الباب الرابع

الدوائر المنطقية

4-1 البوابات المنطقية :-

البوابات المنطقية تعمل فى حالتين : إما أن تسمح بمرور المعلومات أو أن تمنع مرورها . وهى عند سماحها للمعلومات بالمرور يمكن أن يقاس ذلك كجهد خرج لها وكذلك عند منعها أى أن لها مستويان من جهد الخرج .

ولا بد أن يكون جهد الخرج عند السماح بمرور المعلومات مخالف لجهد الخرج عند عدم السماح للمعلومات بالخروج. وهذان المستويان من جهد الخرج يناسبان تمامًا نظام الآعداد الثنائية

وعلى ذلك إذا كان جهد الخرج عالى (HIGH) فإنه يقابل المستوى (1) الثنائى وإذا كان منخفضًا (LOW) فإنه يقابل المستوى (O) الثنائى . وبتعبير آخر فعندما يكون الخرج (1) فيمكن أن يقال أن الخروج حقيقى(TRUE) وإذا كـــان الخـــرج (O) فيقـــال أن الخـــرج زائف (FALSE)

أنواع المنطق

المنطق الموجب :-

إذا كان مستوى إشارة الخرج للبوابة للمستوى (1) أكثر إيجابية من مستوى (O) فيقال أن البوابة تعمل على منطق موجب .

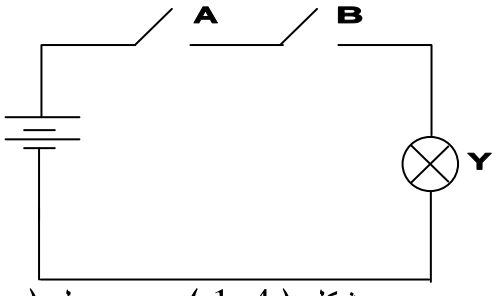
المنطق السالب :-

إذا كان مستوى إشارة الخرج للبوابة للمستوى (O) أكثر إيجابية من مستوى (1) يقال أن البوابة تعمل على منطق سالب .

١ بوابة (و) AND

تسمى بوابة (و) ببوابة الضرب ويمكن تمثيل هذه البوابة بعدد من المفاتيح موصله بالتوالى فى دائرة كهربية كالمبينة بالشكل (4-1) . وحيث أن هذه الدائرة لها مفتاحان فإن هناك أربع احتمالات لاوضاعهما وجدول رقم (1) يبين هذه الأوضاع وحالة المصباح عن كل احتمال .

ومن الجدول يتضح ان المصباح لا يضئ إلا عندما يكون كلا المفتاحين مغلقان وجدول رقم (1) المبين يسمى فى هذه الحالة بجدول الحقيقة .



شكل (4-1)

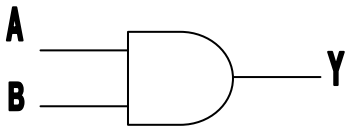
حالة المصباح	المفتاح B	المفتاح A
غير مضئ	فاصل	فاصل
غير مضئ	فاصل	واصل
غير مضئ	واصل	فاصل
مضئ	واصل	واصل

جدول (1)

ويبين شكل (4-2) الرمز المنطقى المستخدم لبوابة (و) AND ذات المدخلين (B و A) إما الجدول رقم (2) يمثل جدول الحقيقة لهذه البوابة ويمكن استنتاج عدد الاحتمالات للدخول لهذا الجدول من العلاقة

عدد الاحتمالات = 2^N حيث N = عدد المداخل .

A	B	الخرج y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



Y=A.B

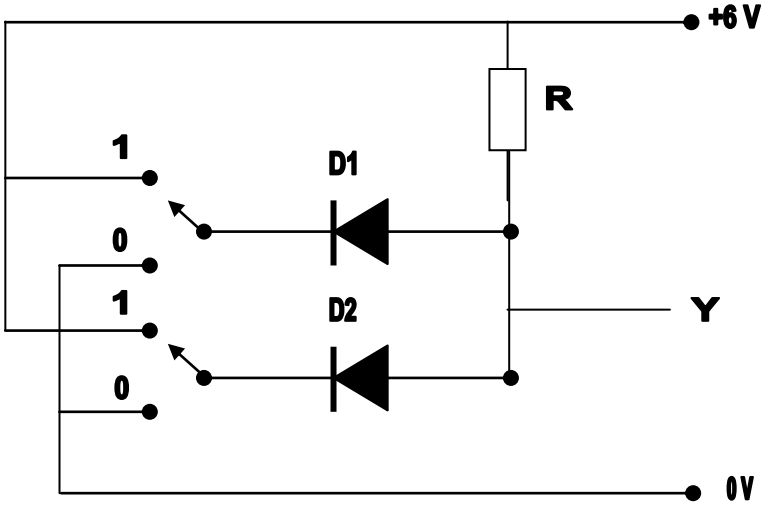
شكل (4-2) جدول الحقيقة (2)

ويلاحظ من جدول الحقيقة أن الخرج يكون (1) عندما يكون كلا المدخلين (B و A) عند المستوى (1) أى أنه لا يكون هناك خرج حقيقى إلا إذا كانت جميع المدخلات عند المستوى (1) ويعبر عن ذلك بالتعبير y = A . B حيث أن النقطة بين المدخلين B و A تعنى (و) ويقرا هذا التعبير كالتالى: Y يساوى A و B

ويسمى هذا التعبير بالتعبير البولينى الذى يعتبر وسيلة اختزال ليوضح ما يحدث فى الدائرة المنطقية وبالتالى فإن هناك قوانين للجبر البولينى هى التى تحكم كيفية عمل بوابة (و) وهى) .

1) A . O = O 2) A . 1 = A 3) A . A = A 4) A . $\bar{A}$ = O

ويمكن إثبات ذلك بالرجوع إلى جدول الحقيقة السابق مع ملاحظة ان الشرطة (-) فوق المتغير ($\bar{A}$) تعنى نفى او عكسى (A) . مع ملاحظة أن عدد الدخول لبوابة (و) لا يقل عن دخلين .



شكل (4-3))

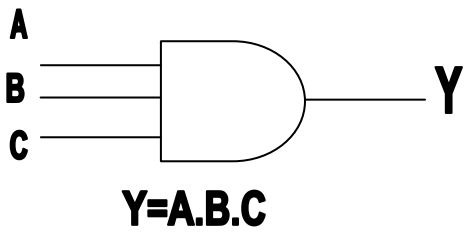
تتكون الدائرة الالكترونية لبوابة (و) AND المنطقية كما هو فى شكل (4-3) من بطارية وثنائيين ومقاومة ومفتاحين (B و A) للدخل ، وفى هذا الشكل إذا كان أحد المدخلين (A) أو (B) موصلاً

بالأرض (O) فإن الثنائى الخاص بهذا الدخل سيكون فى حالة انحياز أمامى ويمر التيار من خلال المقاومة (R) والثنائى .

ويكون جهد الخرج (y) حينئذ هو فرق الجهد على الثنائى حوالى (0.7 V) للسيلكون و (0.3 V) للجرمانيوم وهذا ما يقابل مستوى الخرج المنطقى (O) . أما إذا كان كلا المدخلين (A) و (B) موصلاً بالبطارية (6 V) أى مستوى المنطق (1) عند المدخلين فهذا سيجعل الثنائيان فى حالة انحياز عكسى ولا يمر تيار ويكون جهد الخرج عند (y) هو (6 V) وهذا يقابل مستوى المنطق(1)

مثال : اكتب التعبير البولينى لبوابة (و) ذات الثلاث مداخل ثم ارسم رمزها واوجد جدول الحقيقة لها .

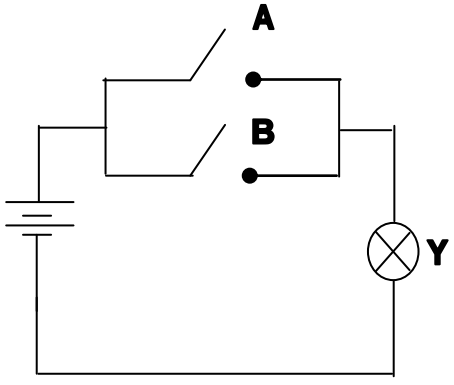
الحل



A	B	C	y
0	0	0	0
1	0	0	0
0	1	0	0
1	1	0	0
0	0	1	0
1	0	1	0
0	1	1	0
1	1	1	1

2 – بوابة (أو) OR

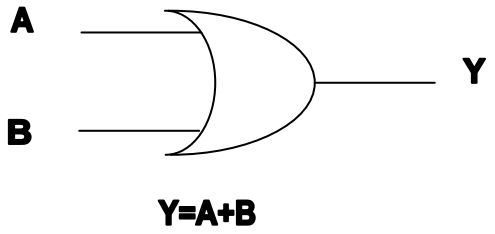
تسمى بوابة (أو) بوابة الاختيار (أو بوابة أيهم أو الجميع) . ويمكن تمثيل هذه البوابة بعدد من المفاتيح الموصلة على التوازى فى الدائرة الكهربية الموضحة فى شكل (4 – 4) وجدول رقم (3) يوضح العلاقة بين أوضاع المفتاحين وحالة المصباح . ويلاحظ من هذه الدائرة ومن الجدول أن المصباح يضئ عندما يكون أى من المفتاحين مغلقاً (موصلا)



حالة المصباح	المفتاح B	المفتاح A
غير مضئ	فاصل	فاصل
مضئ	فاصل	واصل
مضئ	واصل	فاصل
مضئ	واصل	واصل

شكل (4–4) **جدول رقم (3)**

ويبين شكل (4 – 5) الرمز المنطقى المستخدم لبوابة (أو) OR وجدول الحقيقة لها



A	B	y
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

جدول الحقيقه

شكل (4–5) جدول رقم (4)

ويلاحظ من جدول الحقيقة رقم (4) أن الخرج يكون (1) عندما يكون أى من الدخلين (A و B) أو كلاهما عند المستوى (1) ويكون الخرج (O) عندما يكون كلا الدخلين (O) . ويعبر عن هذه العملية التى تقوم بها دائرة (أو) بالتعبير البولينى Y=A+B

ويقرأ هذا التعبير كالتالى : Y تساوى A او B

حيث ان علامة (+) تعنى (أو) فى الجبر البولينى .

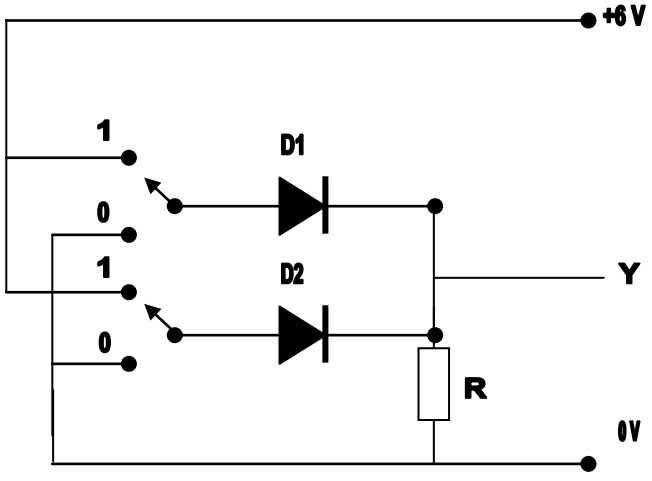
وقوانين الجبر البولينى التى تحكم كيفية عمل بوابة (أو) OR هى :

1) A + O = A 2) A + 1 = 1 3) A + A = A 4) $A + \overline{A} = 1$

ويمكن التحقق من صحة هذه القوانين بالرجوع إلى جدول الحقيقة رقم (4) ويلاحظ أن عدد المدخلات لبوابة (أو) لا يقل عن مدخلين .

وتتكون الدائرة الالكترونية لبوابة (أو) OR المنطقية كما بالشكل (4 – 6) من ثنائيين (D2 و D1) والمقاومة ومفتاحين للدخل وبطارية وعند توصيل كلا المدخلين (B و A) مع الأرض المستوى (O) فإن ذلك يجعل الثنائيين فى حالة انحياز عكسى حيث لا يمر تيار بهما إلى ا لمقاومة ويكون جهد الخرج عند (y) هو (O) فولت وهو يقابل المستوى (O)

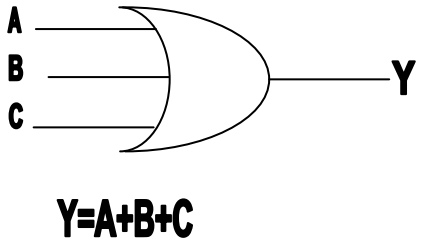
أما عندما يوصل أى من المدخلين (B و A) أو كلاهما بالبطارية (6 V) أى المستوى المنطقى (1) يصبح الثنائى المتصل به فى حالة انحياز أمامى ويمر تيار به ومنه إلى المقاومة ويكون جهد الخرج عند (y) هو (6 – 0.3 = 5.7 V) للجرامنيوم وفى حالة ثنائى السليكون يكون (6 – 0.7 = 5. 3 V) وهو ما يقابل المستوى المنطقى (1) .



شكل (4 – 6)

مثال : اكتب التعبير البولينى لبوابة (أو) OR ذات الثلاثة دخول مع رسم رمزها المنطقى واوجد جدول الحقيقة لها .

الحل :-

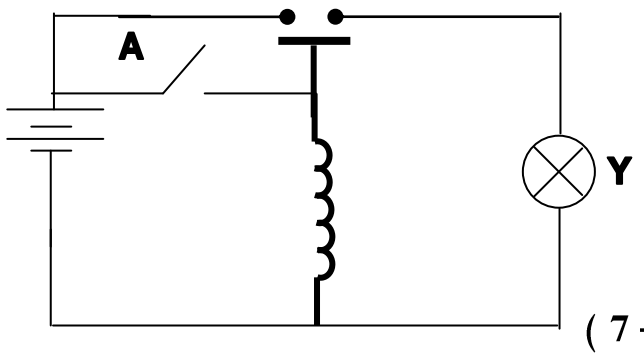


Y=A+B+C

A	B	C	y
0	0	0	0
1	0	0	1
0	1	0	1
1	1	0	1
0	0	1	1
1	0	1	1
0	1	1	1
1	1	1	1

03- بوابة العاكس NOT

تسمى بوابة العاكس ببوابة النفى أو المتمم . ويمكن تمثيل هذه البوابة بمفتاح يدوى (A) يشغل ملفاً مغناطيسيًا على التوزاى مع مصباح كهربى كما مبين بالشكل (4-7)

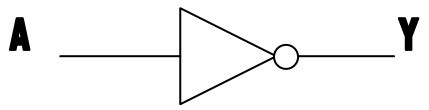


شكل (4 – 7)

ونلاحظ ان المصباح الكهربى على التوالى مع مفتاح مغناطيسى هو مفتاح (B) والذى يكون مغلقًا عند توصيل المفتاح (A) . وعند توصيل المقتاح (A) يتمغنط الملف فيجذب لأسفل ذراع المفتاح (B) فيفصل الدائرة ويطفأ المصباح . أما عند فصل المفتاح (A) يفقد الملف مغناطيسيته ويعود المفتاح (B) لوضعه الطبيعى فيضئ المصباح . وجدول رقم (5) يبين العلاقة بين وضع المفتاح (A) وحالة المصباح .

وضع المفتاح	حالة المصباح	A	Y
فاصل	مضئ	0	1
واصل	غير مضئ	1	0

جدول رقم (5)



الرمز المنطقي للعاكس

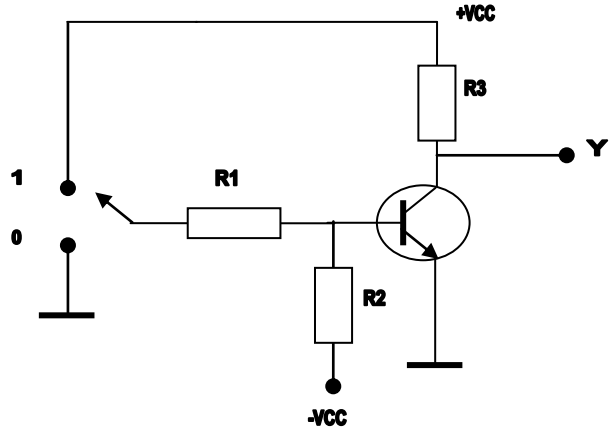
شكل (4- 8أ)

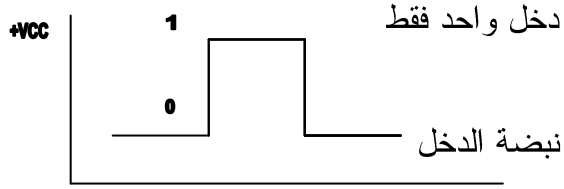
ويبين شكل (4 – 8 أ) الرمز المنطقى المستخدم لبوابة العاكسى not أما جدول (5) فيوضح جدول الحقيقة لهذه البوابة . ومن جدول الحقيقة نجد أن الخرج يكون عكس الدخل ويعبر عن هذا بالتعبير البولينى

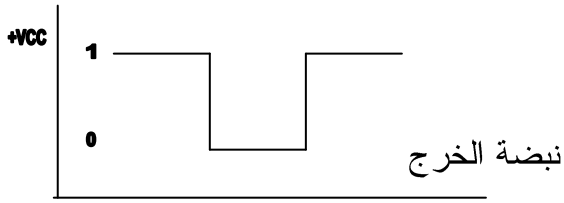
$Y = \bar{A}$ فإذا كان الدخل عند المستوى (O) يكون الخرج (1) والعكسى صحيح . وقوانين الجبر البولينى التى تحكم كيفية عمل بوابة النفى أو العاكسى هى :

1) A = 1 $\bar{A} = 0$ 2) A= 0 $\bar{A} = 1$

ويمكن إثبات هذه القوانين بالنظر إلى جدول الحقيقة رقم (5) ويلاحظ ان بوابة العاكس أو النفي Not لها دخل واحد فقط







شكل (4-8 ب)

وتتكون الدائرة الالكترونية لبوابة العاكس NOT كما في شكل (4-8 ب) من ترانزستور موصل مشع مشترك ومفتاح وعدد ثلاث مقاومات ومنبع للجهد المستمر Vcc + لتغذية مجمع الترانزستور والجهد السالب Vcc – يوصل بالقاعدة لضمان عدم تشغيل الترانزستور عند وضع المفتاح على الصفرو الترانزستور يعمل فى حالتى التشبع و القطع .

عند توصيل مفتاح الدخل على الوضع (1) يصل الجهد الموجب إلى قاعدة الترانزستور فيعمل على تشغيله فى مرحلة التشبع وفيها يمر أكبر تيار من المجمع إلى المشع ونتيجة مرور هذا التيار الكبير يحدث فرق جهد كبير على طرفى المقاومة (R3) وبالتالى فإن فرق الجهد المتبقى بين المجمع والمشع يكون صغير جدًا يكاد يقترب من صفر فولت وهو يقابل (O) المنطقى من هذا نستنتج أن عند الدخل (1) يصبح الخرج (O) .

أما عند توصيل المفتاح فى وضع (O) يصبح الترانزستور فى حالة قطع حيث يؤكد حالة القطع وجود الجهد السالب على القاعدة من خلال المقاومة R2 حيث يمر تيار صغير جدًا ونتيجة ذلك فإن فرق الجهد على طرفى (R3) يكون صغير جدًا بينما يقترب فرق جهد المجمع والباعث من الجهد المستمر (Vcc) وهو ما يقابل (1) المنطقى . ومن ذلك يتضح أن عند دخل (O) يصبح الخرج (1) .

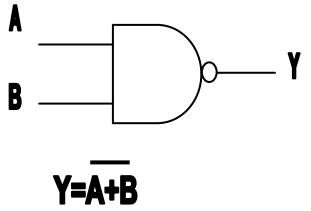
ويمكن استيدال المفتاح بمصدر نبضات موجبة من مولد نبضات وعند وجود نبضة الدخل الموجب على قاعدة الترانزستور تتسبب فى وجود انحياز أمامى للترانزستور (يعمل فى حالة التشبع) حيث يمر تيار للمجمع كبير ويكون فرق الجهد بين المجمع والمشع صغير جدًا .

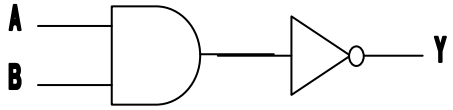
وفى حالة عدم وجود نبضة دخل يحدث العكسى لأن الترانزستور فى حالة قطع ويمر تيار مجمع صغير جدًا أو يزيد فرق الجهد بين المجمع والمشع ويكون الخرج عبارة عن نبضة معكوسة لنبضة الدخل .

4- بوابة (نفى و) NAND

كلمة NAND هى اختصار لكلمتى (NOT AND) وتعنى (نفى و) وهذه البوابة يمكن الحصول عليها بتوصيل بوابة عاكس أو نفى على التعاقب مع بوابة (و) كما هو مبين بالشكل (4 – 9 أ) إما الشكل (4 – 9 ب) يوضح رمز البوابة المنطقى ويوضح الجدول رقم (6) جدول الحقيقة لبوابة NAND .

A	B	y
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	0



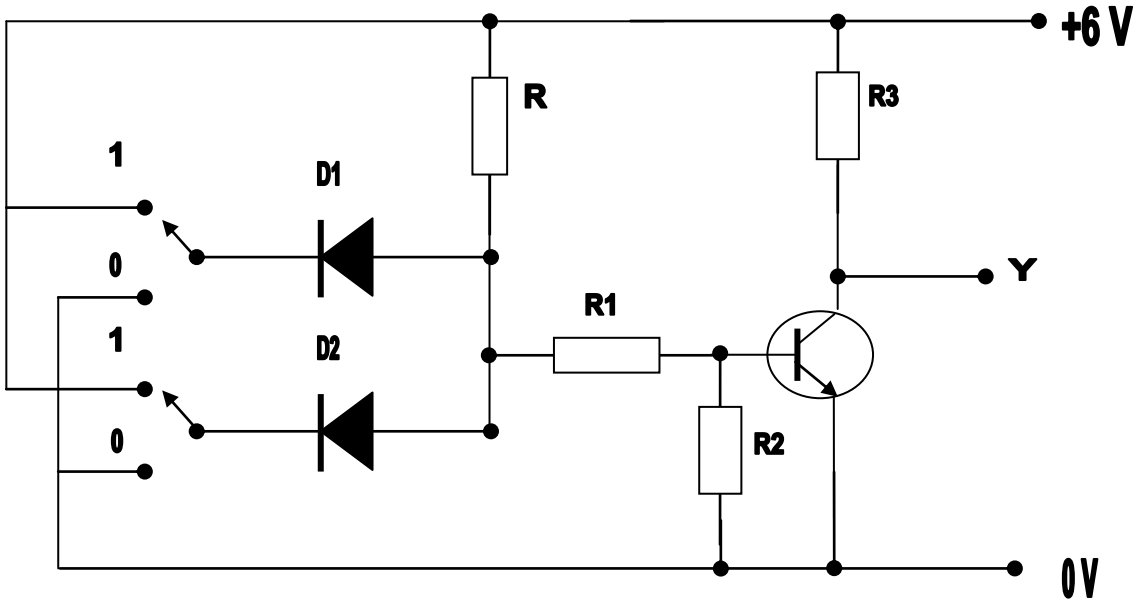


شكل (4- 9 أ) شكل (4 – 9 ب) جدول رقم 6

ويلاحظ من جدول الحقيقة رقم (6) أن الخرج يكون (O) فقط إذا كانت كل المدخلات عند الوضع (1) . وان الخرج يكون (1) عندما يكون أحد المدخلات على الأقل عند الوضع (O) وهذا الخرج عكسى خرج البوابة (و) AND . ويعبر عن هذه العملية بالتعبير البولينى $\overline{y = A \cdot B}$

وبوابة NAND يجب إلا يقل عدد المدخلات عن اثنين كما هو فى بوابة (و) وتسمى بوابة (نفى و) بالبوابة العامة وهى تستخدم على نطاق واسع فى معظم النظم الرقمية .

وتتركب بوابة (نفى و) NAND كما بالشكل (4 – 10) من بوابة (و) AND فى الجزء الايسر من الشكل وموصل فى ببوابة عكسى NOT فى الجزء الأيمن من الشكل .

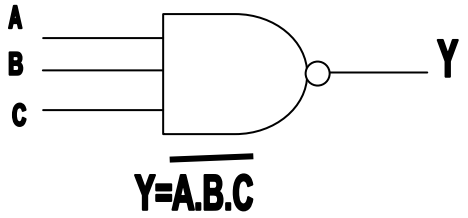


بوابة عكس (Not) بوابة (و) AND

مثال 1 : اكتب التعبير البوالينى لبوابة (نفى و) ذات ثلاث دخول ثم ارسم الرمز المنطقى لها وأوجد جدول الحقيقة لها .

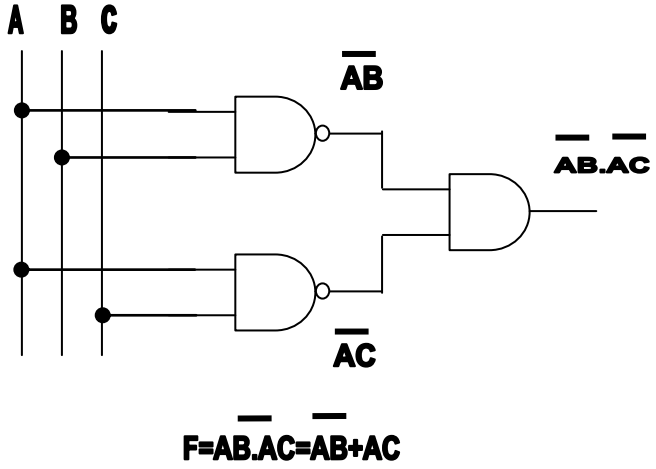
الحل

A	B	C	Y	$\overline{Y}$
0	0	0	0	1
1	0	0	0	1
0	1	0	0	1
1	1	0	0	1
0	0	1	0	1
1	0	1	0	1
0	1	1	0	1
1	1	1	1	0



مثال 2 : كون الدائرة المنطقية للدالة الاتية مستخدمًا بوابات NAND فقط ثم اكتب جدول الحقيقة لها .

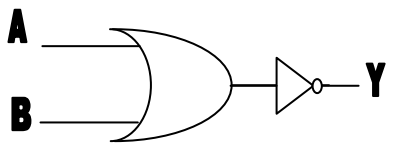
A	B	C	AB	AC	F
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0
1	1	0	1	0	1
0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	1	1
0	1	1	0	0	0
1	1	1	1	1	1

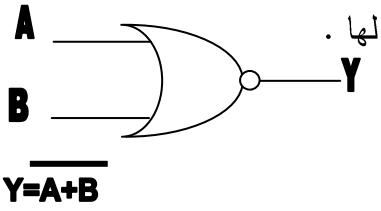


5- بوابة (نفى أو) NOR

كلمة NOR هى اختصار لكلمتى (NOT, OR) وتعنى (نفى أو) وهذه البوابة يمكن الحصول عليها بتوصيل بوابة عاكسى (NOT) على التعاقب مع بوابة (OR) كما هو مبين بالشكل (4 – 11 أ) أما شكل (4–11 ب) فيبين رمز هذه البوابة ويوضح الجدول رقم (7) جدول الحقيقة لها .

A	B	y
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	0



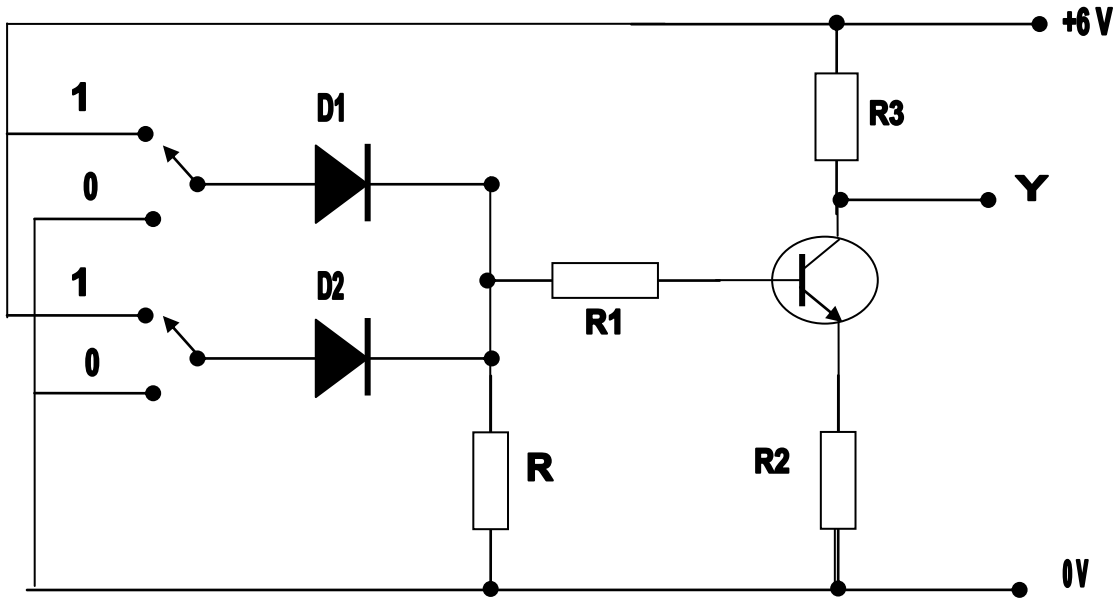


شكل (4 – 11 ب) **شكل (4 – 11 أ)** **جدول رقم 7**

ويلاحظ من جدول الحقيقة ان الخرج (O) عندما يكون احد المدخلات على الأقل عند مستوى (1) وان الخرج عند المستوى (1) عندما تكون كل المدخلات عند المستوى (O) وان هذا العاكس بوابة (أو) OR ويعبر عن هذه العملية بالتعبير البوليني

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

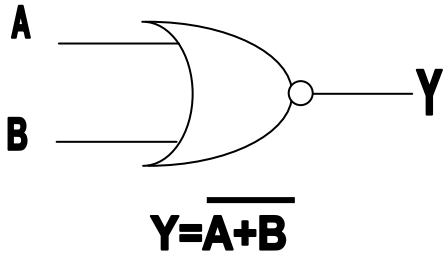
وبوابة (نفى أو) NOR يجب إلا يقل عدد المدخلات عن اثنين كما هو الحال فى بوابة (أو) OR . وتتركب بوبة (نفى أو) NOR الكترونيًا كما هو مبين بالشكل (4 – 12) من بوابة (أو) OR فى الجزء الايسر من الشكل وبوابة عاكس (NOT) فى الجزء الايمن منه .



شكل (4 – 12) يبين بوابة NOR

مثال : اكتب التعبير البوليني لبوابة (نفى أو) NOR ذات دخلين ثم ارسم رمزها المنطقى واكتب الجدول الحقيقة لها .

الحل



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

A	B	y
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	0

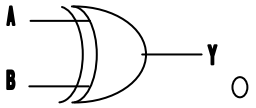
جدول الحقيقة

6- بوابة (أو المنفردة) (X – OR) Exclusive-

يطلق على هذه البوابة اسماء أخرى واستنبطت من طريقة عملها فتسمى بوابة عدم التكافؤ واسم بوابة (ايهما أو كلاهما) ذلك نتيجة أن إشارة الخرج تكون (1) عندما تكون اشارتى الدخلين مختلفين بمعنى أن تكون أحدهما (1) والأخرى (O) وتعطى خرجًا (O) عندما تكون اشارتى المدخلين متساويين أى كليهما (1) أو (O) وهذا يوضحه جدول الحقيقة .

فى الجدول نلاحظ أنه مشابه لجدول الحقيقة لبوابة (أو) فيما عدا الحالة A = B = 1

كما نلاحظ أن بوابة (أو المنفردة) X – OR تسمح بوجود (1) عند الخرج عندما يكون أحد المدخلين (1) أى يمكن القول عندما يكون هناك عدد فردى من الاحاد عند الدخل ولذلك يطلق عليها أنها دائرة اختيار الارقام الثنائية والفردية .

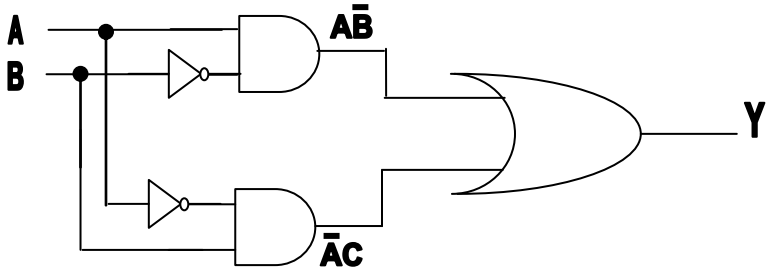


و التعبير البولينى لبوابه (أو المنفرده) XOR لدخلين y = A + B

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

ومن جدول الحقيقة يمكن استنتاج التعبير البولينى لهذه البوابة

A	B	y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



شكل (4-13) **جدول رقم (8)**

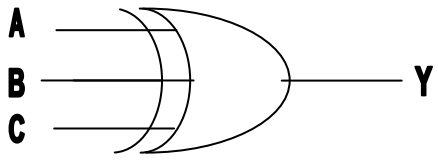
ومن التعبير البولينى يمكن استنتاج الدائرة المنطقية التى تقوم بوابة (أو المنفردة) كما هو موضح من الشكل (4 – 13) وهذه الدائرة تستعمل بكثرة فى الوحدة الحسابية الخاصة بأجزاء الجمع فى الكمبيوتر .

مثال : اكتب التعبير البولينى فى صورته المبسطة لبوابة (او المنفردة) X- OR ذات الثلاثة مداخل ثم ارسم رمزها المنطقى . واكتب جدول الحقيقة لها .

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

الحل

التعبير البولينى $y = A \oplus B \oplus C$

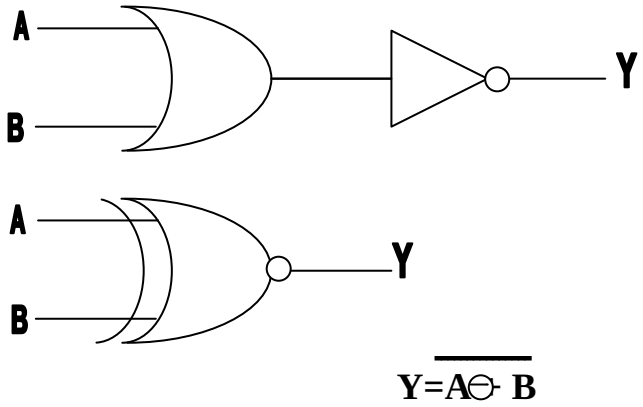


الرمز المنطقي لبوابة X – oR ذات الثلاث مداخل

7- بوابة (X – NOR) Exclusive – NOR

يتم فى شكل (4 – 14) عكسى خرج بوابة (أو المنفردة) ويسمى خرج العاكس على اليمين بدالة (نفى أو المنفردة) ويرمز بها بالرمز (X – NOR) . حيث بوابة (نفى أو المنفردة) تنتج التعبير ($\overline{A \oplus B}$) وبعكس هذا التعبير نحصل على التعبير $y = \overline{A} + B$ وهذا هو التعبير لبوابة (نفى أو المنفردة) .

الدخل		الخرج	
B	A	X OR	X NoR
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1



شكل (4-14)

إن الرمز المنطقى المستخدم لبوابة (نفى أو المنفردة) يظهر فى الشكل (4 – 14) رمز (أو المنفردة) مضافاً إليه دائرة NOT عند الخرج).

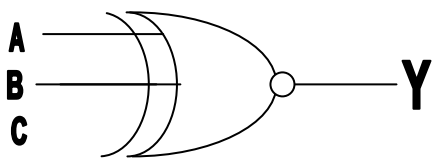
وجدول الحقيقة (9)يوضح عمل بوابة (نفى أو المنفردة) . مع ملاحظة أن كل مخرجات بوابة (نفى أو المنفردة) هى متممات مخرجات بوابة (أو المنفردة)

ما دامت بوابة (أو المنفردة) تعتبر كشافاً للعدد الفردى من الآحاد فإن بوابه(نفى أو المنفردة) تكشف العدد الزوجى من الآحاد . فبوابة (نفى أو المنفردة) تخرج (1) عندما يظهر عند مداخلها عدد زوجى من الآحاد .

مثال : اكتب التعبير البولينى فى صورته المبسطة لبوابة (نفى أو المنفردة) X- NOR ذات الثلاث مداخل ثم ارسم رمزها المنطقى واكتب جدول الحقيقة لها .

A	B	C	XoR	XNoR
0	0	0	0	1
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	0

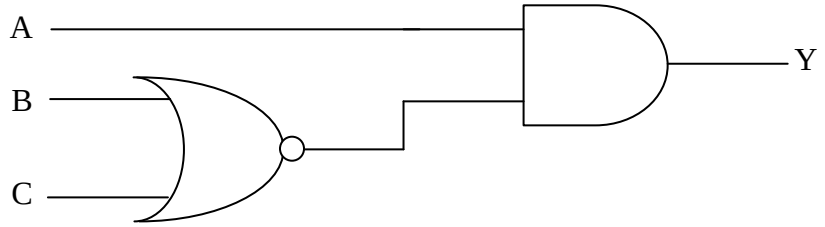
الحل: التعبير البوليني $y=\overline{\overline{A}+\overline{B}+C}$



الرمز المنطقي لبوابة (نفي أو المنفردة) ذات المداخل الثلاث

4- 2 – الدوائر المنطقية المركبة :-

هى الدائرة التى تتكون من أكثر من بوابة اساسية وكمثال على ذلك بوابة (أو المنفردة)X- OR التى سبق دراستها – وكمثال اخر الدائرة الموضحة فى شكل (4- 16) .

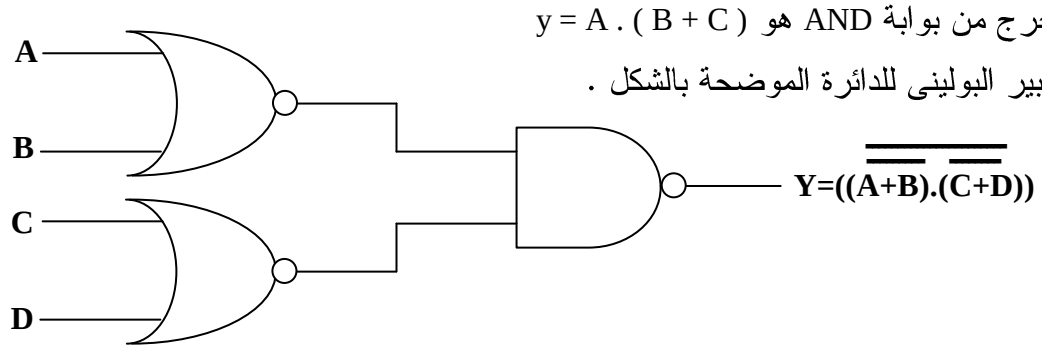


شكل (4-16)

ولايجاد معادلة الخرج للدائرة المركبة الموضحة بالشكل تتبع الخطوات التالية .

يكون الخرج من بوابة NOR هو ($\overline{B + C}$) وهو يمثل أحد المدخلين لبوابة AND أما الدخل الاخر فهو A فقط . ويكون الخرج من بوابة AND هو $y = A . \overline{(B + C)}$

مثال : اكتب التعبير البولينى للدائرة الموضحة بالشكل .



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

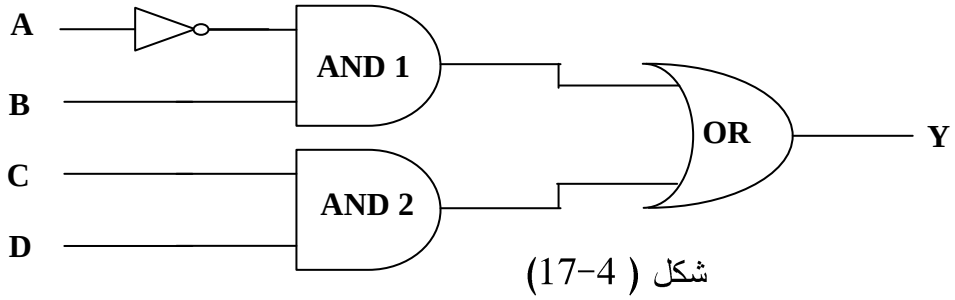
$$Y=((\overline{A+B})+\overline{(C+D)})$$

تبسيط الدوائر المنطقية بالجبر البولينى

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

لتوضيح هذه الفكرة ندرس المثال التالى : أوجد خرج الدائرة المبينة بالشكل (4-17)

أى أوجد ما يسمى بالتعبير البولينى لهذه الدائرة . ثم اعد بناءها بطريقة اقتصادية بواسطة بوابة (نفى و) أى وحد أنواع البوابات المستخدمة فى بوابة (نفى و)



شكل (4-17)

أولاً : ايجاد التعبير البولينى

الخرج بعد العاكسى هو $\bar{A}$

الخرج لبوابة (و) الأولى هو $\bar{A} . B$

الخرج لبوابة (و) الثانية هو $C. D$

خرج البوابة الثالثة (بوابة أو) = خرج البوابة الأولى + خرج البوابة الثانية

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

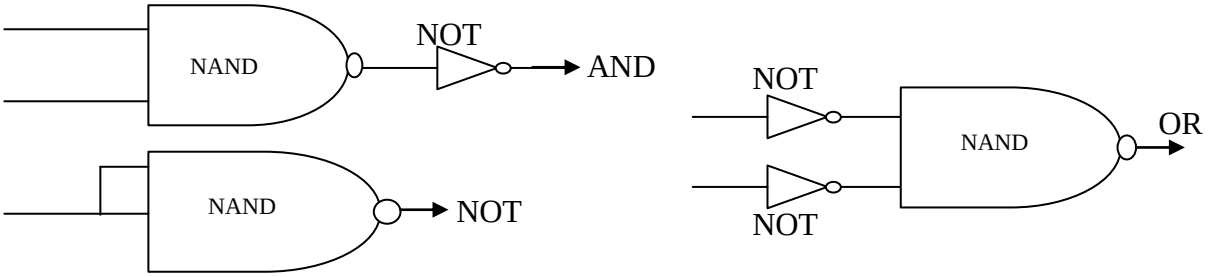
ثانيًا : إعادة البناء بطريقة اقتصادية :

من الرسم نجد أن هذه الدائرة تحتوى على ثلاثة أنواع مختلفة من البوابات (بوابة عكسى – بوابة و – بوابة أو) وهذه الدائرة بهذا الشكل لو تم بتاؤها عمليًا لا تكون دائرة اقتصادية حيث أن الدائرة المتكاملة العملية للعاكسى تحتوى على 6 عواكسى والدائرة المتكاملة العملية لكل من دائرة (و) دائرة (أو) تحتوى على أربع بوابات لكل منهما . إذن فلن يستغل من الدوائر المتكاملة العملية إلا جزء صغير منها وأيضًا سوف تمثل الدوائر المتكاملة الثلاث مساحات كبيرة ، لذا لزم إعادة البناء بطريقة اقتصادية وحيث أنه حدد لنا فى المثال أنه مطلوب توحيد أنواع البوابات المستخدمة فى بوابة (نفى و) فيتم الآتى :

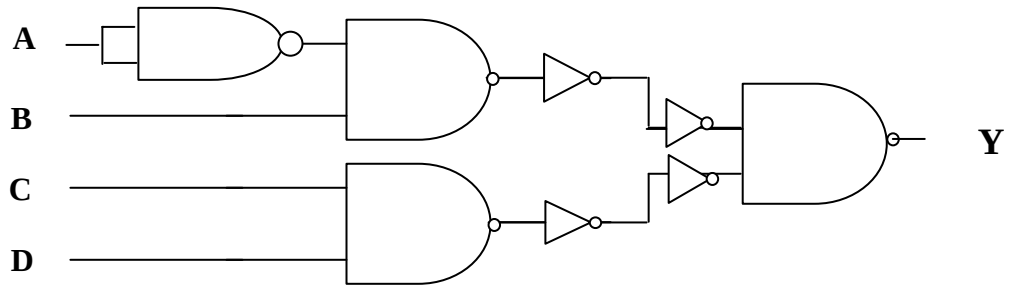
١ –يمكن تحويل بوابة (نفى و) إلى بوابة (و) بإضافة بوابة النفى إلى خرجها كما هو موضح بالشكل .

٢ –يمكن تحويل بوابة (نفى و) إلى بوابة (أو) بإضافة عاكسين إلى دخلها كما هو موضح بالشكل .

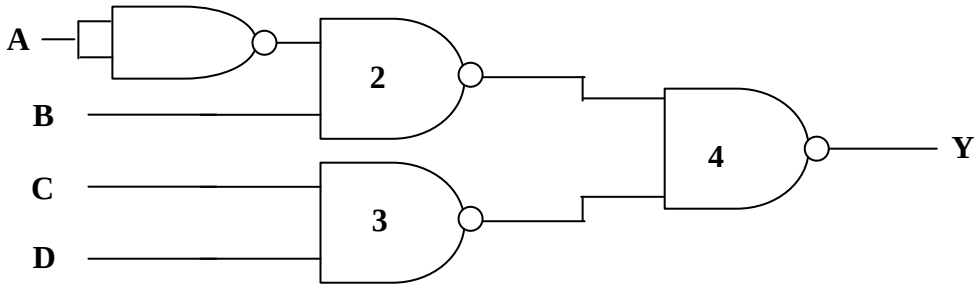
٣ –يمكن تحويل بوابة (نفى و) إلى بوابة العاكسى بإدخال دخلاً واحد عليها كما هو موضح بالشكل .



٤ –بإحلال مكافئات البوابات ينتج الشكل التالى (4 – 18) .



٥ -لكننا نجد فى شكل (4 – 18) أنه بعد بوابة (نفى و) الثانية والثالثة عاكسان متصلان على التوالى وطبقًا لقوانين الجبر البولينى أنه إذا عكسى خرج أو دخل مرتان عاد إلى وضعه الأصلى أى أنه يجب أزالتها اقتصاديًا ما دام أنهما لا يغيران شيئًا وبالتالى تصبح الدائرة كما بالشكل (4-19)



شكل (4-19)

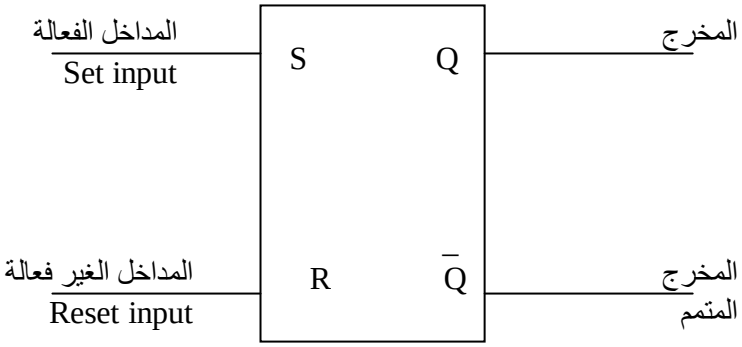
ومن شكل (4 – 19) نجد أنه استخدام أربع بوابات (نفى و) ثنائية الدخل وهو ما يمثل دائرة متكاملة عملية واحدة بدلا من ثلاث ونوع واحد من الدوائر بدلاً من ثلاثة أنواع .

4 – 3 دوائر القلابات :-

1- أ دائرة قلاب من النوع S- R :

يبين الشكل (4 – 20) الرمز المنطقى لدائرة القلاب من النوع SR ومنه يتضح وجود مدخلين يرمز لاحدهما بالرمز S ويعرف بالمدخل الفعال أو مدخل " الوضع فى الحالة 1 " Set input ويرمز للمدخل الثانى بالرمز R ويعرف بالمدخل غير الفعال مدخل " الوضع فى الحالة O " Reset input .

كما يوجد مخرجين متتامين يرمز لاحدهما بالرمز Q ويعرف بالمخرج الطبيعى Set output ويرمز للاخر بالرمز $\overline{Q}$ ويعرف بالمخرج المتتم Reset output ويقال أن دائرة القلاب فى حالة فعالة عندما يكون Q = 1 و $\overline{Q}$ = O وفى حالة غير فعالة عندما $\overline{Q}$ = 1, Q = 0 .

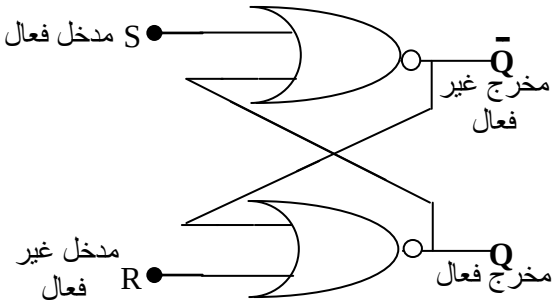


شكل (4-20)

من التعريف الاساسى لهذا القلاب نجد أنه عندما تؤثر على المدخل S بالمستوى المنطقى " 1 " يكون المستوى المنطقى للخرج Q يساوى " 1 " بغض النظر عن حالة Q السابقة . وفى نفس الوقت يكون المستوى

المنطقى للخرج $\bar{Q}$ يساوى " O " وإذا أثرنا على الدخل R بالمستوى المنطقى " 1 " يصبح المستوى للخرج Q يساوى " O " بينما يكون المستوى المنطقى للخرج Q_ يساوى "1 " إما إذا أثرنا على كل من S,R فى نفس الوقت بالمستوى المنطقى "1" فإن مستوى الخرج المنطقى يصير غير محدد وغير معروف . ويجب تفادى ذلك حتى نتجنب اخلال دائرة القلاب .

ويمكن بناء دائرة القلاب SR باستخدام بوابتى " NOR " واستخدام خاصية التغذية الخلفية المرتدة من مخرج أحدى البوابتين إلى مدخل البوابة الأخرى كما هو موضح بالشكل (4 – 21) . ونظرًا لأن المستوى المنطقى الفعال لبوابة " NOR " هو "1" مستوى الدخل الذى يحدث تغير فى حالة الخرج لذا فإن جدول الحقيقة لدائرة القلاب فى هذه الحالة يأخذ الصورة المبينة بالشكل (4 – 22) والتى منها نلاحظ الآتى .



وضع التشغيل	S	R	Qt-1	Qt
وضع الإمساك	0	0	0	0
(عدم التغيير)	0	0	1	1
الوضع في الحالة 1	1	0	0	1
(الوضع الفعال)	1	0	1	1
الوضع في الحالة 0	0	1	0	0
(الوضع الغير فعال)	0	1	1	0
الخطر	1	1	0	*
وضع الخطر	1	1	1	*

شكل (4–22) شكل (4–21)

١ –عند وجود المستوى المنطقى " O "على المدخلين فى نفس الوقت لا تتغير حالة الدائرة القلابة أى تظل قيمة Q كماهى(السطر الأول والثانى فى جدول الحقيقة)ويعرف هذا الوضع بوضع الامساك .

٢ –عندما يتغير المستوى المنطقى على المدخل S من O إلى1 بتغير المستوى المنطقى على المخرج Q من O إلى 1 الحالة الفعالة (السطر الثالث) إما إذا كانت Q=1 أصلاًفتظل كماهى(السطر الرابع) .

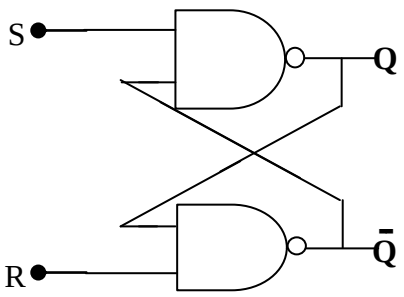
٣ –عندما يتغير المستوى المنطقى على المدخل R من O إلى 1 تتغير قيمة المستوى المنطقى على المخرج Q من 1 إلى O (الحالة الغير فعالة) السطر السادس إما إذا كانت Q = O أصلاً فتظل كما هى (السطر الخامس)

٤ –عندما يتغير المستوى المنطقى على المدخل S من 1 إلى O أو المستوى على المدخل R من 1 إلى Oلا يحدث تغير فى حالة الخرج Q نظرًا لأن المستوى المنطقى O هو المستوى غير الفعال بالنسبة للبوابة "NOR " .

٥ –غير مسموح بوجود المستوى المنطقى "1 " على المدخلين فى نفس الوقت نظرًا لأنه يمثل المستوى الفعال لبوابة NOR ومن ثم تصير المخارج غير معروفة فى هذه الحالة (السطر السابع والثامن)

٦ –حالة المخارج يتغير فقط عندما يتغير المدخلين وتحتفظ المخارج بحالتها دون أى تغير إذا ظلت المداخل بدون تغير أى أن القلابة تمسك على حالة معينة إذا لم تتغير حالة المداخل ومن ثم قيل أن لها خاصية الاحتفاظ بالبيانات بصفة مؤقته .

يمكن بناء دائرة القلاب SR باستخدام بوابتين NAND كما هو موضح بالشكل (4 – 23) ونظرًا لأن المستوى الفعال فى بوابة NAND هو " O " والمستوى الغير فعال هو "1" فإن جدول الحقيقة يأخذ الصورة الموضحة بالشكل (4 – 24) ومنه نلاحظ الآتى :



وضع التشغيل	S	R	Qt-1	Qt
وضع الإمساك	1	1	0	0
(عدم التغيير)	1	1	1	1
الوضع في الحالة 1	0	1	0	1
(الوضع الفعال)	0	1	1	1
الوضع في الحالة 0	1	0	0	0
(الوضع الغير فعال)	1	0	1	0
الخطر	0	0	0	*
وضع الخطر	0	0	1	*

شكل (4–24) شكل (4–23)

وجود المستوى المنطقى " 1 " على المدخلين فى نفس الوقت لا يغير حالة الدائرة القلابة ويظل المخرج Q كما هو فى (السطرين 1 ، 2) .

١ –عندما يتغير المستوى المنطقى على المدخل S من "1" إلى "O" يتغير المستوى المنطقى على المخرج Q من "O" إلى "1" (السطر 3) إما إذا كانت Q = 1 أصلاً فتظل كما هى (السطر 4) .

٢ –عندما يتغير المستوى المنطقى على المدخل R من "1" إلى "O" يتغير المستوى المنطقى على المخرج Q من "1" إلى "O" (السطر 6) .

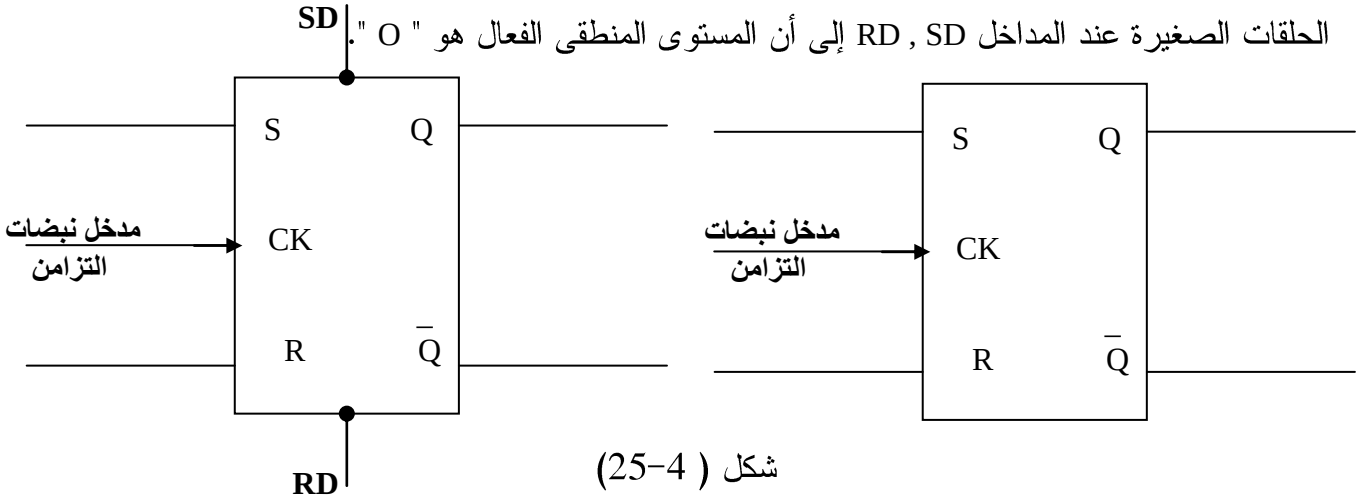
٣ –عندما يتغير المستوى المنطقى على المدخل من "O" إلى "1" أو المستوى المنطقى على المدخل R من "O" إلى "1" لا يحدث تغير فى حالة المخارج نظرًا لأن المستوى المنطقى " 1" هو المستوى غير الفعال بالنسبة للبوابة NAND .

٤ –غير مسموح بوجود المستوى المنطقى "O" على المدخلين فى نفسى الوقت نظرًا لأنه لا يمثل المستوى الفعال لبوابة NAND ومن ثم فإن حالة المخارج تكون غير معروفة .

ومن ذلك نستخلص أن التأثير بالمستوى المنطقى "O" على المدخل S يدخل القلاب فى الحالة الفعالة أى Q = 1 وبالتأثير بالمستوى المنطقى " 0 " على المدخل R يدخل القلاب فى الحالة الغير فعالة .أى أن $\bar{Q} = 1$

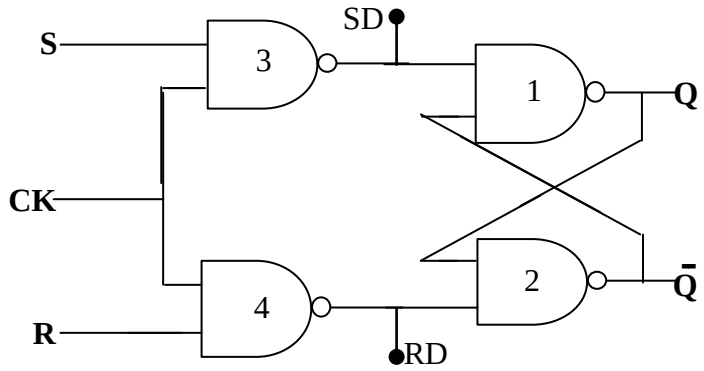
ب دائرة القلاب SR المتزامن :-

1 يعرف قلاب SR الاساسى السابق دراسته بالقلاب غير المتزامن نظرًا لوضع المخرج الطبيعى فى الحالة فور التأثير على المدخل بالمستوى المنطقى الفعال كما يحدث فى الدوائر المنطقية التوافقية إلا إن النظم الالكترونية المنطقية تحتاج إلى دوائر قلاب متزامنة للتغلب على المشاكل الناجمة عن تاخير الانتقال خلال النظام فما يعوق انتقال أو تسلسل المعلومات خلال النظام طبقًا للتوقيت الزمنى المطلوب لذا فإن القلاب SR المتزامن يعمل وفقًا لنبضات تزامن أو توقيت . ويبين الشكل (4 – 25) الرمز المنطقى لقلاب SR متزامن وفيه نلاحظ وجود مدخل إضافى لنبضة التزامن ، لا توجد به حلقة مما يعنى ان التزامن يحدث على الطرف الصاعد لنبضة التزامن كما يمكن تزويد الدائرة القلابة بمداخل أخرى SD , RD لتتحكم فى تغيير حالة القلاب بدون أى تأثير من نبضة التزامن أى التأثير المباشر على المداخل كما فى الشكل (4 – 26) وفيه تشير الحلقات الصغيرة عند المداخل SD , RD إلى أن المستوى المنطقى الفعال هو " O ".



شكل (4-25)

ويمكن بناء القلاب SR المتزامن باستخدام بوابات " نفى و " كما بشكل (4 – 26) حيث أضيفت بوابتى " نفى و " (3 ، 4) إلى القلاب SR الاساسى لتصنيف خاصية التزامن له . ونلاحظ أنه يتم التأثير على المداخل SR بالمستوى المنطقى العالى بسبب التأثير العكسى لبوابتى (3 ، 4) أى أنه يتم نقل المعلومات الموجودة على مدخل البيانات (S , R) إلى المخارج عندما تكون نبضة التزامن فى المستوى العالى حيث تعمل كنبضة سماح .



شكل (4-26)

ويبين جدول الحقيقة طريقة تشغيل قلاب SR متزامن على النحو التالى :

1- عندما تصل نبضة التزامن إلى المدخل CK بينما تكون المداخل S,R عند المستوى المنطقى " O " (السطر الأول) .

فإن المخارج لا تتغير أى تظل كما كانت قبل مجئ نبضة التزامن ويعرف هذا الوضع بالامساك أو عدم السماح بتشغيل القلاب .

2- عندما يتم التأثير على المدخل S بالمستوى المنطقى العالى (S= 1 , R = O) تنتقل نبضة التزامن من المستوى المنطقى المنخفض إلى المستوى المنطقى العالى (السطر الثالث) يتغير المخرج Q إلى المستوى المنطقى 1 ويقال أن القلاب فى الحالة الفعالة 1 .

3- عندما يتم التأثير على المدخل R بالمستوى المنطقى العالى (S= O , R = 1) تنتقل نبضة التزامن من المستوى المنطقى المنخفض إلى المستوى المنطقى العالى يعود المخرج الطبيعى Q إلى المستوى المنطقى O (السطر الثانى) ويقال ان القلاب فى الحالة الغير فعالة O حالة خمول .

4- يمثل السطر الرابع توفيقًا محظورًا (S = 1 , R = 1) ولا يستخدم هذا الوضع لأنه يحاول أن يضع المخرجين فى المستوى العالى (حالة المخارج وتكون غير معروفة)

المخارج		المداخل			وضع التشغيل
Q	Q	R	S	CK	
لا تتغير		0	0	↑	وضع الإمساك
1	0	1	0	↑	الوضع في الحالة0-الحالة غير فعالة
0	1	0	1	↑	الوضع في الحالة1-الحالة الفعالة
1	1	1	1	↑	وضع الخطر

جدول الحقيقة لقلاب SR المتزامن

الشكل (4 – 27) يبين رسم بيانى لتوفيقات عمل قلاب SR متزامن ومنه يتضح الاتى :

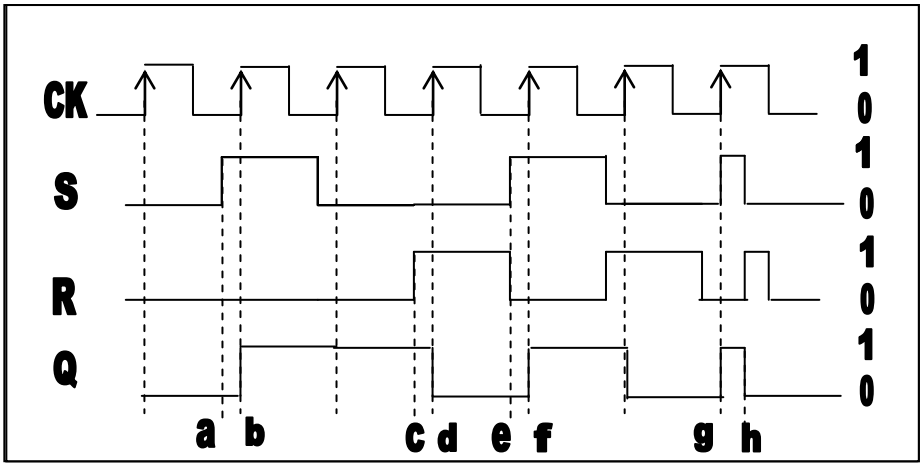
١ -عندما تصل نبضة التزامن رقم 1 لا يكون لها تأثير على المخرج Q لأن المدخلين S,R فى وضع الأمساك (R = 0 , S = 0) . لذلك يبقى المخرج Q عند المستوى O .

٢ -عند النقطة (a) على نبضة الدخل S يتم تنشيط المدخل S بمستوى عال وعند النقطة b على نبضة الخرج Q يصير المستوى المنطقى للخرج Q يساوى 1 ونلاحظ أن القلاب قد انتظر حتى تبدأ نبضة التزامن رقم 2 فى الانتقال من المستوى المنخفض إلى المستوى العالى قبل أن يتم وضع الخرج Q فى الحالة 1 .

٣ -عند وصول نبضة التزامن رقم 3 يكون المدخلان S,R فى وضع الأمساك (R = o, S = o) لذلك فإن الخرج لا يتغير .

٤ -عند النقطة (C) على نبضة الدخل R يتم تنشيط المدخل R بالمستوى العالى وبعد فترة قصيرة وعند النقطة (d) على نبضة الخرج Q يتم وضع للخرج Q فى الحالة O ويحدث ذلك عند انتقال نبضة التزامن من المستوى المنخفض المستوى العالى .

٥ –عند النقطة e0) على نبضة الدخل S يتم تنشيط المدخل S ويتغير المستوى المنطقى للمخرج ليصبح 1 عند النقطة (F) على نبضة الخرج Q .



شكل (4–27) يبين رسم بياني لنبضات دخل وخرج القلاب SR المتزامن

٦ –يتوقف تنشيط المدخل S وينشط المدخل R قبل مجئ النبضة رقم 6 فيصبح المخرج Q فى المستوى المنطقى المنخفض الحالة O .

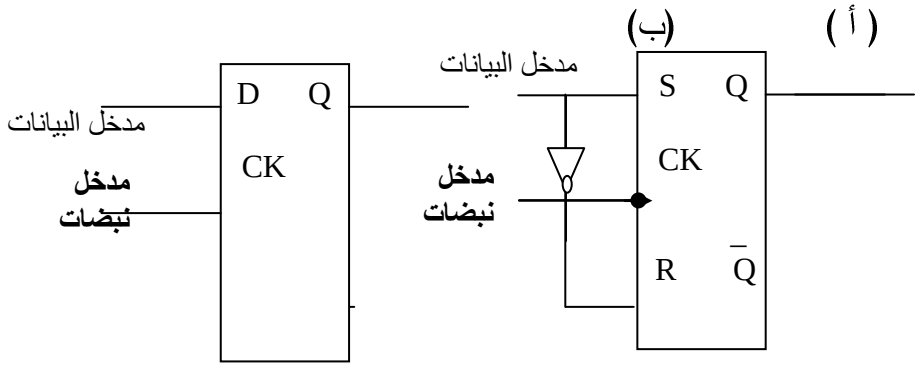
٧ –عند النقطة (g) على نبضة الدخل S فإن المدخل S يصبح فى المستوى العالى ويتبعه المخرج Q ليصبح فى المستوى العالى 1 ثم يعود المدخل s إلى المستوى المنخفض نتيجة تنشيط المدخل R إلى المستوى العالى عند النقطة (h) ويتسبب ذلك فى تغير المخرج Q ليعود إلى المستوى المنخفض .

٨ –تبين النبضة 7 إن المخرج Q يتبع دائما المدخلين S,R ما دامت نبضة التزامن فى المستوى العالى .

٩ –نلاحظ أنه بين النبضتين (5,6) فإن كلا المدخلين S,R يكونا فى المستوى 1 وهى حالة محظورة للقلاب إلا أنه نظرًا لأن نبضة التزامن فى المستوى المنخفض فإنه يكون من المقبول أن يصبح كل من المدخلين فى المستوى العالى .

١ –**<u>دائرة قلاب من النوع D .</u>**

D	Q_{t-1}	Q_t
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	1



شكل (4–28) جدول الحقيقة

اشتق هذا النوع من الدوائر القلابة لمعالجة مشاكل الدوائر القلابة SR التى تتمثل فى أنه عندما تكون الاشارتان المؤثرتان على المدخلان S,R لهما نفس الوقت ونفس المستوى المنطقى الفعال فإن حالة الخرج تكون غير محددة وقد أمكن التغلب على ذلك فى الدائرة القلابة من النوع D بالتأكد من أن المستويان المؤثران على المدخلان S , R يتمم كل منهما الاخر ويتأتى ذلك بتوصيل مستوى منطقى على المدخل S وتوصيل عكسه (متممه) على المدخل R عن طريق بوابة نفى NOT . كما هو موضح بالشكل (4 – 28) أ .

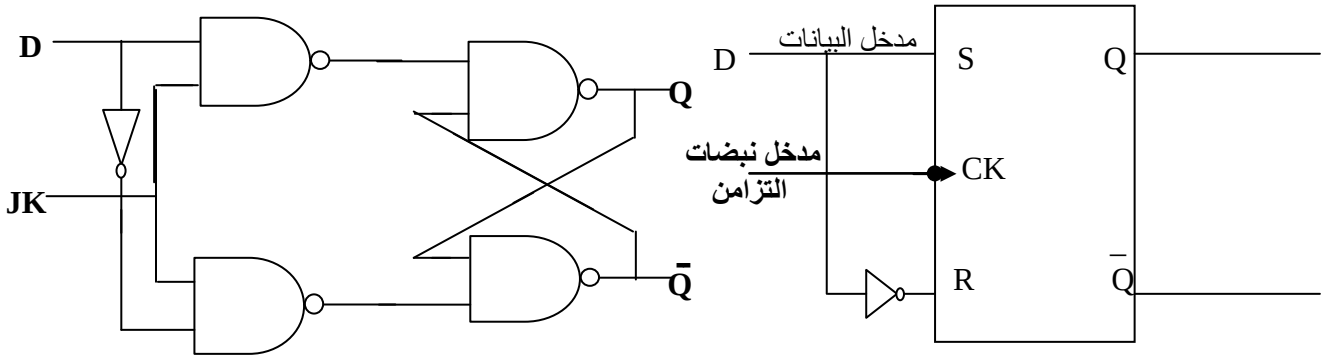
ويوضح الشكل (4 – 28) ب الرمز المنطقى للقلاب D ذو المدخل الواحد للبيانات D إلى جانب مدخل نبضات التزامن CK ويظهر على يمين الرمز المخرجان Q ، $\bar{Q}$ ويسمى القلاب D أحياناً " بقلاب التأخير " وهى تسمية تصف بدقة تشغيل هذه الوحدة . إذ أنه يتم تأخير مستوى الدخل المؤثر على مدخل البيانات D من الوصول إلى المخرج الطبيعى لمدة نبضة تزامن واحدة .

ويبين شكل (4 – 29) كيفية بناء دائرة قلاب D بأستعمال بوابات نفى و والرمز المنطقى بينما يبين شكل (4 – 30) العلاقة الزمنية بين مستويات دخل وخرج القلاب والذى يتضح منه الآتى :

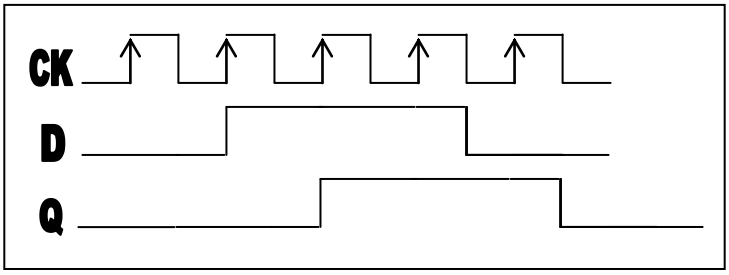
١ –ضرورة حدوث تغير المدخل D قبل حدوث نبضة التزامن CK بفترة زمنية كافية كى يتأثر المخرج Q بتغير المدخل .

٢ –تاخير ظهور البيانات الواردة للمدخل D على المخرج Q بمقدار نبضة تزامن واحدة .

٣ –ظهور العلامة " > " عند مدخل نبضات التزامن CK يعنى أن نقل البيانات من المدخل D إلى المخرج Q يبدأ عند حافة النبضة الموجبة التغير أى عند انتقال نبضة التزامن من المستوى المنخفض إلى المستوى العالى وبمجرد أن تصبح نبضة التزامن فى المستوى العالى على مدخل قلاب البدء عند حافة النبضة فأى تغير فى المدخل D لن يكون له تأثير على المخارج .



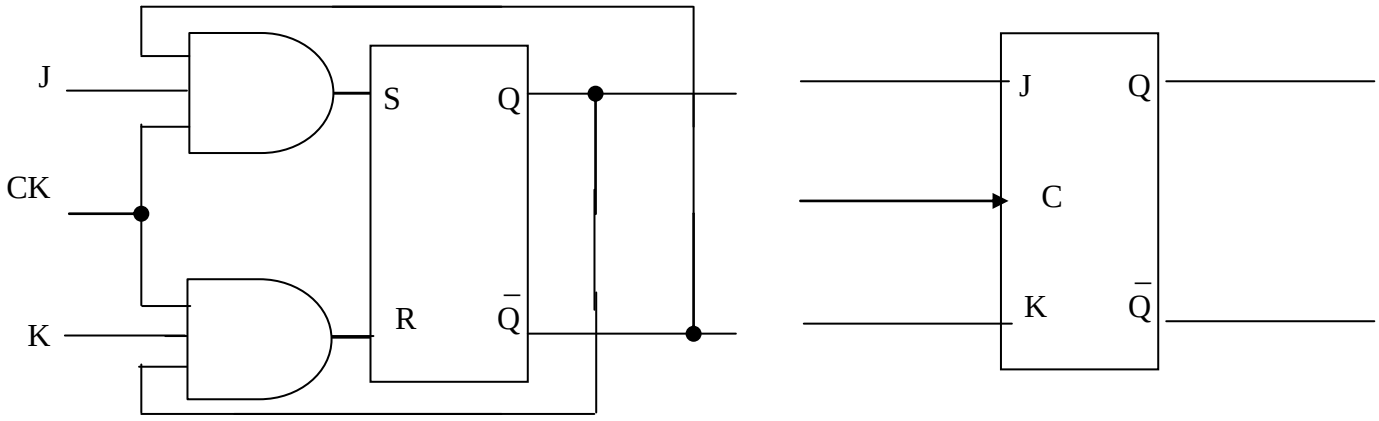
شكل (4–29)



شكل (4–30)

3- القلاب J – K :

شكل (4 – 31) يبين الرمز المنطقى والرسم لقلاب JK متزامن ويقوم هذا القلاب بجميع أعمال القلاب SR المتزامن يضاف إليها السماح بتحديد شروط الخرج عندما تكون المداخلJ , K عند المستوى المنطقى 1 وفى وجود نبضة التزامن عندئذ تتغير حالة الخرج . ويبين الرمز المنطقى ثلاثة مداخل (CK, J , K) المدخلان J , K هما مدخلا البيانات والمدخل CK هو مدخل نبضات التزامن .

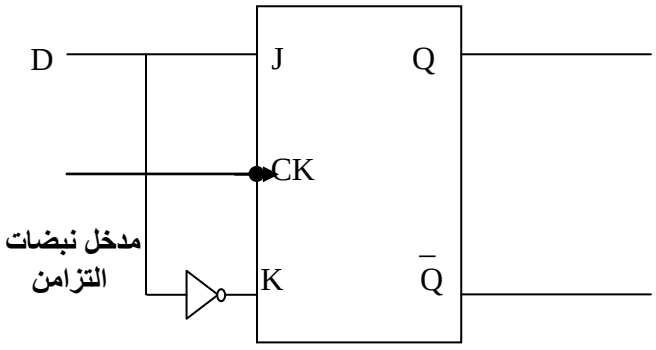


أ- الرمز المنطقي شكل (4-31) ب- الرسم المنطقي

ويبين السطر الأول فى جدول الحقيقة للقلاب JK حالة الأمساك أو عدم التغير بينما السطر الثانى حالة خمول أو المسح أو الحالة "O" فعندما تكون المداخل J = 0 , K = 1 وتصل نبضة التزامن إلى المدخل CK فإن القلاب يدخل فى الحالة الفعالة "O " (Q = 0) ويبين السطر الثالث الوضع فى الحالة الفعالة للقلاب JK فعندما يكون J = 1 , K = 0وتصل نبضة التزامن فإن المخرج Q يتغير إلى المستوى المنطقى 1 .

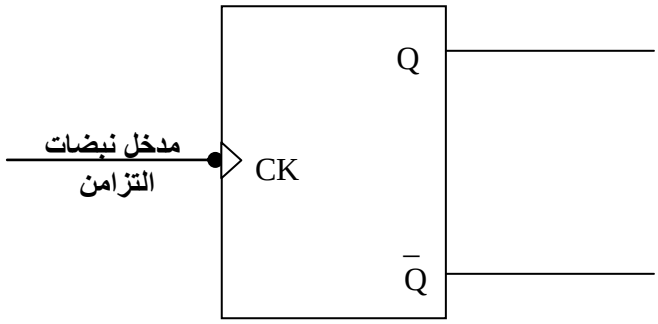
ويبين السطر الرابع حالة هامة من حالات القلاب JK تسمى وضع التبدل (Toggle) فعندما يكون كلا المدخلين J, K فى المستوى المنطقى العالى (1) فإن المخرج Q يصير فى الحالة العكسية عندما تصل نبضة التزامن إلى المدخل CK وبتكرار نبضات التزامن فإن المخرج Q يتبدل من المستوى العالى إلى المستوى المنخفض . وهكذا ويعتبر القلاب JK قلاب عام ممكن عمل قلاب D منه كمافى شكل (4 – 32)

وضع التشغيل	Tn		Tn+1
	J	K	Qn+1
وضع الإمساك (عدم التغيير)	0	0	Qn
وضع الخمول(حالة غير فعالة)	0	1	0
وضع التنشيط (حالة فعالة)	1	0	1
وضع التبديل	1	1	$\bar{Q}n$

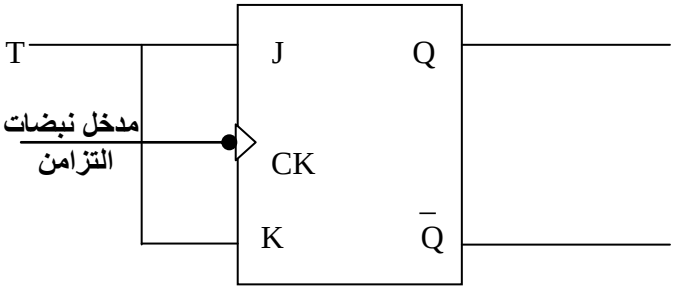


شكل (4-32) يبين توصيل قلاب JK ليعمل كقلاب D جدول الحقيقة للقلاب JK

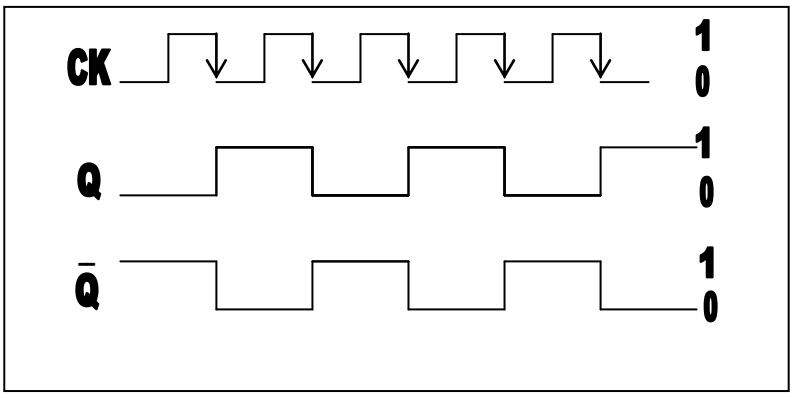
كما يمكن عمل قلاب متبدل (قلاب من نوع T) وذلك بربط المداخل J , K معًا وتوصيلهما بمستوى منطقى عالى مع تغذية المدخل CK بنبضات التزامن وباستمرار تدفق نبضات التزامن على المدخل CK تتبدل المخارج كما فى شكل (4 – 33) ويحدث التبديل على الطرف الهابط لنبضة التوقيت وهو ما يشير إليه العلامة <+- فى الرمز المنطقى بشكل (4–34) .



شكل (4–34)

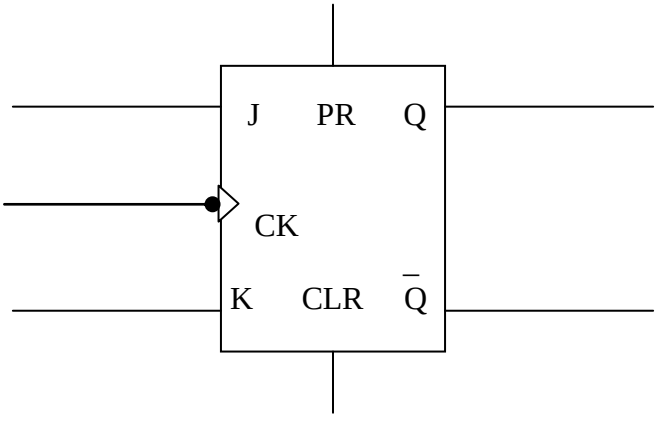


شكل (4–33)



شكل (4–35) يبين رسم بياني زمني لتغيير خرج قلاب متبدل مع مدخله

ويمكن أن يكون القلاب JK مداخل غير متزامنة إلى جانب المداخل المعتادة J , K CK فيمكن أن يكون للقلاب مدخل PR للضبط المسبق . وذلك لتغير المخرج Q بصورة غير متزامنة ليصبح " 1 " . كما يمكن أن يوجد للقلاب مدخل المسح CLR لمسح أو تغير المدخل Q ليصبح "O" كما هو موضح بالشكل (4–36) .

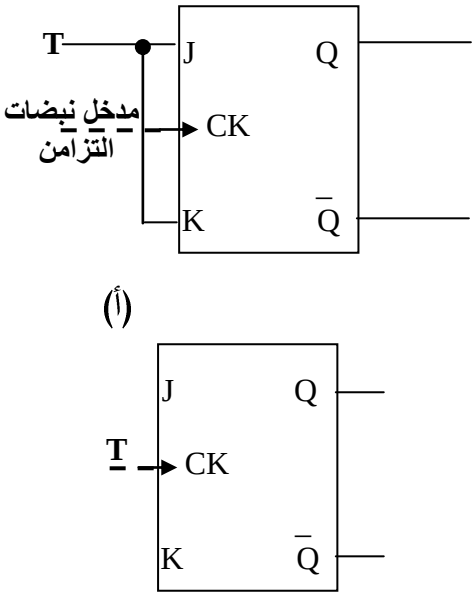


شكل (4–36)

ويمكن استخدام هذا القلاب الاخير كقلاب SR بتوصيل الاطراف الثلاثة J , K , CK بالمستوى المنخفض "O " واستعمال الاطراف CLR و PR كبديل للاطراف S , R فى القلاب SR

4- القلاب T :-

لقد أمكن تكوين القلاب T وهو قلاب متبدل (Toggle) من القلاب (J – k) حيث يعتبر قلاب عام .
والشكل (4–37 أ) يوضح كيفية توصيل القلاب (J – K) فى صورته المتبدلة .
حيث يلاحظ أن المدخل(J – K) يتم ربطهما معًا ببساطة وتوصيلهما بمستوى منطقى عالى(مستوى 1) ليحدث التبدل – أما إذا وصلنا بمستوى منطقى منخفض فتبقى (Q) كما هى . ويتم تغذية المدخل (CK) بنبضات التزامن .
وباستمرار تدفق نبضات التزامن على المدخل CK فإن المخارج ببساطة سوف تتبدل . فى حالة المستوى المنطقى العالى وتستخدم عملية التبديل بكثرة فى الدوائر المنطقية المتعاقبة .
ونظرًا لانتشارها الواسع فإن رمزًا خاصًا يستعمل فى بعض الأحيان للقلاب المتبدل من نوع T ويبين الشكل (4 – 37 ب) الرمز المنطقى للقلاب المتبدل والمدخل المفرد المميز بحرف T هو مدخل نبضات التزامن ويوضح السطر الرابع فى جدول الحقيقة الموضح بالشكل (4–38) حالة وضع التبدل وذلك عندما يكون كل من المدخلين (J – K) فى المستوى العالى فإن الخرج يصبح فى الحالة العكسية عندما تصل النبضة من المنخفض إلى العالى ثم إلى المنخفض ثم إلى العالى ، وهكذا حيث تسمى فكرة التغير من منخفض إلى عالى إلى منخفض إلى عالى (بالتبدل) حيث اشتق لفظ التبدل من طبيعة التبدل بين الفتح والاغلاق للمفتاح التبدلى (Toggle Switch) .



المخارج	المداخل	وضع التشغيل
Q Q	CK S R	
لا تتغير	0 0	وضع الإمساك
0 1	0 1	الوضع في الحالة0-الحالة غير فعالة
1 0	1 0	الوضع في الحالة1-الحالة الفعالة
1 1	1 1	وضع الخطر

(ب)

الشكل (4–38) الشكل (4–37)

أسئلـــةعلى الباب الرابع

س1 " عرف كل من المنطق الموجب والمنطق السالب .

س2: ارسم دائرة كهربية توضح طريقة عمل بوابة (و) AND مع رسم جدول الحقيقة لها .

س3: اشرح مع الرسم تركيب وطريقة عمل الدائرة الالكترونية لبوابة (و) AND .

س4: ارسم دائرة كهربية توضح طريقة عمل بوابة (أو) OR مع رسم الرمز الاصطلاحى لها وكذلك جدول الحقيقة لهذه الدائرة .

س5: اشرح موضحًا إجابتك بالرسم الدائرة الالكترونية لبوابة (أو) OR .

س6 ارسم دائرة كهربية توضح طريقة عمل بوابة العاكسى NOT موضحًا جدول الحقيقة لها.

س7: اشرح مع الرسم الدائرة الالكترونية لبوابة العاكسى NOT .

س8: مما تتركب بوابة (نفى و) NAND .اشرح موضحًا إجابتك بالرسم الدائرة الالكترونية لهذه البوابة .

س9: اشرح موضحًا إجابتك بالرسم الدائرة الالكترونية لبوابة (نفى أو) NOR موضحًا جدول الحقيقة لها .

س10: أ- لماذا أطلق على بوابة (X-OR) بوابة عدم التكافؤ .

ب- اشرح موضحًا إجابتك بالرسم تركيب وطريقة عمل هذه البوابة موضحًا جدول الحقيقة لها

س11: أ- ما هو الفرق بين بوابة (X- OR) وبوابة (X – NOR) من حيث التركيب .

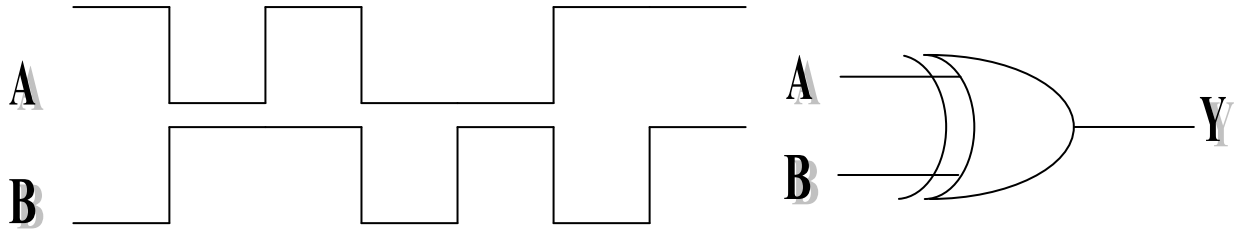
ب- اشرح موضحًا أجابتك بالرسم دائرة (X – NOR) موضحًا جدول الحقيقة لها .

س12: وضح بالرسم فقط كيف يمكن استخدام ثلاث بوابات NAND فقط للحصول على البوابات NOT – AND – OR .

س13: وضح بالرسم فقط كيف يمكن استخدام ثلاث بوابات NOR فقط للحصول على البوابات NOT – AND – OR .

س14: اكتب التعبير البولينى فى صورته المبسطة لبوابة (أو المنفردة) X- OR ذات الثلاثة مداخل ثم ارسم رمزها المنطقى واكتب جدول الحقيقة لها .

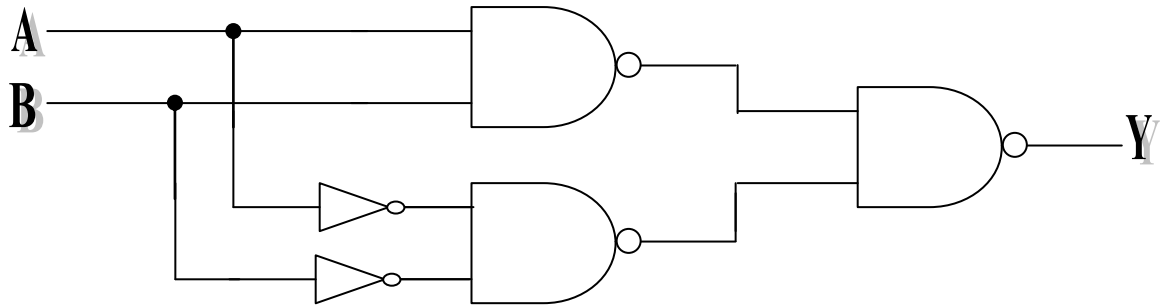
س15: كيف تبدو سلسلة النبضات الخارجة فى الشكل المبين من بوابة (أو المنفردة) X- OR إذا كانت نبضات المداخل B و A كما هى موضحة بالرسم .



16: اكتب جدول الحقيقة للتعبير البولينى المبين وارسم الدائرة المنطقية لها . ماذا تستنتج من خرج الدائرة بجدول الحقيقة .

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

س17: اكتب التعبير البولينى وجدول الحقيقة للدائرة المنطقية الموضحة بالشكل .



س18: ارسم قلاب متزامن SR باستخدام بوابات (نفى و) .

س19: استنتج الرمز المنطقى للقلاب D من الرمز المنطقى للقلاب SR المتزامن .

س20: ارسم الرمز المنطقى لقلاب JK وبين بالرسم كيف تشتقه من قلاب SR .

س21: أ- اكتب جدول الحقيقة لقلب JK .

ب- اذكر أوضاع تشغيل القلاب JK .

س22: بين بالرسم فقط كيف يمكنك عمل قلاب D وقلاب T من قلاب JK .

س23: باستعمال بوابات (نفى و) بين كيف يمكنك تكوين قلاب بيانات D .