الفصل الثالث

٣

البوابات المنطقية

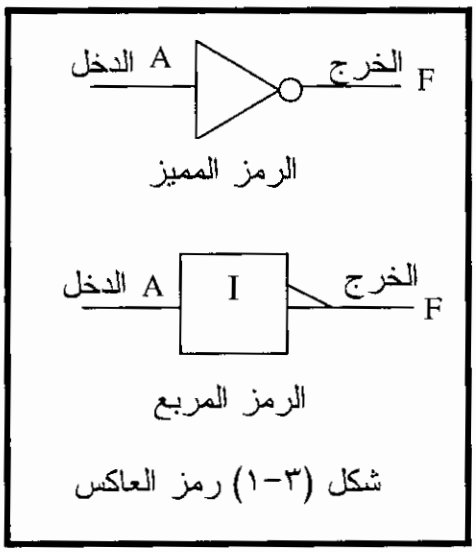
Logic Gates

٣-١ مقدمة

بعد أن درسنا أنظمة العد فى الفصل السابق سنقوم بالشرح التفصيلى لكل بوابة من البوابات المنطقية الشهيرة من حيث جدول الحقيقة لهذه البوابة والرمز القياسى لكل منها المستخدم فى المراجع مع بعض التطبيقات البسيطة لكل بوابة وشرح لبعض الشرائح المتاحة فى السوق والتى تحقق هذه البوابة . سيعقب هذه الفصل فصل كامل عن الجبر المنطقى الذى يشرح أهم قوانين هذا النوع من الجبر . كما سنرى ، فإن البوابات المنطقية تعتبر أحجار البناء لأى نظام رقمى لذلك لزم أن نفرد لها هذا الفصل بالكامل . البوابات التى سندرسها فى هذا الفصل هى كالتالى : بوابة النفى NOT gate ، بوابة الأند AND gate ، بوابة الأور OR gate ، بوابة الناند NAND gate ، بوابة النور NOR gate ، بوابة الإكس أور XOR gate .

٣-٢ بوابة النفى NOT gate

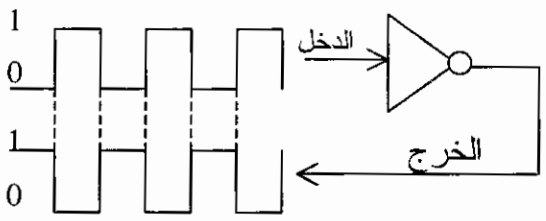
بوابة النفى أو العاكس تقوم بعكس الدخل ووضعه على الخرج . لذلك فإنه إذا كان الدخل يساوى واحد فإن الخرج يكون صفر ، وإذا كان الدخل يساوى صفر فالخرج يكون واحد . شكل (٣-١) يبين الرمز المنطقى للعاكس . هناك نظامان لرسم الرمز المنطقى لأى بوابة منطقية والنظامان يستخدمان فى كل المراجع تقريبا . فى النظام الأول يكون هناك شكل مميز لكل بوابة يميزها عن البوابات الأخرى كما سنرى وسنطلق عليه الرمز المميز . فى النظام الثانى تأخذ جميع البوابات الشكل المربع ويتم وضع حرف معين داخل المربع يميز كل بوابة عن الأخرى . فى شكل (٣-١) الرمز المميز لبوابة العاكس هو المثلث ودائرة صغيرة فى الخرج . بينما الرمز المربع عبارة عن مربع بداخله حرف I الكبير ومثلث فى الخرج كما فى شكل (٣-١) . فى هذا الكتاب سنستخدم كل من النظامين فى رسم رموز البوابات . دائما سنعتبر الدخل للدائرة المنطقية من ناحية اليسار والخرج من ناحية اليمين إلا فى بعض المواضع التى يصعب معها ذلك . شكل (٣-٢) يبين جدول الحقيقة للعاكس . التعبير عن عملية العكس لأى متغير منطقى يكون بوضع خط فوق المتغير كالتالى : $X=\overline{A}$ وهذا يعنى أن المتغير X يساوى معكوس المتغير A . شكل (٣-٣) يبين موجة داخلة إلى العاكس والخرج الناتج وذلك كمثال على عمل العاكس .



شكل (٣-١) رمز العاكس

الدخل	الخرج
1	0
0	1

شكل (٣-٢) جدول الحقيقة للعاكس

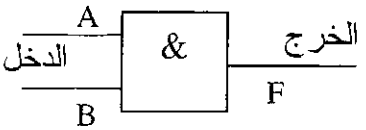


شكل (٣-٣) مثال لعملية عكس إشارة

التطبيقات على استخدام العاكس كثيرة ومتعددة فالعاكس تقريبا من أكثر البوابات المنطقية استخداما حيث لا تخلو دائرة منطقية من عاكس أو أكثر كما سنرى فى الفصول القادمة من هذا الكتاب .

٣-٣ البوابة آند AND gate

الرمز المميز



الرمز المربع

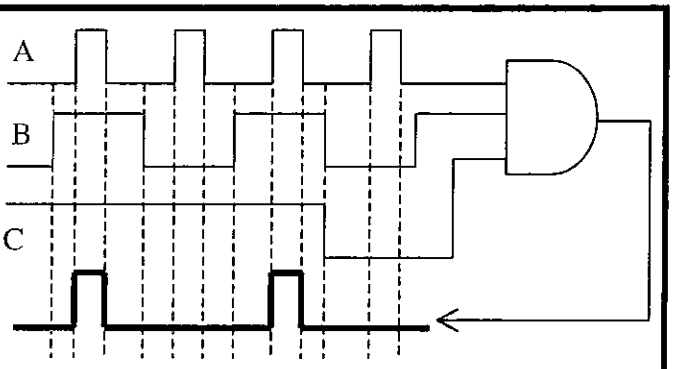
شكل (٣-٤) رمز البوابة آند

بوابة الآند واحدة من البوابات الأساسية التى تستخدم فى بناء الكثير من الدوال والأنظمة الرقمية . بوابة الآند يكون لها دخلان أو أكثر وهى تقوم بعملية الضرب المنطقى على هذه المداخل ووضعها على الخرج الوحيد . لذلك فإن خرج هذه البوابة يكون واحد فى حالة واحدة فقط وهى عندما تكون كل المداخل تساوى وحايد ، ويكون الخرج صفر فى كل الحالات الأخرى التى يكون فيها أى واحد من المداخل أو كل المداخل تساوى أصفارا . شكل (٣-٤) يبين الرمز المميز والرمز المربع لهذه البوابة . لاحظ وجود الحرف & الدال على نوع هذه البوابة فى داخل الرمز المربع . شكل (٣-٥) يبين جدول الحقيقة لبوابة آند لها ٣ مداخل . جدول الحقيقة لأى دائرة أو بوابة منطقية يعطى قيمة الخرج عند جميع القيم الممكنة لكل المداخل . فإذا كان هناك ٣ مداخل مثلا فإن جدول الحقيقة سيتكون من $٨=^{٣}٢$ حالة كما فى شكل (٣-٥) . التعبير عن خرج بوابة الآند كدالة فى الدخل يكون كالتالى : F=ABC وذلك للبوابة ذات الثلاث مداخل . شكل (٣-٦) يبين الإشارة الزمنية على كل واحد من المداخل الثلاثة لبوابة آند والخرج المقابل . لاحظ أن الخرج فى هذا الشكل لا يكون واحد إلا إذا كان الثلاثة مداخل A وB و C كلها وحايد فى نفس الوقت .

الدخـــل			الخـــرج
A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

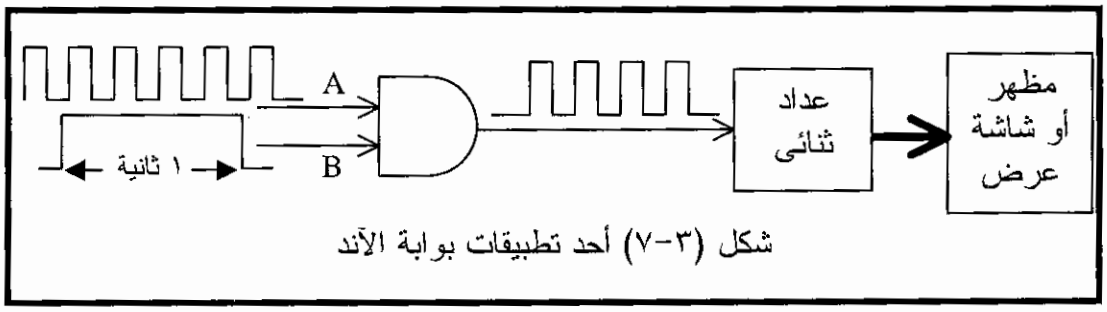
شكل (٣-٥) جدول الحقيقة لبوابة آند

من التطبيقات الشائعة لبوابة الآند هى استخدامها كمفتاح . بوابة الآند ذات الدخلين يمكن النظر إليها على أنه إذا كان أحد الدخلين يساوى صفر فإن الخرج يساوى صفر أيضا ، بينما إذا كان أحد الدخلين يساوى واحد فإن الخرج يساوى الدخل الآخر . أى أن أحد الدخلين يكون بمثابة مفتاح إما أنه يمنع الدخل الآخر من المرور إلى الخرج فيكون الخرج بصفر ، أو يجعل الدخل الآخر يمر إلى الخرج . شكل (٣-٧) يبين استخدام هذه الفكرة فى عمل عداد يقوم بعد النبضات فى فترة زمنية محددة ولتكن ثانية مثلا لبيان تردد هذه النبضات . فى هذا الدائرة تم وضع نبضة عرضها ثانية على أحد الدخلين ، والنبضات المراد عدها على الدخل الآخر لبوابة الآند . خرج بوابة الآند أخذ كدخل للعداد كما فى شكل (٣-٧) . لاحظ أن النبضات المراد قياس ترددها مرت إلى خرج الآند فى أثناء الواحد ثانية التى كان فيها الدخل الآخر يساوى واحد . عادة يطلق على الطرف B كما فى شكل (٣-٧) بأنه طرف تنشيط Enable للطرف A . أى أن الإشارة على الطرف



شكل (٣-٦) مثال لبوابة آند ذات ٣ مداخل

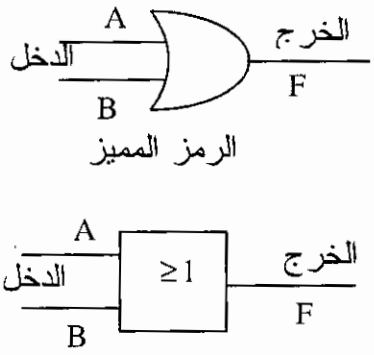
A لن تمر إلى الخرج إلا إذا سمح لها الطرف B بالمرور وذلك عندما يكون الطرف B نشط أى يساوى واحد . التعبير عن خرج بوابة الآند كدالة فى الدخل يكون كالتالى : F=ABC وذلك للبوابة ذات الثلاث مداخل .



شكل (٣-٧) أحد تطبيقات بوابة الآند

٣-٤ البوابة أور OR gate

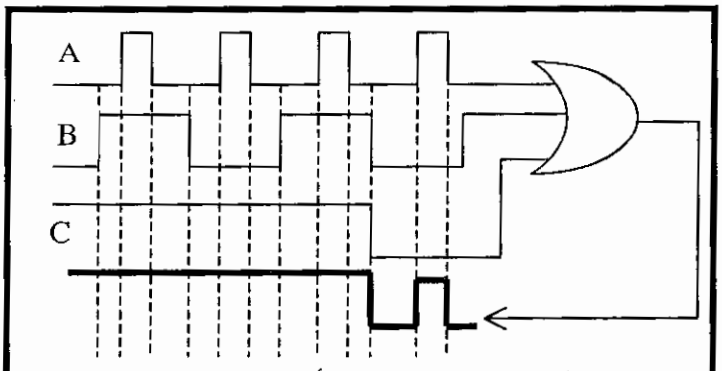
بوابة الأور أيضا واحدة من البوابات الأساسية التى تستخدم فى بناء الكثير من الدوال والأنظمة الرقمية كما سنرى . بوابة الأور يكون لها دخلان أو أكثر وهى تقوم بعملية الجمع المنطقى على هذه المداخل ووضعها على الخرج الوحيد . لذلك فإن خرج هذه البوابة يكون صفر فى حالة واحدة فقط وهى عندما تكون كل المداخل تساوى أصفار ، ويكون الخرج واحد فى كل الحالات الأخرى التى يكون فيها أى واحد من المداخل أو كل المداخل تساوى وحايد . شكل (٣-٨) يبين الرمز المميز والرمز المربع لهذه البوابة . لاحظ وجود الحرف ≥1 الدال على نوع هذه البوابة فى داخل الرمز المربع . شكل (٣-٩) يبين جدول الحقيقة لبوابة أور لها ٣ مداخل .



شكل (٣-٨) رمز البوابة أور

الدخـــل			الخـــرج
A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

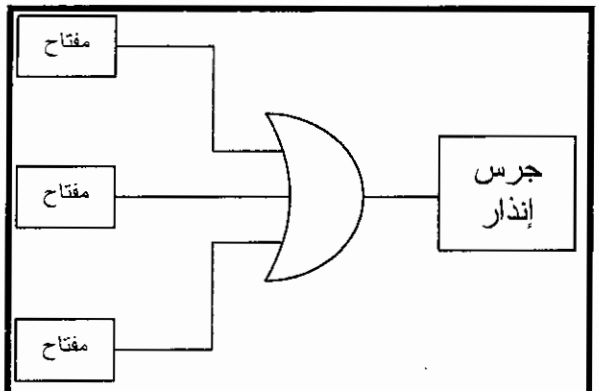
شكل (٣-٩) جدول الحقيقة لبوابة أور



شكل (٣-١٠) مثال لبوابة أور ذات ٣ مداخل

التعبير عن خرج بوابة الأور كدالة فى الدخل يكون كالتالى : F=A+B+C وذلك للبوابة ذات الثلاث مداخل . شكل (٣-١٠) يبين الإشارة الزمنية على كل واحد من المداخل الثلاثة لبوابة أور والخرج المقابل . لاحظ أن الخرج فى هذا الشكل يكون واحد إذا كان أى واحد من الثلاثة

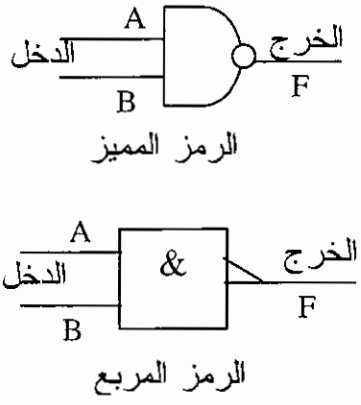
مداخل A أوB أو C يساوى واحد . من التطبيقات البسيطة لبوابة الأور استخدامها فى دوائر الحراسة البسيطة حيث يتم تركيب مفتاح على كل باب أو شباك مطلوب مراقبته ، وهذه المفاتيح تكون مفتوحه دائما (صفر) وبذلك يكون خرج الأور يساوى صفر . عند دخول الحرامى من أى باب فإنه يقفل هذا المفتاح ويجعله واحد ، وبذلك يصبح خرج البوابة يساوى واحد ويضرب جرس الإنذار . شكل (٣-١١) يبين رسم صندوقى لهذا النظام .



شكل (٣-١١) أحد تطبيقات بوابة الأور

٣-٥ البوابة ناند NAND gate

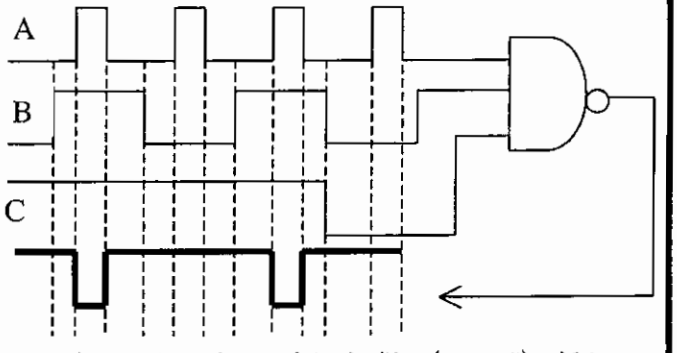
بوابة الناند واحدة من البوابات التى تستخدم بكثرة فى بناء الكثير من الدوال والأنظمة الرقمية كما سنرى حيث يمكن بناء النظام بالكامل باستخدام هذه البوابة ، وسنرى أيضا كيفية الحصول كل من بوابات الآند والأور والعاكس باستخدام بوابة الناند وذلك فى الفصل القادم . بوابة الناند يكون لها دخلان أو أكثر وهى تقوم بعملية الضرب المنطقى على هذه المداخل ثم عكسها ووضعها على الخرج الوحيد . إن ذلك يعنى أنها عبارة عن بوابة آند متبوعة بعاكس . لذلك فإن خرج هذه البوابة يكون صفر فى حالة واحدة فقط وهى عندما تكون كل المداخل تساوى وحايد ، ويكون الخرج واحد فى كل الحالات الأخرى التى يكون فيها أى واحد من المداخل أو كل المداخل تساوى أصفار .



شكل (٣-١٢) رمز البوابة ناند

الدخـــل			الخـــرج
A	B	C	F
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

شكل (٣-١٣) جدول الحقيقة لبوابة ناند



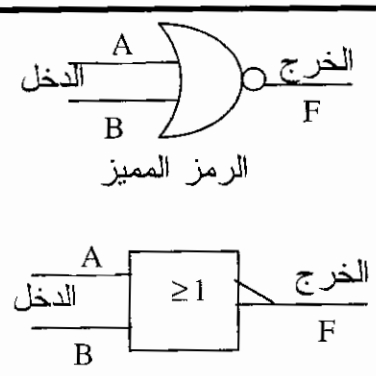
شكل (٣-١٤) مثال لبوابة ناند ذات ٣ مداخل

شكل (٣-١٢) يبين الرمز المميز والرمز المربع لهذه البوابة . شكل (٣-١٣) يبين جدول الحقيقة لبوابة ناند لها ٣ مداخل . شكل (٣-١٤) يبين الإشارة الزمنية على كل واحد من

المداخل الثلاثة لبوابة الناند والخرج المقابل . التعبير عن خرج بوابة الناند كدالة فى الدخل يكون كالتالى : $F=\overline{ABC}$ وذلك للبوابة ذات الثلاث مداخل .

٣-٦ البوابة نور NOR gate

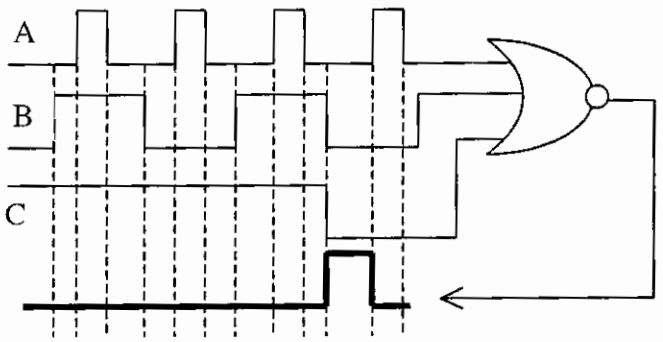
بوابة النور واحدة أيضا من البوابات التى تستخدم بكثرة فى بناء الكثير من الدوال والأنظمة الرقمية كما سنرى حيث يمكن بناء النظام بالكامل باستخدام هذه البوابة ، وسنرى أيضا كيفية الحصول على كل من بوابات الآند والأور والعاكس باستخدام بوابة النور وذلك فى الفصل القادم . بوابة النور يكون لها دخلان أو أكثر وهى تقوم بعملية الجمع المنطقى على هذه المداخل ثم عكسها ووضعها على الخرج الوحيد . إن ذلك يعنى أنها عبارة عن بوابة أور متبوعة بعاكس . لذلك فإن خرج هذه البوابة يكون واحد فى حالة واحدة فقط وهى عندما تكون كل المداخل تساوى أصفار ، ويكون الخرج صفر فى كل الحالات الأخرى التى يكون فيها أى واحد من المداخل أو كل المداخل تساوى وحايد .



شكل (٣-١٥) رمز البوابة نور

الدخـــل			الخـــرج
A	B	C	F
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

شكل (٣-١٦) جدول الحقيقة لبوابة نور



شكل (٣-١٧) مثال لبوابة نور ذات ٣ مداخل

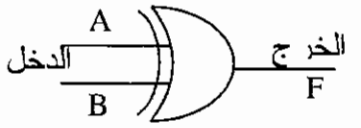
شكل (٣-١٥) يبين الرمز المميز والرمز المربع لهذه البوابة . شكل (٣-١٦) يبين جدول الحقيقة لبوابة نور لها ٣ مداخل . شكل (٣-١٧) يبين الإشارة الزمنية على كل واحد من المداخل الثلاثة لبوابة النور والخرج المقابل . التعبير عن خرج بوابة النور كدالة فى الدخل يكون كالتالى : $F=\overline{A+B+C}$ وذلك للبوابة ذات الثلاث مداخل .

٣-٧ البوابة إكس أور XOR gate

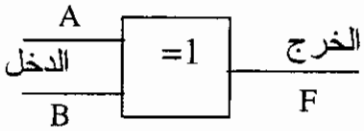
البوابة إكس أور Exclusive OR, XOR عبارة عن تركيبة من البوابات السابقة الأساسية ، ونظرا لكثرة استخدامها فى الكثير من التطبيقات فقد تم إفراد رمز لها واستخدامها كبوابة منفصلة . هذه البوابة ليس لها إلا دخلان فقط ويكون خرجها واحد إذا كان الدخلان مختلفان ، ويكون خرجها صفر إذا كان الدخلان متساويان . شكل (٣-١٨) يبين الرمز المميز والرمز المربع لهذه البوابة . شكل (٣-١٩) يبين جدول الحقيقة لبوابة الإكس أور .

٣-٨البوابة إكس نور XNOR gate

هذه البوابة تعمل بطريقة عكسية للبوابة إكس أور . أى أن الخرج يكون واحد إذا كان الدخلان متساويان ويكون الخرج صفر إذا كان الدخلان مختلفان . شكل (٣-٢٠) يبين الرمز المميز والرمز المربع لهذه البوابة ، وشكل (٣-٢١) يبين جدول الحقيقة لها .



الرمز المميز

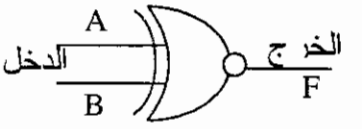


الرمز المربع

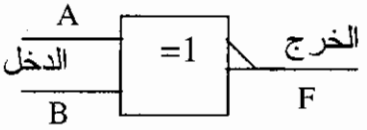
شكل (٣-١٨) رمز البوابة إكس أور

الخـــــرج	الدخـــــل	
F	B	A
0	0	0
1	1	0
1	0	1
0	1	1

شكل (٣-١٩) جدول الحقيقة لبوابة الإكس أور



الرمز المميز



الرمز المربع

شكل (٣-٢٠) رمز البوابة إكس نور

الخـــــرج	الدخـــــل	
F	B	A
1	0	0
0	1	0
0	0	1
1	1	1

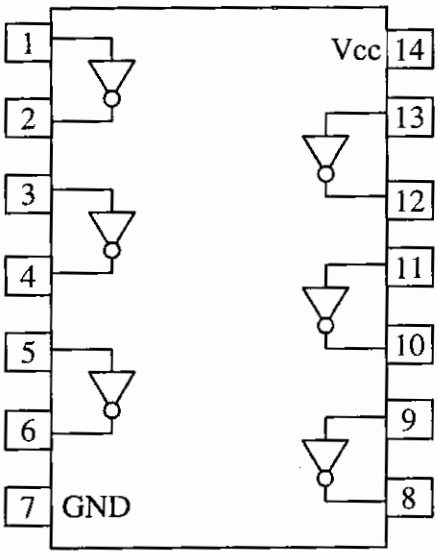
شكل (٣-٢١) جدول الحقيقة لبوابة الإكس نور

٣-٩ شرائح العكس Inverter chips

من الشرائح التى تستخدم كعاكس ، الشريحة 7404 وإصداراتها 74LS04 و 74S04 وكلها تحتوى عدد ٦ من العواكس كما فى شكل (٣-٢٢) . زمن التأخير للشريحة 7404 هو ١٠ نانوثانية وتيار القدرة لها هو ١٢ ميللى أمبير . بالنسبة للشريحة 74LS04 زمن التأخير هو ٩،٥ نانوثانية وتيار القدرة ٢،٤ ميللى أمبير ، بالنسبة للشريحة 74S04 فإن زمن التأخير يساوى ٣ نانوثانية بينما تيار القدرة هو ٢٢ ميللى أمبير .

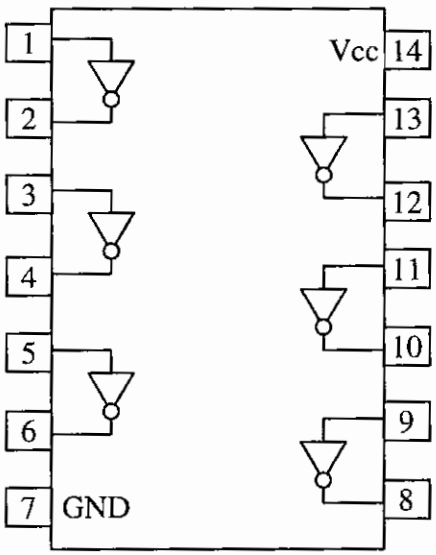
الشريحة 7405 تحتوى أيضا ٦ عواكس وهى متطابقة تماما من حيث الأطراف مع الشريحة 7404 سوى أن مخارج العواكس فى هذه الشريحة مأخوذة من خلال ترانزستور مفتوح المجمع open collector . معنى ذلك أنه لابد من توصيل خرج هذه العواكس على مصدر القدرة من خلال مقاومة ٤،٥ كيلوأوم تقريبا لكى تعمل بالطريقة الصحيحة . شكل (٣-٢٣) يبين الرسم الطرفى لهذه الشريحة . زمن التأخير للشريحة 7405 هو ٤٠ نانوثانية وتيار القدرة

لها هو ١٢ ميللى أمبير . هذه الشريحة توجد أيضا فى أكثر من إصدار . بالنسبة للشريحة 74LS05 زمن التأخير هو ١٧ نانوثانية وتيار القدرة ٢،٤ ميللى أمبير ، بالنسبة للشريحة 74S05 فإن زمن التأخير يساوى ٥ نانوثانية بينما تيار القدرة هو ٢٠ ميللى أمبير .



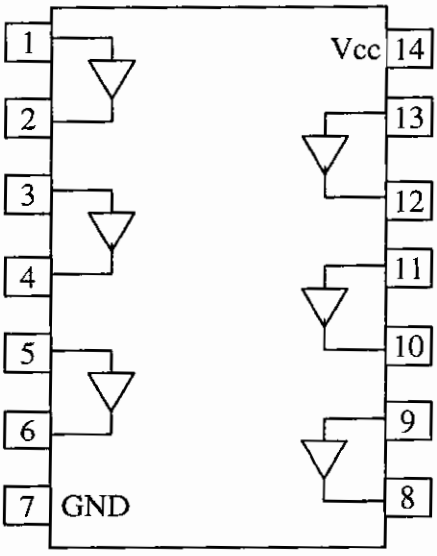
7405

شكل (٣-٢٣) الشريحة ٧٤٠٥ ، ٦ عواكس بمجمع مفتوح



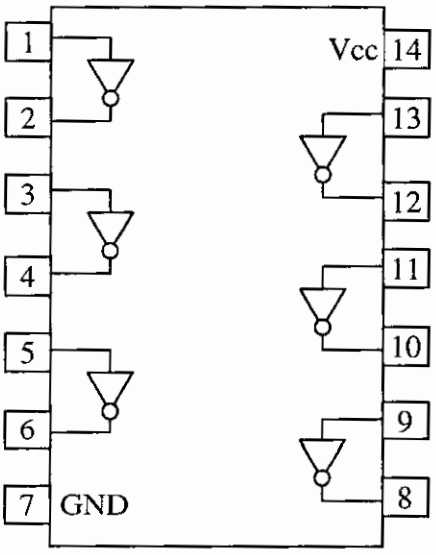
7404

شكل (٣-٢٢) الشريحة ٧٤٠٤ المكونة من ٦ عواكس



7407, 7417

شكل (٣-٢٥) الشريحة ٧٤٠٧ و ٧٤١٧ ، ٦ دافع تيار بمجمع مفتوح



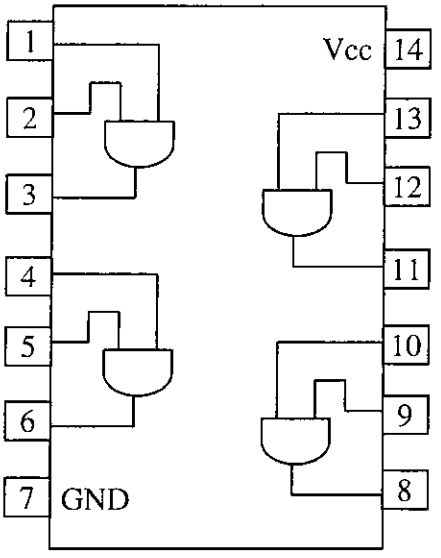
7406, 7416

شكل (٣-٢٤) الشريحة ٧٤٠٦ و ٧٤١٦ ، ٦ عواكس بمجمع مفتوح

هناك أيضا الشريحة ٧٤٠٦ وهى متطابقة تماما مع سابقتيها من حيث الأطراف وهى أيضا تحتوى عواكس ذات مجمع مفتوح وهى موضحة فى شكل (٣-٢٤) . شكل (٣-٢٥) يبين الشريحة ٧٤٠٧ وهى تحتوى ٦ دافع للتيار كل منها ذات مجمع مفتوح ولكنها غير عاكسة كما فى الشكل . الشريحة ٧٤١٦ تحتوى أيضا ٦ عواكس مفتوحة المجمع مثل الشريحة ٧٤٠٦ ومتطابقة تماما معها . الشريحة ٧٤١٧ تحتوى ٦ دافع تيار مثل الشريحة ٧٤٠٧ تماما كما فى شكل (٣-٢٤) وشكل (٣-٢٥) .

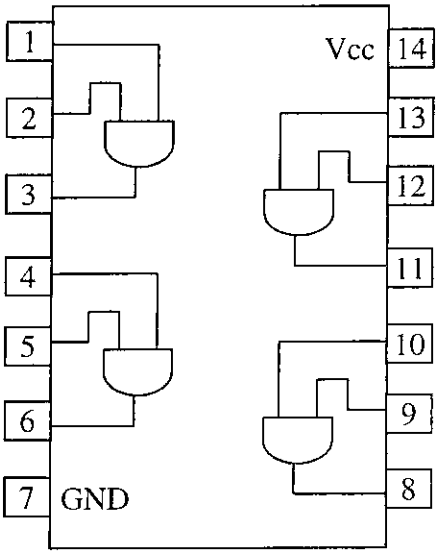
٣-١٠ شرائح الآند AND gate chips

شكل (٣-٢٦) يبين الشريحة ٧٤٠٨ التى تحتوى ٤ بوابات آند كل منها ذات دخلين . هناك الإصدارات 74LS08 و 74S08 من هذه الشريحة أيضا . شكل (٣-٢٧) يبين الشريحة ٧٤٠٩ التى تحتوى أيضا ٤ بوابات آند ولكن خرج كل بوابة مأخوذ من خلال ترانزستور مفتوح المجمع open collector . شكل (٣-٢٨) يبين الشريحة ٧٤١١ التى تحتوى ثلاث بوابات آند ثلاثية المداخل ، وشكل (٣-٢٩) يبين الشريحة ٧٤١٥ التى تحتوى ثلاث بوابات آند أيضا ثلاثية المداخل ذات مجمع مفتوح . شكل (٣-٣٠) يبين الشريحة ٧٤٢١ التى تحتوى بوابتان آند رباعية المداخل .



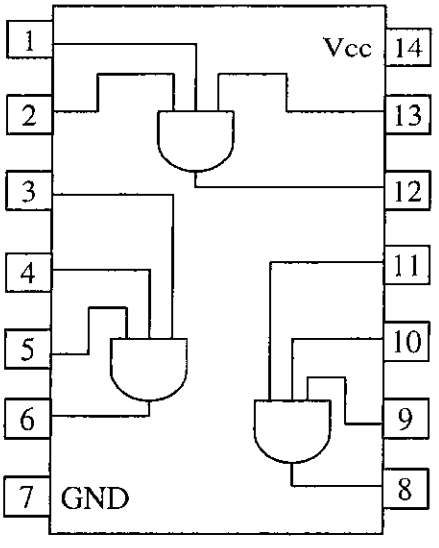
7408

شكل (٣-٢٦) الشريحة
٧٤٠٨ ، ٤ بوابات آند



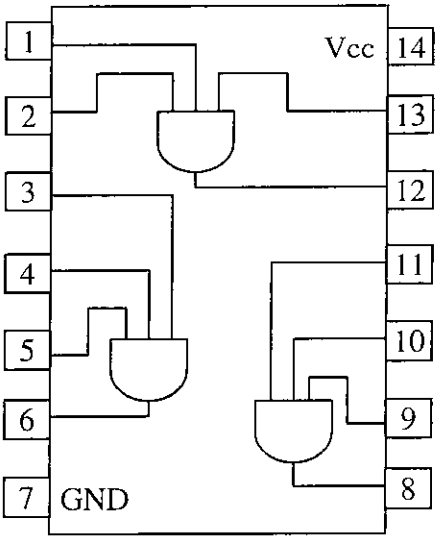
7409

شكل (٣-٢٧) الشريحة ٧٤٠٩ ،
٤ بوابات آند بمجمع مفتوح



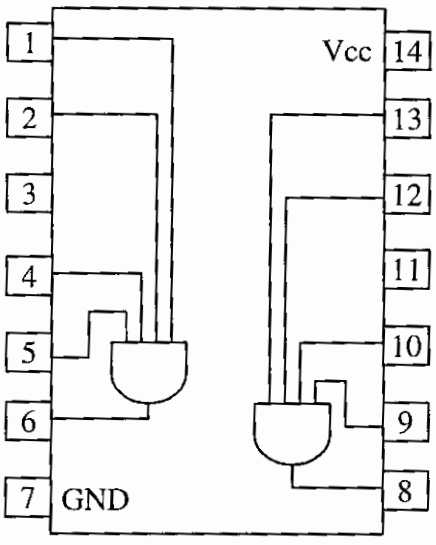
7411

شكل (٣-٢٨) الشريحة ٧٤١١
ثلاث بوابات آند ثلاثية المداخل



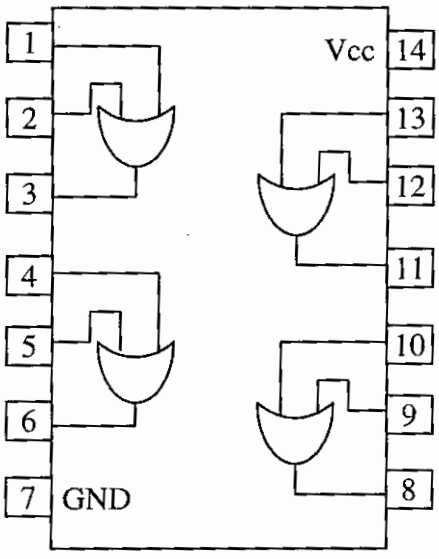
7415

شكل (٣-٢٩) الشريحة ٧٤١٥ ثلاث
بوابات آند ثلاثية المداخل مجمع مفتوح



7421

شكل (٣-٣٠) الشريحة ٧٤٢١
بوابتان آند رباعية المداخل



7432

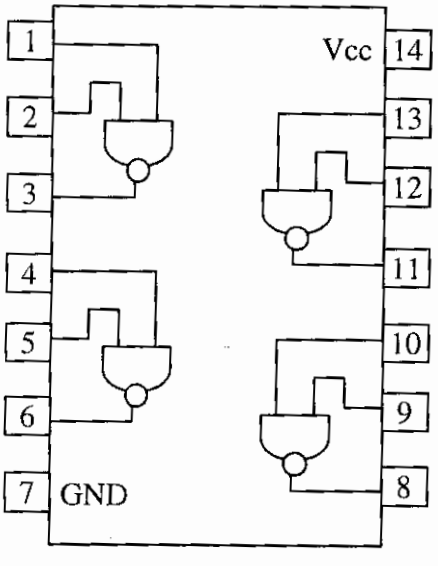
شكل (٣-٣١) الشريحة ٧٤٣٢ ، ٤
بوابات أور ثنائية المداخل

٣-١١ شرائح الأور OR gate chips

شكل (٣-٣١) يبين الشريحة ٧٤٣٢ التى تحتوى ٤ بوابات أور ثنائية المداخل .

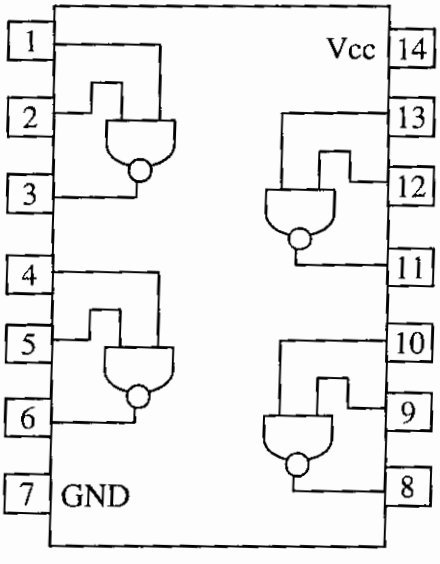
٣-١٢ شرائح الناند NAND gate chips

شكل (٣-٣٢) يبين الشريحة ٧٤٠٠ والشريحة ٧٤٣٧ التى تحتوى كل منها على ٤ بوابات ناند ثنائية المداخل . شكل (٣-٣٣) يبين الشرائح ٧٤٠٣ و ٧٤٢٦ و ٧٤٣٨ التى تحتوى كل منها على ٤ بوابات ناند ثنائية المداخل ومفتوحة المجمع .



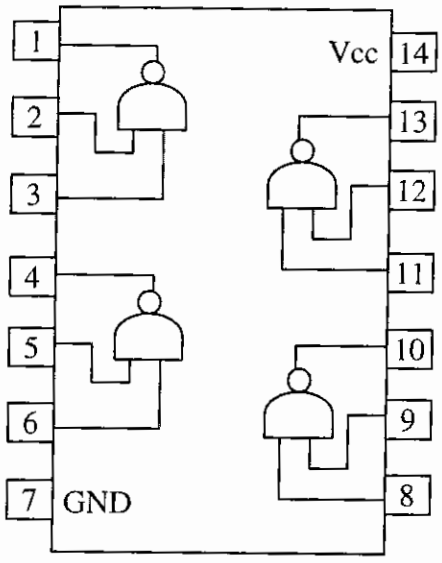
7400, 7437

شكل (٣-٣٢) الشريحة ٧٤٠٠ و
٧٤٣٧ ، ٤ بوابات ناند ثنائية المداخل



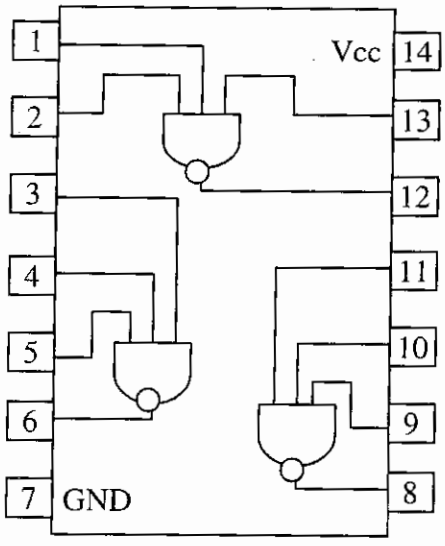
7403, 7426, 7438

شكل (٣-٣٣) الشريحة ٧٤٠٣ و
٧٤٢٦ و ٧٤٣٨ أربع بوابات ناند
مفتوح المجمع ثنائية المداخل



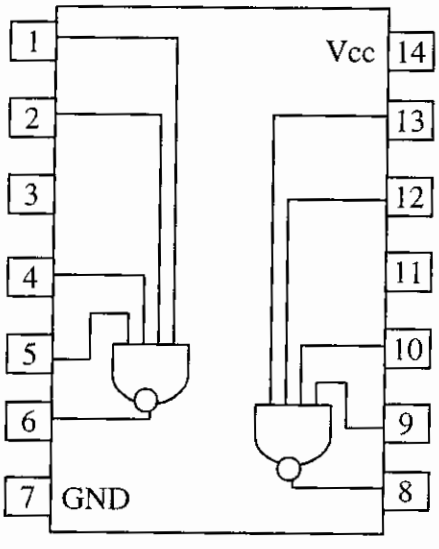
7401, 7439

شكل (٣-٣٤) الشريحة ٧٤٠١ و ٧٤٣٩ ،
٤ بوابات ناند مفتوح المجمع ثنائية المداخل



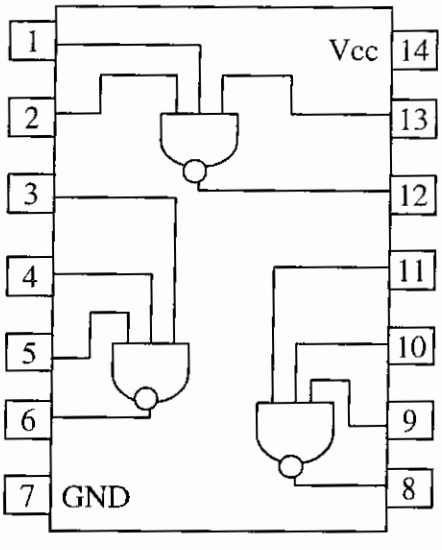
7410

شكل (٣-٣٥) الشريحة ٧٤١٠
ثلاث بوابات ناند ثلاثية المداخل



7420, 7440

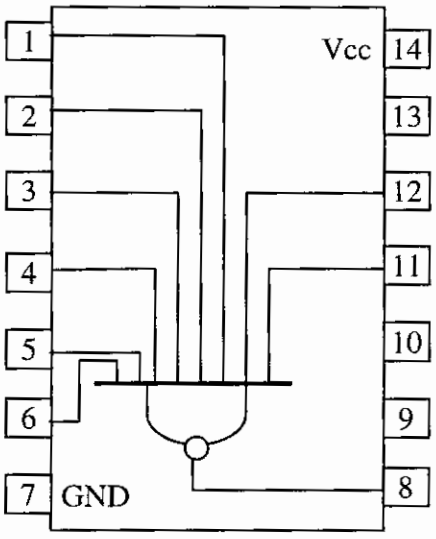
شكل (٣-٣٦) الشريحة ٧٤٢٠ و
٧٤٤٠بوابتان ناند رباعية المداخل



7412

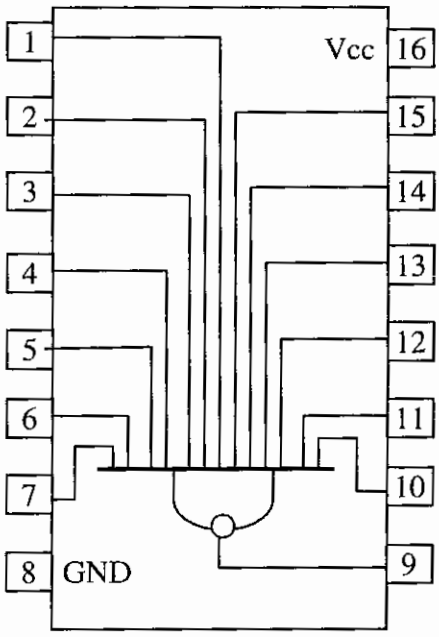
شكل (٣-٣٧) الشريحة ٧٤١٢ ثلاث
بوابات ناند ثلاثية المداخل مفتوح المجمع

شكل (٣-٣٤) يبين الشريحة ٧٤٠١ والشريحة ٧٤٣٩ التى تحتوى كل منها على ٤ بوابات ناند ثنائية المداخل مفتوحة المجمع . شكل (٣-٣٥) يبين الشريحة ٧٤١٠ التى تحتوى ٣ بوابات ناند ثلاثية المداخل ، وشكل (٣-٣٦) يبين الشريحة ٧٤٢٠ والشريحة ٧٤٤٠ التى تحتوى كل منها على بوابتان ناند رباعية المداخل . شكل (٣-٣٧) يبين الشريحة ٧٤١٢ التى تحتوى ٣ بوابات ناند ثلاثية المداخل ولكنها مفتوحة المجمع .



7430

شكل (٣-٣٨) الشريحة ٧٤٣٠
بوابة ناند ثمانية المداخل

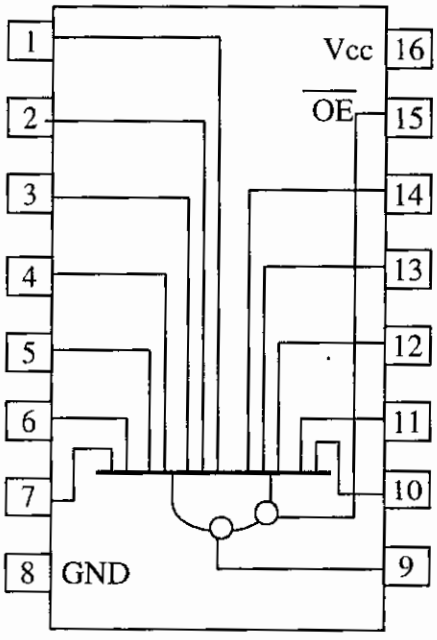


74133

شكل (٣-٣٩) الشريحة ٧٤١٣٣
بوابة ناند ذات ١٣ دخل

شكل (٣-٣٨) يبين الشريحة ٧٤٣٠ التى تحتوى بوابة ناند ثمانية المداخل . لاحظ فى هذه الشريحة أن الأطراف ٩ و ١٠ و ١٣ غير مستخدمة . شكل (٣-٣٩) يبين الشريحة ٧٤١٣٣ التى تحتوى بوابة ناند واحدة ذات ١٣ مدخلا .

شكل (٣-٤٠) يبين الشريحة ٧٤١٣٤ التى تحتوى بوابة ناند ذات ١٢ مدخلا ولها طرف تنشيط هو الطرف ١٥ . عند تنشيط هذا الطرف $\overline{OE}$ بجعله يساوى صفر تعمل البوابة بالطريقة العادية . عند إخماد هذا الطرف بجعله يساوى واحد فإن خرج البوابة يكون مفتوح أو مقاومة عالية جدا high impedance . هذه الظاهرة تستخدم بكثرة مع دوائر التقابل مع الحاسب والمعالجات .



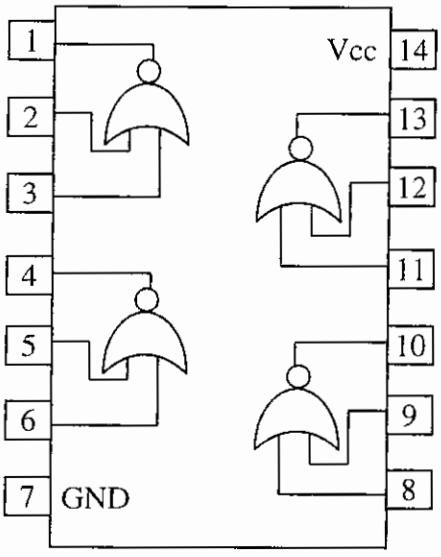
74134

شكل (٣-٤٠) الشريحة ٧٤١٣٤ بوابة
ناند ذات ١٢ دخل بخرج ثلاثى المنطق

٣-١٣ شرائح النور NOR gate chips

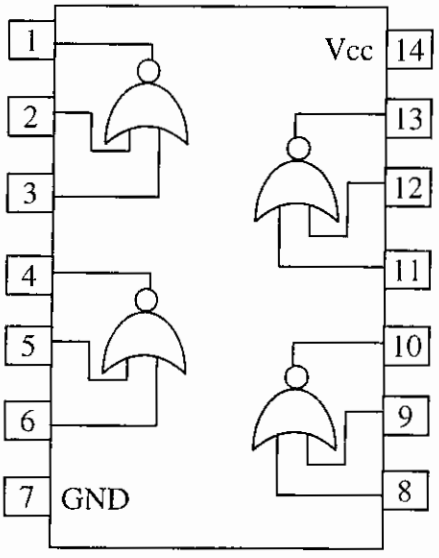
الأشكال (٣-٤١) حتى (٣-٤٤) تحتوى صورا متعددة للبوابة نور من حيث عدد المداخل وهل الخرج على مجمع مفتوح أم لا وكل شكل يوضح ذلك . الشريحة ٧٤٢٥ تحتوى بوابتان

نور رباعية المداخل ولكن لكل بوابة طرف تشغيل بحيث أن خرج أى بوابة لن يتغير على حسب الدخل إلا إذا كان طرف التشغيل نشط ، أى يساوى واحد .



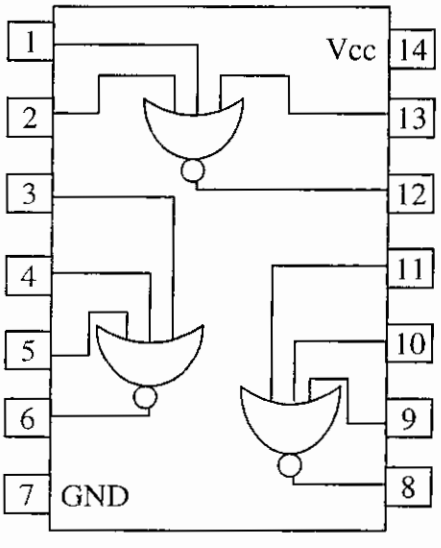
7433

شكل (٣-٤٢) الشريحة ٧٤٣٣ ، ٤ بوابات نور ثنائية المداخل مجمع مفتوح



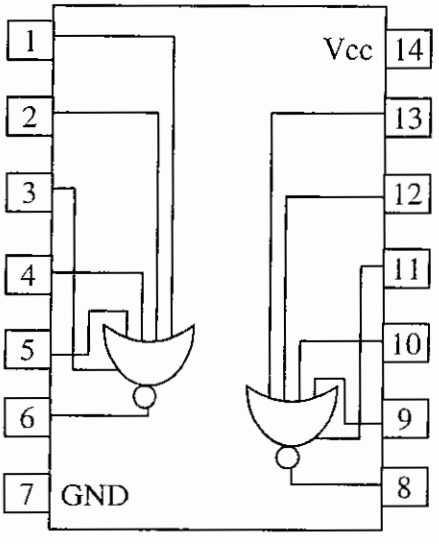
7402, 7428

شكل (٣-٤١) الشريحة ٧٤٠٢ و ٧٤٢٨ ، ٤ بوابات نور ثنائية المداخل



7427

شكل (٣-٤٣) الشريحة ٧٤٢٧ ثلاث بوابات نور ثلاثية المداخل

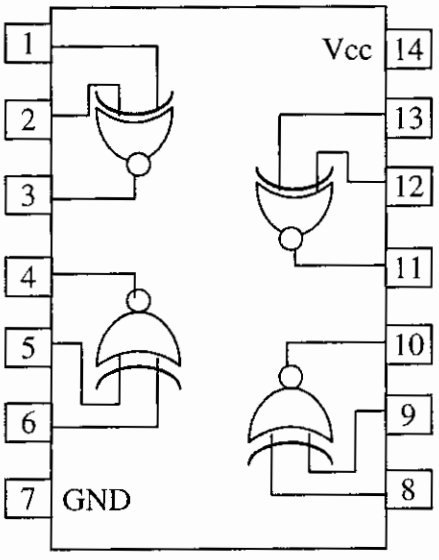


7425

شكل (٣-٤٤) الشريحة ٧٤٢٥ ، ٢ بوابة نور رباعية بطرف تنشيط

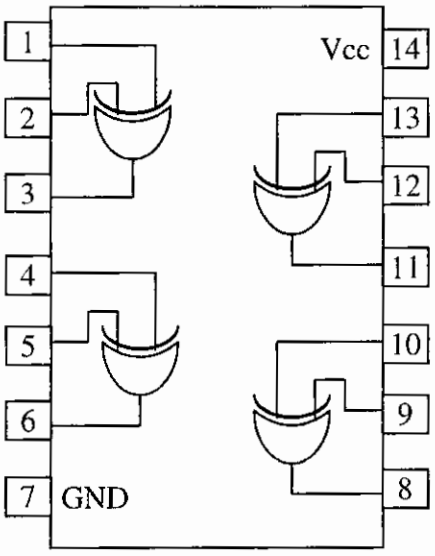
٣-١٤ شرائح الإكس أور والإكس نور
XOR and XNOR gate chips

شكل (٣-٤٥) يبين الشريحة ٧٤٨٦ التى تحتوى ٤ بوابات إكس أور . شكل (٣-٤٦) يبين الشريحة ٧٤٢٦٦ التى تحتوى ٤ بوابات إكس نور .



74266

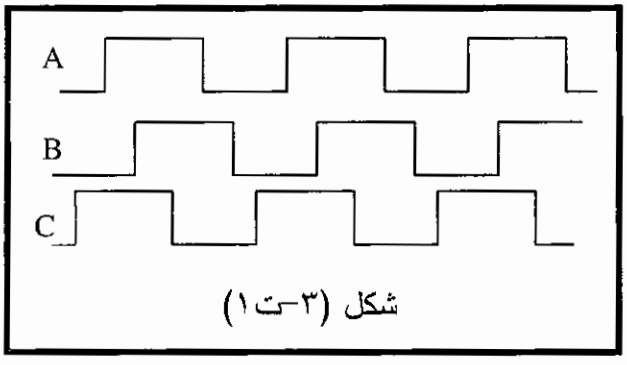
شكل (٣-٤٦) الشريحة ٧٤٢٦٦ ، ٤ بوابات إكس نور بمجمع مفتوح



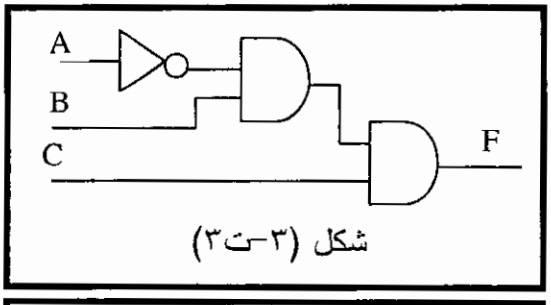
7486

شكل (٣-٤٥) الشريحة ٧٤٨٦ تحتوى ٤ بوابات إكس أور

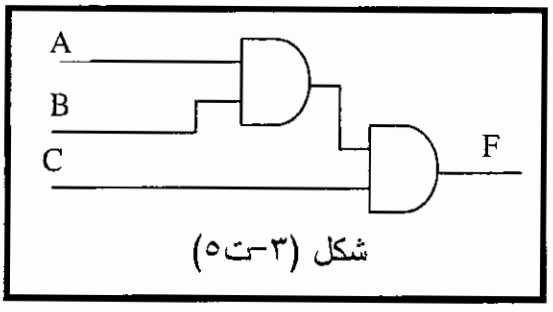
٣-١٥ تمارين



شكل (٣-ت١)



شكل (٣-ت٣)



شكل (٣-ت٥)

١- شكل (٣-ت١) يحتوى ٣ موجات . افترض أن كل منها كانت دخلا لعاكس وارسم شكل الخرج الناتج .

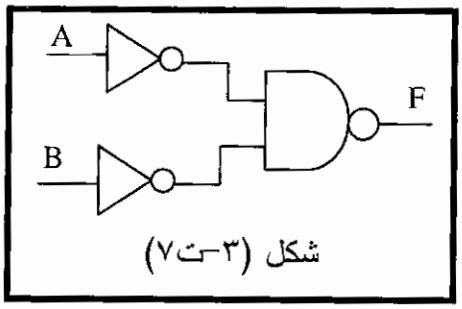
٢- شكل (٣-ت١) يبين ٣ موجات . اعتبر أنها كانت دخلا لبوابة آند ثلاثية المداخل مرة ، وبوابة أور ثلاثية المداخل مرة أخرى ، وبوابة ناند ثلاثية المداخل مرة ثالثة ، وبوابة نور ثلاثية المداخل مرة رابعة وارسم شكل الخرج الناتج فى كل حالة .

٣- الإشارات A, B, C فى شكل (٣-ت٣) هى نفسها الموجودة فى شكل (٣-ت١) . ارسم الخرج F الناتج فى هذه الحالة .

٤- ارسم جدول الحقيقة للدائرة الموجودة فى شكل (٣-ت٣) .

٥- ارسم جدول الحقيقة للدائرة الموجودة فى شكل (٣-ت٥) . قارن هذا الجدول مع جدول الحقيقة لبوابة الآند ثلاثية المداخل ، هل هما متطابقان ؟ هل نستطيع القول أن هذه طريقة للحصول على بوابة آند ثلاثية المداخل من بوابتين كل منهما ثنائية المداخل ؟

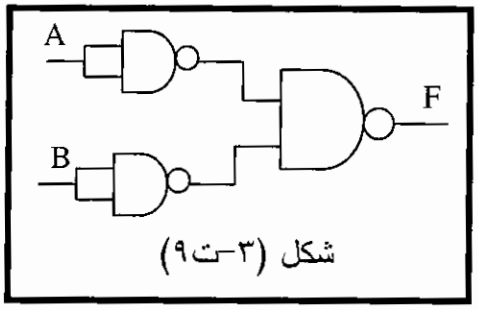
٦- أعد رسم شكل (٣-ت٥) بعد استبدال بوابات الآند ببوابات أور مرة ثم بوابات ناند مرة ثم بوابات نور مرة ، ثم طبق التمرين ٥ على كل حالة .



شكل (٣-ت٧)

٧- أكتب جدول الحقيقة للدائرة الموجودة فى شكل (٣-ت٧) . قارن هذا الجدول بجداول البوابات الأساسية ، ماذا تستنتج ؟

٨- فى شكل (٣-ت٧) استبدل البوابة ناند ببوابة نور وأعد التمرين رقم ٧ .



شكل (٣-ت٩)

٩- أكتب جدول الحقيقة للدائرة الموجودة فى شكل (٣-ت٩) . قارن هذا الجدول بالجدول الذى حصلت عليه فى تمرين رقم ٧ . ماذا تستنتج؟

١٠- فى شكل (٣-ت٩) استبدل كل بوابة ناند ببوابة نور وأعد التمرين رقم ٩ .

١١- اقترح طريقة للحصول على بوابة آند خماسية المداخل . إقترح الشرائح المستخدمة فى ذلك .

١٢- أعد تمرين رقم ١١ ولكن بالنسبة للبوابات أور وناند ونور .

١٣- الموجة A والموجة B فى شكل (٣-ت١) يمثلان الدخلان لبوابة إكس أور ، ارسم شكل الخرج F فى هذه الحالة .

١٤- أعد تمرين رقم ١٣ مرة أخرى للبوابة إكس نور .

١٥- كم شريحة ٧٤٠٠ يتم استخدامها للحصول على مكافىء للشريحة ٧٤١٣٣ . ارسم هذا الدائرة رسما صندوقيا .

١٦- إشرح كيف تحصل على بوابة آند بدخلين من بوابة آند رباعية المداخل . ماذا ستفعل فى الأطراف الزائدة .

١٧- أعد التمرين رقم ١٦ لكل البوابات الأخرى ، أور وناند ونور .