 1 1 0 1 1
4	نفذ الدائرة العملية في الشكل أدناه، صل المفاتيح حسب قيم الإدخالات ثم حقق جدول الحقيقة.  A B Y 0 0 0 1 1 0 1 1 - قارن بين خرج الدائرتين ماذا تلاحظ؟
5	**المناقشة:** 1. نفذ دائرة عملية لتوضيح نظرية دي موركان الثانية للمعادلة الآتية: $\overline{A.B} = \overline{A} + \overline{B}$ 2. نفذ الدائرتين كما في الشكلين أدناه. 



3. رتب النتائج المستحصلة من الدائرتين في الخطوة 5 في جدول الحقيقة أدناه وقارن بين مخارج الدائرتين.

مداخل		مخارج	
A	B	Y2	Y1
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

6

والآن إنتقل عزيزي الطالب الى لوحة العمل الرئيسة:

1. إبن الدائرتين المنطقيتين الموضحتين في الخطوة 5.
2. تأكد من الجهد VCC على الطرف 14 بإستخدام جهاز الأفوميتير.
3. حقق جدول الحقيقة بتسليط المدخلات على A,B ولاحظ توهج الثنائي.

6-2 طرق تبسيط الدوائر المنطقية

نستخدم قواعد الجبر البوليني لتبسيط الدوال المنطقية (التعبيرات البولينية) وذلك بتمثيلها بأقل عدد من البوابات المنطقية. وكذلك بأقل عدد من المدخلات، ولذلك فإنه عند تمثيل هذه الدوال المنطقية عملياً، يجب أولاً أن نضعها في أبسط صورة ممكنة لاقتصاديات التصميم، والمثال الآتي يوضح كيفية إجراء عملية التبسيط.

مثال (2-3): بإستخدام قواعد الجبر البوليني بسط المعادلة المنطقية الآتية:

$$Y=AB+A(A+C)+B(A+C)$$

الحل:

الخطوة الأولى هي فك الأقواس الموجودة بالدالة فنحصل على:

$$Y=AB+AA+AC+AB+BC$$

نعوض عن قيمة المتغير AA بالمتغير A (القاعدة رقم 7 من قواعد الجبر البوليني) فتصبح الدالة:

$$Y=AB+A+AC+AB+BC$$

وبتطبيق القاعدة رقم(5) حيث A+A=A فإن AB+AB=AB،وتصبح الدالة:

$$Y=AB+A+AC+BC$$

وبأخذ المتغير A عامل مشترك بين الحد الاول والثاني والثالث نحصل على:

$$Y=A(B+1+C)+BC$$

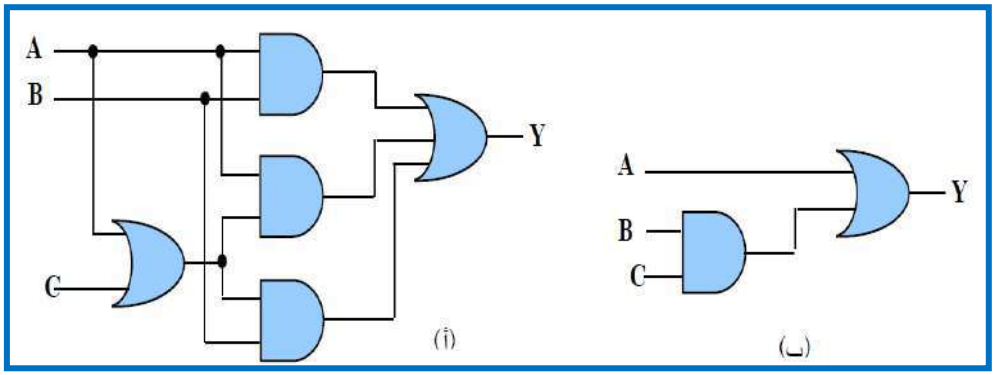
وبتطبيق القاعدة رقم (2) حيث A+1=1 ، نجد إن $Y=A\times1+BC$

وأخيرا بتطبيق القاعدة رقم (4) حيث A.1=A ، نحصل على: $Y=A+BC$

عند هذه المرحلة فإن التعبير البوليني قد تم وضعه في أبسط صورة ممكنة

ملاحظة: عند أكتساب الخبرة في تطبيق قواعد الجبر البوليني فليس من الضروري تبسيط المعادلة على شكل خطوات، ولكننا نبين هنا فقط كيفية الوصول الى الصورة النهائية للمعادلة المبسطة وما هي القواعد التي تم إستخدامها.

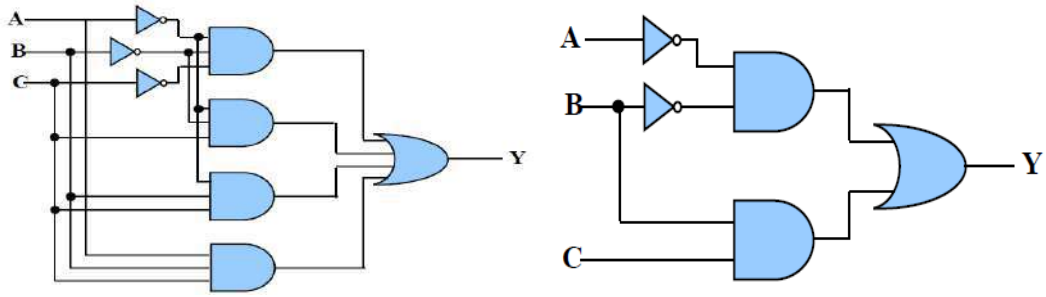
والشكل (2-6) يوضح كيف أمكن تمثيل المعادلة بعد تبسيطها بأقل عدد ممكن من البوابات حيث أمكن تمثيلها بإستخدام بوابتين فقط، بينما إحتاج تمثيل الدالة الأصلية قبل التبسيط الى خمس بوابات.



الشكل 2-6 الدائرة المنطقية (أ) قبل التبسيط ،(ب) - بعد التبسيط

ومن الضروري التحقق من أن هاتين الدائرتين متكافئتان، بمعنى إنه لأي صيغة منطقية من المدخلات A,B,C نحصل على نفس الخرج من الدائرتين.

نشاط: إثبت بإستخدام قواعد الجبر البوليني ان الدائرتين المنطقيتين في الشكل (2-7) متكافئتان؟



الشكل 2-7

مثال (2-4): بإستخدام قواعد الجبر البوليني إختزل التعبير الآتي:

$$F = \bar{A}.B.(\bar{D} + \bar{C}.D) + B.(A + \bar{A}.C.D)$$

الحل:

$$F = \bar{A}.B.(\bar{D} + \bar{C}.D) + B.(A + \bar{A}.C.D)$$
$$= \bar{A}.B.\bar{D} + \bar{A}.B.\bar{C}.D + A.B + \bar{A}.B.C.D$$
$$= \bar{A}.B.\bar{D} + A.B + \bar{A}.B.D\ (C + \bar{C})$$
$$= \bar{A}.B.\bar{D} + A.B + \bar{A}.B.D$$
$$= \bar{A}.B.(\bar{D} + D) + A.B$$
$$= \bar{A}.B + A.B$$
$$= B.(\bar{A} + A) = B \cdot 1$$
$$F = \bar{A}.B.(\bar{D} + \bar{C}.D) + B.(A + \bar{A}.C.D) = B$$

مثال (2-5): إختزل التعبير الآتي:

$$F = \bar{A}.B.C + A.C$$

الحل:

$$F = \bar{A}.B.C + A.C$$
$$= C.(\bar{A}.B + A)$$
$$= C.(A + B) \cdot (A + \bar{A})$$
$$= C.(A + B) \cdot 1$$
$$= C.(A + B)$$
$$F = \bar{A}.B.C + A.C = C.(A+B)$$

مثال (2-6): بإستخدام جدول الحقيقة إثبت ان:

$$\overline{(A + B)} = (\overline{A} \cdot \overline{B})$$

الحل:

يكون حل المثال في الجدول (2-6).

جدول 2-5

A	B	A + B	$\overline{A+B}$	$\overline{A}$	$\overline{B}$	$\overline{A}\overline{B}$
0	0	0	1	1	1	1
0	1	1	0	1	0	0
1	0	1	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0	0

أي أن: $\overline{A+B} = \overline{A}.\overline{B}$

رقم التمرين: (2-5) **الزمن المخصص:** 3 ساعات

إسم التمرين: تبسيط وإختزال الدوائر المنطقية

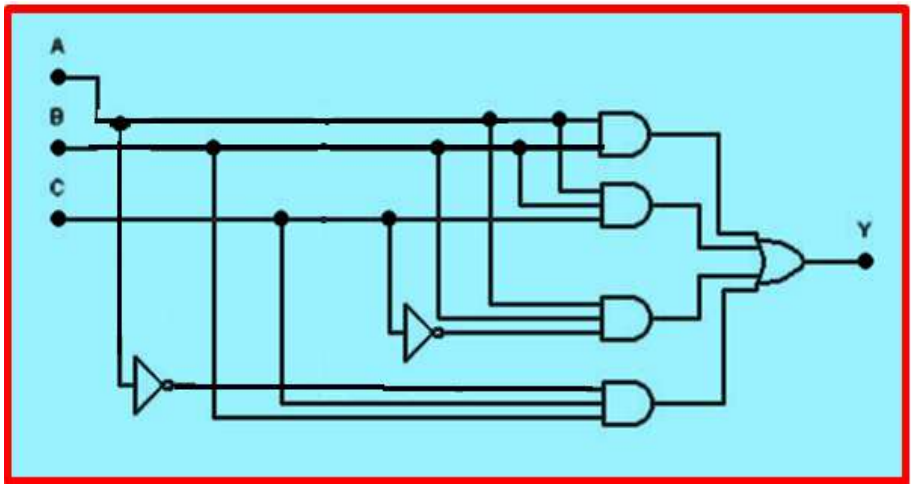
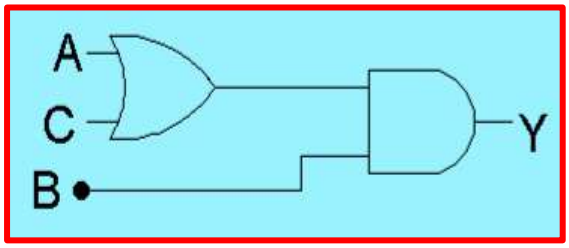
مكان التنفيذ: مختبر التصميم المنطقي

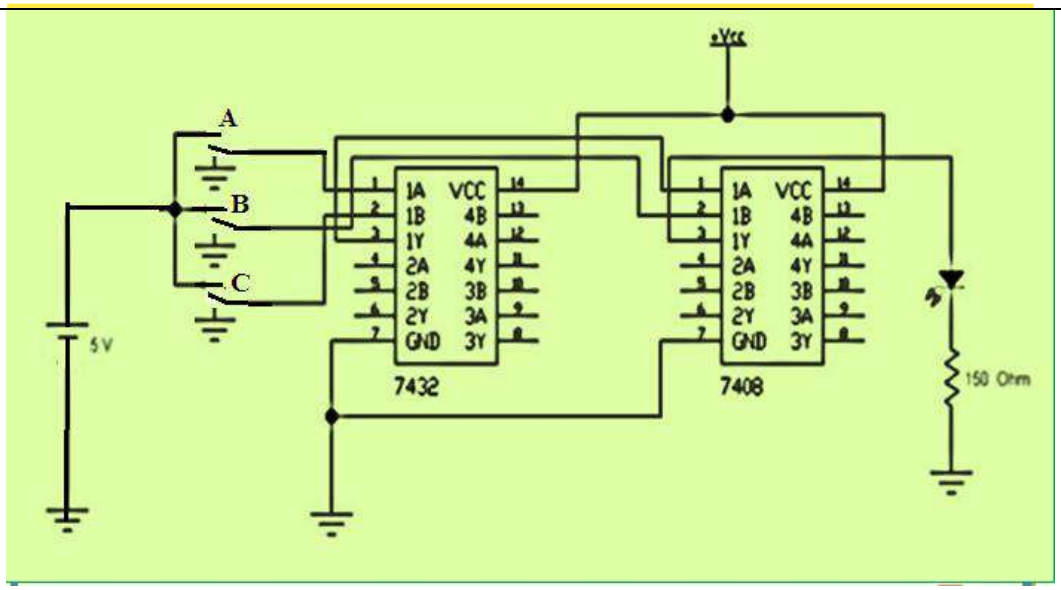
أولاً- الأهداف التعليمية: أن يكون الطالب قادراً على تبسيط الدوائر المنطقية المعقدة إلى دوائر منطقية بسيطة باستخدام قوانين الجبر البوليني.

ثانياً- التسهيلات التعليمية:

1. جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج EWB.
2. لوحة تجارب Bread Board.
3. لوحة مطبوعة Vero Board.
4. منضدة عمل.
5. مجهز قدرة (0-30) فولت عدد 1.
6. ثنائي الانبعاث الضوئي (LED) عدد /1.
7. مفتاح SPDT عدد /3.
8. مقاومة Ω 150 عدد /1.
9. الدوائر المتكاملة OR(7432) و AND (7408) مع قاعدة IC (IC Base).
10. أسلاك مرنة قياس (1 mm) طولها (1m).
11. قاطعة اسلاك.
12. كاوية لحام (40W).
13. صولدر لحام طول (1m).

ثالثاً- خطوات العمل، النقاط الحاكمة، الرسومات

1	إرتد بدلة العمل المناسبة لجسمك.
2	شغل جهاز الحاسوب ثم شغل برنامج EWB.
3	إبن الدائرة المنطقية في الشكل أدناه والتي تمثل التعبير البوليني التالي وتحقق من جدول الحقيقة. $Y=AB+ABC+AB\overline{C}+\overline{A}BC$ 
4	بعد تطبيق قوانين الجبر البوليني تم تبسيط المعادلة كما يأتي: $Y=AB+ABC+AB\overline{C}+\overline{A}BC$ $=AB(1+\overline{C})+BC(A+\overline{A})$ $=AB+BC$ $=B(A+C)$ ويكون التعبير البوليني كما في الشكل أدناه.  والدائرة المنطقية التي تمثل هذا التعبير هي كما في الشكل أدناه.

	
5	والآن إنتقل الى منضدة العمل: 1. إبن الدائرة المنطقية الموضحة في خطوة 7. 2. أوصل الطرف 7 للدائرتين المتكاملتين بالأرضي والطرف 14 بمصدر الجهد VCC وتأكد من قيمة الجهود المستخدمة بإستعمال الأفوميتير. 3. أوصل المداخل A,B ,C بالمفاتيح A,B,C. 4. أوصل المخارج بالثنائي الضوئي. 5. قم بتغذية الدائرة وتشغيل المفاتيح. حقق جدول الحقيقة بتسليط الإدخالات على المفاتيح A, B ,C ولاحظ توهج الثنائي. مع ملاحظة ارشادات السلامة المهنية.
6	1. قم بإعادة الأجهزة والمواد المستخدمة الى أماكنها. 2. قم بتنظيف مكان العمل وترتيبه.

7-2 خارطة كارنوف Karnaugh-Map

وهي عبارة عن طريقة أو إسلوب لتبسيط الدوائر المنطقية بإستخدام المخطط ، والهدف من إستخدام المخطط هو تسهيل عملية اكتشاف التعبير البولياني لمجموع حواصل الضرب وتختصر خارطة كارنوف (Karnaugh Map) بـ (K- Map) ويتكون مخطط كارنوف من عدد من الخلايا (Cells) مرتبة بشكل مصفوفة، وعدد هذه الخلايا يساوي عدد أسطر جدول الحقيقة، حيث أن كل خلية منها تقابل سطراً من أسطر جدول الحقيقة.

بما إن مخطط كارنوف هو طريقة أخرى للتعبير عن المعلومات الموجودة في جدول الحقيقة، لذلك يجب أن تظهر فيه كل تلك المعلومات، والمتمثلة في متغيرات الدخل وقيمها، ومتغير الخرج وقيمته.

ونستطيع وضع بعض الخطوات في تبسيط المعادلات المنطقية بوساطة خرائط كارنوف:-

1- من جدول الحقيقة نأخذ العمود (Y) ونختار منه كل صف فيه (1) ثم نكتب التعبير البولياني لمجموع الحدود المضروبة (sum-of-products/SOP) فينتج متغيران أو أكثر يتم ضربهما منطقياً ثم يجري الجمع المنطقي لهذه المجموعات.

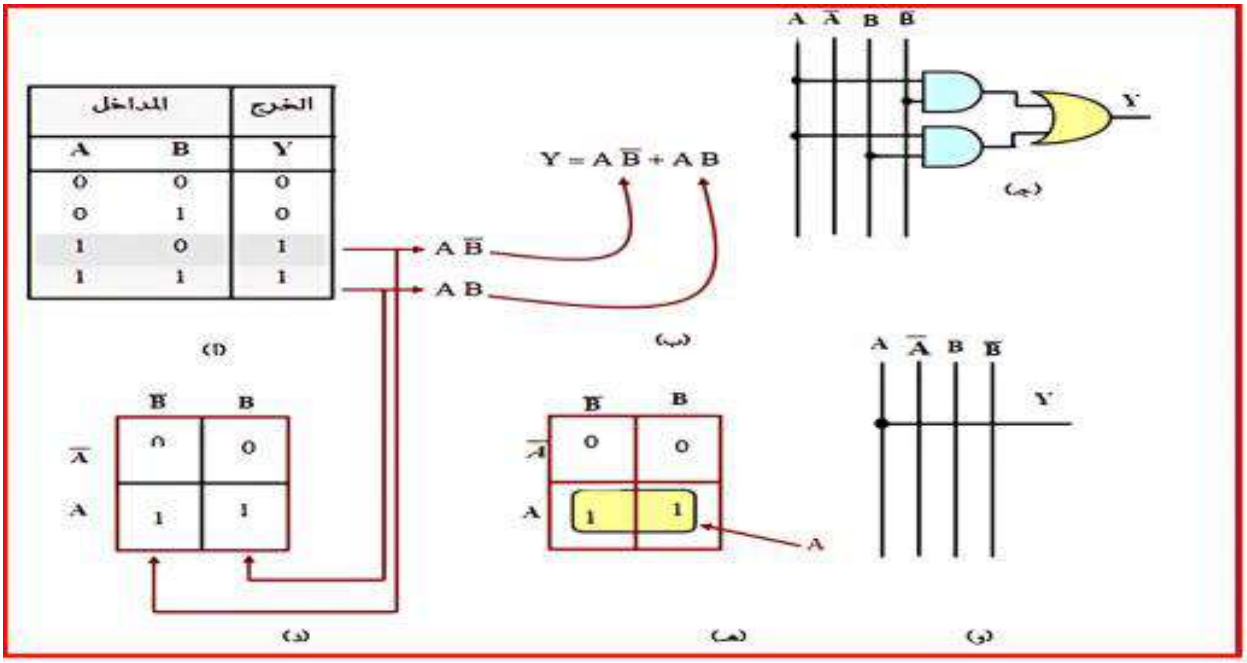
2- نرسم خارطة كارنوف ويكون عدد الخلايا حسب القاعدة (2^n) حيث n تمثل عدد المتغيرات ونضع (1) لكل حاصل ضرب من تعبير مجموع حواصل الضرب في المربع المناسب على الرسم التخطيطي.

(عدد الواحدات التي تحمل القيمة (1) في عمود (Y) من جدول الحقيقة يجب أن يساوي عدد الواحدات على الرسم التخطيطي لخارطة كارنوف).

3- نرسم حلقات حول مجموعات (1) المتجاورة أو المتقابلة (الجانبية) أو الأركان (الكروية) على الرسم التخطيطي ويمكن أن تحتوي كل حلقة على اثنين أو أربعة أو ثمانية (1) ويمكن للحلقات أن تتداخل.

4- نحذف المتغير (أو المتغيرات) التي تظهر مع المتمم له في الحلقة نفسها.

5- نجمع منطقياً تلك المجموعات المتبقية لتكوين التعبير المبسط لمجموع حواصل الضرب. لاحظ الشكل (8-2).



الشكل 2-8 شرح عمل كل مخطط حسب المتغيرات

مع ملاحظة أن المجموعات الكبيرة أي التي نحتوي على عدد كبير من الواحدات تعطي لنا حداً صغيراً وعليه تكون البوابات المستخدمة في التصميم لها مدخلات قليلة ؛ فلهذا اسبب يجب أن نبدأ بالبحث عن المجموعات التي تحتوي على أكبر عدد من الآحاد ؛ فإن لم نجد نبحث عن الأقل وهكذا.

وهذا يعني – عزيزي الطالب – أهمية وضرورة البحث على ثماني واحدات ؛ فإن لم نحد نبحث عن المجموعات التي تحتوي على أربعة واحدات، وأخيراً فإن لم نجد نبحث عن المجموعات التي تحتوي على زوج من الواحدات.

خرائط كارنوف حسب عدد المتغيرات:- لاحظ بعض الآنواع كما في الشكل (2-9) أ، ب، ج.

	$\bar{B}$	B
$\bar{A}$		
A		

(أ) خارطة كارنوف للمتغيرين

	$\bar{B}\bar{C}$	$\bar{B}C$	BC	$B\bar{C}$
$\bar{A}$				
A				

(ب) خارطة كارنوف لثلاثة متغيرات

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$				
$\bar{A}B$				
AB				
$A\bar{B}$				

(ج) خارطة كارنوف لأربعة متغيرات

الشكل 2-9 أ، ب، ج انواع خرائط كارنوف

بعض أنواع الحلقات الخاصة لخرائط كارنوف:

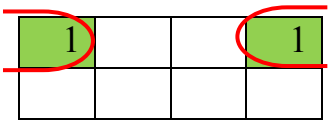
هناك بعض الحلقات (مجموعة الواحدات) على خرائط كارنوف لها طريقة خاصة بالحساب لأن شكلها يكون غير إعتيادي كما موضح بالاشكال [(2-10) أ،ب،ج، د]:-

1- الشكل (أ) لا يمكن إجراء عملية التبسيط لانه لا يمكن رسم حلقات حول (1) لأنها ليست على شكل مجموعات أي إنها غير متجاورة.

	1		1
1		1	

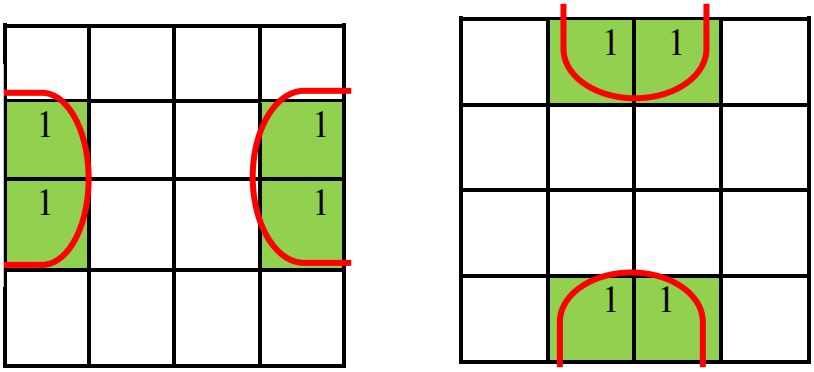
الشكل 2-10 – أ الحلقات الخاصة الغير متجاورة

2- الشكل (ب) تضم الحلقة الواحدات كما لو فرضنا أن الشكل اسطواني من الجانبين.



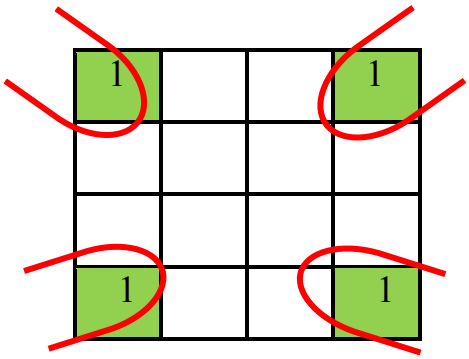
الشكل 2-10- ب الحلقة الاسطوانية الجانبية

3- الشكل (ج) تضم الحلقة الواحدات كما لو فرضنا إن الشكل اسطواني من الجانب العلوي والسفلي ومن الجانبين الأيمن والأيسر.



الشكل 2-10 – ج الحلقات الاسطوانية من الجوانب

4- الشكل (د) تضم الحلقة الواحدات ما لو فرضنا إن الشكل كروي.



الشكل 2-10 - د الحلقة الكروية

مثال (2-7)

إكتب التعبير البولياني لجدول الحقيقية الآتي ثم بسطه بواسطة خارطة كارنوف.

A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	1
1	1	0

الحل:-

1- نحتاج أن نكتب جمع حواصل الضرب من جدول الحقيقة (في العمود Y نأخذ منه الصفوف التي فيها (1)).

$$Y= \bar{A}\bar{B} + A\bar{B}$$

2- نرسم خارطة كارنوف للمتغيرين كما يلي:-

	$\bar{B}$	B
$\bar{A}$	1	
A	1	

3- بما إن في الحلقة تظهر المتغير (A) والمتمم له في نفس الصف إذن يحذف ويبقى فقط متمم المتغير (B) ويكون التعبير المبسط كما يلي:-

$$Y= \bar{B}$$

مثال (2-8)

إكتب التعبير البولياني غير المبسط لمجموع حواصل الضرب من واقع جدول الحقيقة ثم بسطه بإستخدام خارطة كارنوف.

A	B	C	Y
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

$$Y= \bar{A}\bar{B}\bar{C}+ \bar{A}B\bar{C} +A\bar{B}C+ABC$$

الحل:-

نرسم خارطة كارنوف ذات ثلاثة متغيرات ثم يحذف كل متغير مع المتمم له في الحلقة نفسها فيكون التعبير البولياني المبسط.

	$\bar{B}\bar{C}$	$\bar{B}C$	BC	$B\bar{C}$
$\bar{A}$	1			1
A		1	1	

فيكون التعبير البولياني المبسط:

$$Y= \bar{A}\bar{C} + AC$$

مثال (2-9)

إكتب التعبير البولياني غير المبسط لمجموع حواصل الضرب من واقع جدول الحقيقة ثم بسطه بإستخدام خارطة كارنوف.

A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	1
1	1	1

الحل:-

من الجدول نحدد مخارج (1) ثم نكتب مجموع حواصل الضرب للمتغيرات حسب الاخراج (1) فيكون:-

$$Y= \bar{A}\bar{B}+ A\bar{B}+AB$$

نرسم خارطة كارنوف للمتغيرين ونوزع المخارج (1) على الجدول كما يأتي ثم نحذف المتغير مع متممه فيكون التعبير كما ياتي:-

	$\bar{A}$	A
$\bar{B}$	1	
B	1	1

$$Y= \bar{B}+A$$

مثال (2-10)

إكتب التعبير البولياني غير المبسط لمجموع حواصل الضرب من واقع جدول الحقيقة ثم بسطه بإستخدام خارطة كارنوف.

A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	1

$$Y= \bar{A}\bar{B}+\bar{A}B+A\bar{B}+AB$$

	$\bar{B}$	B
$\bar{A}$	1	1
A	1	1

Y=1

مثال (2-11)

بسط التعبير البولياني الآتي بواسطة خارطة كارنوف:

$$Y= \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D}+ \bar{A}\bar{B}CD + \bar{A}\bar{B}\bar{C}D +\bar{A}\bar{B}C\bar{D}+ A\bar{B}\bar{C}D +A\bar{B}CD$$

الحل:- نرسم خارطة كارنوف ذات أربعة متغيرات ثم كل متغير مع المتمم له في الحلقة نفسها يحذف فيكون التعبير البولياني المبسط.

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	1	1	1	1
$\bar{A}B$				
AB				
$A\bar{B}$		1	1	

$$Y= \bar{A}\bar{B} + A\,\bar{B}\,D$$

رقم التمرين: (2 – 6) **الزمن المخصص:** 3 ساعات

اسم التمرين: خارطة كارنوف

مكان التنفيذ: مختبر التصميم المنطقي

اولاً- الأهداف التعليمية:

أن يكون الطالب قادرا"على استعمال خارطة كارنوف في تبسيط الدوائر المنطقية.

ثانياً- التسهيلات التعليمية:

جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج Workbench.

ثالثاً- خطوات العمل، النقاط الحاكمة، الرسومات.

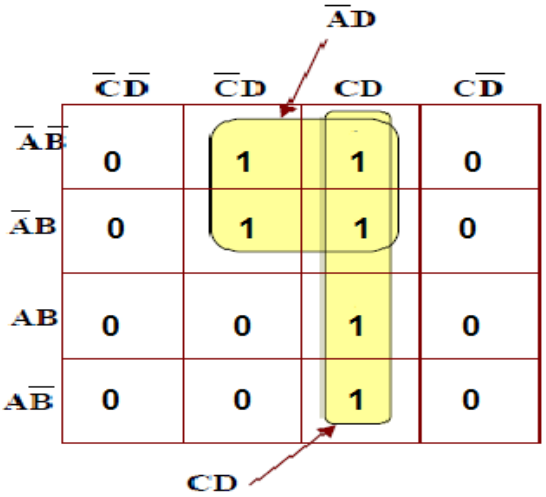
1	إرتد بدلة العمل المناسبة لجسمك
2	شغل جهاز الحاسوب وشغل برنامج EWB.
3	صمم دائرة منطقية من خلال جدول الحقيقة أدناه.

المدخلات				الخرج
A	B	C	D	Y
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1

4 قم بكتابة التعبير البوليني من خلال جدول الحقيقة حيث نكتب الحدود التي تحقق المنطق (1) في الخرج (المنطقة المظللة) فنلاحظ إن كل حد يُمثل ببوابة AND رباعية المدخل، ثم تجمع هذه الحدود ببوابة OR سداسية المدخل. وكما موضح أدناه:

$$Y = \bar{A}\bar{B}CD + \bar{A}B\bar{C}D + A\bar{B}\bar{C}D + \bar{A}BCD + A\bar{B}CD + ABCD$$

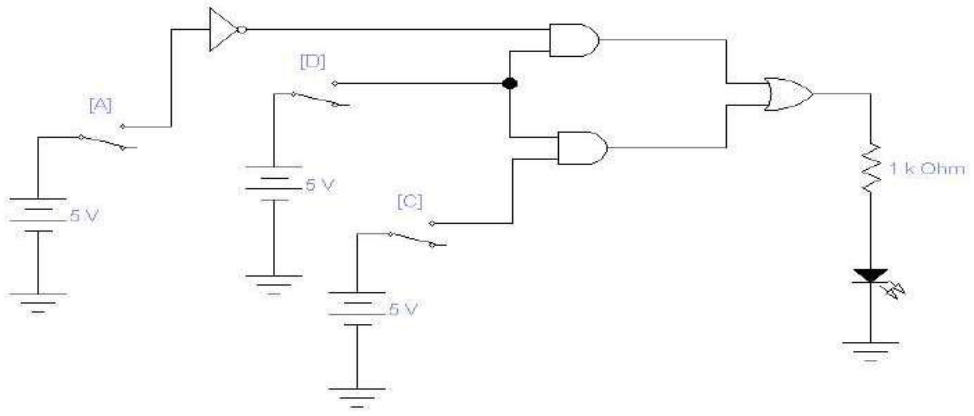
5 إرسم خريطة كارنوف لأربعة متغيرات كما في الشكل أدناه، ثم ضع الآحاد التي في عمود الخرج (Y) من جدول الحقيقة في الخلايا المكافئة لها في الخريطة.



وبعد التبسيط نحصل على التعبير البوليني الآتي:

$$Y = \bar{A}D + CD$$

6 نفذ الآن الدائرة المنطقية التي تحقق التعبير المنطقي بعد التبسيط الموضحة في الشكل أدناه.



سلط المدخلات (A,C,D) حسب جدول الحقيقة ولاحظ توهج الثنائي ثم قارن قيمة Y المستحصلة لديك مع تلك الواردة في جدول الحقيقة.

7 **المناقشة:**

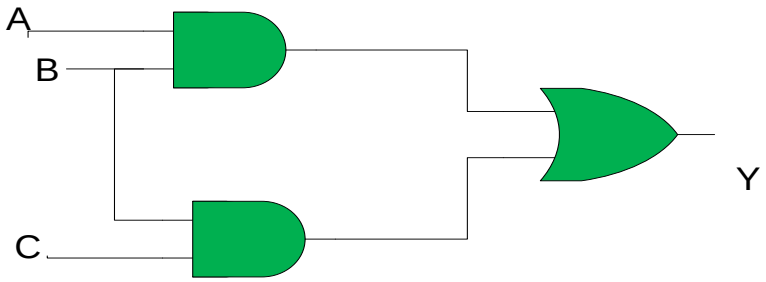
- إستنتج التعبير البوليني المبسط من خريطة كارنوف الموضحة في الشكل التالي.

$\overline{C}$	$\overline{A}$		A	$\overline{A}$
			1	
C	1		1	1
		$\overline{B}$	B	

8-2 تجميع البوابات المنطقية

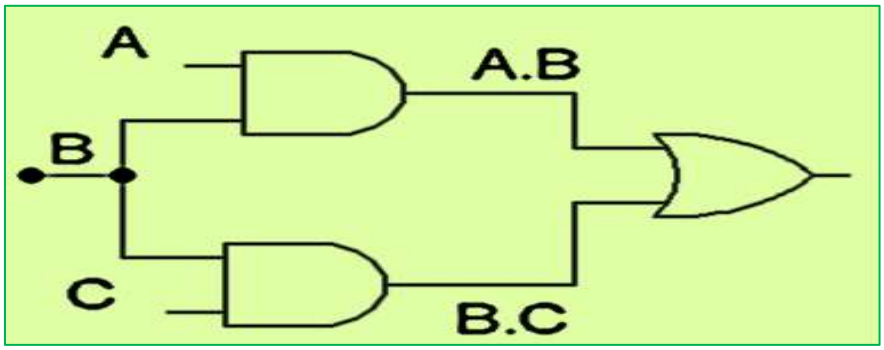
تقوم الدوائر المنطقية بوظائف معينة ويتم بناؤها بواسطة تجميع البوابات المنطقية بعدة أساليب فمثلا": منطق AND – OR الموضح أدناه في الخطوات التالية:

1- الدائرة AND – OR كما في الشكل (2- 11)



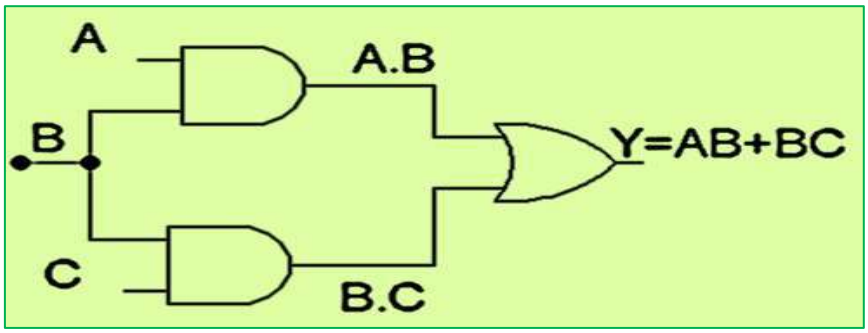
الشكل 2-11

2- التعبيرات المنطقية موضحة عند المداخل كما في الشكل (2-12).



الشكل 2-12

3- التعبير البوليني عند المخرج كما في الشكل (2-13).



الشكل 2-13

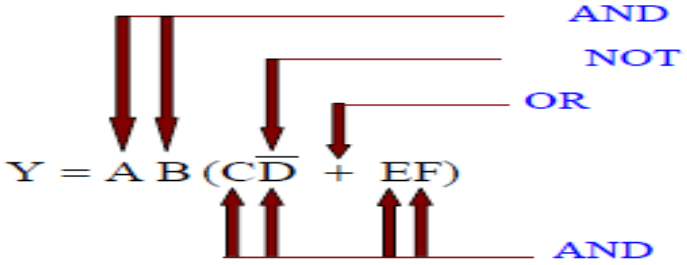
لنفترض الآن إننا نريد تمثيل التعبير البوليني الآتي:

$$Y = AB\,(\overline{CD} + EF)$$

البوابات المنطقية المطلوبة لتمثيل التعبير البوليني أعلاه هي:

1- بوابة NOT لتمثيل المتغير D.
2- بوابتا (و) AND لكل منهما مدخلان لتمثيل الحدين $(\overline{CD}, EF)$.

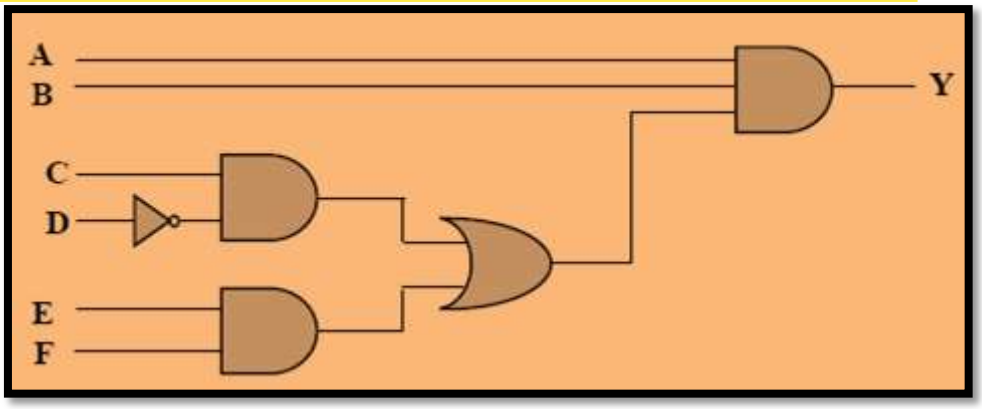
3- بوابة OR ذات مدخلين لتمثيل الحدين $(\overline{CD} + EF)$.
4- بوابة AND لها ثلاثة مداخل لتمثيل الخرج النهائي Y كما في الشكل (2-14).



الشكل 2-14

والدائرة المنطقية في الشكل (2-15) التي تمثل التعبير البوليني

$$Y=AB(\overline{CD}+EF)$$



الشكل 2-15 الدائرة المنطقية للتعبير البوليني

تمثيل الدائرة المنطقية من خلال جدول الحقيقة

لابد الإشارة عزيزي الطالب بأنه يمكننا تصميم وتمثيل الدائرة المنطقية من خلال جدول الحقيقة الممثل لها كما هو مبين في الأمثلة التالية.

مثال (2-12): إستنتج الدائرة المنطقية المطلوبة لتمثيل جدول الحقيقة رقم (2-6).

جدول الحقيقة 2-6

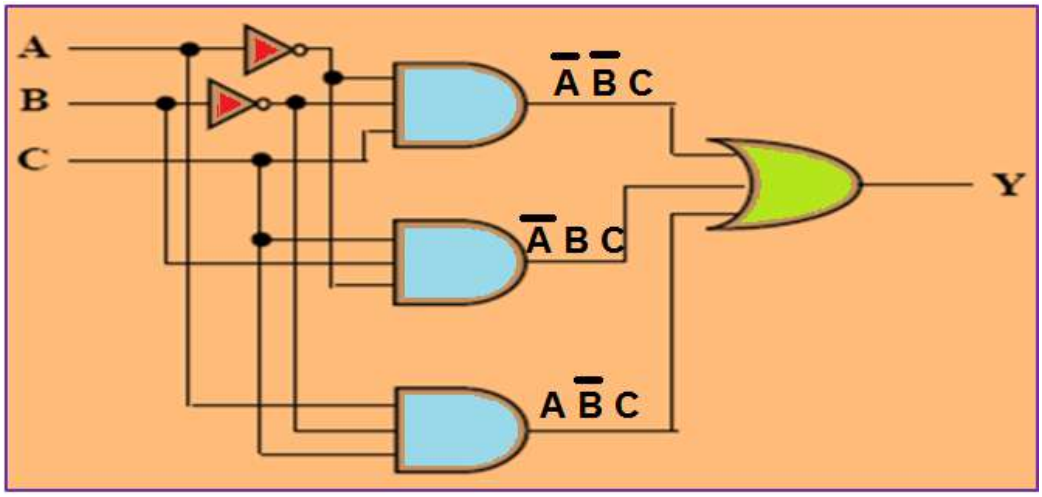
المدخلات			الخرج
A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

الحل:

نحدد من جدول الحقيقة تشكيلة المدخلات التي تعطي الخرج Y=1 (الحدود المظللة)، التعبير البوليني لجدول الحقيقة المبين يمكن كتابته عن طريق تجميع الحدود التي تعطي الخرج Y=1 على بوابة OR وكما يأتي:

$$Y = \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}BC + A\bar{B}C$$

ويكون التمثيل النهائي كما موضح بالشكل (2- 16):



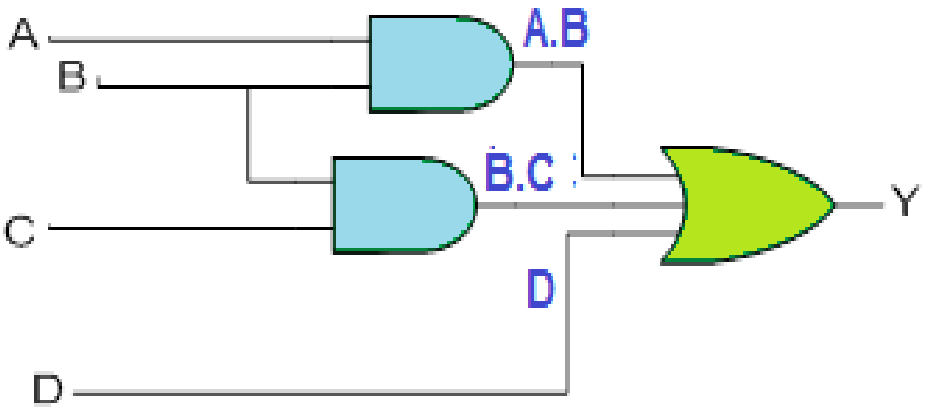
الشكل 2-16 الدائرة المنطقية الممثلة للتعبير البوليني

مثال (2-13): ارسم الدائرة المنطقية التي تمثل التعبير المنطقي:

$$Y = A.B + B.C + D$$

الحل:

استخدام عزيزي الطالب البوابات المنطقية OR, AND لغرض بناء الدائرة المنطقية التي تمثل التعبير البوليني لهذا المثال ، كما هو واضح في الشكل (2 – 17) أدناه.



الشكل 2 – 17 يوضح الدائرة المنطقية للتعبير البوليني (Y =A.B+B.C+ D)

رقم التمرين: (2-7) **الزمن المخصص:** 3 ساعات

إسم التمرين: تصميم وتمثيل الدوائر المنطقية

مكان التنفيذ: مختبرالتصميم المنطقي

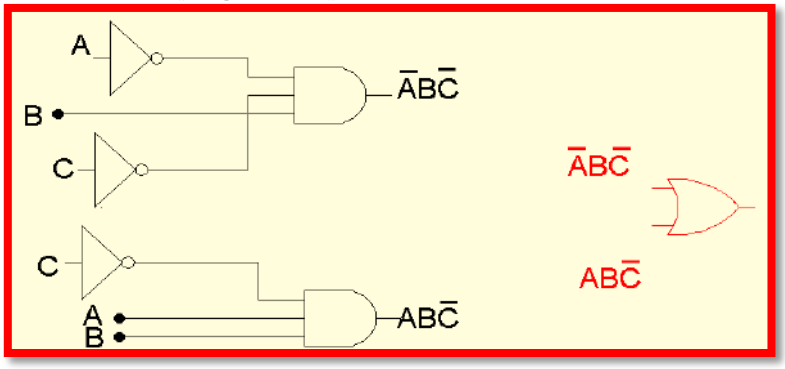
أولاً- الأهداف التعليمية: أن يكون الطالب قادراً على كيفية تصميم وتمثيل الدوائر المنطقية من خلال:

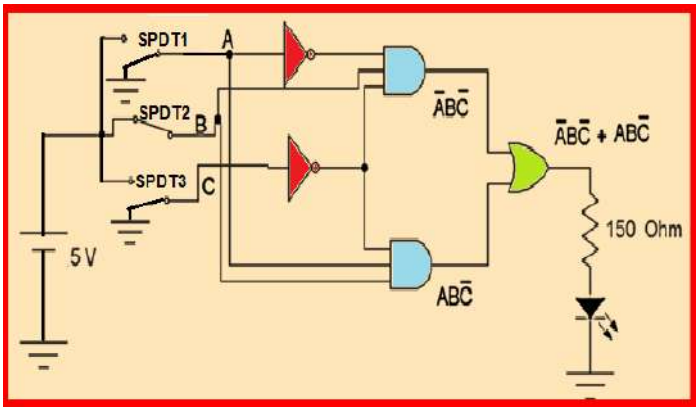
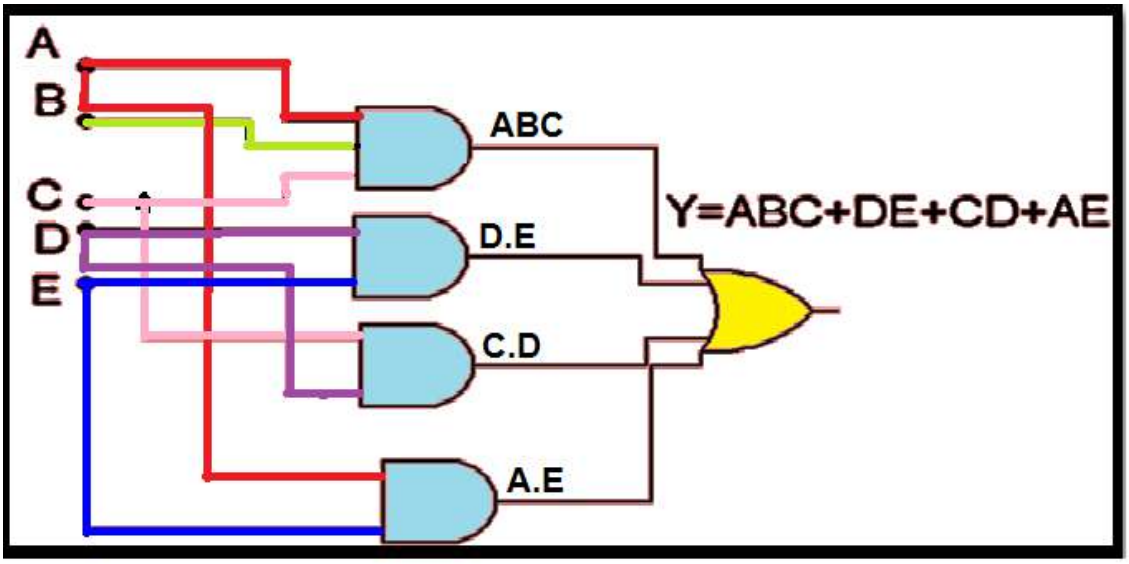
1. التعبير البوليني
2. جدول الحقيقة.

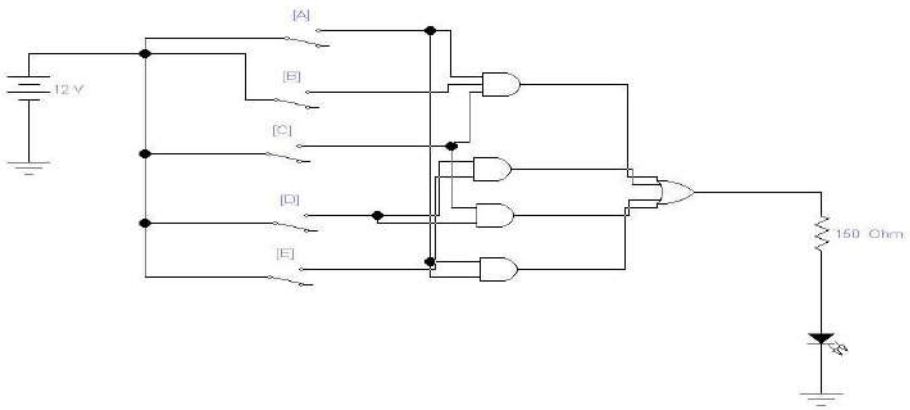
ثانياً- التسهيلات التعليمية:

1. جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج EWB.
2. لوحة تجارب Bread Board.
3. منضدة عمل.
4. مجهز قدرة (0-30) فولت عدد/ 1.
5. ثنائي الآنبعاث الضوئي (LED) عدد /1.
6. مفتاح SPDT عدد/1 واسلاك توصيل.
7. مقاومة Ω 150عدد /1.
8. الدوائر المتكاملة (7432) بوابة OR ثنائية المدخل (Two Inputs OR Gate).
9. (HCF4072B) بوابة OR ذات أربعة مداخل (Four Inputs OR Gate).
10. (7408) بوابة AND ذات مدخلين (Two Inputs AND Gate).
11. (7411) بوابة AND ذات ثلاث مداخل (Three Inputs AND Gate).
12. (7404) بوابة النفي NOT (NOT Gate).

ثالثاً- خطوات العمل، النقاط الحاكمة، الرسومات.

1	إرتد بدلة العمل المناسبة لجسمك.
2	شغل عزيزي الطالب جهاز الحاسوب وشغل برنامج EWB.
3	تمثيل دائرة منطقية من خلال جدول الحقيقة: جدول الحقيقة الموضح في الشكل أدناه هو لدائرة منطقية يراد تمثيلها: المدخلات: A B C — المخرج: Y 0 0 0 → 0 0 0 1 → 0 0 1 0 → 1 0 1 1 → 0 1 0 0 → 0 1 0 1 → 0 1 1 0 → 1 1 1 1 → 0
4	قم بتجميع التعبيرات البولينية التي تعطي الخرج Y=1 عن طريق بوابة OR سوف تحصل على: $Y = \overline{A}B\overline{C} + AB\overline{C}$ نجد في الحد الأول: (A=C=0, B=1) وفي الحد الثاني: (A=B=1, C=0)
5	نلاحظ إن الحد الأول في التعبير البولينى السابق $\overline{A}B\overline{C}$ يمكن تمثيله عن طريق تجميع المتغيرات الثلاثة $\overline{A},B,\overline{C}$ الى بوابة AND. الحد الثاني $AB\overline{C}$ يمكن تجميعه من المتغيرات الثلاثة $A,B,\overline{C}$ على بوابة AND. وبتجميع الحدين الاول والثاني على بوابة OR يمكننا الحصول على التعبير البولينى للخرجY.
6	إرسم البوابات المنطقية المطلوبة لتمثيل التعبير البولينى المستنتج في الشكل أدناه. 

7	و تأكد الآن من صحة عمل هذه الدائرة وهل تحقق جدول الحقيقة في الخطوة3: أ- نفذ الدائرة في الشكل أدناه. ب- لنجرب الادخالات (A=C=0,B=1)،لاحظ توهج الثنائي. 
8	تمثيل دائرة منطقية من خلال التعبير البوليني: Y=ABC+DE+CD+AE البوابات المنطقية في هذا التعبير هي: بوابة AND ذات ثلاثة مداخل (A,B,C) بوابة AND ذات مدخلين(D,E) بوابة AND ذات مدخلين(C,D) بوابة AND ذات مدخلين(A,E) بوابة OR ذات أربعة مداخل. إرسم هذه البوابات موضحا" عليها المداخل والمخارج
9	قم بتجميع هذه البوابات بإستخدام البوابات المنطقية (4 inputs O Gate) و(3 inputs AND Gate) و (2 inputs AND Gate)، لتحصل على الدائرة المنطقية في الشكل أدناه. 

10	حتى نتأكد من صحة عمل الدائرة نفذ الدائرة العملية الممثلة في الشكل أدناه. 
11	لكي تستنتج جدول الحقيقة لهذه الدائرة نلاحظ ان هناك خمسة متغيرات (A,B,C ,D,E) في التعبير البوليني المعطى، ثم جد قيمة Y (طبق أقيام المداخل في التعبير البوليني).
12	والآن إنتقل الى لوحة العمل الرئيسة: 1. إبن الدائرة المنطقية الموضحة في الخطوة 10. 2. وتأكد من الجهد VCC على الطرف المناسب بإستخدام جهاز الأفوميتير. 3. حقق جدول الحقيقة بتسليط الإدخالات على SPDT1,SPDT2,SPDT3,SPDT3,SPDT4,SPDT5 ولاحظ توهج الثنائي. 4. ضع النتائج المستحصلة ضمن جدول الحقيقة. 5. أرفع العناصر من لوحة التجارب وأعد المواد والاجهزة الى أماكنها ونظف المكان.

المناقشة:

1. كيف يمكنك تمثيل وتصميم الدائرة المنطقية للتعبير البوليني الآتي:

$$Y= (AB+C).\ (AC+BC)+ABC$$

2. إرسم الدائرة المنطقية التي تحقق التعابير المنطقية الآتية:

a) $A\overline{B} + \overline{A}B$ b) $AB + \overline{AB} + \overline{A}BC$

c) $\overline{A}B(C + \overline{D})$ d) $A + B[C + D(B + \overline{C})]$

3. إستنتج الدائرة المنطقية التي تمثل جدول الحقيقة الموضح في الشكل أدناه.

المدخلات			المخرج
A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

4. إستنتج جدول الحقيقة للتعبيرات البولينية الآتية:

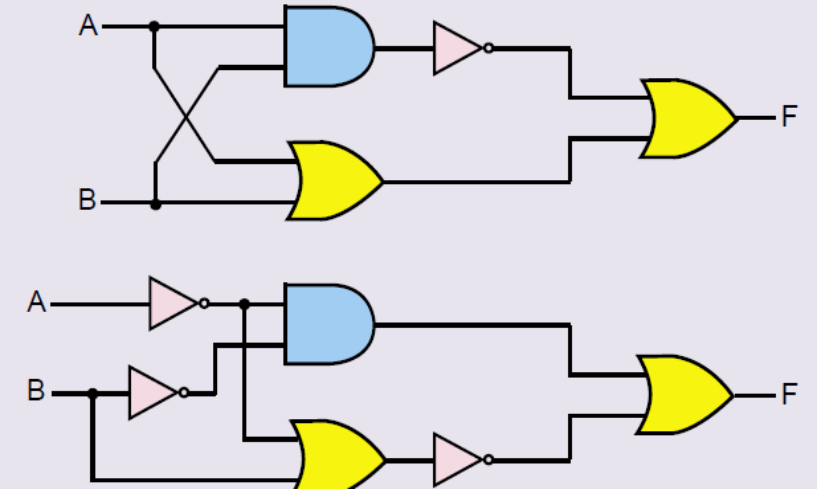
a) $(A + B)C$ b) $(A + B)(\overline{B} + C)$

أسئلة الفصل الثاني

س1- بإستخدام جداول الحقيقة، إثبت صحة العلاقات المنطقية الآتية:

أ) $A+1=1$ ب) $A(\bar{A}+B)=A.B$ ج) $\overline{A+B}=\bar{A}.\bar{B}$

س2- في الدوائر الآتية أوجد التعبير البوليني ثم إكتب جدول الحقيقة المناسب:



س3- إرسم الدوائر المناسبة للتعابير البولينية الآتية:

$$F=\bar{A}\bar{B}+\bar{A}\bar{B}+AB$$

$$F=AC+BC$$

س4- طبق نظريات ديموركان على كل من التعابير المنطقية الآتية:

a) $\overline{A\bar{B}(C+\bar{D})}$ b) $\overline{AB(CD+EF)}$

c) $\overline{(A+\bar{B}+C+\bar{D})}+\overline{ABC\bar{D}}$ d) $\overline{\overline{(\bar{A}+B+C+D)}\,\overline{(A\bar{B}\bar{C}D)}}$

س5- بإستخدام خرائط كارنوف صمم دائرة منطقية في أبسط صورها لجدول الحقيقة الموضح أدناه:

المدخلات			المخرج
A	B	C	Y
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

س6- بإستخدام خرائط كارنوف بسط كل من التعابير المنطقية الآتية:

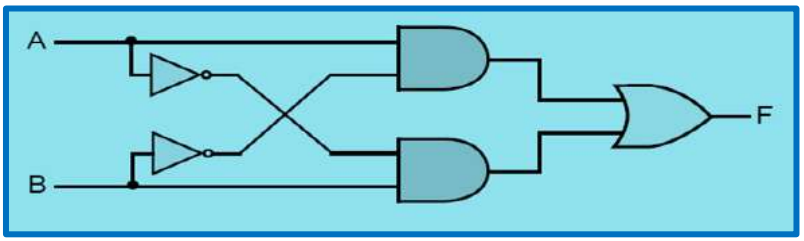
a) $F_1 = A\bar{B}\bar{C}D + A\bar{B}C\bar{D} + ABC\bar{D} + \bar{A}B\bar{C}D + AB\bar{C}\bar{D} + \bar{A}BC\bar{D}$

b) $F_2 = ABC\bar{D} + \bar{A}BC\bar{D} + A\bar{B}\bar{C}D + AB\bar{C}D + \bar{A}BC\bar{D} + ABC\bar{D} + A\bar{B}C\bar{D}$

c) $F_3 = \bar{A}B\bar{C}D + \bar{A}BC\bar{D} + ABC\bar{D} + AB\bar{C}D + A\bar{B}\bar{C}D$

d) $F_4 = \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} + +\bar{A}\bar{B}\bar{C}D + \bar{A}B\bar{C}\bar{D} + \bar{A}B\bar{C}D + \bar{A}BCD + \bar{A}BC\bar{D} + A\bar{B}\bar{C}D + A\bar{B}CD$

س7- في الدائرة الآتية إذا كان A=1,B=0

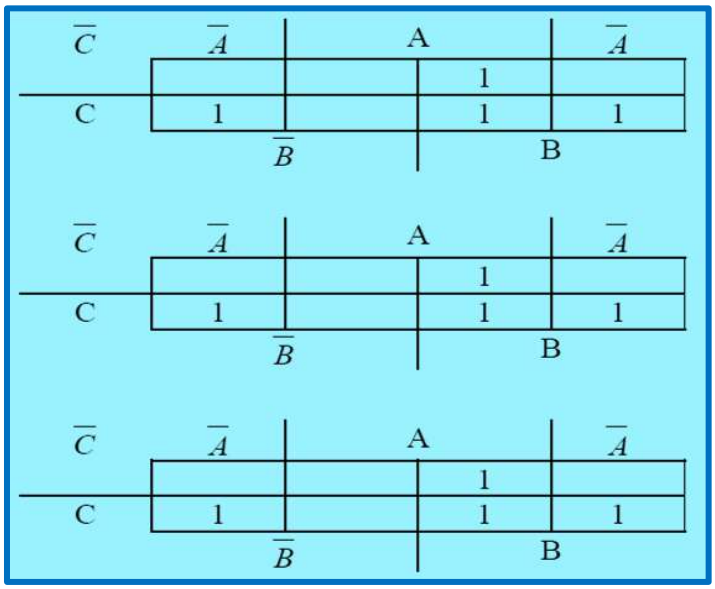


1- جد قيمة F.

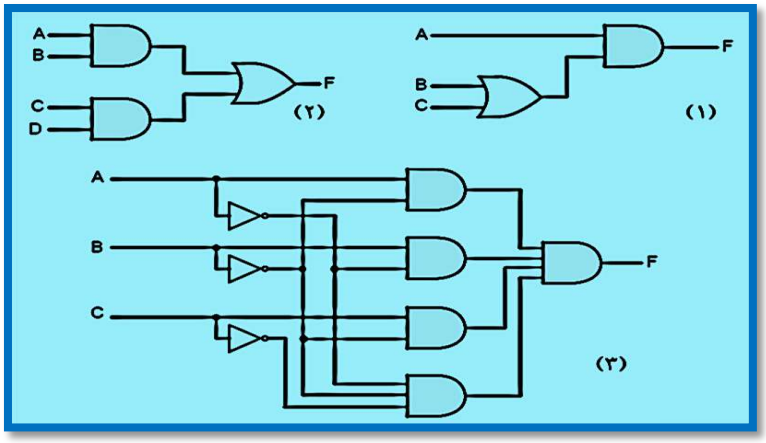
2- جد التعبير البوليني.

3- إكتب جدول الحقيقة.

س8- إستنتج التعبير المبسط من خرائط كارنوف الآتية:



س9- إكتب التعبير البوليني للدوائر المنطقية الثلاث الآتية:



الفصل الثالث

الدوائر المنطقية التوافقية

محتويات الفصل الثالث

1-3 تمهيد

2-3 الجامع النصفي Half Adder

تمرين عملي (1-3) تطبيق الجامع النصفي

3-3 الجامع الكامل Full Adder

تمرين عملي (2-3) تطبيق الجامع الكامل

4-3 الطارح النصفي Half Subtracted

تمرين عملي (3-3) تطبيق الطارح النصفي

5-3 الطارح التام Full Subtracted

تمرين عملي (4-3) الطارح التام

6-3 المقارن Comparator

تمرين عملي (5-3) المقارن الرقمي

7-3 Decoder

تمرين عملي (6-3) تطبيق دائرة فك التشفير

8-3 Encoder

9-3 Multiplexer

تمرين عملي (7-3) تطبيق دائرة الناخب متعدد المداخل

10-3 De multiplexer

تمرين عملي (8-3) تطبيق دائرة الناخب متعدد المخارج

1-3 تمهيد

الدائرة المنطقية التوافقية Combination Logic Circuit عبارة عن دائرة مبنية باستخدام البوابات المنطقية، يكون خرجها في أي لحظة معتمدا على قيم المداخل في نفس اللحظة. يتحدد عمل هذه الدوائر وفق علاقة منطقية معينة، ومن هذه الدوائر هي الدوائر الحسابية للجمع والطرح الثنائي لأنها تقوم بإجراء عمليات الجمع والطرح الثنائي فقط بواسطة البوابات المنطقية كأحد العمليات الرئيسة في الانظمة الرقمية، ويكون رمز الدائرة المنطقية المركبة في الشكل (3-1).

الشكل 3-1 رمز دائرة منطقية مركبة

2-3 دائرة الجامع النصفي The Half Adder Circuit

الجامع النصفي عبارة عن دائرة منطقية لها مدخلان (A) و(B) ومخرجان (S) و(C) تستخدم لجمع رقمين ثنائيين لتعطي رقمين، أحدهما المجموع (SUM) والاخر الباقي المرحل أو الحامل (CARRY) و الشكل (3-2) يبين طريقة بناء دائرة الجامع النصفي باستخدام البوابات مع رمز الجامع النصفي.

الشكل 3-2 الدائرة المنطقية للجامع النصفي مع المخطط الكتلي له

يرمز الحرفان A وH الى كلمتي(Half Adder) أي الجامع النصفي كما في الجدول رقم (3-1).

جدول 3-1 يمثل جدول الحقيقة لدائرة الجامع النصفي

A	B	S	C
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

عمود الجمع

عمود الحامل

وبدراسة عمود الجمع (S) في جدول الحقيقة في الشكل (3-3) نجد إنه يماثل تماما خرج البوابة (XOR).
والآن اذا نظرنا الى عمود الحامل (C) نجد انه يماثل تماما" خرج البوابة AND. أما العلاقة المنطقية المبسطة للخرجين S,C يمكن الحصول عليها مباشرة من جدول الحقيقة وبالرجوع الى الجدول نلاحظ أن:

$$S = \overline{A}\,B + A\,\overline{B}$$

$$C = A\,B$$

رقم التمرين: (3-1) **الزمن المخصص:** 3 ساعات

إسم التمرين: دائرة الجامع النصفي

مكان التنفيذ: مختبر التصميم المنطقي

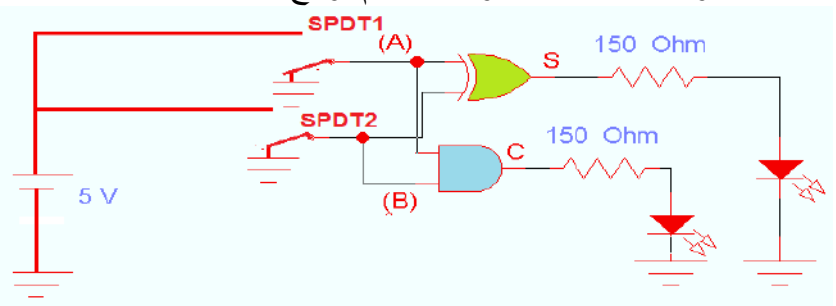
أولاً- الأهداف التعليمية:

إن يكون الطالب قادراً على إنشاء الدائرة العملية للجامع النصفي وتحقيق جدول الحقيقة.

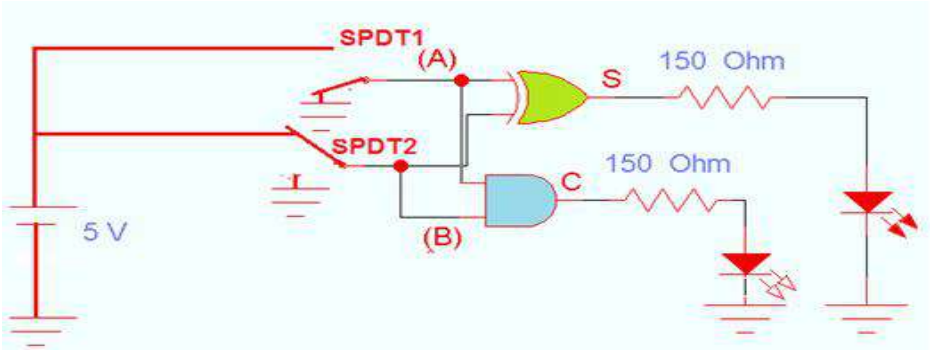
ثانياً- التسهيلات التعليمية:

1. جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج EWB.
2. لوحة تجارب Bread Board.
3. منضدة عمل.
4. مجهز قدرة (0-30) فولت عدد/ 1.
5. ثنائي الانبعاث الضوئي (LED) عدد /2.
6. مفتاح SPDT عدد/2 واسلاك توصيل.
7. مقاومة 150 Ω عدد /2.
8. الدوائر المتكاملة (7486) EX-OR و (7408) AND .

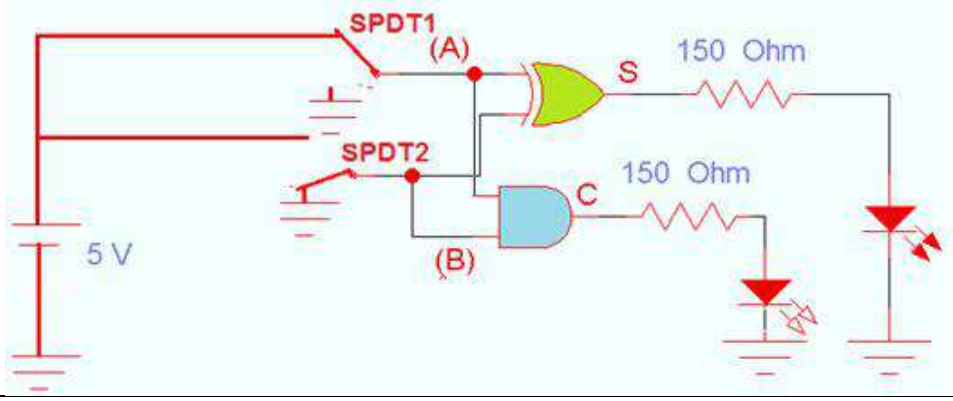
ثالثاً- خطوات العمل، النقاط الحاكمة، الرسومات.

1	إرتد بدلة العمل المناسبة لجسمك.
2	شغل جهاز الحاسوب وشغل برنامج EWB
3	نفذ الدائرة العملية في الشكل أدناه ثم حقق الحالة الاولى من جدول الحقيقة حيث يجمع الرقمين (A=B=0) صل A1 و A2 بالمنطق 0 ولاحظ عدم توهج الثنائيين. 

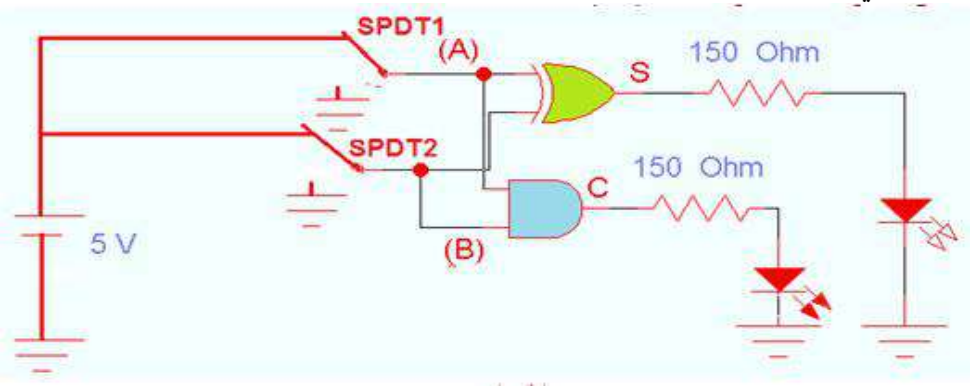
4 حقق الحالة الثانية لجمع الرقمين (A=0,B=1) ولاحظ توهج ثنائي الخرج S وعدم توهج ثنائي الخرج C كما في الشكل أدناه، أي أن 1=1+0.



5 إجمع الرقمين (A=1,B=0)، صل المفتاح A بالمنطق 1 و B بالمنطق 0 لاحظ توهج ثنائي S وعدم توهج ثنائي C أي أن 1=0+1 كما في الشكل أدناه.

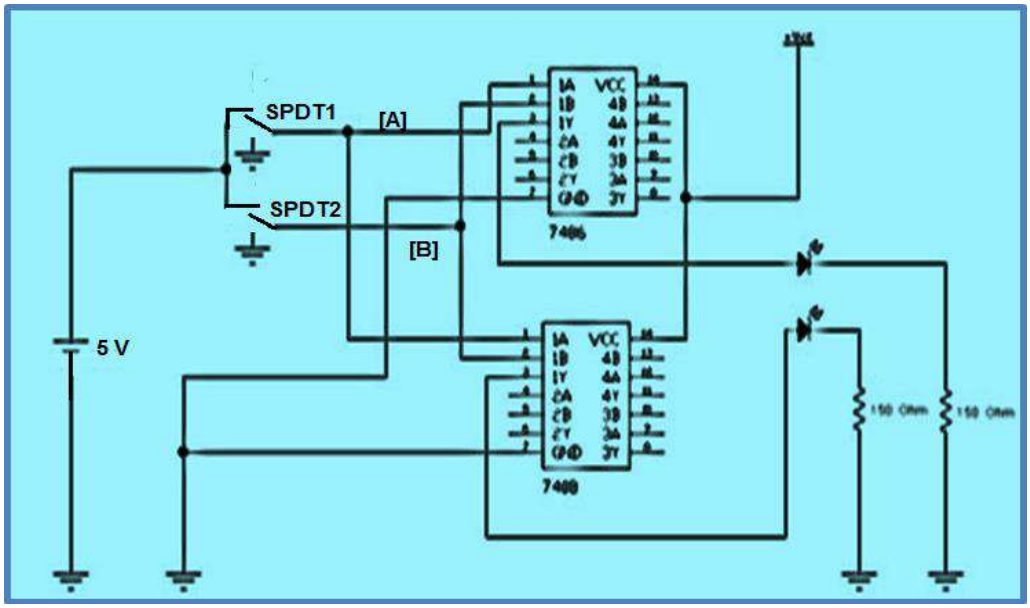


6 إجمع الرقمين (A=B=1) صل المفتاحين A, B بالمنطق 1 ولاحظ توهج ثنائي C وعدم توهج ثنائي S كما في الشكل أدناه



7 رتب النتائج المستحصلة في جدول الحقيقة في الشكل أدناه.

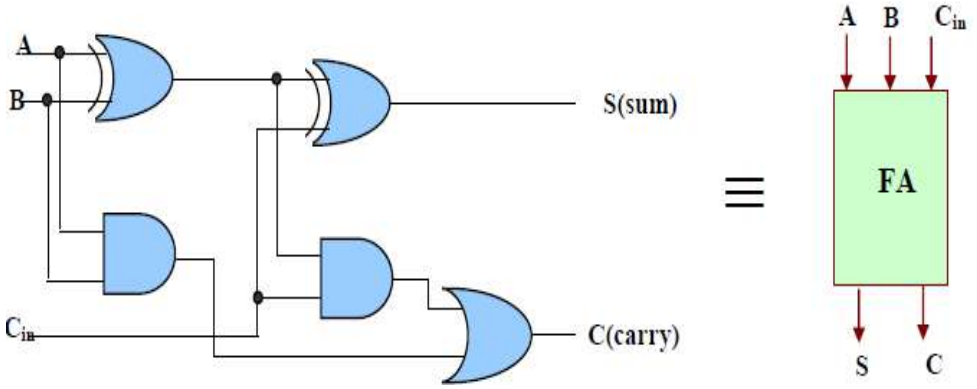
مداخل		مخارج	
A	B	S	C
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

8	والآن إنتقل الى لوحة العمل الرئيسة: 1. إبن الدائرة المنطقية الموضحة في الشكل أدناه. 2. تأكد من الجهد VCC على الطرف 14 باستخدام جهاز الافوميتير. 3. حقق جدول الحقيقة بتسليط الادخالات على A,B ولاحظ توهج الثنائي. مع ملاحظة ارشادات السلامة المهنية. 4. ضع النتائج المستحصلة ضمن جدول الحقيقة. 5. أرفع العناصر من لوحة التجارب وأعد المواد والاجهزة الى أماكنها. 
9	**المناقشة:** ماهو حاصل جمع الرقمين (A=0) و(B=1)؟ إستعن بالدائرة في الخطوة 8 أعلاه.

3-3 دائرة الجامع الكامل The Full Adder Circuit

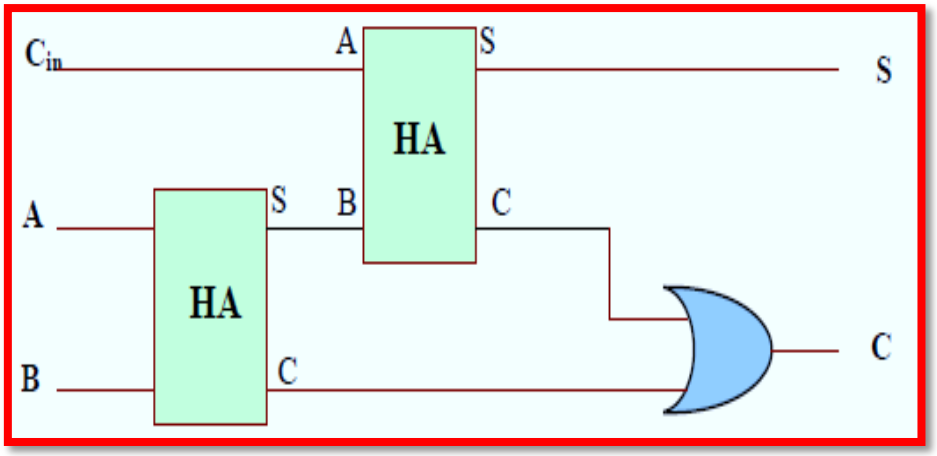
دائرة الجامع هي دائرة توافقية تستطيع جمع ثلاثة أرقام ثنائية (bits) في نفس الوقت، وهي تتكون من ثلاثة مداخل وخرجين ،اثنان من المداخل هما A,B يمثلان الرقمين المراد جمعهما والدخل الثالث C_{in}(Input carry) يمثل الرقم الباقي أو المرحل من جمع الرقمين السابقين. وهناك خرجان هما الحامل (Carry)، والمجموع (SUM). وبهذا يمكن تعريف الجامع الكامل بانه عبارة عن دائرة منطقية لها ثلاث مداخل (A,B, C_{in}) ومخرجان (S) و (C_o)، تستخدم لجمع رقمين ثنائيين مع الباقي من مرحلة الجمع السابقة، لتعطي رقمين أحدهما المجموع (S) والاخر الباقي الجديد (C_o).

يرمز الحرفان A وF الى كلمتي (Full Adder) أي الجامع الكامل كما في الشكل (3-3).



الشكل 3-3 الدائرة المنطقية للجامع الكامل مع المخطط الكتلي له

ولدى ملاحظة للدائرة في الشكل (3-3) يتضح لنا أن الجامع الكامل يتكون من دائرتين للجامع النصفي مع بوابة OR كما يوضحه الشكل (3-4).



الشكل 3-4 يمثل مع المخطط الكتلي لدائرة الجامع الكامل

جدول رقم 3-2

A	B	Cin	S	C_{out}
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

أما العلاقة المنطقية المبسطة للخرجين S,C يمكن الحصول عليها مباشرة بالرجوع الى الجدول كما في الجدول رقم (2-3) نلاحظ أن:

$$S=\bar{A}\bar{B}C_{in}+\bar{A}B\bar{C}_{in}+A\bar{B}\bar{C}_{in}+ABC_{in}$$
$$=A\oplus B\oplus Cin$$
$$C_{OUT}=\bar{A}BC_{in}+A\bar{B}C_{in}+AB\bar{C}in+ABC_{in}$$
$$=(A\oplus B)Cin\oplus AB$$

رقم التمرين: (2-3) **الزمن المخصص:** 3 ساعات

إسم التمرين: دائرة الجامع الكامل The Full Adder Circuit

مكان التنفيذ: مختبر التصميم المنطقي

أولاً- الأهداف التعليمية:

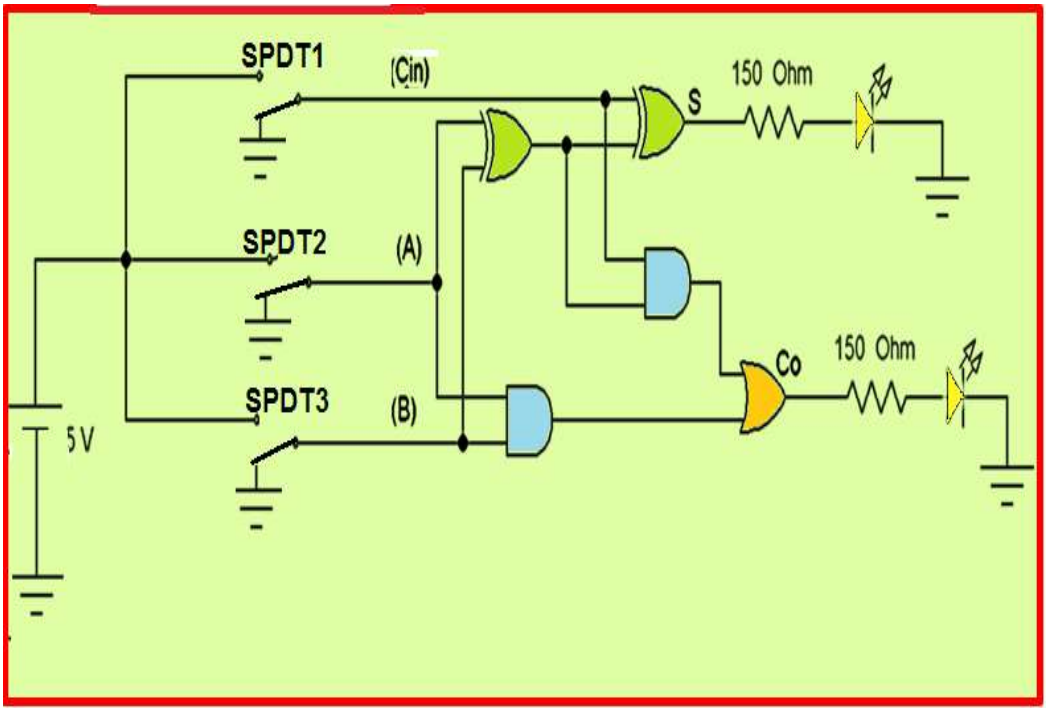
أن يكون الطالب قادراً على إنشاء الدائرة العملية للجامع الكامل وتحقيق جدول الحقيقة.

ثانياً- التسهيلات التعليمية:

1- جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج EWB.
2- لوحة تجارب Bread Board.
3- منضدة عمل. مجهز قدرة (0-30) فولت عدد/ 1.
4- ثنائي الانبعاث الضوئي (LED) عدد /2.
5- مفتاح SPDT عدد/3 واسلاك توصيل.
6- مقاومة 1/4 W-Ω 150 عدد /2.
7- الدوائر المتكاملة (7486) EX- OR و (7408) AND و(7432) OR.

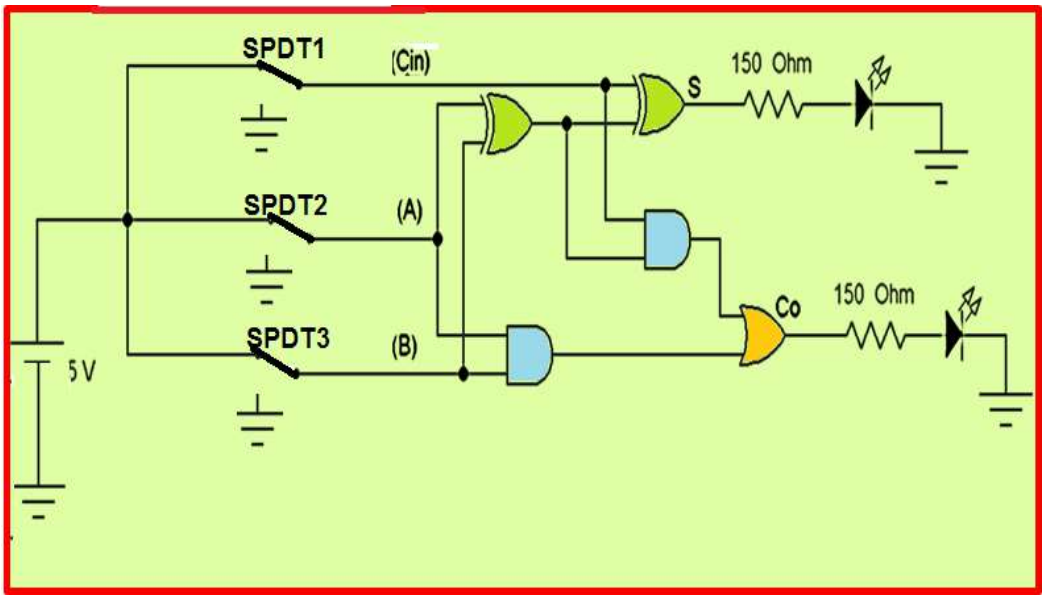
ثالثاً- خطوات العمل، النقاط الحاكمة، الرسومات

1	إرتد بدلة العمل المناسبة لجسمك.
2	شغل جهاز الحاسوب وشغل برنامج EWB.
3	نفذ الدائرة العملية الموضح في هذه الخطوة ثم حقق الحالة الاولى من جدول الحقيقة جاعلاً الارقام (A=B=Ci=0) بإيصال SPDT3 وSPDT2 وSPDT1 بالمنطق (0) وهو طرف الأرضي ولاحظ عدم توهج الثنائيين أي ان S=0 و Cout=0 . طبق عزيزي الطالب الحالات المنطقية الأخرى لـ (A، B، Ci) الواردة في جدول الحقيقة، ثم دون النتائج.



4

وللتأكد من دقة نتائجك المستحصلة، لابد من الإشارة الى أن القيم الاخيرة من جدول الحقيقة حيث تجمع الارقام (B, A, Cin) وهي بحالتها المنطقية (1) جميعها وذلك بإيصال SPDT3, SPDT2,SPDT1 بالمنطق (1) أي طرف مجهز القدرة، فأن قيم الخرج يجب أن تكون S=Cout=1.

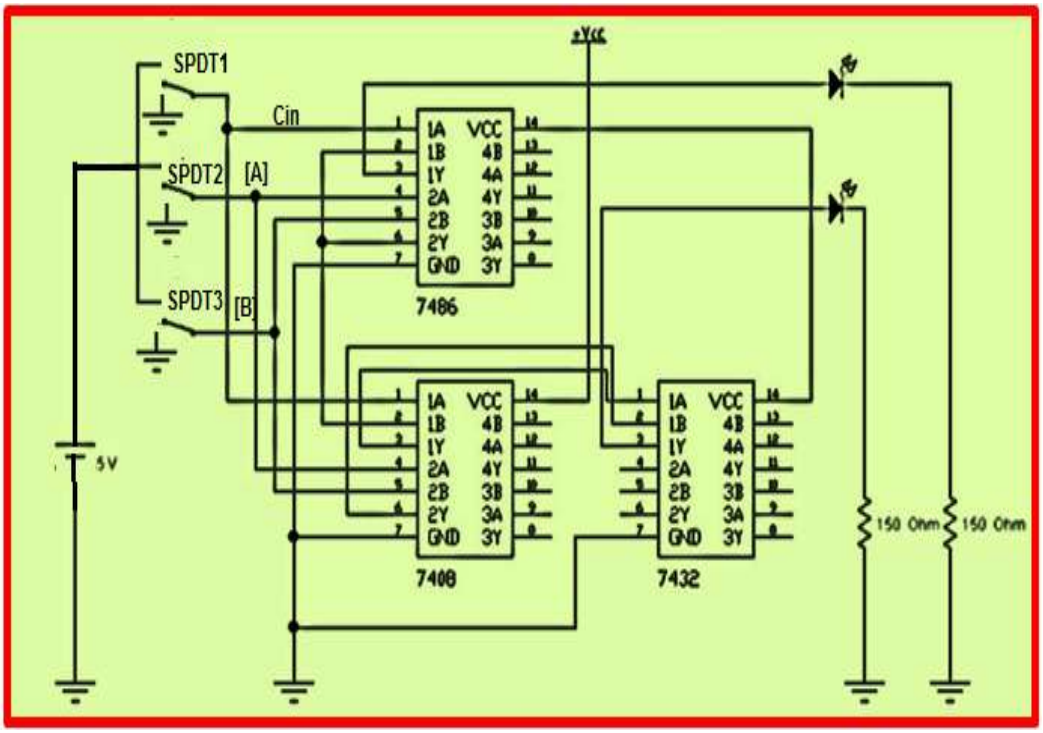


5 دون النتائج المستحصلة السابقة وأحرص أن تأخذ كافة الحالات المنطقية الواردة في جدول الحقيقة أدناه كما في الشكل أدناه.

مداخل			مخارج	
A	B	C_{in}	S	C_{out}
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		

6 والآن أنتقل عزيزي الطالب الى لوحة العمل الرئيسة:

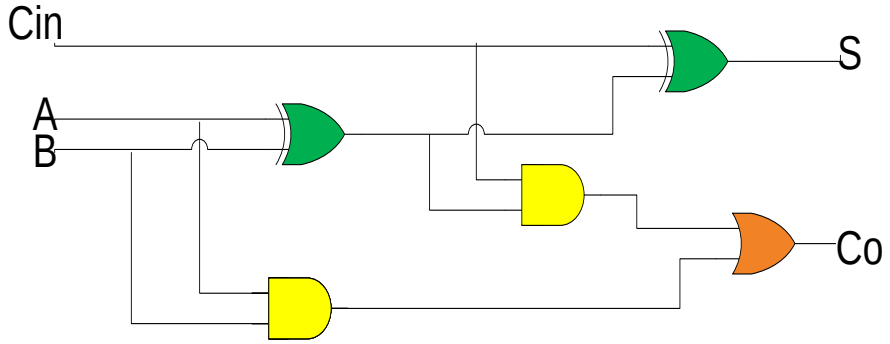
1. إبن الدائرة المنطقية في الشكل أدناه.
2. وتأكد من الجهد VCC على الطرف 14 باستخدام جهاز الاوفوميتير.
3. حقق جدول الحقيقة بتسليط الادخالات على SPDT, SPDT1,SPDT2 ولاحظ حالات توهج الثنائي مع ملاحظة إرشادات السلامة المهنية.
4. ضع النتائج المستحصلة ضمن جدول الحقيقة وتأكد من مطابقتها للنتائج النظرية.
5. أرفع العناصر من لوحة التجارب وأعد المواد والأجهزة الى أماكنها.



7

المناقشة:

جد قيمة الخرج S,C_{OUT} اذا علمت ان قيم (A=1,B=1,Cin=0) كما في الشكل أدناه.



4-3 دائرة الطارح النصفي The Half Subtractor Circuit

تحتوي هذه الدائرة على مدخلين فقط هما (A,B) وعلى مخرجين هما (D) أي الفرق (Difference) و(Br) أي الإستعارة (Borrow).

يرمز الحرفان S و H الى كلمتي (Half Subtracted) أي الطارح النصفي، أما العلاقة المنطقية المبسطة للخرجين D, B_r يمكن الحصول عليها مباشرة من جدول الحقيقة وبالرجوع الى الجدول كما في الجـــدول (3-3) نلاحظ أن:

جدول رقم 3-3 جدول الحقيقة للطارح النصفي

المدخلات		المخرجات	
المطروح منه A	المطروح B	الفرق D	الاستعارة Br
0	0	0	0
0	1	1	1
1	0	1	0
1	1	0	0

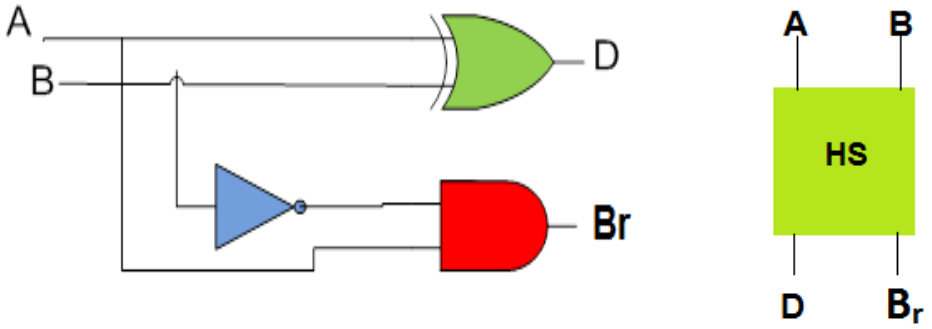
معادلة الفرق D ويمثل بالبوابة EX-OR:

$$D = \bar{A}\,B + A\,\bar{B} = A \oplus B$$

ومعادلة Br وتمثل بالبوابة AND مع عاكس:

$$Br = \bar{A} \cdot B$$

وتكون الدائرة المنطقية للطارح النصفي هي كما في الشكل (3-5):



شكل 3-5 دائرة الطارح النصفي مع المخطط الكتلي لها

رقم التمرين: (3-3) **الوقت المخصص:** 3 ساعات

إسم التمرين: دائرة الطارح النصفي (HALF Subtracted)

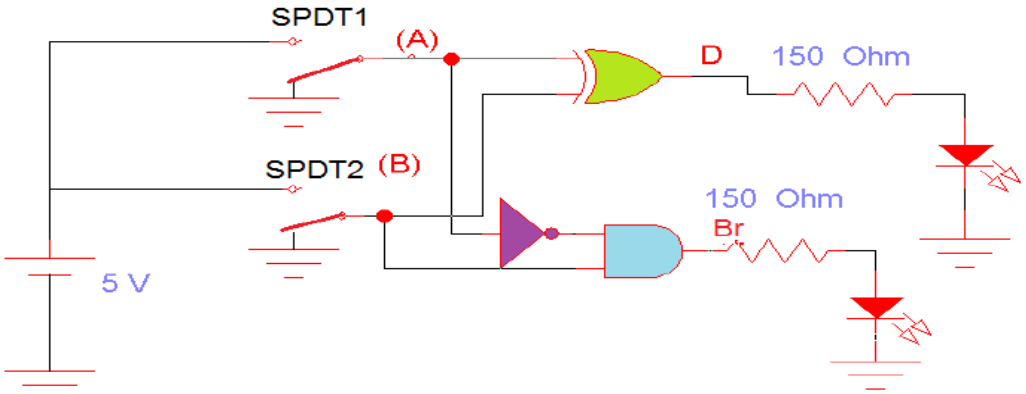
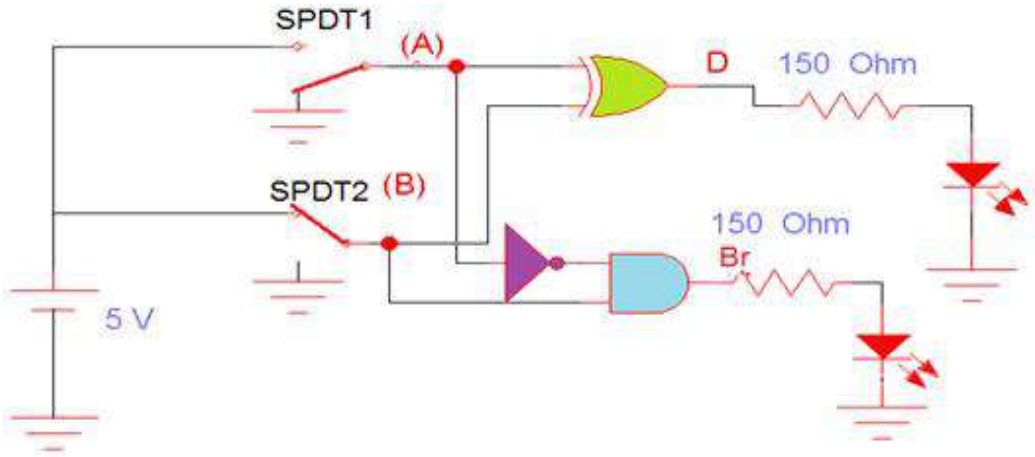
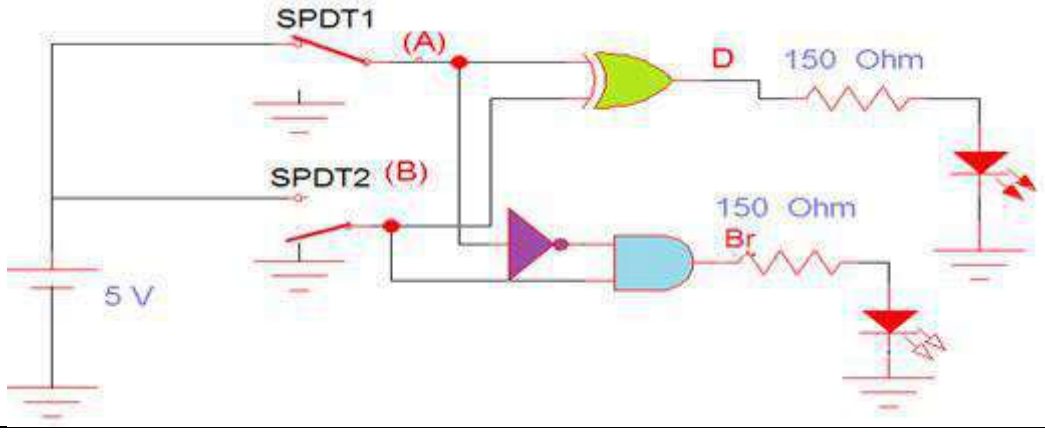
مكان التنفيذ: مختبر التصميم المنطقي

أولاً- الأهداف التعليمية:

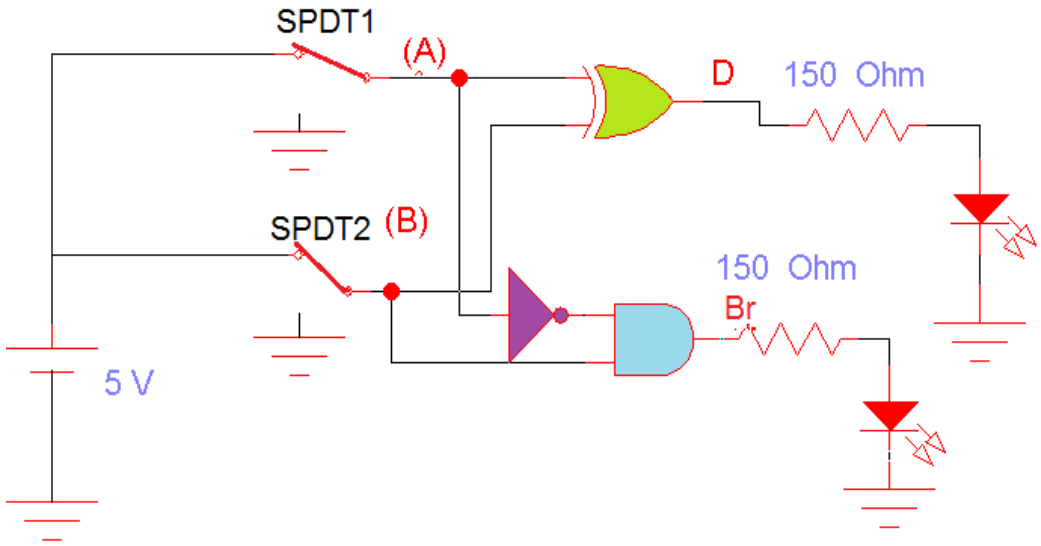
أن يكون الطالب قادر على إنشاء دائرة الطارح النصفي وتحقيق جدول الحقيقة.

ثانياً- التسهيلات التعليمية:

1. جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج workbench.
2. لوحة تجارب Bread Board.
3. منضدة عمل.
4. مصدر قدرة (0-30) فولت.
5. مقاومة كهربائية (150) أوم عدد /2.
6. مفتاح SPDT عدد/2 .
7. ثنائي الانبعاث الضوئي (LED) عدد/2.
8. الدوائر المتكاملة EX-OR(7486) و AND (7408) و NOT (7404).
9. أسلاك مرنة قياس (1 mm) طولها (1m).

1	إرتد بدلة العمل المناسبة لجسمك.
2	شغل جهاز الحاسوب وشغل برنامج EWB.
3	نفذ الدائرة العملية في الشكل أدناه ثم حقق الحالة الاولى من جدول الحقيقة حيث يطرح الرقمين (A=B=0) صل A وB بالطرف الأرضي أي المنطق (0) ولاحظ عدم توهج الثنائيين. 
4	حقق الحالة الثانية لطرح الرقم 1 من الرقم 0 (A=0,B=1) ولاحظ توهج ثنائي الخرج D و توهج ثنائي الخرج Br. أي أن 1=1-0 كما في الشكل أدناه. 
5	أطرح الرقمين (A=1,B=0) ، صل المفتاح A بالمنطق 1 وB بالمنطق 0 لاحظ توهج ثنائي D وعدم توهج ثنائي Br أي أن 1=0 -1 كما في الشكل الموضح في هذه الخطوة. 

6 إطرح الرقمين (A=B=1) صل المفتاحين A , B بالمنطق 1 ولاحظ عدم توهـــج ثنائـي D وثنائي Br.أي إن 0=1-1 كما في الشكل الموضح في هذه الخطوة.



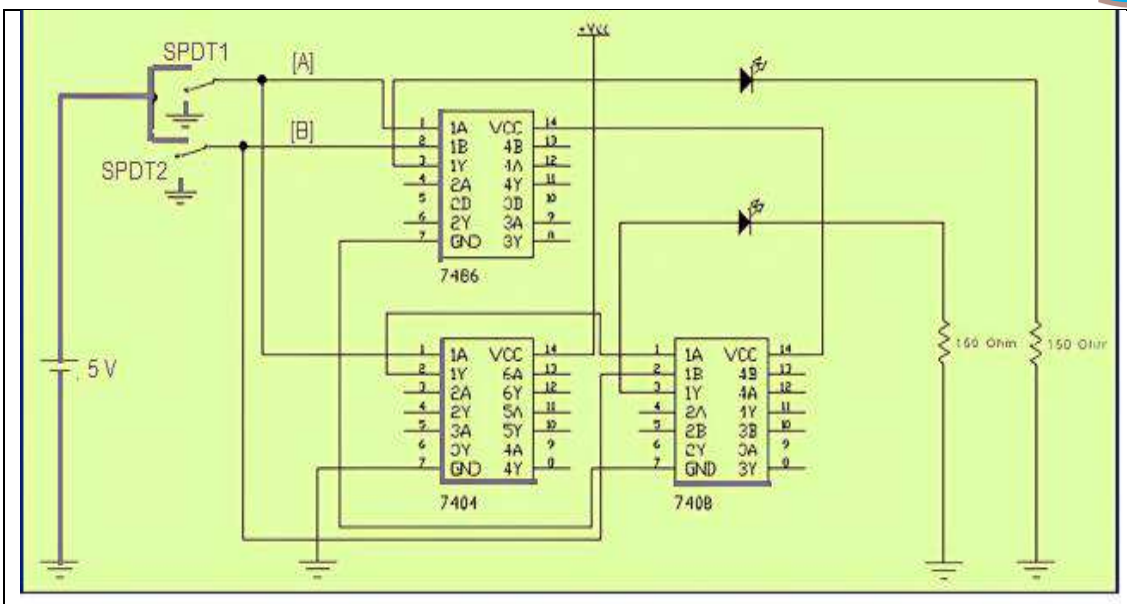
7 رتب النتائج المستحصلة في جدول الحقيقة في الشكل أدناه.

مداخل		مخارج	
A	B	D	Br
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

8 والآن عزيزي الطالب نفذ الدائرة المنطقية في الشكل الموضح في هذه الخطوة بإستخدام الدوائر المتكاملة 7404, 7408, 7486.

إنتقل الى منضدة العمل:

1. إبن الدائرة المنطقية في الشكل أدناه وتأكد من الجهد VCC على الطرف 14 بإستخدام جهاز الأفوميتير.



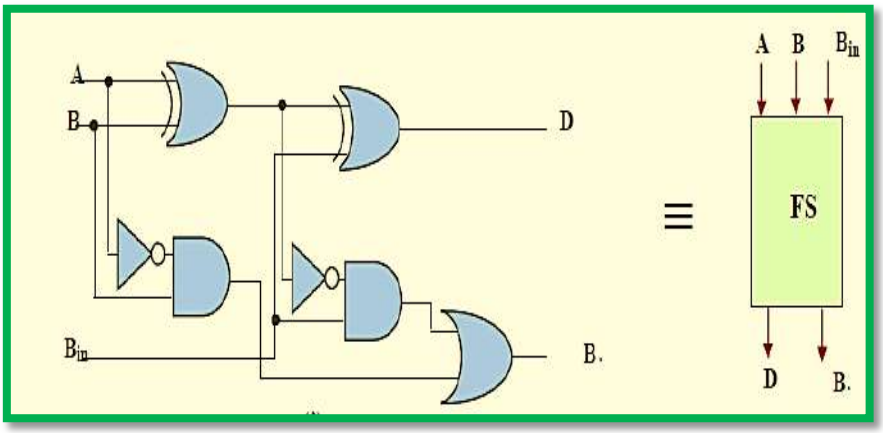
حقق جدول الحقيقة بحسب الادخالات الموجودة في جدول الحقيقة.
2. أرفع العناصر من لوحة التجارب ثم قم باعادة الاجهزة والمواد المستخدمة الى أماكنها.
3. قم بتنظيف مكان العمل وترتيبه.

9 **المناقشة:**

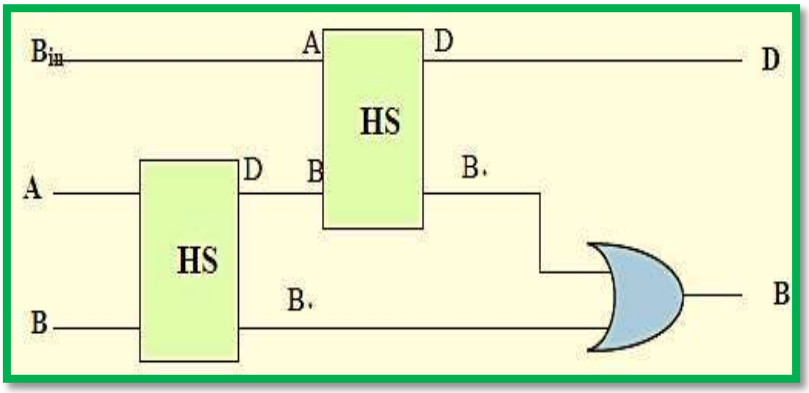
إكتب معادلة الخرج D وBr ثم جد قيمهما المنطقية إذا علمت ان (A=0,B=1).

5-3 دائرة الطارح التام The Full Subtractor Circuit

الطارح الكامل هو دائرة توافقية تؤدي عملية الطرح بين رقمين (2 bit) مأخوذا في عين الإعتبار إن (1) ربما يستعار من الرقم الذي يليه، هذه الدائرة لها ثلاثة مداخل ومخرجـــان. المداخل الثلاثـــة هي A, B, Bin وترمز الى المطروح منه (A) والمطروح (B) والاستعارة السابق (Bin) على الترتيب. الخرجين Bo, D يرمزان الى الفرق والمستعار كما موضحة في جدول الحقيقة رقم (3-4).الدائرة المنطقية في الشكل (3-6) تمثل دائرة الطارح الكامل مع الرمز المنطقي والشكل (3-7) يمثل المخطط الكتلوي لدائرة الطارح الكامل.



الشكل 3-6 الدائرة المنطقية للطارح الكامل مع مخططها الكتلي



الشكل 3-7 المخطط الكتلي لدائرة الطارح الكامل

جدول رقم 3-4

المداخل			الخرج	
A	B	Bin	D	B_{out}
0	0	0	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	1	0	0	0
1	1	1	1	1

رقم التمرين: (3-4) **الزمن المخصص:** 3 ساعات

إسم التمرين: دائرة الطارح التام Full Subtracted

مكان التنفيذ: مختبر التصميم المنطقي

أولاً: الأهداف التعليمية: أن يكون الطالب قادراً على إنشاء دائرة الطارح الكامل وتحقيق جدول الحقيقة.

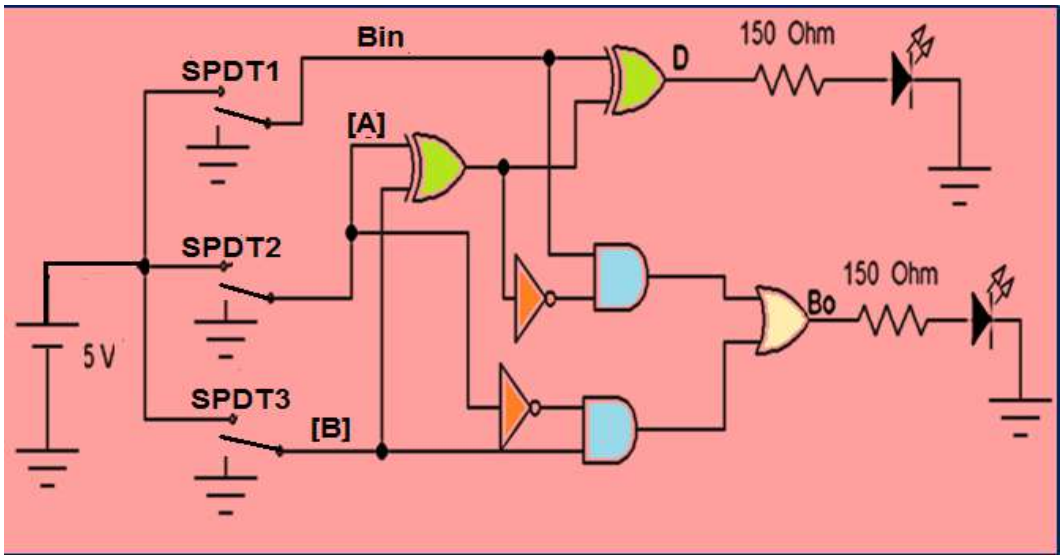
ثانياً: التسهيلات التعليمية

1. جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج الـ EWB.
2. لوحة تجارب Bread Board.
3. منضدة عمل.
4. لدوائر المتكاملة (7404,7432,7486,7408) مع IC Base.
5. مجهز قدرة (0-30) فولت عدد/1.
6. مفتاح SPDT عدد/3.
7. ثنائي الانبعاث الضوئي (LED) عدد/2.
8. أسلاك مرنة قياس (1mm) طولها (1m).
9. مقاومة 150 Ω عدد /2

ثالثاً- خطوات العمل، النقاط الحاكمة، الرسومات

3

نفذ الدائرة في الشكل أدناه ثم صل المفاتيح (A,B,C) حسب قيم الإدخالات المبينـــة في جدول الحقيقة المبين في الخطوة اللاحقة.

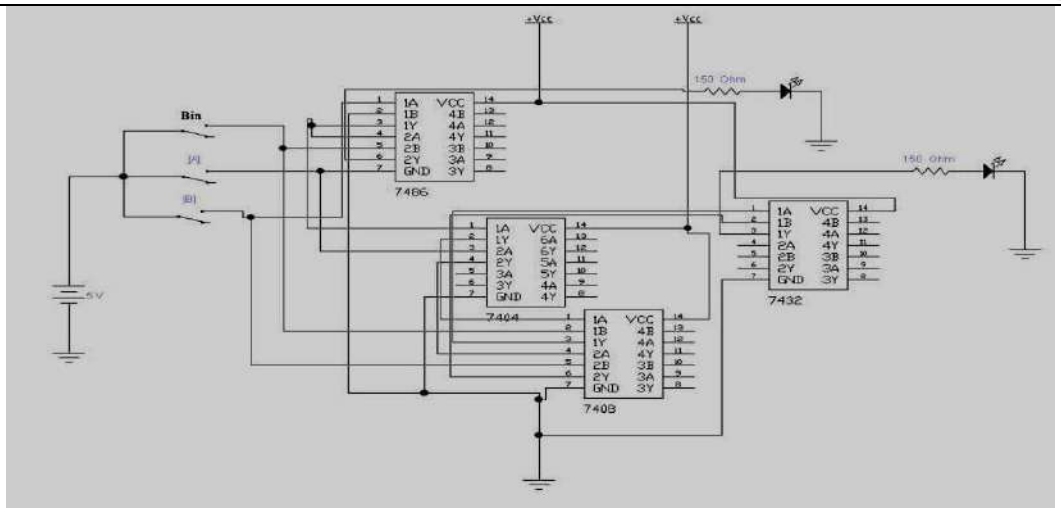


ثبت النتيجة في جدول الحقيقة كما موضح أدناه.

A	B	Bin	D	Bo
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		

والآن إنتقل عزيزي الطالب الى لوحة العمل الرئيسة:

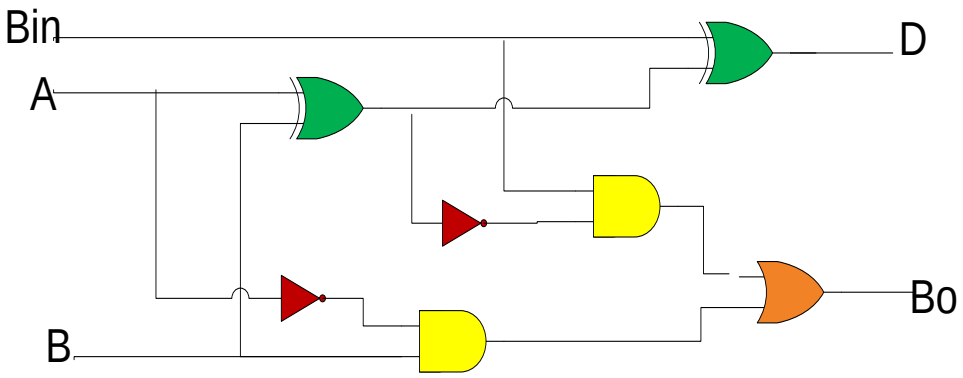
1. إبن الدائرة المنطقية في الشكل الموضح أدناه في هذه الخطوة بإستخدام الدوائر المتكاملة 7404, 7432, 7408, 7486.
2. تأكد من الجهد VCC على الطرف 14 بإستخدام جهاز الأفوميتير.
3. حقق جدول الحقيقة بتسليط الإدخالات على A,B,C ولاحظ توهج الثنائي.
4. دون النتائج المستحصلة ضمن جدول الحقيقة.



4

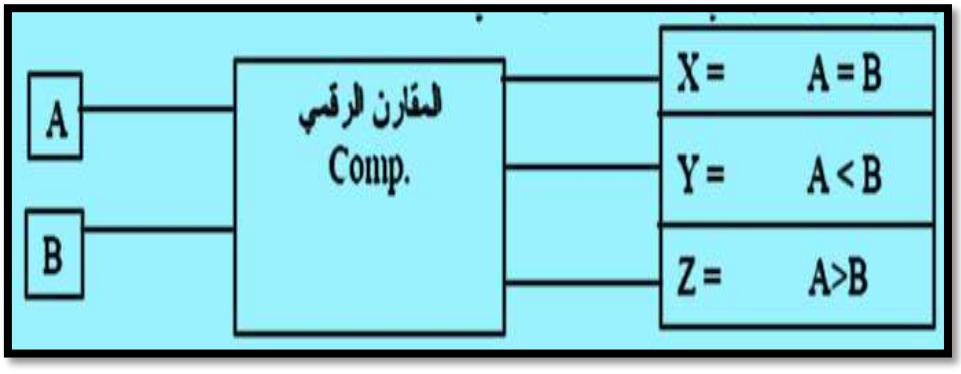
المناقشة:

- جد Bout D، اذا علمت ان (A=B=1, Bin=0)، أكتب مخرجات كل بوابة كما في الشكل أدناه.



6-3 المقارن الرقمي Digital Comparator

المقارن الرقمي هو إحدى الدوائر التوافقية التي تقوم بالمقارنة بين عددين ثنائيين من حيث حالة أكبر من أو أصغر من أو حالة التساوي للعددين (A>B أوB>A أو A=B) كما في الشكل (3-8).



شكل 3-8 توضح المخطط الكتلوي لدائرة المقارن الرقمي

جدول رقم 3-5 جدول الحقيق لدائرة المقارن الرقمي

A	B	X A=B	Y A<B	Z A>B
0	0	1	0	0
0	1	0	1	0
1	0	0	0	1
1	1	1	0	0

أما معادلات الخرج فيمكن كتابتها كما يلي:

لحالة المساواة (A = B) فأن معادلة الخرج X تكون:

$$X = \overline{A \oplus B}$$

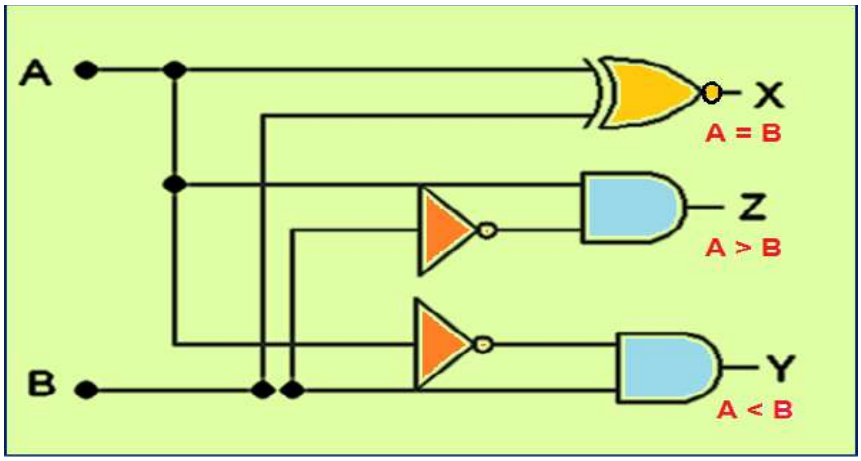
وللحالة (A < B) فإن معادلة الخرج Y تكون:

$$Y = \overline{A} \cdot B$$

وللحالة (A > B) فإن معادلة الخرج Z تكون:

$$Z = A \cdot \overline{B}$$

وفيما يأتي الدائرة المنطقية للمقارن الرقمي كما في الشكل (3-9):



شكل 3-9 الدائرة المنطقية للمقارن الرقمي

رقم التمرين: (3-5) **الزمن المخصص:** 3 ساعات

إسم التمرين: دائرة المقارن الرقمي The Digital Comparator Circuit

مكان التنفيذ: مختبر التصميم المنطقي

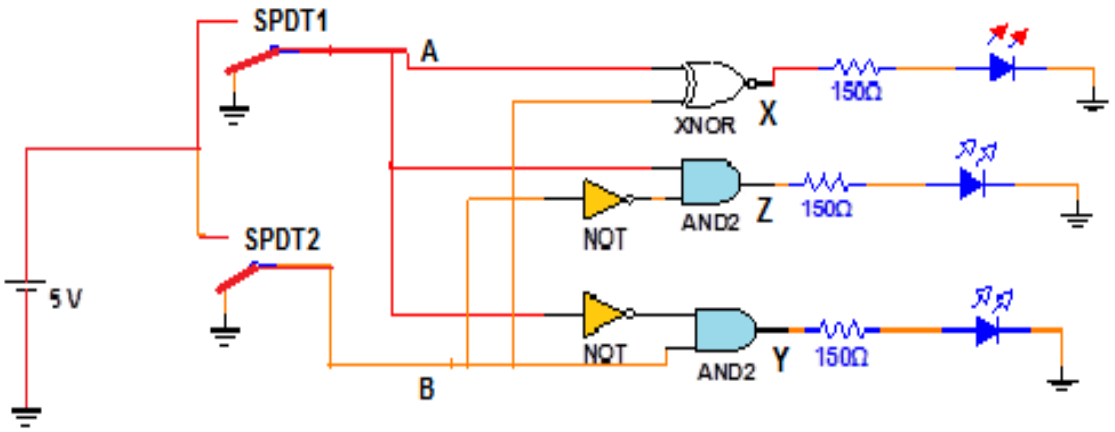
اولاً- الأهداف التعليمية:

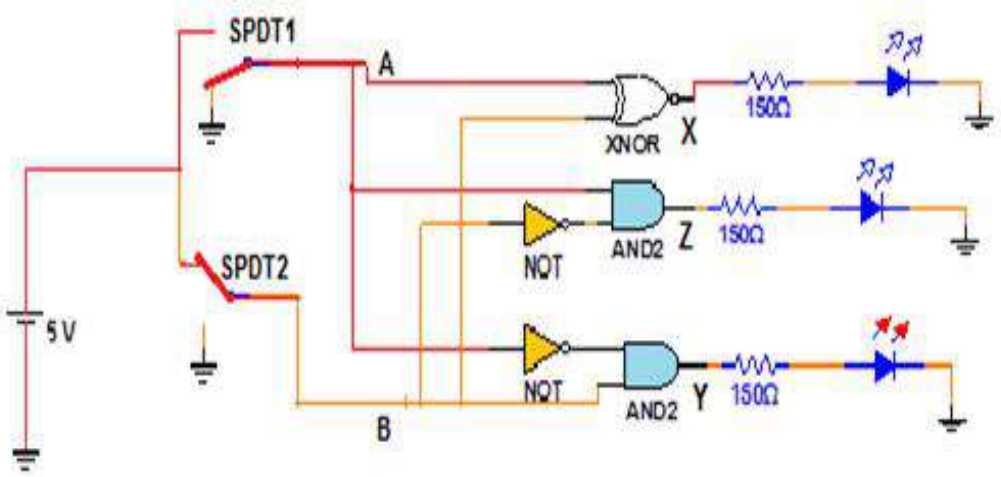
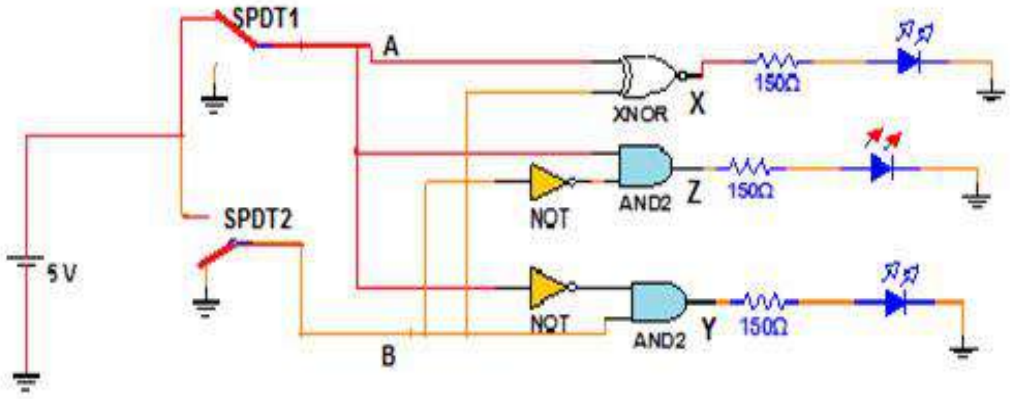
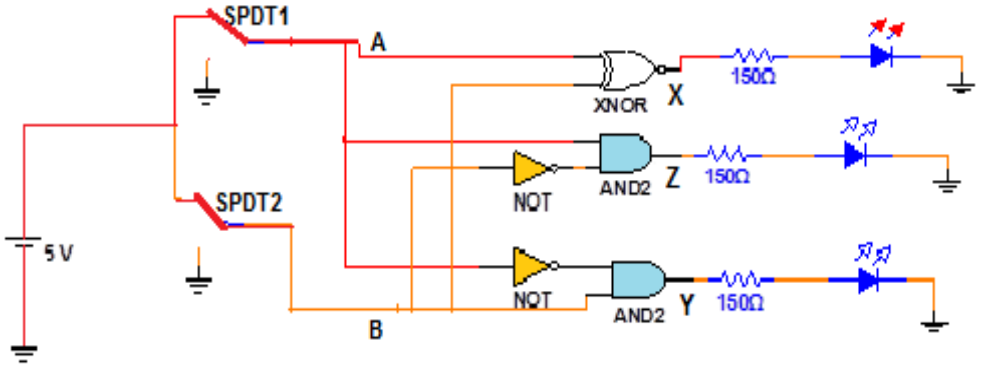
أن يكون الطالب قادراً على إنشاء الدائرة العملية للمقارن الرقمي وتحقيق جدول الحقيقة.

ثانياً- التسهيلات التعليمية:

1-جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج EWB.
2-لوحة تجارب Bread Board.
3- منضدة عمل.
4-مجهز قدرة (0-30) فولت عدد/ 1.
5-ثنائي الانبعاث الضوئي (LED) عدد /3.
6-مفتاح SPDT عدد/2.
7-مقاومة Ω 150 عدد /3.
8- الدوائر المتكاملة NOT (7404) و AND (7408) و EX-NOR (74266).
9- أسلاك مرنة للتوصيلات.

ثالثاً- خطوات العمل، النقاط الحاكمة، الرسومات.

1	إرتد بدلة العمل المناسبة لجسمك.
2	شغل جهاز الحاسوب وشغل برنامج EWB.
3	نفذ الدائرة المنطقية الموضحة في هذه الخطوة ثم حقق الحالة الأولى من جدول الحقيقة حيث (A=B=0) صل A وB بالأرضي (المنطق 0) ولاحظ توهج الثنائي X فقط أي أن (A=B). 

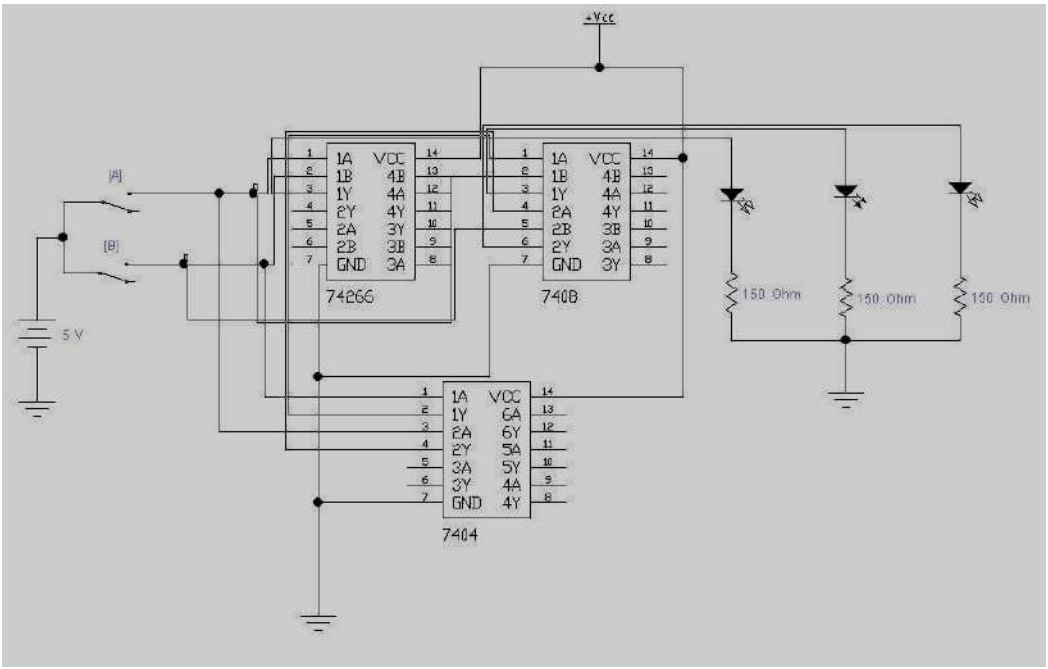
4	الآن حقق الحالة الثانية من جدول الحقيقة حيث (A=0,B=1) أي صل SPDT2 فقط بالمنطق 1 ولاحظ توهج الثنائي Y أي ان (A< B) كما في الشكل أدناه. 
5	الآن حقق الحالة الثالثة من جدول الحقيقة حيث (A=1,B=0) أي صل SPDT1 فقط بالمنطق 1 ولاحظ توهج الثنائي Z أي ان (A > B) كما في الشكل أدناه. 
6	الآن حقق الحالة الرابعة والاخيرة من جدول الحقيقة حيث (A=1,B=1) أي صل A و B كليهما بالمنطق 1 ولاحظ توهج الثنائي X أي ان (A=B) كما في الشكل أدناه. 

7 والآن ضع النتائج المستحصلة لديك في جدول الحقيقة كما في الشكل أدناه:

A	B	A=B	B<A	B>A
0	0			
0	1			
1	0			
1	1			

8 والآن أنتقل الى لوحة العمل الرئيسة:

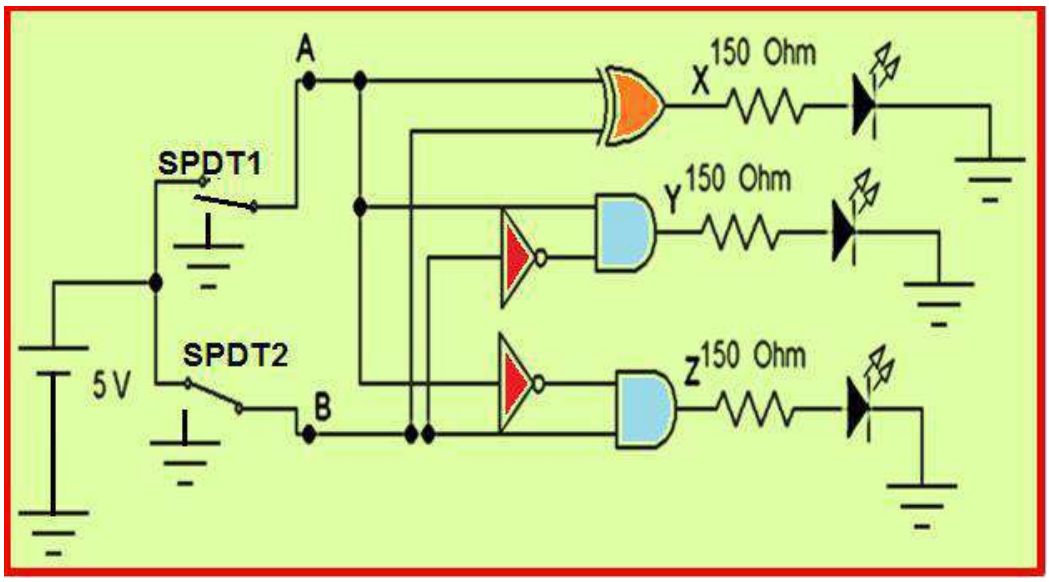
1. إبن الدائرة المنطقية الموضحة في الشكل أدناه.
2. وتأكد من الجهد VCC على الطرف 14 بإستخدام جهاز الأفوميتير.
3. حقق جدول الحقيقة بتسليط الادخالات على SPDT1,SPDT2 ولاحظ توهج الثنائي.
4. ضع النتائج المستحصلة ضمن جدول الحقيقة

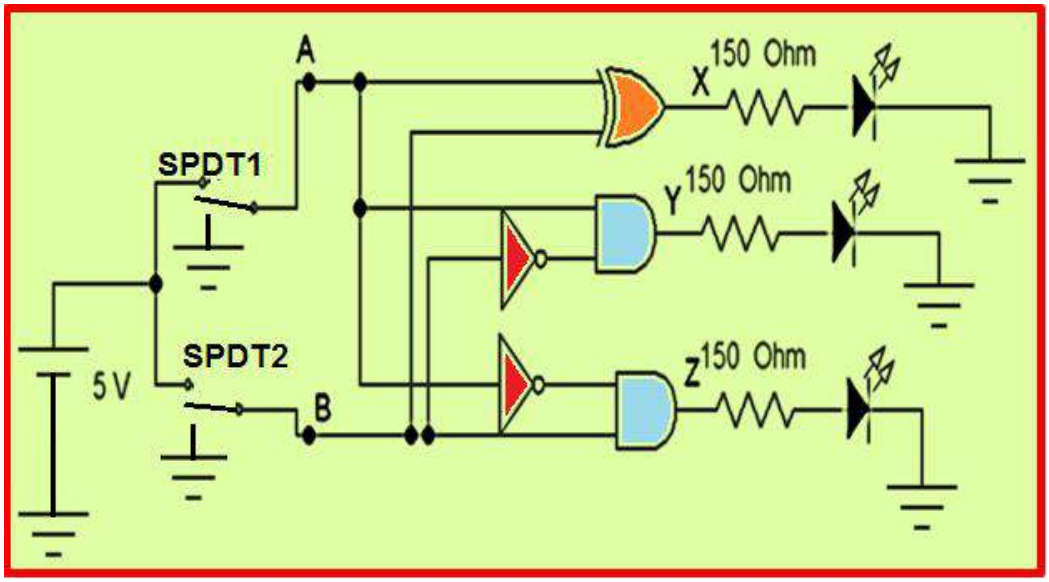


9

المناقشة:

ماذا ستكون قيمة كل من X,Y,Z لكل من الدوائر أدناه، وحسب القيم المنطقية لكل من المدخلين A و B المبينة في الشكلين أدناه.





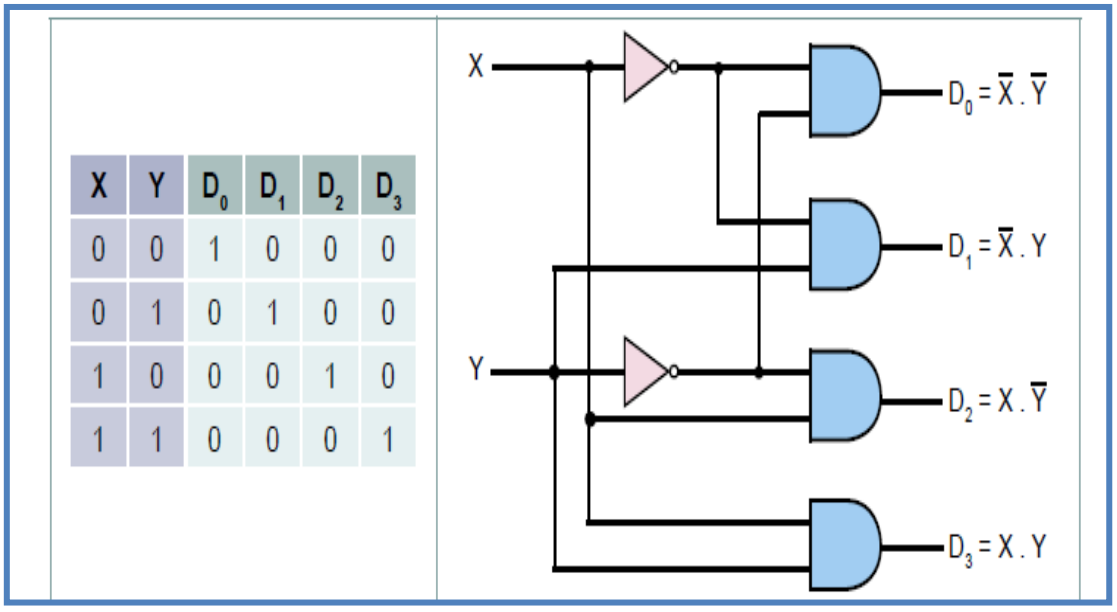
7-3 دائرة فك التشفير The Decoder Circuit

دائرة فك التشفير تعتبر من الدوائر المهمة المستخدمة للتحويل من نظام تشفير معين الى نظام تشفير آخر والشكل (3-10) يمثل دائرة فك تشفير لها مدخلان (X,Y) وأربعة مخارج (D_0,D_1,D_2,D_3).

الحد الاقصى لعدد المخارج في دائرة التشفير يعتمد على عدد المداخل من خلال العلاقة الاتية:

عدد المخارج = 2^N ، حيث N = عدد المداخل

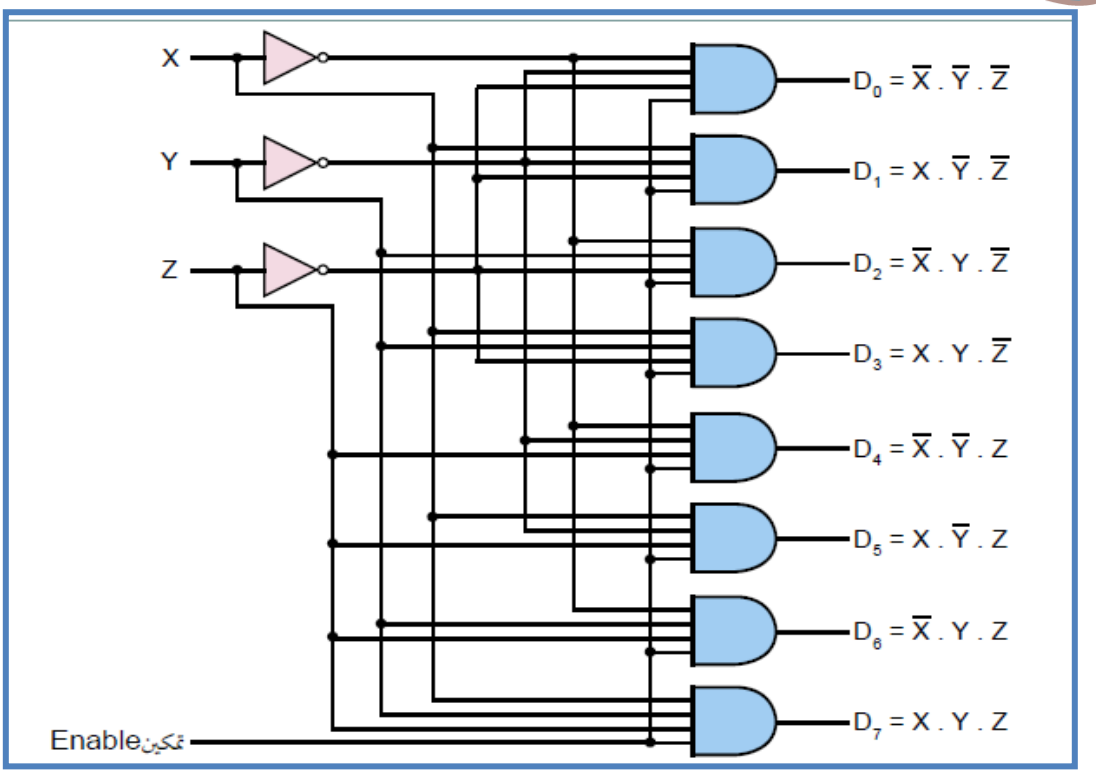
نستطيع أن نلاحظ من خلال جدول الحقيقة في الشكل (3-10) وبالإعتماد على حالة المداخل سوف يتم اختيار مخرج واحد ليتم تفعيله (يأخذ المنطق1). هذا ويمكن بناء دائرة فك التشفير باستخدام بوابات NAND أو NOR بدلا من بوابة AND وفي هذه الحالة يأخذ المخرج المفعل المنطق (0) في حين تأخذ المخارج الاخرى المنطق (1).



X	Y	D_0	D_1	D_2	D_3
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1

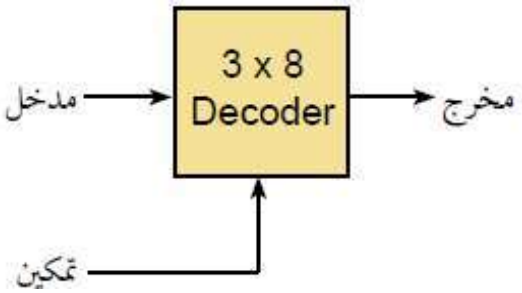
الشكل 3-10 دائرة فك التشفير المنطقية ذات مدخلين مع جدول الحقيقة

الشكل(3-10) يمثل دائرة فك التشفير التي تستقبل العدد الثنائي من خلال المدخلين X,Y ليتم تفعيل مخرج واحد من مخارجها الاربعة D3.....Do. وممكن ان تكون دائرة فك التشفير ذات ثلاثة مداخل وثمانية مخارج مع مدخل سماح أو تمكين (enable) الذي يسمح لمخارج الدائرة من العمل كما يوضحه الشكـــــل (3- 11 -أ).



الشكل 3- 11- أ دائرة فك التشفير المنطقية ذات الثلاثة مداخل

الشكل(3- 11- ب) يمثل جدول الحقيقة ودائرة فك التشفير التي تستقبل العدد الثنائي من خلال المداخل X,Y,Z ليتم تفعيل مخرج واحد من مخارجها الثمانية D7.....Do ليمثل الرقم بالنظام الثماني تعطى هذه الدائرة الاسم 3-8 line decoder .



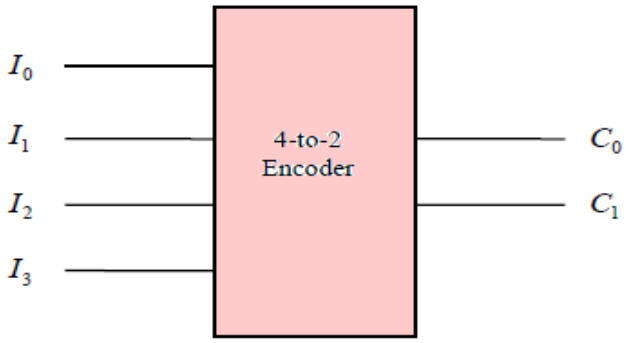
المداخل			المخارج							
z	y	x	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1

الشكل 3- 11- ب المخطط الكتلي لدائرة فك التشفير مع جدول الحقيقة

8-3 دائرة المشفر Encoder Circuit

كما هو واضح من التسمية فإن المشفر (Encoder) يؤدي عكس الوظيفة التي يؤديها فتح الشفرة (Decoder) حيث أن المشفر عبارة عن دائرة منطقية لها عدة أطراف دخل (Input Lines) ويكون واحد فقط من أطراف الدخل هذه نشطاً (Active) أي مساوياً 1 أما بقية أطراف الدخل تكون غير نشطة، أي مساوية 0، خرج الدائرة عبارة عن شفرة (Code) تمثل طرف الدخل النشط.

وفي ما يأتي الرمز المنطقي الشكل (12-3) و جدول الحقيقة (6-3) لمشفـــــر من نوع 4 الى 2 (4-to-2 Encoder).



الشكل 3-12 المخطط الكتلي لدائرة المشفرEncoder من نوع 4 الى 2

الجدول 3 – 6 جدول الحقيقة لدائرة المشفرEncoder من نوع 4 الى 2

I_3	I_2	I_1	I_0	C_1	C_0
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	1	0
1	0	0	0	1	1

رقم التمرين: (6-3) **الزمن المخصص:** 3 ساعات

إسم التمرين: دائرة فك التشفير Decoder Circuit (2 x 4)

مكان التنفيذ: مختبر التصميم المنطقي

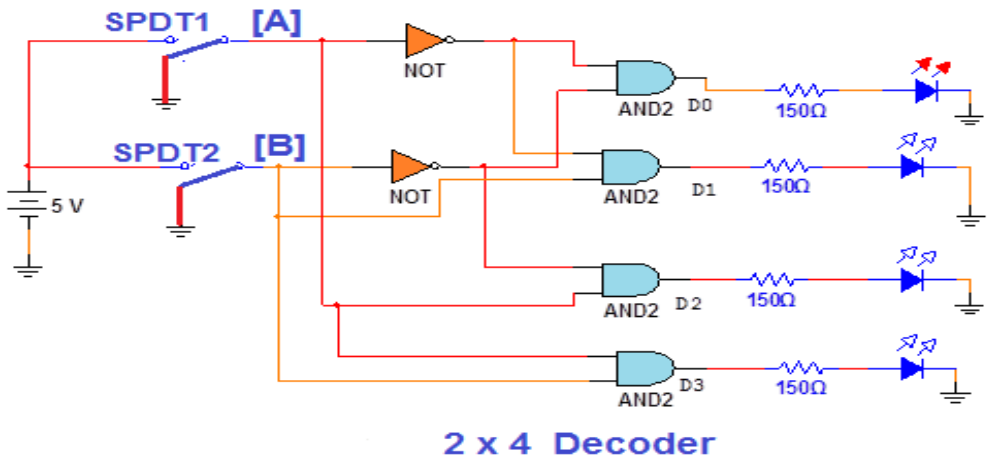
أولاً- الأهداف التعليمية:

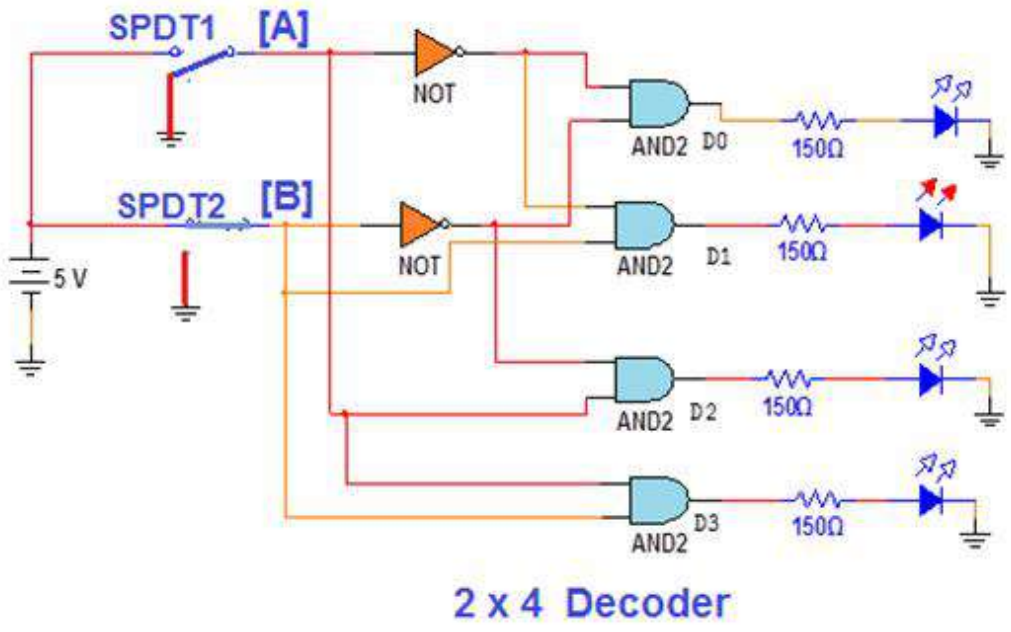
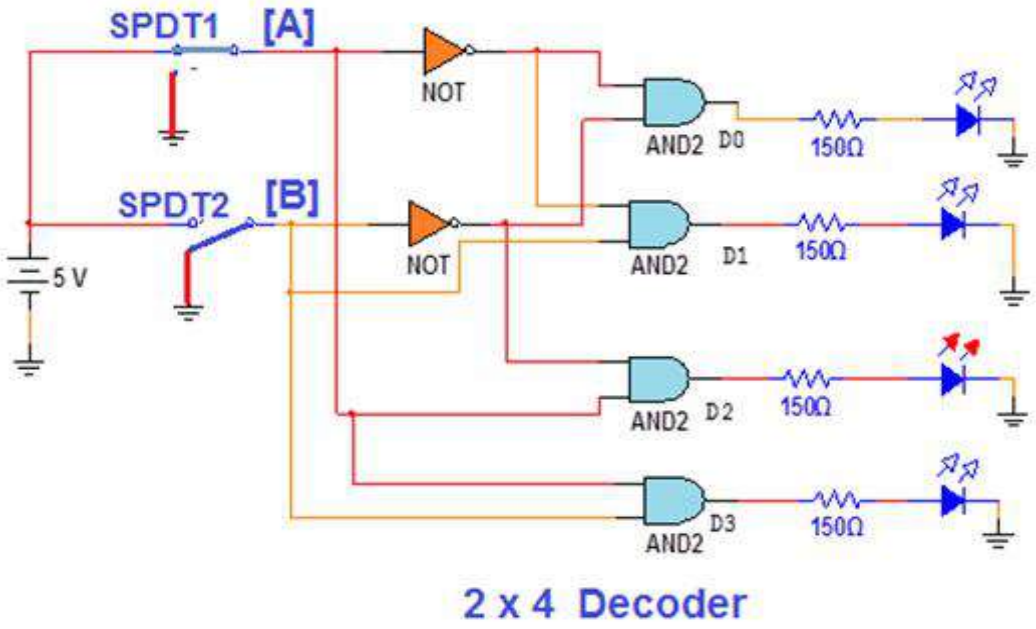
إن يكون الطالب قادراً على إنشاء دائرة فك الترميز العملية وتحقيق جدول الحقيقة.

ثانياً- التسهيلات التعليمية:

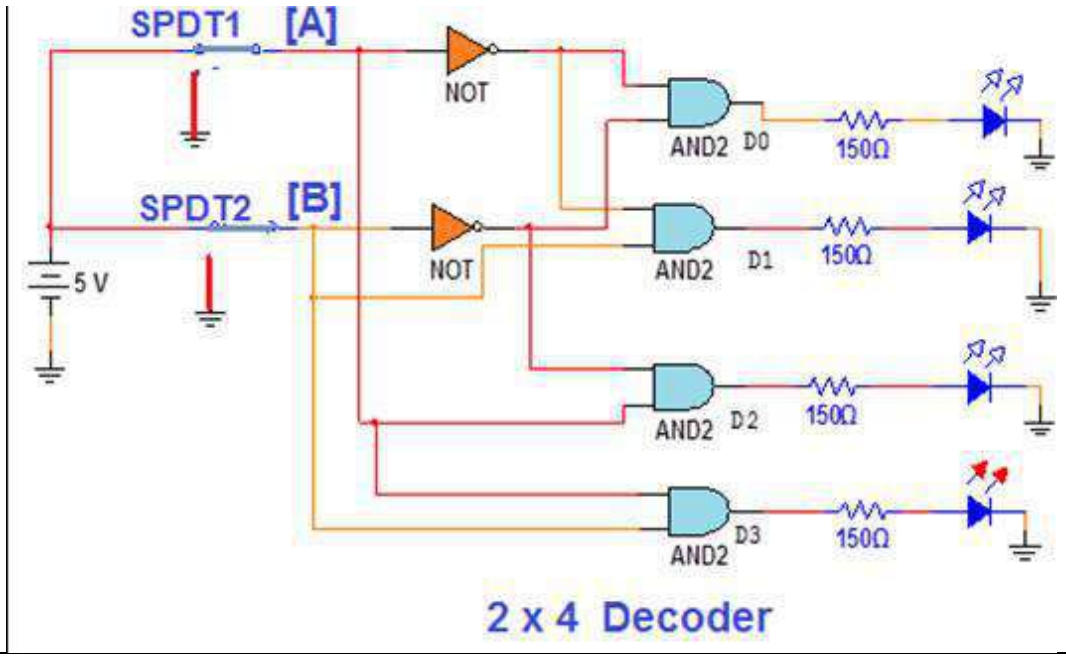
1- جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج EWB.
2- لوحة تجارب Bread Board.
3- منضدة عمل.
4- مجهز قدرة (0-30) فولت عدد/ 1.
5- ثنائي الانبعاث الضوئي (LED) عدد /4.
6- مفتاح SPDT عدد/2.
7- مقاومة Ω 150عدد /4.
8- الدوائر المتكاملة و (7408) AND و (7404) NOT.
9- أسلاك مرنة للتوصيل.

ثالثاً- خطوات العمل، النقاط الحاكمة، الرسومات.

1	إرتد بدلة العمل المناسبة لجسمك.
2	شغل جهاز الحاسوب وشغل برنامج EWB
3	نفذ الدائرة العملية في الشكل أدناه ثم حقق الحالة الاولى من جدول الحقيقة حيث (A=B=0) صل A و B بالأرضي (المنطق 0) ولاحظ توهج الثنائي D0 فقط.  2 x 4 Decoder

4	الآن حقق الحالة الثانية من جدول الحقيقة حيث (A=0,B=1) أي صل SPDT2 فقط بالمنطق 1 ولاحظ توهج الثنائي D1 كما في الشكل أدناه. 
5	الآن حقق الحالة الثالثة من جدول الحقيقة حيث (A=1,B=0) أي صل SPDT1 فقط بالمنطق 1 ولاحظ توهج الثنائيD2 كما في الشكل أدناه. 

6 الآن حقق الحالة الرابعة والاخيرة من جدول الحقيقة حيث (A=1,B=1) أي صل SPDT1 و SPDT2 كليهما بالمنطق 1 ولاحظ توهج الثنائي D3 كما في الشكل أدناه.

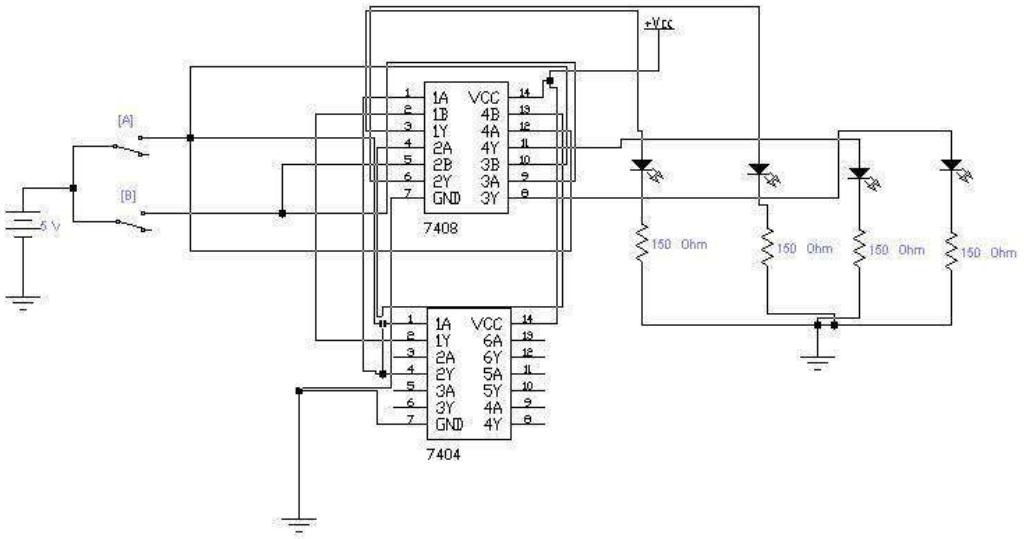


7 والآن ضع النتائج المستحصلة لديك في جدول الحقيقة وقارنها بالنتائج النظرية المبينة في أدناه.

A	B	D_0	D_1	D_2	D_3
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1

8 والآن أنتقل الى لوحة العمل الرئيسة:

1. إبن الدائرة المنطقية الموضحة في هذه الخطوة.
2. وتأكد من الجهد VCC على الطرف 14 باستخدام جهاز الافوميتير.
3. حقق جدول الحقيقة بتسليط الادخالات على SPDT1,SPDT2 ولاحظ توهج الثنائيات.
4. ضع النتائج المستحصلة ضمن جدول الحقيقة

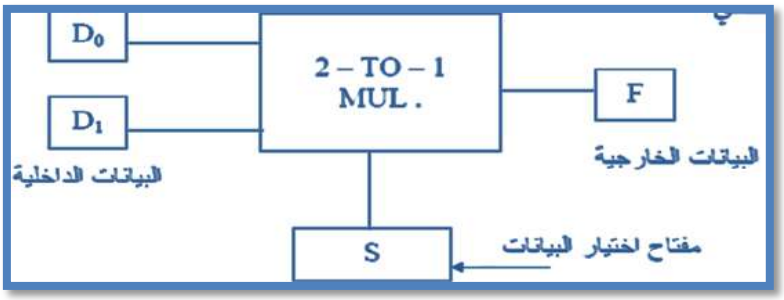


المناقشة:

- أرسم دائرة فك التشفير المنطقية لثلاث مداخل مع جدول الحقيقة.

9-3 دائرة الناخب متعدد المداخل The Multiplexer Circuit

هو إحدى الدوائر التوافقية ويسمى أيضاً بدائرة منتقي البيانات (Data Selector) ويكون في شكل دائرة متكاملة IC ويتكون من عدة بوابات منطقية (AND,OR,NOT)، ويمكن اعتباره العنصر الالكتروني المناظر للمفتاح الميكانيكي الدوار (Rotary Switch)، وكذلك هو دائرة منطقية تختار المعلومات من خطوط المداخل ويكون عدد مداخلها اثنين أو أكثر ولها مخرج واحد ومفتاح تحكم وفيما يأتي الشكل (3-13) يمثل المخطط الكتلوي الذي يوضح هذه الدائرة.

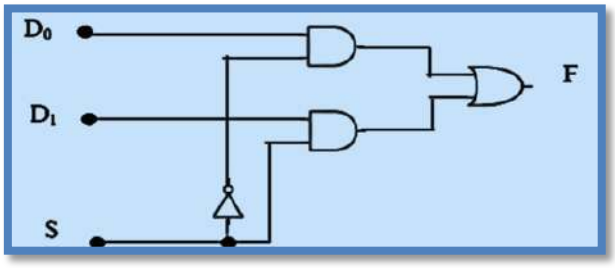


الشكل 3-13 يمثل مخططا كتلياً لدائرة متعددة المداخل

لهذا يمكن تعريف دائرة الاختيار المتعدد بانها دائرة لها عدة مداخل ومخرج واحد ، ويتم إختيار أحد المداخل لربطه بالمخرج من خلال خطوط خاصة باختيار المدخل Select line وعموما فالعلاقة بين عدد خطوط الاختيار وعدد المداخل تعطى من خلال العلاقة الآتية:

عدد المداخل = 2^N، حيث N = عدد خطوط الاختيار

وفيما يأتي الدائرة المنطقية ذات مدخلين (2X1) مع جدول الحقيقة في الشكل (3-14).



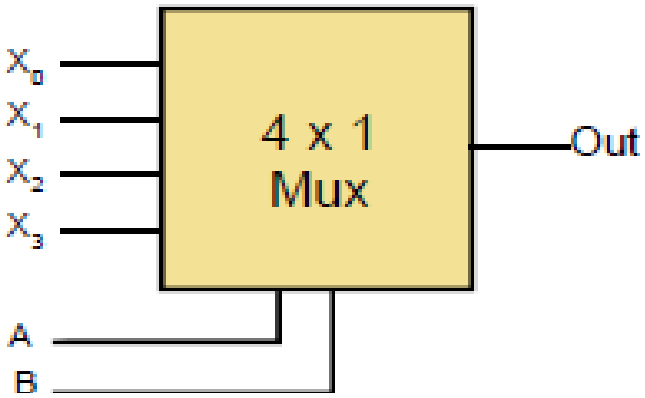
S	F
0	D_0
1	D_1

الشكل 3-14 الدائرة المنطقية لدائرة الاختيار المتعدد (2X1)

والشكل (3-15) يمثل المخطط الكتلي دائرة إختيار متعدد المداخل لها أربع مداخل X0,X1,X2,X3 ومخرج واحد OUT، يتم التحكم بعملها من خلال خطا االإختيار A,B

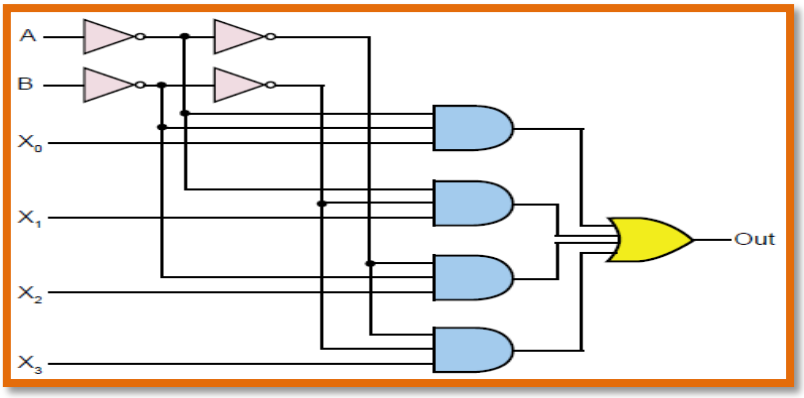
وتسمى هذه الدائرة بـ: (Multiplexer) 1 x 4 .

والشكل (3-15) يمثل الدائرة المنطقية متعددة المداخل 4X1.



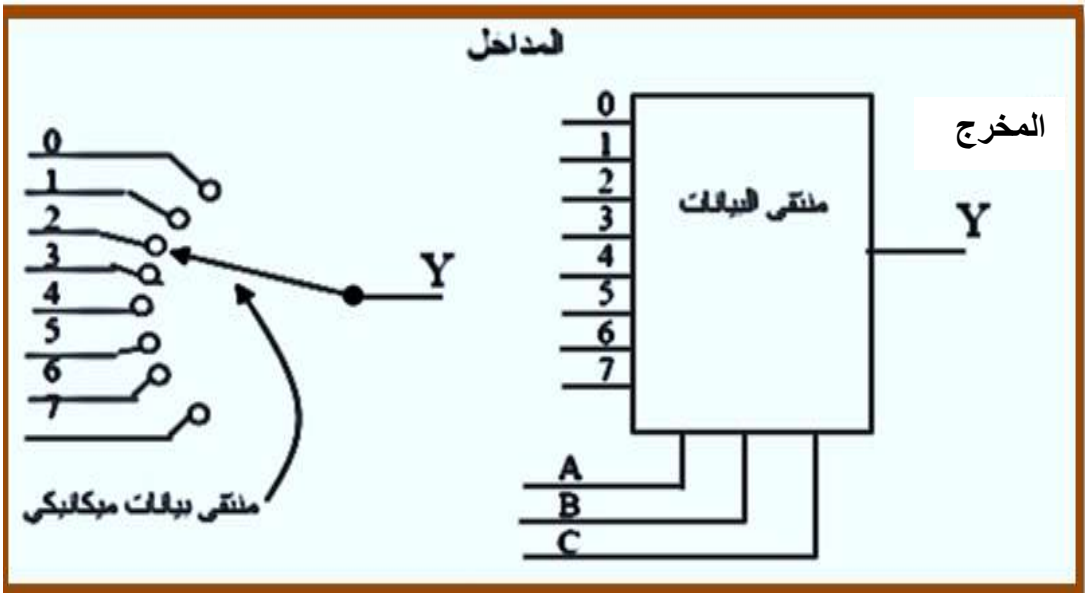
المدخل المختار	خطوط الاختيار	
	A	B
X_0	0	0
X_1	1	0
X_2	0	1
X_3	1	1

الشكل 3-15 رمز لدائرة متعددة المداخل باربع مداخل مع جدول الحقيقة



الشكل 3-16 يمثل الدائرة المنطقية متعددة المداخل (4X1)

وهكذا يمكن أن نزيد عدد الإدخالات لنحصل على دائرة (8X1,16X1,.....) كما يبينه الشكل (3-17).



الشكل 3-17 يمثل المخطط الكتلي لدائرة متعددة المداخل مع منتقى بيانات ميكانيكي

رقم التمرين: (3-7) **الزمن المخصص:** 3 ساعات

إسم التمرين: دائرة الناخب متعدد المداخل The Multiplexer Circuit

مكان التنفيذ: مختبر التصميم المنطقي

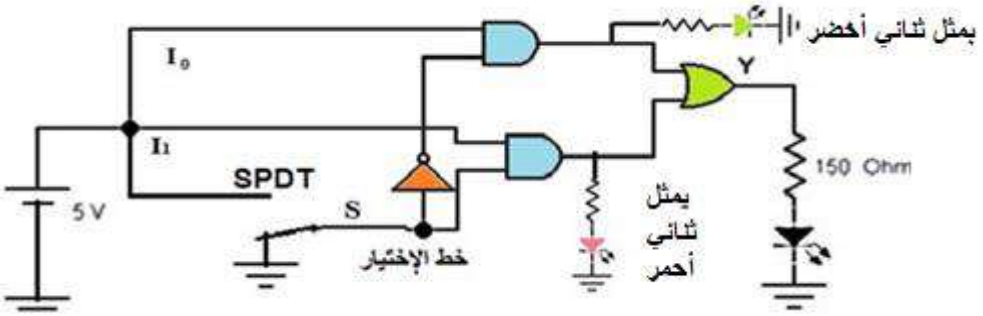
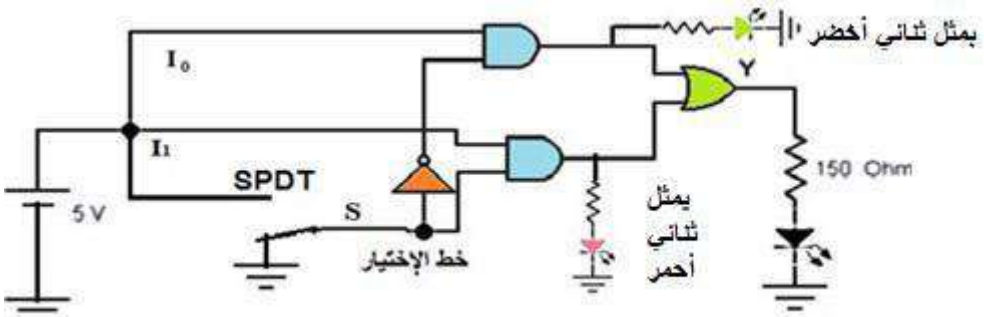
الأهداف التعليمية:

إن يكون الطالب قادراً على بناء دائرة الاختيار المتعدد (2X1) و(4X1) باستخدام البوابات والتحقق من عملها من خلال جدول الحقيقة.

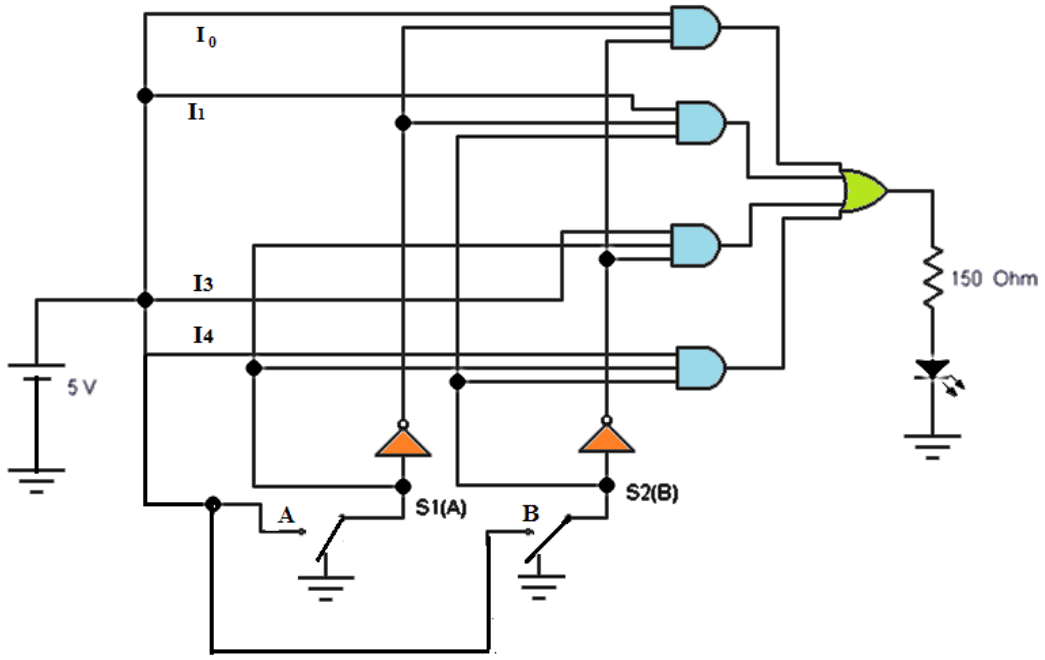
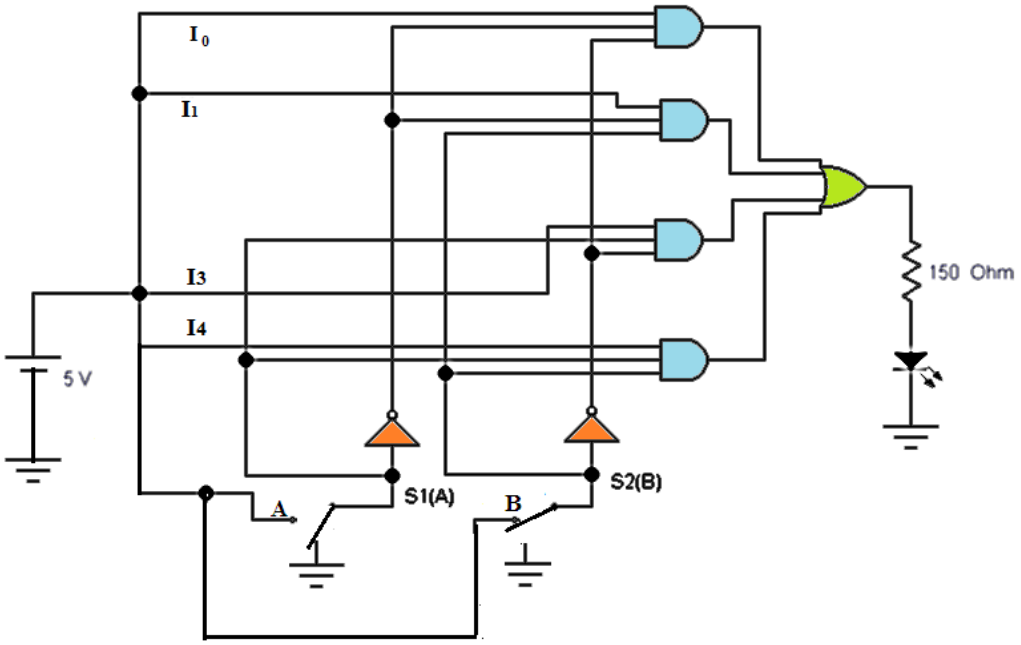
التسهيلات التعليمية:

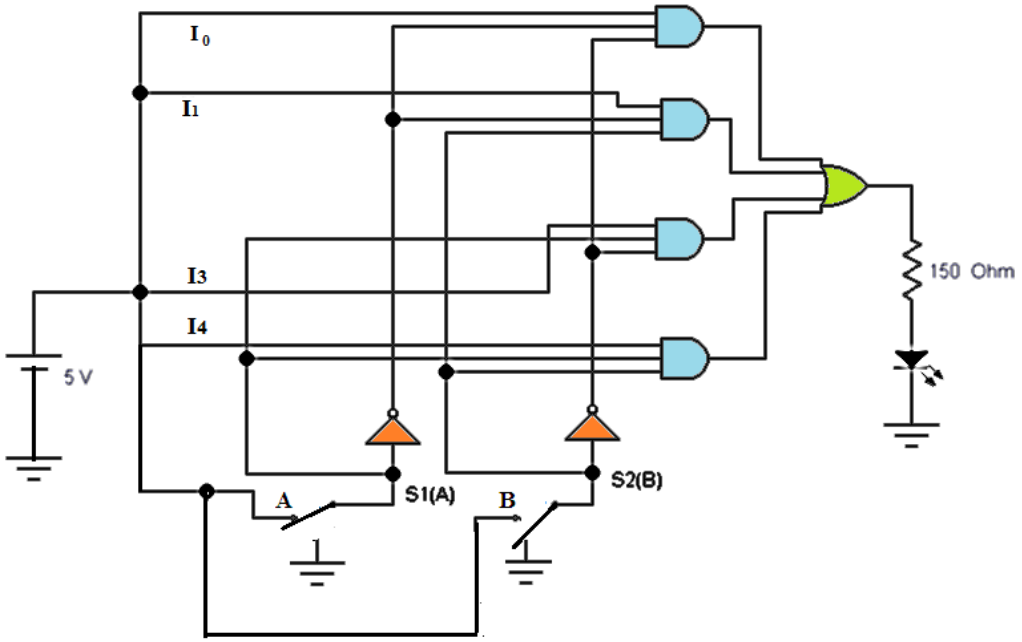
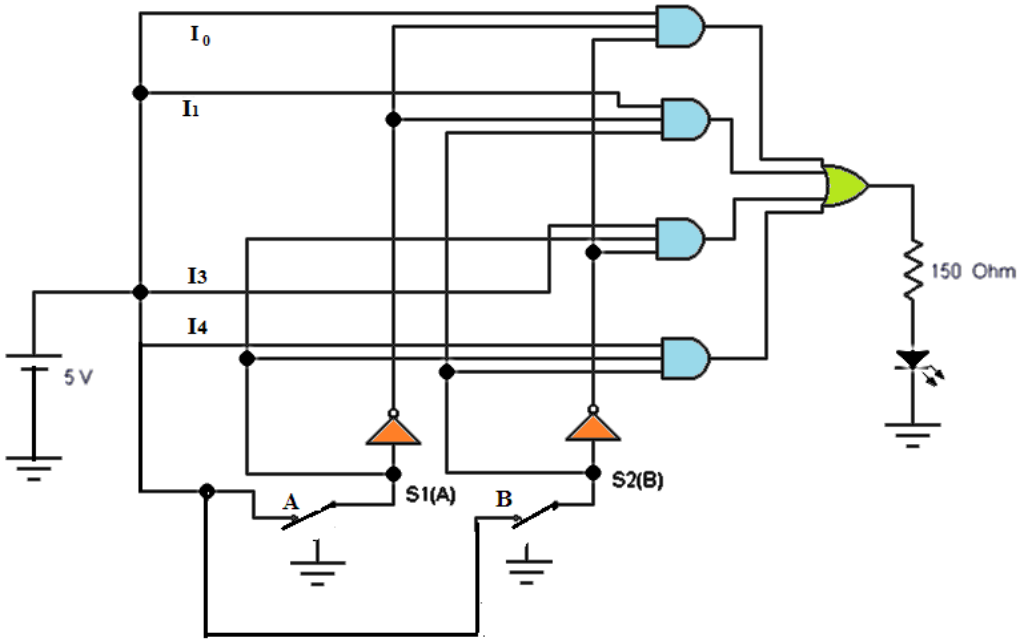
1. جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج EWB.
2. لوحة تجارب Bread Board.
3. مجهز قدرة (0-30) فولت عدد/ 1.
4. ثنائي الانبعاث الضوئي (LED) عدد /1.
5. مفتاح SPDT عدد/2.
6. مقاومة Ω 150عدد /1.
7. الدوائر المتكاملة OR (7432) و AND (7408) و NOT (7404).
8. أسلاك توصيل.

ثالثاً- خطوات العمل، النقاط الحاكمة، الرسومات

1	إرتد بدلة العمل المناسبة لجسمك.
2	شغل جهاز الحاسبة وشغل برنامج EWB.
3	قم بتنفيذ الدائرة في الشكل أدناه والتي تمثل دائرة متعددة المداخل (2X1). 1. صل خط الأختيار بالأرضي (المنطق 0).ولاحظ توهج الثنائي الأخضر والأخير.  2. نفذ الدائرة في الشكل أدناه ثم صل خط الاختياربمصدرالقدرة (المنطق1) ، ولاحظ توهج الثنائي الأحمر والأخير.  يمكن ترتيب النتائج في جدول الحقيقة الموضح في الشكل أدناه. يتم ربط ثنائيين باعثين للضوء احدهما اخضر يمثل خرج الإشارة I_0 والأخر يمثل خرج الإشارة I_1 للدلالة على اختيار الإشارة كما في الرسوم الموضحة أعلاه.

المدخل المختار	خط الاختيار
Y	S
I_0	0
I_1	1

4	نفذ الدائرة العملية في الشكل أدناه، والتي تمثل دائرة متعددة المداخل (4X1) ثم حقق الحالة الاولى من جدول الحقيقة حيث (A=B=0) صل B, A بالأرضي (المنطق 0) ولاحظ توهج الثنائي. 
5	الآن حقق الحالة الثانية من جدول الحقيقة حيث (A=0,B=1) أي صل B فقط بمصدر القدرة (المنطق 1) ولاحظ توهج الثنائي كما في الشكل أدناه. 

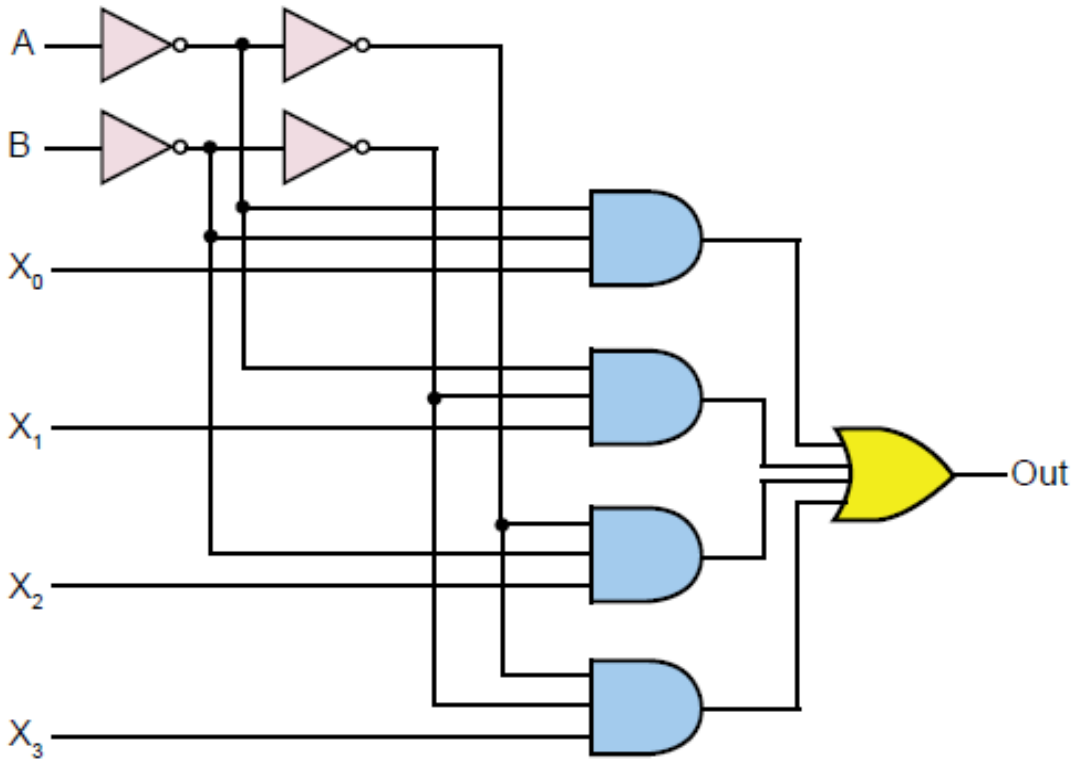
6	الآن حقق الحالة الثالثة كما في الشكل أدناه من جدول الحقيقة حيث (A=1,B=0) أي صل A فقط بمصدر القدرة (المنطق 1) ولاحظ توهج الثنائي. 
7	الآن حقق الحالة الرابعة كما في الشكل أدناه من جدول الحقيقة حيث (A=1,B=1) أي صل A و B كليهما بمصدر القدرة (المنطق 1) ولاحظ توهج الثنائي. 

8 دون النتائج المستحصلة في جدول الحقيقة في الشكل أدناه.

خطوط الاختيار		المدخل المختار
A	B	
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

9 **المناقشة:**

أي من المداخل ستظهر قيمته في الخرج اذا علمت ان (A=B=1) في الدائرة المبينة في الشكل أدناه.



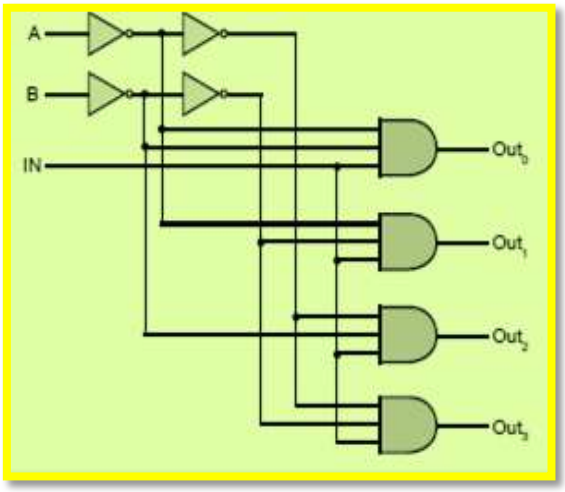
3–10 دائرة الناخب متعدد المخارج The Demultiplexer Circuit

وتسمى بدائرة موزع البيانات (Data Distributar) أيضاً وهي دائرة لها عدة مخارج ومدخل واحد، يتم اختيار أحد المخارج لربطه بالدخل من خلال خطوط الإختيار. العلاقة بين خطوط الاختيار وعدد المخارج يمكن تمثيلها بالعلاقة الآتية:

عدد المخارج = 2^N ، حيث N = عدد خطوط الاختيار

الشكل (3-18) يمثل دائرة الناخب متعدد المخارج ، حيث أربعة مخارج (Out 0,1,2,3) ومدخل واحد IN للبيانات، يتم التحكم بعملها من خلال خطي الإختيار A,B تسمى هذه الدائرة بـ (De- Multiplex 1 x 4)

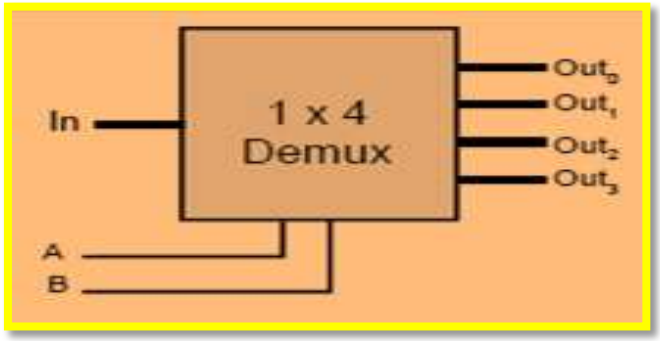
لابد من الإشارة عزيزي الطالب الا أنه اذا قمنا بتغذية المدخل IN في دائرة الاختيار المتعددة المخارج بالمنطق 1 فأن هذه الدائرة سوف تتصرف كدائرة فك تشفير.



المخرج المختار	خطوط الاختيار	
	B	A
Out0=In	0	0
Out1=In	1	0
Out2=In	0	1
Out3=In	1	1

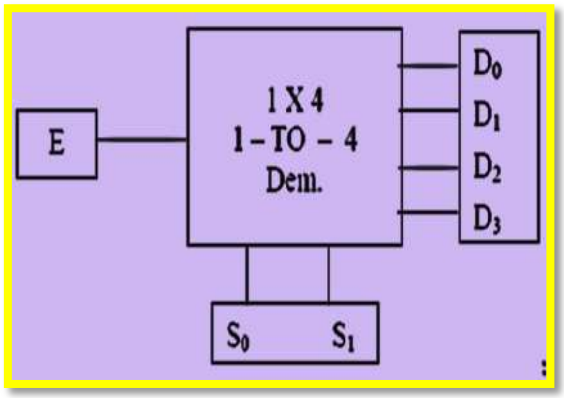
الشكل 3-18 دائرة الناخب متعدد المخارج مع جدول الحقيقة

أما الرمز المنطقي للدائرة المتعددة المخارج فيمكن تمثيله بالشكل (3-19).



الشكل 3-19 الرمز المنطقي لدائرة متعددة المخارج

كما ويمكن تمثيل الرمز المنطقي لهذه الدائرة وكذلك جدول الحقيقة لها بالشكل (3-20)



S_0	S_1	D_0	D_1	D_2	D_3
0	0	E	0	0	0
0	1	0	E	0	0
1	0	0	0	E	0
1	1	0	0	0	E

الشكل 3-20 يوضح التمثيل الآخر للرمز المنطقي وجدول الحقيقة لدائرة متعددة المخارج

رقم التمرين: (3-8) **الزمن المخصص:** 3 ساعات

إسم التمرين: دائرة الناخب متعدد المخارج De Multiplexer

مكان التنفيذ: مختبرالتصميم المنطقي

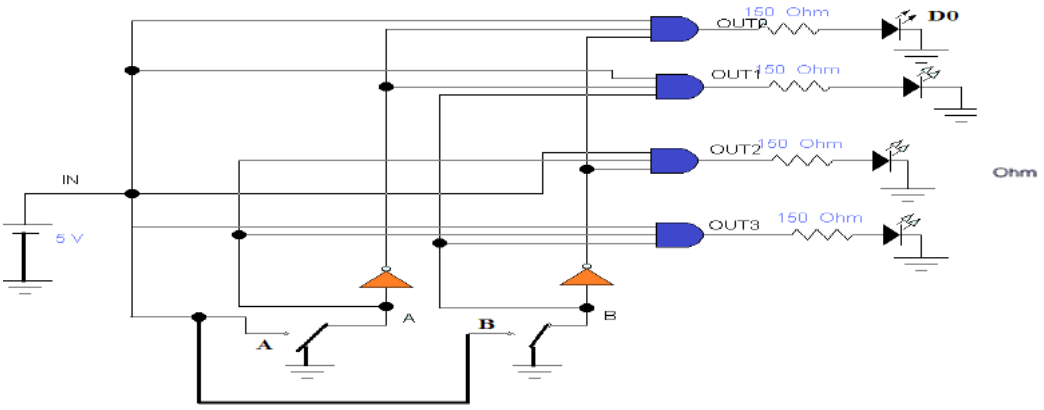
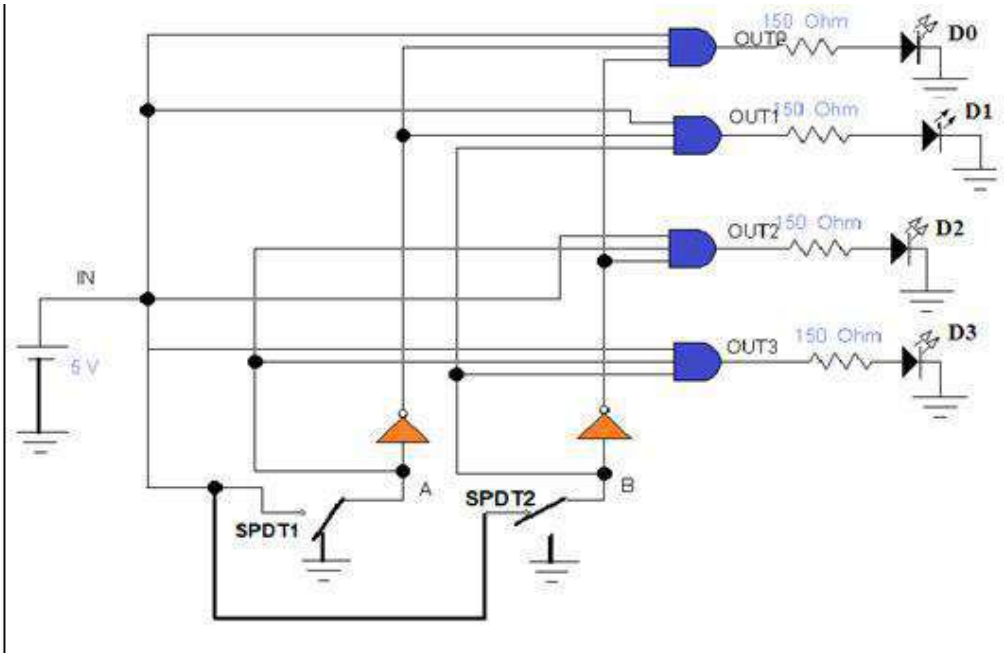
أولاً- الأهداف التعليمية:

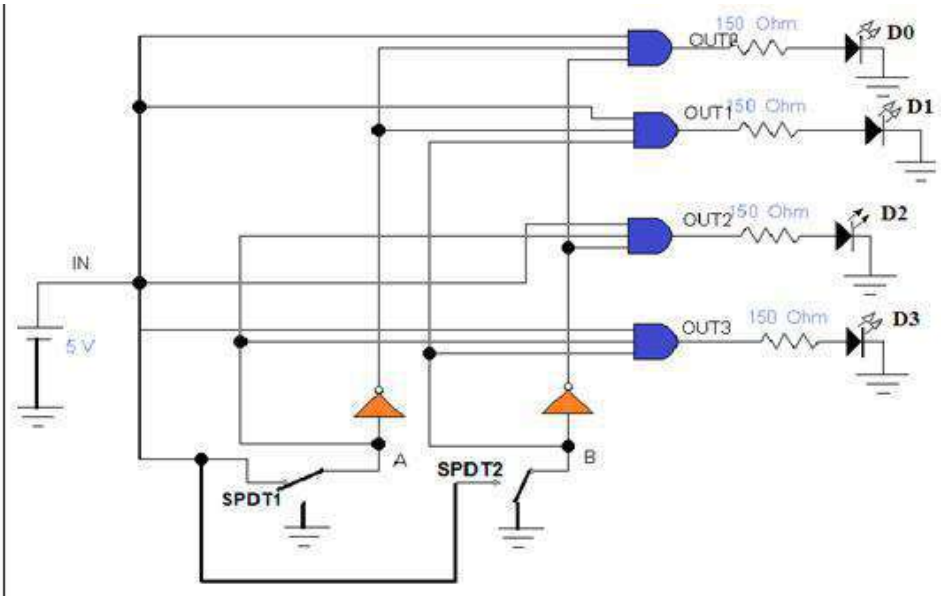
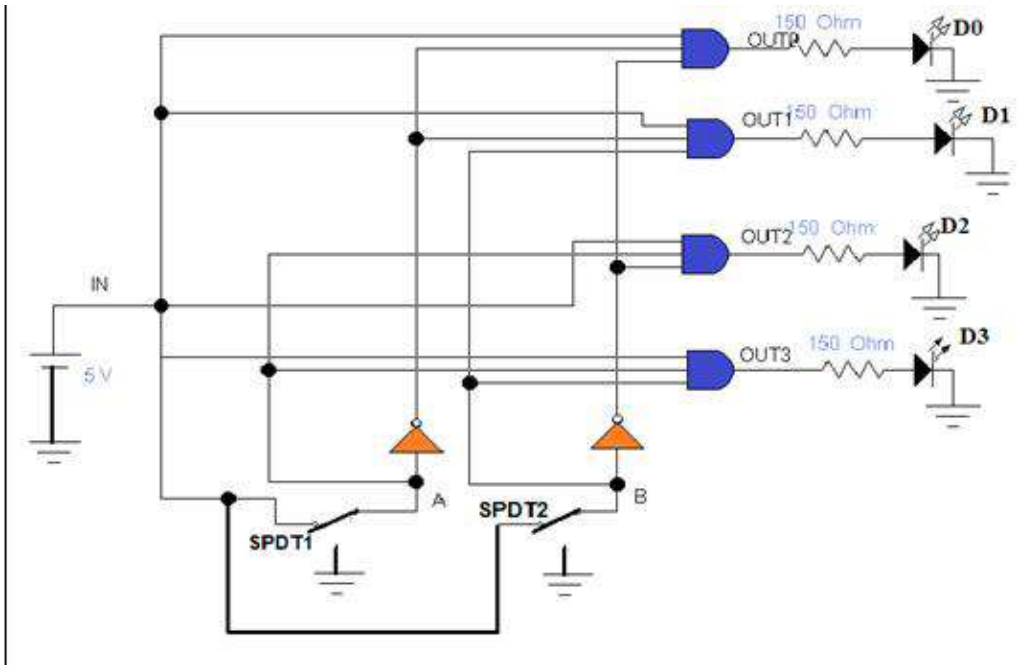
أن يكون الطالب قادراً على بناء دائرة الاختيار متعددة المخارج (1X4) بإستخدام البوابات والتحقق من عملها من خلال جدول الحقيقة.

ثانياً- التسهيلات التعليمية:

1. جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج EWB.
2. لوحة تجارب Bread Board.
3. منضدة عمل. مجهز قدرة (0-30) فولت عدد/ 1.
4. ثنائي الانبعاث الضوئي (LED) عدد /4.
5. مفتاح SPDT عدد/2.
6. مقاومة Ω 150عدد /4.
7. الدوائر المتكاملة و AND(7408). وNOT(7404).
8. أسلاك توصيل.

ثالثاً- خطوات العمل، النقاط الحاكمة، الرسومات.

1	إرتد عزيزي الطالب بدلة العمل المناسبة لجسمك.
2	شغل جهاز الحاسبة وشغل برنامج EWB.
3	نفذ الدائرة العملية في الشكل أدناه، ثم حقق الحالة الاولى من جدول الحقيقة حيث (A=B=0) صل A و B بالأرضي (المنطق 0) ولاحظ توهج الثنائي D_0 فقط. 
4	الآن حقق الحالة الثانية كما في الشكل أدناه، من جدول الحقيقة حيث (A=0,B=1) أي صل SPDT2 فقط بمصدر القدرة (المنطق 1) ولاحظ توهج الثنائي D1. 

5	الآن حقق الحالة الثالثة كما في الشكل أدناه، من جدول الحقيقة حيث (A=1,B=0) أي صل SPDT1 فقط بمصدر القدرة (المنطق 1) ولاحظ توهج الثنائي D2. 
6	الآن حقق الحالة الرابعة كما في الشكل أدناه ومن جدول الحقيقة حيث (A=1,B=1) أي صل SPDT1 و SPDT2 كليهما بمصدر القدرة (المنطق 1) ولاحظ توهج الثنائي D3. 

7 دون النتائج المستحصلة في جدول الحقيقة كما في الشكل أدناه.

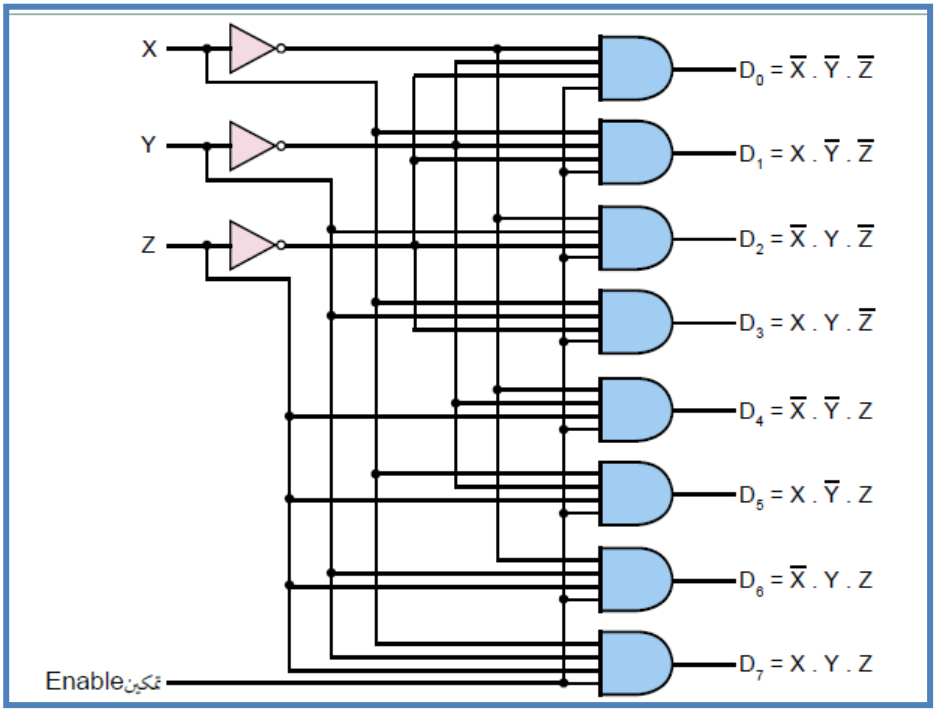
مداخل الاختيار		المدخل	المخارج			
B	A	IN	OUT0	OUT1	OUT2	OUT3
0	0	1				
0	1	1				
1	0	1				
1	1	1				

نستنتج من جدول الحقيقة أننا قمنا بتغذية المدخل IN بالمنطق 1 وهذا يجعل الدائرة تتصرف كدائرة فك التشفير.وعليه نستطيع كتابة الجدول الموضح في هذه الخطوة.

خطوط الاختيار		المخرج المختار
B	A	
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

8 **المناقشة:**

أكتب جدول الحقيقة للدائرة المنطقية في الشكل أدناه حسب العلاقة إزاء كل مخرج:



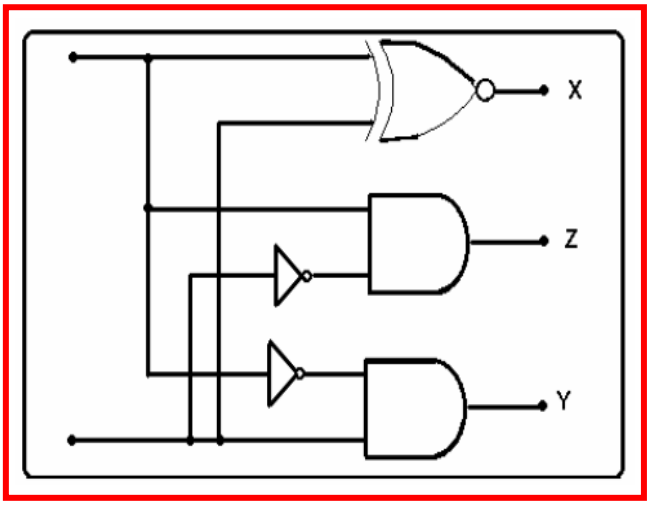
أسئلة الفصل الثالث

س1: صمم دائرة الجامع النصفي Half Adder تستقبل 4-bit لتقوم بعملية الطرح.

س2: صمم دائرة الطارح النصفي The Half Subtractor.

س3: صل دائرة المقارن Comparator الموضحة بالشكل أدناه واكتب جدول الحقيقة للمقارن الرقمي.

A



B

B	A	X	Y	Z
		A=B	A<B	A>B
0	0			
0	1			
1	0			
1	1			

أ- اوجد معادلة X.

ب- اوجد معادلة Y.

جـ - اوجد معادلة Z.

س4: صمم مع الرسم دائرة فك الشفرة Decoder من نوع 3 الى 8.

س5: ما المقصود بدائرة الناخب Multiplexer ؟ إشرح وظيفته مع رسم المخطط الكتلي للدامج 4 الى 1.

س6: ما المقصود بدائرة المُجمع Demultiplexer ؟ إشرح وظيفته مع رسم المخطط الكتلي للمفرق 1 الى 4.

الفصل الرابع

القلابات Flip-Flops

أهداف الفصل:

نسعى أن يكون الطالب قادراً على أن:

1- يفهم مبادىء دوائرالقلابات (النطاطات) وكيفية تشغيلها وفحصها بإستعمال برنامج EWB.

2- يتعرف على كيفية تصميم وتنفيذ الدوائر المنطقية للقلابات عملياً.

محتويات الفصل:

4-1 مقدمة.

4-2 القلابات Flip Flops.

4-3 القلاب نوع (RS).

(تمرين عملي 4-1): تطبيق القلاب RS

4-4 القلاب نوع (JK)

(تمرين عملي 4-2): تطبيق القلاب JK

4-5 القلاب نوع (T)

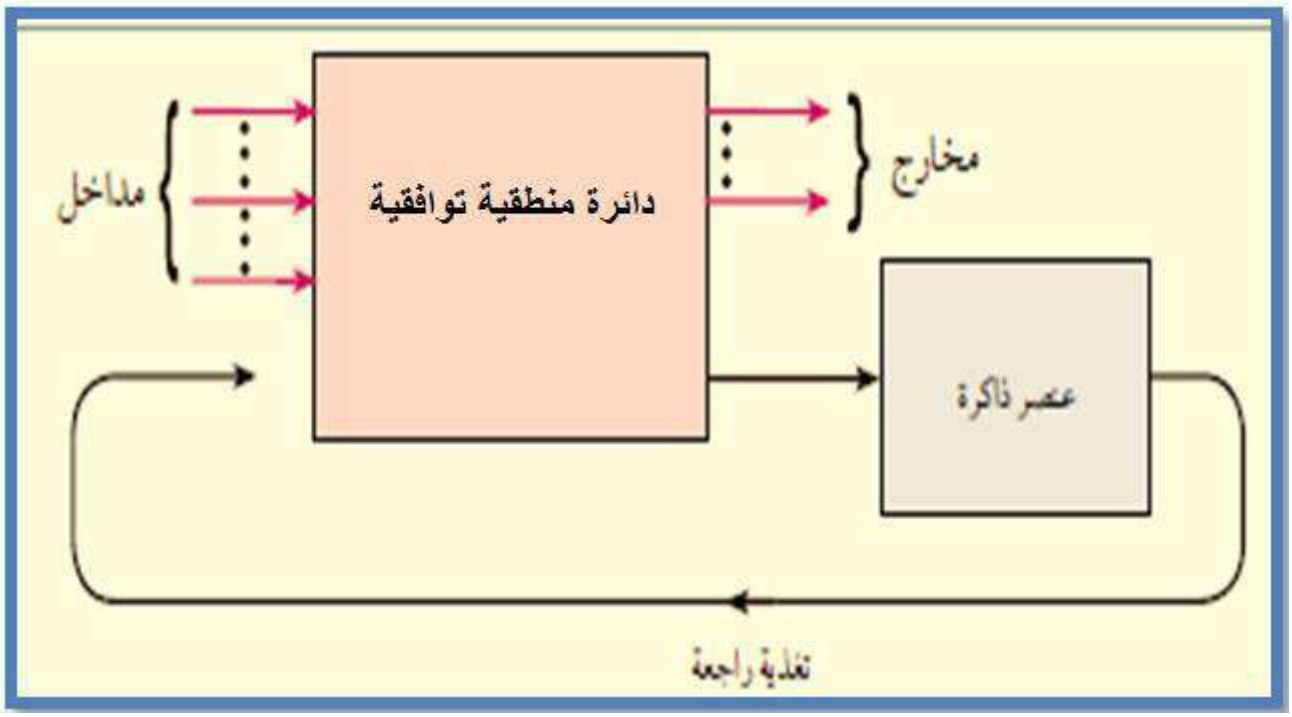
(تمرين عملي 4-3): تطبيق القلاب T

4-6 القلاب نوع (D)

(تمرين عملي 4-4): تطبيق القلاب D

1-4 تمهيـــــد

قبل البدء بشرح القلابات يجب أن نُعرّف الطالب بماهية الدائرة المنطقية التتابعية (Sequential Logic Circuit)، فهي عبارة عن دائرة مبنية بإستخدام البوابات المنطقية (دائرة منطقية توافقية) قيم مخارجها في أي لحظة تحسب من خلال مجموعة القيم اللحظية للمداخل والقيم السابقة للمخارج. لايمكن وصف عمل هذا النوع من الدوائر بإستخدام قوانين المنطق، ولكن من خلال جدول يتتبع زمنيا التغيرات على المخارج إعتماداً على كل من قيم المداخل الحالية كما في الشكل (4-1).



الشكل 4-1 يوضح دائرة منطقية تتابعية

2-4 القلابات Flip -Flops

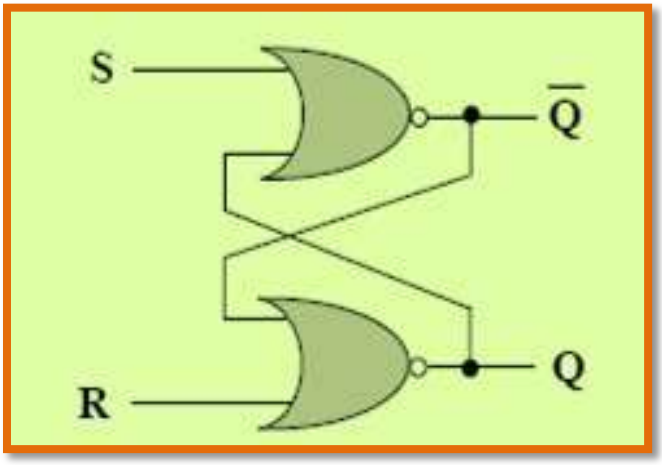
تسمى القلابات أيضا بالنطاطات، والنطاط هو عنصر الذاكرة في الدائرة المنطقية التتابعية الذي يكون قادراً على تخزين رقم ثنائي واحد يتم بناؤه بإستخدام البوابات المنطقية مع وجود تغذية راجعة. وتوجد خمسة أنواع مختلفة للنطاطات هي:

1. نطاط RS.
2. نطاط JK.
3. نطاط D.
4. نطاط T.
5. قلاب السيد – التابع Master-Slave Flip Flop.

3-4 قلابات نوع (RS) - (RS- Latch)

المساك RS يعتبر النطاط الأساسي في بناء النطاط JK بينما يبنى النطاط D من نطاط RS أو نطاط JK أما النطاط T فيبنى من نطاط JK ، وعلى العموم سوف نرى في التجارب اللاحقة أن جميع النطاطات مبنية من خلال نطاط أساسي هو نطاط RS.

أخذ هذا النطاط اسمه من الأحرف الأولى لكلمتي Set و Reset وتعنيان الوضع والإرجاع وقد يرد بصيغة أخرى هي RS، حيث تعني الأولى جعل قيمة الخرج مساوية الى المنطق واحد، في حين تعني الثانية جعله مساويا الى المنطق صفر، الشكل (2-4) يوضح الدائرة المنطقة للنطاط RS بإستخدام بوابات NOR.

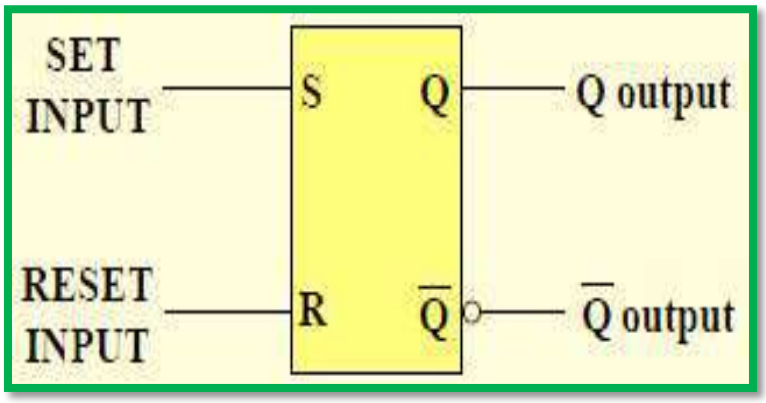


الشكل 2-4 يوضح المساك RS بإستخدام بوابتي NOR

يتضح من الشكل أعلاه وجود مدخلين يرمز لأحدهما بالرمز S ويعرف بالمدخل الفعال أو مدخل الوضع الفعال أو مدخل الوضع في الحالة (1) (Set input) ويرمز للاخر بالرمز R ويعرف بالمدخل غير الفعال أو مدخل الوضع في الحالة (0) (Reset Input) كما يوجد لها مخرجان يرمز لأحدهما بالرمز Q ويعرف بالمخرج الطبيعي، ويرمز للأخر بالرمز $\overline{Q}$ ويعرف بالمخرج المتتم.

يكون النطاط في حالة فعالة إذا كانت قيم المدخلين (S=1,R=0)، وعندها تكون حالة الخرجين ($\overline{Q}$=0,Q=1)، ويكون النطاط في حالة غير فعالة عندما تكون قيم المدخلين (S=0,R=1) وعندها تكون قيم الخرجين ($\overline{Q}$=0,Q=1)، أما في الحالة التي يكون فيها المدخلين (S=0,R=0) فإن حالة الخرجين ستبقى بنفس حالتها السابقة دون تغيير، ولابد الاشارة عزيزي الطالب الى أنه في الحالة التي يكون فيها المدخلين (S=1,R=1) فإن هذه الحالة تمثل الحالة الخطرة وغير مسموح بها والتي تسمى (Invalid Condition) لذا يجب محاولة تفادي هذه الحالة تجنبا للإخلال بعمل النطاط.

أما المخطط الكتلي للنطاط RS فيمكن تمثيله بالشكل (3-4).



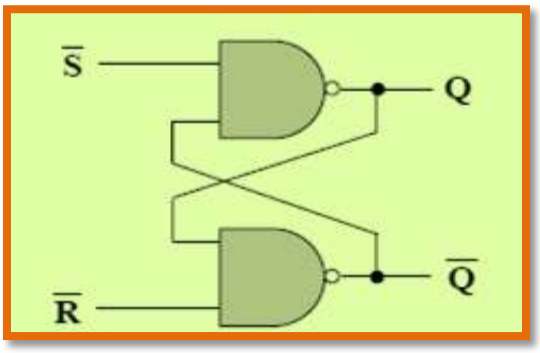
الشكل 4-3 المخطط الكتلي للنطاط RS

ونظراً لأن المستوى المنطقي الفعال للدخل لبوابة NOR هو (1) (أي مستوى الدخل الذي يحدث عنده تغير في حالة الخرج) لذا فإن جدول الحقيقة يكون بالصورة الموضحة بالشكل (4-4) وتسمى الدائرة بدائـــرة المدخلات الفعالة العالية (Active High Input).

المدخلات		الخرج	وضع التشغيل
S	R	Q	(Mode of Operation)
0	0	Q_0	وضع الإمساك (عدم التغير) No Change
0	1	0	الوضع الغير فعال Latch RESETS
1	0	1	الوضع الفعال Latch SETS
1	1	?	وضع الخطر أو وضع غير مسموح به Invalid condition

الشكل 4-4 يوضح جدول الحقيقة لدائرة المساك RS ذات المدخلات العالية

كما يمكن بناء هذا النطاط باستخدام بوابتي NAND بوجود تغذية راجعة كما هو واضح في الشكل (4-5)، ونظرا لأن المستوى الفعال لبوابة NAND هو (0) لذا فإن جدول الحقيقة في هذه الحالة سيأخذ الصورة الموضحة بالشكل (4-6) وتسمى الدائرة بدائرة النطاط ذات المدخلات الفعـــالة المنخفضـــة (Active Low Input).



الشكل 4-5 يوضح النطاط RS بإستخدام بوابتي NAND

المدخلات		الخرج	وضع التشغيل (Mode of Operation)
$\overline{S}$	$\overline{R}$	Q	
0	0	?	وضع الخطر أو وضع غير مسموح به Invalid condition
0	1	1	الوضع الفعال Latch SETS
1	0	0	الوضع الغير فعال Latch RESETS
1	1	Q_0	وضع الإمساك (عدم التغير) No Change

الشكل 4-6 يوضح جدول الحقيقة لدائرة المساك RS ذات المدخلات المنخفضة

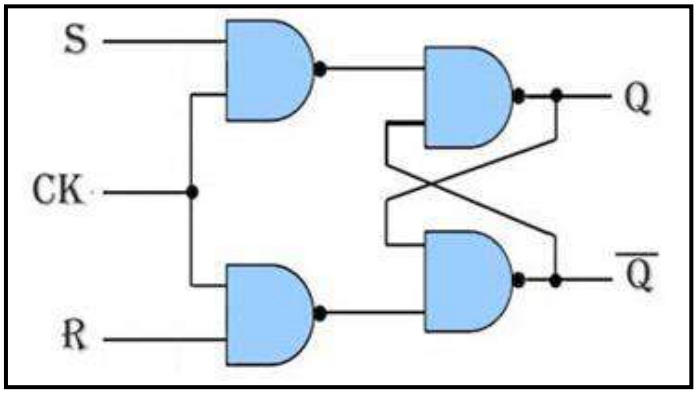
من خلال ملاحظة جدول الحقيقة في الشكل (4-6) نجد في الحالة الاولى عندما يكون كلا المدخلين بمستوى المنطق (0) فإن هذه الحالة ستكون الحظر وغير مسموح بها، أما الحالة الثانية فإنها تمثل الوضع الفعال، والحالة الثالثة تمثل الوضع غير فعال، أما الحالة الرابعة فهي تمثل حالة الامساك أي ابقاء النطاط على ماهو عليه وحسب حالته السابقة فتبقى المخارج في نفس الوضع الذي كانت عليه قبل حالة الامساك ولايحدث تغيير للمخارج عن حالتها السابقة.

أما بالنسبة للقلاب RS المتزامن:

تعرفنا في الفقرات السابقة على سلوك المساك (RS)، وعرفنا أن أي تغيير في قيم المدخلات (S،R) سيؤدي الى تغيير في قيم المخرجات (Q , $\overline{Q}$). أي بتعبير آخر أن المدخلات تؤثر في المخرجات تأثيرا مباشراً مثل الدوائر المنطقية التوافقية.

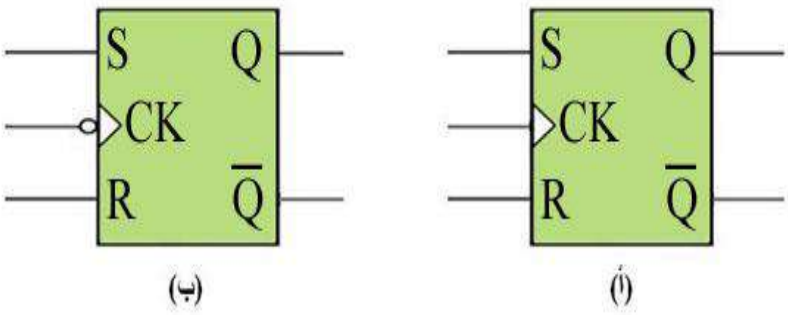
ولذلك فإن دائرة المساك (RS) والدوائر المنطقية التوافقية تعمل بشكل لا تزامني، أي لا توجد آلية تحكم بعملية (التأثير المباشر للمدخلات على المخرجات).

وينبغي أن نشير هنا الى إن النظم الالكترونيـــــة المنطقيـــــــة تحتاج الى دوائر القلاب المتزامنـــــــــة (أي قلاب له خاصيـة التحكم بالتأثير المباشر للمدخلات على المخرجات) حتى تتغلب على المشاكل التي قد تحدث نتيجـة تأخير انتقال المعلومات خلال النظام. وذلك لان ألتأخير في انتقال المعلومات سيؤدي الى إعاقة تسلسل المعلومات وفقا للتوقيت الزمني المطلوب. وللحصول على خاصية التزامن للقلاب (RS) يتم إضافـة بوابتين (NAND) الى دائرة القلاب (RS) الأساسي كما في الشكل (4 - 7).



الشكل 4- 7 دائرة القلاب RS المتزامن

حيث تظهر البوابتان الإضافيتان مع مدخل التزامن (CK)، ولكي يتم نقل البيانات الموجودة على المداخل (S،R) الى المخارج ($\overline{Q}$Q,) عن طريق وصول نبضـة تزامن من المدخل Clock Pulses (CK)، وهذه النبضة قد تكون موجبة وبالتالي يتم نقل البيانات الى الخرج عند وصول حافـة النبضة الموجبة أي عندما تنتقل النبضة من (0) الى (1). أوقد تكون النبضة سالبة وبالتالي يتم نقل البيانات الى الخرج عند وصول حافة النبضة السالبة أي عندما تنتقل النبضة من (1) الى (0) والشكل (4-8) يوضح المخطط الكتلي (Logic Symbol) للقلاب (RS المتزامن)، والذي يشبه الى حد كبير الماسك (RS غير المتزامن) الذي سبق شرحه مع إضافـة مدخل ثالث يسمى مدخل التزامن أو مدخل نبضة التزامن (Clock Pulse) أو (CK).



الشكل 4-8 المخطط الكتلي للقلاب RS المتزامن

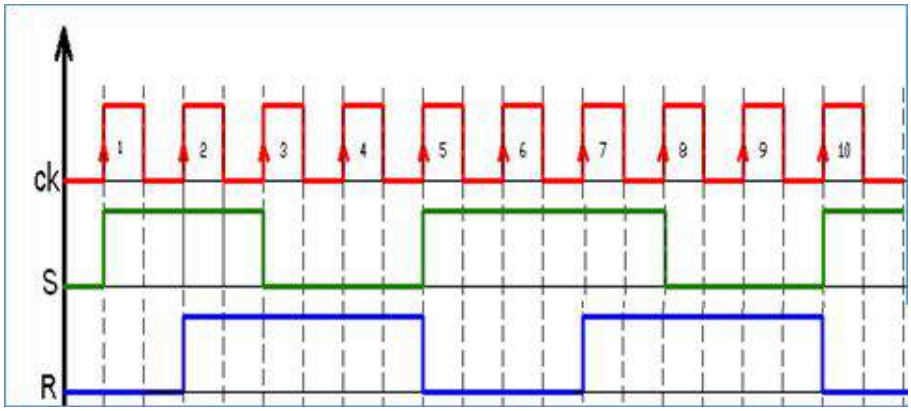
ونلاحظ في الشكل (4-8) (أ) عدم وجود حلقة دائرية صغيرة أمام مدخل التزامن (CK)، وهذا يعني إن مخرجات القلاب (RS) لن تتغير إلا عند وصول الحافة الموجبة لنبضة التزامن. أما في الشكل (4-8) (ب) فنلاحظ وجود حلقة دائرية صغيرة أمام مدخل التزامن (CK)، وهذا يعني إن مخرجات القلاب (RS) سوف تتغير إلا عند وصول الحافة السالبة لنبضة التزامن. أما الجدول (4-1) فإنه يمثل جدول الحقيقة للقلاب (RS) متزامن يعمل مع حافة النبضة الموجبة أي عندما تنتقل النبضة من (0) الى (1).

الجدول 4 – 1 جدول الحقيقة للقلاب (RS) المتزامن

المدخلات			المخرجات		أوضاع التشغيل
S	R	CK	Q	$\overline{Q}$	
1	0	↑	1	0	دائرة النطاط في حالة الضبط (Set)
0	1	↑	0	1	دائرة النطاط في حالة إعادة الضبط (Reset)
0	0	X	لا تغيير		دائرة النطاط في حالة الإمساك
1	1	↑	محظورة		الحالة المحظور أو غير المسموح به

مثال (1)

إذا كان شكل النبضات على المداخل (S , R , CK) لقلاب (RS) متزامن كما في الشكل التالي. إرسم شكل نبضات الخرج على (Q) على فرض أن الحالة التي عليها (Q) قبل وصول أول نبضة من نبضات التزامن هي (Q = 0).



شكل نبضات الدخول للقلاب RS المتزامن في المثال 1

الحل:-

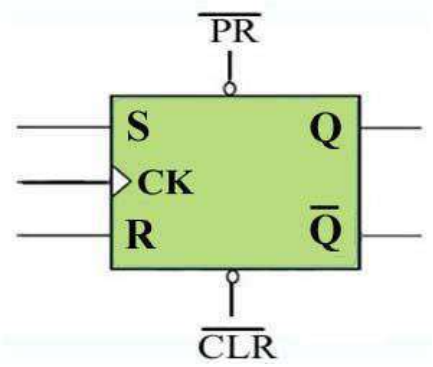
نقوم ببناء جدول ونضع فيه القيم الثنائيـــة المناظرة لنبضات الإشارة المسلطة على المدخلين (S, R) وفقط عندما تكون النبضة المدخل (CK) في حالة الصعود وبشكل متسلسل ثم نطبق القواعد التشغيل الأربعة الخاصة بالقلاب (RS) المتزامن والتي تعرفنا عليها في الفقرة السابقة لنجد قيم المخرجات (Q) وأوضاع التشغيل وكما موضح في جدول الحقيقة مثال(1).

جدول الحقيقة مثال 1

رقم النبضة	المدخلات			المخرجات	وضعية التشغيل
	CK	S	R	Q	
1	↑	1	0	1	دائرة القلاب في حالة الضبط (Set)
2	↑	1	1	1	دائرة القلاب في حالة الإمساك
3	↑	0	1	0	دائرة القلاب في حالة إعادة الضبط (Reset)
4	↑	0	1	0	دائرة القلاب في حالة إعادة الضبط (Reset)
5	↑	1	0	1	دائرة القلاب في حالة الضبط (Set)
6	↑	1	0	1	دائرة القلاب في حالة الضبط (Set)
7	↑	1	1	1	دائرة القلاب في حالة الإمساك
8	↑	0	1	0	دائرة القلاب في حالة إعادة الضبط (Reset)
9	↑	0	1	0	دائرة القلاب في حالة إعادة الضبط (Reset)
10	↑	1	0	1	دائرة القلاب في حالة الضبط (Set)

نبضات الدخول والخروج للمثال 1

هذا ويمكن أيضا تزويد دائرة القلاب المتزامن بمدخلين إضافيين (غير متزامنين)، لتحكم في تغيير حالة القلاب بدون أي تأثير من نبضة التزامن. ويطلق على أحدهما مدخل الضبط المسبق (Preset) ويرمز له ($\overline{PR}$)، ويطلق على الآخر مدخل المسح (Clear) ويرمز له ($\overline{CLR}$). ويبين الشكل (4 - 9) المخطط الكتلي لقلاب (RS) ويظهر المدخلان المتزامنان (S،R) الى جانب مدخل التزامن (CK) والمدخلان غير متزامنين، المدخل ($\overline{PR}$) الذي يجعل القلاب في حالة الضبط (Set) عند التأثير فيه، والمدخل ($\overline{CLR}$) الذي يجعل القلاب في حالة إعادة الضبط (Reset) عند التأثير فيه. وكذلك نلاحظ من المخطط الكتلي وجود حلقة دائرية صغيرة أمام المدخلين المتزامنين ($\overline{PR}$،$\overline{CLR}$)، وهذا يعني إن تنشيط المدخلين يتم عند وجود المستوى المنطقي (0) إنظر الى الشكل (4-9).



الشكل 4-9 المخطط الكتلي للقلاب RS المتزامن مع المداخل غير المتزامنة

هذا ويجب أن نشير هنا الى انه عند تنشيط احد المداخل المتزامنة (S،R) واحد المداخل غير المتزامنة ($\overline{PR}$،$\overline{CLR}$) في نفس الوقت فإن أولوية التشغيل تكون للمداخل غير متزامنة. فعند بدء التشغيل فإن دائرة القلاب أما تبدأ بحالة الضبط (Set) أي (Q=1)، أو إعادة الضبط (Reset) أي (Q=0). ويمكن أن يكون أي من المخرجين ذا نتائج غير مرغوبة لكون الخرج Q سيستخدم في التحكم بعناصر خارجية. ولهذا السبب فإن الدخل (Preset)، والدخل (Clear) يضافإن دائما كدخل مباشر في معظم شرائح دوائر القلابات. وبالتالي يمكن القول إن المداخل غير المتزامنة ($\overline{PR}$ ،$\overline{CLR}$) أقوى من المداخل المتزامنة (S،R). والجدول (4 - 2) يمثل جدول الحقيقة للقلاب (RS) المتزامن و يحتوي على مداخل غير متزامنة.

الجدول 4-2 جدول الحقيقة للقلاب (RS) المتزامن ذو مداخل فعالة عليا وغير متزامنة

أوضاع التشغيل	المخرجات		المدخلات				
	Q	$\overline{Q}$	CK	R	S	$\overline{CLR}$	$\overline{PR}$
دائرة نطاط غير متزامن في حالة الضبط (Set)	1	0	X	X	X	1	0
دائرة نطاط غير متزامن في حالة إعادة الضبط (Reset)	0	1	X	X	X	0	1
دائرة نطاط غير متزامن في حالة الإمساك	لا تغيير		X	X	X	0	0
دائرة نطاط غير متزامن في الحالة المحظورة أو الغير مسموح به	محظورة		↑	0	0	1	1
دائرة نطاط متزامن في حالة الضبط (Set)	1	0	↑	1	0	1	1
دائرة نطاط متزامن في حالة إعادة الضبط (Reset)	0	1	↑	0	1	1	1
دائرة نطاط متزامن في حالة الإمساك	لا تغيير		X	1	1	1	1
دائرة نطاط متزامن في الحالة المحظورة أو غير مسموح بها	محظورة		↑	0	0	1	1

رقم التمرين: (4-1) **الزمن المخصص:** 3 ساعات

إسم التمرين: تطبيق دائرة القلاب RS

مكان التنفيذ: مختبر التصميم المنطقي

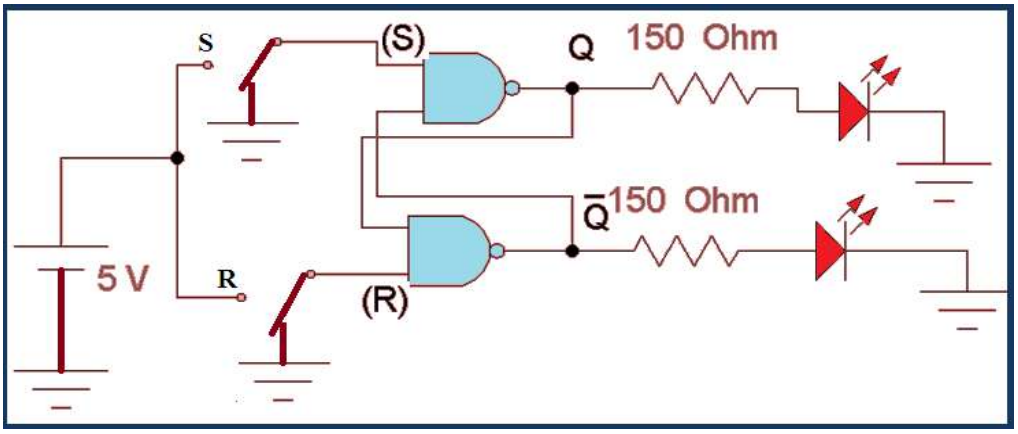
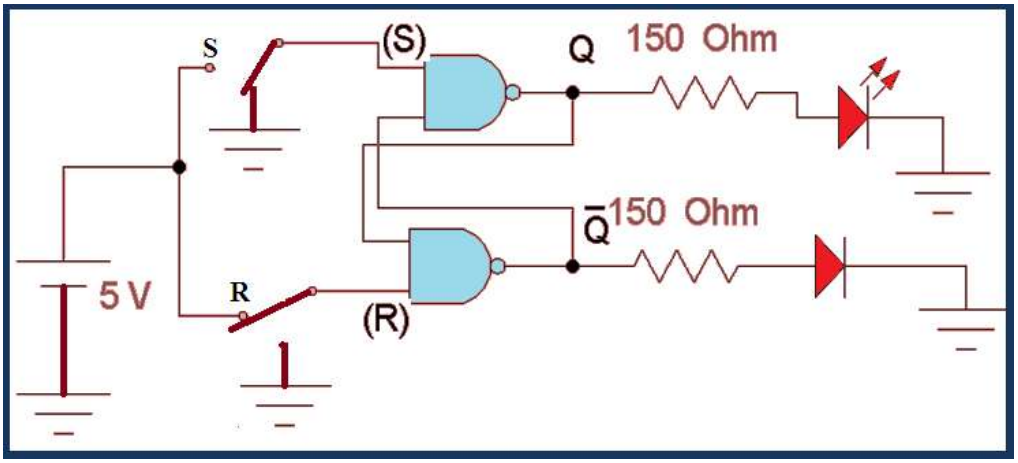
اولاً- الأهداف التعليمية:

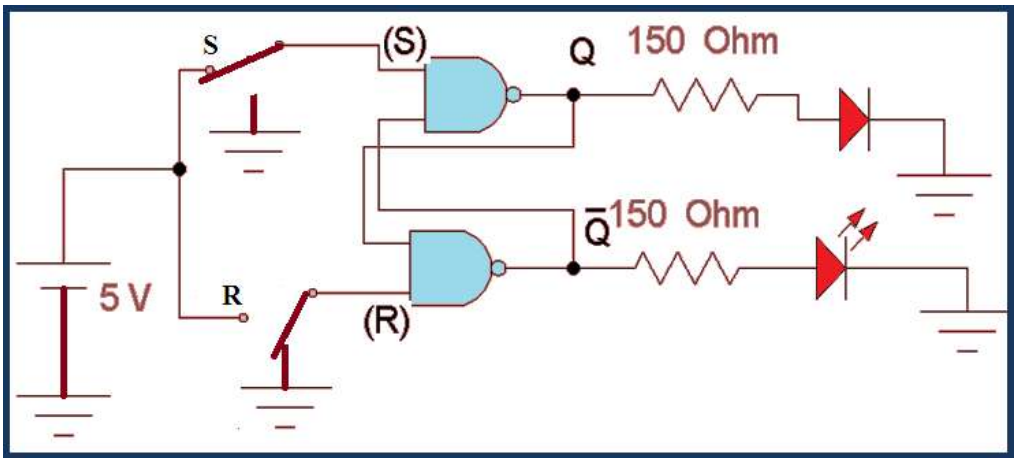
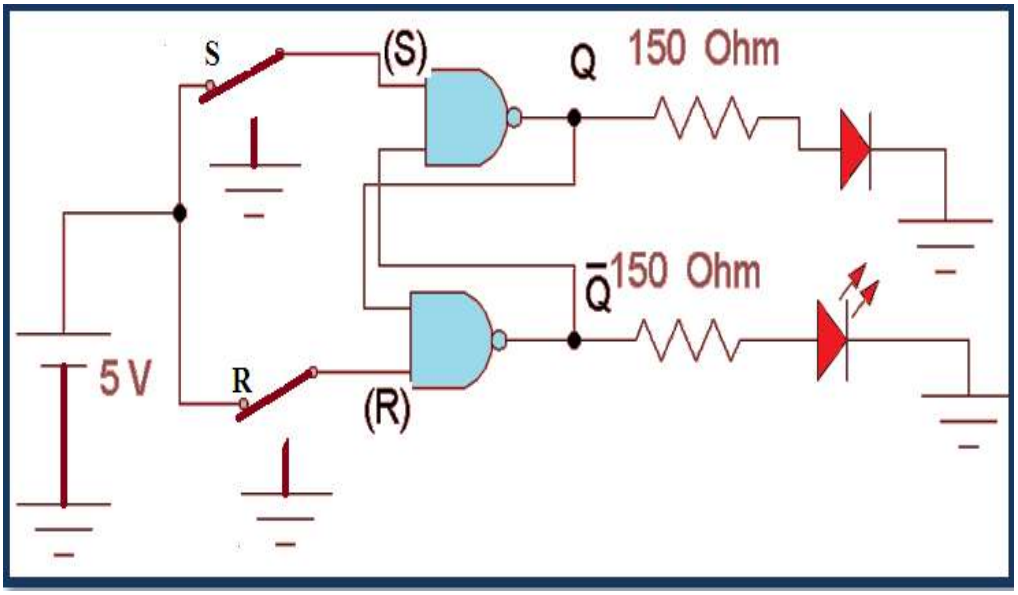
أن يكون الطالب قادراً عند دراسة عمل دائرة النطاط RS بإستخدام البوابات المنطقية NAND وتحقيق جدول الحقيقة.

ثانياً- التسهيلات التعليمية:

1. جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج الـ workbench.
2. لوحة تجارب Bread Board.
3. منضدة عمل.
4. الدائرة المتكاملة (7400) مع IC Base.
5. مجهز قدرة (0-30) فولت عدد/1.
6. مقاومة (150) اوم عدد/2.
7. مفتاح SPDT عدد/2.
8. ثنائي الإنبعاث الضوئي (LED) عدد/2.
9. أسلاك مرنة.

ثالثاً- خطوات العمل، النقاط الحاكمة، الرسومات.

1	إرتد بدلة العمل المناسبة لجسمك.
2	شغل جهاز الحاسوب وشغل برنامج EWB.
3	نفذ الدائرة في الشكل أدناه بإستخدام EWB. إجعل (S=R=0) ولاحظ هل توهج كلا الثنائيين أي تحقق حالة الحظر. ملاحظة: الدائرة تعمل بالمنطق المنخفض (0). 
4	صل المفتاح SPDT2 بالمنطق (1) ولاحظ توهج الثنائي الخرج Q فقط كما في الشكل أدناه. 

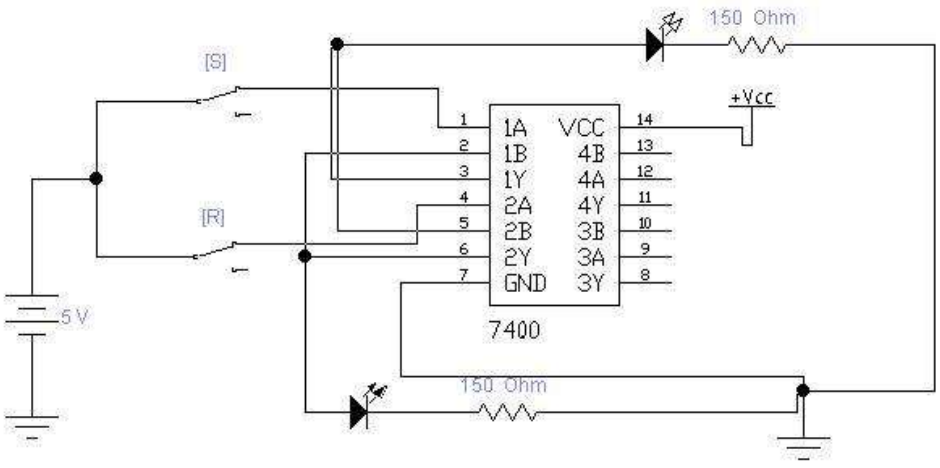
5	صل المفتاح SPDT1 بالمنطق (1) سيتوهج ثنائي الخرج ($\overline{Q}$=1) كما في الشكل أدناه. 
6	صل كلا المفتاحين بالمنطق (1) سوف يبقى النطاط محتفظاً بحالته السابقة كما في الشكل أدناه. 

7 سجل النتائج ضمن جدول الحقيقة المبين في الجدول أدناه.

$\overline{S}$	$\overline{R}$	Q	
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

8 إنتقل عزيزي الطالب الى منضدة العمل:

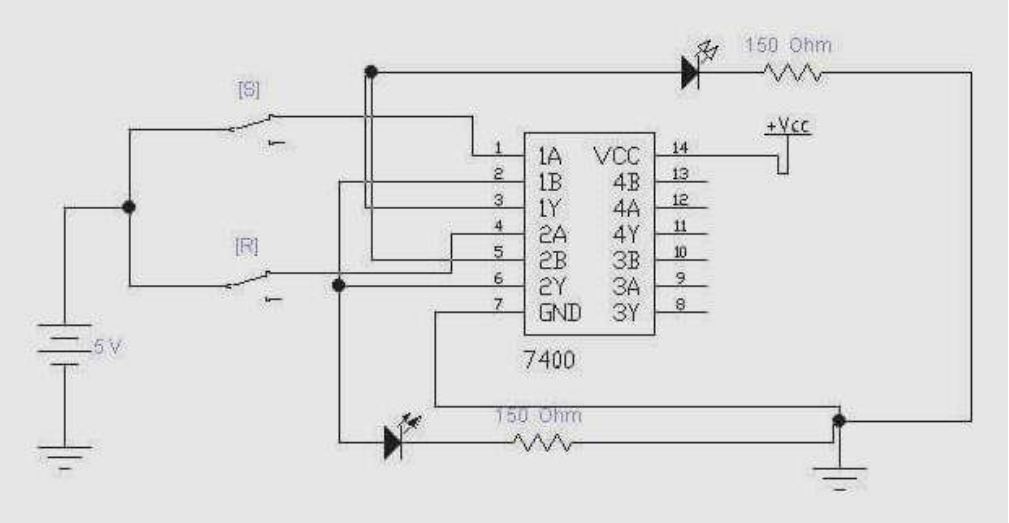
1. إربط الدائرة المنطقية في الشكل أدناه.
2. صل الطرف 7 للدائرة المتكاملة بالارضي والطرف 14 بمصدر الجهد VCC وتأكد من قيمة الجهود المستخدمة بإستعمال الافوميتير.
3. صل المداخل S,R بالمفتاحين SPDT1,SPDT2.
4. صل المخارج بالثنائيات الضوئية.
5. قم بتغذية الدائرة وتشغيل المفاتيح.
6. حقق جدول الحقيقة بحسب الادخالات الموجودة في جدول الحقيقة.



9

المناقشة:

1- نفذ الدائرة في الشكل أدناه باستخدام برنامج EWB.

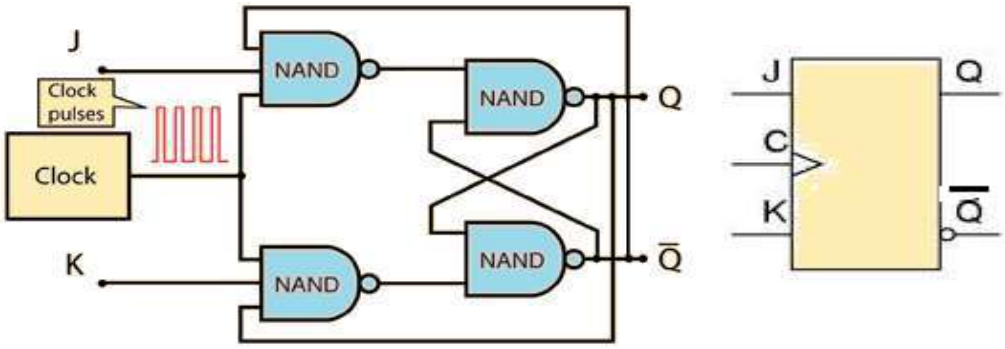


2- ثبت النتيجة في جدول الحقيقة وسجلها في دفتر الملاحظات للحالات التالية في الجدول أدناه.

S	R	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

4-4 القلاب نوع J-K (JK Flip Flop)

تعد دائرة القلاب JK من أكثر أنواع النطاطات استخداما، والرمزان JK يمثلان الدخل لهذا النطاط وليسا اختصاراً لأي كلمة، أما طريقة عمله فهي تماثل تماماً طريقة عمل النطاط RS في الحالات الثلاثة الأولى (الإمساك، الفعالة SET، غير الفعالة RESET). والفرق إنه ليس له حالة حظر كما في النطاط RS بل يقوم بتحديد شروط المخرج عندما تكون المداخل J,K عند المنطق (1) وفي وجود نبضة التزامن كما في الشكل (4-10).



الشكل 4-10 يوضح الدائرة المنطقية للنطاط JK مع المخطط الكتلي

لاحظ -عزيزي الطالب- من الشكل (4-10) أن مخرجي النطاط موصلان على الدخل مرة أخرى، والجدول في الشكل (4-11) يبين حالات القلاب فالحالة الاولى هي حالة الإمساك أو عدم التغيير بينما الحالة الثانية هي الحالة غير فعالة، والثالثة هي الحالة الفعالة، أما الحالة الرابعة فتسمى حالة التبدل (Toggle)، فعندما يكون كل من الدخلين JK في المنطق (1) فإن الخرج يتحول الى الحالة العكسية له عندما تصل نبضة التزامن الى المدخل CK.

المدخلات			الخرج	وضع التشغيل
J	K	CK	Q	(Mode of Operation)
0	0	↑	Q_0	وضع الإمساك (عدم التغير) No Change
0	1	↑	0	الوضع غير الفعال (RESET)
1	0	↑	1	الوضع الفعال (SET)
1	1	↑	$\overline{Q}_0$	وضع التبديل Toggle

↑ = نبضة الساعة تتغير من (٠) الى (١)

Q_0 = الخرج الموجود قبل وصول أول نبضة تزامن

الشكل 4-11 جدول الحقيقة للنطاط JK ذو نبضة التزامن

رقم التمرين: (2-4) **الزمن المخصص:** 3 ساعات

إسم التمرين: دائرة القلاب JK

مكان التنفيذ: مختبر التصميم المنطقي

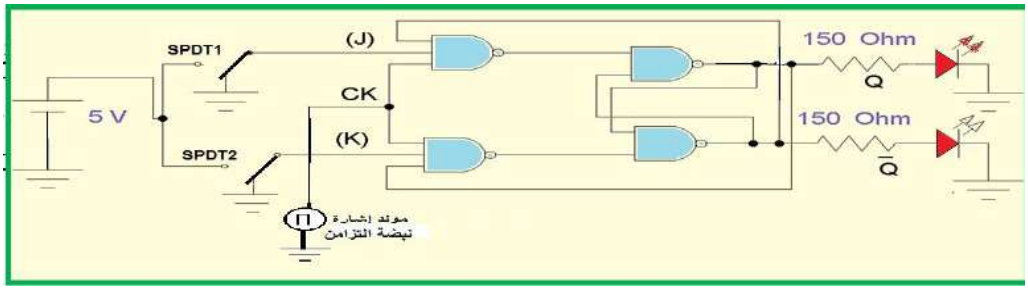
أولاً- الأهداف التعليمية:

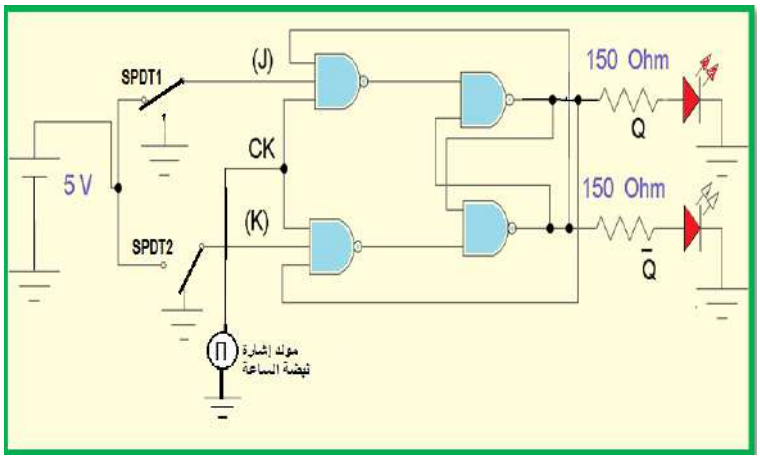
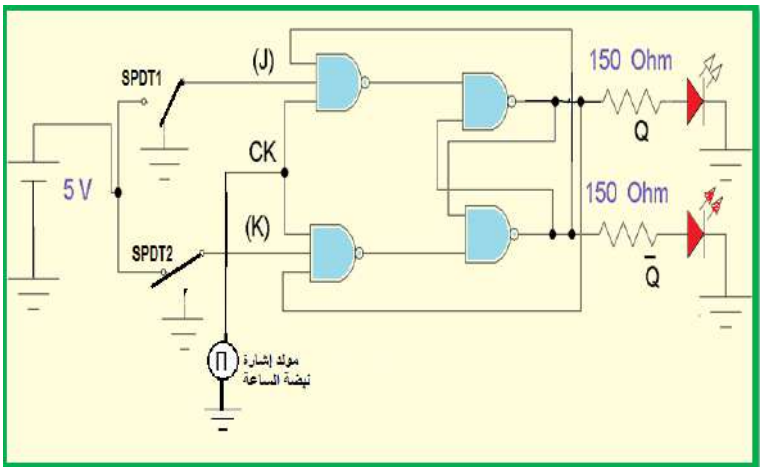
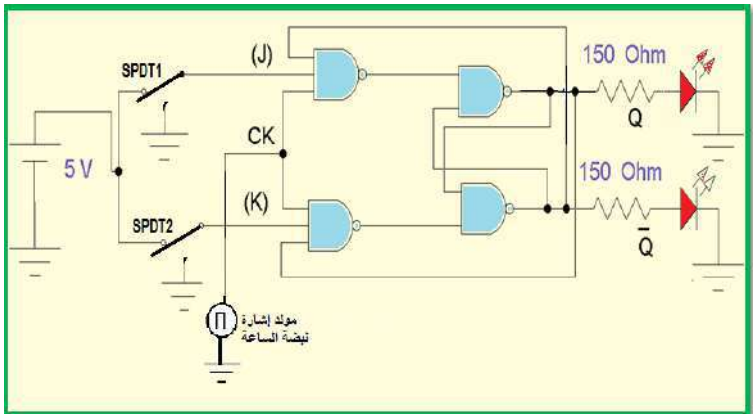
ان يكون الطالب قادر على دراسة عمل دائرة القلاب JK بإستخدام البوابات المنطقية NAND وتحقيق جدول الحقيقة.

ثانياً- التسهيلات التعليمية:

1. جهاز كومبيوتر يتوفر فيه برنامج الـ EWB.
2. لوحة تجارب Bread Board.
3. منضدة عمل.
4. الدائرة المتكاملة (7473) مع IC Base.
5. مجهز قدرة (0-30) فولت عدد/1.
6. مصدر توليد إشارة نبضة التزامن CK عدد /1.
7. مقاومة (150) أوم عدد/2.
8. مفتاح SPDT عدد/3.
9. ثنائي الإنبعاث الضوئي (LED) عدد/2.
10. أسلاك مرنة.

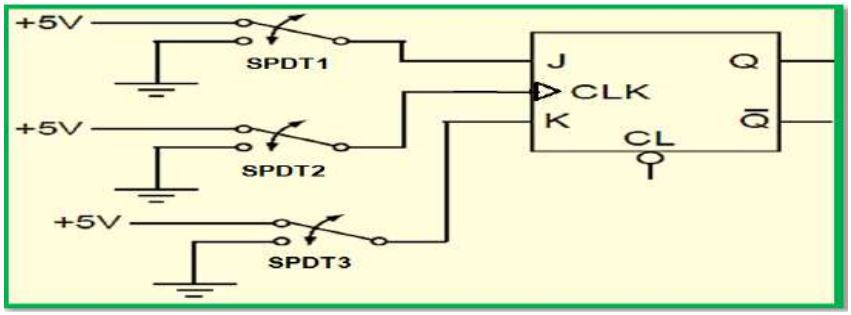
ثالثاً- خطوات العمل، النقاط الحاكمة، الرسومات

1	إرتد بدلة العمل المناسبة لجسمك.
2	شغل جهاز الحاسوب وشغل برنامج EWB.
3	نفذ الدائرة باستخدام EWB كما في الشكل أدناه، إجعل (J=K=0) ولاحظ هل يتم توهج أي من الثنائيين الضوئيين؟ 

4	صل المفتاحين حسب قيم (J=1, K=0) كما في الشكل أدناه ولاحظ هل يتم توهج أي من الثنائيين؟ سجل القراءة. 
5	صل المفتاحين حسب قيم (J=0, K=1) كما في الشكل أدناه ولاحظ هل يتم توهج أي من الثنائيين؟ سجل القراءة. 
6	صل المفتاحين حسب قيم (J=1, K=1) كما في الشكل (4) ولاحظ هل يتم توهج أي من الثنائيين؟ سجل القراءة. 

7 إنتقل عزيزي الطالب الى منضدة العمل، نفذ الدائرة باستخدام workbench كما في الشكل أدناه:

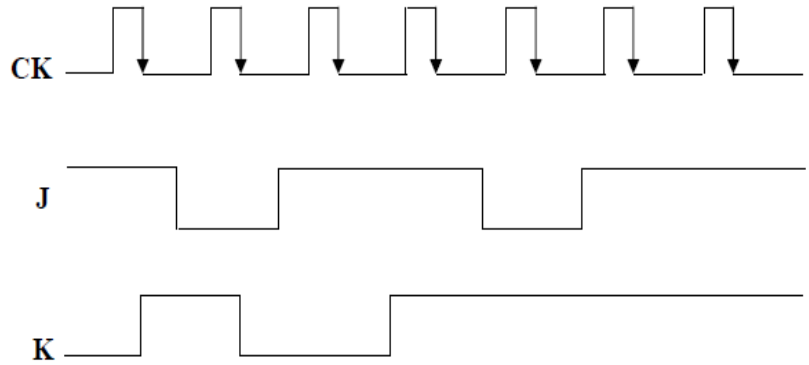
- صل الطرف 7 للدائرة المتكاملة بالارضي والطرف 14 بمصدر الجهد VCC وتأكد من قيمة الجهود المستخدمة بإستعمال الافوميتير.
- صل المداخل J,K بالمفتاحين SPDT1,SPDT3.
- صل المخارج بالثنائيات الضوئية.
- قم بتغذية الدائرة وتشغيل المفاتيح وفق الخطوات الآتية:



1. قم بتصفير محتوى النطاط باستخدام مدخل التصفير CLR وذلك بربطه بجهد (0) فولت ثم بجهد (5) فولت.
2. إربط المداخل K وJ بالمنطق (0)، وطبق نبضة التزامن ولاحظ هل حدث أي تغيير على قيم المخارج.
3. قم بتصفير محتوى النطاط باستخدام مدخل التصفير CLR وذلك بربطه بجهد (0) فولت ثم بجهد (5) فولت
4. إربط المدخل K بالمنطق (1) وj بالمنطق(0)، وطبق نبضة التزامن ولاحظ هل حدث أي تغيير على قيم المخارج؟
5. إربط المدخلين بحيث (J=1,K=0).
6. صل المدخلين بالمنطق (1) وطبق نبضة التزامن.هل حدث أي تغيير على المخارج؟
7. قم بتوصيل المدخل CLR بالمنطق(0) وكرر الخطوتين (ب) و (و). ما قيم المخارج؟وهل حدث أي تغيير عليهما؟
8. رتب النتائج المستحصلة في جدول الحقيقة.

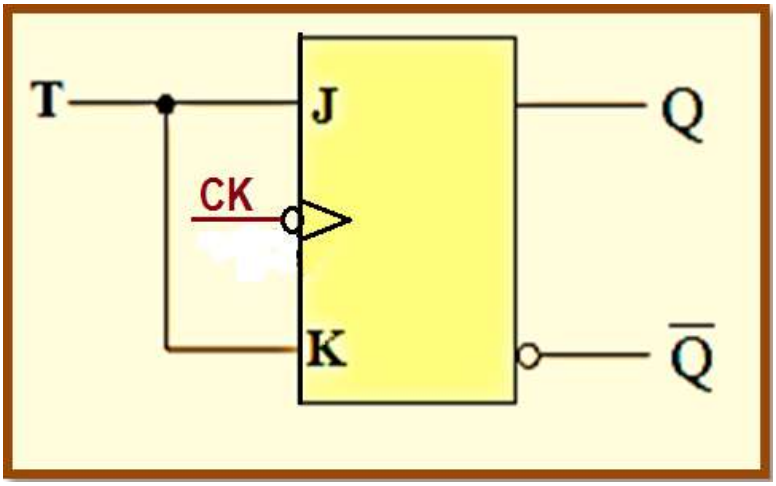
8 سجل النتائج ضمن جدول الحقيقة المبين أدناه:

J	K	Q	$\overline{Q}$
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

9	المناقشة: ارسم شكل نبضات الخرج Q للنطاط JK المتغير عند الحافة السالبة (Q=0) عند وصول أول نبضة التزامن. 

5-4 دائرة القلاب نوع (T) – (T- Flip Flop)

دائرة القلاب T يمكن بناؤها من دائرة النطاط J.K وذلك بربط المدخلين JK مع بعضهما البعض وبذلك يتكون دخل واحد وهو الدخل T بالإضافة إلى نبضة التزامن. والرمز T هو اختصار لكلمة (Toggle) وتعني التبديل أو تغير الحالة والشكل (4-12) يوضح المخطط الكتلي لدائرة القلاب T.



الشكل 4-12 يوضح المخطط الكتلي لدائرة القلاب T

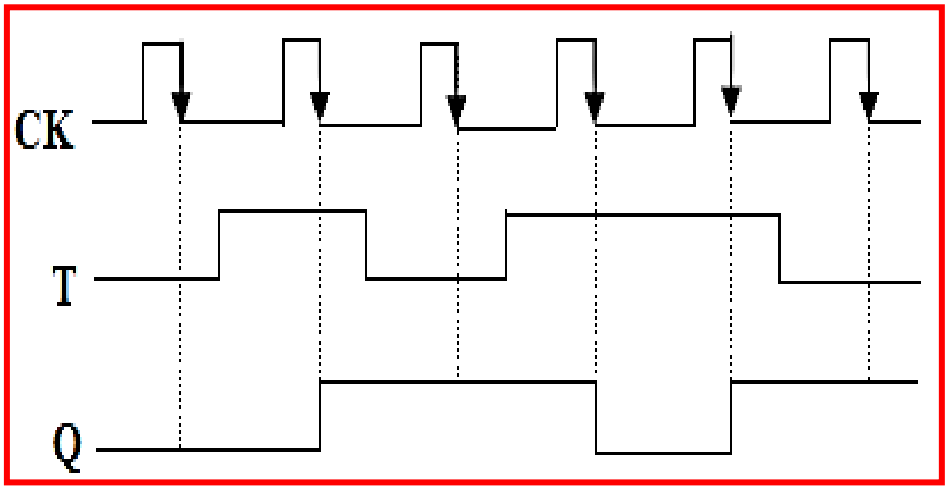
عند توصيل المدخل T بالمنطق (1) مع تغذية المدخل CK بنبضات التزامن، ومع إستمرار تدفق النبضات على المدخل CK يبدأ الخرج في التبديل أو التغيير ويحدث التبديل عند الحافة السالبة لنبضـــة التزامن (بسبب وجود الدائرة الصغيرة أمام المدخل CK) والشكل (4-13) يوضح جدول الحقيقة للقلاب T.

المدخلات		الخرج	وضع التشغيل
T	CK	Q	(Mode of Operation)
X	↑	Q_0	وضع الإمساك (عدم التغيير) No Change
0	↓	Q_0	وضع الإمساك (عدم التغيير) No Change
1	↓		وضع التبديل Toggle
نبضة الساعة تتغير من (1) الى (0) = ↓ الخرج الموجود قبل وصول أول نبضة تزامن = Q_0			

الشكل 4-13 يوضح جدول الحقيقة للقلاب T

مثال (2):

إذا كانت إشارة الدخل T وإشارة الخرج Q الخاصة بالنطاط من النوع T تتخذ الشكل الموجي الموضح في الشكل (4-14)، وبإفتراض ان النطاط يعطي خرج (Q=0) قبل وصول أول نبضة التزامن، فإن الشكل الموجي لإشارة الخرج Q سوف تتخذ الشكل الموضح في الشكل (4-14) أدناه حسب تغير إشارة نبضة التزامن CK.



الشكل 4-14 يوضح المخطط الزمني لإشارة الخرج Q للمثال (2)

نلاحظ إن الخرج Q يتغير إذا كانت T=1 وذلك مع الحافة السالبة. فعند النبضة الأولى فإن T=0 وبالنتيجة فإن Q لن يتغير أي إن Q=0، وعند وصول النبضة الثانية T=1 فإن إشارة الخرج تتغيرمن (0) الى (1) وهكذا.

رقم التمرين: (3-4) **الزمن المخصص:** 3 ساعات

إسم التمرين: تطبيق دائرة القلاب T

مكان التنفيذ: مختبر التصميم المنطقي

الأهداف التعليمية:

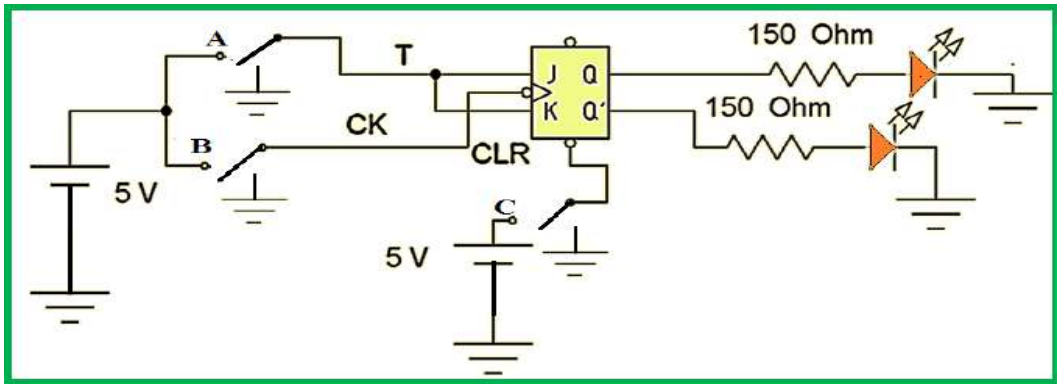
تعليم الطالب وتدريبه عملياً حول كيفية بناء دائرة النطاط T بإستخدام النطاط JK وتحقيق جدول الحقيقة للدائرة.

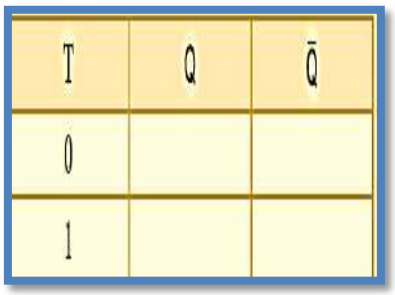
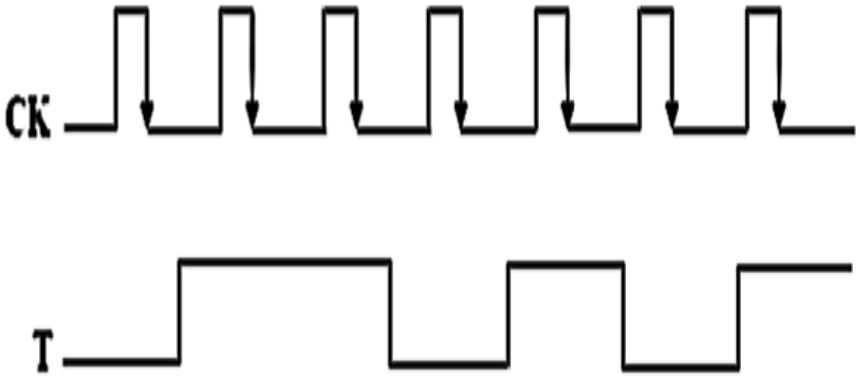
التسهيلات التعليمية:

1. جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج الـ EWB.
2. لوحة تجارب Bread Board.
3. منضدة عمل.
4. الدائرة المتكاملة (7476) للنطاط J – K مع IC Base.
5. مجهز قدرة (0-30) فولت عدد/2.
6. مقاومة (150) أوم عدد/2.
7. مفتاح SPDT عدد/3.
8. ثنائي الإنبعاث الضوئي (LED) عدد/2.
9. أسلاك ربط.

ثالثاً- خطوات العمل، النقاط الحاكمة، الرسومات.

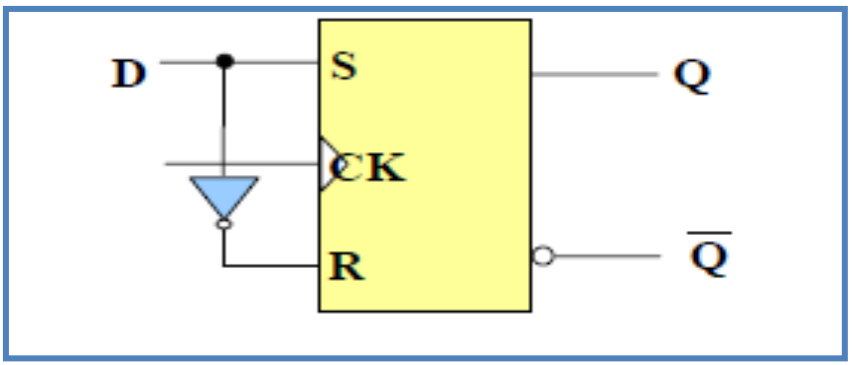
1	إرتد بدلة العمل المناسبة لجسمك.
2	شغل جهاز الحاسوب وشغل برنامج EWB.
3	نفذ الدائرة باستخدام EWB كما في الشكل أدناه.



1. قم عزيزي الطالب بتصفير محتوى النطاط T باستخدام مدخل التصفير CLR وذلك بربطه بجهد (0) فولت ثم بجهد (5) فولت عن طريق المفتاح C. 2. إربط المدخل T بالمنطق (0)، وطبق نبضة التزامن من خلال تغيير الجهد من (5) فولت إلى (0) فولت عن طريق المفتاح B.ولاحظ هل حدث أي تغيير في قيم المخارج؟ 3. قم بتصفير محتوى النطاط T باستخدام مدخل التصفير CLR وذلك بربطه بجهد (0) فولت ثم بجهد (5) فولت 4. إربط المدخل T بالأرضي لإعطاء قيمة المنطق (0) عن طريق المفتاح A ثم طبق نبضة التزامن من خلال تغيير الجهد من (5) فولت إلى (0) فولت. لاحظ هل حدث أي تغيير في قيم المخارج؟ 5. إربط المدخل T بمصدر القدرة لإعطاء المنطق (1)، ثم طبق نبضة التزامن بغلق وفتح المفتاح B.هل حدث أي تغيير على المخارج؟	
1. صل عزيزي الطالب المدخل CLR بالمنطق (0) وكرر الخطوات 2 و3 من ثالثاً. ما قيم المخارج؟ وهل حدث أي تغيير عليهما؟ 2. رتب النتائج المستحصلة في جدول الحقيقة الشكل أدناه.  	4
المناقشة: 1. وضح بالرسم كيف يمكنك بناء نطاط T من النطاط JK. 2. إرسم شكل نبضات الخرج (يتغير عند الحافة الموجبة لنبضات التزامن) إذا كان شكل نبضة الدخل كما موضحة في هذه الخطوة 5. ملاحظة (Q = 0) قبل وصول أول نبضة التزامن.  	5

6-4 القلاب نوع D – (D-Flip Flop)

النطاط D يمكن استخدامه كوحدة تخزين لخانة واحدة (Bit) من المعلومات (0,1) وبإضافة بوابة عاكس Not إلى النطاط SR ذو نبضة التزامن يتحول إلى نطاط D كما موضح بالشكل (4-15). لكي يتم التخلص من الحالة السلبية غير محببة عندما يكون (S=R=1)، يتم توصيل كلا المدخلين معاً عن طريق عاكس، وبهذا يكون للنطاط D مدخلاً واحداً فقط بالإضافة الى نبضة التزامن CK.



الشكل 4-15 يوضح المخطط الكتلي لدائرة القلاب D

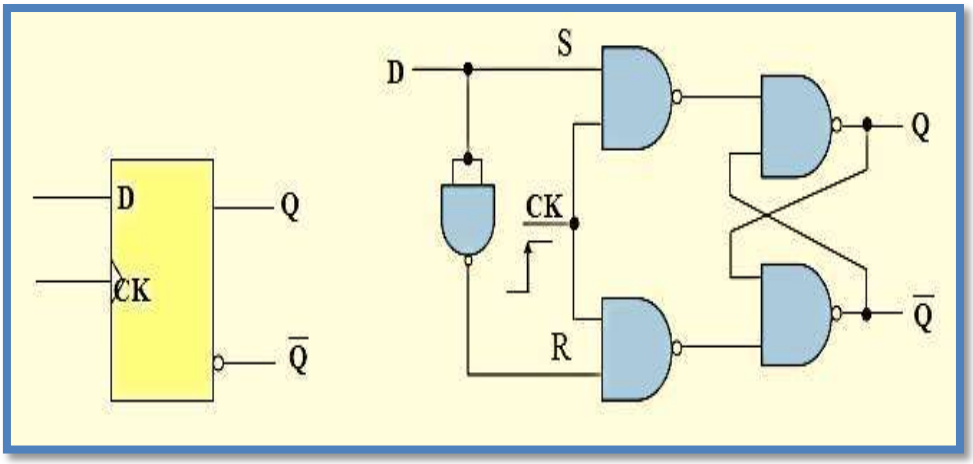
عمل النطاط:

إذا كان قيمة الطرف D=1 فعند وصول نبضة CK سيصبح الخرج (1) وهو حالة Set لأن في هذه الحالة يكون الدخل (S=1,R=0). أما اذا كان D=0 وعند وصول نبضة CK سيصبح الخرج (0) أي حالة Reset لأن في هذه الحالة يكون الدخل (S=0,R=1).أي ان الخرج (Q) يتبع حالة D عند وصول نبضة التزامن CK. يتغير خرج النطاط D عند الحافة الموجبة لنبضة CK، والشكل (4-16) يوضح جدول الحقيقة للقلاب D.

المدخلات		الخرج	وضع التشغيل
D	CK	Q	(Mode of Operation)
1	↑	1	الحالة الفعالة (SET) (stores a 1)
0	↑	0	الحالة الغير فعالة (RESET) (stores a 0)

الشكل 4-16 جدول الحقيقة للقلاب D

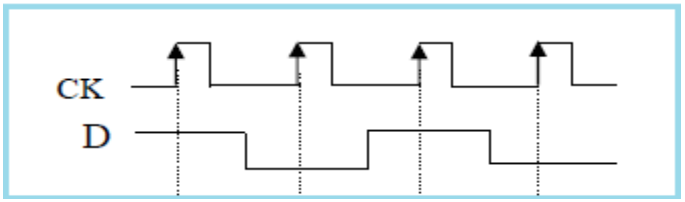
لهذا يمكن القول ان هذا النطاط يخزن (1) عندما يكون في حالة Set ويخزن (0) عندما يكون في حالة Reset، ويسمى بنطاط التأخير الزمني والشكل (4-17) يبين كيفية بناء دائرة النطاط D بإستعمال بوابات NAND.



الشكل 4-17 الدائرة المنطقية للنطاط D مع رمزه المنطقي

مثال (3):

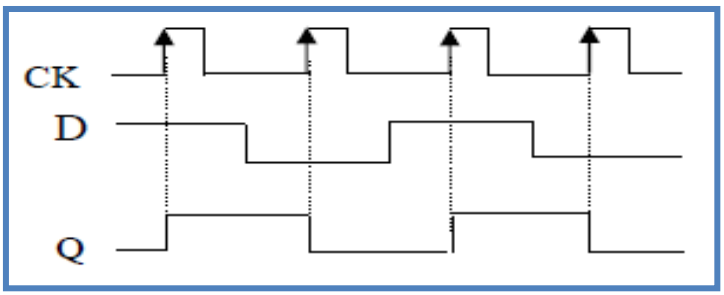
إرسم (المخطط الزمني) شكل نبضات الخرج Q لدائرة النطاط D الموضحة بالشكل (4-17) أعلاه إذا كان شكل نبضات المدخل D موضحة بالشكل (4-18) (إفرض عزيزي الطالب إن دائرة النطاط تعطي خرج Q=0 قبل وصول أول نبضة التزامن CK).



الشكل (4-18)

الحل:

إن من أهم المزايا الفنية للنطاط D هو أن الخرج Q يتبع حالة الدخل D عند تغيير نبضة التزامن CK من(0) الى (1) أي عند الحافة الموجبة، وبهذا يكون المخطط الزمني للنطاط D كما في الشكل (4-19).



الشكل 4-19 المخطط الزمني للنطاط D الوارد في مثال (3)

رقم التمرين: (4-4) **الزمن المخصص:** 3 ساعات

اسم التمرين: القلاب D

مكان التنفيذ: مختبر التصميم المنطقي

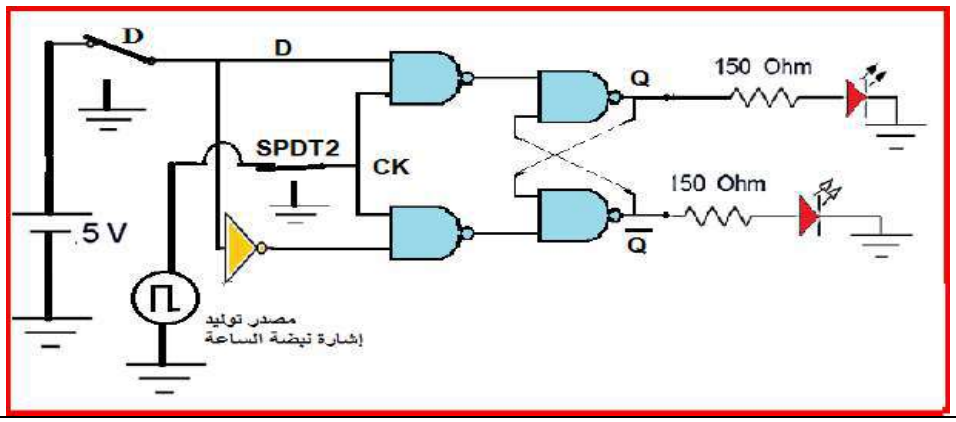
أولاً- الأهداف التعليمية:

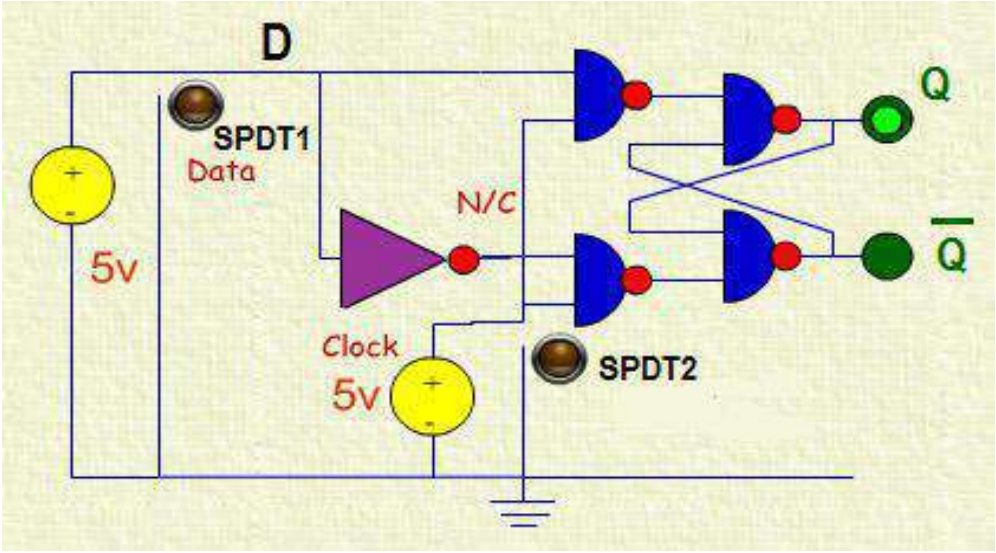
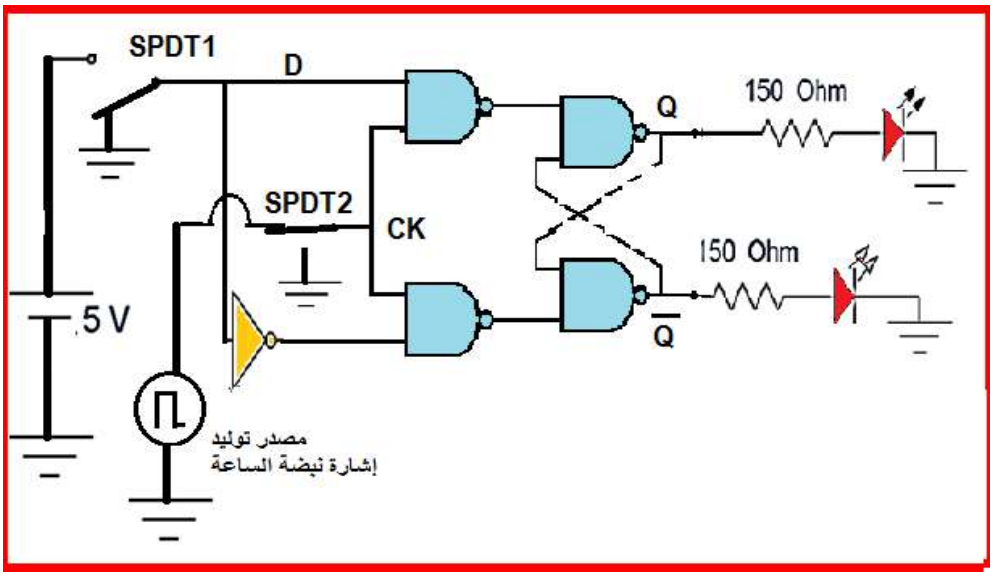
أن يكون الطالب قادراً على دراسة بناء دائرة القلاب D بإستخدام البوابات المنطقية NAND والبوابة NOT وتحقيق جدول الحقيقة والتدريب عملياً على تصميمها.

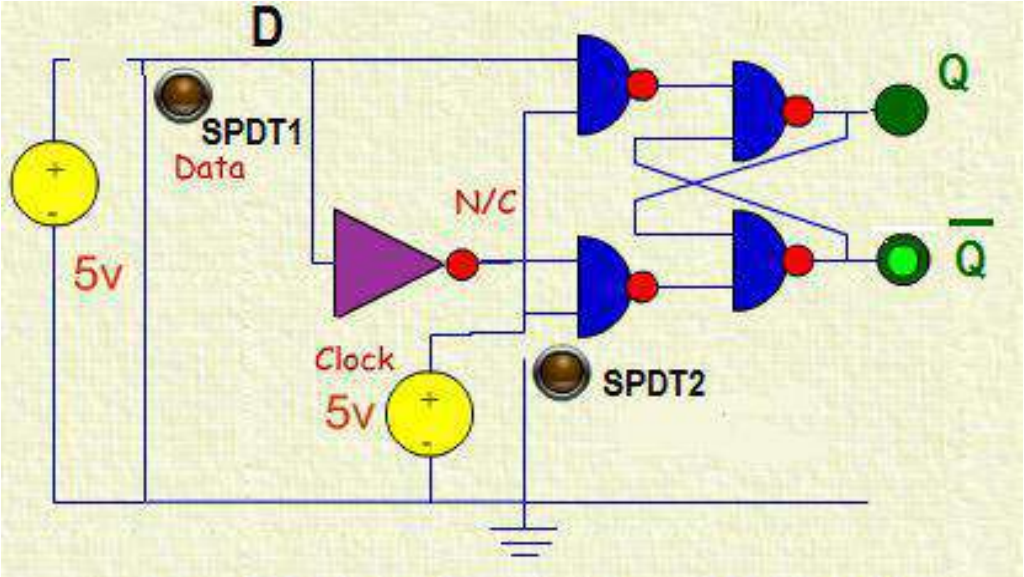
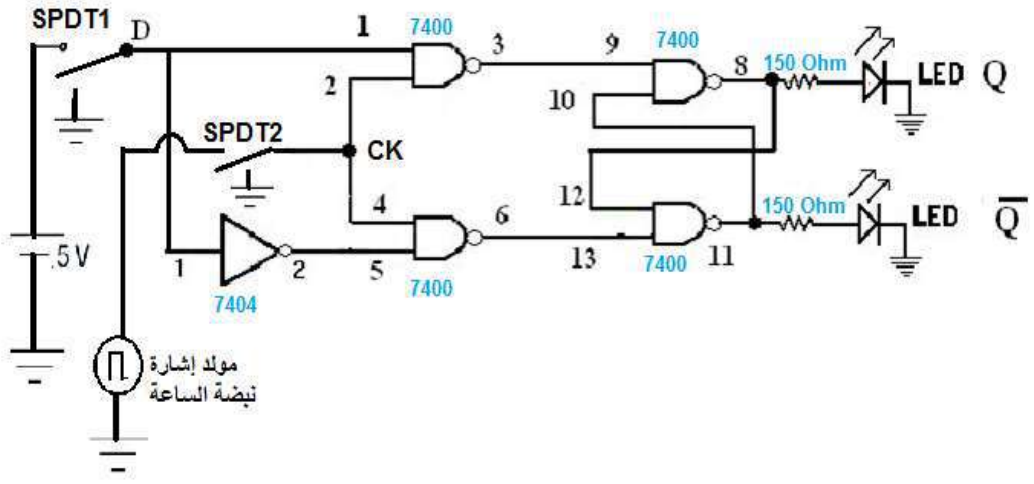
ثانياً- التسهيلات التعليمية:

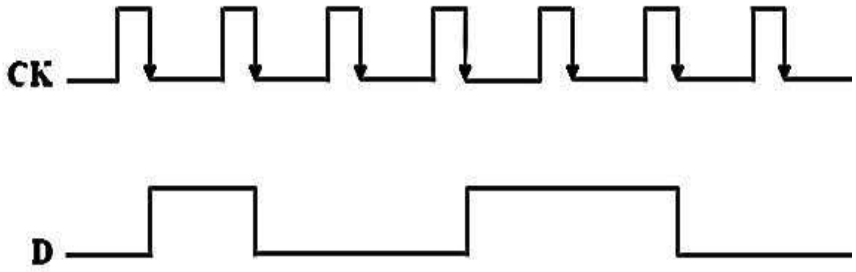
1. جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج الـ EWB.
2. لوحة العمل الرئيسة.
3. منضدة عمل.
4. الدوائر المتكاملة (7400) (NAND) ، (7404) (NOT).
5. مجهز قدرة (0-30) فولت عدد/1.
6. مصدر توليد إشارة نبضة التزامن CK عدد / 1.
7. مقاومة (150) أوم عدد/2.
8. مفتاح SPDT عدد/2.
9. ثنائي الإنبعاث الضوئي (LED) عدد/2.
10. أسلاك مرنة.

ثالثاً: خطوات العمل، النقاط الحاكمة، الرسومات.

1	إرتد بدلة العمل المناسبة لجسمك.
2	شغل جهاز الحاسوب وشغل برنامج EWB.
3	إربط عزيزي الطالب الدائرة المبينة في الشكل أدناه، صل المدخل D بمصدر القدرة عن طريق المفتاح D معطياً بذلك المنطق (1) عند الطرف D ، فعند تسليط نبضة التزامن CK عند الحافة الموجبة عن طريق المفتاح SPDT2 (وذلك بإيصال الطرف CK بمصدر توليد CK) ستلاحظ عزيزي الطالب توهج ثنائي الانبعاث عند الطرف Q أي أن الخرج (Q=1)، وعدم توهج ثنائي الانبعاث في طرف الخرج المتمم. 

إنظر عزيزي الطالب الى الشكل أدناه ولاحظ كيفية توهج الثنائي الضوئي في الطرف Q عند إيصال طرف الإدخال D بمصدر القدرة عن طريق المفتاح D، وتسليط نبضة التزامن CK عن طريق المفتاح SPDT2.  	
صل المدخل D بطرف الأرضي عن طريق المفتاح D معطياً بذلك المنطق (0) عند الطرف D كما في الشكل (3) أدناه، فعند تسليط نبضة التزامن CK عند الحافة الموجبة عن طريق المفتاح SPDT2 (وذلك بإيصال الطرف CK بمصدر توليد CK) ستلاحظ عزيزي الطالب عدم توهج ثنائي الانبعاث عند الطرف Q أي أن الخرج (Q=0)، وتوهج الثنائي الإنبعاث في الطرف الثاني المتمم.  	4

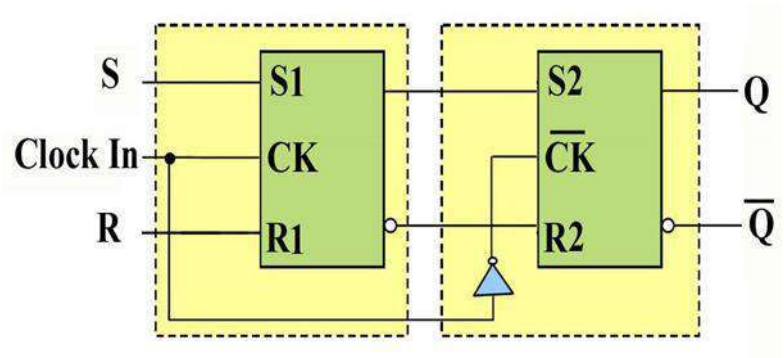
	إنظر عزيزي الطالب الى الشكل أدناه ولاحظ كيفية عدم توهج الثنائي الضوئي في الطرف Q عند فصل طرف الإدخال D عن مصدر القدرة عن طريق المفتاح D، مع تسليط نبضة التزامن CK ذات الحافة الموجبة عن طريق المفتاح SPDT2، لاحظ توهج ثنائي الإنبعاث في طرف الخرج المتمم. 
5	صل الطرف D بمصدر القدرة (المنطق1)، مع إيصال الطرف CK بالأرضي عن طريق المفتاح CK (أي عدم إعطاء نبضة ساعة) ماذا ستلاحظ؟ دون عزيزي الطالب جميع النتائج ضمن جدول الحقيقة وتحقق من مطابقتها للنتائج النظرية.
6	إنتقل عزيزي الطالب الى منضدة العمل: 1. إربط عزيزي الطالب الدائرة المنطقية العملية للنطاط D بإستخدام الدائرة المتكاملة (7400) (NAND) والدائرة المتكاملة (7404) (NOT) كما في الشكل أدناه. 

	2. صل الطرف 7 للدائرة المتكاملة بالارضي والطرف 14 بمصدر الجهد VCC وتأكد من قيمة الجهود المستخدمة بإستعمال الافوميتير. 3. صل المدخل D بالمفتاح D والطرف CK بالمفتاح CK. 4. صل المخارج بالثنائيات الضوئية. 5. قم بتغذية الدائرة وتشغيل المفاتيح حسب حالات جدول الحقيقة الخاص بالنطاط D مع تسليط نبضة التزامن في كل حالة. 6. سجل النتائج المستحصلة وقارنها بالنتائج النظرية بحسب الإدخالات الواردة في جدول الحقيقة. هل تطابقت النتائج؟
7	7. قم بإعادة الأجهزة والمواد المستخدمة الى مواقعها المخصصة. 8. قم بتنظيف مكان العمل وترتيبه.
8	المناقشة: 1. وضح بالرسم كيف يمكنك بناء نطاط D من النطاط JK. 2. إرسم المخطط الزمني لنبضات الخرج Q (يتغير عند الحافة الموجبة لنبضات التزامن CK) إذا كان المخطط الزمني لنبضات الدخل D يأخذ الشكل أدناه: ملاحظة(Q=0) قبل وصول أول نبضة ساعة. 

7-4 القلاب السيد – التابع Master-Slave

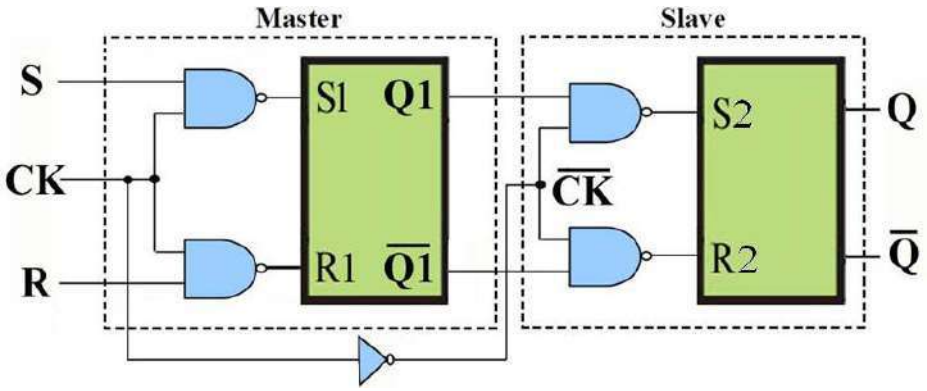
فلقد تعرفنا في الفقرات السابقة من هذا الفصل ان دوائر القلابات المتزامنة يتم التحكم في تشغيلها عن طريق حافة نبضة التزامن (Edge Triggered). وكما تعرفنا إن هنالك دوائر للقلابات يتم التحكم في تشغيلها عن طريق الحافة الموجبة لنبضة التزامن مثل القلاب (D). وهنالك دوائر للقلابات يتم التحكم في تشغيلها عن طريق الحافة السالبة لنبضة التزامن مثل القلاب (JK) والقلاب (T). وينبغي أن نشير هنا إلى إن

عملية تشغيل دائرة القلاب بهذه الطريقة قد تؤدي في بعض الأحيان الى بعض المشاكل في التزامن عند توصيل هذا النوع من دوائر القلاب في شبكة العدادات كما سنتعرف عليها في الفصل الخامس، فلذلك تم تصميم نظام السيد – التابع (Master - Slave) للتغلب على هذه المشاكل، حيث يتم التحكم في تشغيل دائرة القلاب عن طريق الإستجابة لمستوى النبضة أو عرض النبضة (Pulse Triggered). والشكـــل (4–20) يوضح المخطط الكتلي (Logic Symbol) لقلاب السيد – التابع (Master –Slave).



الشكل 4–20 المخطط الكتلي لدائرة القلاب السيد – التابع (Master –Slave)

يتكون دائرة قلاب السيد – التابع (Master – Slave) من دائرتين من قلاب (RS) المتزامن موصلتين على التوالي بحيث يكون مدخل التزامن لهما متتامين تسمى دائرة القلاب (RS) الاولى بالسيد (Master)، ودائرة القلاب (RS) الثانية بالمتبوع (Slave). والشكل رقم (4-21) يوضح دائـــرة قلاب السيد – التابع (Master –Slave).



الشكل 4-21 دائرة قلاب السيد – التابع (Master –Slave)

وبالنظر الى دائرة قلاب السيد – التابع (Master –Slave) الشكل (4-21) نلاحظ ان جزء قلاب السيد (Master) يستقبـل نبضـات التزامن (CK) مبـاشرة أي ان دائـرة السيد (Master) يتم تشغيلها عندما

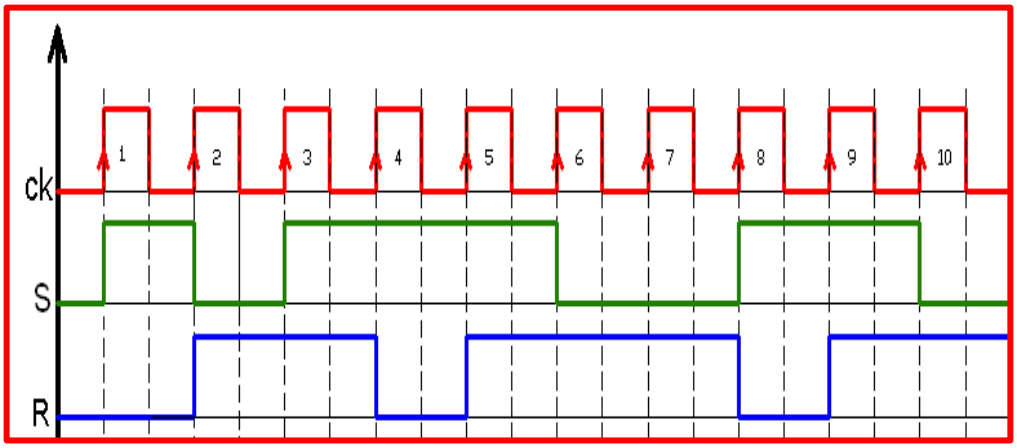
تكون نبضة التزامن (CK) موجبة. أما دائرة قلاب التابع (Slave)، فإنها تستقبل عكس اشارة نبضة التزامن (CK) وذلك لوجود بوابة (النفي Not)، وبالتالي فإن جزء التابع (Slave) من الدائرة يتم تشغيله عندما تكون نبضة التزامن (CK) سالبة، هذا ويمكن تلخيص طريقة عمل قلاب السيد – التابع (Master – Slave) وفق التالي.

أولاً:- عند وصول الجزء الموجب من نبضة التزامن فإن دائرة السيد (Master) تكون في حالة تشغيل، وبالتالي فإن شكل الخرج($Q1, \overline{Q1}$) تأخذ احدى الحالات الثلاث (الضبط Set، إعادة الضبط Reset، حالة عدم التغيير)، وذلك حسب المستوى المنطقي للدخلين (R1,S1). أما دائرة قلاب التابع (Slave) فتكون في حالة عدم التشغيل.

ثانياً:- عند وصول الجزء السالب من نبضة التزامن فإن دائرة التابع (Slave) تكون في حالة تشغيل وبالتالي فإن شكل الخرج ($Q, \overline{Q}$) تأخذ إحدى الحالتين (الضبط Set او اعادة الضبط Reset)، وذلك حسب المستوى المنطقي للدخلين (R2,S2) اللذان يعتمدان على مخارج دائرة السيد (Master) ($Q1,\overline{Q1}$). أما دائرة السيد (Master) فتكون في حالة عدم التشغيل. ولتوضيح طريقة عمل قلاب السيد – التابع (Master –Slave) أكثر.

مثال (4)

إذا كان شكل النبضات على المداخل (S,R,CK) لقلاب السيد – التابع (Master –Slave) كما في الشكل التالي. إرسم شكل نبضات الخرج على ($Q, \overline{Q1}$) على فرض أن الحالة التي عليها ($Q1, \overline{Q1}$) قبل وصول أول نبضة من نبضات التزامن هي (Q1 = 0).



نبضات الإدخال

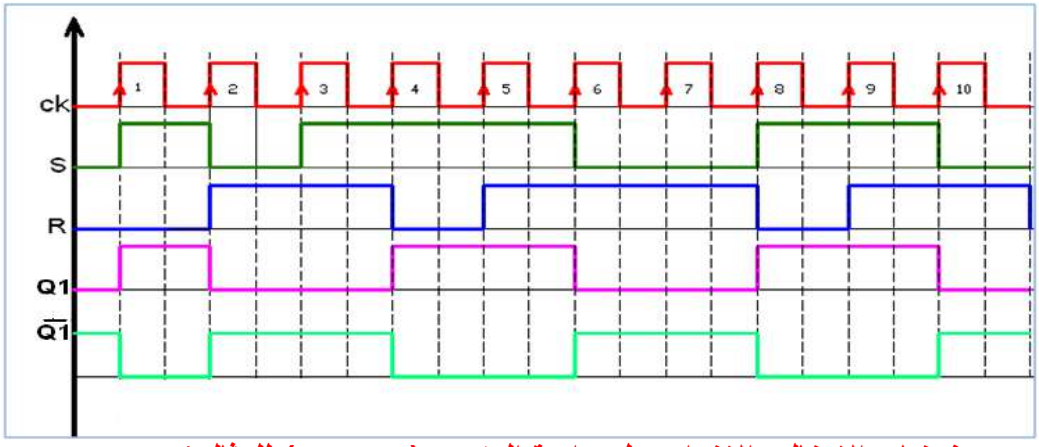
الحل:-

اولاً:- نقوم ببناء جدول ونضع فيه القيم الثنائيـــة المناظرة لنبضات الإشارة المسلطة على المدخلين (S,R) وفقط عندما تكون نبضة المدخل (CK) موجبة وبشكل متسلسل ثم نطبق قواعد التشغيل الأربعة الخاصة بالقلاب (RS) المتزامن والتي تعرفنا عليها في الفقرة السابقة لنجد قيم مخرجات دائرة المتبوع (Master) (Q1, $\overline{Q1}$) وأوضاع التشغيل وكما موضح في الجدول التالي.

جدول صواب دائرة المتبوع (Master) مثال 4

رقم النبضة	المدخلات			المخرجات		وضعية التشغيل
	CK	S	R	Q1	$\overline{Q1}$	
1	⎍	1	0	1	0	دائرة النطاط في حالة الضبط (Set)
2	⎍	0	1	0	1	دائرة النطاط في حالة إعادة الضبط (Reset)
3	⎍	1	1	0	1	دائرة النطاط في حالة الإمساك
4	⎍	1	0	1	0	دائرة النطاط في حالة الضبط (Set)
5	⎍	1	1	1	0	دائرة النطاط في حالة الإمساك
6	⎍	0	1	0	1	دائرة النطاط في حالة إعادة الضبط (Reset)
7	⎍	0	1	0	1	دائرة النطاط في حالة إعادة الضبط (Reset)
8	⎍	1	0	1	0	دائرة النطاط في حالة الضبط (Set)
9	⎍	1	1	1	0	دائرة النطاط في حالة الإمساك
10	⎍	0	1	0	1	دائرة النطاط في حالة إعادة الضبط (Reset)

وبالتالي يكون شكل المخطط الزمني لدائرة القلاب (RS) المتبوع (Master) المعطى في المثال كما في الشكل الآتي:



نبضات الادخال والاخراج على دائرة المتبوع (Master) للمثال 4

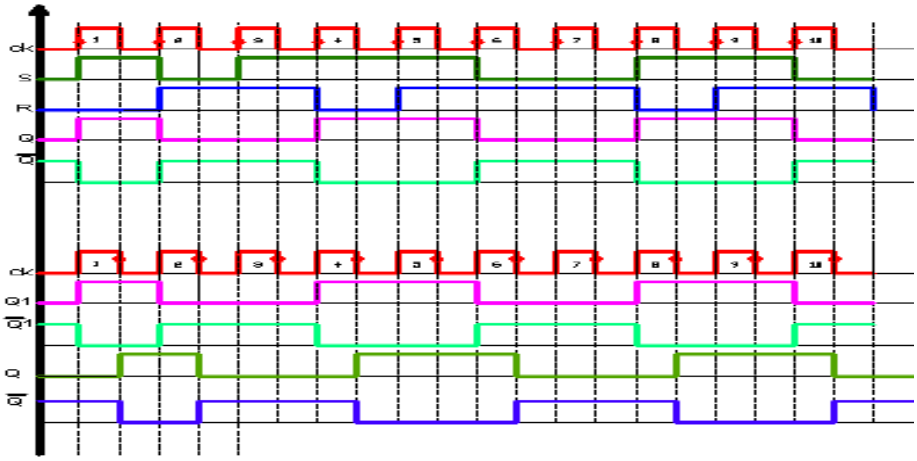
ثانياً:- نقوم ببناء جدول ونضع فيه القيم الثنائية المناظرة لنبضات اشارة المخرجات لدائرة المتبوع (Master) ($Q1, \overline{Q1}$) التي اوجدناها في الفقرة الاولى والتي تمثل نبضات الإشارة المسلطة على المدخلين (S2,R2) الخاصة بالقلاب (RS) المتزامن لدائرة التابع (Slave) وفقط عندما تكون نبضة المدخل (CK) سالبة وبشكل متسلسل ثم نطبق قواعد التشغيل الأربعة الخاصة بالقلاب (RS) المتزامن.

والتي تعرفنا عليها في الفقرة السابقة لنجد قيم مخرجات دائرة التابع (Slave) ($Q, \overline{Q}$) وأوضاع التشغيل وكما موضح في الجدول الاتي:-

جدول صواب دائرة التابع (Slave) مثال 4

رقم النبضة	المدخلات			المخرجات		وضعية التشغيل
	$\overline{CK}$	Q1	$\overline{Q1}$	Q	$\overline{Q}$	
1	⊓	1	0	1	0	دائرة النطاط في حالة الضبط (Set)
2	⊓	0	1	0	1	دائرة النطاط في حالة إعادة الضبط (Reset)
3	⊓	0	1	0	1	دائرة النطاط في حالة إعادة الضبط (Reset)
4	⊓	1	0	1	0	دائرة النطاط في حالة الضبط (Set)
5	⊓	1	0	1	0	دائرة النطاط في حالة الضبط (Set)
6	⊓	0	1	0	1	دائرة النطاط في حالة إعادة الضبط (Reset)
7	⊓	0	1	0	1	دائرة النطاط في حالة إعادة الضبط (Reset)
8	⊓	1	0	1	0	دائرة النطاط في حالة الضبط (Set)
9	⊓	1	0	1	0	دائرة النطاط في حالة الضبط (Set)
10	⊓	0	1	0	1	دائرة النطاط في حالة إعادة الضبط (Reset)

وبالتالي يكون شكل المخطط الزمني لدائرة القلاب السيد – التابع (Master –Slave) المعطى في المثال كما في الشكل التالي. لاحظ إن دائرة التابع (Slave) تعمل عندما تكون نبضة المدخل (CK) سالبة.



المخطط الزمني لدائرة القلاب التابع

أسئلة الفصل الرابع

س1: ما المقصود بالقلابات؟

س2: عدد أنواع القلابات؟

س3: ماهي أهم خواص القلاب RS؟

س4: ماهي أهم خواص القلاب J K؟

س5: ماهي أهم خواص القلاب T؟

س6: ماهي أهم خواص القلاب D؟

س7: إرسم الدائرة المنطقية للنطاط T بإستخدام البوابات NAND.

س8: إرسم الدائرة المنطقية للنطاط D بإستخدام البوابات NAND.

س9: هل من الممكن تصميم وبناء دائرة منطقية للنطاط T بإستخدام بوابات NOR فقط؟

س10: هل من الممكن تصميم وبناء دائرة منطقية للنطاط D بإستخدام بوابات NOR فقط؟

س11: ماهو تأثير نبضة التزامن CK في عمل النطاط T والنطاط D؟

س12: ماهو الفرق الفني بين نبضة التزامن CK ذات الحافة الموجبة وبين نبضة التزامن CK ذات الحافـــة السالبة؟ أيهما أفضل؟ وهل يمكن الإستغناء عنها في بناء الدوائر المنطقية للنطاطات؟

س13: ما المقصود بالقلاب (RS) المتزامن؟ وضح إجابتك مع الرسم وبناء جدول الحقيقة.

س14: ما المقصود بقلاب التاخير (D)؟ وضح اجابتك مع الرسم وبناء جدول الحقيقة.

س15: ما المقصود بالقلاب (JK)؟ وضح اجابتك مع الرسم وبناء جدول الحقيقة.

س16: ما المقصود بفكرة (السيد - التابع)؟ وما هي مكونات قلاب (السيد - التابع)؟ وضح إجابتك مع الرسم.

الفصل الخامس

العدادات والسجلات

أهداف الفصل:

أن يكون الطالب قادرا" على أن:

1. فهم مبادئ دوائر العدادات والسجلات ويقوم بتشغيلها وفحص عملها بإستعمال برنامج EWB.
2. يتعرف على كيفية تصميم وتنفيذ الدوائر المنطقية للعدادات والمسجلات عملياً.

محتويات الفصل:

5-1 تمهيـــد

5-2 العدادات Counters

5-2-1 العداد التصاعدي غير المتزامن

(تمرين 5-1): العداد الثنائي التصاعدي غير المتزامن

5-2-2 العداد التنازلي غير المتزامن

(تمرين 5-2): العداد الثنائي التنازلي غير المتزامن

(تمرين 5-3): العداد التصاعدي - التنازلي

5-2-3 العداد الثنائي المرمز عشرياً (BCD)

(تمرين 5-4): العداد الثنائي المرمز عشرياً (BCD)

5-3 السجلات Registers

5-3-1 سجل الإزاحة ذو إدخال متوالي – وإخراج متوازي

(تمرين 5-5) سجل إزاحة ذو إدخال متوالي/ وإخراج متوازي (SIPO).

5-3-2 سجل الإزاحة ذو إدخال متوازي – وإخراج متوالي

(تمرين عملي 5-6) سجل إزاحة ذو إدخال متوازي/ وإخراج متوالي (PISO).

1-5 تمهيـــد

في هذا الفصل سنتعرف على أهم تطبيقات الدوائر المنطقية التتابعية الا وهي العدادات والسجلات فالعدادات مثل المسجلات يتم بنائها من الدوائر القلابة حيث تمثل الخانات الثنائية التي يتم تخزينها عن طريق العداد عدد نبضات التزامن التي دخلت على مدخل نبضات الساعة (clock input)، ونبضات الساعة المطبقة على العداد تعمل على تغيير حالة دوائر القلابات المصمم منها العداد وبملاحظة خرج دوائر القلابات يمكننا تحديد عدد النبضات التي تم تطبيقها على مدخل العداد.

أما السجلات التي هي عبارة عن مجموعة من النطاطات التي تستخدم في خزن الاعداد الثنائية ويقوم كل نطاط بخزن رقم ثنائي واحد (bit) بواسطة دائرة قلابة مفردة، ومن ثم يمكن توصيل عدد من الدوائر القلابة معا لبناء ما يعرف بالسجل، والذي يستخدم كذاكرة مؤقتة لتخزين كمية صغيرة من البيانات ولفترة زمنية قصيرة وذلك تمهيداً لنقلها كما في السجلات النقل أو العزل (Buffer Register) أو لإزاحة البيانات الى اليسار (Shift Left) أو الى اليمين (Shift Right) أو تحويل البيانات المتوالية (Serial Data) الى بيانات متوازية (Parallel Data) وبالعكس كما في سجلات الإزاحة (Shift Registers).

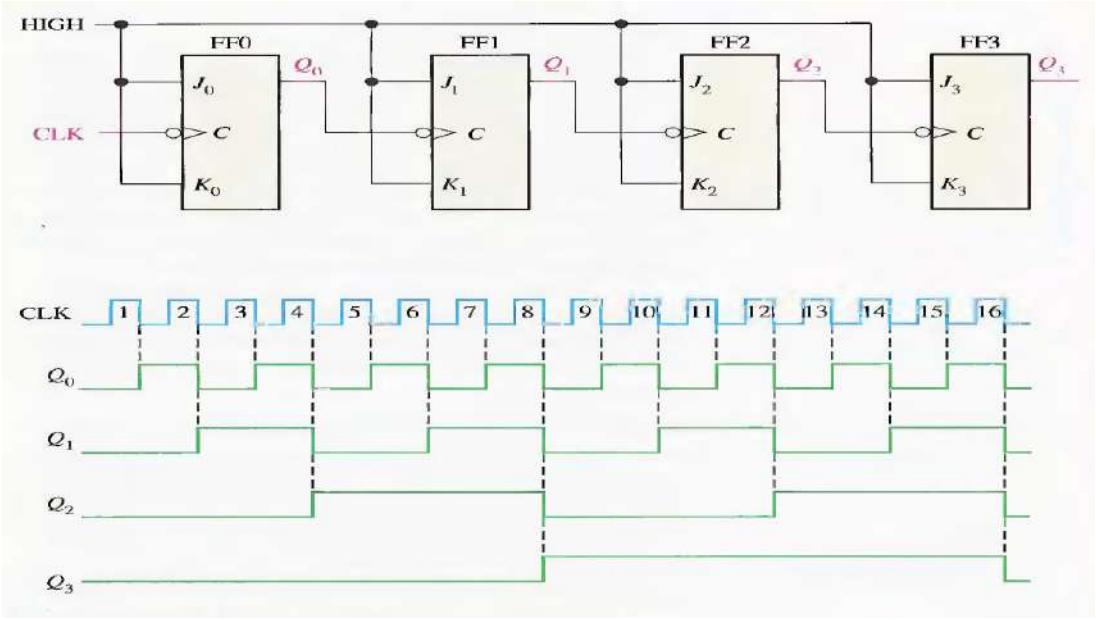
2-5 العدادات Counters

يعد العداد من التطبيقات المهمة للنطاطات. حيث يبنى العـــداد بإستخدام نطاطات من النوع T أو نطاطات من النوع JK في الحالة المكافئة لعمل نطاط T بهدف العد من قيمة معينة تصاعدياً أو تنازلياً الى قيمة أخرى.

إعتماداً على وجود تزامن أو عدم تزامن في وصول نبضة الساعة الى البوابات المكونة للعداد تم تصنيف العدادات الى:

1- العدادات غير المتزامنة Asynchronous Counters

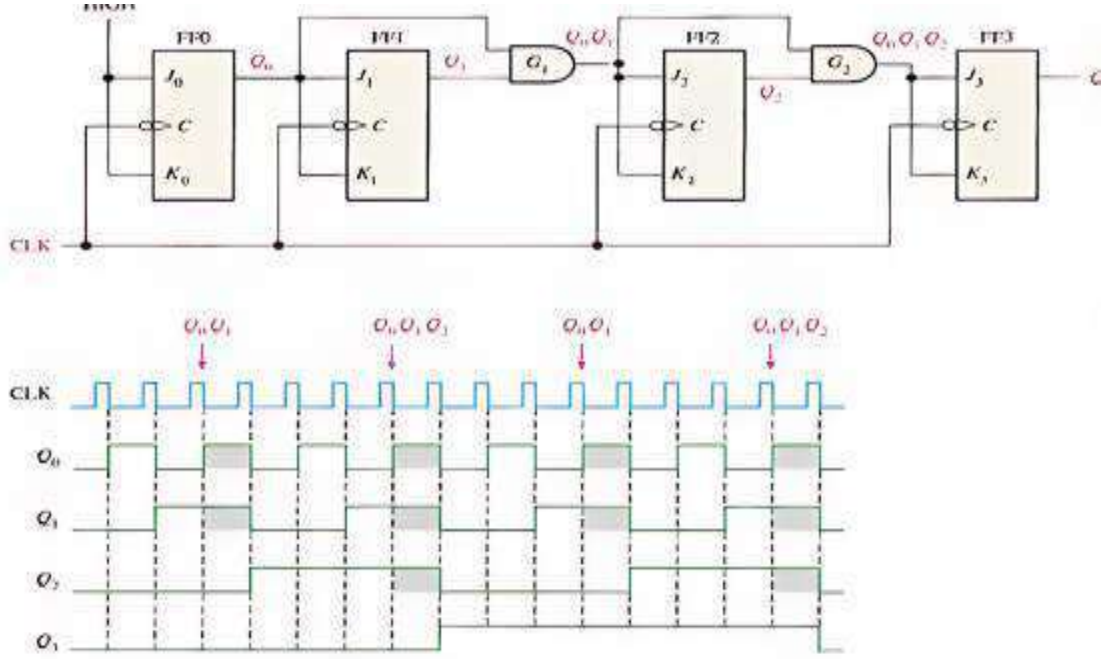
في هذا النوع من العدادات التغير في خرج النطاط يستخدم كنبضة للنطاط التالي، ما عدا النطاط الأول فيحصل على نبضة ساعة خارجية. من مساوىء هذا العداد إنه يؤدي الى حدوث تأخير Delay في عملية العد خاصة عندما يكون عدد النطاطات المستخدمة كبيراً كما موضح في الشكـل (5-1)، لاحظ عزيزي الطالب طريقة ربط النطاطات JK والتي يرمز لها بالرمز (FF) وهو مختصر للكلمتين (Flip Flop)، ثم لاحظ من خلال المخطط الزمني المبين في الشكل (5-1) كيفية تغير إشارات المخارج المختلفة للنطاطات مع إشارة نبضة الساعة.



الشكل 5-1 عداد ثنائي غير متزامن متكون من أربع خانات مع شكل المخطط الزمني لحالات تغير إشارات المخارج مع إشارة نبضة الساعة

2- العدادات المتزامنة Synchronous Counters

في هذا النوع تصل نبضة الساعة الى جميع النطاطات المكونة للعداد في اللحظة نفسها. التغير في حالة أي نطاط تعتمد على حالة النطاطات التي تسبقه وقبل تأثير النبضة، وعليه فإن مشكلة التأخير التي تحدث في العدادات غير المتزامنة غير موجودة هنا كما في الشكل (5-2).



الشكل 5-2 عداد ثنائي متزامن متكون من أربع خانات مع تمثيل المخطط الزمني لحالات تغير إشارات المخارج مع إشارة نبضة الساعة

أقصى عدد ممكن أن يصل اليه العداد محكوم بعدد دوائر القلابات المصمم منها العداد، ويمكن حساب أقصى عدد يصل إليه العداد عن طريق العلاقة:

$N= 2^n - 1$ حيث:

N = أقصى عدد للعداد قبل دورة التكرار.

n = عدد دوائر القلابات في دائرة العداد.

وفي دائرة العداد موضحة في الشكل (5-1) فإن أقصى عدد للعداد هو:

$$N = 2^n - 1$$
$$= 16 - 1$$
$$= (15)_{10} = (1111)_2$$

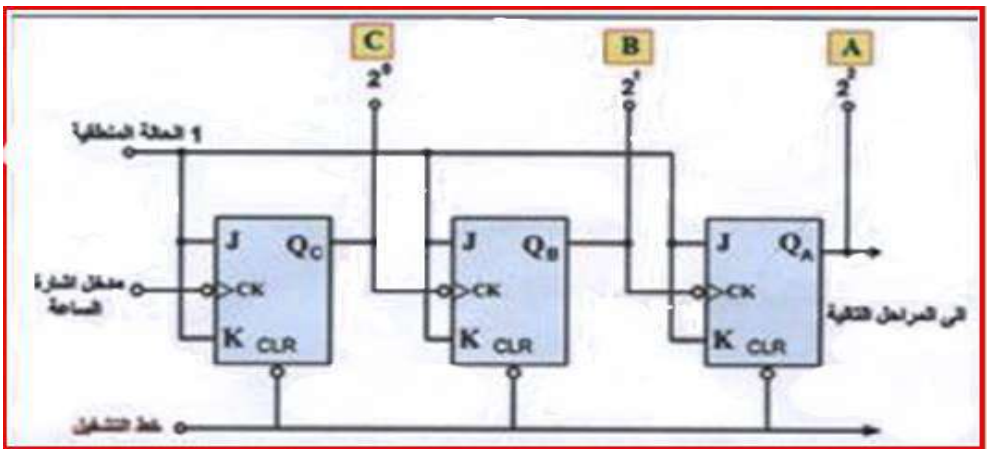
5-2-1 العداد التصاعدي غير المتزامن

العداد التصاعدي هو العداد الذي عند كل نبضة يزداد بمرتبة ثنائية واحدة عما كان عليه قبل النبضة. وتغير حالة النطاطات أما عند الحافة السالبة ويسمى التحفيز عند الحافة السالبـــــة للنبضــة (التحفيز السالب)، أو عند الحافة الموجبة ويسمى التحفيز عند الحافة الموجبة للنبضة (التحفيز الموجب). ولابد من الإشارة إلى إن أكثر النطاطات المستعملة في العدادات هو نطاط J-K. وأبسط تصميم للعدادات التصاعدية الغير متزامنة هي بربـــــط الأطـــراف J و K إلى المصـــدر 5 فولت.

(بمعنى J= K= 1 أي إنها تستعمل وكأنها نطاطات T) والشكل (5-3) يوضح هذا النوع من العدادات التصاعدية.

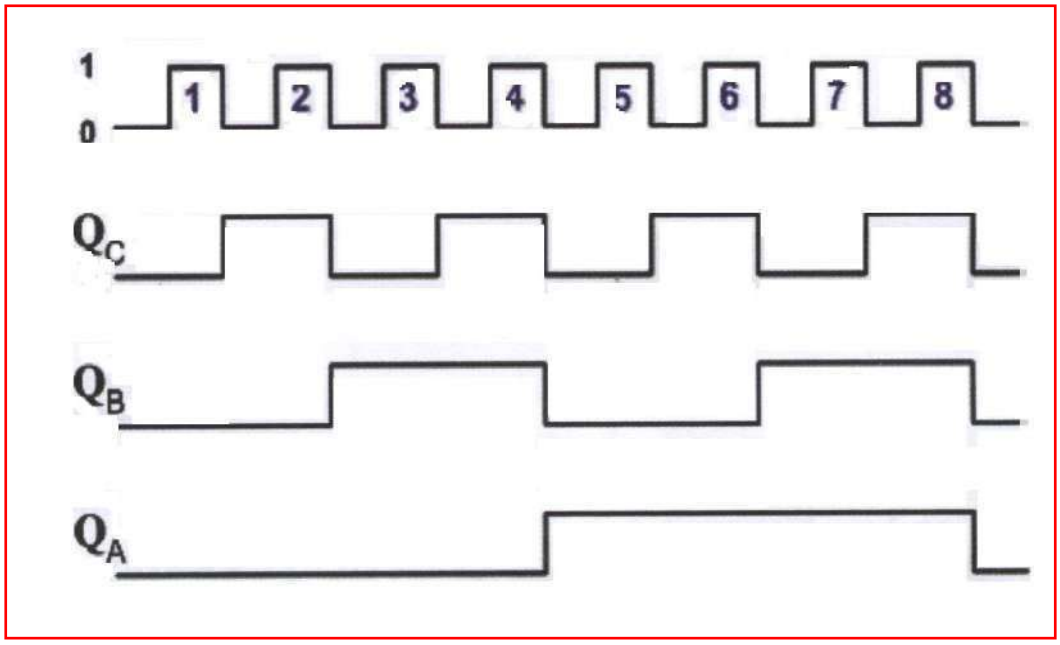
إذا فرضنا بأن الحالة الثنائية للعداد قبل النبضة هي ($Q_A = 1$ ، $Q_B = 0$، $Q_C = 0$) أي $(4)_{10} = (100)_2$ فأن حالته (حالة المخارج للعداد) سوف تكون بعد النبضة هي:

$(5)_{10} = (101)_2$ أي ($Q_C = 1$، $Q_B = 0$، $Q_A = 1$)



الشكل 5-3 يوضح عداد ثنائي غير متزامن ذو ثلاثة مراحل

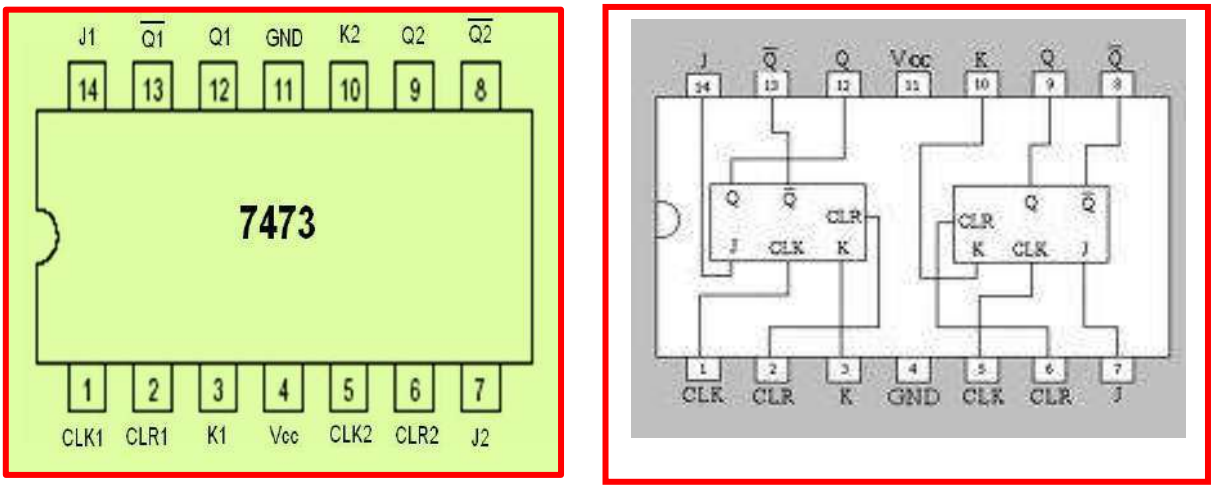
والشكل (5-4) يوضح المخطط الزمني والشكل الموجي للخرج من كل دائرة نطاط والناتج من مجموعة النبضات المتتالية الداخلة على العداد.



الشكل 5-4 يوضح المخطط الزمني والشكل الموجي للعداد الثنائي التصاعدي

لتطبيق التمرين (5 – 1) سوف نستعمل الدائرة المتكاملة 7473 كما في الشكل (5-5) والتي تتميز بما يأتي:

1. تحتوي على نطاطين من نوع JK مستقلان عن بعضهما البعض.
2. كل نطاط له مدخل ساعة (CLK) ومدخل تصفير (CLR) مستقلان عن النطاطات الأخرى.
3. يتم قدح النطاط بإستعمال قدح الحافة السالبة.



الشكل 5-5 يوضح الدائرة المتكاملة 7473

رقم التمرين: (1-5) **الزمن المخصص:** 3 ساعات

إسم التمرين: العداد الثنائي التصاعدي غير المتزامن

مكان التنفيذ: مختبر التصميم المنطقي

أولاً- الأهداف التعليمية:

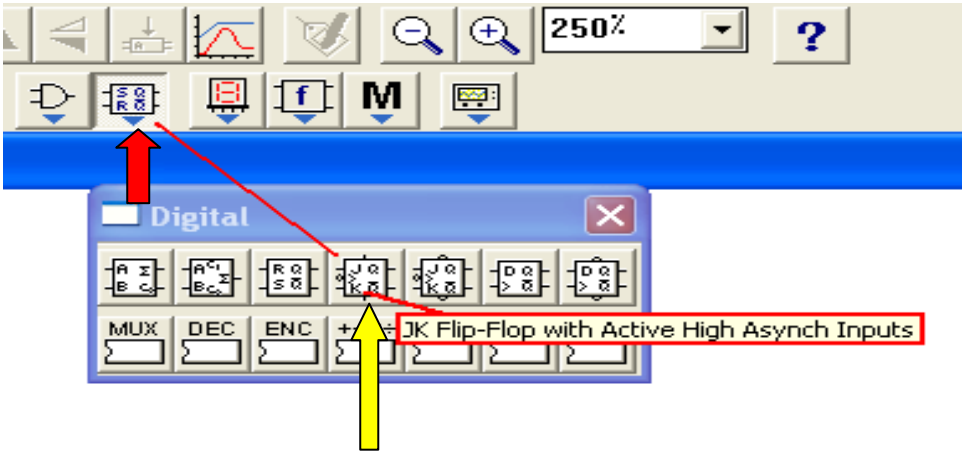
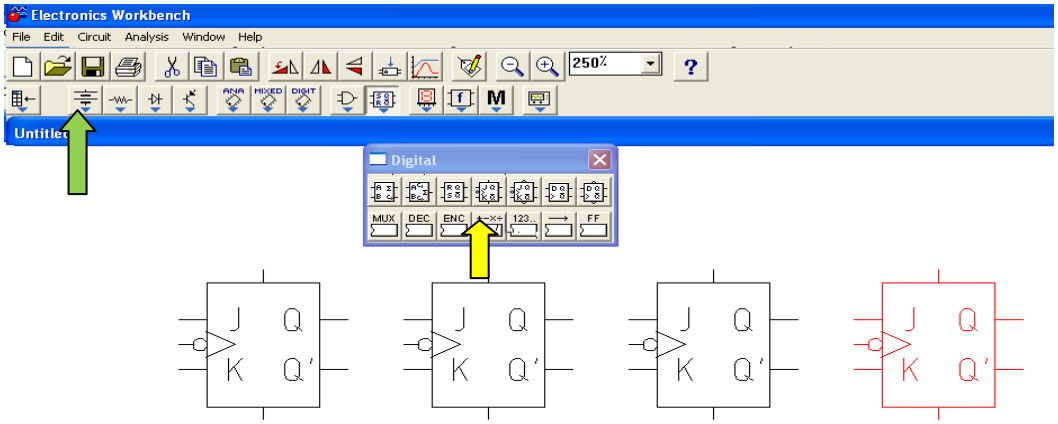
أن يكون الطالب قادراً على:

1. بناء عدادا" ثنائيا" تصاعديا" غير متزامن للعد من (0000) الى (1111) بالنظام الثنائي وهو ما يكافىء العد من (0) إلى (15) بالنظام العشري أو العد من (0) الى (F) بالنظام السادس عشر.
2. ربط الدائرة العملية للعداد الثنائي التصاعدي بإستخدام برنامج EWB.

ثانياً- التسهيلات التعليمية:

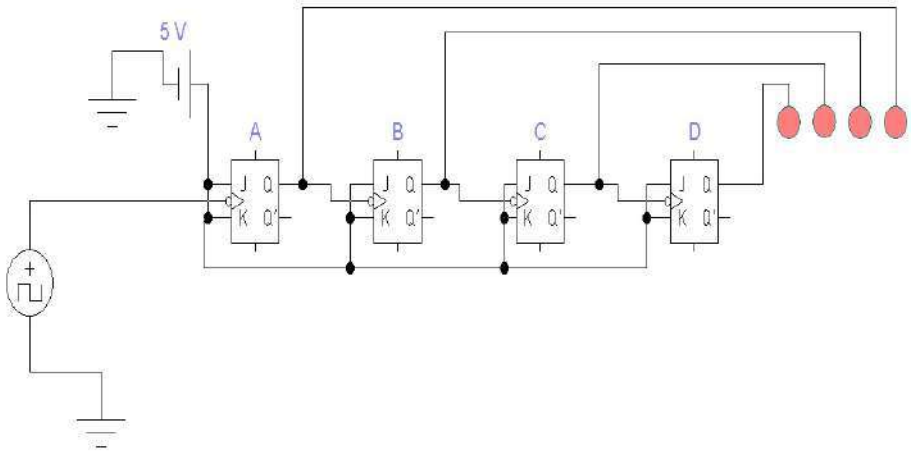
1. جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج EWB.
2. لوحة توصيلات Bread Board.
3. دائرة متكاملة 7473 تحتوي على نطاطين من نوع JK مع مدخل تصفير عدد/2.
4. أسلاك مرنة موصلة (1) ملم.
5. مولد إشارة نبضة الساعة CK (نبضات منفردة).
6. مفاتيح منطقية SPDT (مفتاح مفرد القطب ثنائي الرمية) عدد /3.
7. ثنائي مشع للضوء LED عدد/4 ملون.
8. مقاومة ثابتة (150 أوم، 1 كيلوأوم) عدد/4.
9. مصدر جهد مستمر منظم على 5 V.
10. قاطعة اسلاك.
11. منضدة عمل.

ثالثاً- خطوات العمل، النقاط الحاكمة، الرسومات.

1	إرتد بدلة العمل الملائمة لجسمك.
2	شغل جهاز الحاسوب وشغل برنامج EWB.
3	عند ظهور واجهة التطبيق للبرنامج EWB، وإختيار إيقونة (SR Flip Flop) المؤشر عليها بالسهم الأحمر كما في الشكل أدناه، ستظهر لك عزيزي الطالب واجهة أخرى (Digital) تحتوي على عدة إختيارات لأنواع مختلفة من النطاطات، إختر نوع النطاط المؤشر عليه بالسهم الأصفر الذي يعمل بالحافة الصاعدة لنبضة الساعة. 
4	لكي يتم تصميم وبناء عداد تصاعدي غير متزامن بإستخدام نطاطات من نوع J-K بإستخدام برنامج EWB، يتطلب النقر مع السحب للإيقونة التي تدل على (J-K Flip Flop) المؤشر عليها بالسهم الأصفر في الشكل السابق أعلاه الى واجهة التنفيذ، كرر هذه العملية أربعة مرات لكي يتم إختيار أربعة نطاطات من نوع J-K ذات القدح الحافة الموجبة لنبضة الساعة كما هو موضح في الشكل أدناه. 

5

إكمل عزيزي الطالب بناء الدائرة المنطقية للعداد التصاعدي من خلال إختيار أسلاك الربط ومصدر القدرة المستمر ومولد إشارة نبضة الساعة اللذان سيظهران في واجهة تطبيقية أخرى عند النقر على رمز المصادر المؤشر عليه بالسهم الأخضر في الخطوة 4، حيث عند إكمالك لعملية الربط ستحصل على الدائرة المنطقية الموضحة بالشكل أدناه. نفذ الدائرة وطبق نبضة ساعة على مدخل نبضة الساعة ولاحظ التغييرات التي تحدث على مخارج النطاطـــــات **(Q_A,Q_B,Q_C,Q_D)**



6

مسجل النتائج في الجدول الموضح في الشكل أدناه.

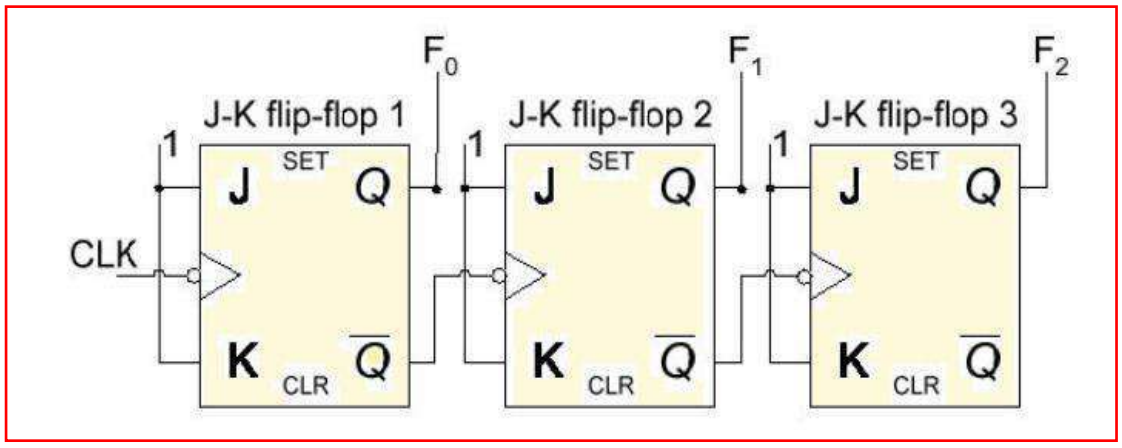
Q_D	Q_C	Q_B	Q_A	
				بعد النبضة الأولى
				بعد النبضة الثانية
				بعد النبضة الثالثة
				بعد النبضة الرابعة
				بعد النبضة الخامسة
				بعد النبضة السادسة
				بعد النبضة السابعة
				بعد النبضة الثامنة
				بعد النبضة التاسعة
				بعد النبضة العاشرة
				بعد النبضة الحادية عشر
				بعد النبضة الثانية عشر
				بعد النبضة الثالثة عشر
				بعد النبضة الرابعة عشر
				بعد النبضة الخامسة عشر
				بعد النبضة السادسة عشر
				بعد النبضة السابعة عشر

نتائج دائرة العداد الثنائي التصاعدي

7	**المناقشة:** 1. ماذا يحدث بعد تلقي النبضة السادسة عشر؟ 2. صمم عداد تصاعدي يعد الى الرقم 7. 3. نفذ التمرين عمليا بإستخدام الدائرة المتكاملة 7473على لوحة التوصيلات (Bread Board).

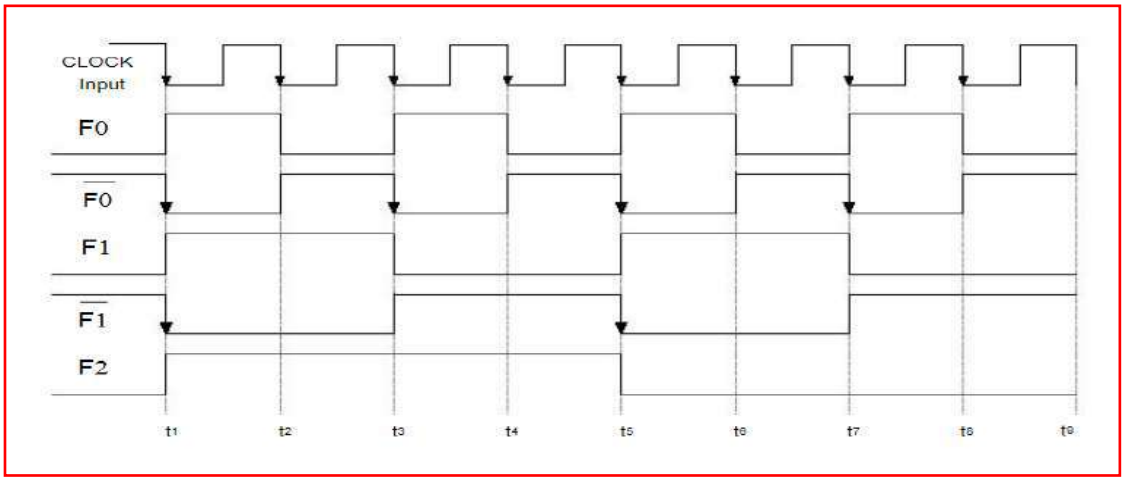
2-2-5 العداد التنازلي غير المتزامن

يمكن إستخدام العداد الثنائي كعداد تنازلي في حالة إستخدام $\overline{Q}$ بدلاً من Q لتمثل قيم خانات العداد، أو يمكن إستخدام $\overline{Q}$ لإعطاء النبضة للنطاط التالي بدلاً من Q للحصول على النتيجة نفسها كما في الشكـــل (6-5).



الشكل 5 -6 يوضح عداد ثنائي تنازلي غير متزامن ذو ثلاث خانات

أما المخطط الزمني والشكل الموجي للإشارات الخارجة للنطاطات J-K لهذا العداد وحالات تأثيرها مع تطبيق نبضة الساعة فيمكن تمثيلها بالشكل التالي (7-5).



الشكل 7-5 يوضح المخطط الزمني والشكل الموجي لإشارات خرج العداد التنازلي غير المتزامن ذو ثلاث خانات

رقم التمرين: (2-5) **الزمن المخصص:** 3 ساعات

إسم التمرين: العداد الثنائي التنازلي غير المتزامن

مكان التنفيذ: مختبر تصميم منطقي

أولاً- الأهداف التعليمية:

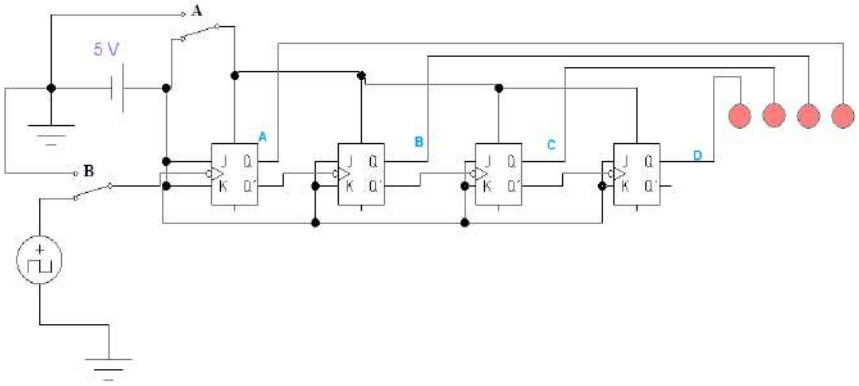
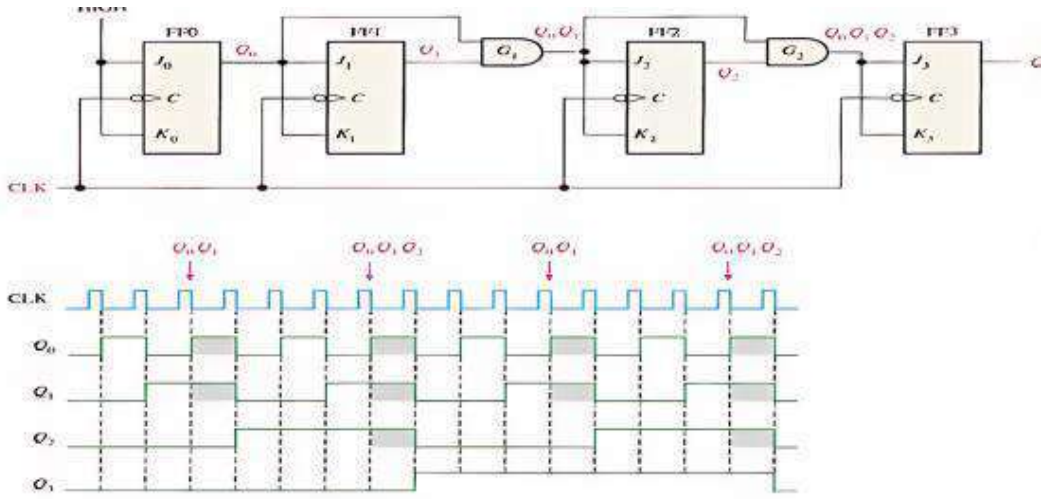
أن يكون الطالب قادر على:

1. بناء عدادا ثنائياً تنازلياً غير متزامن للعد من (1111) الى (0000) بالنظام الثنائي وهو ما يكافىء العد من (15) إلى (0) بالنظام العشري أو العد من (F) الى (0) بالنظام السادس عشر.
2. ربط الدائرة العملية للعداد الثنائي التنازلي بإستخدلم برنامج EWB.

ثانياً- التسهيلات التعليمية:

1. جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج EWB.
2. لوحة توصيلات Bread Board.
3. دائرة متكاملة 7473 تحتوي على نطاطين من نوع JK مع مدخل تصفير عدد/2.
4. أسلاك كهربائية (1) ملم.
5. مولد إشارة ساعة (نبضات منفردة).
6. مفاتيح منطقية SPDT (مفتاح مفرد القطب ثنائي الرمية) عدد /3.
7. ثنائي مشع للضوء LED عدد/4 ملون.
8. مقاومة ثابتة (150 أوم، 1 كيلوأوم) عدد/4.
9. منضدة عمل.

ثالثاً- خطوات العمل، النقاط الحاكمة، الرسومات

1	إرتد بدلة العمل الملائمة لجسمك.
2	شغل جهاز الحاسوب وشغل برنامج EWB.
3	نفذ الدائرة العملية في الشكل أدناهوذلك بعد ربط النطاطات والأجزاء الأخرى. 
4	ضع النطاطات على وضع تهيئة (SET) وذلك بتوصيل النطاطات الى مصدر 5 فولت. ثم شغل الدائرة من المفتاح الرئيسي كما في الشكل أدناه.  ثم صل المفتاح رقم (A) الى الأرضي.
5	بإستخدام المفتاح رقم (B) طبق نبضة ساعة CK بتردد مقداره 1 Hz على مدخل نبضة الساعة ولاحظ التغييرات التي تحدث على مخارج النطاطات. **(Q_A, Q_B, Q_C, Q_D)**
6	كرر الخطوة رقم 5 ومسجل النتائج في الجدول الموضح في الخطوة 7.

7 مسجل النتائج المستحصلة في الجدول التالي.

	Q_A	Q_B	Q_C	Q_D
عند النبضة صفر	1		1	
بعد النبضة الأولى				
بعد النبضة الثانية				
بعد النبضة الثالثة				
بعدالنبضة الرابعة				
بعد النبضة الخامسة				
بعد النبضة السادسة				
بعد النبضة السابعة				
بعد النبضة الثامنة				
بعدالنبضة التاسعة				
بعدالنبضة العاشرة				
بعدالنبضة الحادية عشر				
بعدالنبضة الثانية عشر				
بعدالنبضة الثالثة عشر				
بعدالنبضة الرابعة عشر				
بعدالنبضة الخامسة عشر				
بعدالنبضة السادسة عشر				
بعدالنبضة السابعة عشر				

جدول نتائج دائرة العداد الثنائي التنازلي غير المتزامن

8 **المناقشة:**

1. ماذا يحدث بعد تلقي النبضة السادسة عشر؟
2. صمم عداد تنازلي متزامن يعد من الرقم 7 إلى 0.
3. نفذ التمرين عملياً على لوحة التوصيلات (Bread Board) بإستخدام دائرتان متكاملتان من نوع 7473.

رقم التمرين: (3-5) **الزمن المخصص:** 3 ساعات

إسم التمرين: العداد التصاعدي-التنازلي

مكان التنفيذ: مختبر تصميم منطقي

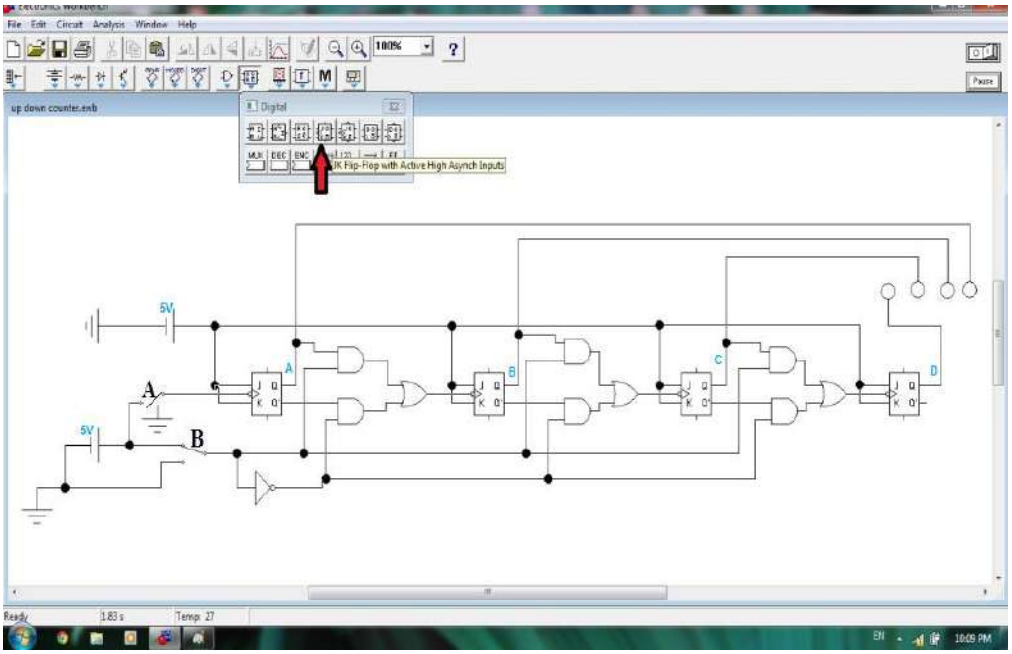
أولاً- الأهداف التعليمية:

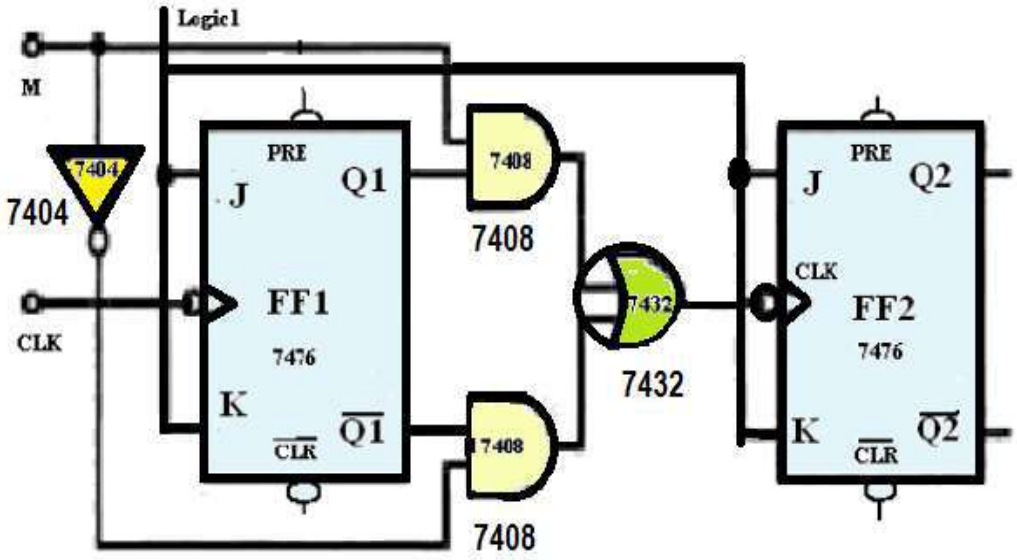
أن يكون الطالب قادراً على ربط الدائرة العملية للعداد التصاعدي- التنازلي بإستخدام برنامج EWB، إضافة الى ربطه الدائرة عمليا بإستخدام الدوائر المتكاملة 7476.

ثانياً- التسهيلات التعليمية:

1. جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج EWB.
2. لوحة توصيلات Bread Board.
3. دائرة متكاملة 7476 وهي دائرة متكاملة لها 16 طرف (PIN) تحتوي على دائرتين من دوائر النطاط JK.
4. دوائر متكاملة أخرى مثل 7404، 7432، 7408.
5. مولد إشارة نبضة الساعة (نبضات منفردة).
6. مفاتيح منطقية SPDT (مفتاح مفرد القطب ثنائي الرمية) عدد /3.
7. ثنائي مشع للضوء LED عدد/4 ملون.
8. مقاومة ثابتة (150 أوم، 1 كيلوأوم) عدد/4.
9. مصدر قدرة مستمر منظم على 5 V (0-30)/ 1 أمبير.
10. أسلاك كهربائية (1) ملم وقاطعة اسلاك.
11. منضدة عمل.

ثالثاً- خطوات العمل، النقاط الحاكمة، الرسومات.

1	إرتد بدلة العمل الملائمة لجسمك.
2	شغل جهاز الحاسوب وشغل برنامج EWB.
3	نفذ - عزيزي الطالب- الدائرة المنطقية العملية الموضحة في الشكل أدناه بعد ربط أجزائها. 
4	1. شغل الدائرة من المفتاح الرئيسي. 2. للعد التصاعدي يوضع المفتاح رقم (B) على وضع (High) (5 فولت)، وضع المفتاح رقم (A) على وضع (High) ثم (Low). 3. ضع المفتاح رقم (A) على وضع (High) ثم (Low). 4. ثم مسجل حالة النطاطات في الجدول الموضح في الشكل (3). 5. كرر الخطوة رقم 3 لإكمال العد التصاعدي الى الرقم (15) ثم مسجل النتائج لغاية الوصول الى الحالة (0000). 6. لبدء العد التنازلي ضع المفتاح رقم (B) على منطق (0)، كرر الخطوة رقم 3 ومسجل النتائج لحالات العد التنازلي. 7. صل كل من الطرفين (J) و (K) لجميع النطاطات بالجهد (0) فولت وطبق عدداً من نبضات الساعة ولاحظ هل حدث أي تغيير على مخارج العداد؟

5	صمم عزيزي الطالب دائرة عداد تصاعدي/ تنازلي غير متزامن بخانتان وحافة تحفيز سالبة ثم قم ببنائها عملياً بإستخدام الدوائر المتكاملة (7476، 7408، 7432، 7404) كما هو موضح في الشكل أدناه. (لاحظ إن الطرف M يأخذ قيمتان منطقيتان هما (0) و (1)، إجعل M=1 ماذا ستلاحظ؟، طبق M=0 ماذا ستلاحظ أيضاً. بعد ذلك قم ببناء دائرة عـــداد تصاعدي/ تنازلي غير متزامن بأربعة خانات وحافة تحفيز سالبة. 

6	مسجل عزيزي الطالب النتائج المستحصلة وفق الجدول أدناه.

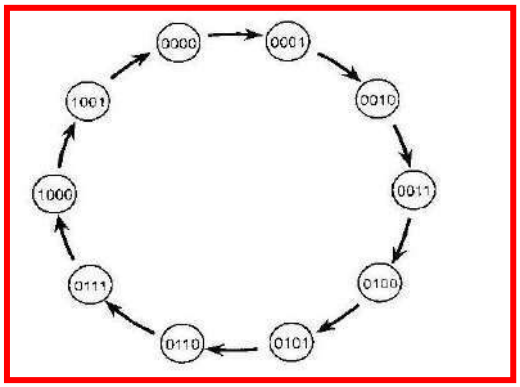
للعد التصاعدي					للعد التنازلي				
	Q_A	Q_B	Q_C	Q_D		Q_A	Q_B	Q_C	Q_D
بعد تصفير العداد					بعد تصفير العداد				
بعد النبضة الأولى					بعد النبضة الأولى				
بعد النبضة الثانية					بعد النبضة الثانية				
بعد النبضة الثالثة					بعد النبضة الثالثة				
بعد النبضة الرابعة					بعد النبضة الرابعة				
بعد النبضة الخامسة					بعد النبضة الخامسة				
بعد النبضة السادسة					بعد النبضة السادسة				
بعد النبضة السابعة					بعد النبضة السابعة				
بعد النبضة الثامنة					بعد النبضة الثامنة				
بعد النبضة التاسعة					بعد النبضة التاسعة				
بعد النبضة العاشرة					بعد النبضة العاشرة				
بعد النبضة الحاديةعشر					بعد النبضة الحادية عشر				
بعد النبضة الثانية عشر					بعد النبضة الثانية عشر				
بعد النبضة الثالثة عشر					بعد النبضة الثالثة عشر				
بعد النبضة الرابعة عشر					بعد النبضة الرابعة عشر				
بعد النبضة الخامسة عشر					بعد النبضة الخامسة عشر				
بعد النبضة السادسة عشر					بعد النبضة السادسة عشر				

7	**المناقشة:** 1. ناقش عزيزي الطالب النتائج المستحصلة عملياً ومدى مطابقتها للنتائج النظرية. 2. صمم دائرة عداد ثنائي تصاعدي/ تنازلي غير متزامن يتحفز لإشارة نبضة الساعة ذات الحافة الموجبة. 3. صمم دائرة عداد ثنائي تصاعدي/ تنازلي متزامن.

3-2-5 العداد الثنائي المرمز عشرياً BCD

إن العداد الثنائي المرمز عشرياً يعد من (0000) حتى (1001) بالنظام الثنائي وهو مايكافىء العد من (0) حتى (9) بالنظام العشري. القيمة التالية للعدد الثنائي (1001) يجب أن تكون (0000) في العداد الثنائي المرمز عشرياً ولكن في حالة العداد الثنائي تكون (1010).

والشكل (5-8) يمثل مخطط الحالة للعداد الثنائي المرمز عشرياً BCD.



الشكل 5-8 يمثل مخطط الحالة للعداد المرمز عشرياً BCD

لاحظ عزيزي الطالب من خلال مخطط الحالة أعلاه أن هذا العداد يبدأ بإجراء العد من الرقم (0) الى الرقم (9) في النظام العشري.

رقم التمرين: (5-4) **الزمن المخصص:** 3 ساعات

إسم التمرين: العداد الثنائي المرمز عشريا (BCD)

مكان التنفيذ: مختبر التصميم المنطقي

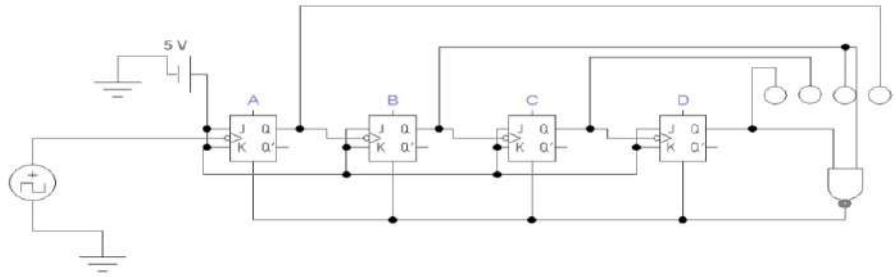
أولاً- الأهداف التعليمية: أن يكون الطالب قادراً على:

1. بناء عداداً ثنائيا مرمزاً عشرياً (BCD) Binary Coded Decimal.
2. ربط الدائرة العملية للعداد الثنائي المرمز عشريا" (BCD) بإستخدام برنامج EWB.
3. ان يتحقق الطالب من عمل العداد.

ثانياً- التسهيلات التعليمية:

1. جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج EWB.
2. لوحة توصيلات Bread Board.
3. دائرة متكاملة 7473 تحتوي على نطاطين من نوع JK مع مدخل تصفير عدد/2.
4. مولد إشارة نبضة الساعة بتردد 1 Hz (نبضات منفردة).
5. مفاتيح منطقية SPDT (مفتاح مفرد القطب ثنائي الرمية) عدد /3.
6. ثنائي باعث للضوء LED عدد/4 ملون والدائرة المتكاملة 7400.
7. مقاومة ثابتة (150 أوم، 1 كيلوأوم) عدد/3.
8. مصدر جهد مستمر منظم على 5V.
9. أسلاك كهربائية (1) ملم.

ثالثاً- خطوات العمل، النقاط الحاكمة، الرسومات.

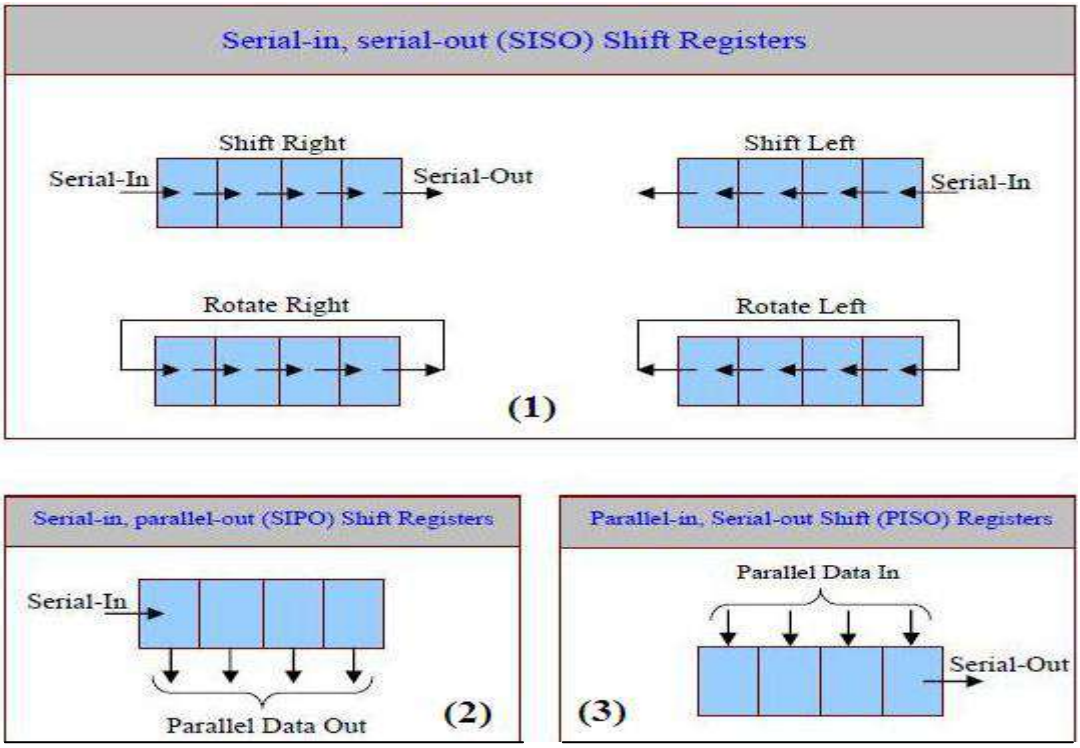
1	إرتد بدلة العمل الملائمة لجسمك.
2	شغل جهاز الحاسوب وشغل برنامج EWB.
3	1. نفذ الدائرة العملية كما في الشكل أدناه بإستخدام نطاط JK ذو الحافة الصاعـــدة Active High: 
	2. طبق نبضة ساعة على مدخل نبضة الساعة ولاحظ التغيرات التي تحدث على مخارج النطاطات: **(QD), (QC), (QB), (QA)** **3.** كرر الخطوة (2) من الخطوة 3 ودوّن النتائج.
4	مسجل ورتب عزيزي الطالب النتائج المستحصلة في الجدول المبين في الشكل أدناه.
5	**المناقشة:** 1. ماذا يحدث بعد النبضة العاشرة؟ 2. نفذ التمرين على لوحة التوصيلات (Bread Board).

	Q_A	Q_B	Q_C	Q_D
عند النبضة صفر	0	0		
بعد النبضة الأولى				
بعد النبضة الثانية				
بعد النبضة الثالثة				
بعدالنبضة الرابعة				
بعد النبضة الخامسة				
بعد النبضة السادسة				
بعد النبضة السابعة				
بعد النبضة الثامنة				
بعدالنبضة التاسعة				
بعدالنبضة العاشرة				
بعدالنبضة الحادية عشر				

3-5 السجلات Registers

من أهم أنواع السجلات مسجل الإزاحة Shift Register الذي يستخدم لتخزين البيانات تمهيداً لتحريكها (move) أو إزاحتها (shift) يساراً أو يميناً. والأنواع الثلاثة الأساسية لمسجلات الإزاحة موضحة بالشكل (5-9) وهي:

1. سجلات إزاحة متوالية الدخل– متوالية الخرج (Serial-in, Serial-out Shift Registers) وتكتب إختصاراً (SISO).
2. سجلات إزاحة متوالية الدخل– متوازية الخرج (Serial-in, Parallel-out Shift Registers) وتكتب إختصاراً (SIPO).
3. سجلات إزاحة متوازية الدخل– متوالية الخرج (Parallel-in, Serial-out Shift Registers) وتكتب إختصاراً (PISO).

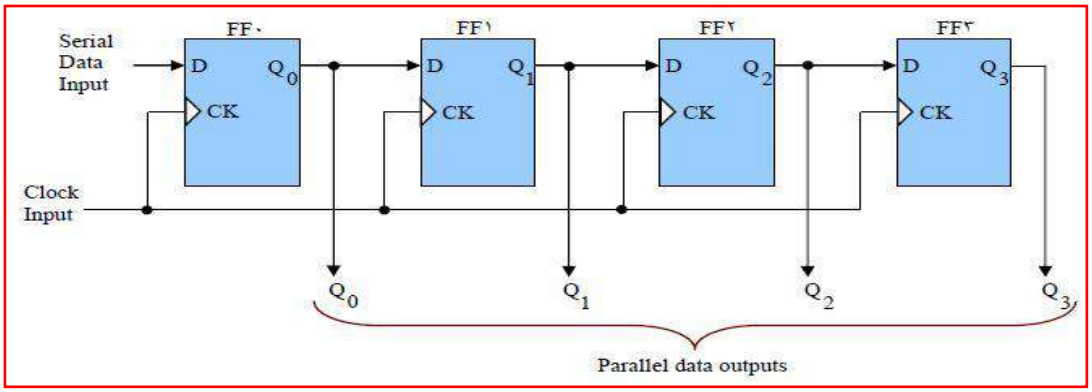


الشكل 5-9 يوضح أنواع سجلات الإزاحة

1-3-5 سجل الإزاحة ذو إدخال متوالي/ وإخرج متوازي

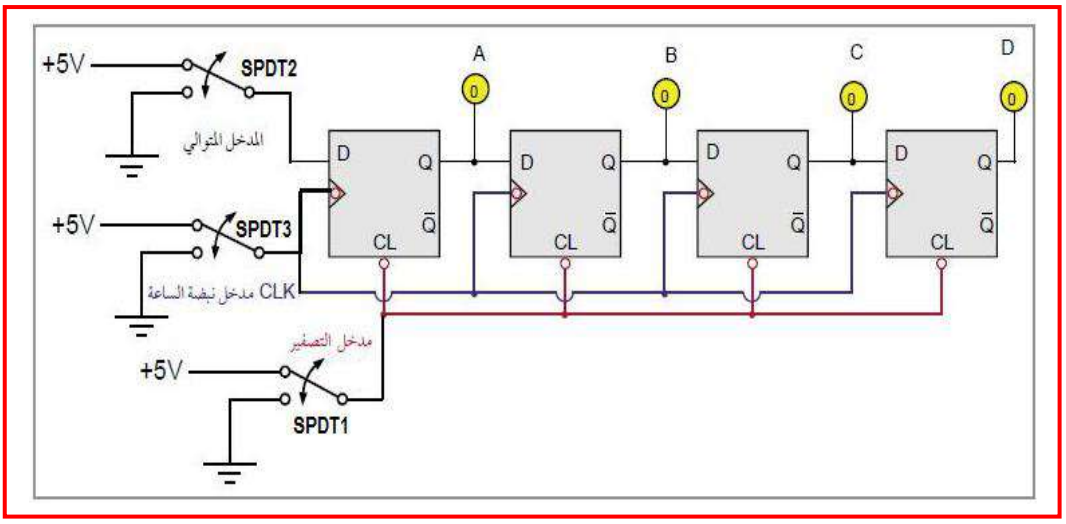
وهو أحد أنواع سجلات الإزاحة المهمة، من خلال الشكل (5-10) الذي يوضح النوع الثاني من سجلات الإزاحة والذي يسمى (بسجل إزاحة متوالي الدخل – متوازي الخرج)، لاحظ عزيزي الطالب بأنه لإدخال البيانات في هذا السجل، يتم تطبيق البيانات المتوالية والمكونة من (4-bits) على مدخل البيانات على

التوالي (Serial data input) ويتم إزاحتها تحت التحكم في نبضات الدخل المتزامنة (إزاحة واحدة باتجاه اليمين لكل نبضة ساعة).



الشكل 5-10 يوضح سجل إزاحة متوالي الدخل – متوازي الخرج

ولإدخال أو تخزين كلمة مكونة من أربعة ارقام (4-bits) على التوالي داخل هذا السجل فإننا نحتاج الى اربع نبضات تزامن. البيانات المخزونة داخل سجل الإزاحة تكون موجـــودة على المخـــارج الاربعـــة (Q_A,Q_B, Q_C, Q_D) كأربعة أرقام (4-bits) خرج على التوازي كما في الشكل (5-11).



الشكل 5-11 يوضح سجل إزاحة متوالي الدخل – متوازي الخرج ذو أربع خانات

رقم التمرين: (5-5) **الزمن المخصص:** 3 ساعات

إسم التمرين: سجل الازاحة ذو إدخال متوالي/ وإخراج متوازي (SIPO)

مكان التنفيذ: مختبر التصميم المنطقي

أولاً- الأهداف التعليمية:

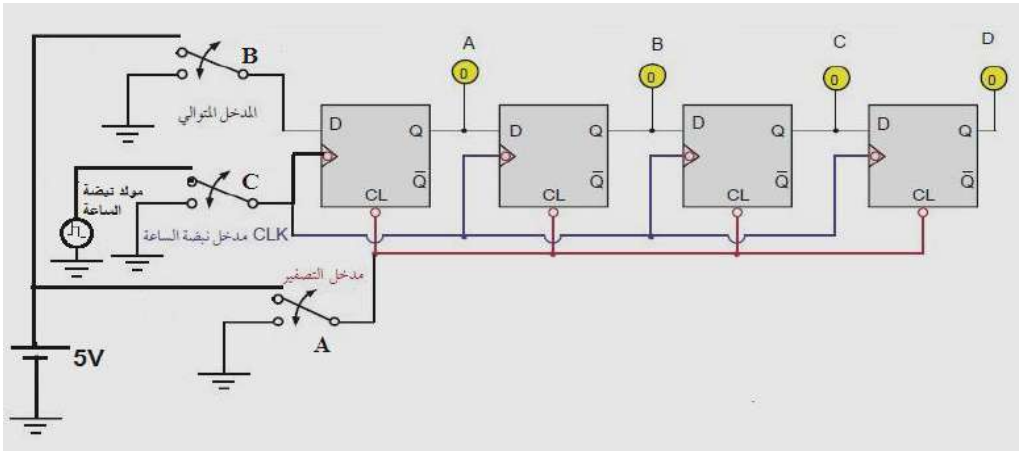
أن يكون الطالب قادراً على:

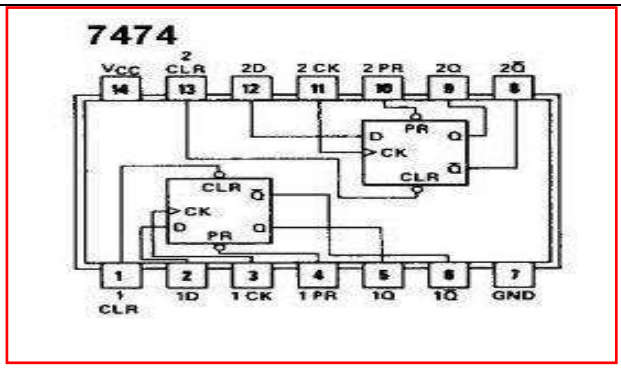
1. بناء سجل إزاحة ذو إدخال متوالي وإخراج متوازي مكون من اربع خانات بإستعمال قلابات D بإستخدام برنامج EWB ولوحة التوصيلات الإلكترونية.
2. التحقق من عمل الدائرة.

ثانياً- التسهيلات التعليمية:

1. جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج EWB.
2. لوحة توصيلات Bread Board.
3. دائرة متكاملة 7474 تحتوي على نطاطين من نوع D مع مدخل تصفير عدد/ 2.
4. مصدر قدرة مستمر منظم على 5 V.
5. مفاتيح منطقية SPDT (مفتاح مفرد القطب ثنائي الرمية) عدد/3.
6. ثنائي مشع للضوء LED عدد/4 ملون.
7. مقاومة ثابتة (470 Ω) عدد/4.
8. أسلاك كهربائية (1) ملم.
9. مولد إشارة نبضة الساعة (نبضات منفردة).
10. منضدة عمل.

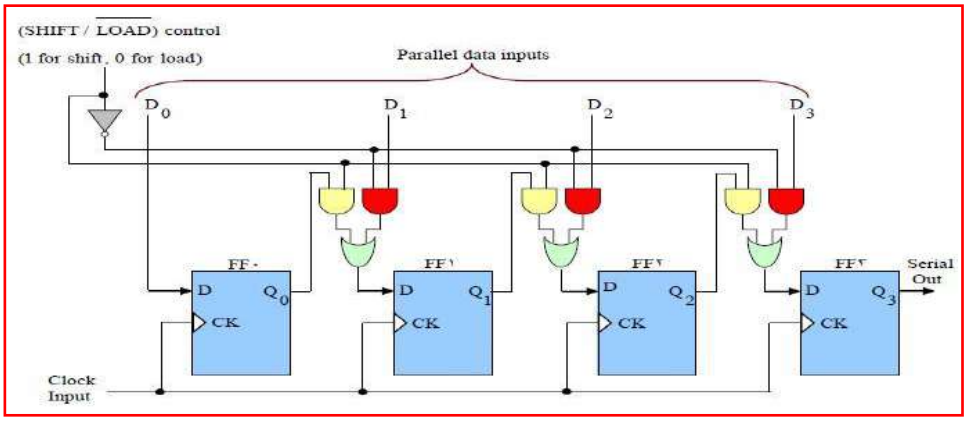
ثالثاً- خطوات العمل، النقاط الحاكمة، الرسومات.

1	إرتد بدلة العمل الملائمة لجسمك.
2	شغل جهاز الحاسوب وشغل برنامج EWB.
3	1. صمم ونفذ عزيزي الطالب الدائرة العملية كما في الشكل أدناه بإستخدام نطاط نوع D  2. قم عزيزي الطالب بتصفير النطاطات من خلال المفتاح A. 3. صل المفتاح B بمصدر القدرة (المنطق 1) ليكون دخل أول نطاط يساوي (1). 4. صل المفتاح C بمولد إشارة نبضة الساعة، بوضع المفتاح SPDT3 على هذا الوضع سيغذي جميع مداخل نبضات الساعة CLK بحافة موجبة (الضرورية لانتقال المعلومات) فنلاحظ إزاحة لدخل دائرة النطاط الأول (High) الى الخرج Q_A. 5. لاحظ عزيزي الطالب إن إشارة نبضة الساعة التالية، ستتسبب في حدوث إزاحة للدخل الثاني الى خرج النطاط الثاني (High)، لاحظ توهج كل من الباعث الضوئي Q_A, Q_B لأنهما سيكونان في الوضع High. 6. ضع المفتاح B على الوضع الأرضي (المنطق 0) مما يجعل دخل دائرة النطاط الاول في الوضع Low. 7. لاحظ عزيزي الطالب أن البيانات تنتقل خلال المسجل مع كل حافة موجبة من نبضات الساعة. 8. إستخدم الدائرة المتكاملة 7474 كما في الشكل التالي تصميم وبناء الدائرة عملياً.

	
4	**المناقشة:** ناقش عزيزي الطالب النتائج المستحصلة ، ثم قارنها بالنتائج النظرية. لماذا تم إستخدام نطاط من النوع D في تصميم وبناء هذه الدائرة؟ وهل بالإمكان إستخدام نطاط من نوع آخر في تصميم وبناء هذه الدائرة؟

2-3-5 سجل الإزاحة ذو ادخال متوازي/ وإخراج متوالي

يمكن بناء سجل مكون من أربع مراحل من النوع متوازي الدخل متوالي الخرج وذلك بإستخدام دوائر القلابات من النوع D كما موضح في الشكل (12-5). يتم التحكم في الدائرة عن طريق طرف تحكم الدخل SHIFT / $\overline{\text{LOAD}}$ عندما يكون طرف التحكم SHIFT / $\overline{\text{LOAD}}$ في الوضع (Low). فإن جميع البوابات AND المظللة باللون الأحمر تكون نشطة (Enable) نتيجة لعكس إشارة التحكم هذه عن طريق العاكس Inverter المظلل. هذه البوابات الفعالة تعمل على توصيل البيانات من خطـــوط المدخـــل للبيانـــات (D3, D2, D1, D0) الى مداخل البيانات على دوائر القلابات عند وصول نبضة الساعة (Clock Pulse)، فإن هذه البيانات سوف يتم تخزينها داخل السجل وتظهر على المخـــارج (Q3, Q2, Q0, Q1).



الشكل 12-5 سجل إزاحة متوازي الدخل – متوالي الخرج

وعندما يكون طرف التحكم $\overline{SHIFT / LOAD}$ في الوضع (High)، فإن جميع البوابات AND المظللة باللون الأصفر تكون فعالة أو نشطة (Enable) . هذه البوابات الفعالة توصل الخرج Q_0 الى الدخل D لدائرة القلاب الثانية (FF^1). وتوصل الخرج Q_1 إلى الدخل D لدائرة القلاب الثالثة (FF^2). وكذلك توصل الخرج Q_2 الى الدخل D لدائرة القلاب الرابعة (FF^3) وفي هذا الوضع، فإن البيانات المخزونة داخل مسجل الإزاحة سوف تحدث لها إزاحة جهة اليمين وبمقدار خانة واحدة (1 bit) مع كل نبضة من نبضات الساعة الموجودة على الدخل (Clock Input).

رقم التمرين: (5-6) **الزمن المخصص:** 3 ساعات

إسم التمرين: سجل إزاحة ذو إدخال متوازي/إخراج متوالي (PISO)

مكان التنفيذ: مختبر التصميم المنطقي

أولاً- الأهداف التعليمية:

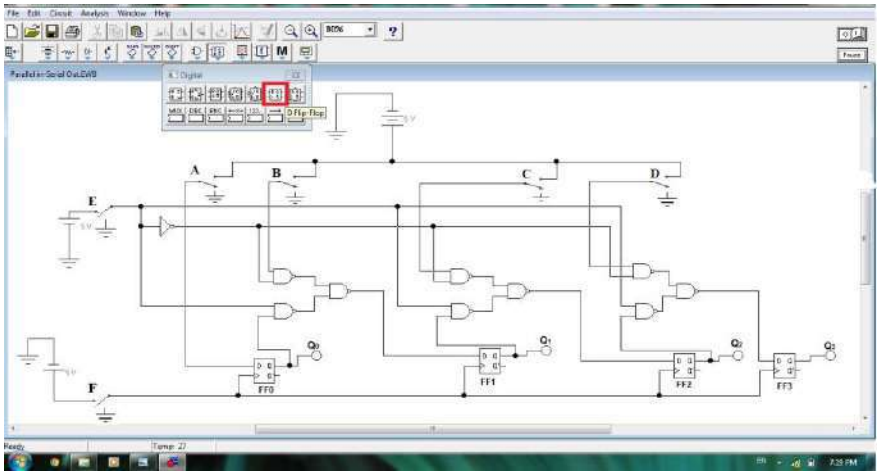
أن يكون الطالب قادر على:

1. بناء سجل إزاحة ذو إدخال متوازي وإخراج متوالي مكون من اربع خانات بإستعمال قلابات D وباستخدام برنامج EWB ولوحة التوصيلات الالكترونية.
2. التحقق من عمل الدائرة.

ثانياً- التسهيلات التعليمية:

1. جهاز حاسوب يتوفر فيه برنامج EWB.
2. لوحة توصيلات Bread Board.
3. دائرة متكاملة 7474 تحتوي على نطاطين من نوع D مع مدخل تصفير عدد/ 2 والدائرة المتكاملة 7400 عدد/3 والدائرة المتكاملة 7404 عدد/1.
4. مصدر قدرة مستمر منظم على 5 V.
5. مفاتيح منطقية SPDT (مفتاح مفرد القطب ثنائي الرمية) عدد / 6.
6. ثنائي مشع للضوء LED عدد/4 ملون.
7. إسلاك توصيل.
8. مولد إشارة نبضة الساعة (نبضات منفردة).
9. مقاومة ثابتة (470 أوم) عدد/ 4.
10. منضدة عمل.

ثالثاً- خطوات العمل، النقاط الحاكمة، الرسومات.

1	إرتد بدلة العمل الملائمة لجسمك.
2	شغل جهاز الحاسوب وشغل برنامج EWB.
3	1. نفذ الدائرة العملية المبينة في الشكل أدناه.  2. ضع مفتاح التحكم رقم SPDT5 (E) على وضع التحميل (Load) أي على الوضع (Low) (أرضي). 3. قم بإدخال البيانات (1010) عن طريق المفاتيح (A,B,C,D). 4. إخزن البيانات في المسجل بتسليط نبضة ساعة واحدة CLK بإستخدام المفتاح. 5. إفصل البيانات عن الدائرة بوضع المفاتيح (A,B,C,D) الى الأرضي (المنطق 0). 6. صل مفتاح التحكم الى وضع الإزاحة (SHIFT) بجعل مفتاح E مرتبط بمصدر القدرة (High) (5V). 7. قم بإدخال نبضات الساعة لغاية الوصول الى الحالة (0000) مع تسجيل النتائج حسب الجدول كما في الشكل أدناه:
4	**المناقشة:** 1. ناقش عزيزي الطالب النتائج المستحصلة، ثم قارنها بالنتائج النظرية. 2. نفذ عزيزي الطالب التمرين على لوحة التوصيلات (Bread Board) بإستخدام الدوائر المتكاملة 7474، ثم قارن النتائج.

CLK	Q_0	Q_1	Q_2	Q_3
0	**1**	**0**	**1**	**0**
1				
2				
3				
4				

أسئلة الفصل الخامس

س1: ماهي الوظيفة الأساسية للعدادات؟

س2: ماهو الفرق بين العداد المتزامن والعداد الغير متزامن؟

س3: كيف يمكن إستخدام العداد بإجراء العد تصاعديا؟ وضح ذلك بالرسم

س4: كيف يمكن استخدام العداد بإجراء العد تنازليا؟ وضح ذلك بالرسم

س5: عداد ثنائي مرمز عشرياً، كم حالة للعداد؟ وكم هو عدد الحالات الملغاة؟

س6: عداد ثنائي تصاعدي- تنازلي ذو 4 خانات مثبت على الحالة (0000)

ماهي حالته القادمة لكل من الحالات التالية:

أ - في حالة العد التصاعدي ب - في حالة العد التنازلي.

س7: عداد ثنائي غير متزامن ذو خمسة نطاطات ما هو اقصى رقم يصل اليه هذا العداد؟

س8: إملأ الفراغات التالية:

1. للعداد الثنائي المرمز عشريا (BCD) ..... حالات متغيرة.
2. عداد ثنائي تصاعدي ذو ثلاثة نطاطات يعد الى الرقم .....
3. يتصفر العداد العشري عند النبضة .....
4. للعداد التصاعدي تؤخذ المخارج ..... لتغذية مدخل الساعة للمرحلة القادمة.
5. للعداد التنازلي تؤخذ المخارج ..... لتغذية مدخل الساعة للمرحلة القادمة.
6. في سجل ازاحة التوالي عدد البتات الثنائية يساوي عدد ..... ويساوي عدد ..... اللازمة للإزاحة.
7. في إزاحة التوالي نحتاج الى ..... من النبضات لإزاحة N من الارقام الثنائية.

8. نحتاج الى ..... من النطاطات و ..... من النبضات لإزاحة الرقم 111001101 على التوالي.

9. في إزاحة التوازي نحتاج الى ..... من النبضات لإزاحة N من الأرقام الثنائية.

10. نحتاج الى ..... من النطاطات و ..... من النبضات لإزاحة الرقم 1011101 على التوازي.

س9: صنف السجلات إعتمادا على طريقة دخول البيانات الى سجل الإزاحة وطريقة خروجها.

س10: ماهي الوظيفة الاساسية للسجلات؟