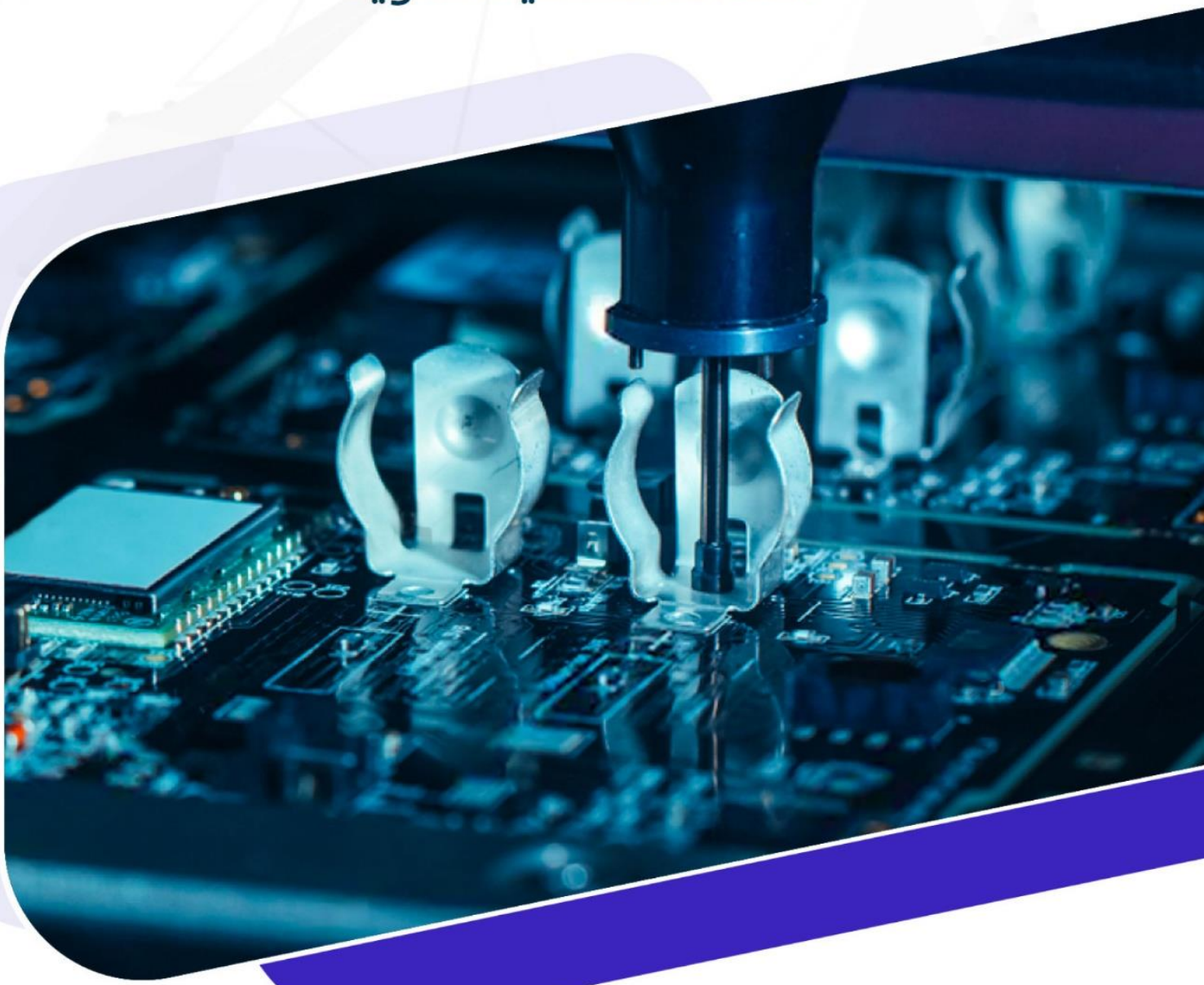
المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني
الإدارة العامة للمناهج

المعاهد الصناعية الثانوية



دوائر رقمية

الإلكترونيات

مقدمة

الحمد لله الذي علَّم بالقلم، علَّم الإنسان ما لم يعلم، والصلاة والسلام على من بُعث مُعلماً للناس وهادياً وبشيراً، وداعياً إلى الله بإذنه وسراجاً منيراً؛ فأخرج الناس من ظلمات الجهل والغواية، إلى نور العلم والهداية، نبينا ومعلمنا وقدوتنا الأول محمد بن عبدالله وعلى آله وصحبه أجمعين، أما بعد:

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

وقد خطت الإدارة العامة للمناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي تلك المتطلبات، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية ومن بعده مشروع المؤهلات المهنية الوطنية، والذي يمثل كل منهما في زمنه، الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير وكذلك المؤهلات لاحقاً في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية "**دوائر رقمية**" لمتدربي تخصص "**الإلكترونيات**" في المعاهد الصناعية الثانوية ومعاهد العمارة والتشييد، موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا البرنامج لتكون مهاراتها رافداً لهم في حياتهم العملية بعد تخرجهم من هذا البرنامج. والإدارة العامة للمناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجلً أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط خالٍ من التعقيد.

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

الإدارة العامة للمناهج

الفهـــرس

الموضـــوع	رقم الصفحة
مقدمة	٢
الفهرس	٣
تمهيد	٧
الوحدة الأولى: الدوائر الرقمية التوافقية	١٠
تمهيد ومراجعة للبوابات الرقمية	١١
شراء العناصر الإلكترونية والشرائح الرقمية	١٤
أقسام الدوائر الرقمية	١٥
الدوائر الرقمية التوافقية	١٧
دائرة الجامع النصفي	١٧
التجربة الأولى : بناء دائرة الجامع النصفي باستخدام بوابات XOR , AND	١٨
دائرة الجامع الكلي Full Adder	٢١
التجربة الثانية : بناء دائرة الجامع الكلي Full adder circuit	٢٢
الطارح النصفي Half subtractor	٢٤
التجربة الثالثة : بناء دائرة الطارح النصفي Half subtractor	٢٥
الطارح الكلي Full subtractor	٢٦
التجربة الرابعة : بناء دائرة الطارح الكلي Full subtractor	٢٧
مقاومة الرفع و مقاومة الخفض Pull up and pull down resistors	٢٩
دائرة المقارن الرقمي Digital Comparator	٣٠
التجربة الخامسة : بناء دائرة المقارن الرقمي Logic comparator	٣١
منتقي البيانات Multiplexer (MUX)	٣٣
التجربة السادسة : بناء دائرة منتقي البيانات ٢ إلى ١ MUX 2x1	٣٧
التجربة السابعة : بناء دائرة منتقي البيانات ٤ إلى ١ (MUX 4 to 1)	٣٩

الموضـــوع	رقم الصفحة
التجربة الثامنة: تشغيل دائرة منتقي البيانات (4x1)باستخدام الشريحة (74153)	٤٠
موزع البيانات DMUX Demultplexer	٤١
التجربة التاسعة : بناء دائرة موزع البيانات ١ إلى ٢ (DMUX 1 to 2)	٤٢
دائرة المشفر الرقمي Digital Encoder	٤٤
التجربة العاشرة : بناء دائرة المشفر (Encoder)	٤٥
فاك الشفرة Decoder	٤٦
التجربة الحادية عشر : بناء دائرة فاك الشفرة Decoder	٤٧
شاشة الأجزاء السبعة Seven Segment	٤٨
التجربة الثانية عشر : تشغيل خانة واحدة من شاشة الأجزاء السبعة 7 segment	٤٩
تمارين الوحدة	٥٠
الوحدة الثانية: دوائر القلابات	٥٥
الدوائر الرقمية التعاقبية Sequential Circuits	٥٦
دائرة الماسك إس آر (القلاب غير المتزامن) SR Latch	٥٦
التجربة الأولى : بناء دائرة ماسك SR باستخدام بوابتي NOR	٦١
التجربة الثانية : تنفيذ دائرة ماسك SR بشريحة CD4044BE	٦٢
القلابات الرقمية Logic Flip flops	٦٣
الحافة الصاعدة و الحافة النازلة Rising and Falling edge	٦٤
التجربة الثالثة: بناء دائرة قلاب SR باستخدام بوابات NAND	٦٦
القدح أثناء الحافة فقط Edge triggered Flip flops	٦٧
دائرة كشف النبضات Pulse detection Circuit	٦٨
القلاب من نوع D Flip flop -D	٦٩
التجربة الرابعة تشغيل قلاب من نوع D باستخدام الشريحة 74HC74	٧٠
القلاب من نوع JK JK-Flip flop	٧١

الموضـــوع	رقم الصفحة
القلاب JK بإضافة منافذ غير متزامنة للتحكم (preset , Clear)	٧٢
التجربة الخامسة: تشغيل القلاب JK في شريحة 74HC73	٧٤
القلاب من نوع T Flip flop (T)	٧٥
التجربة السادسة : بناء دائرة القلاب (T) باستخدام الشريحة 74HC73	٧٦
تمارين الوحدة	٧٧
الوحدة الثالثة: دوائر العدادات	٨٢
حساب عدد القلابات المطلوبة لتصميم العدادات	٨٤
العدادات غير المتزامنة باستخدام قلابات D	٨٥
العداد التنازلي غير المتزامن Down asynchronous counter	٨٧
التجربة الأولى : بناء عداد تصاعدي غير متزامن باستخدام قلابات (D)	٩٠
التجربة الثانية: بناء عداد تنازلي غير متزامن مكون من ٤ قلابات D	٩١
العداد المتزامن Synchronous counter	٩٢
التجربة الثالثة : بناء عداد تصاعدي متزامن باستخدام قلابات JK	٩٣
التجربة الرابعة: استخدام الشريحة (74HC93) كعداد متكامل	٩٤
ضبط العداد ليعيد العد عند قيمة معينة (n) Maximum count of a counter	٩٥
التجربة الخامسة: توصيل عداد يعيد العد عند القيمة (١٠) بشريحة 74HC93	٩٦
العداد التصاعدي / التنازلي up/down counter	٩٧
التجربة السادسة: تشغيل عداد تصاعدي/تنازلي باستخدام الشريحة 74HC190	١٠٠
عرض العد على شاشة الأجزاء السبعة Seven Segment	١٠١
التجربة السابعة: عرض قيمة العد على شاشة الأجزاء السبعة عبر شريحة المشفر	١٠٢
تمارين الوحدة	١٠٣

الموضـــوع	رقم الصفحة
الوحدة الرابعة : مسجلات الإزاحة	١٠٧
مسجلات الإزاحة ذات الدخل المتوالي و الخرج المتوازي SIPO	١٠٩
التجربة الأولى: بناء دائرة مسجل إزاحة (SIPO) باستخدام قلابات D	١١٢
التجربة الثانية : بناء مسجل إزاحة (SIPO) باستخدام الشريحة 74HC595	١١٤
مسجل الإزاحة ذو المدخل المتوالي و المخرج المتوالي SISO	١١٥
التجربة الثالثة: بناء مسجل إزاحة SISO مكون من ٤ قلابات D	١١٦
مسجل الإزاحة ذو المدخل المتوازي والمخرج المتوالي PISO	١١٧
مسجل الإزاحة ذو المدخل المتوازي و المخرج المتوازي PIPO	١٢٠
التجربة الرابعة : بناء مسجل إزاحة PIPO مكون من ٤ قلابات D	١٢١
تمارين الوحدة	١٢٣
الوحدة الخامسة : الذاكرة و تخزين البيانات	١٢٨
ذاكرة القراءة فقط ROM	١٣١
التجربة الأولى: تشغيل ذاكرة EEPROM باستخدام الشريحة AT28C46B-15PU	١٣٤
ذاكرة الوصول العشوائي RAM	١٣٥
التجربة الثانية: تشغيل ذاكرة RAM باستخدام الشريحة LY6264	١٣٦
أنواع حديثة من الذاكرات	١٣٨
أوراق المواصفات للشرائح الإلكترونية Datasheet	١٣٩
التجربة الثالثة: إيجاد ورقة المواصفات لشريحة إلكترونية واستخلاص بعض المعلومات منها	١٤٣
تمارين الوحدة	١٤٤
المراجع	١٤٧

تمهيد

الهدف العام من الحقيبة :

يهدف هذا المقرر إلى إكساب المتدرب مهارات تصميم وتشغيل الدوائر الرقمية التوافقية والتتابعية.

تعريف بالحقيبة :

يصف هذا المقرر المهارات الأساسية لتصميم الدوائر الرقمية التوافقية والتتابعية من خلال التدريب على دائرة الجامع والطارح والمقارن ومنتقي البيانات والمشفر وفاك الشفرة كدوائر توافقية ، والقلابات والعدادات ومسجلات الإزاحة والذاكرة كدوائر تتابعية.

الوقت المتوقع لإتمام التدريب على مهارات هذه الحقيبة التدريبية :

يتم التدريب على مهارات هذه الحقيبة التدريبية خلال الفصل في (٨٠) ساعة تدريبية موزعة كالتالي.

الوحدة الأولى : الدوائر الرقمية التوافقية	٢٤ ساعة تدريبية
الواحدة الثانية : دوائر القلابات	١٨ ساعة تدريبية
الوحدة الثالثة : دوائر العدادات	١٥ ساعة تدريبية
الوحدة الرابعة : دوائر مسجلات الإزاحة	١٣ ساعة تدريبية
الوحدة الخامسة : الذاكرة و تخزين البيانات	١٠ ساعات تدريبية

الأهداف التفصيلية للحقيبة :

بنهاية التدريب على هذه الحقيبة يكون المتدرب قادرا و بكفاءة على أن:

١- يقارن بين الدوائر الرقمية التوافقية والتتابعية.
٢- يصمم وينفذ دائرة الجامع والطارح والمقارن الرقمي.
٣- يصمم وينفذ دائرة منتقي وموزع البيانات والمشفر.
٤- يصمم وينفذ دوائر القلابات بأنواعها والعدادات ومسجلات الإزاحة.
٥- يعدد أنواع الدوائر المتكاملة الرقمية وأنواع الذاكرة.

اشتراطات السلامة عند التدريب على هذه الحقيبة :

عند التدريب على هذه الحقيبة يجب اتباع تعليمات و اشتراطات السلامة التالية:

١- ارتداء ملابس التدريب المناسبة.

٢- المحافظة على حقائب التجارب وذلك بعدم التوصيل الخطأ للتجارب.

٣- التعامل برفق مع أسلاك المعمل

٤- التهوية والإضاءة الجيدة لمكان العمل.

الوحدة الأولى

الدوائر الرقمية التوافقية

الوحدة الأولى

الدوائر الرقمية التوافقية

الهدف العام:

تهدف هذه الوحدة إلى تصميم الدوائر الرقمية التوافقية وتنفيذها واستنتاج جدول الصواب

الأهداف التفصيلية:

من المتوقع في نهاية هذه الوحدة التدريبية أن يكون المتدرب قادرًا وبكفاءة على أن:

١- شرح مفهوم الدوائر الرقمية التوافقية

٢- تصميم وتنفيذ دوائر الجامع والطارح والمقارن ومنتقي البيانات وفاك الشفرة.

٣- كتابة المعادلة المنطقية لكل دائرة

٤- استنتاج جدول الصواب لكل دائرة

٥- شرح عمل شاشة الأجزاء السبعة ببساطة

الوقت المتوقع للتدريب على هذه الوحدة: ٤ ساعات نظرية، ٢٠ ساعة عملية

الوسائل المساعدة:

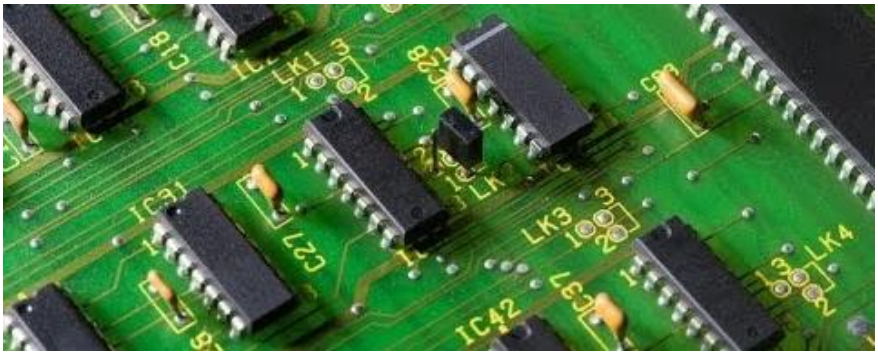
١- التعليمات والتدريبات في هذه الوحدة

٢- مختبر دوائر رقمية (لوحة توصيل، مصدر طاقة، أسلاك، شرائح البوابات الرقمية)

٣- سبورة

٤- جهاز عرض البيانات

الدوائر الرقمية Digital Circuits

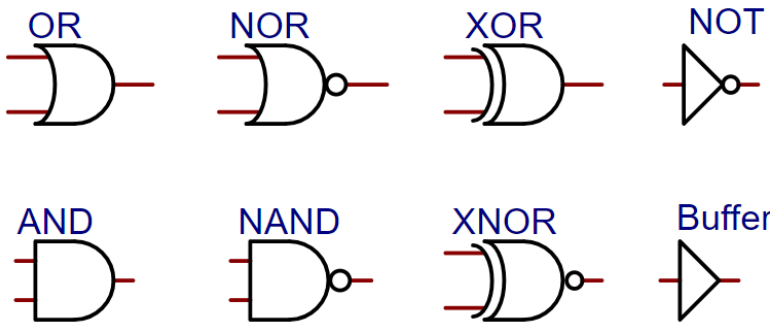


الشكل رقم (١-١)

تمهيد و مراجعة للبوابات الرقمية :

سبق لك دراسة العناصر الإلكترونية الأساسية (مثل المقاومة، المكثف، الترانزيستور والدايود) ثم دراسة بعض الدوائر الإلكترونية الأساسية مثل (توحيد نصف موجة و دائرة توحيد موجة كاملة و دوائر التكبير)

لقد استخدم مطوري الدوائر الإلكترونية هذه العناصر البسيطة لبناء دوائر رقمية أساسية وهي البوابات المنطقية. و هذه مراجعة سريعة للبوابات المنطقية (Logic gates)



الشكل رقم (١-٢)

A	B		AND	NAND	OR	NOR	XOR	XNOR
0	0		0	1	0	1	0	1
0	1		0	1	1	0	1	0
1	0		0	1	1	0	1	0
1	1		1	0	1	0	0	1

الجدول رقم (١-١)

و لاستخدام هذه البوابات المنطقية يجب عليك معرفة أرقام الشرائح التي تحتوي على البوابات وتركيبها الداخلي. و فيما يلي سنراجع الشرائح الشهيرة للبوابات المنطقية. لاحظ أنه يوجد العديد من الشرائح المختلفة التي تحتوي على بوابات منطقية، و لكننا سنتحدث عن أشهرها.

يوجد تقنيتين شهيرتين لتصنيع الشرائح الرقمية و هما (TTL) و (CMOS) و سنشرح باختصار الفرق بين التقنيتين.

TTL هو اختصار لعبارة (Transistor Transistor Logic)

و هذا النوع أكثر شيوعا ، وعادة الشرائح التي تبدأ بالرقمين ٧٤ تعمل بتقنية TTL وتعمل عادة بـ ٥ فولت .

درجات حرارة التشغيل الآمنة (٠-٧٠ درجة)

CMOS هو اختصار للعبارة

(Complementary metal–oxide–semiconductor)

و هي تقنية مختلفة في التصنيع الداخلي

والشرائح التي تبدأ بالرقمين ٤٠ تعمل بتقنية (CMOS) في العادة.

و تعمل على نطاق جهود متنوع (٣-١٨ فولت في العادة.)

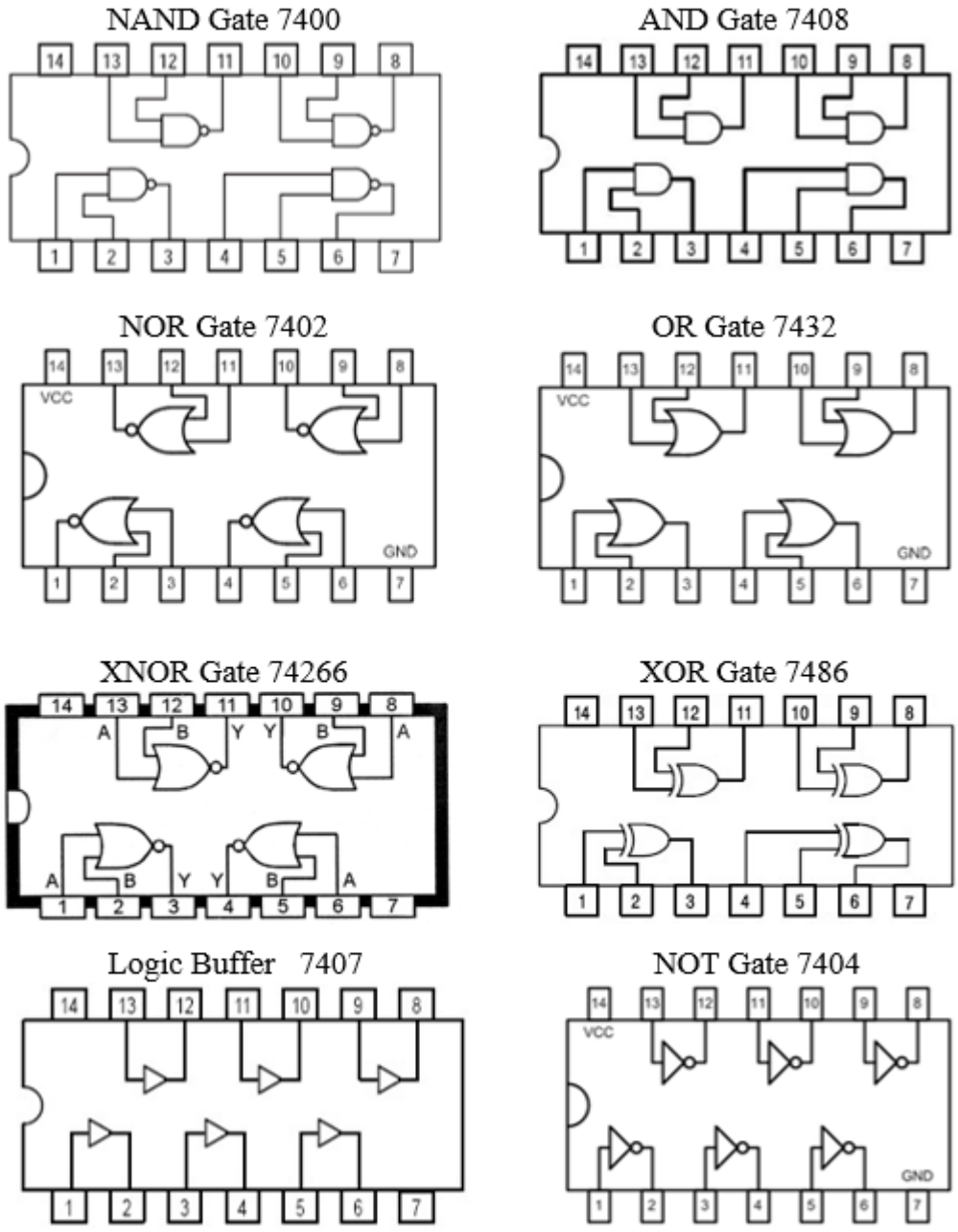
و تتحمل نطاق أكبر من درجات الحرارة أيضا -٥٥ إلى ١٢٥ درجة مئوية

و هنا نعرض لك أشهر أرقام الشرائح المستخدمة بنوعيها TTL و CMOS

NOT	XNOR	XOR	NOR	NAND	OR	AND	
74HC04	74HC266	74HC86	74HC02	74HC00	74HC32	74HC08	TTL
4009	4077	4030	4001	4011	4071	4081	CMOS

الجدول رقم (١-٢)

و هنا نعرض لك التوصيل الداخلي للشرائح الشائعة للبوابات المنطقية:



الشكل رقم (١-٣)

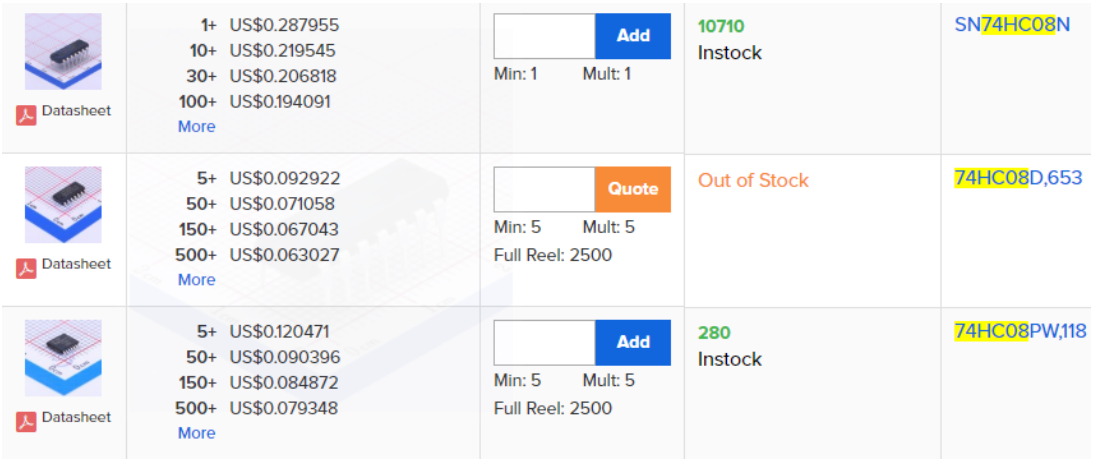
الأشكال السابقة تعرض لك التركيب الداخلي للبوابات المعروفة. لاحظ أن شريحة العزل (Buffer) لا تعتبر بوابة في العادة ، ولكنها مفيدة في بعض تطبيقات الدوائر الرقمية مثل تحقيق تأخير زمني بسيط في بعض الدوائر .

شراء العناصر الإلكترونية و الشرائح الرقمية :

قد تكون الطريقة الأفضل للحصول على الشرائح الإلكترونية هي شرائها من المتاجر الشهيرة على الإنترنت والمتخصصة ببيع مثل هذه العناصر.

digikey.com	ديجي كي متجر أمريكي كبير و معروف يمكنك في متجرهم تصفح آلاف العناصر المختلفة و قد يكون هو الأفضل لإيجاد أوراق مواصفات العناصر (datasheet)
rs-online.com	متجر بريطاني معروف يبيع آلاف العناصر و الأجهزة الإلكترونية
lcsc.com	إل سي إس سي متجر صيني كبير

الجدول رقم (١-٣)



الشكل رقم (١-٤)

في هذه المواقع ستجد كل المعلومات اللازمة: الأشكال، الأسعار، الكميات المتوفرة، ورقة المواصفات، البدائل و الكثير من المعلومات الهامة.

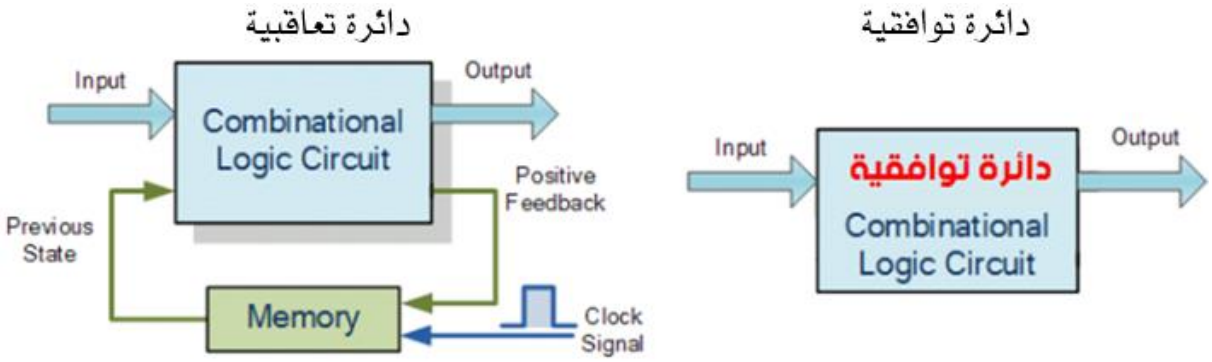
أقسام الدوائر الرقمية Logic circuits categories

يمكن تقسيم الدوائر الرقمية إلى نوعين :

الدوائر الرقمية التوافقية Combinational Logic circuits

الدوائر الرقمية التعاقبية Sequential Logic Circuits

والفرق بينهما أن المخرج في الدوائر التوافقية يعتمد على حالة المدخل فقط ، بينما في الدوائر التعاقبية يعتمد المخرج على المدخل و على الحالة السابقة للمخرج أيضاً . و الشكل التالي يوضح الفكرة.



الشكل رقم (١-٥)

أمثلة على الدوائر التوافقية: Sequential

الجامع	دائرة تعمل على إجراء علمية الجمع على قيم رقمية ثنائية	Adder
الطارح	دائرة تعمل على حساب قيمة طرح قيمتين ثنائية	Subtarcter
المقارن	دائرة تعمل على المقارنة بين قيمتين ثنائية و تحدد أيهما أكبر	Comparator
منتقي البيانات	دائرة تستقبل مجموعة من الإشارات الرقمية و يمكن انتقاء أحد هذه الإشارات	MUX
المشفر	دائرة تولد رقم ثنائي يرمز لأحد المنافذ (المنفذ النشيط)	encoder
فاك الشفرة	يعكس عملية المشفر	decoder

الجدول رقم (١-٤)

أمثلة على الدوائر التعاقبية Sequential Circuits

الماسِك	دائرة رقمية أساسية تعمل على المحافظة على حالتها السابقة	Latch
القلابات	يوجد أنواع عديدة من القلابات مثل (D,T ,JK) وهي شبيهة بالماسكات و لكنها تعمل بتزامن (نبضات ساعة)	Flip Flop
العدادات	دوائر رقمية هامة جدا و تعمل على عدّ النبضات على المدخل	Counters
مسجلات الإزاحة	شريحة تعمل على نقل حالة الإشارات الرقمية بطريقة تتابعية متزامنة	Shift register
الذاكرة	من أهم مكونات الأنظمة الإلكترونية الرقمية الحديثة	Memory

الجدول رقم (١-٥)

الدوائر الرقمية التوافقية Combinational Digital Circuits

سندرس في هذا القسم مجموعة من الدوائر التوافقية الهامة ، يجب عليك معرفة هذه الدوائر وطريقة عملها و كيفية بنائها و تشغيلها في المعمل.

أولا : دائرة الجامع النصفي : Half Adder

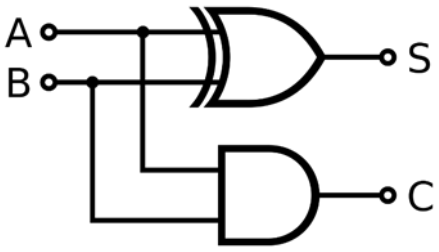
درست في السابق الأنظمة العددية، وبالتحديد النظام الرقمي الثنائي الذي يتكون من (0,1) فقط، ماذا لو كان لديك رقمين ثنائيين واحتجت أن تجري عملية جمع عليهما. سنحتاج دائرة لتقوم بهذا العمل وسنبدأ بأبسط دائرة وهي دائرة الجامع النصفي و التي تجمع خانتين رقميتين فقط و يكون المخرج مجموعهما (SUM) و خانة للمرحّل (Carry) في حال وجود مرحّل.

جدول عمل الجامع النصفي

A	B	Sum	Carry
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

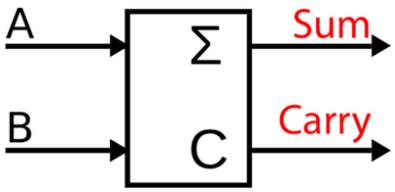
الجدول رقم (١-٦)

التكوين الداخلي للجامع النصفي



الشكل رقم (١-٦)

الرمز الصندوقي للجامع النصفي



الشكل رقم (١-٧)

المعادلات المنطقية للجامع النصفي

$$S = A \oplus B$$
$$C = A \bullet B$$

قائمة تجارب الوحدة الأولى

التجربة الأولى: بناء دائرة الجامع النصفي باستخدام بوابات منطقية.

التجربة الثانية: بناء دائرة الجامع الكلي.

التجربة الثالثة: بناء دائرة الطارح النصفي.

التجربة الرابعة: بناء دائرة الطارح الكلي.

التجربة الخامسة : بناء دائرة المقارن الرقمي.

التجربة السادسة: بناء دائرة منتقي البيانات ٢ إلى ١ .

التجربة السابعة: بناء دائرة منتقي البيانات ٤ إلى ١ .

التجربة الثامنة: تشغيل منتقي البيانات باستخدام الشريحة (74153) .

التجربة التاسعة : بناء دائرة موزع البيانات ١ إلى ٢ .

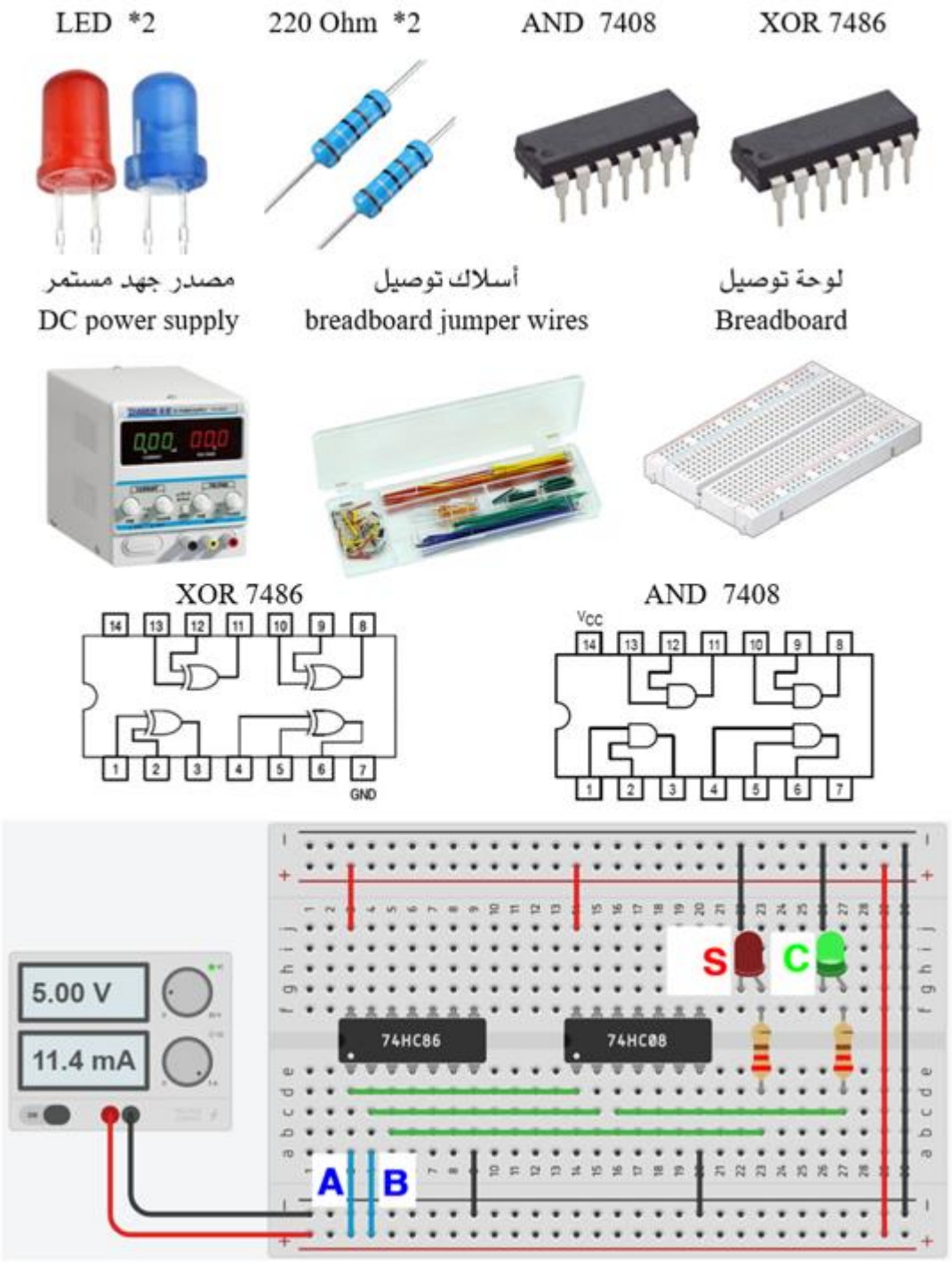
التجربة العاشرة: بناء دائرة المشفر Encoder .

التجربة الحادية عشر: بناء دائرة فاك الشفرة Decoder .

التجربة الثانية عشر: تشغيل خانة واحدة من شاشة الأجزاء السبعة.

التجربة الأولى : بناء دائرة الجامع النصفي باستخدام بوابات XOR , AND

لبناء دائرة الجامع النصفي سنحتاج إلى التالي :



الشكل رقم (١-٨)

قم ببناء الدائرة السابقة ثم غيّر حالة المداخل (A, B) و املأ جدول العمل التالي :

A	B		SUM	CARRY
0	0			
0	1			
1	0			
1	1			

الجدول رقم (١-٧)

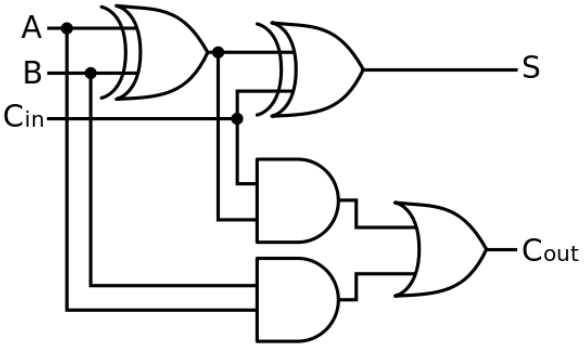
س/ هل تعمل الدائرة على جمع رقمين ثنائيين ؟

ثانيا : دائرة الجامع الكلي Full Adder

الدائرة السابقة (الجامع النصفي) يمكنها جمع خانتين ثنائيتين فقط. و لكن في العادة نحتاج أن نجمع ثلاث خانات ثنائية. لذا نستخدم دائرة الجامع الكلي (Full Adder)

انظر إلى جدول عمل الجامع الكلي

التركيب الداخلي



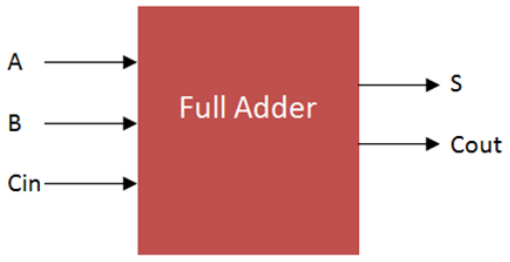
الشكل رقم (١-٩)

جدول العمل

A	B	Cin		SUM	Carry
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

الجدول رقم (١-٨)

الرمز الصندوقي للجامع الكلي



الشكل رقم (١-١٠)

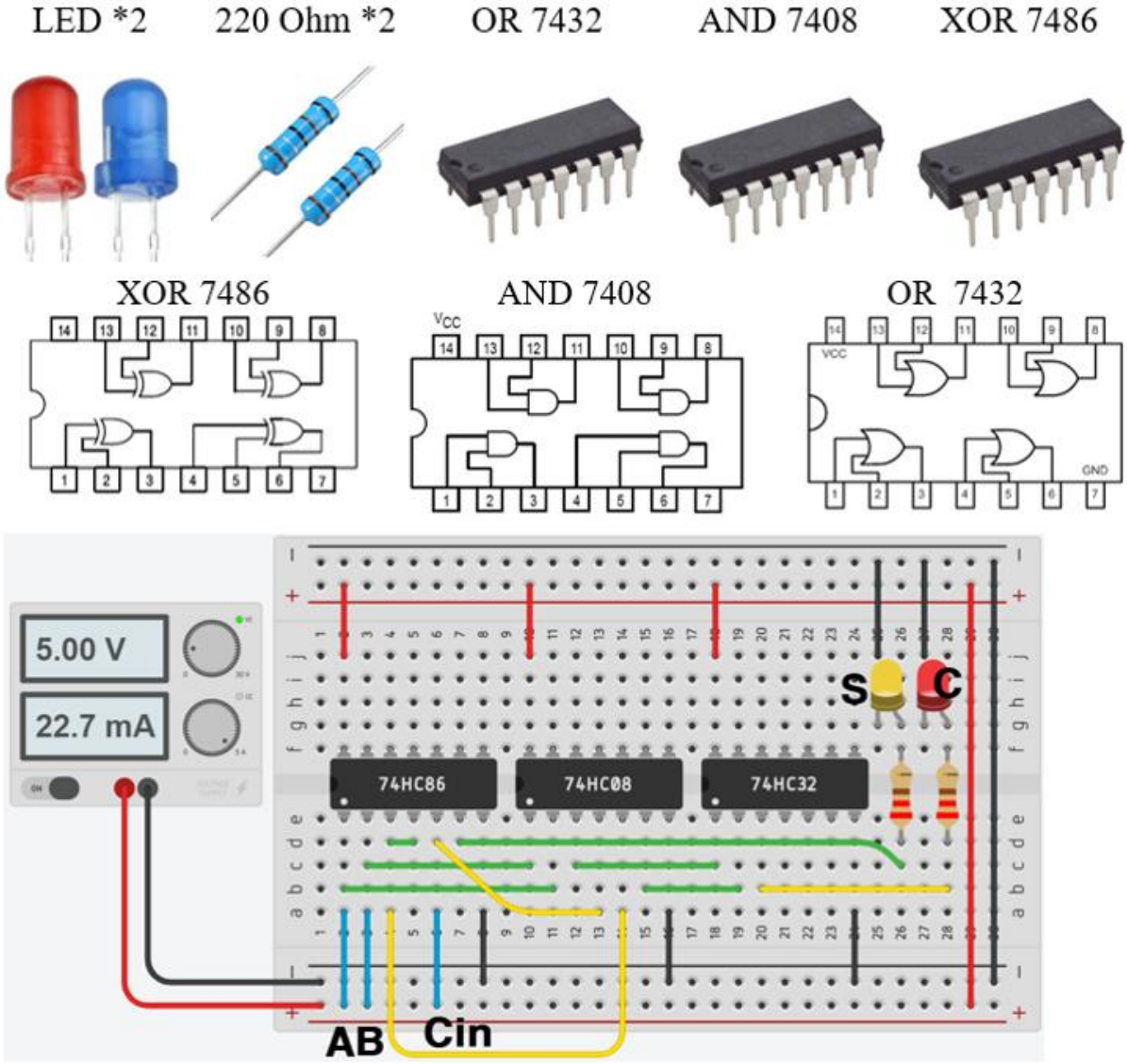
المعادلات الرقمية للجامع الكلي

$$S = Cin \oplus (A \oplus B)$$

$$Cout = (Cin \bullet (A \oplus B)) + (A \bullet B)$$

التجربة الثانية : بناء دائرة الجامع الكلي Full adder circuit

لبناء دائرة الجامع الكلي سنحتاج إلى التالي :



الشكل رقم (١-١١)

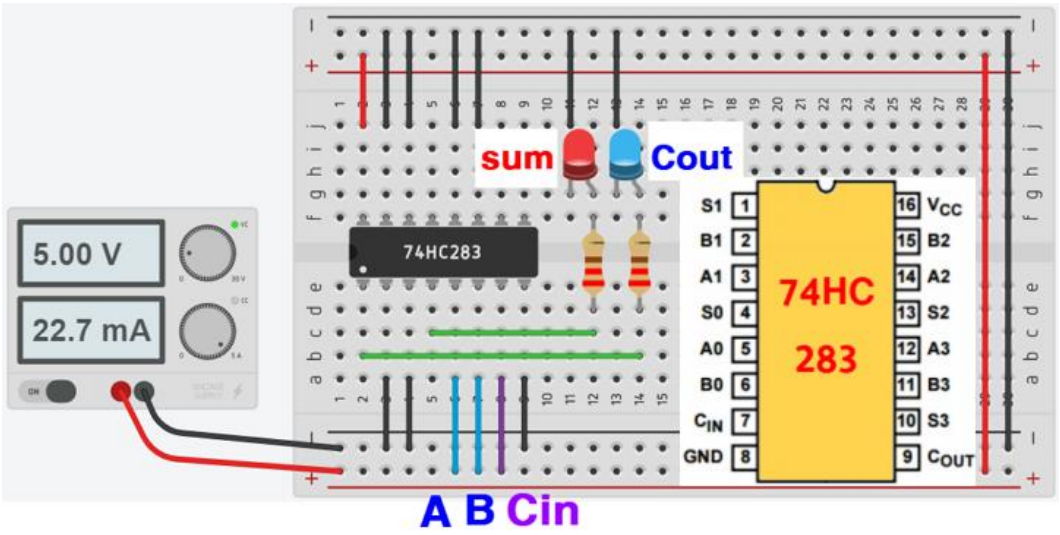
وصل الدائرة السابقة ثم املأ الجدول التالي بحالات المخارج (SUM , Cout) :

A	B	Cin		SUM	Cout
0	0	0			
0	0	1			
0	1	0			
0	1	1			
1	0	0			
1	0	1			
1	1	0			
1	1	1			

الجدول رقم (١-٩)

لقد قمنا ببناء دائرة الجامع الكامل باستخدام ثلاثة شرائح لثلاث بوابات مختلفة و كان علينا عمل العديد من التوصيلات بينها.

بإمكانك استخدام شريحة واحدة مخصصة لهذا العمل وهي: (74283) و التي تحتوي دائرة جامع كامل لـ قيمتين ، كل قيمة تتكون من ٤ خانات.



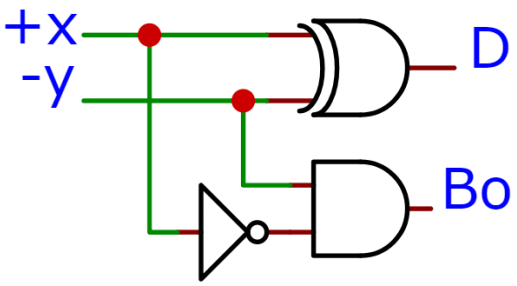
الشكل رقم (١-١٢)

لاحظ: استخدام شريحة (74283) لتنفيذ دائرة الجامع الكلي - مع ملاحظة أن هذه الشريحة قادرة على جمع قيمتين تتكون كل قيمة من ٤ خانات ثنائية ، و لكن في المثال السابق عملنا على جمع خانة واحدة من كل قيمة فقط بالإضافة لخانة المرحّل المداخل (Cin)

ثالثا : الطارح النصفي Half subtractor

كما تعلمت كيفية جمع خانتين ثنائيتين ، بإمكاننا بناء دائرة رقمية تعمل على حساب ناتج طرح خانتين ثنائيتين . تذكر أن الطرح يكون رقم موجب يطرح منه عدد سالب . و الناتج يكون محسوب القيمة D ، و أحيانا وجود رقم (مستلف) Borrow

التركيب الداخلي



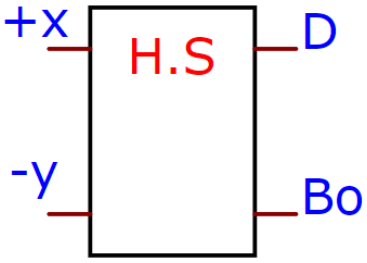
الشكل رقم (١-١٣)

جدول العمل

+x	-y	Difference	Borrow
0	0	0	0
0	1	1	1
1	0	1	0
1	1	0	0

الجدول رقم (١-١٠)

الرمز الصندوقي



الشكل رقم (١-١٤)

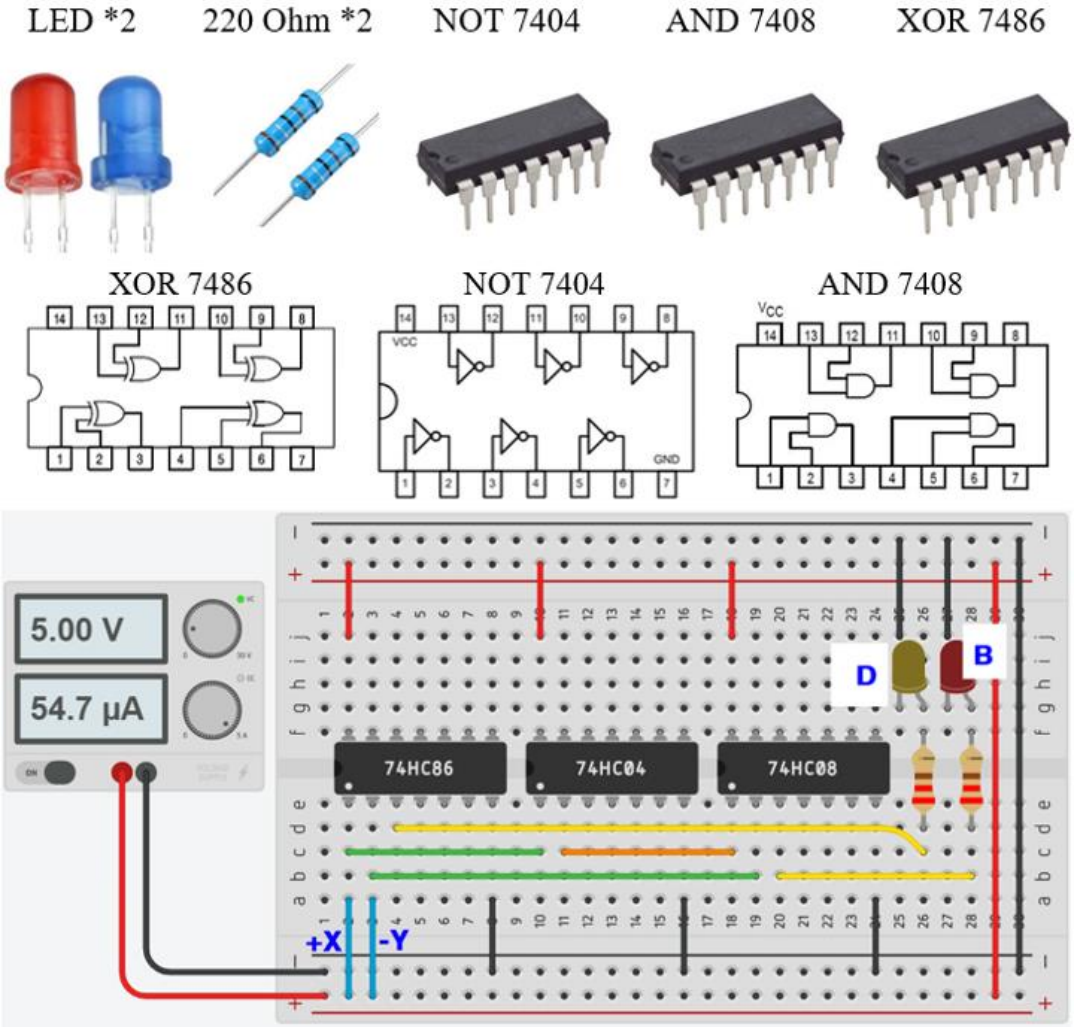
المعادلات المنطقية للطارح النصفي

$$D = X \oplus Y$$
$$Bo = Y \bullet X'$$

لاحظ أن (') ترمز لمتمم المتغير (نفي)

التجربة الثالثة : بناء دائرة الطارح النصفي Half subtractor

لبناء دائرة الطارح النصفي سنحتاج إلى التالي :



الشكل رقم (١-١٥)

بعد توصيل و تشغيل الدائرة السابقة

غيّر حالة المداخل (السلكين الأزرقين) و املأ الجدول التالي :

+X	-Y		D	B
0	0			
0	1			
1	0			
1	1			

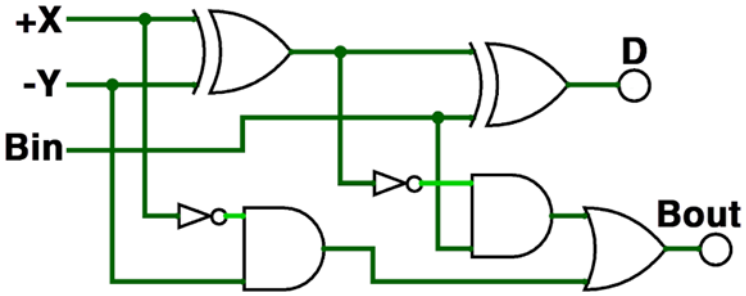
الجدول رقم (١-١١)

رابعا : الطارح الكلي Full subtractor

لإتمام عملية الطرح تكون العملية عادة بـ ٣ مداخل القيمة الموجبة +X ، القيمة السالبة -Y والقيمة التي حصل استلافها من المرحلة السابقة Bin

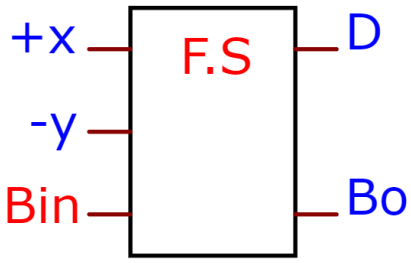
والمخرج خانتين : ناتج عملية الطرح D ، و القيمة التي يجب استلافها من الخانة التالية Bout

التكوين الداخلي للطارح الكلي



الشكل رقم (١-١٦)

الرمز الصندوقي



الشكل رقم (١-١٧)

جدول العمل

X	Y	B_{in}	D	B_o
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

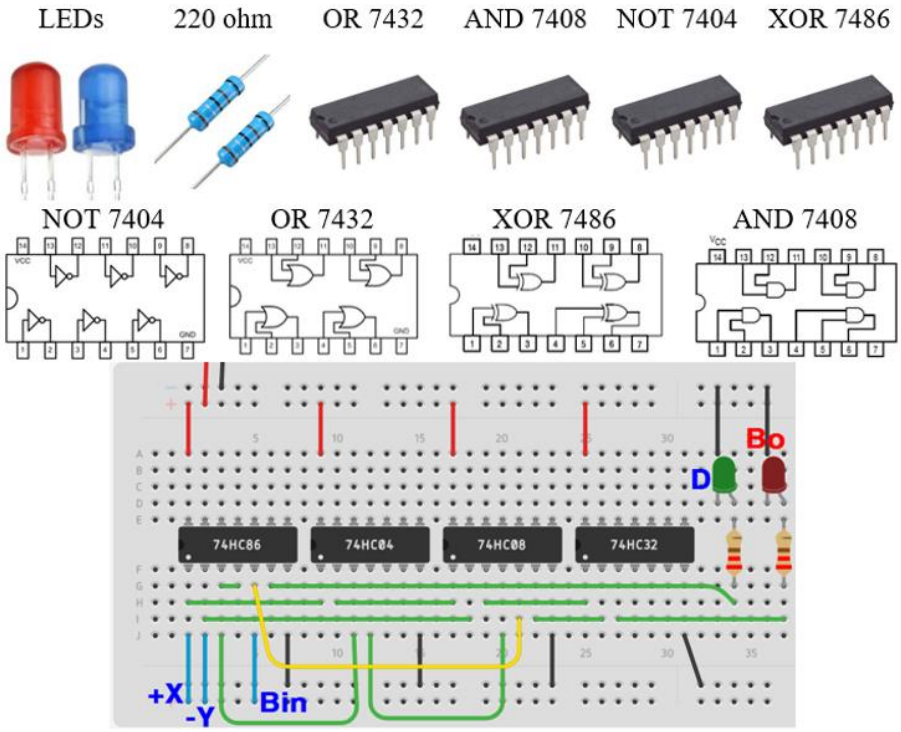
الجدول رقم (١-١٢)

المعادلات المنطقية

$$D = Bin \oplus (X \oplus Y)$$

$$Bo = \left(Bin \bullet (\overline{X \oplus Y})\right) + (Y \bullet X')$$

التجربة الرابعة : بناء دائرة الطارح الكلي Full subtractor



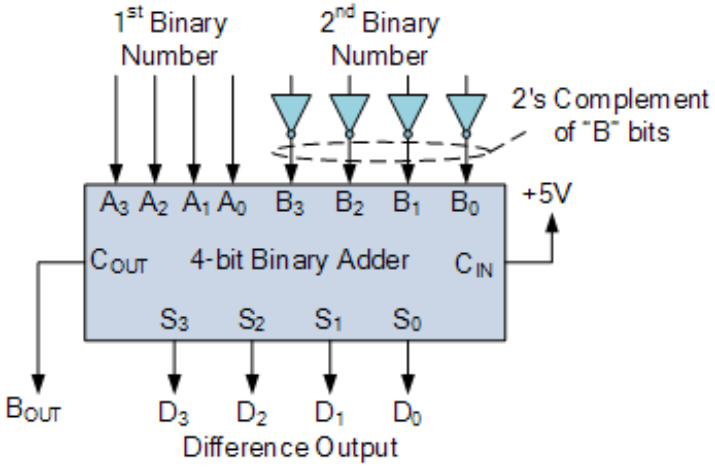
الشكل رقم (١-١٨)

لاحظ أن المداخل هي الأسلاك الزرقاء في الرسم ، و يجب توصيلهم للموجب أو للسالب حسب حالة المدخل. المخرجين هما : ناتج الطرح (D) و المستلف من الخانة التالية (Bout) وصّل الدائرة السابقة ثم شّغلها وغيّر حالة المداخل ثم املأ الجدول التالي.

+X	-Y	Bin		D	Bout
0	0	0			
0	0	1			
0	1	0			
0	1	1			
1	0	0			
1	0	1			
1	1	0			
1	1	1			

الجدول رقم (١-١٣)

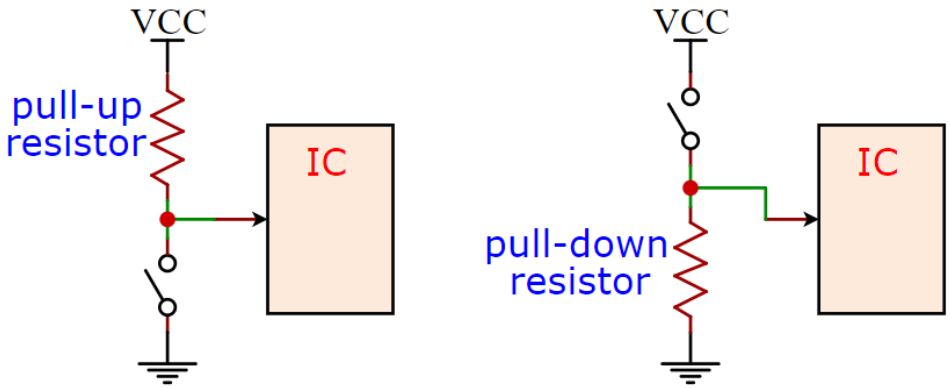
بالتأكيد لاحظت صعوبة توصيل الدائرة السابقة. ولكن يمكن استخدام الشريحة(74LS283) كطارح، ولكن يجب عمل عملية المتمم الثاني للقيمة السالبة كما يظهر في الشكل التالي.



الشكل رقم (١-١٩)

ولكن المجال في هذا الكتاب لا يتسع لشرح طريقة التوصيل كاملة.

مقاومة الرفع و مقاومة الخفض Pull up and pull down resistors



الشكل رقم (١-٢٠)

عند تشغيل أي دائرة من الدوائر السابقة ؛ يجب عليك أن توصل المدخل (HIGH) أو (LOW) أي (5v) أو (0v) و لكن عند توصيل مفتاح عادي (ضاغط أو حالتين) ستجد حالات خاطئة من المخرج و ذلك بسبب طريقة بناء الشرائح الإلكترونية و التي لا تسمح بترك المدخل متروكا بلا توصيل.

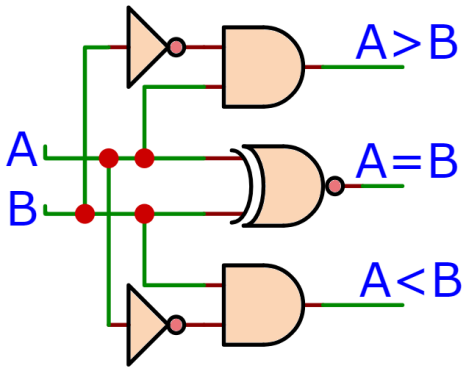
يمكن حل هذه المشكلة باستخدام طريقتين : مقاومة الرفع و مقاومة الخفض (pull up) و (pull down) . و سنستخدم هاتين الطريقتين كثيرا مع مفاتيح الدخل للدوائر الرقمية.

انظر إلى الرسم بالأعلى ليتبين لك طريقة توصيل مقاومة الرفع أو مقاومة الخفض ، مع ملاحظة أن المقاومة المستخدمة تكون قيمتها (10K ohm) في العادة .

دائرة المقارن الرقمي Digital Comparator

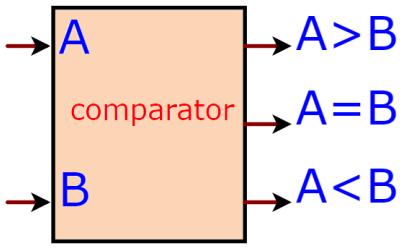
من ضمن العمليات الهامة التي نحتاج لإجرائها للأرقام ؛ عملية المقارنة . عندما يوجد لديك رقمين (A,B) و تريد معرفة هل أحدهما أكبر، أم أنهما متساويان ، نستخدم هذه الدائرة. تتوفر المقارنات بأحجام عديدة ، فبعض المقارنات تقارن رقمان ، كل رقم مكون من ٤ خانات. ولكن للتسهيل ، سوف ندرس بناء أبسط شكل من المقارنات الرقمية حيث تتكون القيمة من بت واحد

التكوين الداخلي للمقارن



الشكل رقم (١-٢١)

الرمز الصندوقي للمقارن



الشكل رقم (١-٢٢)

جدول العمل

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

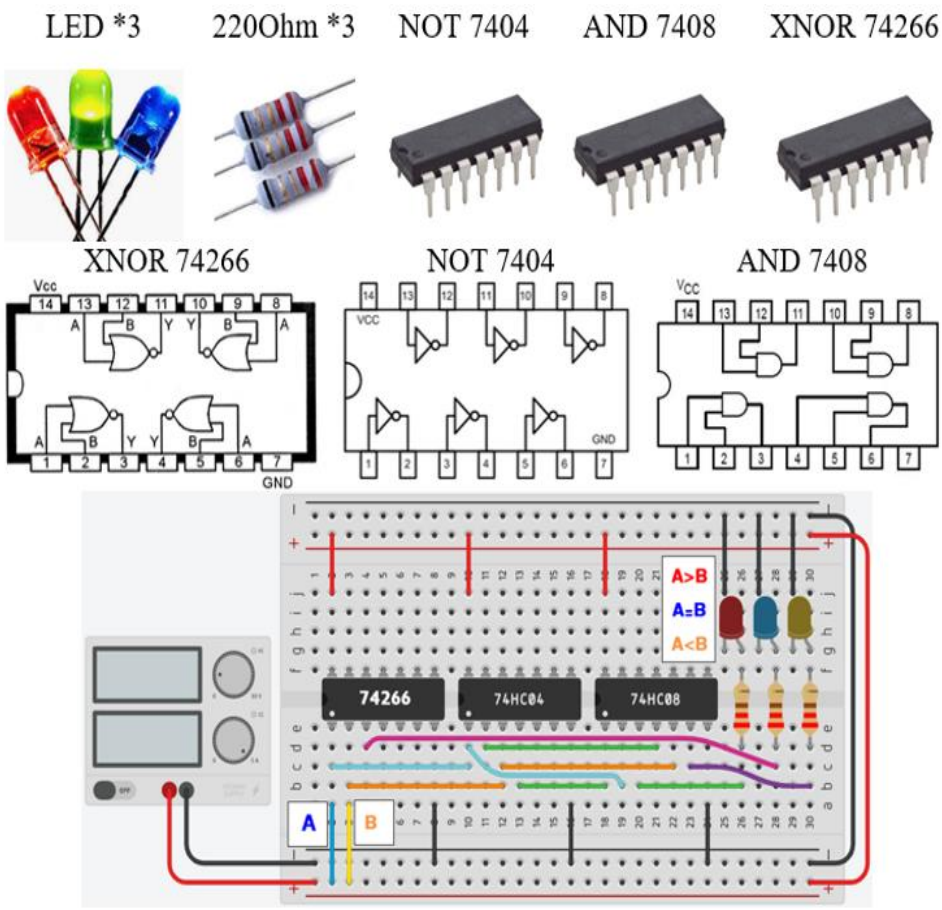
الجدول رقم (١-١٤)

المعادلات المنطقية

$$(A > B) = A \bullet B'$$
$$(A = B) = A \oplus B$$
$$(A < B) = A' \bullet B$$

الرمز(') يرمز للنفي

التجربة الخامسة: بناء دائرة المقارن الرقمي Logic comparator



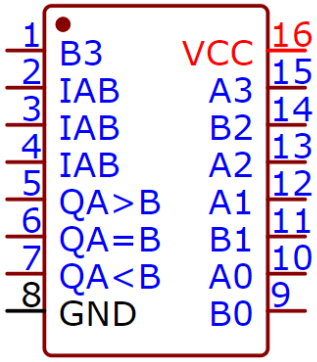
الشكل رقم (١-٢٣)

وصّل الدائرة السابقة على لوحة التوصيل ثم املأ الجدول التالي :

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

الجدول رقم (١-١٥)

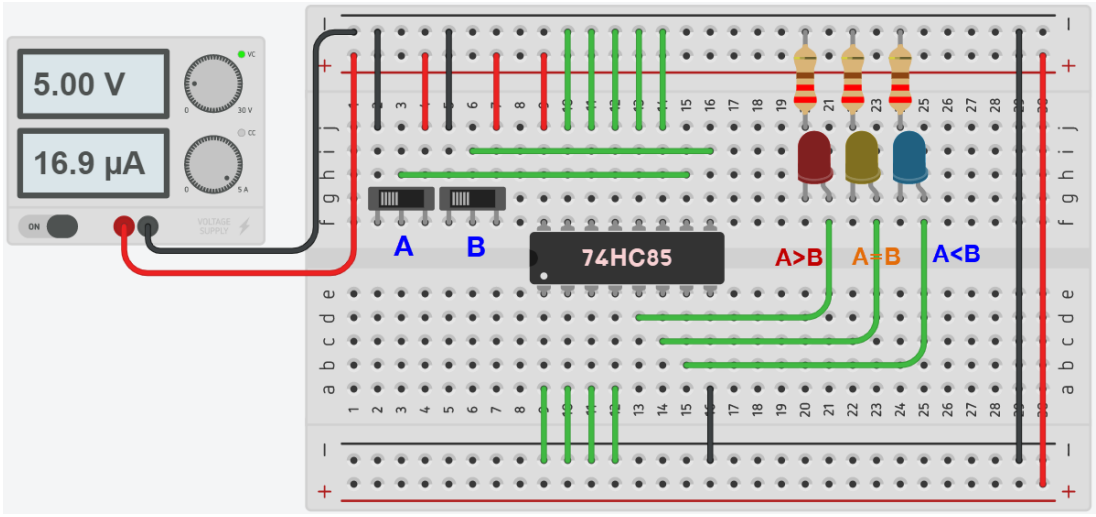
لعلك لاحظت تعقيد التوصيلات في الدائرة السابقة. ويمكنك استخدام شريحة مخصصة للمقارنة المنطقية (Logic comparator) مثل : NTE4063B أو 74HC85N



الشكل رقم (١-٢٤)

الشريحة (74HC85) تعمل على مقارنة قيمتين، وكل قيمة تتكون من ٤ خانات ثنائية.

لاحظ أن المنافذ (2,3,4) تعتبر مداخل غير ضرورية و توصّل للأرضي في العادة.



الشكل رقم (١-٢٥)

وصّل الدائرة السابقة على لوحة التوصيل ثم املأ الجدول التالي :

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

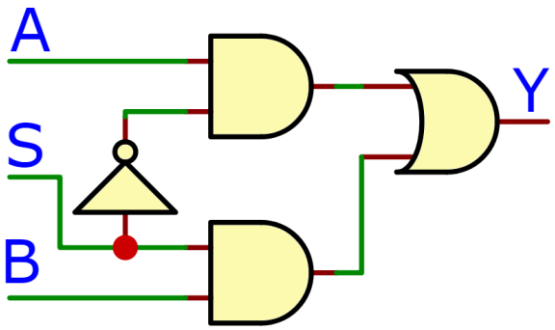
الجدول رقم (١-١٦)

منتقي البيانات Multiplexer (MUX)

منتقي البيانات من الدوائر الهامة التي تتيح لك تمرير إشارة من بين مجموعة من الإشارات. يشبه مثلا جهاز الراديو الذي يستقبل مجموعة من المحطات ، ثم يجعلك تستمع لمحطة واحدة فقط.

أولا: منتقي البيانات ٢ إلى ١ MUX 2x1

التكوين الداخلي



الشكل رقم (١-٢٦)

جدول العمل

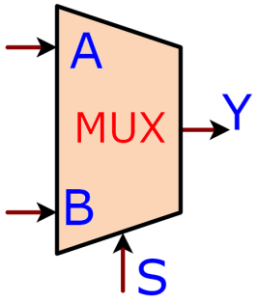
S	A	B		Y
0	0	0		0
	0	1		0
	1	0		1
	1	1		1
1	0	0		0
	0	1		1
	1	0		0
	1	1		1

الجدول رقم (١-١٧)

لاحظ أنه عندما تكون حالة منفذ الـ S=0 فإن المخرج Y يساوي حالة الـ A

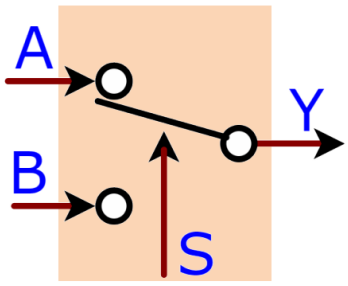
بينما عندما تكون حالة المنفذ S = 1 فإن المخرج Yيساوي حالة الـ B

الرمز الصندوقي



الشكل رقم (١-٢٧)

تشبيه بمفتاح



الشكل رقم (١-٢٨)

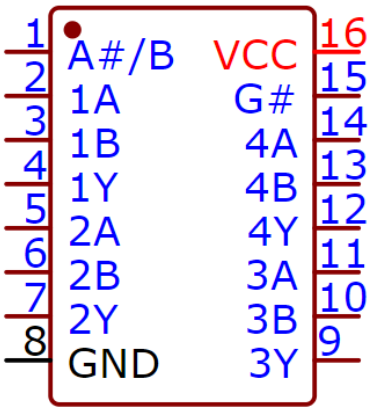
المعادلة المنطقية

$$Y = (A \bullet S') + (B \bullet S)$$

يمكنك بناء دائرة منتقي البيانات بتوصيل البوابات كما رأيت في الشكل السابق. كما يمكنك استخدام شريحة تحتوي على دائرة منتقي البيانات جاهزة للاستخدام .

ومن الشرائح الشهيرة التي تحتوي على منتقي البيانات (MUX 2 to 1) الشريحة 74HC157

بيان أطراف الشريحة 74157



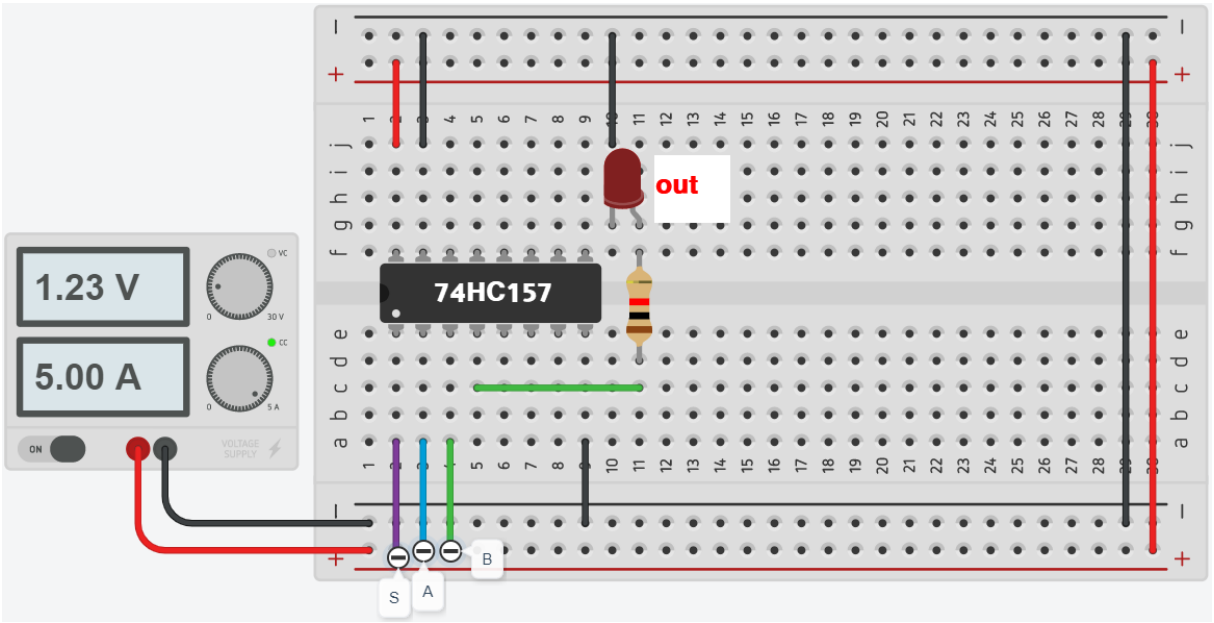
الشكل رقم(١-٢٩)

جدول عمل الشريحة 74157

INPUTS				OUTPUT
$\overline{G}$	SELECT $\overline{A/B}$	DATA		Y
		A	B	
H	X	X	X	L
L	L	L	X	L
L	L	H	X	H
L	H	X	L	L
L	H	X	H	H

الجدول رقم (١-١٨)

كيفية استخدام الشريحة 74HC157 كمنتقي بيانات ٢ إلى ١

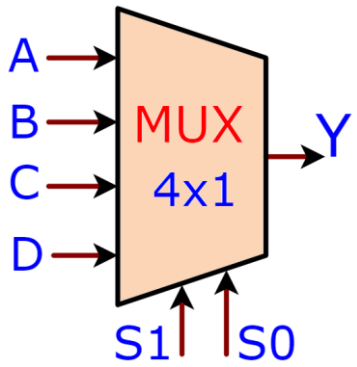


الشكل رقم (١-٣٠)

لاحظ : المداخل (A,B) يمكنك توصيل أي دخل عليهما (1 , 0) أو نبضات (موجة مربعة من مصدر للإشارات) .

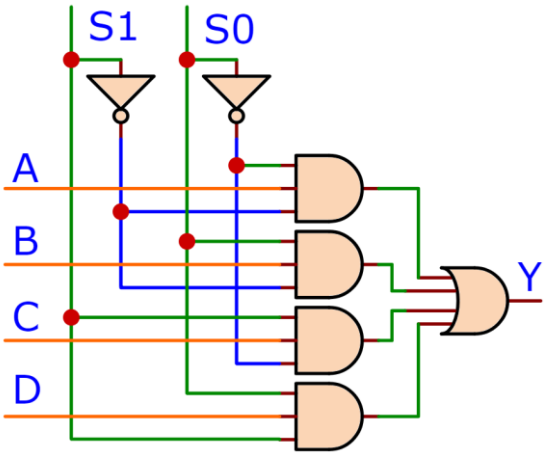
ثانياً : منتقي البيانات ٤ إلى ١ MUX 4x1

الرمز الصندوقي



الشكل رقم (١-٣١)

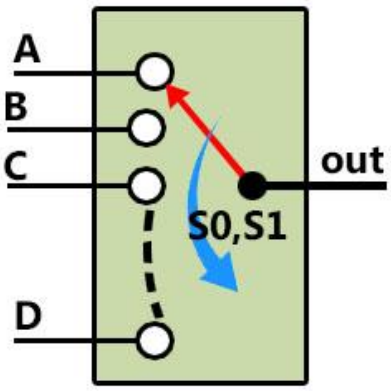
التكوين الداخلي



الشكل رقم (١-٣٢)

المعادلة المنطقية $Y = (A \bullet S0' \bullet S1') + (B \bullet S0 \bullet S1') + (C \bullet S0' \bullet S1) + (D \bullet S0 \bullet S1)$

تشبيه منتقي البيانات بمفتاح



الشكل رقم (١-٣٣)

جدول العمل (بطريقة مختصرة)

Select		Data				
S1	S0	A	B	C	D	Out
0	0	A	B	C	D	A
0	1	A	B	C	D	B
1	0	A	B	C	D	C
1	1	A	B	C	D	D

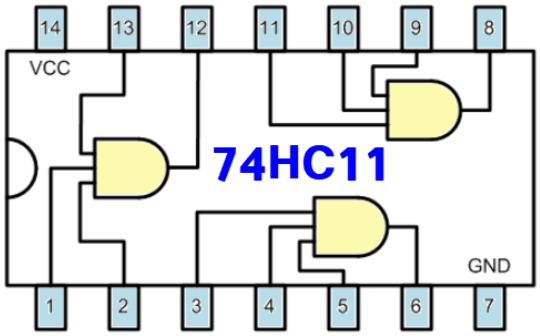
الجدول رقم (١-١٩)

لاحظ أنه حسب حالة المنافذ S0 , S1 سوف يتم توجيه حالة أحد المداخل (A,B,C,D) إلى المخرج (out) و لذلك يسمى (منتقي البيانات)

لتنفيذ دائرة منتقي البيانات (MUX) يمكنك استخدام البوابات اللازمة و هي بوابة (AND) بثلاثة مداخل و بوابة (OR) بأربعة مداخل.

74HC11

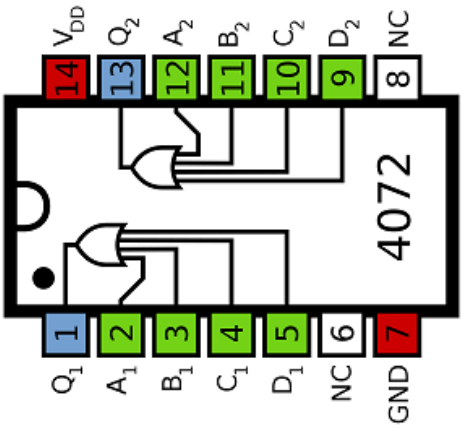
بوابة AND بثلاثة مداخل



الشكل رقم (١-٣٤)

CD4072B

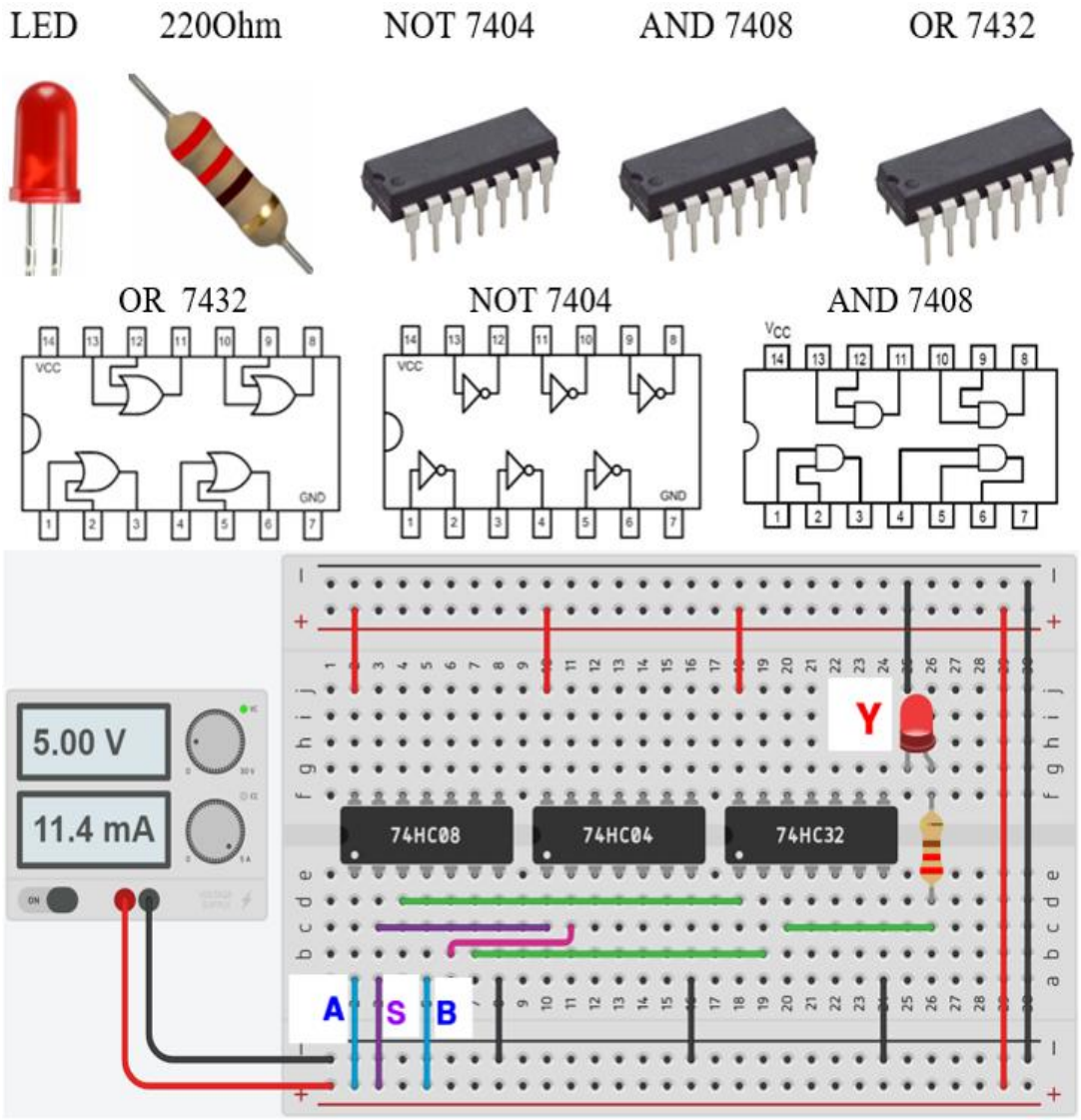
بوابة OR بـ ٤ مداخل



الشكل رقم (١-٣٥)

التجربة السادسة : بناء دائرة منتقي البيانات ٢ إلى ١ MUX 2x1

لبناء دائرة منتقي البيانات ٢-١ ستحتاج إلى :



الشكل رقم (١-٣٦)

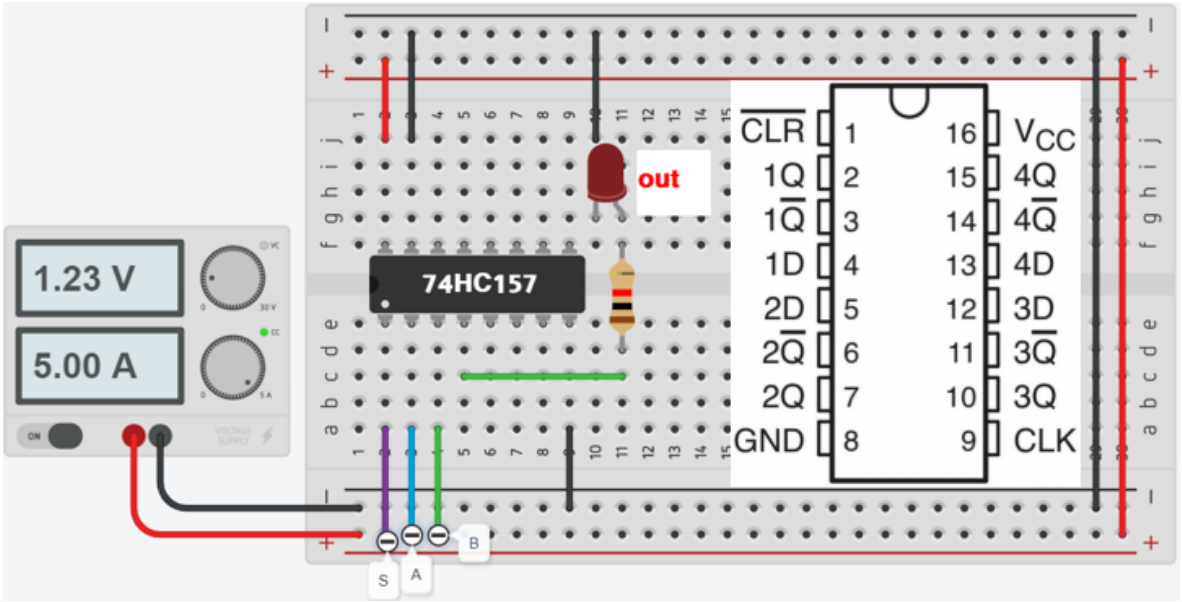
وصل الدائرة السابقة ثم املأ الجدول التالي بحالة المخرج (Y)

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

الجدول رقم (١-٢٠)

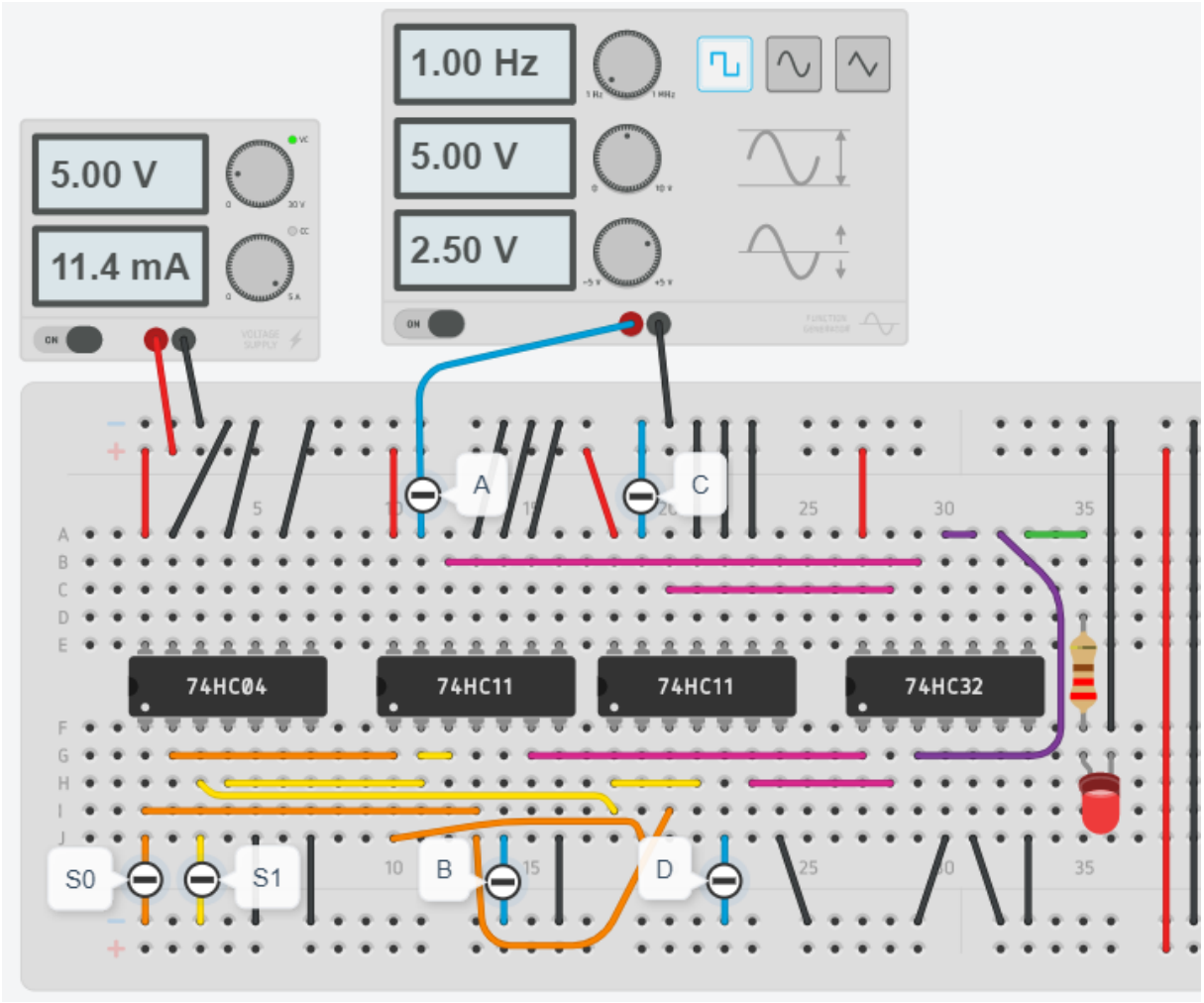
س/ هل يعمل المنفذ (S) على انتقاء أحد المداخل (A , B) ؟

كما يمكنك تنفيذ الدائرة باستخدام شريحة مخصصة لمنتقي البيانات وهي (74157)



الشكل رقم (١-٣٧)

التجربة السابعة: بناء دائرة منتقي البيانات ٤ إلى ١ (MUX 4 to 1)



الشكل رقم (١-٣٨)

وصّل الدائرة السابقة ، و اضبط مولد الإشارة على موجة مربعة (0v-5v , 1Hz)

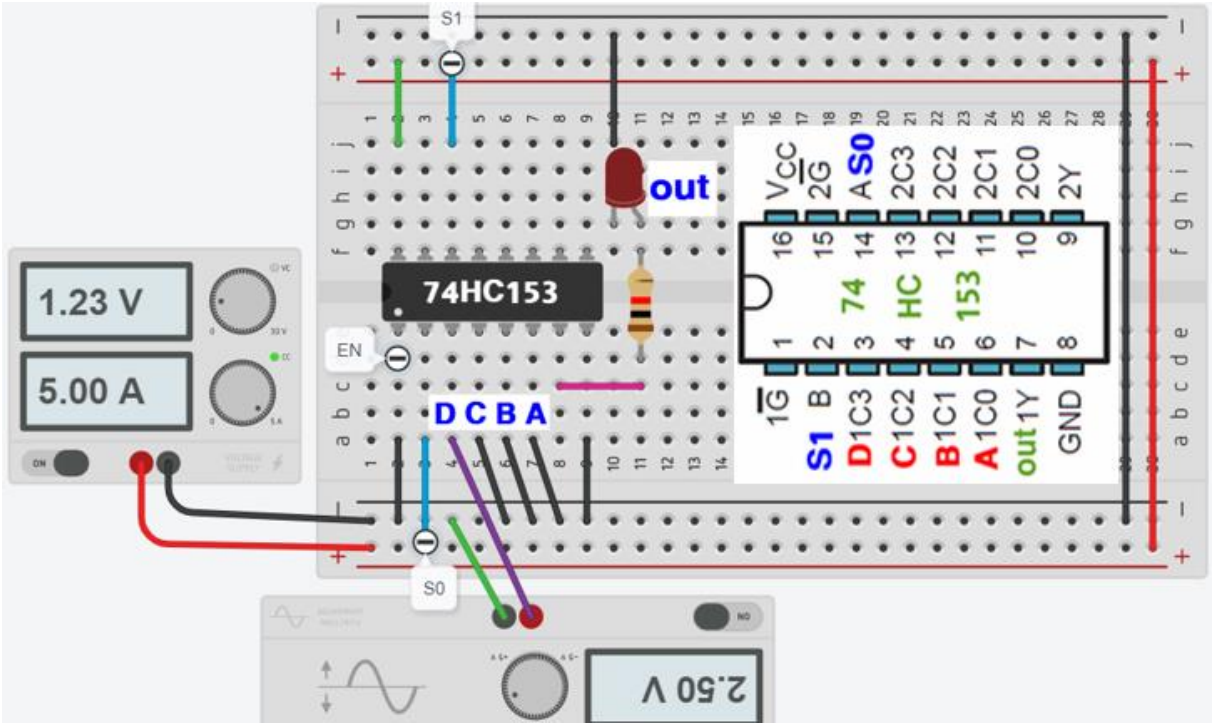
ثم املأ الجدول التالي.

in	S0	S1		A	B	C	D
in	0	0					
in	0	1					
in	1	0					
in	1	1					

الجدول رقم (١-٢١)

التجربة الثامنة : تشغيل دائرة منتقي البيانات (4x1) باستخدام الشريحة (74153)

الشريحة(74153) تحتوي على عدد ٢ من دائرة منتقي البيانات (MUX 4 to 1) و يعتبر استخدامها أسهل بكثير من بنائها بالبوابات كما رأيت في المثال السابق.



الشكل رقم (١-٣٩)

وصّل الدائرة السابقة ، و اضبط مولد الإشارات على موجة مربعة (0v,5v)

ثم املأ الجدول التالي:

in	S0	S1		A	B	C	D
موجة مربعة	0	0					
موجة مربعة	0	1					
موجة مربعة	1	0					
موجة مربعة	1	1					

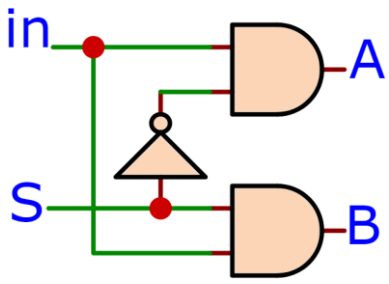
الجدول رقم (١-٢٢)

موزع البيانات Demultplexer DMUX

موزع البيانات هو دائرة رقمية تقوم بعمل معاكس لعمل منتقي البيانات ، فالمدخل يكون من منفذ واحد ، و المخرج يكون منافذ متعددة ، و يمكن أن توجّــه المدخل إلى أحد هذه المخارج حسب حالة منفذ التحكم (S) المسؤول عن توجيه المدخل إلى المخرج المطلوب .

أولا : دائرة موزع البيانات ١ إلى ٢ DMUX 1 to 2

التركيب لموزع البيانات



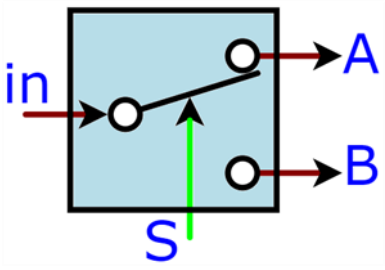
الشكل رقم (١-٤٠)

جدول العمل

S	in		A	B
0	0		0	0
0	1		1	0
1	0		0	0
1	1		0	1

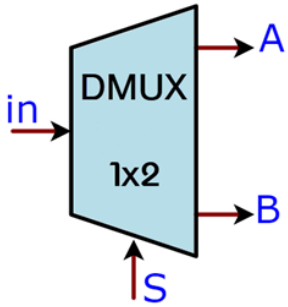
الجدول رقم (١-٢٣)

تمثيل موزع البيانات كمفتاح



الشكل رقم (١-٤١)

الرمز الصندوقي



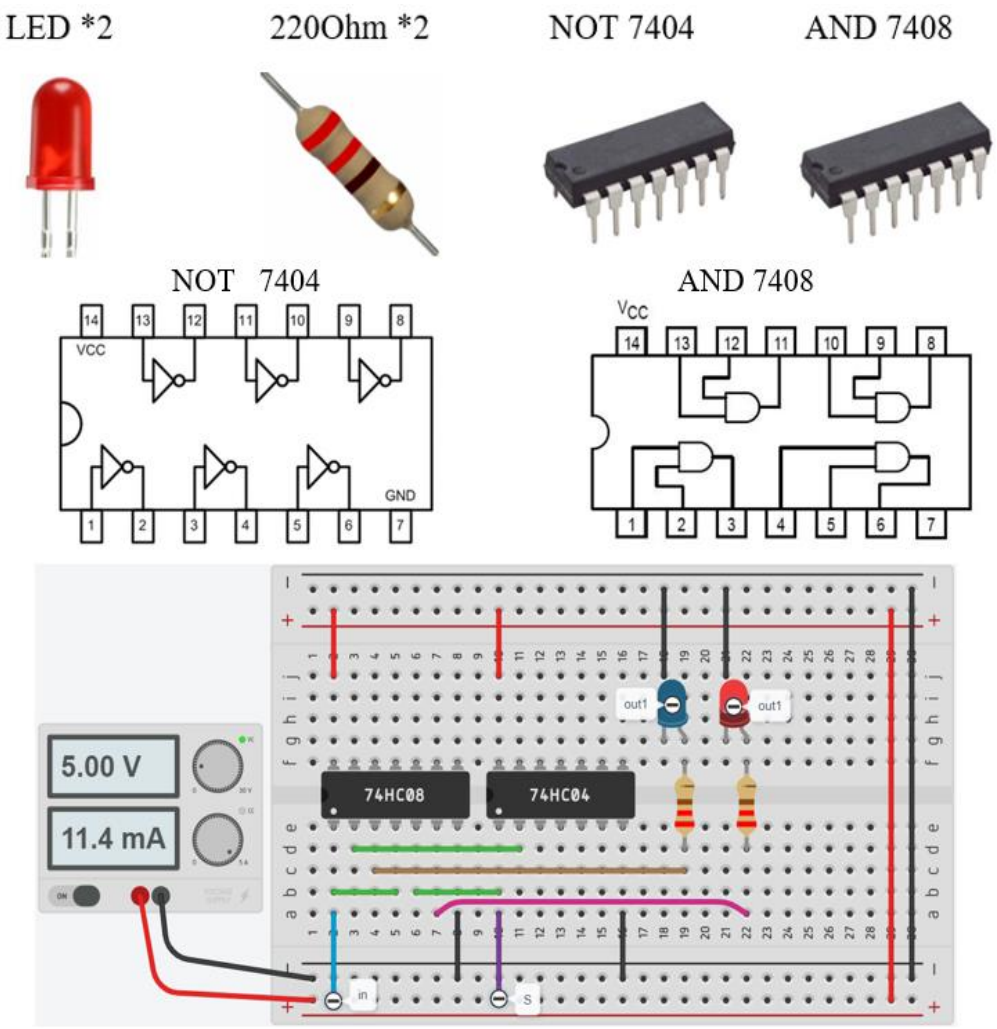
الشكل رقم (١-٤٢)

المعادلات المنطقية

$$A = in \bullet S'$$

$$B = in \bullet S$$

التجربة التاسعة: بناء دائرة موزع البيانات ١ إلى ٢ (DMUX 1 to 2) باستخدام بوابات



الشكل رقم (١-٤٣)

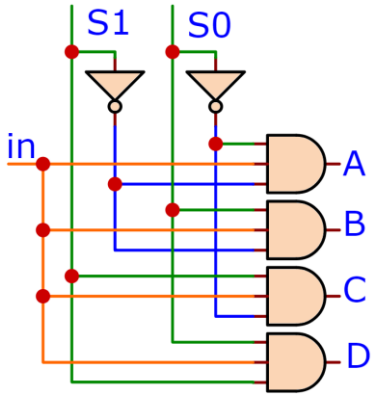
وصّل المدخل على موجة مربعة (0v,5v) بتردد (1Hz) ، ثم املأ الجدول التالي:

in	S		A (out1)	B (out2)
موجة مربعة	0			
موجة مربعة	1			

الجدول رقم (١-٢٤)

ثانياً: دائرة موزع البيانات ١ إلى ٤ DMUX 1 to 4

تركيب موزع البيانات



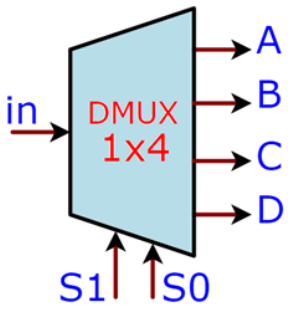
الشكل رقم (١-٤٤)

جدول العمل

in	S1	S0	A	B	C	D
in	0	0	in	0	0	0
in	0	1	0	in	0	0
in	1	0	0	0	in	0
in	1	1	0	0	0	in

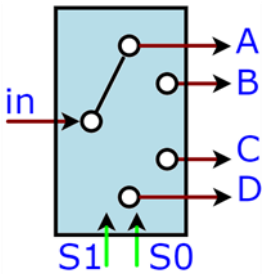
الجدول رقم (١-٢٥)

الرمز الصندوقي



الشكل رقم (١-٤٥)

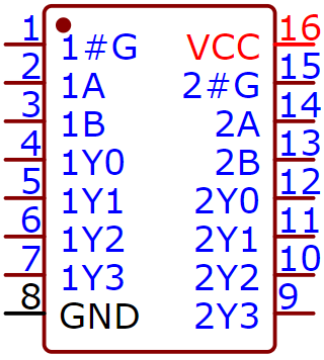
التمثيل كمفتاح



الشكل رقم (١-٤٦)

المعادلات المنطقية

$$A = in \bullet S0' \bullet S1'$$
$$B = in \bullet S0' \bullet S1$$
$$C = in \bullet S0 \bullet S1'$$
$$D = in \bullet S0 \bullet S1$$



الشكل رقم (١-٤٧)

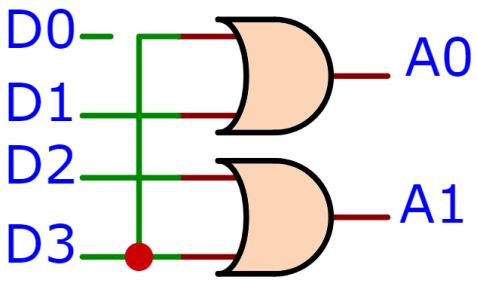
كما يوجد شرائح متكاملة تحتوي دائرة موزع بيانات من أشهرها 74HC139 و 74HC138

يجب عليك قراءة ورقة المواصفات بدقة لمعرفة كيفية استخدامها .

دائرة المشفر الرقمي Digital Encoder

المشفر هو دائرة رقمية تعمل على إنتاج رقم ثنائي يرمز إلى المدخل الذي تم استقبال إشارة (Hi) عنده . فلو تم إدخال (Hi) مع المدخل رقم (٢) سيتم إخراج رقم (٢) بالثنائي من مخارج الدائرة (A0 ,A1) و هكذا .

بناء دائرة المشفر



الشكل رقم (١-٤٨)

جدول عمل المشفر

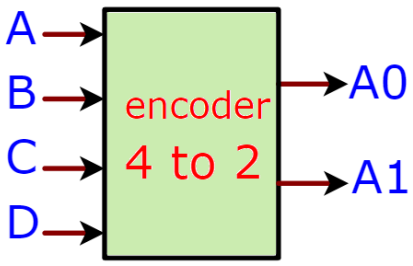
D3	D2	D1	D0		A1	A0
0	0	0	1		0	0
0	0	1	0		0	1
0	1	0	0		1	0
1	0	0	0		1	1

الجدول رقم (١-٢٦)

لاحظ في بناء دائرة المشفر أن المدخل (D0) لا يتصل بأي بوابة

لاحظ في جدول عمل المشفر أن المدخل يجب أن يكون (HIGH) من مدخل واحد فقط في نفس الوقت، والدائرة لن تعمل بشكل صحيح إذا استقبلت أكثر من إشارة واحدة(HIGH)

الرمز الصندوقي



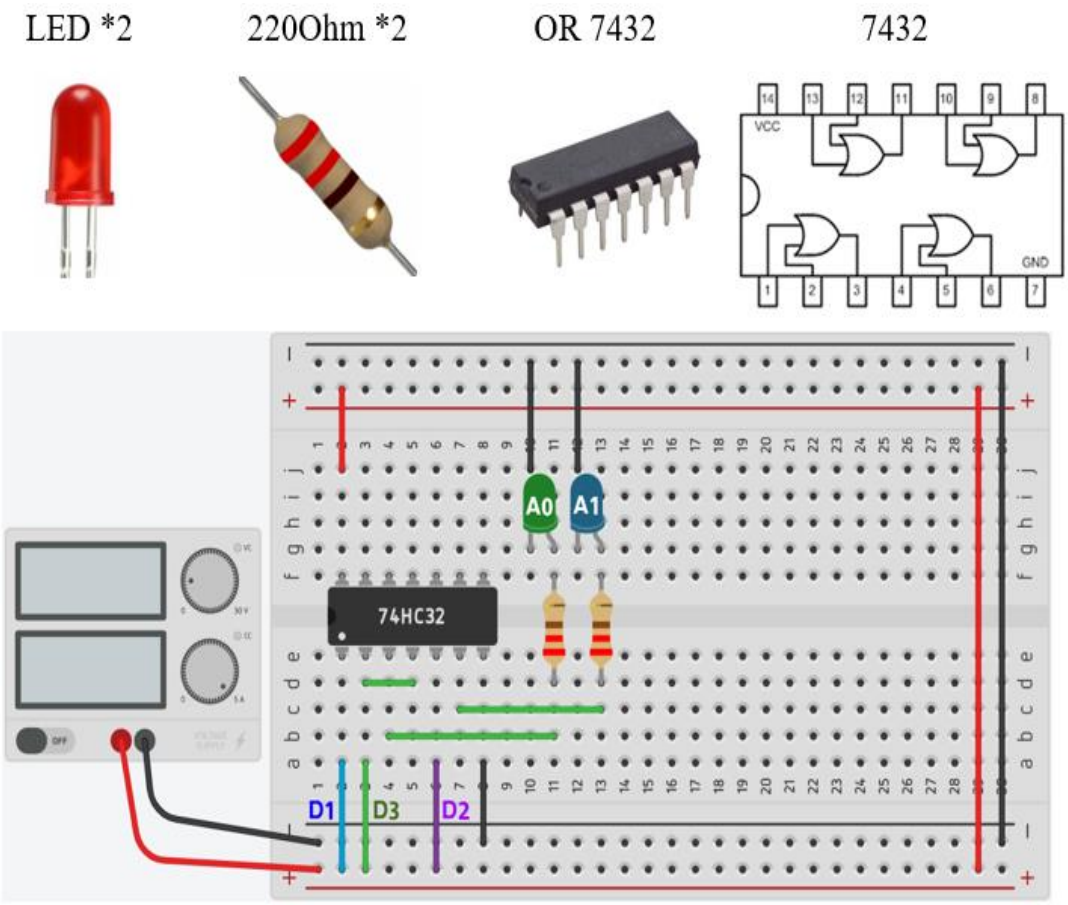
الشكل رقم (١-٤٩)

المعادلات المنطقية

$$A0 = D1 + D3$$
$$A1 = D2 + D3$$

يوجد أصناف مختلفة من المشفر مثل (priority encoder) و لكننا في هذا المنهج سندرس المشفر الأبسط .

التجربة العاشرة : بناء دائرة المشفر (Encoder)



الشكل رقم (١-٥٠)

وصّل الدائرة السابقة ، ثم املأ الجدول التالي :

D3	D2	D1	D0		A1	A0
0	0	0	0			
0	0	0	1			
0	0	1	0			
0	1	0	0			
1	0	0	0			

الجدول رقم (١-٢٧)

س/ هل تعمل هذه الدائرة كـمشفر رقمي ؟

فاك الشفرة Decoder

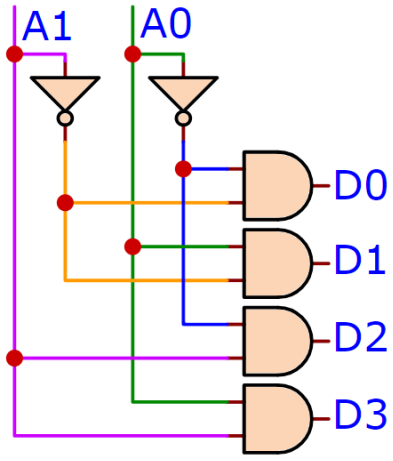
فاك الشفرة (كما يدل الإسم) يقوم بعمل معاكس لعمل المشفر ، فيكون المدخل خطي العناوين (A0,A1) و المخرج خطوط البيانات (D0,D1,D2,D3)

جدول العمل

A1	A0		D3	D2	D1	D0
0	0		0	0	0	1
0	1		0	0	1	0
1	0		0	1	0	0
1	1		1	0	0	0

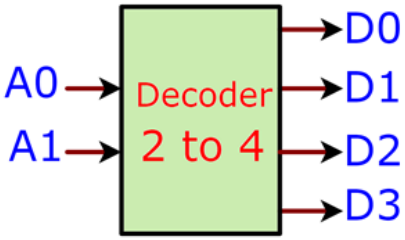
الجدول رقم (١-٢٨)

البناء بالبوابات



الشكل رقم (١-٥١)

الرمز الصندوقي



الشكل رقم (١-٥٢)

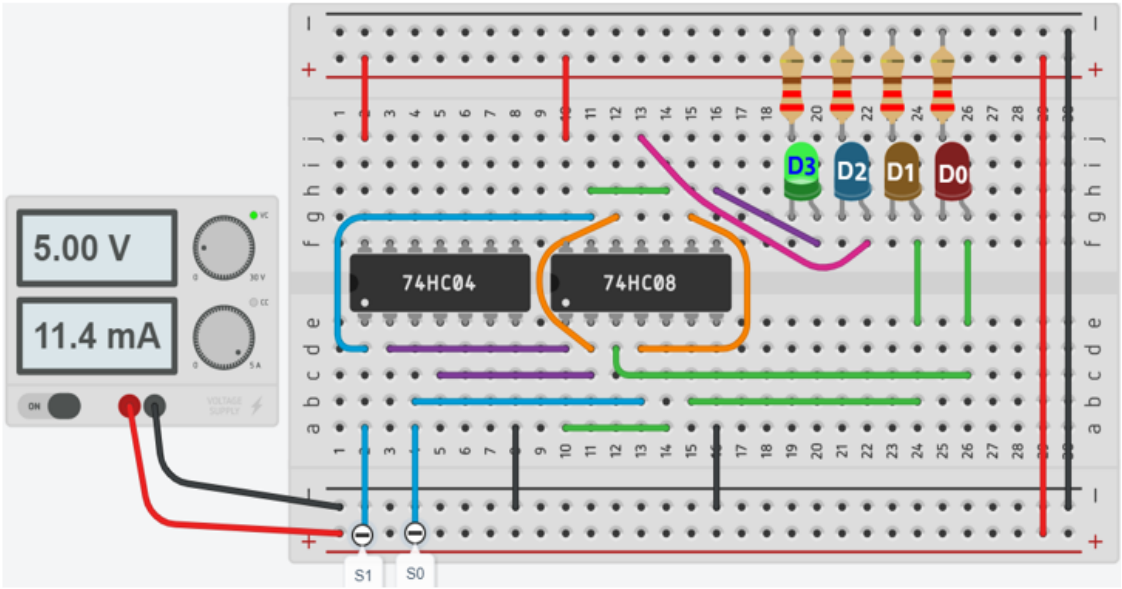
المعادلات المنطقية

$$D0 = A0' \cdot A1'$$
$$D1 = A0 \cdot A1'$$
$$D2 = A0' \cdot A1$$
$$D3 = A0 \cdot A1$$

التجربة الحادية عشر : بناء دائرة فاك الشفرة Decoder

LED *4 220Ohm *4 NOT 7404 AND 7408

NOT 7404 AND 7408



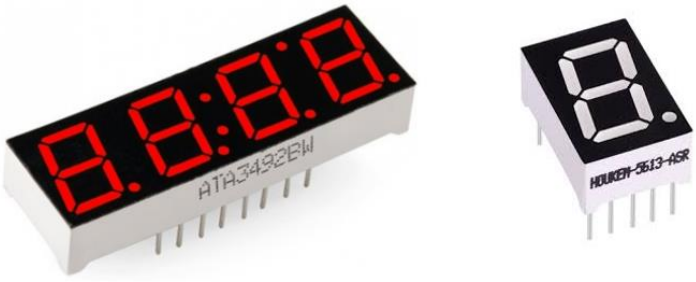
الشكل رقم (١-٥٣)

وصّل الدائرة السابقة (لدائرة فاك الشفرة) ثم املأ الجدول التالي :

S1	S0		D3	D2	D1	D0
0	0					
0	1					
1	0					
1	1					

الجدول رقم (١-٢٩)

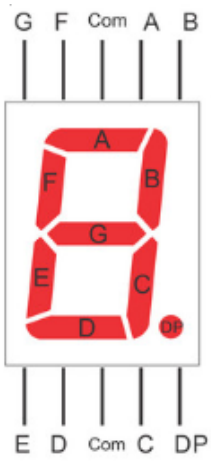
شاشة الأجزاء السبعة Seven segment



الشكل رقم (١-٥٤)

شاشة الأجزاء السبعة (Seven segment) هي أداة عرض بسيطة تستخدم لعرض الأرقام. و توجد منها أنواع عديدة بعضها تعرض خانة واحدة و بعضها تعرض خانتين ، و بعضها تعرض ٤ خانات أو أكثر ، كما تختلف عن بعضها في طريقة التوصيل الداخلي فبعضها تكون آنود مشترك Common anode و بعضها كاثود مشترك Common Cathode

في هذا المنهج سندرس شاشة الأجزاء السبعة بشكل مختصر.



الشكل رقم (١-٥٥)

تتكون شاشة الأجزاء السبعة من ٧ إضاءات بالإضافة إلى نقطة إضافية ، بتشغيل بعض هذه الإضاءات يمكنك عرض أي رقم تريده.

مثلا لعرض الرقم (1) سنضيء الجزئين (B,C)

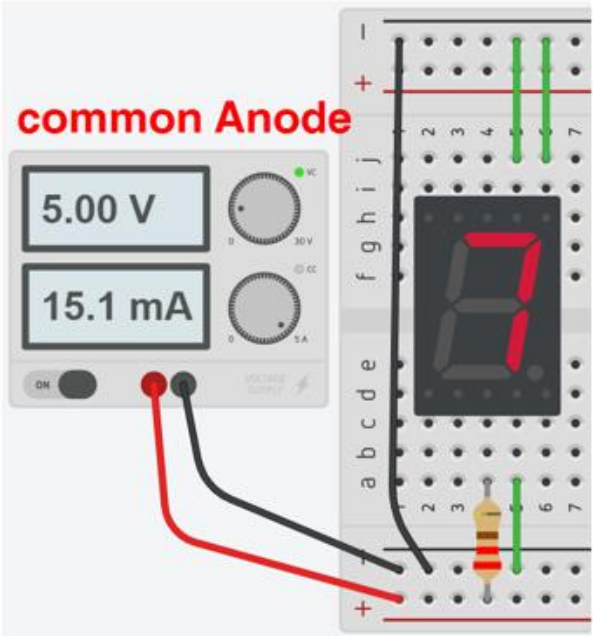
و لعرض الرقم (2) سنضيء الأجزاء (A,B,D,E,G)

و هكذا .

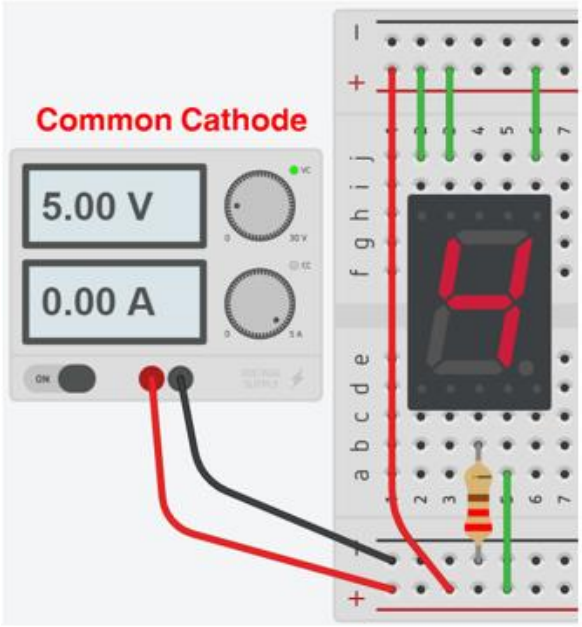
يوجد متحكمات و شرائح تتحكم بسهولة بتشغيل هذه الشاشات (مثل الأردوينو)

التجربة الثانية عشر: تشغيل خانة واحدة من شاشة الأجزاء السبعة 7 segment

عرض الرقم (٧) بشاشة
من نوع آنود مشترك



عرض الرقم(٤) بشاشة
من نوع كاثود مشترك



الشكل رقم (١-٥٦)

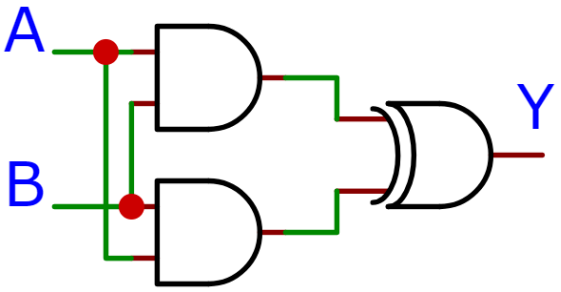
وصل الشاشة حسب النوع الموجود عندك (مصعد مشترك) أو (مهبط مشترك) و اعرض أرقام مختلفة.

تمارين الوحدة

١-اذكر أسماء جميع البوابات المنطقية

٢-املأ جدول العمل للدائرة التالية

A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	



٣-يتم تصنيع الشرائح الإلكترونية بتقنيتين مختلفتين ؛ اذكرهما

٤- ارسم الدائرة للجامع النصفي بالبوابات المنطقية.

٥- لدائرة الطارح النصفي أكمل جدول العمل

+X	-Y	D	Bo
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

٦- ارسم الرمز الصندوقي لدائرة الجامع الكلي

٧-اكتب المعادلة المنطقية لدائرة الطارح النصفي : D,Bo

٨- كم هي قيمة المقاومة المستخدمة كمقاومة رفع أو مقاومة خفض في العادة؟

٩- ارسم الرمز الصندوقي لدائرة منتقي البيانات (MUX 4x1)

١٠- ارسم الرمز الصندوقي لموزع البيانات (DMUX 1x4)

١١- املأ جدول العمل الخاص بدائرة المشفر (encoder)

D3	D2	D1	D0		A1	A0
0	0	0	0			
0	0	0	1			
0	0	1	0			
0	1	0	0			
1	0	0	0			

١٢- في شاشة الأجزاء السبعة (7seg) اشرح الفرق بين النوعين
(common anode , common cathode)

نموذج تقييم المتدرب لمستوى أدائه

يعبأ من قبل المتدرب نفسه وذلك بعد الانتهاء من تمارين الوحدة

بعد الانتهاء من التدرب على الوحدة الأولى : الدوائر الرقمية التوافقية ؛ قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي بعد كل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

م	العناصر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
		غير قابل للتطبيق	لا	جزئيا	كليا
١	بناء دائرتي الجامع النصفي والكلي نظرياً وعملياً				
٢	بناء دائرتي الطارح النصفي والكلي نظرياً وعملياً				
٣	بناء دائرة المقارن الرقمي نظرياً وعملياً				
٤	بناء دائرة منتقي البيانات (MUX) نظرياً وعملياً				
٥	بناء دائرة منتقي البيانات (DMUX) نظرياً وعملياً				
٦	بناء دائرتي المشفر وفاك الشفرة نظرياً وعملياً				
٧	بناء شاشة الأجزاء السبعة نظرياً وعملياً				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئيا" فيجب إعادة التدرب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

نموذج تقييم المدرب لمستوى أداء المتدرب يعبأ من قبل المدرب وذلك بعد الانتهاء من تمارين الوحدة	
اسم المتدرب :	التاريخ: .....
رقم المتدرب :	المحاولة : ١ ٢ ٣ ٤ العلامة : ....

كل بند أو مفردة يقيم بـ ١٠ نقاط

الحد الأدنى: ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط. الحد الأعلى: ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط.

م	بنود التقييم	النقاط (حسب رقم المحاولات)			
		١	٢	٣	٤
١	يبني دائرتي الجامع النصفي والكلي نظرياً وعملياً				
٢	يبني دائرتي الطارح النصفي والكلي نظرياً وعملياً				
٣	يبني دائرة المقارن الرقمي نظرياً وعملياً				
٤	يبني دائرة منتقي البيانات (MUX) نظرياً وعملياً				
٥	يبني دائرة منتقي البيانات (DMUX) نظرياً وعملياً				
٦	يبني دائرتي المشفر و فاك الشفرة نظرياً و عملياً				
٧	يبني شاشة الأجزاء السبعة نظرياً وعملياً				
	المجموع				

ملحوظات:

.....

توقيع المدرب: .....

الوحدة الثانية

دوائر القلابات

الوحدة الثانية

دوائر القلابات

الهدف العام للوحدة:

تهدف هذه الوحدة إلى تصميم دوائر القلابات بأنواعها و تنفيذها و استنتاج جدول الصواب.

الأهداف التفصيلية:

من المتوقع في نهاية هذه الوحدة التدريبية أن يكون المتدرب قادراً وبكفاءة على أن:

١- يصمم دوائر القلابات SR,JK,D,T و ينفذها

٢- يحدد رمز كل قلاب

٣- يستنتج جدول الصواب

٤- يرسم المخطط الزمني

الوقت المتوقع للتدريب على هذه الوحدة: ٤ ساعات نظرية و ١٤ ساعة عملية

الوسائل المساعدة:

١- مختبر الدوائر الرقمية

٢- سبورة

٣- جهاز عرض (بروجكتور)

الدوائر الرقمية التعاقبية Sequential Circuits

كما درست في السابق، يمكن تقسيم الدوائر الرقمية إلى

دوائر توافقية Combinational Circuits

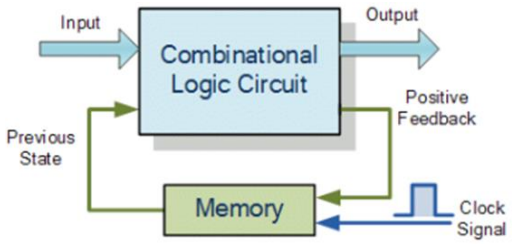
و دوائر تعاقبية Sequential Circuits

و الشكل التالي يوضح الفرق بينهما

دائرة توافقية

الشكل رقم (٢-١)

دائرة تعاقبية



الشكل رقم (٢-٢)

كما ترى فإن المخرج في الدوائر التوافقية يعتمد على حالة المداخل فقط، بينما في الدوائر التعاقبية يعتمد على حالة المداخل وكذلك على الحالة السابقة للمخرج ايضاً و هذا يجعلها أكثر تعقيداً.

في الباب السابق درسنا العديد من الدوائر الرقمية التوافقية. وفي الأبواب القادمة سنركز على دراسة دوائر رقمية تعاقبية مهمة.

القلابات و الماسكات (Latches and Flip flops):

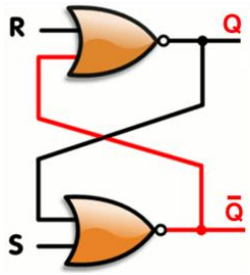
هي دوائر رقمية تعاقبية أساسية، تستخدم استخدامات عديدة، فالذاكرات الإلكترونية تتكون في العادة من مجموعة من القلابات. وسندرس في هذا الباب ما هي الماسِكات و القلابات و كيفية بنائها سواء باستخدام بوابات منطقية، أو باستخدام شرائح مخصصة.

أولا : دائرة الماسك إس آر (القلاب الغير متزامن) SR Latch

قبل دراسة القلابات من المفيد دراسة الماسِك وهو أبسط من القلابات وطريقة عمله بسيطة. إذا ضغطت على زر (S) سوف يتحول المخرج (Q) إلى (HIGH) و يستمر على هذه الحالة. وإذا ضغطت على الزر (R) فإن المخرج (Q) سوف يتحول إلى (LOW) و يستمر على هذه الحالة.

ولّتشبيه . تخيل وجود نظام تحذير، فبالضغط على زر الطوارئ يعمل التحذير ، و يستمر في العمل و لن يتوقف عن العمل حتى يتم الضغط على زر آخر و هو زر الإطفاء.

التكوين الداخلي للماسك SR



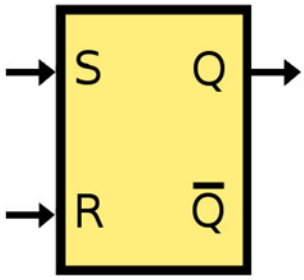
الشكل رقم (٢-٣)

جدول العمل

S	R	Q
0	0	الحالة السابقة
0	1	0
1	0	1
1	1	حالة خطأ

الجدول رقم (٢-١)

الرمز الصندوقي للماسِك SR



الشكل رقم (٢-٤)

تشبيه الماسِك بمفتاح

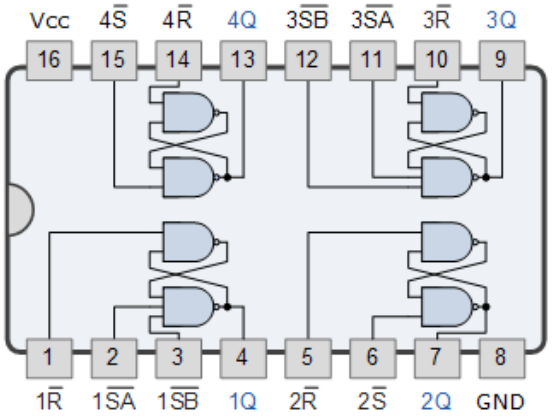
الشكل رقم (٢-٥)

يمكنك بناء دائرة ماسِك SR باستخدام بوابتي NOR

كما يمكنك استخدام شريحة مخصصة لهذا العمل مثل : CD4044BE

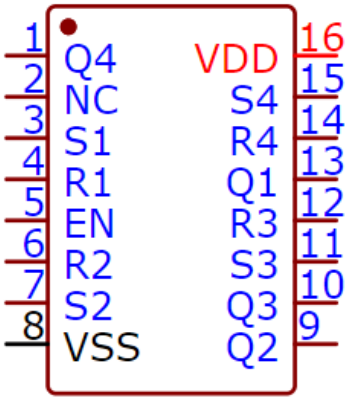
و يمكنك استخدام الشريحة 74LS279 فهي تحتوي على ٤ ماسِكات SR

74LS279



الشكل رقم (٢-٦)

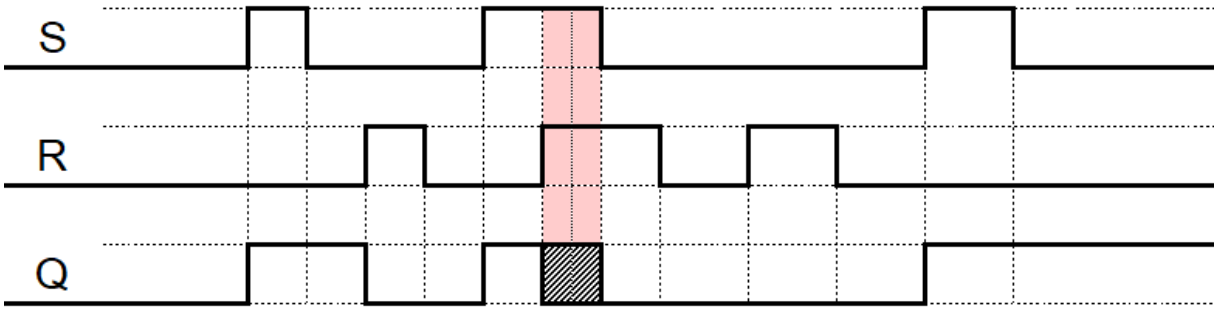
CD4044BE



الشكل رقم (٢-٧)

لاحظ أن شريحة (74LS279) تستخدم بوابات (NAND) كما أن المداخل (S,R) في شريحة (74LS279) فوقها خط ، مما يدل على أن تفعيلها يكون بتوصيل (LOW) وليس (HIGH) كما اعتدنا.

في الدوائر التعاقبية نستخدم ما يسمى المخطط الزمني (Timing diagram) لأنه يوضح طريقة عمل الدائرة بشكل زمني واضح. و كثيراً ما تجد مخطط زمني مرسوم في ورقة المواصفات لكل دائرة رقمية تعاقبية و يجب عليك فهمها بشكل جيد حتى تعرف طريقة عمل الدائرة.



الشكل رقم (٢-٨)

- الشكل السابق يبين طريقة عمل الماسِك (SR)
- لاحظ أن الاصطلاح أن الزمن يبدأ من جهة اليسار و يتقدم باتجاه اليمين
- اصطلاحا نفترض أن المخرج (Q) يبدأ كـ صفر عند بداية التشغيل ، بينما عند التشغيل الواقعي يبدأ التشغيل بأي حالة (LOW or HIGH)

- لاحظ أنه عند اللحظة التي تحول فيها (S) إلى (HIGH) تغير المخرج إلى (HIGH) و استمر على هذا ، و عند اللحظة التي تحول فيها الدخل (R) إلى (LOW)
- لاحظ أيضا أنه عند اللحظة التي كان فيها (S,R=1) كان المخرج حالة غير واضحة (عادة ترسم كمنطقة مظللة) و هذه المنطقة المظللة تستمر حتى تدخل إشارة من R فيتحول المخرج إلى (0) أو إشارة من (S) فيتحول المخرج إلى (1)

قائمة تجارب الوحدة الثانية

التجربة الأولى: بناء دائرة ماسك SR باستخدام بوابتي NOR

التجربة الثانية: تشغيل دائرة ماسك SR باستخدام الشريحة CD4044BE

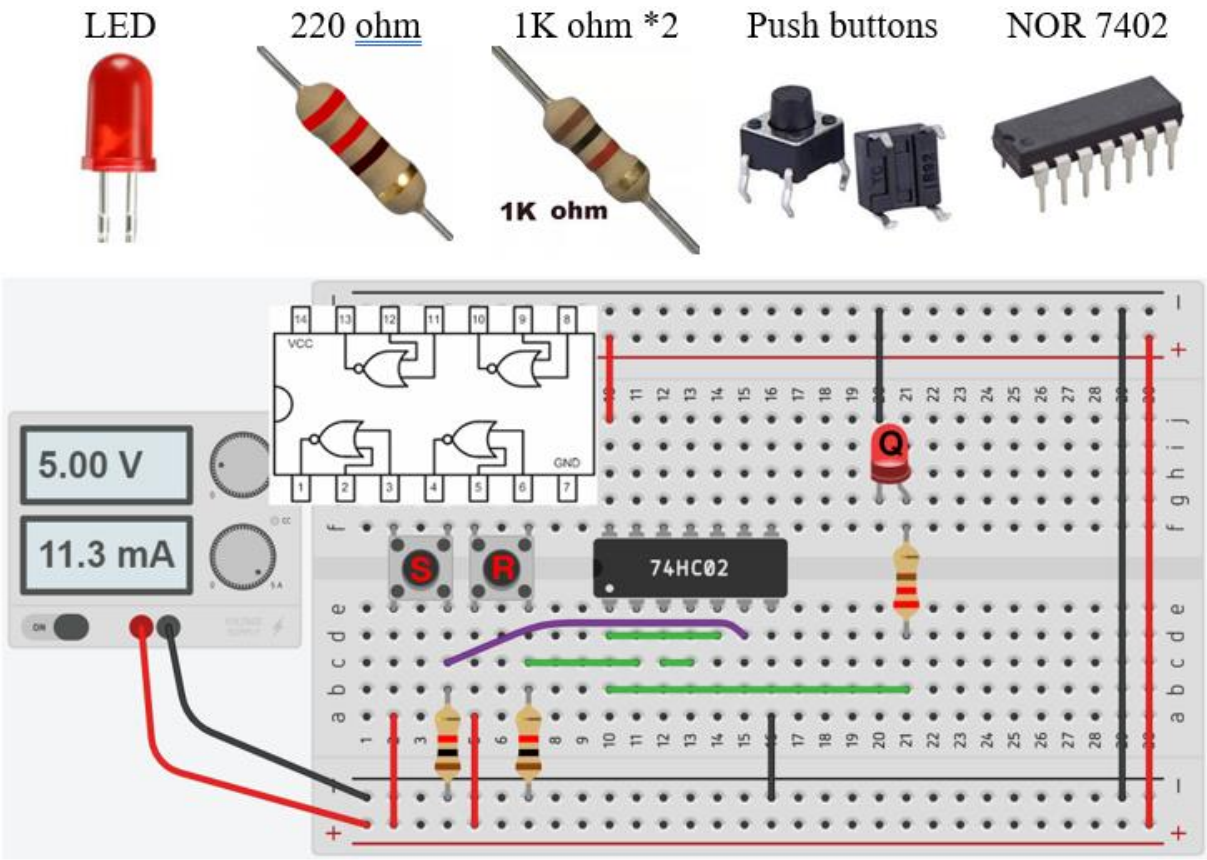
التجربة الثالثة: بناء القلاب SR باستخدام بوابات NAND

التجربة الرابعة: تشغيل القلاب D باستخدام الشريحة 74HC74

التجربة الخامسة: تشغيل القلاب JK في شريحة 74HC73

التجربة السادسة: بناء دائرة القلاب (T) باستخدام الشريحة 74HC73

التجربة الأولى: بناء دائرة ماسك SR باستخدام بوابتي NOR



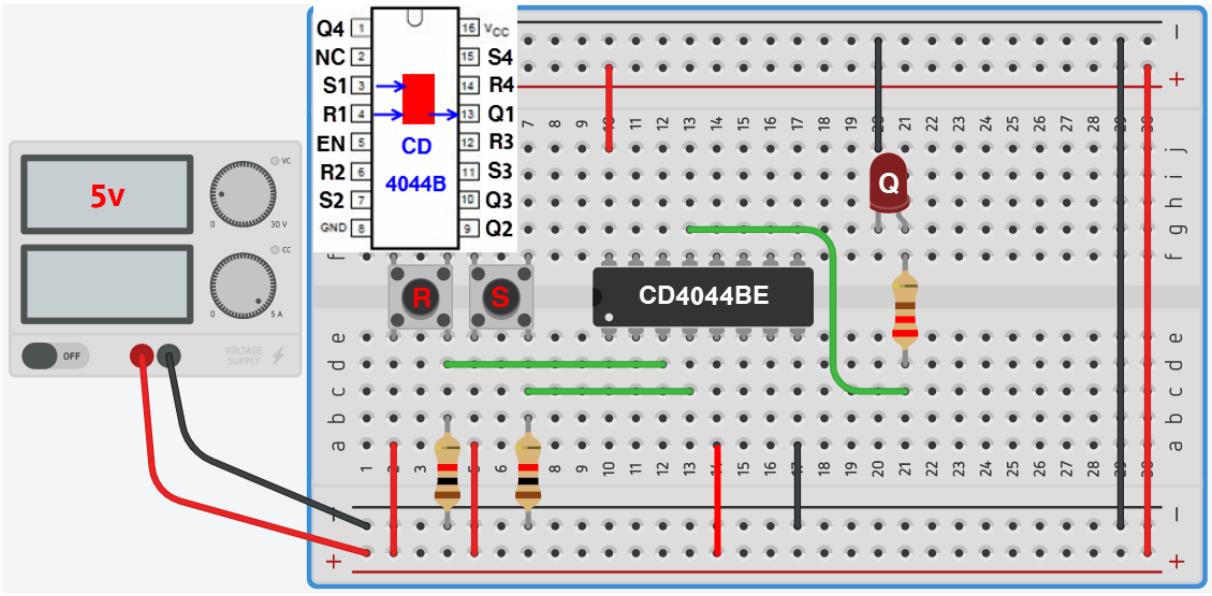
الشكل رقم (٢-٩)

لاحظ المفتاحين (S,R) و لاحظ كيفية اتصالهما بمقاومات خفض (1K) متصلة بالأرضي (شرحنا الحاجة لمقاومات الخفض في الباب الأول)

املأ الجدول التالي بالترتيب من الأعلى للأسفل

S	R		Q
0	0		
0	1		
0	0		
1	0		
0	0		

التجربة الثانية : تنفيذ دائرة ماسِـك SR بشريحة CD4044BE



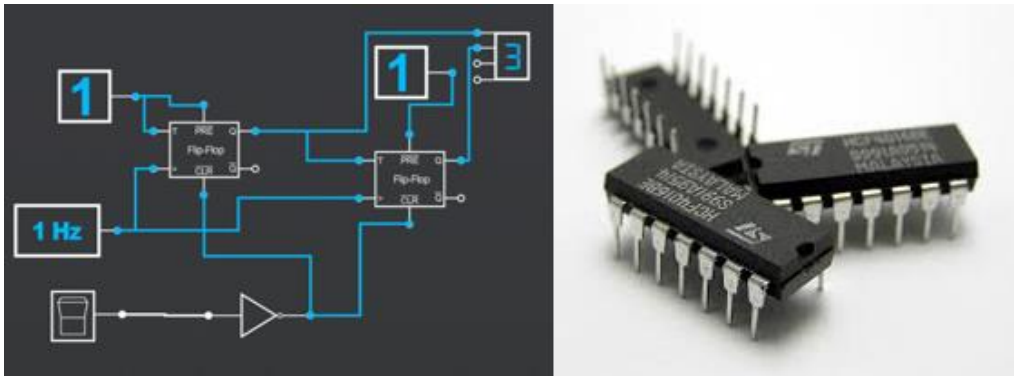
الشكل رقم (٢-١٠)

املأ الجدول التالي بالترتيب من الأعلى للأسفل

S	R		Q
0	0		
0	1		
0	0		
1	0		
0	0		

س/ هل تعمل الدائرة كماسك (SR) ؟

القلابات الرقمية Logic Flip flops



الشكل رقم (٢-١١)

دوائر القلابات هي دوائر رقمية هامة، حيث تتكون معظم الذاكرات من قلابات رقمية. ودوائر القلابات تحتوي على مدخل لإشارة الساعة (clk) و إشارة الساعة تعمل على ضبط الزمن في المنظومة (الجهاز)

مثال من الكمبيوتر: عندما يحصل التراسل بين المعالج و الذاكرة أو المعالج و منفذ الـ USB يجب أن يتم العمل في خطوات دقيقة زمنياً ، ولا يكون أحد المكونات أسرع من الآخر ، لذلك نستخدم نبضات الساعة في النظام و التي تضبط سرعة جميع المكونات.

إشارة نبضات الساعة (clock signal)

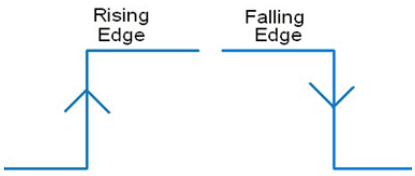
نبضات الساعة هي نبضات (على شكل موجة مربعة) تتصل بكافة مكونات النظام و تكون حوافها هي اللحظات التي تضبط سرعة خطوات عمل النظام. شاهد الشكل:

الشكل رقم (٢-١٢)

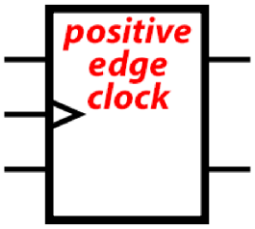
كما تلاحظ في الشكل ، إشارة الساعة هي نبضات مربعة بسيطة تتكرر بسرعة محددة، لذلك عندما تشتري كمبيوتر أو جوال فإنك تقرأ مثلا (سرعة المعالج تساوي 2.5GHz) وهذا يدل على سرعة نبضات الساعة في النظام.

الحافة الصاعدة و الحافة النازلة Rising and Falling edge

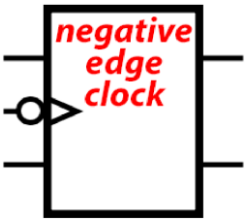
انظر للأشكال التالية:



الشكل رقم (٢-١٣)



الشكل رقم (٢-١٤)



الشكل رقم (٢-١٥)

تعمل الأنظمة الرقمية عادة على شكل خطوات متتابعة ، وبعض الأنظمة تنفذ كل خطوة عند الحافة الموجبة ، بينما تنفذ بعض الدوائر عملياتها عند لحظة الحافة النازلة. والأشكال السابقة تدلك على شكل مدخل نبضات الساعة الذي يدلك على نوع الدائرة.

قلاب SR (المتزامن) SR-Flip flop

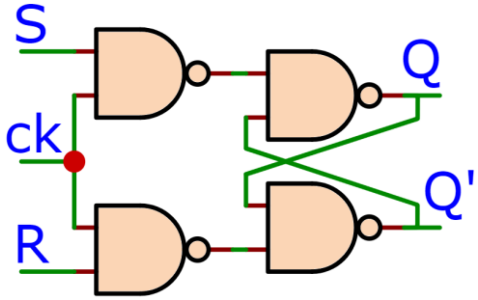
يتشابه قلاب (SR-Flipflop) مع ماسِك (SR-Latch) بدرجة كبيرة ، سوى أن الفرق هو وجود مدخل خاص بإشارة الساعة ليضبط بدقة لحظة تغير المخرج .

جدول العمل

S	R	clk		Q
x	x	0		لا تغيير
0	0	1		لا تغيير
0	1	1		0
1	0	1		1
1	1	1		حالة خطأ

الجدول رقم (٢-٢)

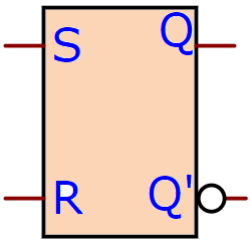
التكوين الداخلي



الشكل رقم (٢-١٦)

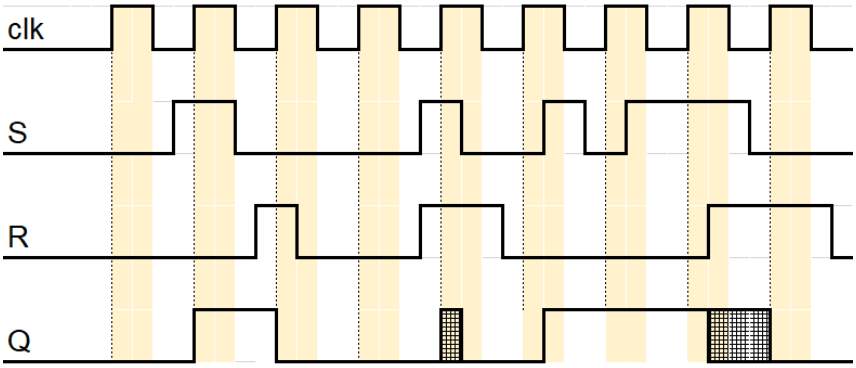
- الرمز (X) يعني أنه مهما كانت الحالة ، فهذا لا يهم.
- هذه الدائرة لا تعمل فعلياً عند الحافة الصاعدة (كما هو المفترض في عمل القلابات) ولكنها تعمل بشكل مقارب عند الزمن الذي يكون فيه (clk =1)

الرمز الصندوقي



الشكل رقم (٢-١٧)

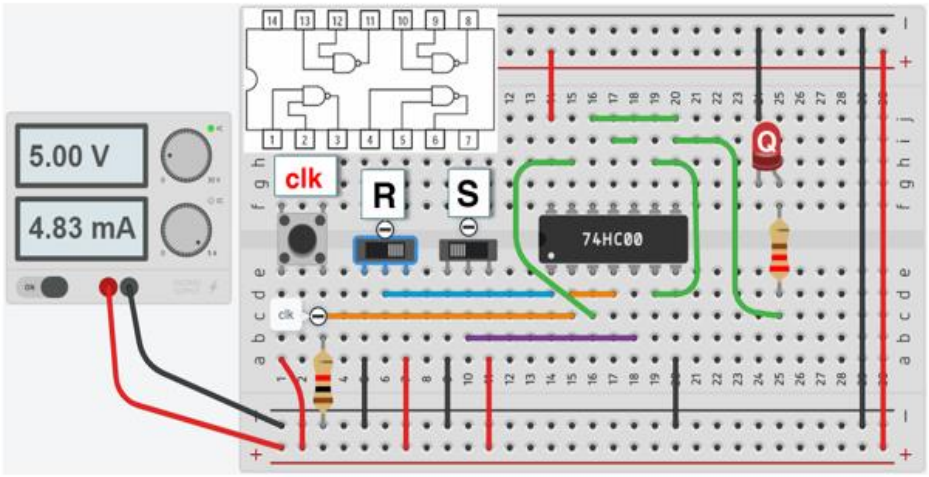
المخطط الزمني (Timing diagram)



الشكل رقم (٢-١٨)

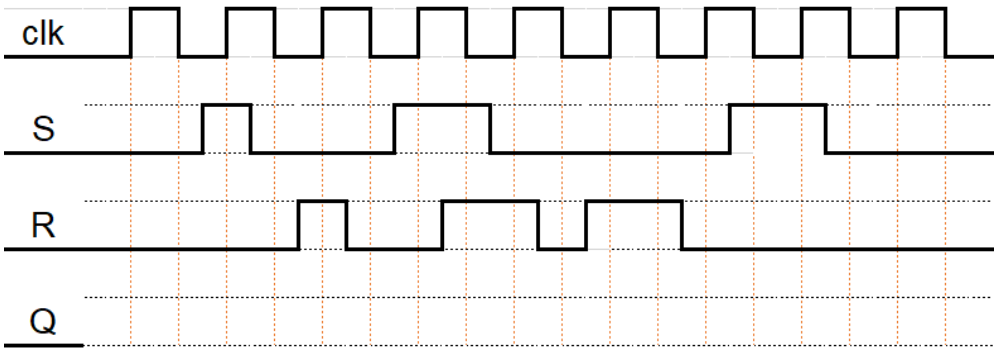
أولاً تذكر أن هذه الدائرة لا تعمل بتزامن دقيق (مثل باقي القلابات التي سندرسها) بل هي دائرة بسيطة تتغير حالة المخرج فيها أثناء وجود (HIGH) على طرف الـ (clk) . بينما المفترض أن تتغير حالة المخرج فقط عند الحافة الصاعدة فقط ، و هذا ما سوف يتبين في القلابات القادمة.

التجربة الثالثة : بناء دائرة قلاب SR باستخدام بوابات NAND



الشكل رقم (٢-١٩)

ملاحظات : استخدمنا في توصيل هذه الدائرة مفتاحين من نوع (سلايدر) لتسهيل تحديد حالة الـ S,R ولكنهما ليسا ضروريان ، ويمكنك توصيلهما بسلك مباشر إلى (GND , 5v) بالنسبة لنبضات الساعة (clk) يمكن أن يتم توصيله مع جهاز مولد النبضات (Function Generator) بنبضات مربعة. و لكننا في هذا المثال استخدمنا مفتاح ضاغط حتى تقوم بتوليد النبضات يدوياً مع ملاحظة التأثير عند كل نبضة. وصّل و شغّل الدائرة السابقة ثم املأ المخطط الزمني التالي:

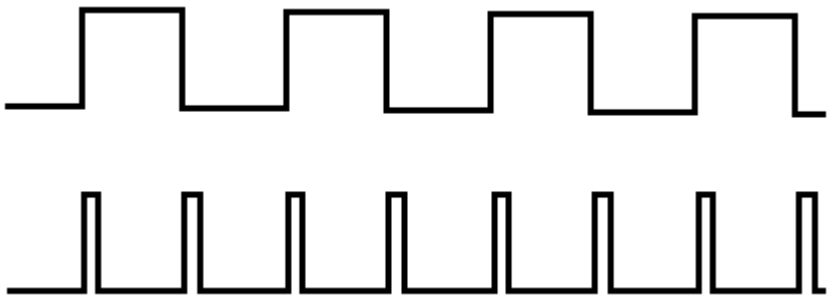


الشكل رقم (٢-٢٠)

القدح أثناء الحافة فقط Edge triggered Flip flops

لعلك لاحظت في الدائرة السابقة (قلاب SR المتزامن) أن تغييرات المخرج تحصل عندما يكون طرف الـ (clk) على الحالة (HIGH) وهو زمن يشغَل نصف زمن الموجة تقريباً. وهذا يعتبر عيب كبير في عمل معظم الدوائر الرقمية التي تحتاج ضبط زمني دقيق ، فالمطلوب أن تتغير المخارج في لحظة قصيرة جداً (زمنها يساوي تقريبا صفر) و ليس طوال الفترة التي يكون فيها الـ (clk) يساوي (HIGH) .

لاحظ الشكل:



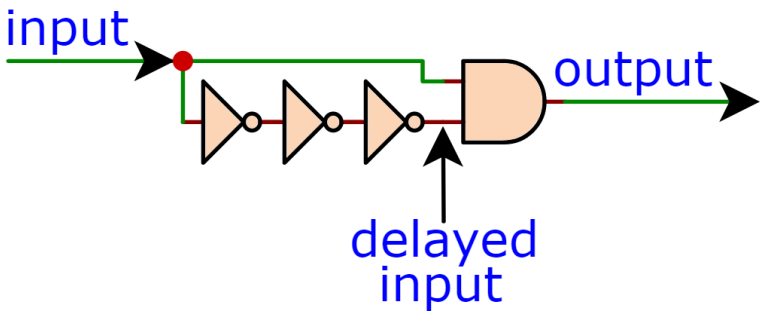
الشكل رقم (٢-٢١)

الشكل الأول هو شكل النبضات المربعة المعتاد ، و يكون زمن المنطق العالي (HIGH) طويل نسبياً .

الشكل الثاني هو شكل نبضات الساعة المعدّلة بحيث يكون زمن الـ (HIGH) قصير جداً ويساوي تقريباً صفر . الشكل الثاني هو الأفضل في عمل معظم الدوائر الرقمية و التي تحتاج لضبط زمني دقيق للغاية.

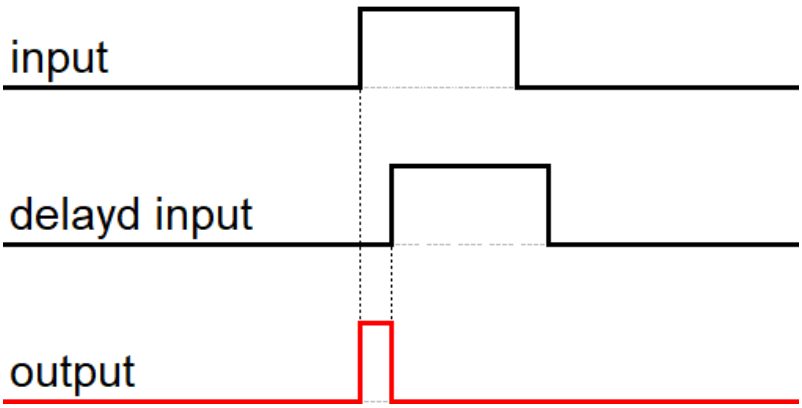
لتغيير شكل الموجة من الشكل الأول إلى الشكل الثاني يمكن استخدام دائرة بسيطة تسمى (دائرة كشف النبضات - Pulse detector circuit) ومن الطرق السهلة لبنائها.

دائرة كشف النبضات Pulse detection Circuit



الشكل رقم (٢-٢٢)

وجود ثلاث بوابات (NOT) سيتسبب بتأخير صغير ، ويستخدم هذا التأخير لتوليد نبضة قصيرة الزمن تستخدم للتزامن كما ترى بالشكل التالي.



الشكل رقم (٢-٢٣)

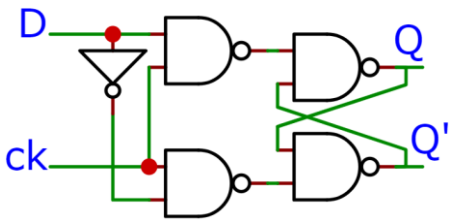
لن يمكنك عمل تجربة لمشاهدة مخرج هذه الدائرة فزمن النبضة الخارجة قصير جداً ، ويمكن مشاهدته فقط بجهاز راسم الإشارة (الأوسلوسكوب).

القلاب من نوع (D) - D Flip flop

القلاب من نوع (D) من أكثر الدوائر الرقمية استخداماً، فهو يستخدم في بناء الذاكرات والعدادات ومسجلات الإزاحة. ويمكن بناء قلاب (D) باستخدام مجموعة من البوابات، ولكن الأفضل والأدق في العمل هو استخدام شرائح مخصصة بالقلاب (D)

مثل الشريحة: 74HC74 فهي تعمل عند الحافة بدقة.

التركيب الداخلي (مبسط)



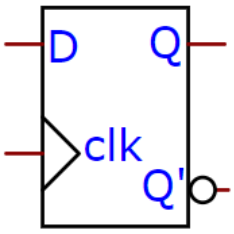
الشكل رقم (٢-٢٤)

جدول العمل

clk	D		Q
لحظة الحافة الصاعدة	0		0
لحظة الحافة الصاعدة	1		1
لا توجد حافة صاعدة	x		الحالة السابقة

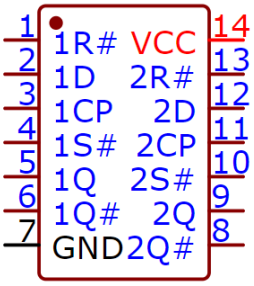
الجدول رقم (٢-٣)

الرمز



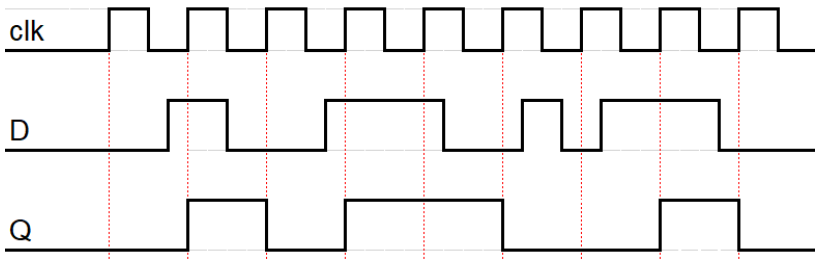
الشكل رقم (٢-٢٥)

أطراف الشريحة 74HC74



الشكل رقم (٢-٢٦)

المخطط الزمني (للقلاب الذي يعمل عند الحافة الصاعدة):

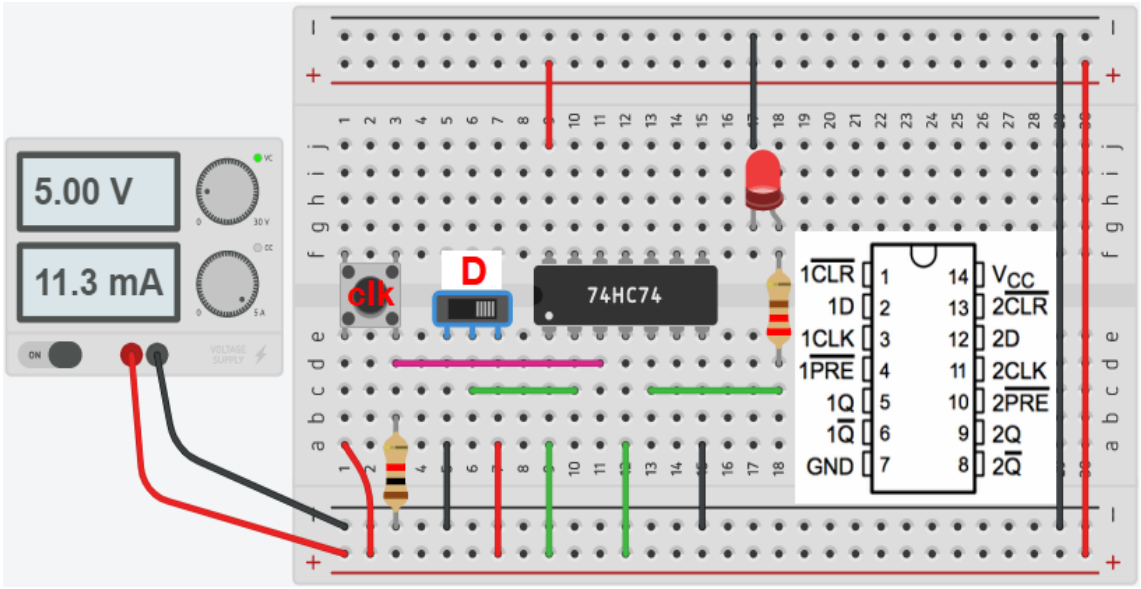


الشكل رقم (٢-٢٧)

لاحظ: المخرج لن يتغير أبداً إلا عند الحواف الصاعدة فقط

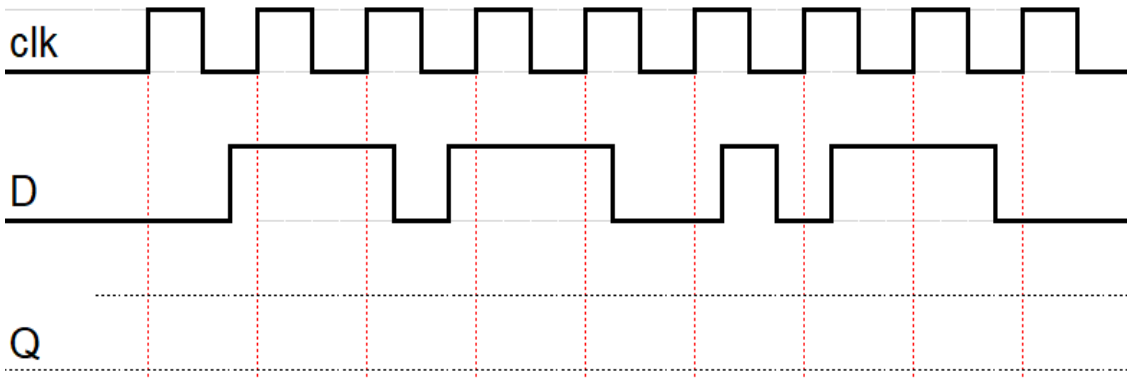
عند كل حافة صاعدة سيتغير المخرج ليكون مشابه للمدخل (D)

التجربة الرابعة : تشغيل قلاب من نوع (D) باستخدام الشريحة 74HC74



الشكل رقم (٢-٢٨)

وصّل الدائرة السابقة ثم قلّد إشارتي (D) و (clk) و ارسم شكل المخرج

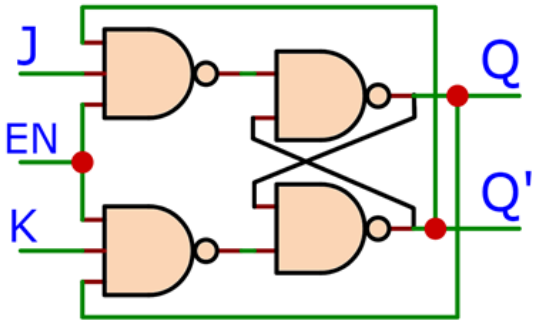


الشكل رقم (٢-٢٩)

القلاب من نوع (JK) JK-Flip flop

أشهر أنواع القلابات الرقمية ويستخدم بكثرة في مختلف الدوائر الرقمية، يشبه كثيرا طريقة عمل القلاب (SR) مع اختلاف سيتضح عند دراسة جدول العمل الخاص بالقلاب.

التركيب الداخلي (مبسط)



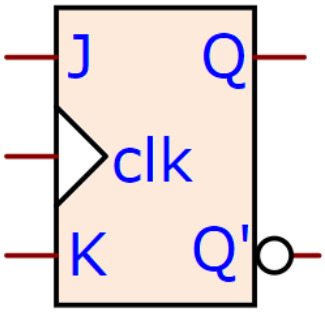
الشكل رقم (٢-٣٠)

جدول عمل القلاب (JK)

clk	J	K		Q
لا حافة	x	x		لا تغيير
حافة صاعدة	0	0		لا تغيير
حافة صاعدة	1	0		1
حافة صاعدة	0	1		0
حافة صاعدة	1	1		تغيير الحالة

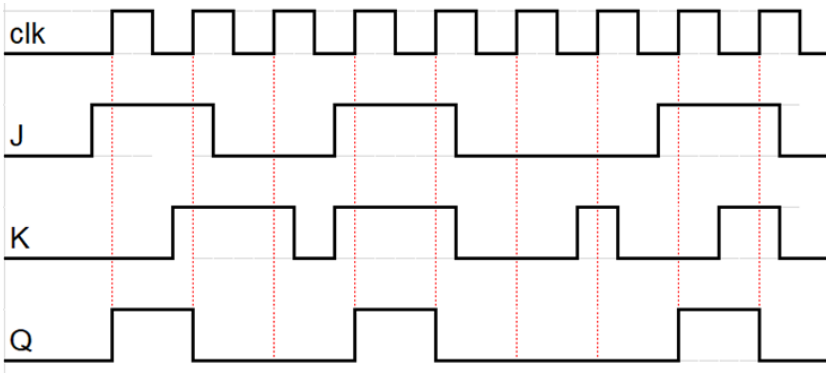
الجدول رقم (٢-٤)

الرمز الصندوقي



الشكل رقم (٢-٣١)

المخطط الزمني للقلاب (JK)

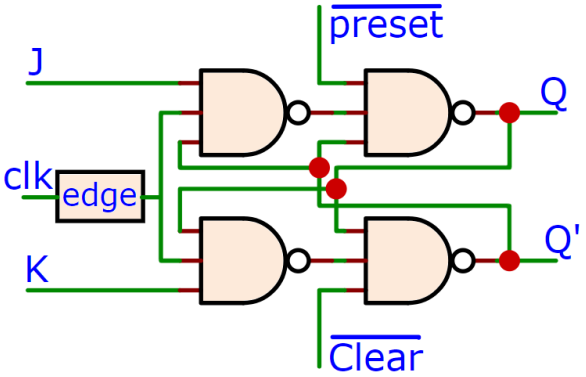


الشكل رقم (٢-٣٢)

القلاب (JK) بإضافة منافذ غير متزامنة للتحكم (Preset , Clear)

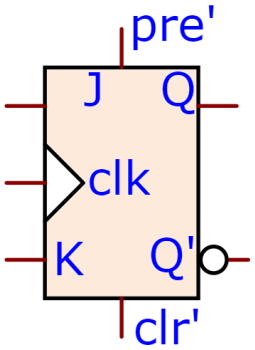
في بعض الحالات نحتاج لاستخدام دائرة القلاب (JK) ولكن مع إمكانية ضبط المخرج في أي لحظة على الحالة (HIGH) أو (LOW) بدون الاهتمام لحالة نبضات التزامن. لذا يمكن استخدام الدائرة التالية :

قلاب (JK) بإضافة منفذين لضبط حالة المخرج



الشكل رقم (٢-٣٣)

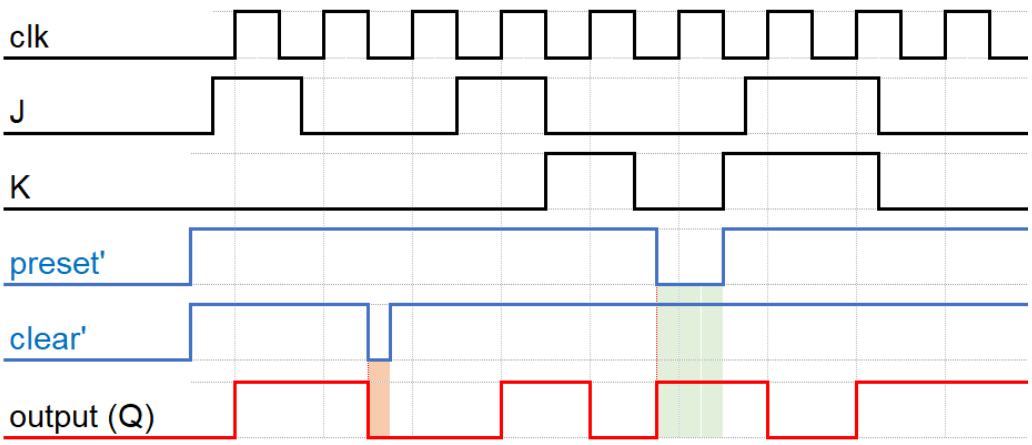
الرمز الصندوقي



الشكل رقم (٢-٣٤)

لاحظ وجود الطرفين (preset) و (clear) و فوقهما خط، مما يدل على أنهما يعملان عند حالة(LOW) ، لاحظ أيضاً وجود مربع صغير (edge) عند المدخل (clk) وهذا يرمز لدائرة القدح عند الحلقة فقط ، وقد شرحنا عمل هذه الدائرة في الصفحة (63) .

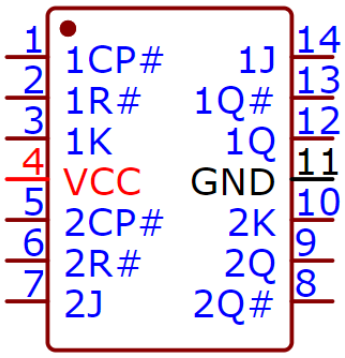
عمل هذه الدائرة يتضح بدراسة المخطط الزمني:



الشكل رقم (٢-٣٥)

لاحظ أن تأثير المنفذين (pre') و (clr') يحدث على المخرج مباشرة ولا يتطلب وجود حافة تزامن (clk)

من أشهر الشرائح التي تحتوي على دائرة لقلاب (JK) هي الشريحة : 74HC73

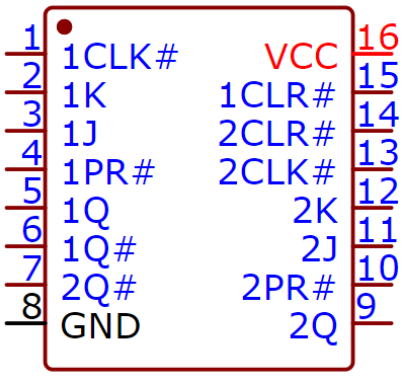


الشكل رقم (٢-٣٦)

لاحظ في منافذ الشريحة (74HC73) أن الطرف 1 مكتوب (CP#) وهنا علامة (#) تدل على أن نبضات الساعة تعمل عند الحافة النازلة (السالبة) وليس الحافة الصاعدة.

أيضا لاحظ أن المنفذ 2 مكتوب أمامه الرمز (1R#) وهو يستخدم للتصفير غير المتزامن (مثل clr) إذا لم تحتاج استخدامه؛ وصّله إلى (HIGH) باستمرار

ومن أشهر الشرائح التي تحتوي قلاب (JK) يحتوي مداخل غير متزامنة (pre , clr) هي الشريحة (74HC112)

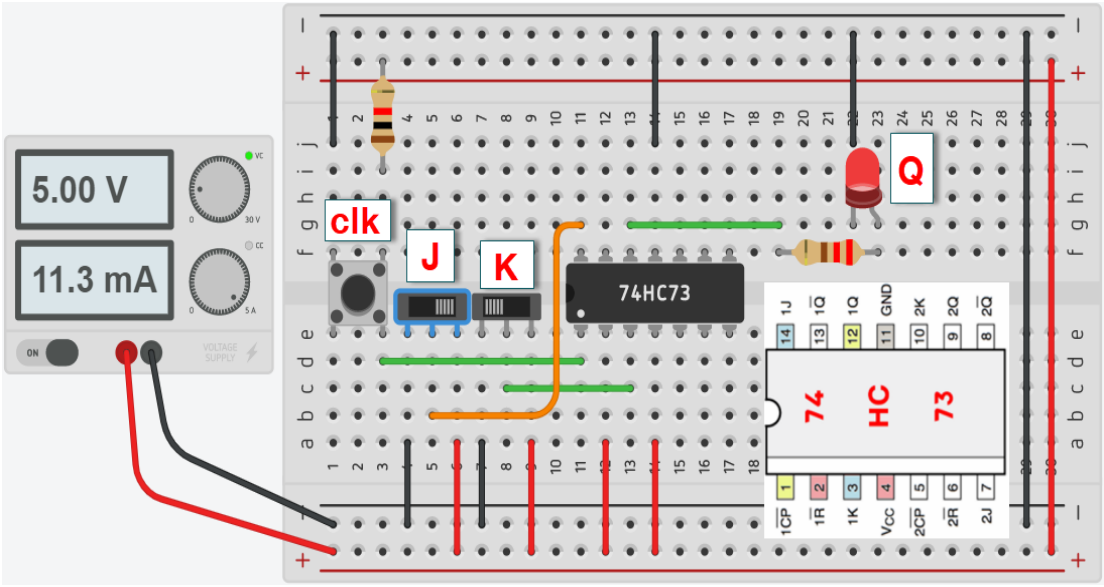


الشكل رقم (٢-٣٧)

تشبه هذه الشريحة سابقتها سوى أن بها مداخل إضافية (منافذ التحكم غير المتزامن clr,pr).

في حالة عدم الحاجة للتحكم غير المتزامن ؛ وّصلهما بشكل مستمر إلى (HIGH)

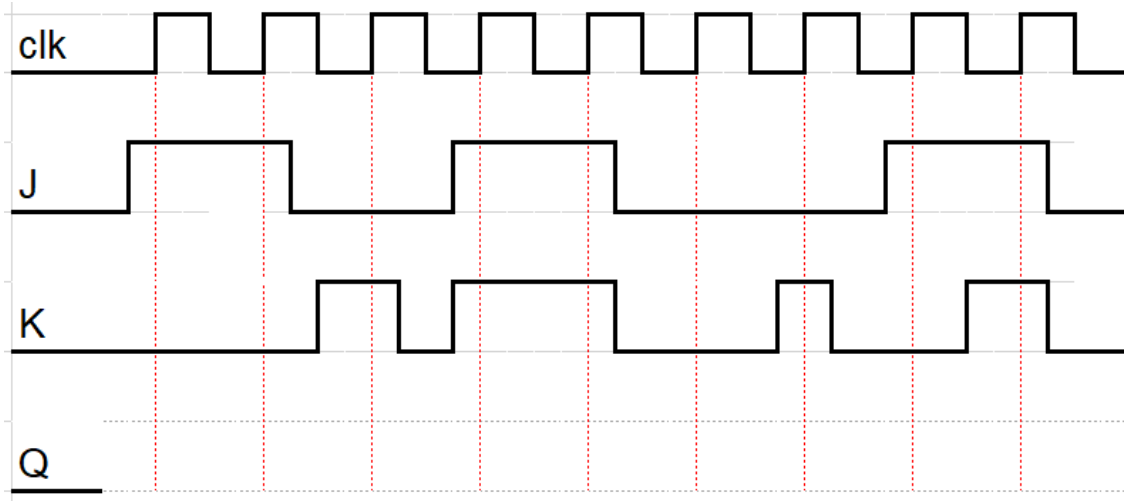
التجربة الخامسة : تشغيل القلاب (JK) في شريحة (74HC73)



الشكل رقم (٢-٣٨)

لاحظ أن زر الـ(clk) متصل بمقاومة رفع إلى الـ (5v) و هذا سيجعل كل ضغطة تسبب إشارة (LOW) ، لاحظ أن المفتاحين (J,K) يمكن الاستغناء عنهما بتوصيل سلك مباشر إلى (GND) أو (5v)

وصّل الدائرة السابقة ثم قلّد إشارات المدخل (J , K , clk) و ارسم شكل المخرج (Q)

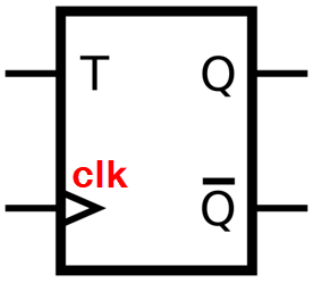


الشكل رقم (٢-٣٩)

القلاب من نوع (T) T Flip flop

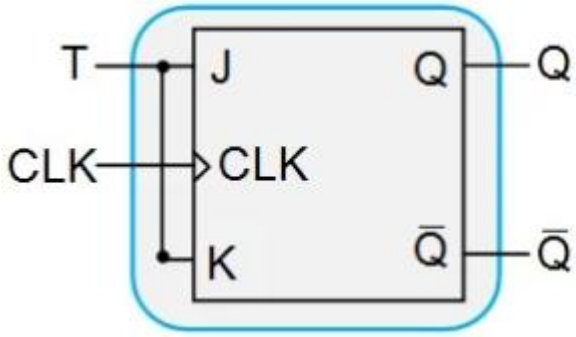
نوع آخر من القلابات يجب فهم طريقة عمله، فهو مهم مع إن استخدامه أقل من النوعين السابقين.

الرمز لقلاب (T)



الشكل رقم (٢-٤٠)

التوصيل الداخلي لقلاب (T)



الشكل رقم (٢-٤١)

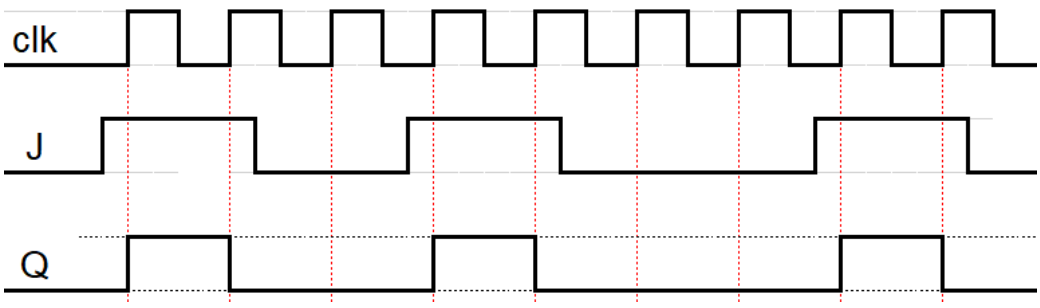
القلاب من نوع (T) نادر الاستخدام ولم نجد شريحة مناسبة تحتوي على دائرة القلاب (T) سوى أنه من الممكن استخدام شريحة القلاب (JK) بسهولة لتعمل كقلاب (T) ، فقط قم بتوصيل المدخلين (J , K) معاً و اعتبر أنهما المدخل (T).

جدول العمل :

Q		T	clk
الحالة السابقة		x	عدم وجود حافة
الحالة السابقة		0	عند لحظة الحافة
تغيير الحالة		1	عند لحظة الحافة

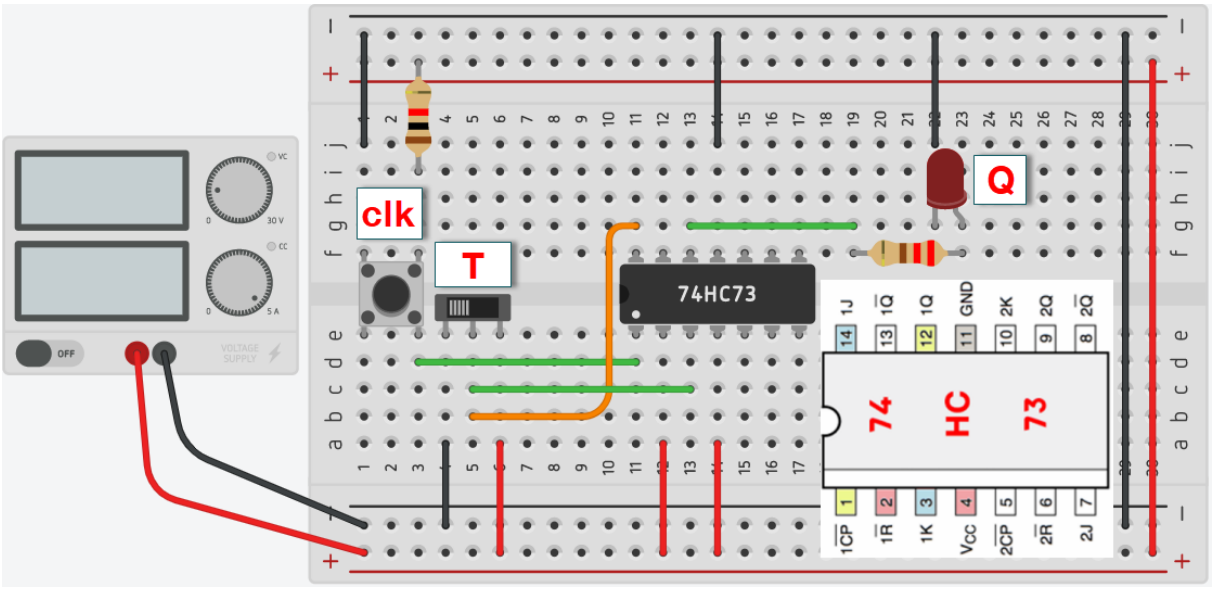
الجدول رقم (٢-٥)

المخطط الزمني لعمل القلاب (T)



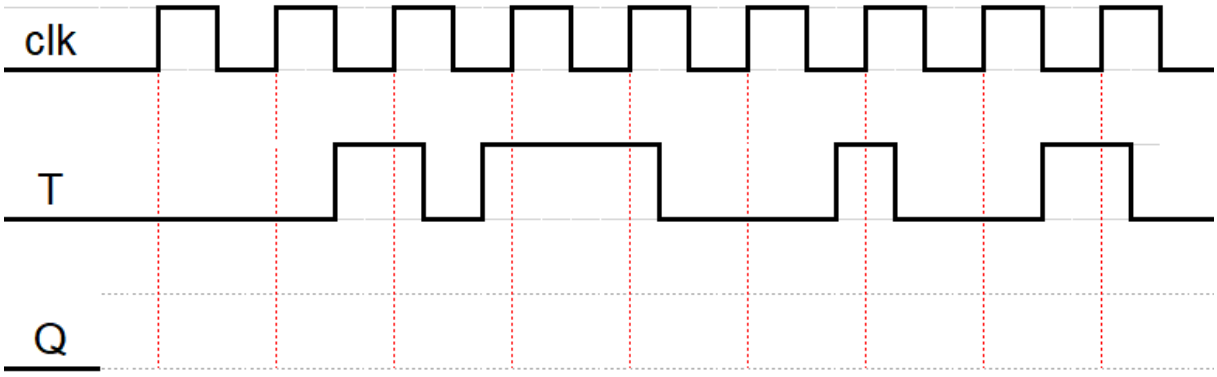
الشكل رقم (٢-٤٢)

التجربة السادسة : بناء دائرة القلاب (T) باستخدام الشريحة (74HC73)



الشكل رقم (٢-٤٣)

وصّل الدائرة ثم قلد إشارتي الدخل (clk , T) و ارسم شكل المخرج الناتج.



الشكل رقم (٢-٤٤)

تمارين الوحدة

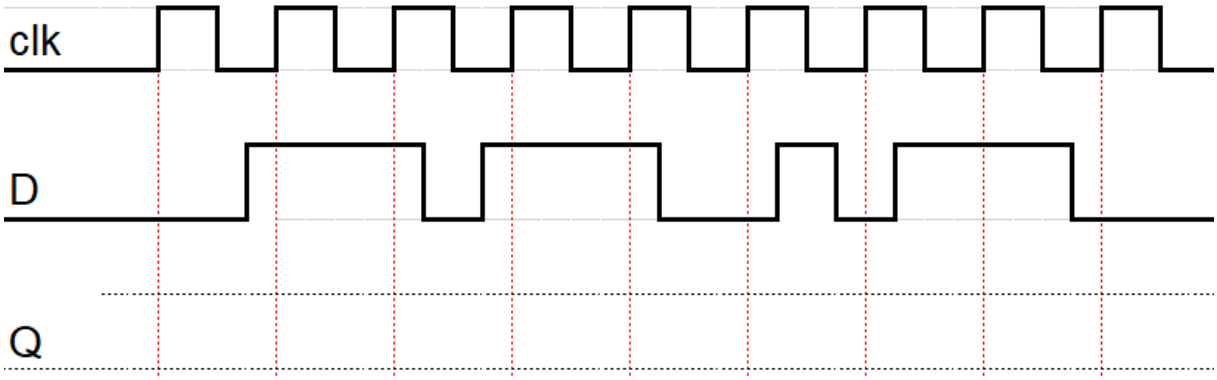
١-ارسم التركيب الداخلي لماسك (SR latch) بالبوابات

٢- في دائرة ماسك SR ، ماذا سيكون المخرج لو كان المدخل R=1 , S=1 ؟

٣- ما هو الفرق بين ماسِك SR و قلاب SR المتزامن ؟

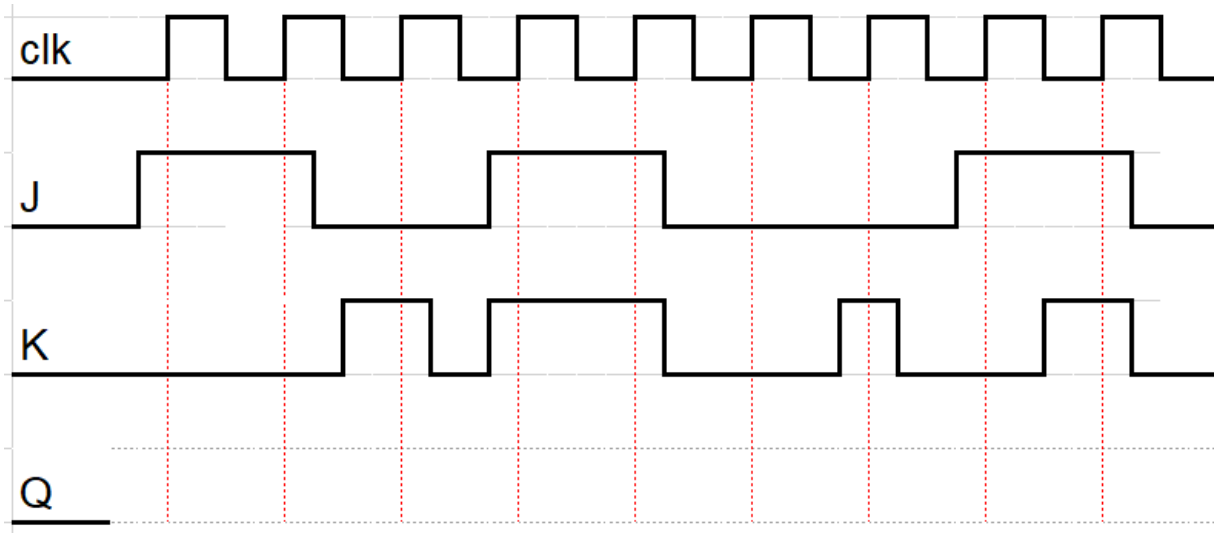
٤- ارسم الرمز الصندوقي لقلاب (D)

٥- حسب المخطط الزمني التالي ، ارسم شكل إشارة المخرج للقلاب (D)



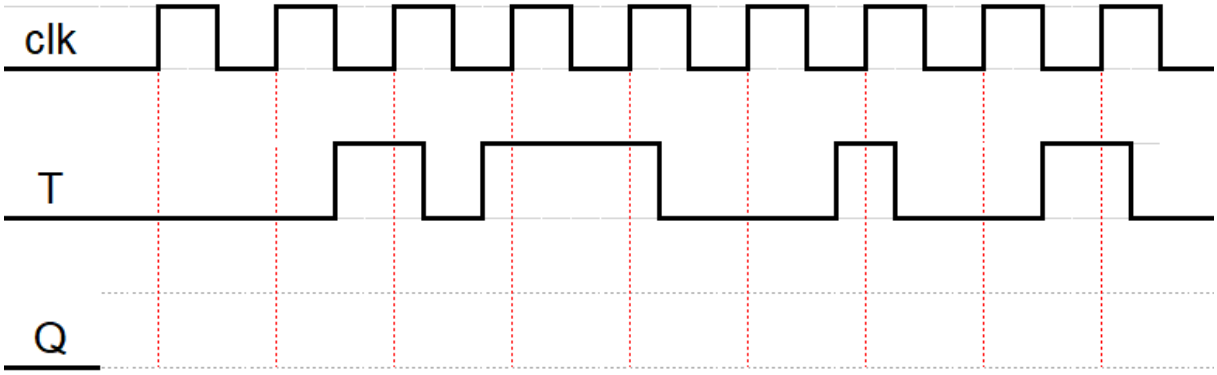
٦- ارسم الرمز الصندوقي لقلاب من نوع (JK)

٧- ارسم شكل المخرج حسب عمل قلاب (JK)



٨- ارسم التركيب الداخلي لماسِك SR ببوابات (NOR)

٩- أكمل رسم المخطط الزمني لقلاب (T)



١٠- في الدوائر الرقمية تُستخدم أحيانا دائرة كشف النبضات. (pulse detection) اشرح عملها.

نموذج تقييم المتدرب لمستوى أدائه

يعبأ من قبل المتدرب نفسه وذلك بعد الانتهاء من تمارين الوحدة

بعد الانتهاء من التدرب على الوحدة الثانية : دوائر القلابات ؛ قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي بعد كل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

م	العناصر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
		غير قابل للتطبيق	لا	جزئيا	كليا
١	بناء وتشغيل ماسِك SR غير المتزامن				
٢	بناء وتشغيل قلاب (SR) المتزامن				
٣	بناء وتشغيل قلاب (D)				
٤	بناء وتشغيل القلاب (JK)				
٥	بناء وتشغيل القلاب (T)				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئيا" فيجب إعادة التدرب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

نموذج تقييم المدرب لمستوى أداء المتدرب يعبأ من قبل المدرب وذلك بعد الانتهاء من تمارين الوحدة	
اسم المتدرب :	التاريخ: .....
رقم المتدرب :	المحاولة : ١ ٢ ٣ ٤ العلامة : ....

كل بند أو مفردة يقيم بـ ١٠ نقاط

الحد الأدنى: ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط. الحد الأعلى: ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط.

م	بنود التقييم	النقاط (حسب رقم المحاولات)			
		١	٢	٣	٤
١	يبني ويشغل ماسِـك SR غير المتزامن				
٢	يبني ويشغل قلاب (SR) المتزامن				
٣	يبني ويشغل قلاب (D)				
٤	يبني ويشغل القلاب (JK)				
٥	يبني ويشغل القلاب (T)				
	المجموع				

ملحوظات:

.....

توقيع المدرب: .....

الوحدة الثالثة

دوائر العدادات

الوحدة الثالثة

دوائر العدادات

الهدف العام للوحدة:

تهدف هذه الوحدة إلى تصميم دوائر العدادات الرقمية المتزامنة و غير المتزامنة ، التصاعدية والتنازلية و تنفيذها.

الأهداف التفصيلية :

من المتوقع في نهاية هذه الوحدة التدريبية أن يكون المتدرب قادراً وبكفاءة على أن:

١- يبني عداد تصاعدي باستخدام قلاب (D) و تشغيله
٢- يبني عداد تصاعدي باستخدام شريحة مخصصة للعداد الرقمي
٣- يبني عداد تنازلي باستخدام قلاب (D)
٤- يبني عداد متزامن باستخدام القلاب (JK)
٥- يبني دائرة عداد يعمل على إعادة العد عند قيمة محددة

الوقت المتوقع للتدريب على هذه الوحدة: ٣ ساعات نظرية ، ١٢ ساعة عملية

الوسائل المساعدة:

١- مختبر الدوائر الرقمية (لوحة توصيل ، أسلاك ، مصدر طاقة)
٢- سبورة
٣- جهاز عرض البيانات

العدادات الرقمية Digital Counters

العدادات الرقمية هي دوائر هامة للغاية و استخداماتها عديدة . ومن أشهر استخدامات العدادات هي الساعة الرقمية و التي تعرض الوقت بدقة كبيرة، و شاشات عرض الأرقام لترتيب المراجعين، و عداد الكهرباء الرقمي و عدادات السيارات الرقمية الحديثة والعديد من الأجهزة الكهربائية المنزلية مثل الغسالة الحديثة والميكروويف والمصعد الكهربائي.

وفي هذا الباب ستتعلم الدوائر اللازمة لبناء العدادات و كيفية ضبطها لتتناسب مع العمل اللازم.

الشكل رقم (٣-١)

تعمل العدادات الرقمية على العد بالصيغة الثنائية (Binary counting system) و إذا أردت عرض الرقم بالشكل العشري المعتاد فإنك تحتاج لدائرة تحويل (7 segment decoder) ثم شاشة الأجزاء السبعة لعرض الرقم. و سنطبق تمرين على هذه العملية لاحقا في هذا الباب. ويمكن بناء دوائر العدادات بتوصيل عدد من القلابات ، و يمكن استخدام شريحة مخصصة لعمل العد، و في هذا الباب سنتعلم الطريقتين في عدد من التمارين .

تصنيفات العدادات Counters categories: يمكن تصنيف العدادات إلى أنواع عدة حسب تركيبها الداخلي و طريقة عملها . و يمكن اختصار الاختلافات إلى :

عداد متزامن (Syncronous counter)	عداد غير متزامن (Asynchronous counter)
يكون أسرع في الاستجابة وعرض قيمة العد (يناسب الترددات العالية)	يكون أبسط في البناء و يناسب التطبيقات التي تعمل بسرعات منخفضة. يسمى أيضا (Ripple counter)

الجدول رقم (٣-١)

كما يمكن تصنيف العدادات من ناحية طريقة العد إلى:

عداد تصاعدي (UP counter)	عداد تنازلي (Down counter)	عداد تصاعدي و تنازلي (UP/DOWN counter)
يعد بشكل تصاعدي ٠-١-٢-٣	يعد بشكل تنازلي ٩-٨-٧-٦	يحتوي طرف يحدد طريقة العد (تصاعدي أو تنازلي)

الجدول رقم (٣-٢)

يمكن بناء العدادات بقلابات مختلفة (JK , T,D) و لكن هذه الحقيبة لن تتسع لعرض جميع الدوائر التي يمكن تنفيذها باستخدام القلابات المختلفة

حساب عدد القلابات المطلوبة لتصميم العدادات :

يتكون العداد من قلابات ، كل قلاب يظهر خانة رقمية واحدة (0 أو 1) لذا فعند تصميم العداد يجب معرفة ماهو العدد الأقصى الذي يمكن أن يصل له العد. و يتم حساب الخانات الثنائية اللازمة لعرض هذا الرقم .

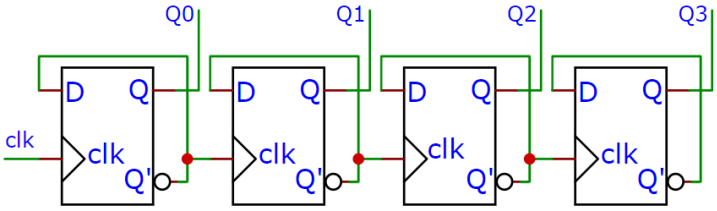
مثال : لتصميم عداد رقمي يعد من (0) إلى (30) احسب عدد القلابات اللازمة.

القيمة (30) بالعشري تساوي (11110) بالثنائي ؛ لذا نحتاج لـ (5) قلابات لبناء العداد.

مثال: لتصميم عداد رقمي يعد من (0) إلى (99) احسب عدد القلابات اللازمة.

القيمة (99) تكتب بالصيغة الثنائية (1100011) لذا فنحتاج لعدد (7) قلابات لبناء العداد.

أولاً : العدادات الغير متزامنة باستخدام قلابات (D)

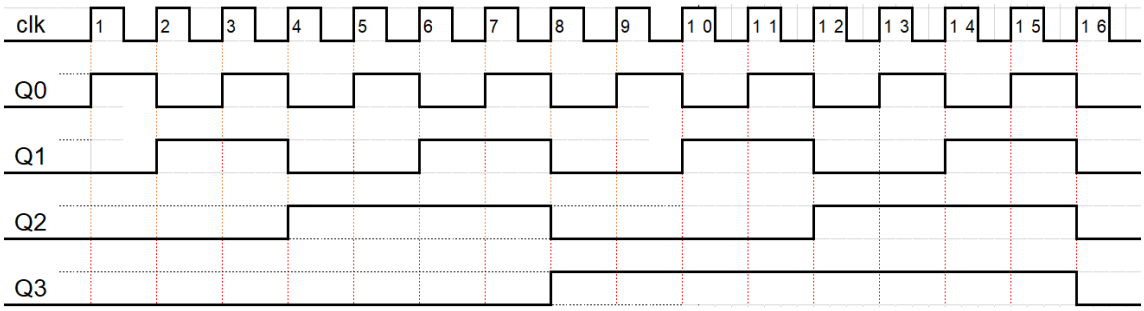


الشكل رقم (٣-٢)

لاحظ اتصال كل مخرج منفي كمدخل (clk) للقلاب التالي

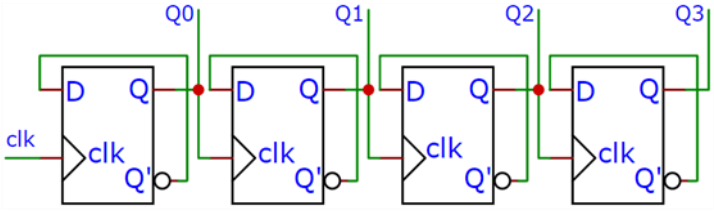
المكافئ العشري	Q0	Q1	Q2	Q3		clk
0	0	0	0	0		قبل تطبيق أي نبضة
1	1	0	0	0		بعد نبضة واحدة
2	0	1	0	0		بعد نبضتين
3	1	1	0	0		بعد ٣ نبضات
4	0	0	1	0		بعد ٤ نبضات
5	1	0	1	0		بعد ٥ نبضات
6	0	1	1	0		بعد ٦ نبضات
7	1	1	1	0		بعد ٧ نبضات
8	0	0	0	1		بعد ٨ نبضات
9	1	0	0	1		بعد ٩ نبضات
10	0	1	0	1		بعد ١٠ نبضات
11	1	1	0	1		بعد ١١ نبضة
12	0	0	1	1		بعد ١٢ نبضة
13	1	0	1	1		بعد ١٣ نبضة
14	0	1	1	1		بعد ١٤ نبضة
15	1	1	1	1		بعد ١٥ نبضة
0	0	0	0	0		بعد ١٦ نبضة
1	1	0	0	0		بعد ١٧ نبضة

الجدول رقم (٣-٣)



الشكل رقم (٣-٣)

العداد التنازلي غير المتزامن Down asynchronous counter



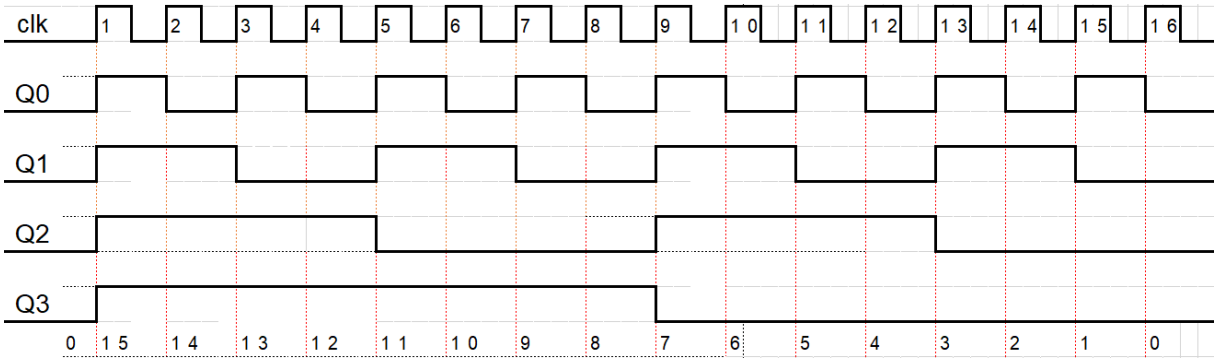
الشكل رقم (٣-٤)

لاحظ اتصال المخرج (Q) بمدخل القلاب التالي (clk)

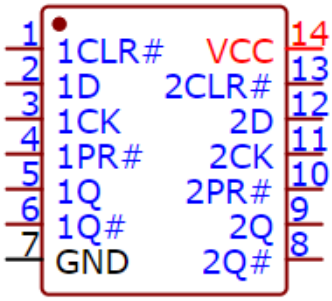
clk		Q3	Q2	Q1	Q0	المكافئ العشري
قبل تطبيق أي نبضة		0	0	0	0	0
بعد نبضة واحدة		1	1	1	1	15
بعد نبضتين		1	1	1	0	14
بعد ٣ نبضات		1	1	0	1	13
بعد ٤ نبضات		1	1	0	0	12
بعد ٥ نبضات		1	0	1	1	11
بعد ٦ نبضات		1	0	1	0	10
بعد ٧ نبضات		1	0	0	1	9
بعد ٨ نبضات		1	0	0	0	8
بعد ٩ نبضات		0	1	1	1	7
بعد ١٠ نبضات		0	1	1	0	6
بعد ١١ نبضة		0	1	0	1	5
بعد ١٢ نبضة		0	1	0	0	4
بعد ١٣ نبضة		0	0	1	1	3
بعد ١٤ نبضة		0	0	1	0	2
بعد ١٥ نبضة		0	0	0	1	1
بعد ١٦ نبضة		0	0	0	0	0
بعد ١٧ نبضة		1	1	1	1	15

الجدول رقم (٣-٤)

المخطط الزمني للعداد التنازلي:



الشكل رقم (٣-٥)



الشكل رقم (٣-٦)

الشريحة (74HC74) هي أشهر الشرائح التي تحتوي على عدد (٢) قلاب (D) الرمز (#) في الشكل يرمز للنفي (NOT)

لاحظ أنه بإمكانك توصيل (0v) للمنفذ (1CLR') لتصفير مخرج القلاب الأول أو توصيل (0v) إلى المنفذ (1PR') لجعل مخرج القلاب (HIGH)

قائمة تجارب الوحدة الثالثة

التجربة الأولى: بناء عداد تصاعدي غير متزامن باستخدام قلابات D

التجربة الثانية: بناء عداد تنازلي غير متزامن مكون من ٤ قلابات D

التجربة الثالثة: بناء عداد تصاعدي متزامن باستخدام قلابات JK

التجربة الرابعة: استخدام الشريحة 74HC93 كعداد متكامل

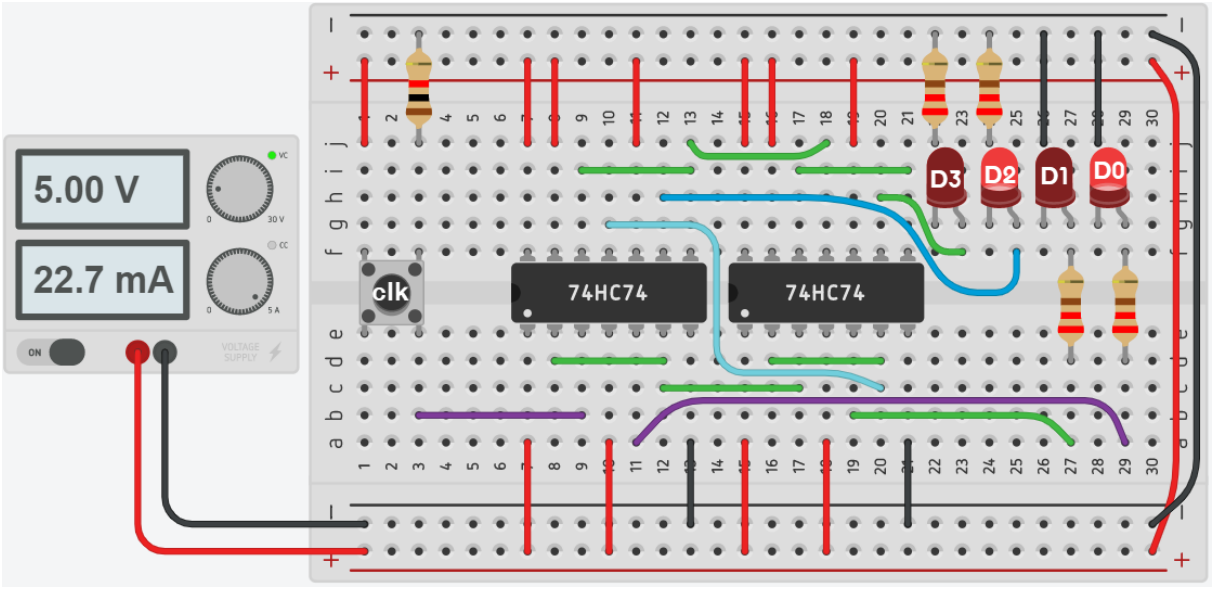
التجربة الخامسة: تشغيل عداد يعيد العد عند القيمة ١٠ بشريحة 74HC93

التجربة السادسة: تشغيل عداد تصاعدي تنازلي باستخدام الشريحة 74HC190

التجربة السابعة: عرض قيمة العد على شاشة الأجزاء السبعة عبر شريحة المشفر

التجربة الأولى : بناء عـداد تصاعـدي غير متزامن باستخدام قلابات (D)

يكون المدخل هو نبضات الساعة ، و المخرج أربع إضاءات (LEDs)

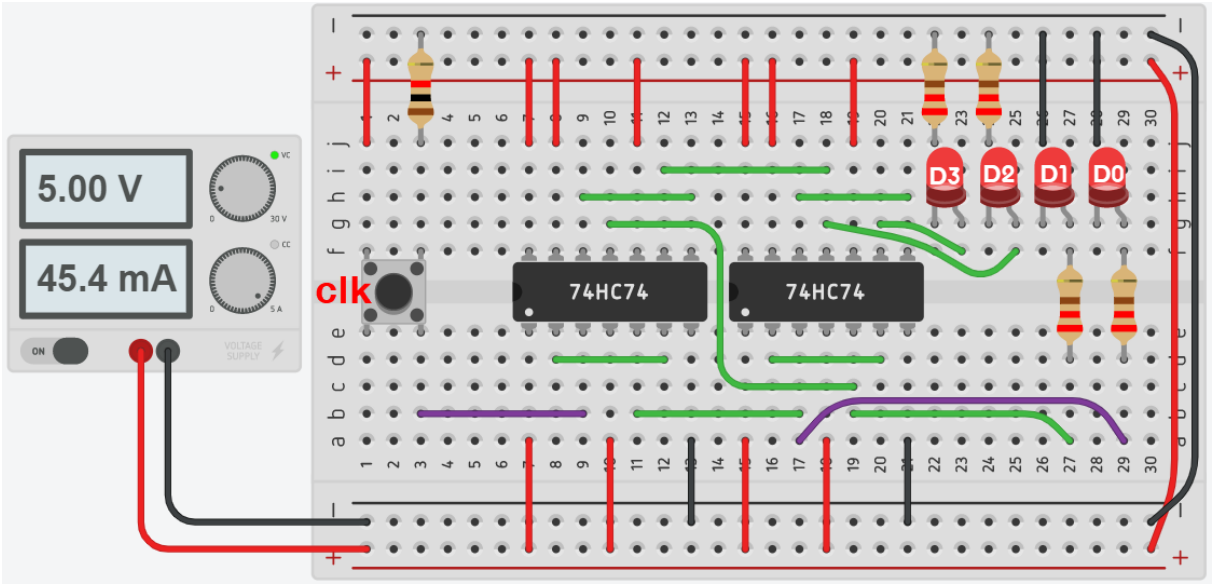


الشكل رقم (٣-٧)

وصّل الدائرة السابقة ثم املأ جدول العمل التالي :

clk		D3	D2	D1	D0
قبل النبضة الأولى					
بعد إدخال نبضة					
بعد إدخال نبضتين					
بعد ٣ نبضات					
بعد ٤ نبضات					
بعد ٥ نبضات					
بعد ٦ نبضات					

التجربة الثانية: بناء عداد تنازلي غير متزامن مكون من ٤ قلابات (D)



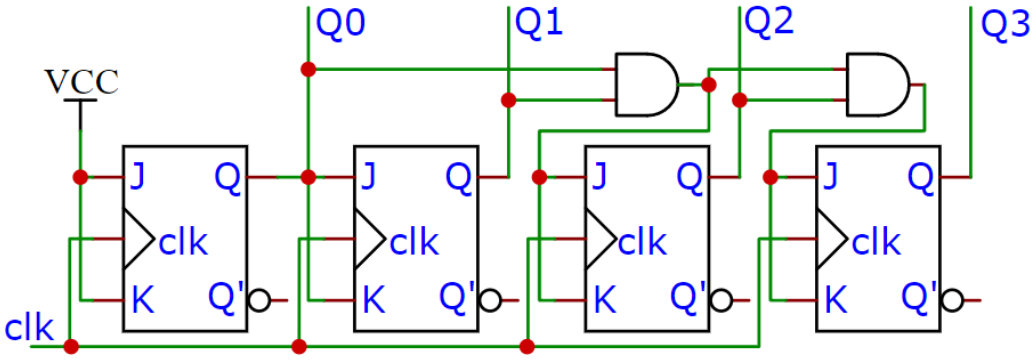
الشكل رقم (٣-٨)

وصّل الدائرة السابقة ثم املأ جدول العمل التالي :

clk		D3	D2	D1	D0
قبل النبضة الأولى					
بعد إدخال نبضة					
بعد إدخال نبضتين					
بعد ٣ نبضات					
بعد ٤ نبضات					
بعد ٥ نبضات					
بعد ٦ نبضات					
بعد ٧ نبضات					
بعد ٨ نبضات					
بعد ٩ نبضات					
بعد ١٠ نبضات					

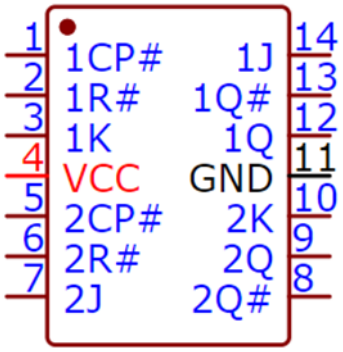
العداد المتزامن Synchronous counter

يختلف العداد المتزامن عن العداد غير المتزامن بأن نبضات الساعة متصلة بجميع القلابات في نفس الوقت ، ويتميز العداد المتزامن بأنه أسرع استجابة من غير المتزامن، و لكن يعيبه وجود بوابات إضافية مما يجعل توصيله أصعب في العادة.



الشكل رقم (٣-٩)

لا يختلف المخطط الزمني للعدادات المتزامنة عن العدادات غير المتزامنة (التي ذكرناها في الصفحات السابقة)



الشكل رقم (٣-١٠)

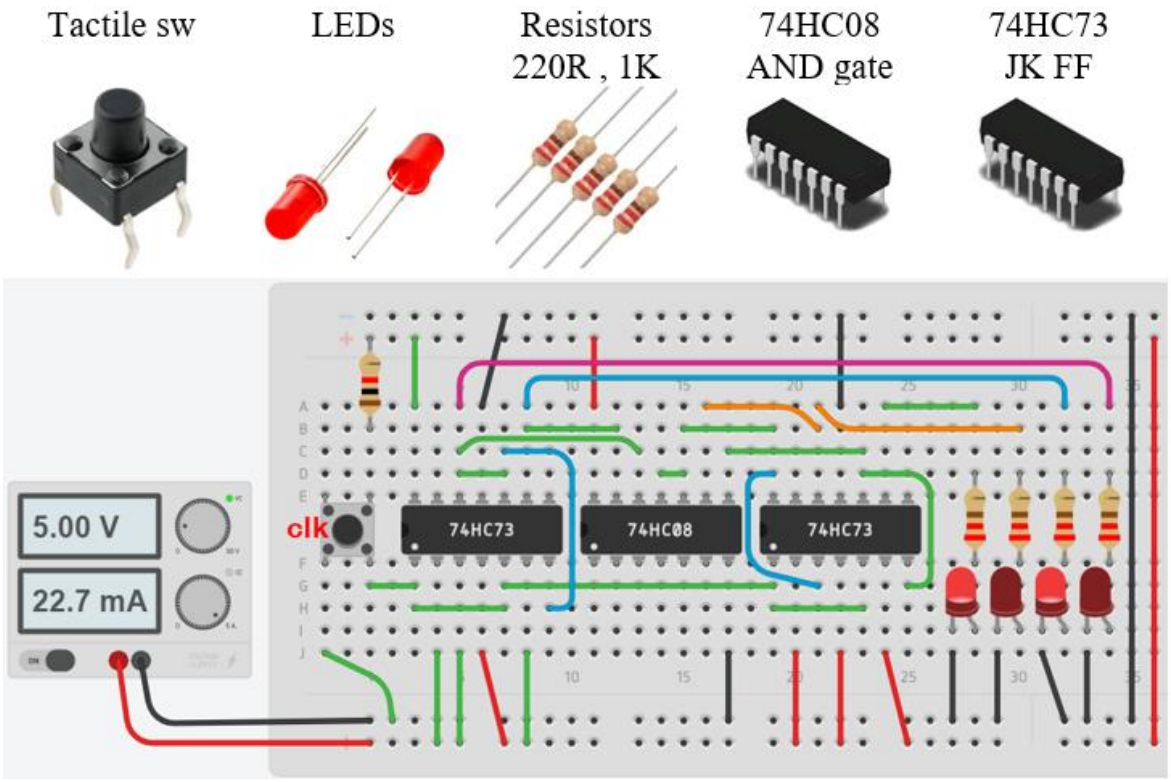
تحتوي الشريحة (7473) على قلابين من نوع (JK)

العلامة (#) ترمز إلى أن المنفذ منفي

والمنفذ (1R#) يستخدم لتصفير مخرج القلاب الأول

و المنفذ(2R#) يستخدم لتصفير القلاب الثاني

التجربة الثالثة: بناء عداد تصاعدي متزامن باستخدام قلابات (JK)



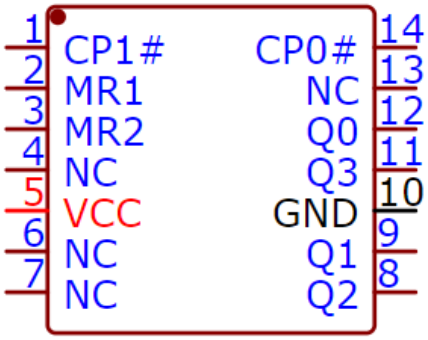
الشكل رقم (٣-١١)

وصّل الدائرة السابقة ثم شغّلها ، و املأ الجدول التالي:

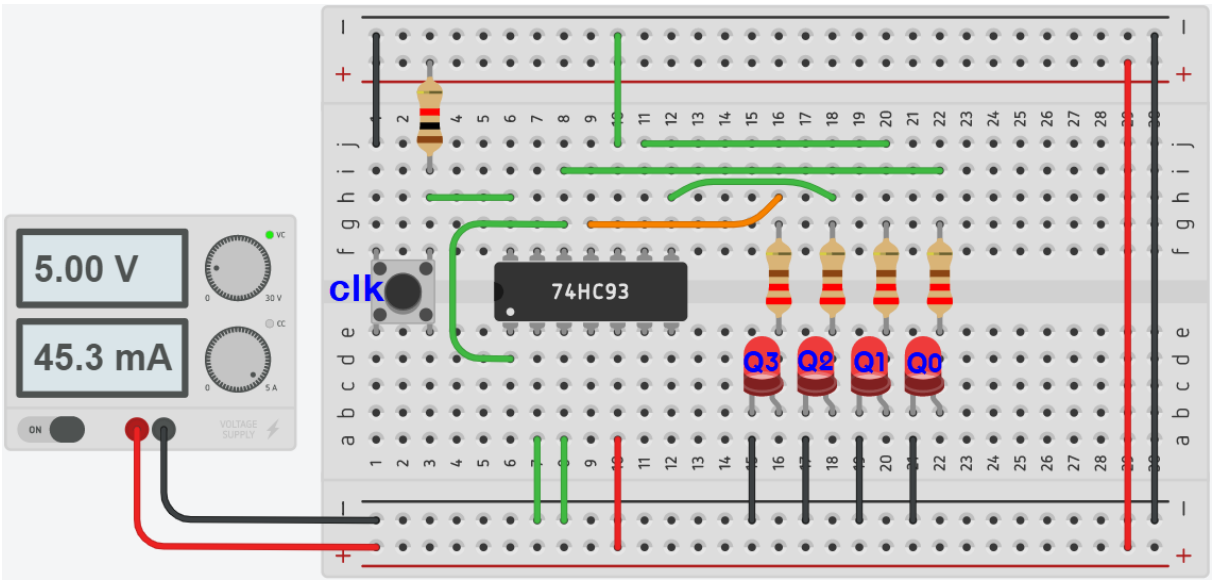
clk		D3	D2	D1	D0
قبل النبضة الأولى					
بعد إدخال نبضة					
بعد إدخال نبضتين					
بعد ٣ نبضات					
بعد ٤ نبضات					
بعد ٥ نبضات					
بعد ٦ نبضات					

التجربة الرابعة : استخدام الشريحة (74HC93) كعداد متكامل

لعلك لاحظت في التجربة الماضية كثرة الشرائح و صعوبة بناء الدائرة ،ومن الأسهل استخدام الشرائح المخصصة للعد الرقمي ، و يوجد الكثير من الشرائح لعل من أشهرها (7493). والشريحة (7493) هي دائرة متكاملة تحتوي عداد غير متزامن له أربعة مخارج . يعتبر سهل الاستخدام ويمكن استخدام المنفذين (٣ ، ٢) لعمل تصفير للعداد بوضع (high) على المنفذين معاً.



الشكل رقم (٣-١٢)



الشكل رقم (٣-١٣)

لاحظ: العداد يعمل عند الحافة النازلة وليس الصاعدة؛ لذا تم توصيل المدخل مع مقاومة رفع.

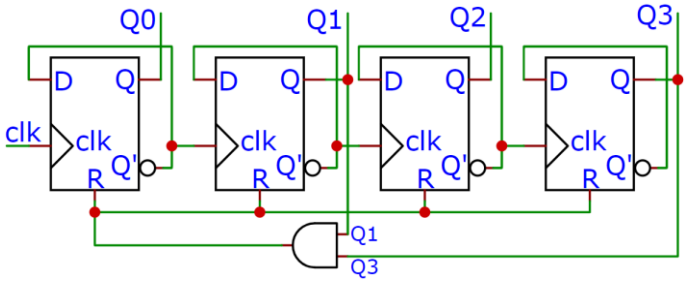
يجب توصيل المخرج (Q0) بالمدخل (CP1) حتى يستمر العد

والأطراف (NC) لا يجب توصيلها (not connected)

ضبط العداد ليعيد العد عند قيمة معينة Maximum count of a counter (n)

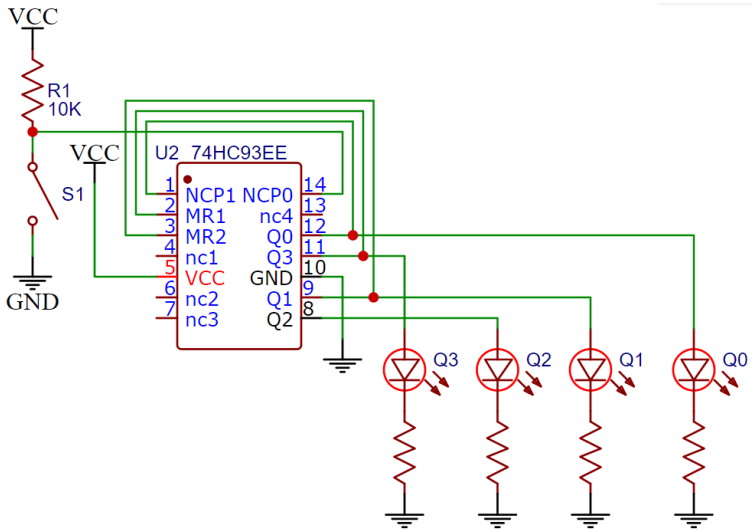
دوائر العد السابقة تعد من (0-16) بالصيغة الثنائية (Binary) ولكن ماذا لو احتجنا لعداد يعد إلى قيمة ٩ ثم يعيد العد ، ويجب إجراء تعديل على العداد ليعمل على تصفير نفسه إذا تجاوز أعلى قيمة عد مطلوبة.

مثال: إذا أردت العداد أن يعد من (0) حتى (9) يجب أن نجعل المخرج (10) يعمل على تصفير العداد حتى يعود العد من جديد. ويكون هذا عادة باستخدام بوابة (AND) كما يظهر بالرسم التالي:



الشكل رقم (٣-١٤)

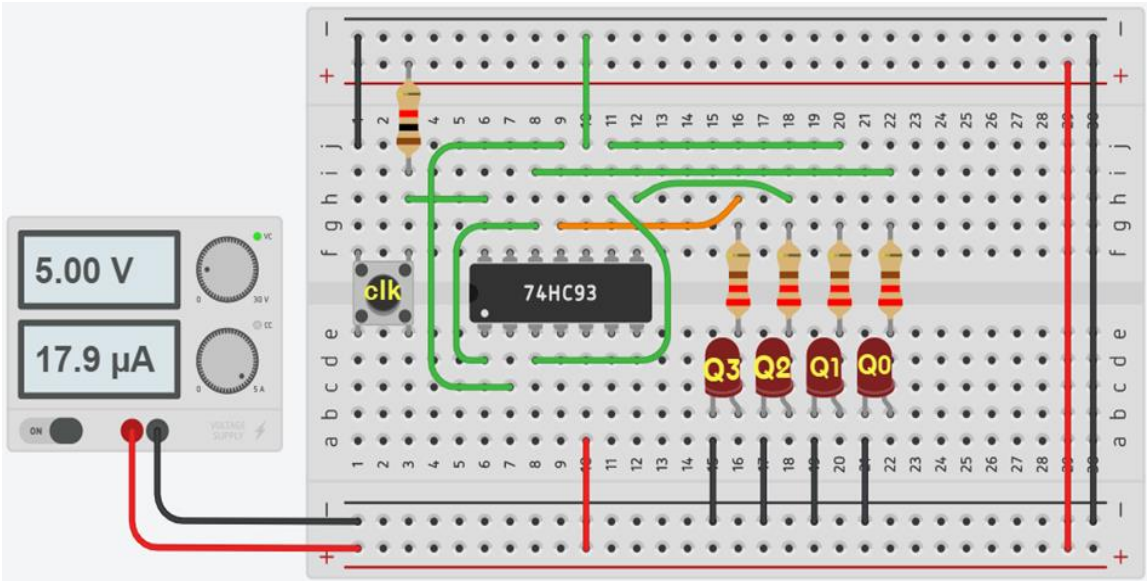
لاحظ اتصال المخرجين (Q1,Q3) ببوابة (AND) حتى يعمل العداد على التصفير عند القيمة (10).



الشكل رقم (٣-١٥)

لاحظ أن المنفذين (Q1,Q3) يتصلان بالمنافذ (MR1,MR2) ، لذا فعندما يكون المخرج يساوي ١٠ فإن المنفذين (MR1,MR2) يعملان على تصفير العداد ليبدأ العد من جديد.

التجربة الخامسة : توصيل عداد يعيد العد عند القيمة (10) بشريحة (74HC93)



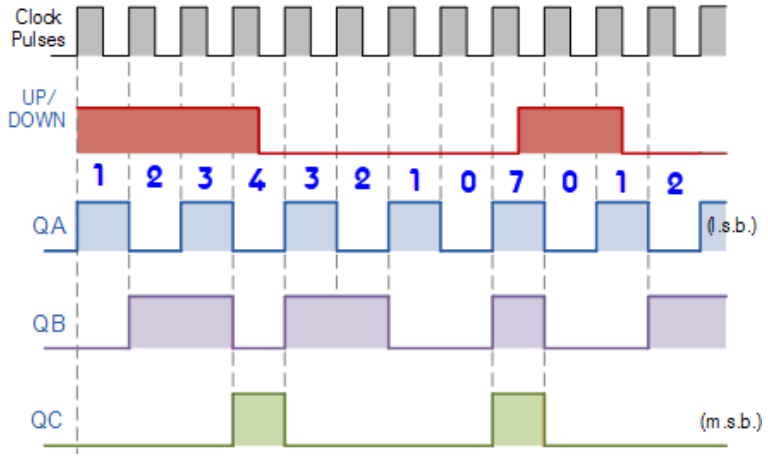
الشكل رقم (٣-١٦)

وصّل الدائرة السابقة ثم املأ الجدول التالي بترتيب الخطوات من الأعلى للأسفل

clk	Q3	Q2	Q1	Q0
قبل النبضة الأولى				
بعد تطبيق نبضة واحدة				
بعد تطبيق نبضتين				
بعد ٣ نبضات				
بعد ٤ نبضات				
بعد ٥ نبضات				
بعد ٦ نبضات				
بعد ٧ نبضات				
بعد ٨ نبضات				
بعد ٩ نبضات				
بعد ١٠ نبضات				
بعد ١١ نبضة				

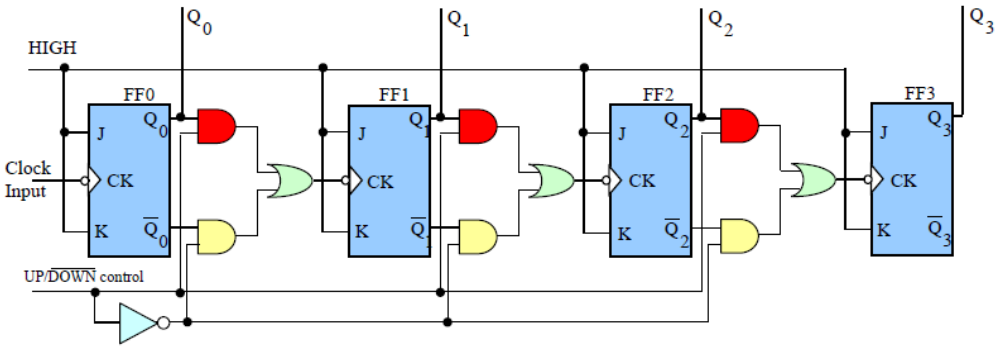
العداد التصاعدي / التنازلي up/down Counter

سبق لنا دراسة العداد التصاعدي و العداد التنازلي. ولكن في بعض التطبيقات نحتاج لعداد يمكنه العد للأعلى أحيانا و يعد للأسفل أحياناً . شاهد الشكل التالي و لاحظ أن العداد يعد تصاعدياً و تنازلياً حسب الإشارة (UP/DN)



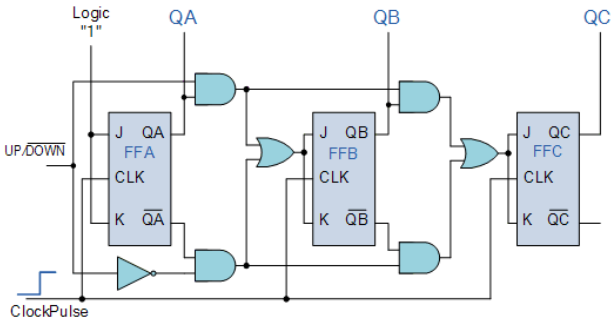
الشكل رقم (٣-١٧)

يمكنك بناء عداد تصاعدي و تنازلي غير متزامن . مثل الشكل التالي:



الشكل رقم (٣-١٨)

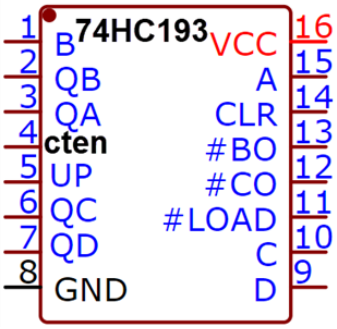
دائرة عداد تصاعدي/تنازلي متزامن مكون من (3) خانات



الشكل رقم (٣-١٩)

بناء الدائرتين السابقتين على لوحة التوصيل يحتاج لعدد (6) شرائح ، و عملية توصيلها صعبة كثيراً .

لذا يستحسن استخدام شريحة جاهزة مخصصة لعمل العداد التصاعدي/التنازلي.



الشكل رقم (٣-٢٠)

تعمل هذه الشريحة كعداد (تصاعدي/تنازلي)

المنفذ (5) يحدد طريقة العد

اذا كان (high) يعد العداد تنازلياً

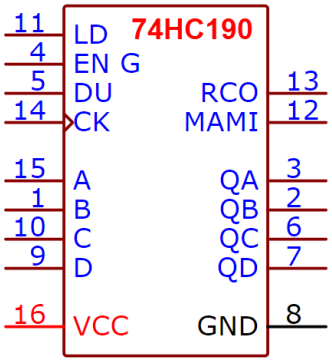
اذا كان (low) يعد العداد تصاعدي

ليعد العداد ، يجب أن يكون المنفذ

(11) على الحالة (HIGH)

و (4-cten) على الحالة (LOW)

وستستخدم المنافذ (A,B,C,D) لتحميل العداد بقيمة بدائية في حال الحاجة .



الشكل رقم (٣-٢١)

تحتوي الشريحة (74HC190) على عداد تصاعدي/تنازلي .

لتعمل الشريحة بشكل طبيعي وصّل:

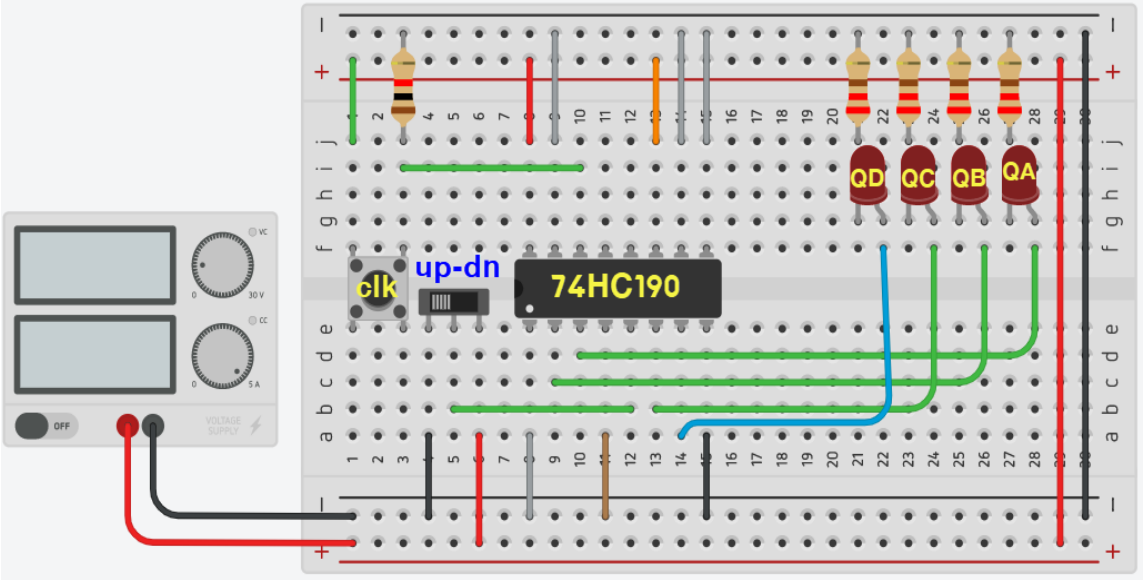
(1,9,10,15,11) إلى (GND)

(4) إلى (HIGH)

ولا يجب توصيل (12,13)

و المنفذ (5) يستخدم

التجربة السادسة : تشغيل عداد تصاعدي/تنازلي باستخدام الشريحة (74HC190)

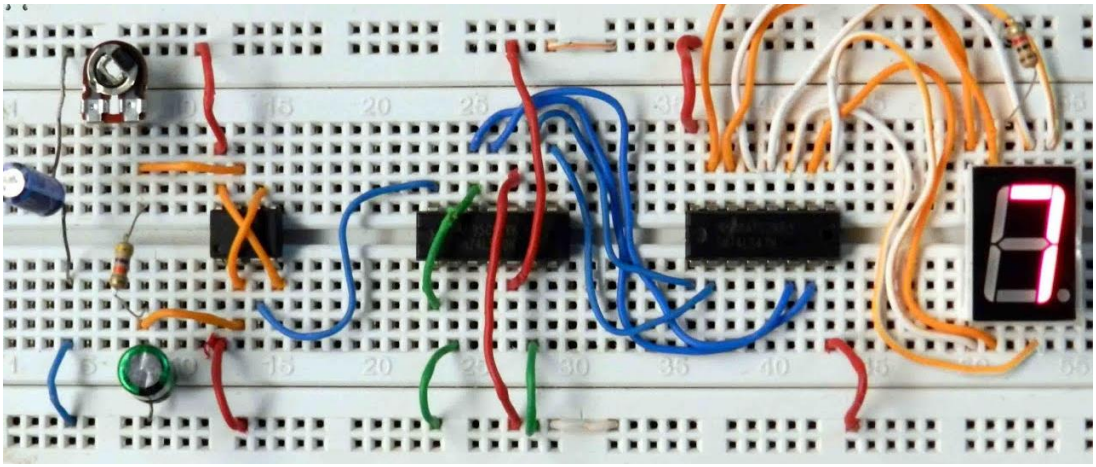


الشكل رقم (٣-٢٢)

وصّل و شغّل الدائرة السابقة ثم املأ الجدول التالي ، تتبع حالة المفتاح (up-dn) لأننا سنعد بعض العدات للأعلى و بعض العدات للأسفل.

Up-down	clk		Q3	Q2	Q1	Q0
0	قبل النبضة الأولى					
0	بعد تطبيق نبضة واحدة					
0	بعد تطبيق نبضتين					
0	بعد ٣ نبضات					
0	بعد ٤ نبضات					
0	بعد ٥ نبضات					
0	بعد ٦ نبضات					
0	بعد ٧ نبضات					
1	بعد ٨ نبضات					
1	بعد ٩ نبضات					
1	بعد ١٠ نبضات					
1	بعد ١١ نبضة					

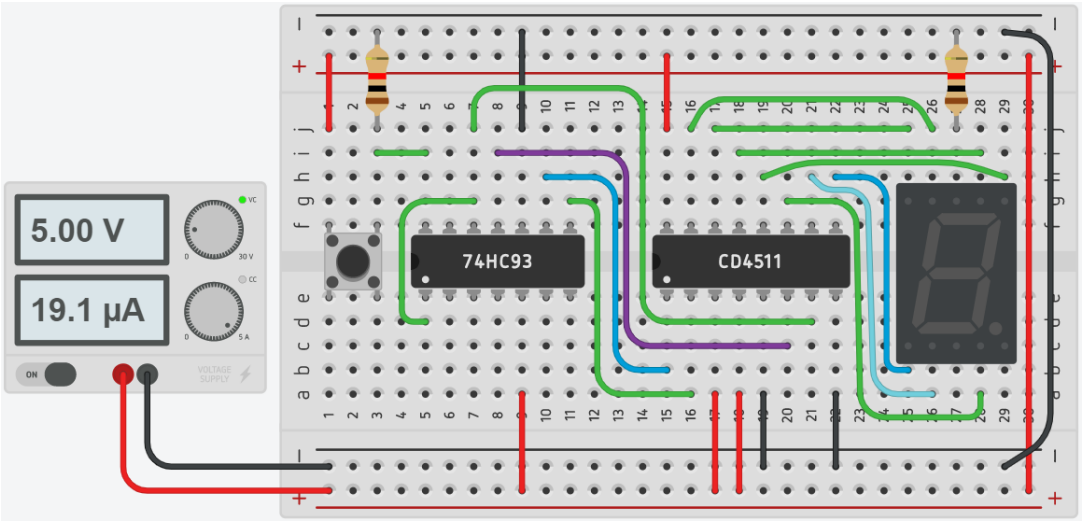
عرض العد على شاشة الأجزاء السبعة (seven segment)



الشكل رقم (٣-٢٣)

في جميع الدوائر الماضية كنا نكتفي بعرض الرقم بشكل ثنائي على أضواء متفرقة (LEDs) و لكن في التطبيقات الواقعية نحتاج كثيرا لعرض الرقم بشكل مفهوم للبشر باستخدام شاشة الأجزاء السبعة (7seg) و لكن قبل توصيل قيمة العد من العداد إلى شاشة (7seg) يجب عمل تحويل من صيغة العد الثنائي إلى صيغة مناسبة للشاشة و يكون ذلك باستخدم شريحة خاصة تسمى : مشفر الإشارات السبعة (seven segment decoder) و أحد أشهر هذه الشرائح هي الشريحة (CD4511)

التجربة السابعة : عرض قيمة العد على شاشة الأجزاء السبعة عبر شريحة المشفر



الشكل رقم (٣-٢٤)

ملاحظة: الشريحة (CD4511) مصممة للعمل مع شاشة (7seg) من نوع الكاثود المشترك فقط.

وصّل الدائرة السابقة و قم بالضغط على زر المدخل (clk) و املأ الجدول التالي :

النبضات	مايظهر على شاشة الأجزاء السبعة
قبل تطبيق أي نبضة	
نبضة واحدة	
نبضتين	
٣ نبضات	
٤ نبضات	
٥ نبضات	
٦ نبضات	

تمارين الوحدة

١- تنقسم العدادت من ناحية اتجاه العد إلى ثلاثة أنواع ، اذكرها.

٢- ماهي ميزة العداد المتزامن مقارنة بالعداد غير المتزامن؟

٣- ارسم التركيب الداخلي لعداد غير متزامن باستخدام قلابات من نوع (D)

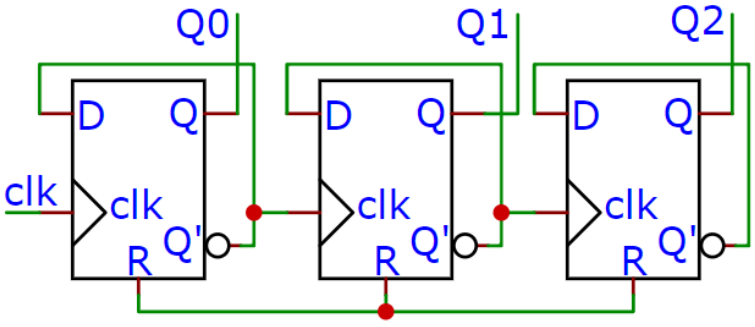
٤- اذكر ثلاثة أمثلة على أجهزة تحتوي على عدادات رقمية.

٥- يمكن التحويل من الصيغة الثنائية إلى صيغة الإشارات السبعة (7seg) باستخدام شريحة ، اذكر اسمها و رقمها.

٦-عداد تصاعدي يظهر العدد (1001) وضح كيف سيتغير العد بعد الثلاث النبضات التالية

clk		D3	D2	D1	D0
قبل النبضة الأولى		1	0	0	1
بعد إدخال نبضة					
بعد إدخال نبضتين					
بعد ٣ نبضات					

٧-ضف البوابات اللازمة و وصلها لجعل العداد يعد إلى (5) ثم يعيد العد آلياً.



نموذج تقييم المتدرب لمستوى أدائه

يعبأ من قبل المتدرب نفسه وذلك بعد الانتهاء من تمارين الوحدة

بعد الانتهاء من التدرب على الوحدة الثالثة : دوائر العدادات ؛ قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي بعد كل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

م	العناصر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
		غير قابل للتطبيق	لا	جزئيا	كليا
١	بناء و تشغيل عداد غير متزامن باستخدام قلابات (D)				
٢	بناء و تشغيل عداد متزامن باستخدام قلابات (JK)				
٣	بناء وتشغيل دائرة عداد باستخدام شريحة (74HC93)				
٤	بناء عداد تنازلي بقلاب (D)				
٥	بناء عداد تصاعدي و تنازلي باستخدام الشريحة (74190)				
٦	بناء عداد يعمل على تصفير نفسه ذاتيا				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئيا" فيجب إعادة التدرب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

نموذج تقييم المدرب لمستوى أداء المتدرب يعبأ من قبل المدرب وذلك بعد الانتهاء من تمارين الوحدة	
اسم المتدرب :	التاريخ: .....
رقم المتدرب :	المحاولة : ١ ٢ ٣ ٤ العلامة : ....

كل بند أو مفردة يقيم بـ ١٠ نقاط

الحد الأدنى: ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط. الحد الأعلى: ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط.

م	بنود التقييم	النقاط (حسب رقم المحاولات)			
		١	٢	٣	٤
١	يبني ويشغل عداد غير متزامن باستخدام قلابات (D)				
٢	يبني ويشغل عداد متزامن باستخدام قلابات (JK)				
٣	يبني ويشغل دائرة عداد باستخدام شريحة (74HC93)				
٤	يبني عداد تنازلي بقلاب (D)				
٥	يبني عداد تصاعدي وتنازلي باستخدام الشريحة (74190)				
٦	يبني عداد يعمل على تصفير نفسه ذاتياً				
	المجموع				

ملحوظات:

.....

توقيع المدرب: .....

الوحدة الرابعة

مسجلات الإزاحة

الوحدة الرابعة

مسجلات الإزاحة

الهدف العام للوحدة:

تهدف هذه الوحدة إلى تصميم دوائر مسجلات الإزاحة وتنفيذها واستنتاج جدول الصواب.

الأهداف التفصيلية:

من المتوقع في نهاية هذه الوحدة التدريبية أن يكون المتدرب قادراً وبكفاءة على أن:

١- يذكر أهمية مسجلات الإزاحة وأنواعها

٢- يقارن بين أنواع مسجلات الإزاحة من حيث الاستخدام والتصميم

٣- يصمم مسجلات الإزاحة (PIPO),(PISO),(SIPO),(SISO)

٤- يستنتج جدول الصواب والمخطط الزمني لكل مسجل

الوقت المتوقع للتدريب على هذه الوحدة: ٣ ساعات نظرية و ١٠ ساعات عملية

الوسائل المساعدة:

١- مختبر الإلكترونيات الرقمية (الأجهزة، العناصر الإلكترونية، الشرائح)

٢- سبورة

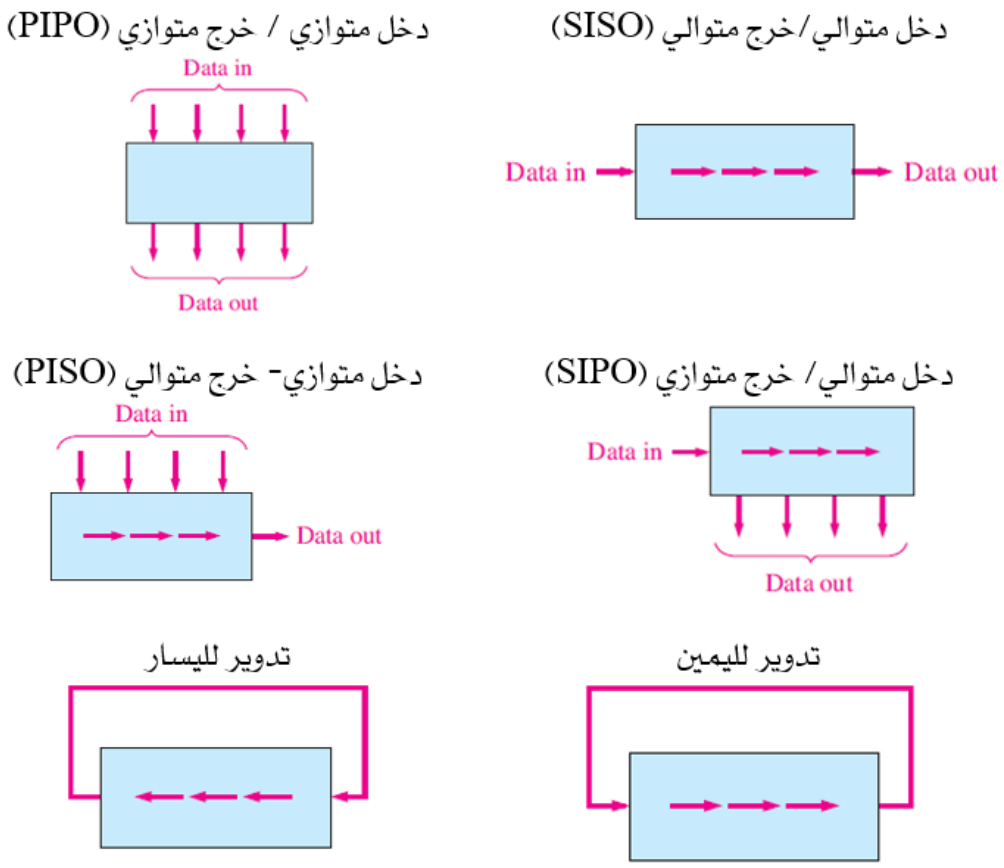
٣- جهاز عرض البيانات

مسجلات الإزاحة Shift registers

الشكل رقم (٤-١)

مسجلات الإزاحة هي دوائر رقمية هامة يمكنها استقبال إشارة رقمية بشكل متوالي أو متوازي، ثم تعمل على إظهار البيانات بشكل متوالي أو متوازي بشكل متزامن بدقة.

تستخدم مسجلات الإزاحة في تنظيم البيانات الرقمية قبل إرسالها وعند استقبالها في أنظمة الاتصالات، كما تستخدم بكثرة في شاشات الإضاءات البسيطة ليتم عرض إضاءات كثيرة بمتحكم صغير. انظر إلى الأشكال التالية لتعرف أنواع مسجلات الإزاحة:



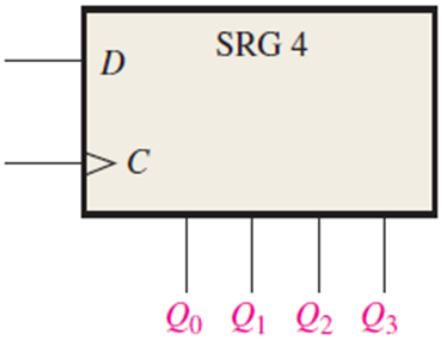
الشكل رقم (٤-٢)

أولا : مسجلات الإزاحة ذات المدخل المتوالي و المخرج المتوازي (Serial in / parallel out)

ويتم اختصار اسم هذه المسجلات بعبارة (SIPO)

قد يكون هذا النوع من مسجلات الإزاحة هو الأكثر استخداماً. هذه الدوائر هامة في مجال عرض المعلومات على شاشة (مصفوفة مبينات ضوئية) فعدد المنافذ الخارجة من المتحكم (مثلا الأردوينو) لا تكفي لتشغيل مصفوفة تحتوي على ٦٠٠ مبين ضوئي (LED) فمسجلات الإزاحة من هذا النوع هامة في مثل هذا التطبيق، كما تستخدم أيضاً في دوائر الاتصالات عند استقبال البيانات بصيغة تسلسلية وتحويلها إلى الصيغة المتوازية المعتادة.

الرمز الصندوقي لمسجل إزاحة

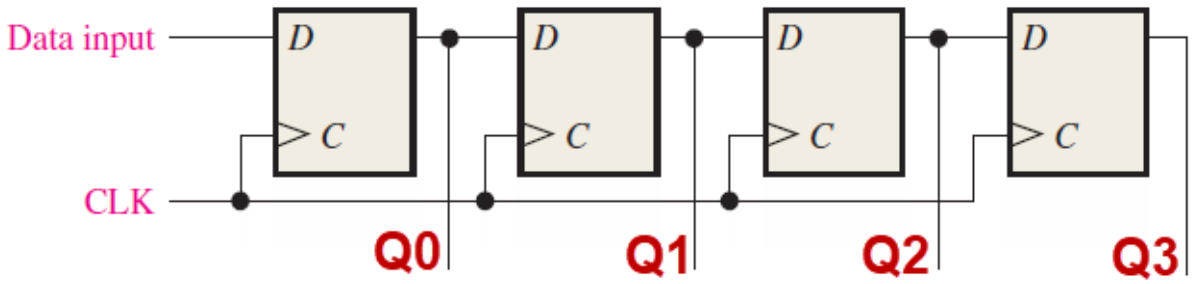


الشكل رقم (٤-٣)

المدخل (D) تدخل معه البيانات بشكل تسلسلي

نبضات (clk) تعمل على إدخال المدخل خانة واحدة عند كل نبضة

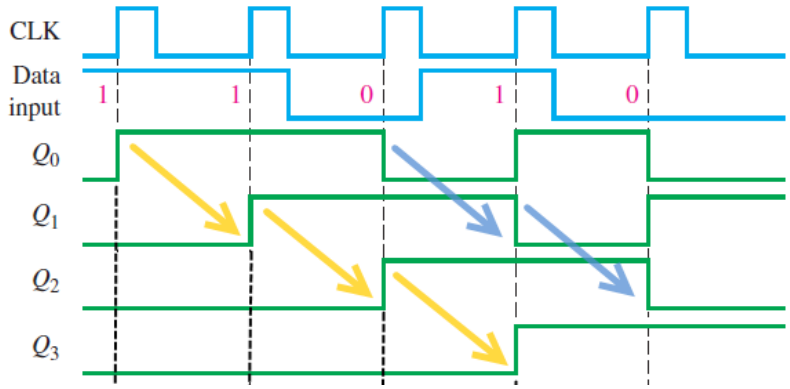
بعد عدد من النبضات ستظهر البيانات بشكل متوازي على المخارج (Q0,Q1,Q2,Q3)



الشكل رقم (٤-٤)

مخطط زمني يبين طريقة عمل مسجل الإزاحة (Serial in / parallel out)

المدخل المتوالي في المثال هـو : 11010
Serial input : 11010



الشكل رقم (٤-٥)

لاحظ طريقة عمل مسجل الإزاحة من الشكل؛ حيث تتم إزاحة المدخل مع كل نبضة ساعة فتنتقل حالة المدخل إلى Q0 ، و حالة Q0 إلى Q1 ، و حالة Q1 إلى Q2 و هكذا .

قائمة تجارب الوحدة الرابعة

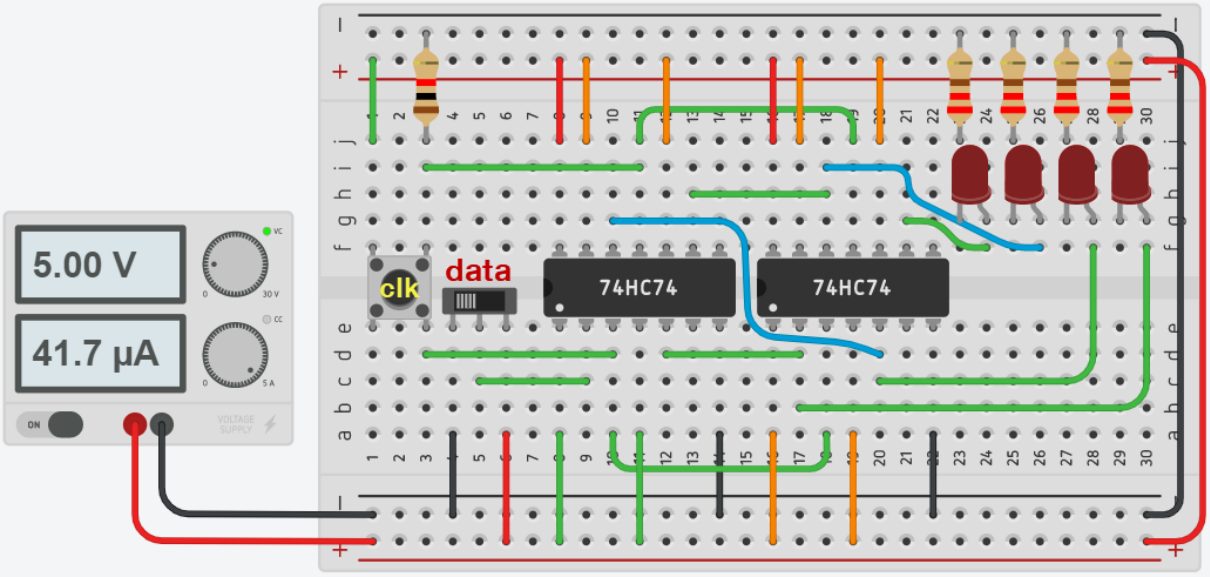
التجربة الأولى: بناء مسجل إزاحة (SIPO) باستخدام قلابات (D)

التجربة الثانية: بناء مسجل إزاحة (SIPO) باستخدام الشريحة (74HC595)

التجربة الثالثة: بناء مسجل إزاحة (SISO) مكون من ٤ قلابات (D)

التجربة الرابعة: بناء مسجل إزاحة (PIPO) مكون من ٤ قلابات (D)

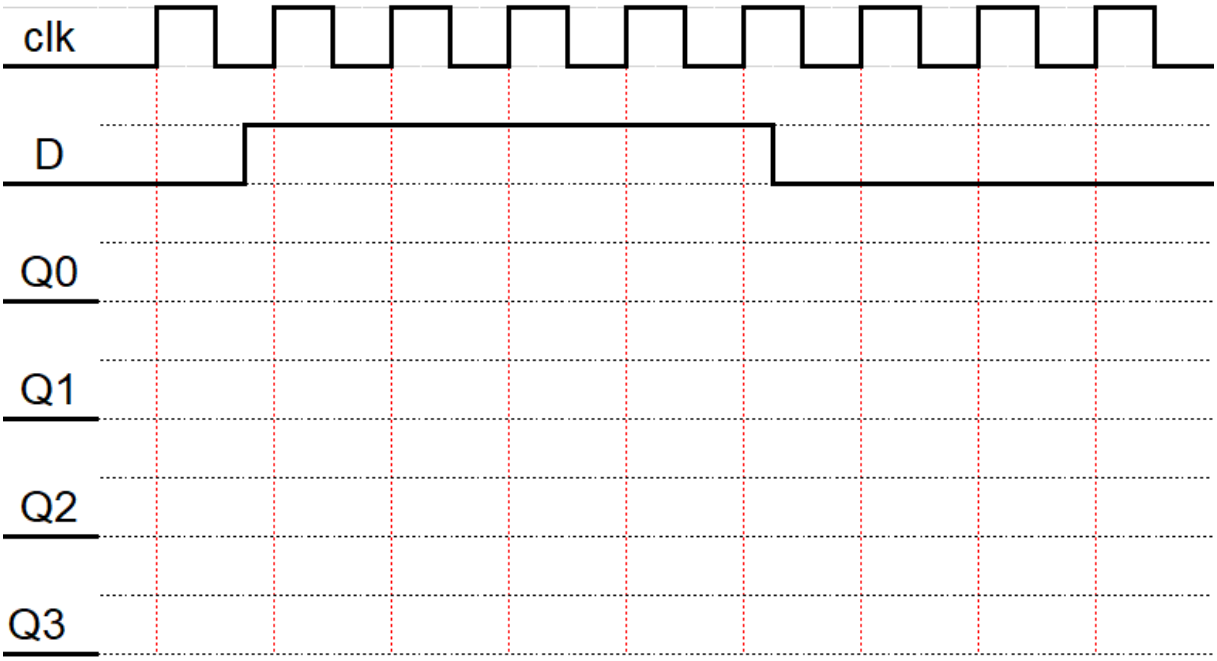
التجربة الأولى: بناء دائرة مسجل إزاحة (SIPO) باستخدام قلابات (D)



الشكل رقم (٤-٦)

وصّل الدائرة بالأعلى ثم أكمل المخطط الزمني :

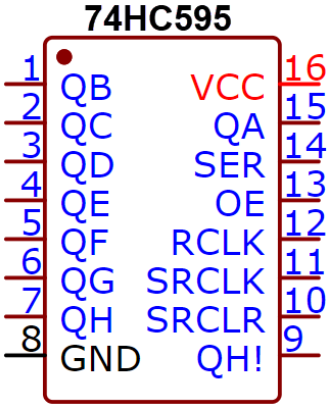
قم بضبط الدخل (data) على الحالة المطلوبة (0 or 1) ثم اضغط زر (clk) لتطبيق نبضة



الشكل رقم (٤-٧)

لعلك لاحظت في الدائرة السابقة أننا احتجنا شريحتين من قلابات (D) لبناء مسجل إزاحة مخرجه ٤ خانات . سيكون من الصعب كثيرا بناء مسجل إزاحة له ٨ مخارج ، لذا تستخدم شرائح مخصصة تحتوي على مسجلات إزاحة متكاملة .

من أشهر الشرائح المستخدمة لعمل مسجل الإزاحة ذو المدخل المتوالي والمخرج المتوازي (SIPO) الشريحتين: (74HC595) و الشريحة (74HC164)



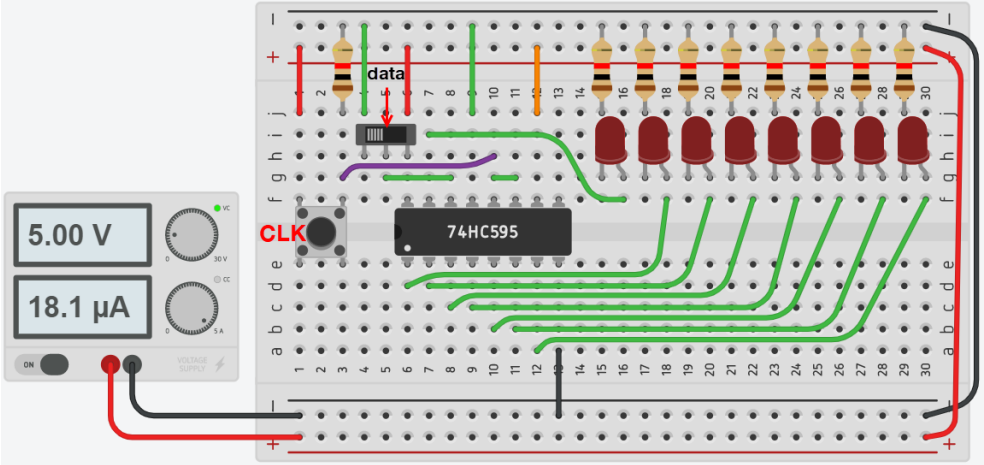
الشكل رقم (٤-٨)

وتتميز الشريحة (74HC595) بأنها تحتوي على مسجل إزاحة (ذو مدخل متوالي و مخرج متوازي) من ٨ مراحل

لتعمل الشريحة وصل (OE) للأرضي (GND)

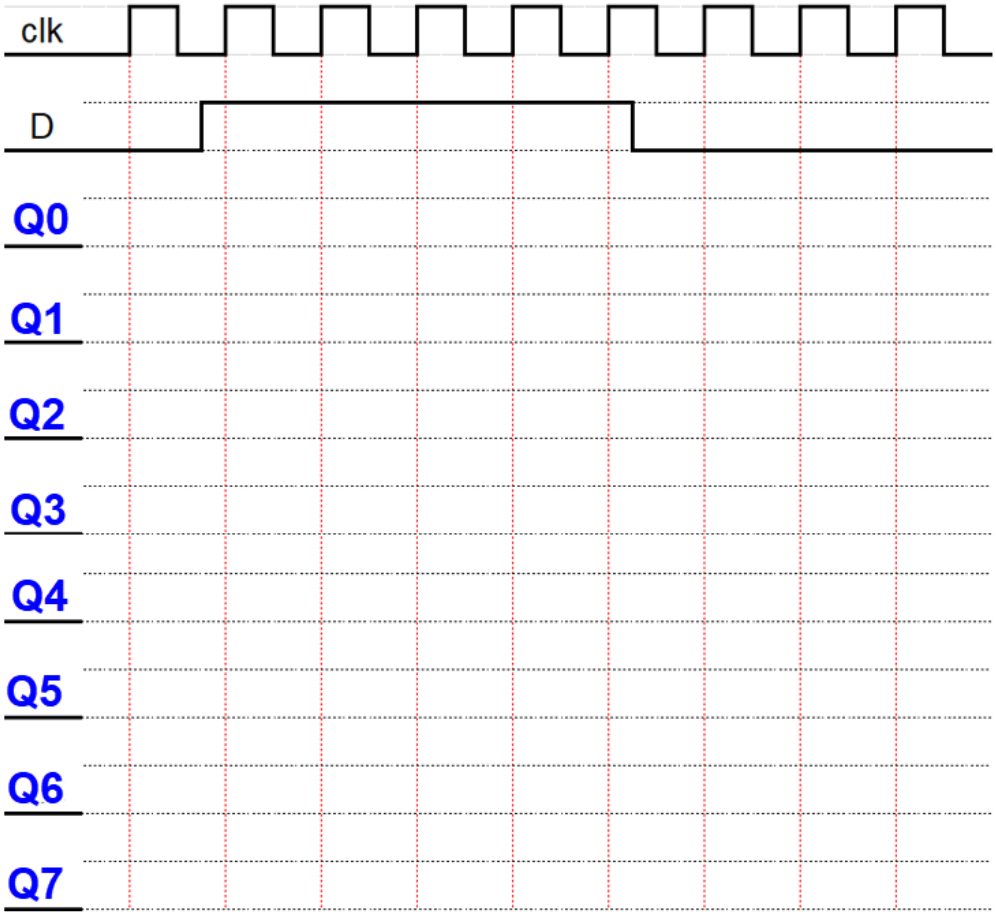
و المنفذ (SRclr) للموجب (5v)

التجربة الثانية: بناء مسجل إزاحة (SIPO) باستخدام الشريحة (74HC595)



الشكل رقم (٤-٩)

وصّل الدائرة السابقة ثم أكمل المخطط الزمني



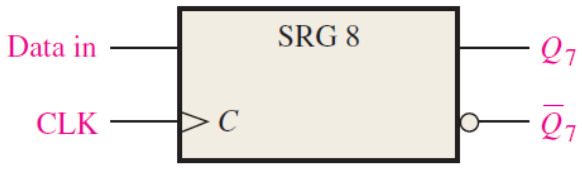
الشكل رقم (٤-١٠)

ثانياً : مسجل الإزاحة ذو المدخل المتوالي و المخرج المتوالي

Serial in / Serial out shift register

ويتم اختصار اسم هذا المسجل بعبارة (SISO)

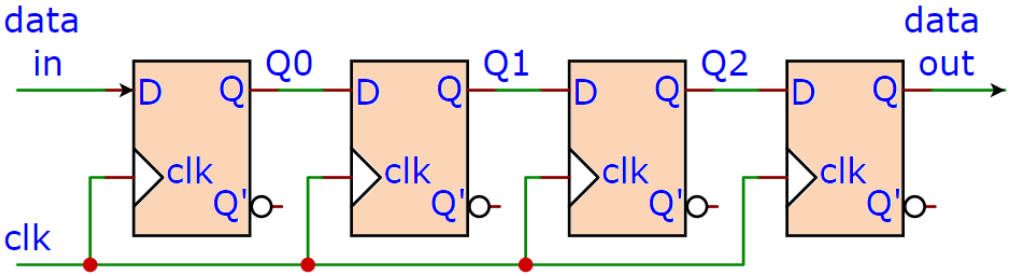
من المهم جداً في الدوائر الرقمية ضبط تزامن تدفق البيانات. ويجب أحياناً عمل تأخير للبيانات بحيث تصل البيانات متأخرة عن الأصل لعدد محدد من النبضات (مثلا ٤ نبضات).



الشكل رقم (٤-١١)

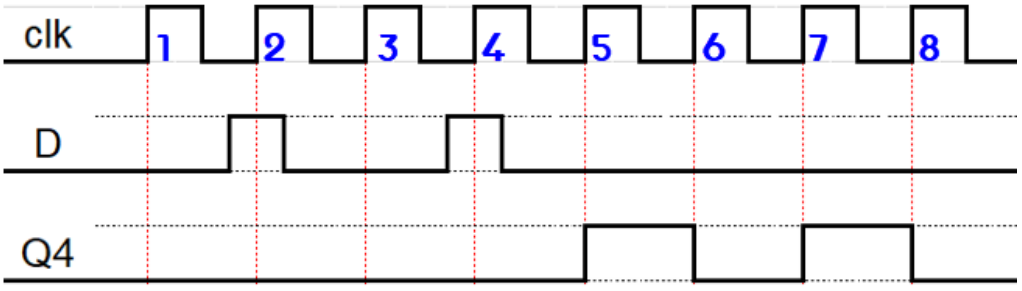
الرمز الصندوقي لمسجل إزاحة ذو مدخل متوال ومخرج متوال.

لاحظ أن رقم المخرج (Q7) يدل على عدد نبضات التأخير بين المدخل والمخرج



الشكل رقم (٤-١٢)

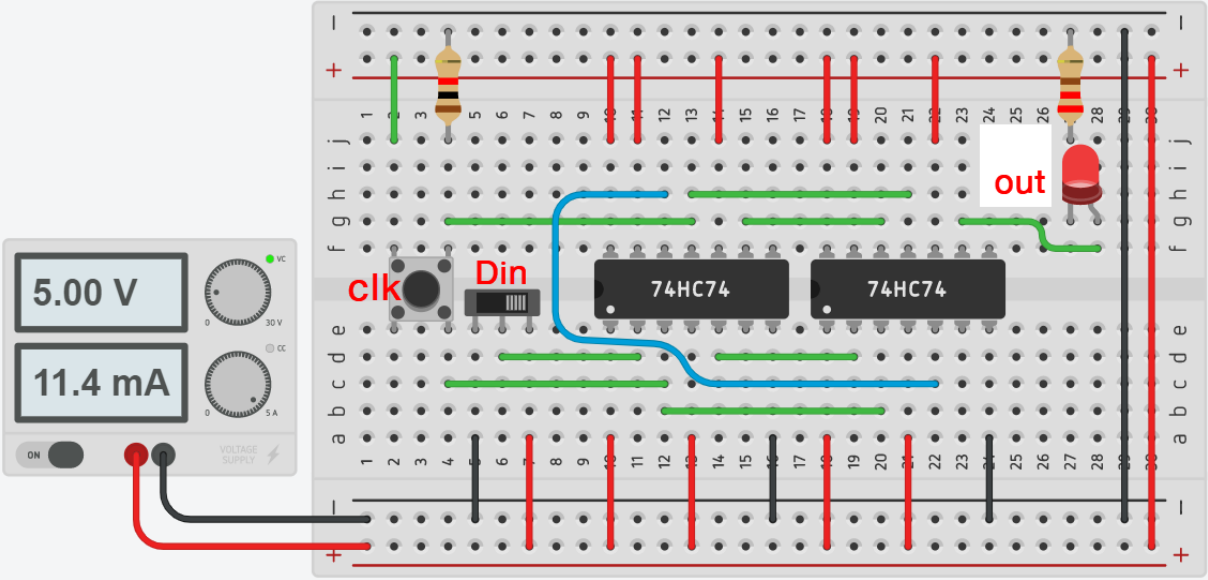
ويتم تصميم مسجل الإزاحة بعدد محدد من المراحل (عدد القلابات) فكل مرحلة تعمل على تأخير المدخل لنبضة واحدة . الشكل التالي يبين طريقة عمل المسجل المكون من ٥ مراحل.



الشكل رقم (٤-١٣)

لاحظ أن المدخل قد تم تأخيره لـ ٤ نبضات ، و أن التغير لا يحدث إلا بعد الحافة الصاعدة لنبضات الساعة فقط.

التجربة الثالثة: بناء مسجل إزاحة (SISO) مكون من ٤ قلابات (D)



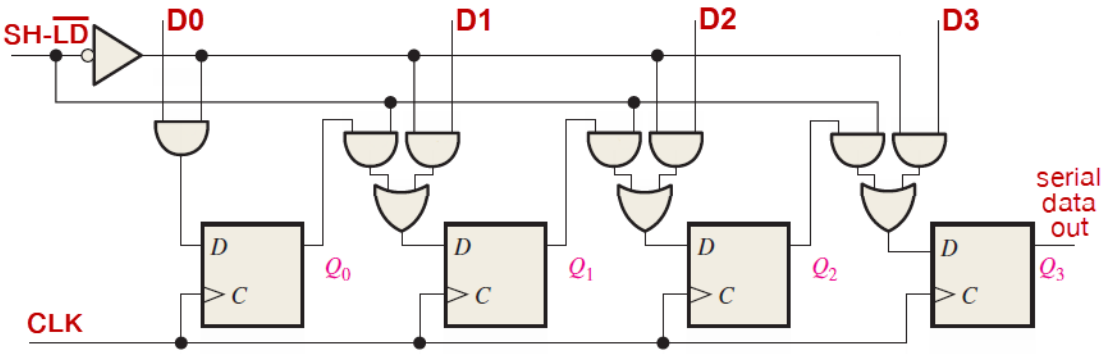
الشكل رقم (٤-١٤)

وصّل الدائرة السابقة ثم املأ الجدول التالي بالترتيب من الأعلى:

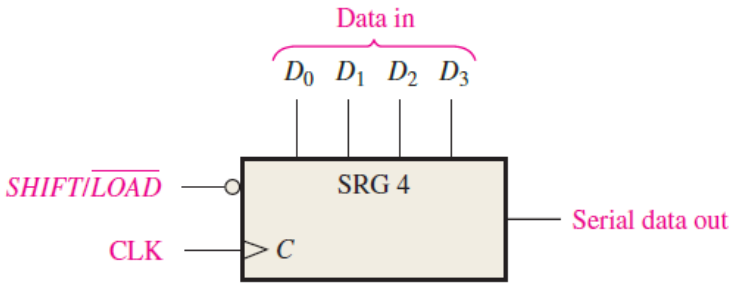
clk	Data in		Data out
قبل النبضة الأولى	1		
بعد النبضة الأولى	1		
بعد نبضتين	0		
بعد ٣ نبضات	0		
بعد ٤ نبضات	0		
بعد ٥ نبضات	0		
بعد ٦ نبضات	1		
بعد ٧ نبضات	1		
بعد ٨ نبضات	0		
بعد ٩ نبضات	0		
بعد ١٠ نبضات	0		

ثالثاً : مسجل الإزاحة ذو المدخل المتوازي و المخرج المتوالي Parallel in / Serial out shift register

ويتم اختصار اسم هذا القلاب بالعبارة (PISO)



الشكل رقم (٤-١٥)



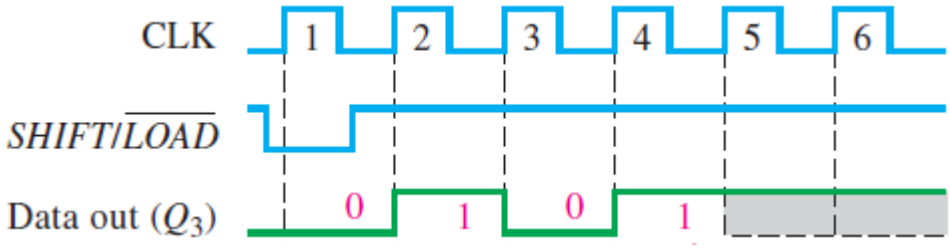
الشكل رقم (٤-١٦)

مسجل الإزاحة ذو المدخل المتوازي والمخرج المتوالي (PISO) يستخدم عادةً في دوائر الاتصال عند مرحلة الإرسال

مثال : في حالة وجود مدخل (متوازي) بهذا الشكل

D3	D2	D1	D0
0	1	0	1

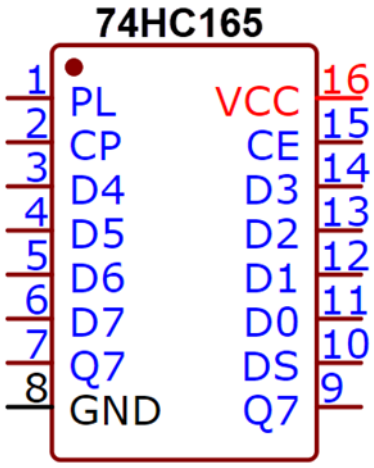
سيكون شكل المخرج مثل الشكل التالي:



الشكل رقم (٤-١٧)

لاحظ أن البيانات قد تم تحويلها من الشكل المتوازي إلى الشكل المتوالي.

ولاحظ أن الخانة الأكثر أهمية (MSB) قد تم إرسالها أولا.



الشكل رقم (٤-١٨)

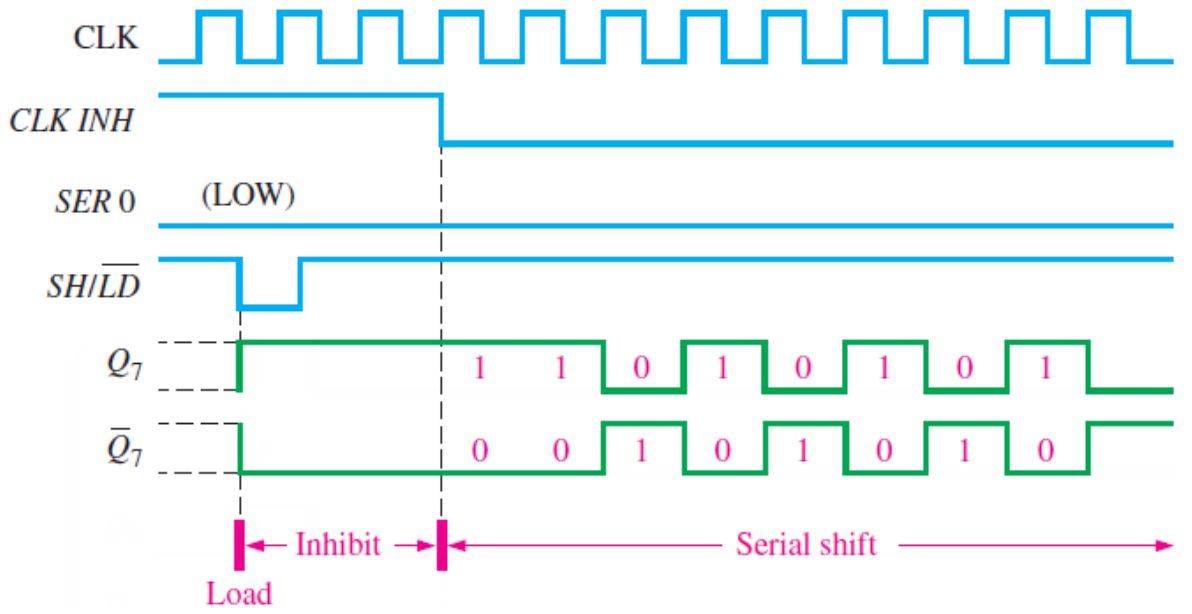
بناء الدائرة السابقة باستخدام شرائح البوابات سيكون معقد للغاية، لأنه يحتاج عدد ست شرائح. ويمكن استخدام شريحة مخصصة لعمل مسجل إزاحة PISO(مدخله توازي، ومخرجه توالي)

من أشهر الشرائح الخاصة بهذا العمل (74HC165)

طريقة عمل الشريحة تتضح بهذا الرسم :

اذا كان المدخل:

D7	D6	D5	D4	D3		D2	D1	D0
1	1	0	1	0		1	0	1



الشكل رقم (٤-١٩)

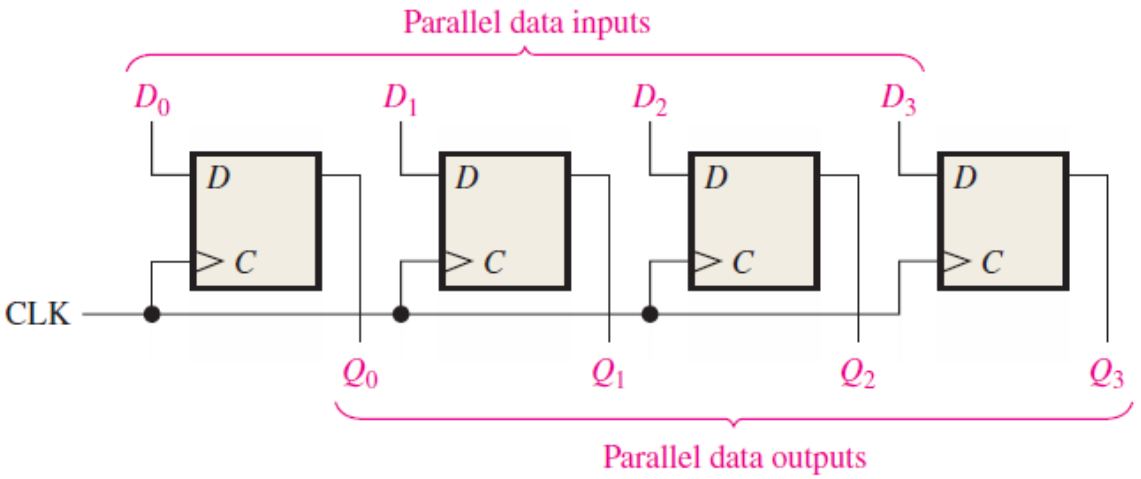
لاحظ أن المنفذ (SH/LD) يستخدم لتخزين البيانات المتوازية

و لاحظ أن المنفذ (clk inh) يستخدم لبدء ارسال البيانات بشكل تسلسلي.

رابعاً : مسجل الإزاحة ذو المدخل المتوازي و المخرج المتوازي Parallel in / parallel out shift register

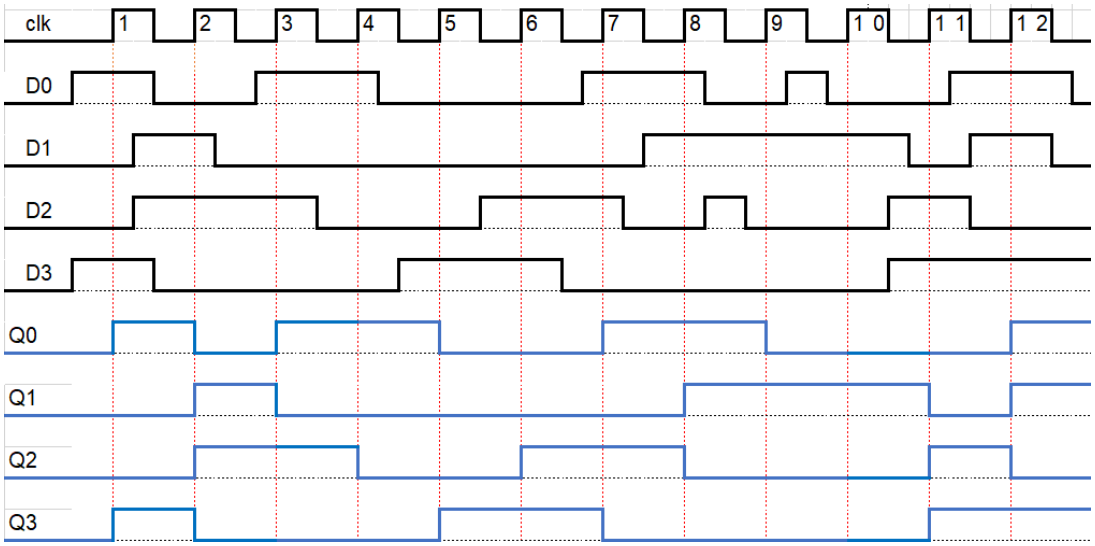
ويتم اختصار اسم هذا المسجل بالعبارة (PIPO)

مسجل الإزاحة من هذا النوع يؤخر المدخل حتى لحظة الحافة (من نبضات الساعة) ثم يتحول المخرج إلى نفس المدخل. ويحتفظ بحالة المخرج حتى لحظة الحافة التالية من نبضات الساعة.



الشكل رقم (٤-٢٠)

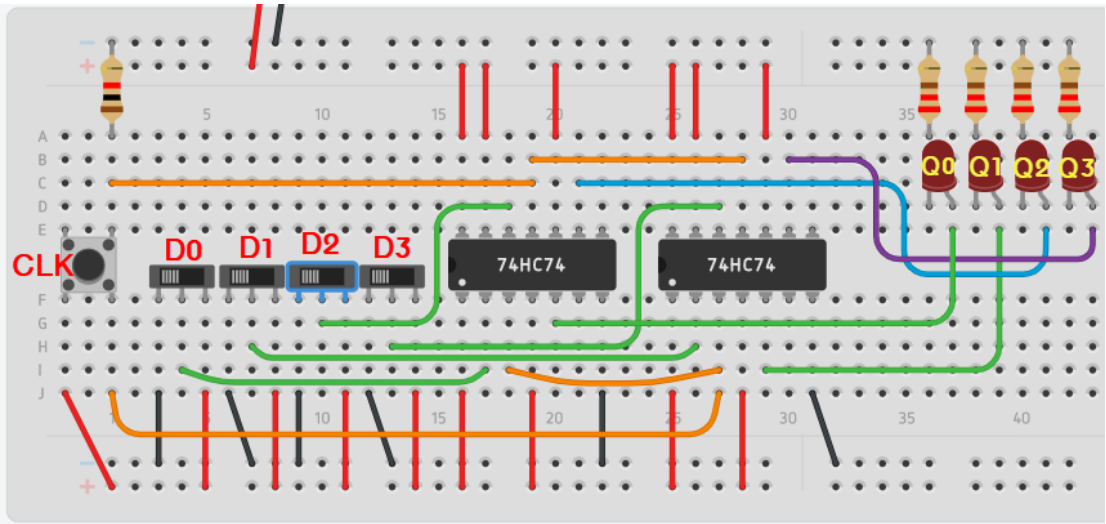
المخطط الزمني لعمل مسجل الإزاحة (مدخل متوازي/مخرج متوازي)



الشكل رقم (٤-٢١)

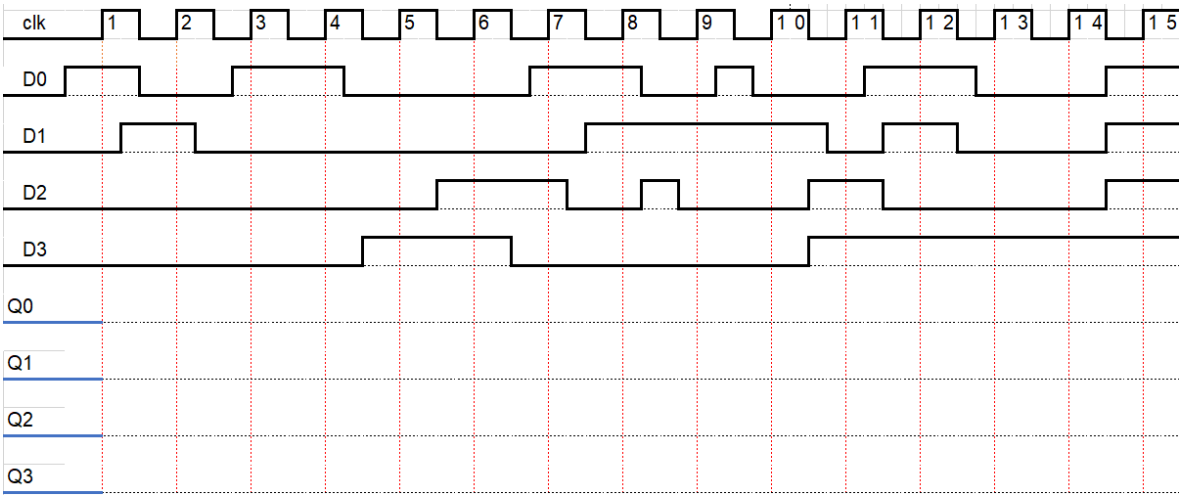
لاحظ أن المداخل هنا (D0,D1,D2,D3) تم وضعها بشكل عشوائي لتلاحظ كيف يتتبع كل مخرج المدخل الخاص به عند لحظة الحافة الصاعدة.

التجربة الرابعة : بناء مسجل إزاحة (PIPO) مكون من ٤ قلابات (D)



الشكل رقم (٤-٢٢)

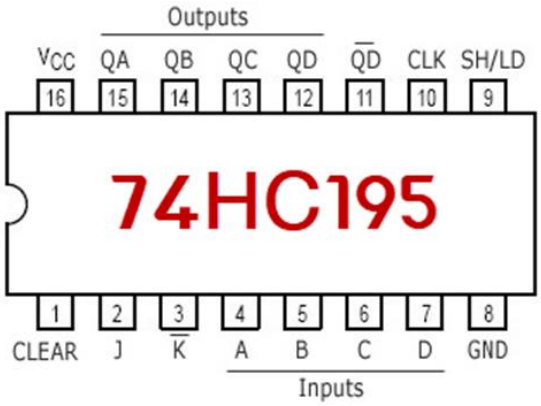
وصّل الدائرة السابقة ثم أكمل المخطط الزمني التالي :



الشكل رقم (٤-٢٣)

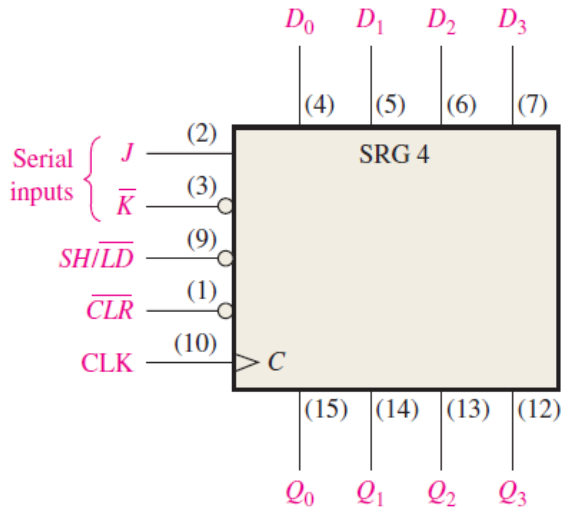
أحد الشرائح المعروفة التي تحتوي على مسجل إزاحة ذو مدخل متوازي و مخرج متوازي هي الشريحة (74HC195) مع ملاحظة أن تشغيل هذه الشريحة أعقد من غيرها، فهي تستخدم منافذ تسلسلية إضافية و لن يتسع المجال لشرحها في هذه الحقيبة .

ترتيب المنافذ



الشكل رقم (٤-٢٤)

الرمز الصندوقي



الشكل رقم (٤-٢٥)

تمارين الوحدة

١-اذكر تطبيقين من الحياة يستخدم فيهما دوائر مسجلات الإزاحة.

٢- يوجد ستة أنواع مختلفة من مسجلات الإزاحة، اذكرها.

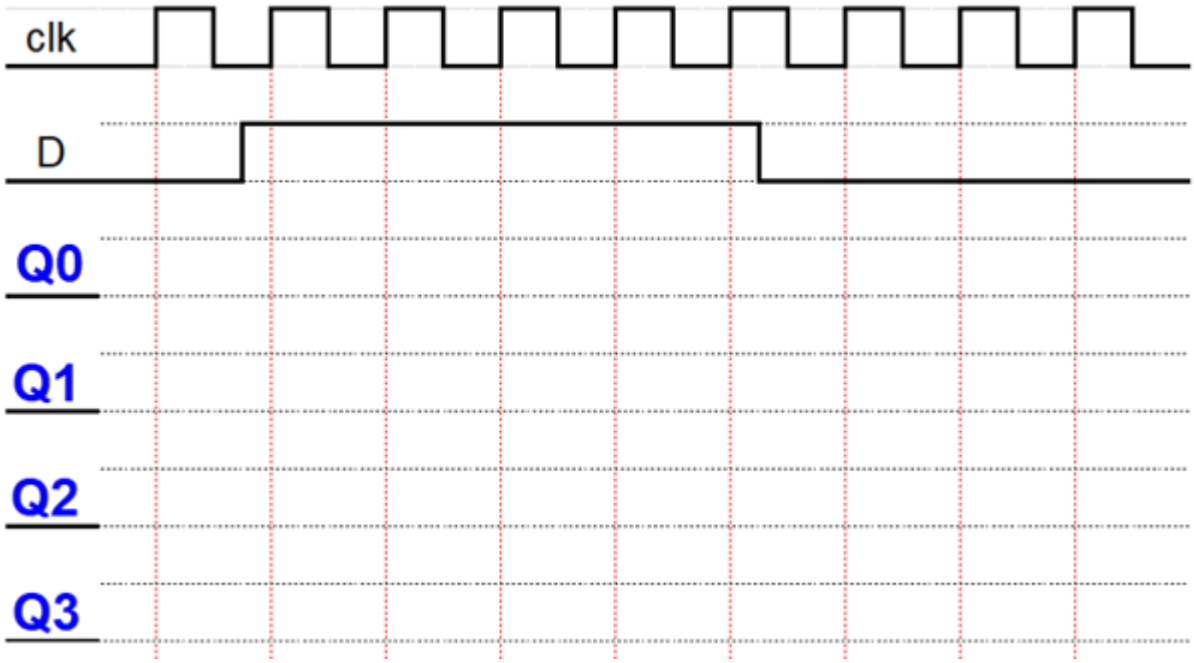
٣- ارسم الرمز الصندوقي لمسجل إزاحة ذو مدخل متوالي و مخرج متوازي.

٤- ارسم التكوين الداخلي لمسجل إزاحة ذو مدخل متوالي ومخرج متوازي مكون من ٤ قلابات(D)

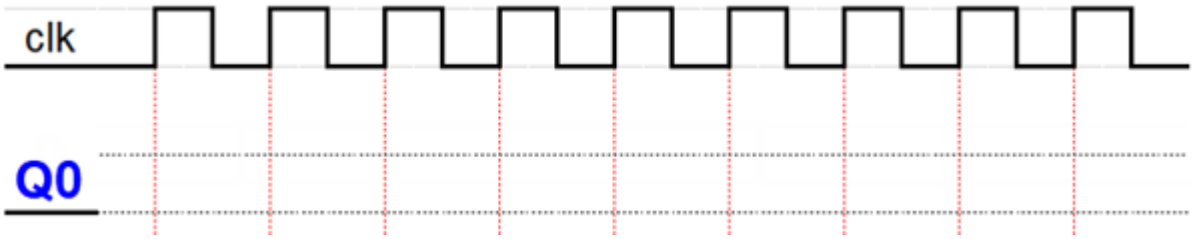
٥- ارسم الرمز الصندوقي لمسجل إزاحة ذو مدخل متوازي و مخرج متوازي .

٦- ارسم التكوين الداخلي لمسجل إزاحة ذو مدخل متوالي و مخرج متوالي مكون من ٤ قلابات(D)

٧-مسجل إزاحة ذو مدخل متوالي و مخرج متوازي مكون من ٤ خانات، إذا كان المدخل كما يظهر بالشكل ، ارسم كيف سيكون شكل المخارج في المخطط الزمني:



٨-دائرة مسجل إزاحة ذو مدخل متوازي و مخرج متوالي، إذا كان المدخل هو (01011011)
ارسم شكل المخرج المتوقع في المخطط الزمني



نموذج تقييم المتدرب لمستوى أدائه يعبأ من قبل المتدرب نفسه وذلك بعد الانتهاء من تمارين الوحدة					
بعد الانتهاء من التدرب على الوحدة الرابعة : دوائر مسجلات الإزاحة ؛ قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي بعد كل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.					
م	العناصر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
		غير قابل للتطبيق	لا	جزئيا	كليا
١	بناء دائرة مسجل إزاحة (مدخل متوالي/ مخرج متوازي)				
٢	بناء دائرة مسجل إزاحة (مدخل متوالي/مخرج متوالي)				
٣	بناء دائرة مسجل إزاحة (مدخل متوازي / مخرج متوالي)				
٤	بناء دائرة مسجل إزاحة (مدخل متوازي / مخرج متوازي)				
يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئيا" فيجب إعادة التدرب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.					

نموذج تقييم المدرب لمستوى أداء المتدرب يعبأ من قبل المدرب وذلك بعد الانتهاء من تمارين الوحدة	
اسم المتدرب :	التاريخ: .....
رقم المتدرب :	المحاولة : ١ ٢ ٣ ٤ العلامة : ....

كل بند أو مفردة يقيم بـ ١٠ نقاط

الحد الأدنى: ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط. الحد الأعلى: ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط.

م	بنود التقييم	النقاط (حسب رقم المحاولات)			
		١	٢	٣	٤
١	يبني دائرة مسجل إزاحة (مدخل متوالي/ مخرج متوازي)				
٢	يبني دائرة مسجل إزاحة (مدخل متوالي/مخرج متوالي)				
٣	يبني دائرة مسجل إزاحة (مدخل متوازي / مخرج متوالي)				
٤	يبني دائرة مسجل إزاحة (مدخل متوازي / مخرج متوازي)				
	المجموع				

ملحوظات:

.....

توقيع المدرب: .....

الوحدة الخامسة

الذاكرة وتخزين البيانات

الوحدة الخامسة

الذاكرة وتخزين البيانات

الهدف العام للوحدة:

تهدف هذه الوحدة إلى تعريف المتدرب بالذاكرات الإلكترونية، عملها، أهميتها، أنواعها، وقراءة مواصفاتها من كتيب المواصفات.

الأهداف التفصيلية:

من المتوقع في نهاية هذه الوحدة التدريبية أن يكون المتدرب قادراً وبكفاءة على أن:

١. يذكر أهمية الذاكرة الرقمية واستخداماتها
٢. يذكر وحدة قياس الذاكرة
٣. يشرح بشكل مبسط فكرة عمل الذاكرة
٤. يقارن بين أنواع الذاكرة من حيث الاستخدام والتصنيع والميزات والعيوب
٥. يستخرج مواصفات شريحة الذاكرة باستخدام كتيب المواصفات

الوقت المتوقع للتدريب على هذه الوحدة: ساعتين نظرية، و ٨ ساعات عملية

الوسائل المساعدة:

١. مختبر الإلكترونيات الرقمية (الأجهزة، العناصر الإلكترونية ، الشرائح)
٢. سبورة
٣. جهاز عرض البيانات

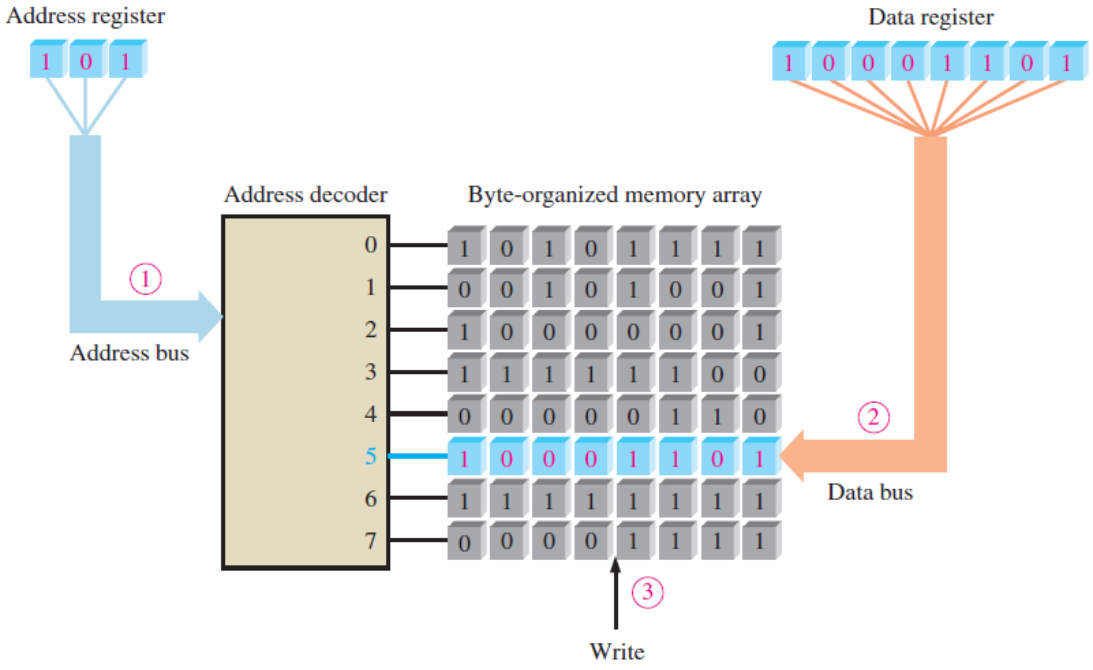
الذاكرة و تخزين البيانات Memory and data storage

الشكل رقم (٥-١)

الأنظمة الإلكترونية الرقمية الحديثة تتكون من مكونات أساسية ، أهمها المعالج و الذاكرة و وحدات المواجهة للمدخل و المخرج. وفي هذا الباب سندرس الذاكرات الرقمية ، أهميتها و أنواعها و كيفية عملها .

مفاهيم عامة عن الذاكرة الرقمية :

تتكون كل المعلومات (البيانات) الرقمية من خانات ثنائية بسيطة تسمى بِـت (bit) . كل خانة تكون حالتها (0) أو (1) هذه البيانات يتم تجميعها في مجموعات مكونة من ثماني خانات كل مجموعة تسمى بايت (byte) و هذه المجموعات تعبّـر عن أنواع مختلفة من البيانات (أرقام، حروف ، صوت ، فيديو ...) و يتم قياسها بوحدات قياس أكبر (كيلو بايت و ميغا بايت و غيغا بايت...) الذاكرة تعمل على تخزين هذه البيانات في مصفوفات كبيرة . انظر إلى الشكل التالي:



الشكل رقم (٥-٢)

بعض التعريفات الهامة :

المصطلح	الوصف
Bit	خانة واحدة (cell) يتم نقلها أو تخزينها و تحتوي (0) أو (1) فقط
byte	مجموعة مكونة من (8bits) و تعبر عادة عن حرف أو قيمة رقمية و غيره
Capacity	سعة الذاكرة الكلية و تقاس بالكيلو أو الميغا أو الغيغا بايت
Adress bus	أسلاك (خطوط) يتم فيها تحديد عنوان البايت المطلوب في الذاكرة)
Data bus	أسلاك (خطوط) مخصصة لنقل البيانات من و إلى الذاكرة
Read	منفذ يعطي الأمر بإخراج البيانات المخزنة في الذاكرة
Write	منفذ يعطي الأمر بإدخال البيانات إلى مكان في الذاكرة

الجدول رقم (٥-١)

أنواع الذاكرات :

ذاكرة القراءة فقط ROM

الشكل رقم (٥-٣)

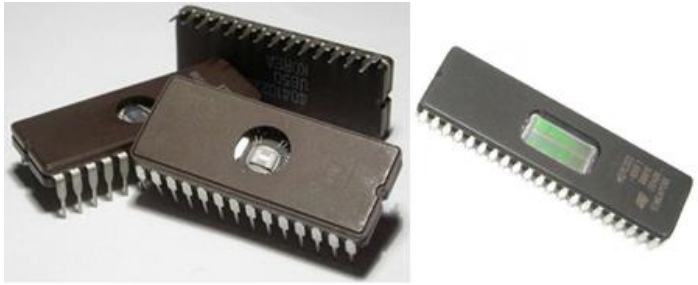
كلمة (ROM) هي اختصار لعبارة (Read only memory) مما يعني أنه يمكنك القراءة منها فقط ، ولا يمكنك الكتابة عليها (التخزين عليها) . هذه الذاكرة تستخدم لتخزين بيانات ثابتة يتم كتابتها مرة واحدة من المصنع ولا تحتاج إلى تغيير - فكر مثلا في معظم الأجهزة الكهربائية المنزلية (الفرن ، الغسالة الذكية و المكيف) تحتاج لتخزين بيانات من المصنع مرة واحدة، ولا تحتاج لتغيير هذه التعليمات .

الذاكرة الدائمة القابلة للبرمجة PROM

تعني Programmable ROM و هذا النوع يأتي مع إمكانية برمجته لمرة واحدة فقط ولا يمكن مسح البيانات و إعادة البرمجة.

الذاكرة القابلة للمسح و إعادة البرمجة EPROM

و تعني الحروف (Erasable programmable ROM) و يمكن مسح هذه الذاكرات باستخدام أشعة تعرض على الشريحة فتمسح كل البيانات التي عليها ، ثم يمكن إعادة برمجتها. تتميز هذه الشرائح بنافذة زجاجية وسط الشريحة.



الشكل رقم (٥-٤)

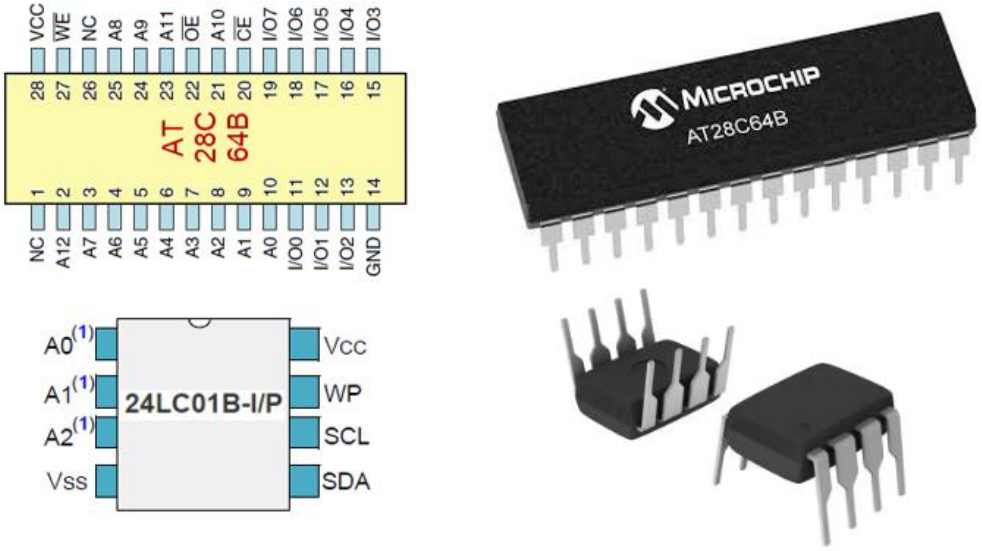
الذاكرة القابلة للمسح و إعادة البرمجة كهربائياً EEPROM

النوع الأحدث من ذاكرات (ROM) و الاختصار يعني (Electrical Ereasable ROM) و هذا يعني أنه يمكن مسح محتوياتها بالكهرباء و لا داع لاستخدام الأشعة.

بعض شرائح الذاكرات المعروفة من نوع (EEPROM)

شريحة (AT28C64B) و شريحة (AT28C256)

و شريحة (24LC01B-I) لها ٨ أطراف فقط و تعمل بطريقة تسلسلية ببروتوكول (i2c)



الشكل رقم (٥-٥)

هذه الشرائح تحتوي (64Kb , 32Kb) من الوحدات التخزينية و الصغير منها ، و لكن المجال لا يتسع لشرحها أكثر في هذه الحقيبة . ويمكنك إيجاد كل مواصفاتها في ورقة المواصفات من الشركة المصنعة أو من متاجر الموزعين .

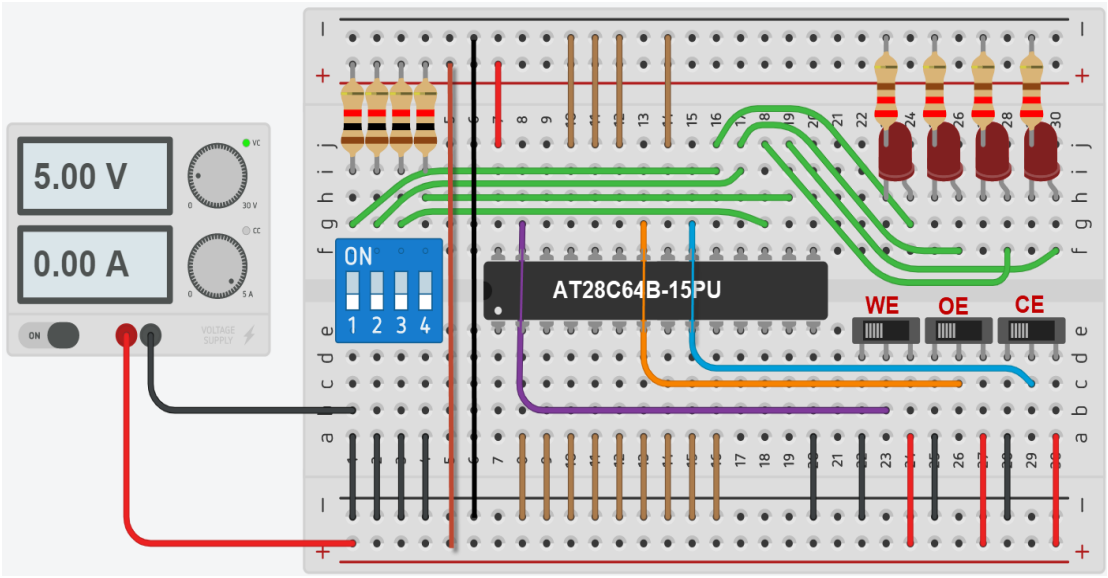
قائمة تجارب الوحدة الخامسة

التجربة الأولى: تشغيل ذاكرة (EEPROM) باستخدام الشريحة (AT28C46B-15PU)

التجربة الثانية: تشغيل ذاكرة (RAM) باستخدام الشريحة (LY6264)

التجربة الثالثة: إيجاد ورقة المواصفات لشريحة إلكترونية و استخلاص بعض المعلومات منها

التجربة الأولى : تشغيل ذاكرة (EEPROM) باستخدام الشريحة AT28C46B-15PU



الشكل رقم (٥-٦)

في هذا المثال سنعمل على تخزين قيمتين فقط ، و ذلك بتغيير حالة منفذ واحد من منافذ العنوان (A12)

لإجراء عملية التخزين (الكتابة) في موقعين في الذاكرة

CE	OE	WE		A12		D3	D2	D1	D0	DEC
0	1	نبضة سالبة		0		0	1	0	1	5
0	1	نبضة سالبة		1		0	1	1	0	6

الجدول رقم (٥-٢)

قم بعملية القراءة من الذاكرة أولا ثم ضع جميع المداخل(data) إلى الاتجاه الأعلى

ثم اكمل الجدول التالي:

CE	OE	WE		A12		D3	D2	D1	D0	DEC
0	0	1		0						
0	0	1		1						

الجدول رقم (٥-٣)

ذاكرة الوصول العشوائي RAM

الرمز (RAM) هو اختصار لعبارة (Random Access memory) وهي ذاكرة مصممة للعمل السريع بجانب المعالج. ويمكن الكتابة عليها و القراءة منها ، و ذاكرة (RAM) لاتستخدم لتخزين البيانات لوقت طويل فهي تفقد جميع البيانات عند فصل مصدر الطاقة عنها. تنقسم ذاكر (RAM) إلى قسمين رئيسيين:

الشكل رقم (٥-٧)

الذاكرة الساكنة SRAM

وهو اختصار لعبارة (Static RAM) و تعتمد هذه الذاكرات في تكوينها على القلابات. لذا فهي تحافظ على البيانات طالما أن مصدر الطاقة متصل. و هذه الذاكرات أسرع في العمل من النوع التالي (DRAM)

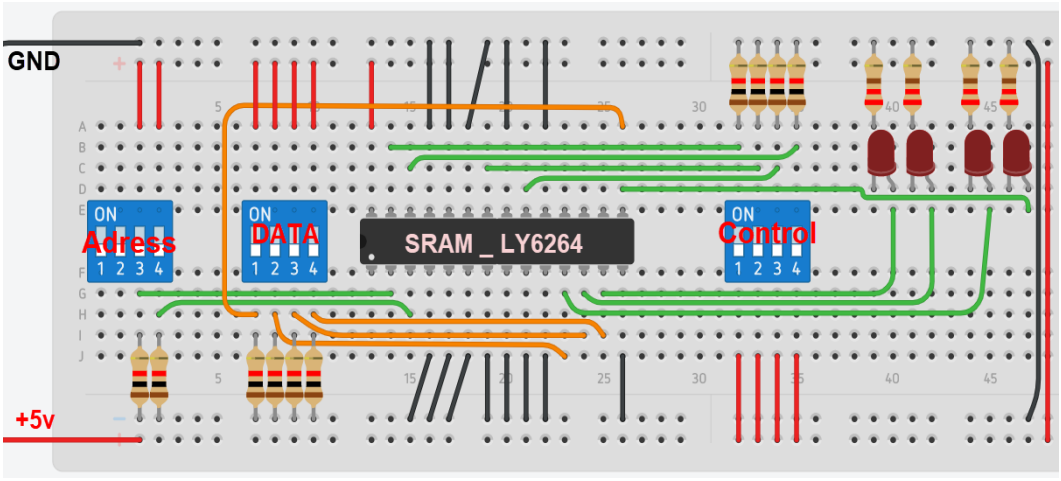
الشكل رقم (٥-٨)

الذاكرة الديناميكية DRAM

و هو اختصار لعبارة (Dynamic RAM) و هذه الذاكرات تستخدم المكثفات لتخزين البيانات ، هذا يتيح التخزين في مساحة أصغر و لكن هذه الدوائر أعقد من غيرها ، فالمكثفات لا تحتفظ بالبيانات لوقت طويل و يجب إجراء عمليات إلكترونية لإعادة شحن المكثفات من وقت لآخر في عملية تسمى (الإنعاش refreshing)

من الشرائح الشائعة و البسيطة التي تحتوي على ذاكرة (RAM) شريحة (IDT6116SA) وشريحة (LY6264)

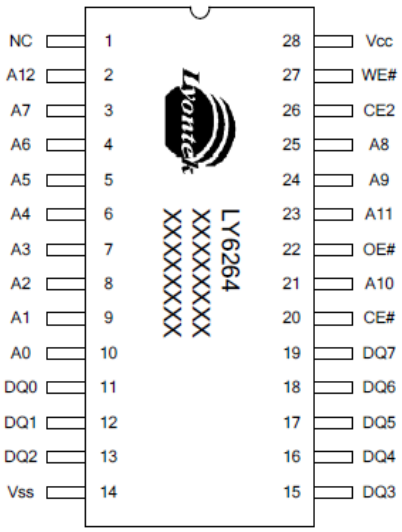
التجربة الثانية : تشغيل ذاكرة (RAM) باستخدام الشريحة (LY6264)



الشكل رقم (٥-٩)

MODE	CE#	CE2	OE#	WE#
Standby	H	X	X	X
	X	L	X	X
Output Disable	L	H	H	H
Read	L	H	L	H
Write	L	H	X	L

الجدول رقم (٥-٤)



الشكل رقم (٥-١٠)

خطوات العمل على تخزين البيانات :

اضبط منافذ التحكم و العناوين حسب الجدول التالي:

CE#	CE2	OE#	WE#	A12	A7	D3	D2	D1	D0	DEC
0	1	x	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	x	0	0	1	0	0	0	1	1
0	1	x	0	1	0	1	0	0	1	9
0	1	x	0	1	1	1	0	1	0	10

الجدول رقم (٥-٥)

كما يظهر في الجدول التالي : لقد عملنا على تخزين ٤ قيم في مساحات من الذاكرة القيم هي (0,1,9,10) كمثال

قم بعملية قراءة محتويات الذاكرة

أولا اضبط جميع مداخل البيانات (data) إلى الأسفل . ثم اكمل الجدول التالي:

CE#	CE2	OE#	WE#	A12	A7	D3	D2	D1	D0	DEC
0	1	0	1	0	0					
0	1	0	1	0	1					
0	1	0	1	1	0					
0	1	0	1	1	1					

الجدول رقم (٥-٦)

أنواع حديثة من الذاكرات :

ذاكرة فلاش Flash memory	ذاكرة حديثة تتميز بسعتها الكبيرة و سرعتها بفضل تكوينها و وجود متحكم إلكتروني دقيق فيها.
التخزين الضوئي CD,DVD, Blue ray	الأقراص الضوئية وسيلة تخزين مشهورة و مناسبة لنقل الأفلام و الملفات الكبيرة
التخزين المغناطيسي Magnetic storage	معظم وحدات التخزين الكبيرة في أجهزة الحاسب تحتوي قرص يسمى (Hardisk) و يتميز بسعته العالية
التخزين السحابي Cloud storage	مع انتشار الإنترنت أصبح التخزين في السيرفرات خدمة شائعة و مفيدة كثيرا.

الجدول رقم (٥-٧)

الشكل رقم (٥-١١)

أوراق المواصفات للشرائح الإلكترونية Datasheet

الشكل رقم (٥-١٢)

من المهم للمهندس و التقني أن يصل إلى أوراق مواصفات الشرائح الإلكترونية و يقرأها و يفهمها جيداً فعدد الشرائح كبير جدا و لا يمكن للشخص حفظ مواصفاتها جميعاً . ورقة المواصفات وهي ما يسمى (datasheet) هي ملف تنشئه الشركة المصنعة للشريحة الإلكترونية ، فتشرح فائدة الشريحة و خصائصها و طريقة تشغيلها و بيان بأطرافها و أي معلومات هامة. وعادة تكون أوراق المواصفات باللغة الإنجليزية.

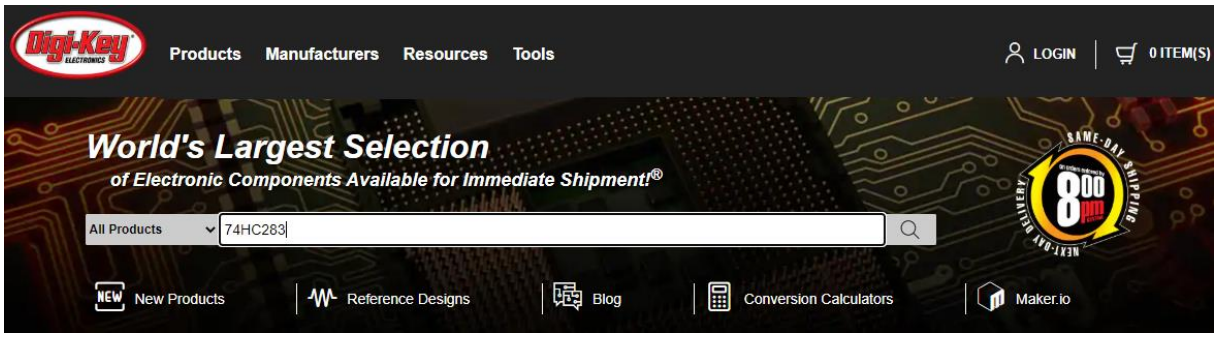
كما ذكرنا سابقاً من أبسط طرق الوصول لملفات المواصفات للشرائح هي استخدام المواقع الخاصة ببيع العناصر الإلكترونية و الشرائح الإلكترونية الرقمية . و من أشهرها

Digikey	متجر أمريكي كبير و سهل البحث عن ملايين العناصر
www2.mouser.com	من أكبر المتاجر الأمريكية لبيع العناصر الإلكترونية
rs-online.com	متجر بريطاني عالمي لبيع العناصر الإلكترونية
export.farnell.com	متجر بريطاني من أكبر المتاجر المعروفة عالمياً
LCSC	متجر صيني كبير لبيع العناصر الإلكترونية و الشرائح

الجدول رقم (٥-٨)

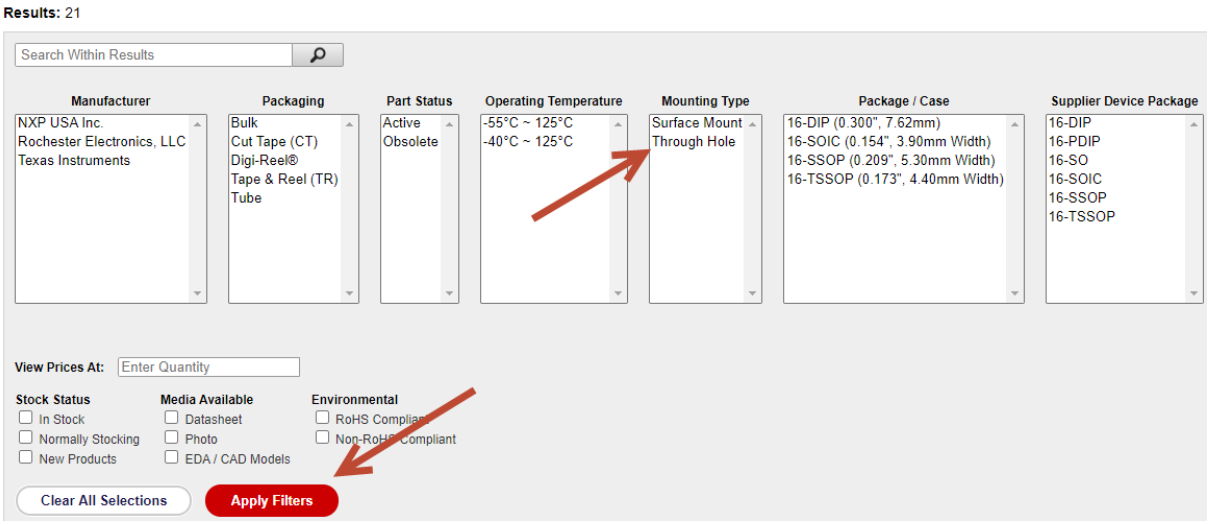
مثال : إيجاد ورقة المواصفات للشريحة (74HC283) و معرفة أطراف و خصائص الشريحة من موقع (digikey)

أولاً : ادخل للموقع (digikey.com) وفي مربع البحث اكتب رقم الشريحة (74HC283)



الشكل رقم (٥-١٣)

ثانياً: ستجد عناصر كثيرة لذا من الأفضل استخدام ميزة التصفية (Filter) . اضغط على النوع (Throgh Hole) ثم اضغط على ايقونة (Filter)



الشكل رقم (٥-١٤)

ثالثاً: ستظهر العناصر المتبقية بعد تطبيق التصفية، وستجد أهم المعلومات عن الشريحة في الجدول (العمل ، السعر ، المصنع...) اضغط على ايقونة ملف الـ (pdf) لتحميل ورقة المواصفات (datasheet)

Compare Parts		Image	Digi-Key Part Number	Manufacturer Part Number	Manufacturer	Description	Quantity Available	Unit Price USD
☐			296-14519-5-ND	CD74HC283E	Texas Instruments	IC 4BIT BINARY FULL ADDER 16DIP	1,868 - Immediate 10,000 - Factory Stock	$0.76000
☐			2156-CD74HC283E-HC-ND	CD74HC283E	Rochester Electronics, LLC	ADDER/SUBTRACTOR	5,474 - Immediate	$0.27000
☐			2156-74HC283N652-NX-ND	74HC283N,652	Rochester Electronics, LLC	ADDER/SUBTRACTOR	6,064 - Immediate	$0.89000
☐			568-7809-5-ND	74HC283N,652	NXP USA Inc.	IC 4BIT BINARY FULL ADDER 16-DIP	0	Obsolete

الشكل رقم (٥-١٥)

افتح ورقة المواصفات ستجد أنها تحتوي على معلومات كثيرة مثل : عمل الشريحة ، خصائصها مثل الحافة (صاعدة/نازلة) درجات الحرارة المناسبة للتشغيل، الجهود التي يمكن أن تعمل عليها الشريحة.

TEXAS INSTRUMENTS

Data sheet acquired from Harris Semiconductor
SCHS176D

November 1997 - Revised October 2003

CD54HC283, CD74HC283, CD54HCT283, CD74HCT283

High-Speed CMOS Logic 4-Bit Binary Full Adder with Fast Carry

Features

- Adds Two Binary Numbers
- Full Internal Lookahead
- Fast Ripple Carry for Economical Expansion
- Operates with Both Positive and Negative Logic
- Fanout (Over Temperature Range)
  - Standard Outputs . . . . . 10 LSTTL Loads
  - Bus Driver Outputs . . . . . 15 LSTTL Loads
- Wide Operating Temperature Range . . . -55°C to 125°C

Description

The 'HC283 and 'HCT283 binary full adders add two 4-bit binary numbers and generate a carry-out bit if the sum exceeds 15.

Because of the symmetry of the add function, this device can be used with either all active-high operands (positive logic) or with all active-low operands (negative logic). When using positive logic the carry-in input must be tied low if there is no carry-in.

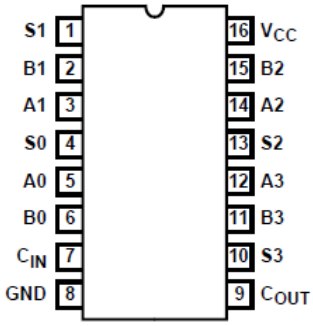
Ordering Information

الشكل رقم (٥-١٦)

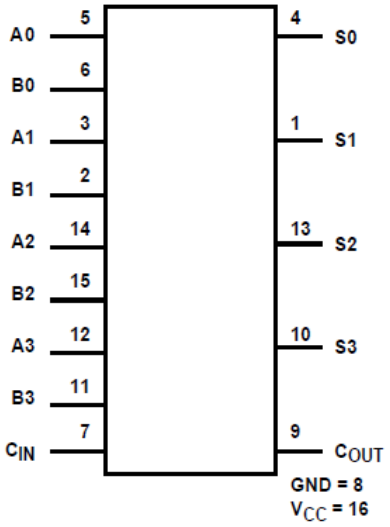
ستجد أيضاً اسم و عمل كل طرف من أطراف الشريحة (pinout) و العديد من المعلومات الإضافية الخاصة بالشريحة

Pinout

CD54HC283, CD54HCT283
(CERDIP)
CD74HC283, CD74HCT283
(PDIP, SOIC)
TOP VIEW



Functional Diagram



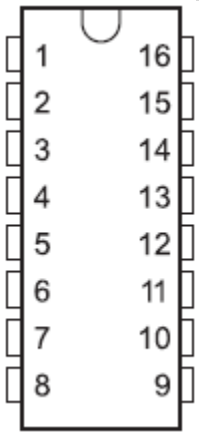
الشكل رقم (٥-١٧)

لاحظ أن هذه الورقة تشرح عدة شرائح متشابهة وليس شريحة واحدة فقط
CD54HC283, CD74HC283, CD54HCT283, CD74HCT283

التجربة الثالثة : إيجاد ورقة المواصفات لشريحة إلكترونية و استخلاص بعض المعلومات منها

من موقع (digikey) ابحث عن ورقة مواصفات الشريحة (74HC595) وفي صفحة التصفية اختر (through hole , Texas instrument)

ثم أكمل الجدول التالي:

ماهو عمل الشريحة (بشكل عام)	
كم جهود التشغيل المناسبة للشريحة ؟	
كم وات تستهلك الشريحة أثناء تشغيلها؟	
اكتب اسم كل طرف بجانب رقم المنفذ	

تمارين الوحدة

١- اشرح الفرق بين البت (bit) و البايت (byte)

٢- اشرح الفرق بين خطوط البيانات (data bus) و خطوط العنوان (Adress bus) في الذاكرات.

٣- اشرح الفرق بين النوعين (EPROM) و (EEPROM) من ناحية طريقة الاستخدام.

٤- يرمز كل حرف في عبارة (EEPROM) إلى كلمة إنجليزية. اكتب العبارة التي يرمز له هذا الاختصار.

٥- لماذا لا تستخدم ذاكرة (RAM) لتخزين البيانات لوقت طويل (أيام مثلا) ؟

٦- ماهو الفرق بين ذاكرة (SRAM) و (DRAM) من ناحية تقنية التخزين؟

٧- عدا ذاكراتي (RAM , ROM) ، درست أربعة أنواع من الذاكرات الحديثة ؛ اذكرها.

٨- اذكر موقعين معروفين لايجاد أوراق المواصفات (Data sheet) للشرائح الإلكترونية (مما درست)

نموذج تقييم المتدرب لمستوى أدائه

يعبأ من قبل المتدرب نفسه وذلك بعد الانتهاء من تمارين الوحدة

بعد الانتهاء من التدرب على الوحدة الخامسة : الذاكرة و تخزين البيانات ؛ قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي بعد كل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

م	العناصر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
		غير قابل للتطبيق	لا	جزئيا	كليا
١	تعريف أنواع ذاكرة ROM المختلفة				
٢	معرفة ذاكرة (RAM) وأنواعها المختلفة				
٣	معرفة ٤ أنواع من أساليب التخزين الحديثة				
٤	معرفة أهم المواقع التي تحتوي أوراق المواصفات للشرائح				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئيا" فيجب إعادة التدرب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

نموذج تقييم المدرب لمستوى أداء المتدرب يعبأ من قبل المدرب وذلك بعد الانتهاء من تمارين الوحدة	
اسم المتدرب :	التاريخ: .....
رقم المتدرب :	المحاولة : ١ ٢ ٣ ٤ العلامة : ....

كل بند أو مفردة يقيم بـ ١٠ نقاط

الحد الأدنى: ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط. الحد الأعلى: ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط.

م	بنود التقييم	النقاط (حسب رقم المحاولات)			
		١	٢	٣	٤
١	يعرّف أنواع ذاكرة ROM المختلفة				
٢	يعرف ذاكرة (RAM) وأنواعها المختلفة				
٣	يعرف ٤ أنواع من أساليب التخزين الحديثة				
٤	يعرف أهم المواقع التي تحتوي على أوراق المواصفات للشرائح				
	المجموع				

ملحوظات:

.....

توقيع المدرب: .....

المراجـع

م	المرجع
١	دليل الدوائر الإلكترونية طبعة ٢٠٠١ مايكل تولي
٢	الإلكترونيات من البداية للاحتراف ٢٠٠٣ خير شاهين
٣	كتاب التصميم الرقمي ١٩٩٧ فتحي شتوان
٤	الإلكترونيات الرقمية و تطبيقاتها العملية ٢٠٠١ أحمد عبد المتعال
٥	تطبيقات البوابات الرقمية ٢٠١٥ فؤاد نمر عجيل
٦	Digital Fundamentals 2011 Thomas L. Floyd
٧	Digital Electronics 2007 Anilk K. Maini