مدخل الى الدوائر المنطقية و البرمجة

المهندس سعيد الخطيب

الأكاديمية العربية الدولية – منصة أعد

مخطط المادة

- مقدمة
- النظام العشري
- النظام الثنائي
- التحويل من النظام الثنائي الى العشري
- التحويل من النظام العشري الى الثنائي
- نظام الثماني

مخطط المادة

- نظام العد الستعشري
- البوابات المنطقية
- انواع البوابات المنطقية و شرحها

مقدمة

نحن نعيش في عالم من الرقام العشرية التي تتكون من العشرة أرقام الشهيرة صفر حتى تسعة. فلماذا ارتبطنا بهذا النظام؟ ولماذا توقفت صورة الرقام عند تسعة؟ هل هذا له علاقة بان أصابع اليد عشرة؟ . السؤال الآن هو: هل من الممكن أن نستخدم نظام آخر للعد غير النظام العشرى decimal system؟تخيل أننا افترضنا وجود نظام ثنائى مثلا لا يحتوي إلا الرقم صفر والرقم واحد، أى أن أصابع اليد كانت اثنين بدال من عشرة!. كيف سيكون العد في ظل هذا النظام، و كيف سنجمع أو نطرح في هذه احلالة؟ ولماذا النظام الثنائى (binary system) فقط؟ ماذا لو فرضنا نظام عد آخر يتكون من ثمانية أرقام (الصفر حتى سبعة)النظام الثماني (octal system) أو النظام الستعشرى (hexadecimal system) الذى يتكون من ستة عشرة رقما، صفر حتى 15 أو حتى أى نظام عد آخر.

مقدمة

سنرى بالتفصيل في هذا الفصل كيفية استخدام أى نظام عد يختلف عن النظام العشرى. المفاجأة كما سنرى هى أن بعض هذه النظمة تكون مفيدة جدا في بعض المواقف، فالنظام الثنائى مثال هو النظام المستخدم بكثرة في أنظمة الحاسبات،.

Decimal Numbers النظام العشري

لا بد من المرور على نظام العد العشرى وحقائق استخدامه حتى نستخدم هذه الحقائق ونعممها للحصول على أنظمة العد الأخرى. إننا في النظام العشرى نستخدم عشرة أرقام من صفر حتت تسعة للتعبري عن الكميات من صفر حتى تسعة. عندما نعبر عن كميات أكبر من التسعة نستخدم عددا مركبا من نفس الرقام من صفر حتى تسعة ولكن في هذه الحالة فإن موضع الرقم داخل العدد يكون له وزان معينا. فمثال العدد أو الكمية 51 تتكون من رقمين الواحد والخمسة ولكن الخمسة هنا موجودة في موقع أو في خانة العشرات التي يوزن كل واحد فيها بعشرة، لذلك فإن الخمسة في هذه الخانة تمثل خمسين. بينما الواحد يوجد في خانة الآحاد التي يمثل كل واحد فيها بنفس قيمته أي بواحد. لذلك فإن الرقم 51 يمكن أن نكتبه على هذه الصورة:

$$51=5 \times 10+1 \times 1$$

النظام العشري Decimal Numbers

وهكذا تم استحداث خانات جديدة مثل خانات المآت الت يمثل كل واحد فيها بماءة وخانة الآلاف التي يمثل كل و احد فيها بألف، وهكذا نرى أن هذه الخانات عبارة عن قوى أو أسس الرقم عشرة التي نقول عنها أنها قاعدة هذا النظام. الكمية 499 مثال يمكن كتابتها كما يلى:

$$499 = 4 \times 10^2 + 9 \times 10 + 9 \times 10^0$$

كذلك الكمية 87535 ميكن كتابتها على الصورة:

$$87535 = 8 \times 10^4 + 7 \times 10^3 + 5 \times 10^2 + 3 \times 10^1 + 5 \times 10^0$$

النظام العشري Decimal Numbers

إذا كانت الكمية العشرية تحتوي كسرا فإن الأرقام الكسرية التي على يمين العلامة العشرية تكتب منسوبة إلى قوى سالبة من الرقم أو القاعدة 10 كما يلى:

$$535.25 = 5 \times 10^2 + 3 \times 10^1 + 5 \times 10^0 + 2 \times 10^{-1} + 5 \times 10^{-2}$$

وهكذا يمكن التعبير عن أي كمية بالأرقام من صفر حتى تسعة عن طريق فرض قيمة معينة لموضع الرقم داخل الكمية أو داخل العدد.

قبل أن نترك النظام العشري إلى النظام الثنائى نؤكد على أن هذا النظام به عشرة أرقام صفر حتى تسعة، وقاعدة هذا النظام هي العشرة.

النظام الثنائي Binary Numbers

في النظام الثنائى يوجد رقمان فقط وهما الصفر 0 والواحد 1. معنى ذلك أن أى كمية أكبر من الواحد سنعبر عنها بعدد مركب من الأصفار والوحايد ولكن موضع كل صفر أو واحد سيكون له قيمة معينة هنا. أى أننا سنعتبر كل خانة يوجد فيها أى صفر أو واحد بقيمة معينة أخرى، هذه القيم ستكون قوى الرقم أو القاعدة 2 مثل قوى الرقم 10 في النظام العشرى كما سبق. يتضح ذلك من الأمثلة التالية:

$$10 = 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 2$$

$$101 = 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 5$$

$$101011 = 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 43$$

النظام الثنائي Binary Numbers

وهكذا أمكن التعبسر عن أي كمية في النظام الثنائى بفرض قيمة للموضع أو الخانة التي يوجد بها الرقم الثنائى مضروب في أحد قوى الرقم 2.

الآن يمكننا العد بالنظام الثنائى باتباع نفس نظام العد العشرى حيث كنا نعد من صفر حتى تسعة ثم نبدأ خانة جديدة وهى خانة العشرات و نضع بها واحد ونستمر في العد 10، 11، ...12 حتى 19 بعدها نزيد واحد في خانة العشرات ونستمر في العد 20، 21، ...22 وهكذا حتى 99 بعدها نفتح خانة جديدة)المئات(ونستمر في العد 100، 101، ...102 وهكذا حتى 999 ثم نبدأ خانة جديدة وهكذا. بنفس الطريقة سنعد في النظام الثنائى 0، 1 ثم نبدأ خانة جديدة 10، 11 ثم نبدأ خانة جديدة 100، 101... حتى 111 ثم نبدأ خانة جديدة، وهكذا نستمر في العد.

النظام الثنائي Binary Numbers

هذا الجدول يبني العداد من صفر حتى 15 و القيمة العشرية المقابلة لكل عدد. الحظ في هذا الجدول أننا لكى نعد من صفر حتى 15 يلزمنا أربع خانات ثنائية.

الأرقام العشرية	الأرقام الثنائية			
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1

النظام الثنائي Binary Numbers

الآن يمكن كتابة القاعدة التالية:

أكرب قيمة عشرية يمكن أن نصل إليها لعدد معين من الخانات الثنائية تساوي $(2^n - 1)$ حيث هى عدد الخانات الثنائية. فإذا كانت n =4

فأكبر عدد يمكن أن نصل إليه هو 15 وإذا كانت n =5 فأكبر قيمة هى 31 وإذا كانت n =6 فأكبر قيمة هى 63 وهكذا.

الأكاديمية العربية الدولية
Arab International Academy

التحويل من النظام الثنائي الى العشري

طريقة التحويل من النظام الثنائى الى العشرى سهلة ومباشرة ولقد رأيناها في المعادلات السابقة، و هذا ايضا مثال آخر للتوضيح أكثر:

$$11011_2 = 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 27_{10}$$

الرقم الجانبي بعد أى عدد يدل على نوع هذا العدد، فالرقم 2 الجانبي يعني أن هذا العدد ممثل في النظام الثنائى والرقم 10 يعني أن هذا العدد ممثل في النظام العشرى. الخانة في النظام الثنائى التي تأخذ صفر أو و احد تسمى بت. أول خانة من اليمين تسمى الخانة ذات القيمة الصغرى (Least Bit Significant) LSB وآخر خانة ناحية اليسار تسمى الخانة ذات القيمة العظمى (Most Significant Bit MSB)

التحويل من النظام الثنائي الى العشري

في حالة احتواء الرقم على كسر مثل 11011.1101 العشرى في هذه الحالة فإن المكافئ يمكن حسابه كالتالي:

$$11011.1101 = 1\times 2^{4} + 1\times 2^{3} + 0\times 2^{2} + 1\times 2^{1} + 1\times 2^{0} + 1\times 2^{-1} + 1\times 2^{-2} + 0\times 2^{-3} + 1\times 2^{-4}$$

$$= 27.7135$$

حيث النقطة في الرقم الثنائى سنطلق عليها العلامة الثنائية بدلا من العلامة العشرية في حالة النظام العشرى.

التحويل من النظام العشري الى الثنائي

الطريقة الأولى للتحويل من نظام عشري إلى نظام ثنائي هى عن طريق تحويل الرقم العشري إلى مجموعة من أوزان الرقم 2 ابتداء من 2^0 ثم 2^1 ثم 2^2 و هكذا. إن وجد رقم مقابل لواحد من هذه الأوزان توضع الخانة المقابلة بواحد. إن وجد رقم مقابل لواحد من هذه األوزان توضع اخلانة املقابلة بواحد وإن مل يوجد تو ضع اخلانة املقابلة بصفر فالرقم 9 مثلا عبارة عن 8+1 حيث الثمانية هي 2^3 و الواحد هو 2^0 و على ذلك فالرقم 9 يمكن وضعه على الشكل التالي:

2^3	2^2	2^1	2^0
1	0	0	1

التحويل من النظام العشري الى الثنائي

وهذه بعض الأمثلة أيضا:

$$12=8+4=2^3+2^2=1100$$

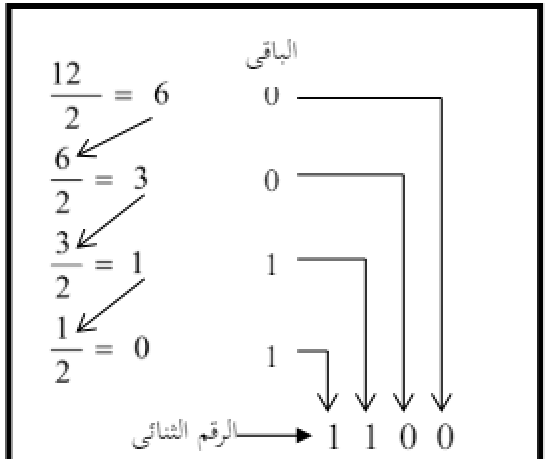
$$25=16+8+1=2^4+2^3+2^0=11001$$

$$58=32+16+8+2=2^5+2^4+2^3+2^1=111010$$

$$82=64+16+2= 2^6+2^4+2^1=1010010$$

التحويل من النظام العشري الى الثنائي

هذه الطريقة في العادة تستخدم مع الأرقام الصغيرة، أما مع الأرقام الكبيرة فطريقة القسمة المتتالية على 2 هى الأنسب للتحويل من النظام العشرى إلى النظام الثنائى. في هذه الطريقة نقسم الرقم العشرى على 2 على مرات متتابعة. في كل مرة سيتبقى إما واحد أو صفر هذا الباقى يمثل بتات الرقم الثنائى من اليمين إلى اليسار، أما ناتج القسمة فنأخذه ونقسمه على 2 مرة أخرى إلى أن يؤول ناتج القسمة إلى صفر.

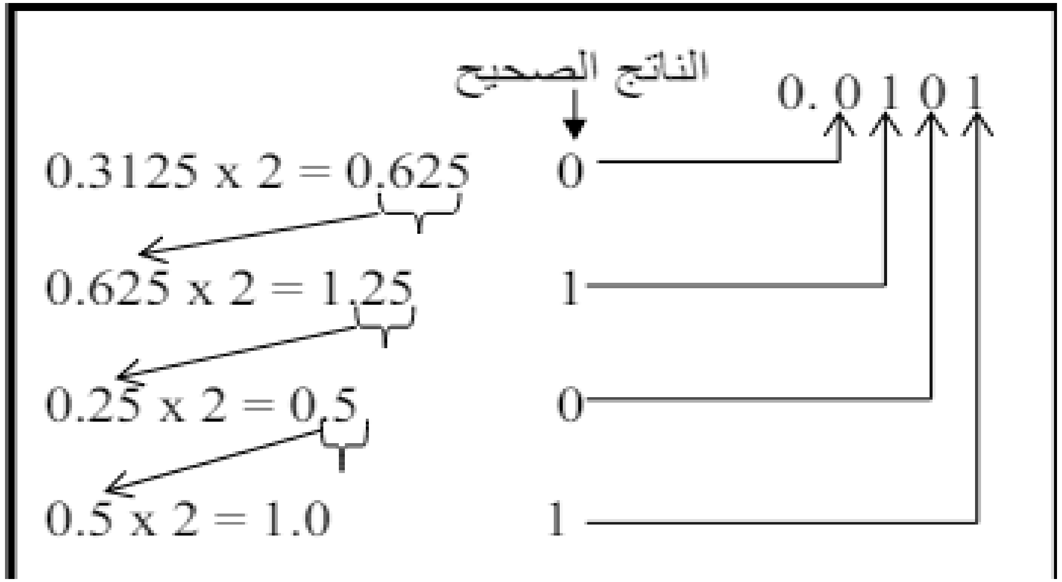


التحويل من النظام العشري الى الثنائي

لتحويل الأرقام الكسرية من النظام العشرى الى النظام الثنائى يمكن اتباع طريقة الأوزان للرقم 2 عن طريق وضع الرقم العشرى في صورة مجموعة من الكسور كل منها أحد قوى الرقم 2 السالبة ولكن هذه الطريقة تكون في العادة أصعب. في هذه الطريقة نضرب الكسر في 2 فإذا ظهر واحد صحيح في نتيجة الضرب، نضع هذا الواحد في الرقم الثنائى، وإذا لم يظهر واحد صحيح نضع صفر في الرقم الثنائى، بعد ذلك نأخذ الكسر الناتج ونجري عليه نفس العملية، وهكذا إلى أن يتالشى الكسر أو نكتفي بعدد معين من الخانات بعد العلامة الثنائية.

التحويل من النظام العشري الى الثنائي

وهذا مثال على ذلك:



الجمع الثنائي

القوانني الأساسية لجمع خانتين ثنائيتين موضحة في هذا المثال، نلاحظ من هذا الشكل أن جميع هذه العمليات تعطى صفرا في الحمل ما عدا العملية الأخيرة وهى جمع1+1 التي تعطي مجموع أو ناتج يساوي صفر وحمل يساوي واحد. بتطبيق هذه القوانين يمكن إجراء عمليات الجمع على أى عددين.

$$
\begin{array}{rccc}
 & 1 & 1 \leftarrow & \text{الحمل} \\
 & 0 & 1 & 1 \\
+ & 0 & 1 & 1 \\
\hline
 & 1 & 1 & 0
\end{array}
$$

نظام المتمم الأحادي

في هذا النظام يمثل الرقم السالب المتمم الأحادي لنظيره الموجب فمثال الرقم 0101 يمثل +5 لأن آخر بت على اليسار تساوي صفر، وعلى ذلك فالمتمم الأحادي للرقم السابق هو 1010 يمثل -5

نظام المتمم الثنـائي

في هذا النظام يمثل الرقم السالب بالمتمم الثنائي لنظيره الموجب. فمثال الرقم 0101 يمثل +5 و المتمم الثنائي هو 1011 و يمثل الرقم -5
نظام المتمم الثنائى هو الأكثر استخداما في الانظمة الرقمية كما سنرى فيما بعد.

مثال: ما هي 11000 والرقم 01011 في النظامين السابقين

الرقم 11000 هو رقم سالب لأن آخر بت تساوى واحد وعلى ذلك فقيمة هذا الرقم هي المتمم الأحادى له وهى 00111، وعلى ذلك فإن الرقم 11000 يمثل الرقم (-7). بينما الرقم 01011 فهو رقم موجب و قيمته هى +11 أو إحدى عشر والمتمم الأحادي له 10100

الرقم 11000 سالب لأن آخر بت تساوي واحد وقيمة الرقم هي المتمم الثنائى له وهى 01000 و بالتالي فالرقم هو -8. أما الرقم 01011 فهو موجب وقيمته هى +11 أو إحدى عشر. والمتمم الثنائي له هو 10101

نظام الثماني Octal system

تكون نظام العد الثماني من ثمانية أرقام هى: 7 ,6 ,5 ,4 ,3 ,2 ,1 ,0, أي رقم أكبر من 7 يكتب في أكثر من خانة كما يلى:

6, 7, 10, 11, 12, … , 15, 16, 17, 20, 21, … , 25, 26, 27, 30, 31 , …

اذا اردنا ان نحوله الى عشري من خلال مثال بسيط:

$$(235)_8 = 2*8^2+3*8^1+5*8^0$$

$$= 2*64+3*8+5 = (157)_{10}$$

نظام العد الستعشري Hxadecimal system

في النظام الستعشرى يوجد 16 رقما وهى كالتالي: 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F

في هذا النظام نجد أن أشكال الأرقام حتى 9 نفدت، لذلك تم استخدام باقي الأشكال الستة عشرة في صورة حروف وهى الحروف Aو Bو Cو Dو Eو F. بعد الرقم F يبدأ استخدام خالنت إضافية لتمثيل الأعداد حيث كل خانة يكوم لها وزن وهذا 0 الوزن هو قوى العدد 16 يمكن أن نعد في النظام الستعشرى كما يلى :

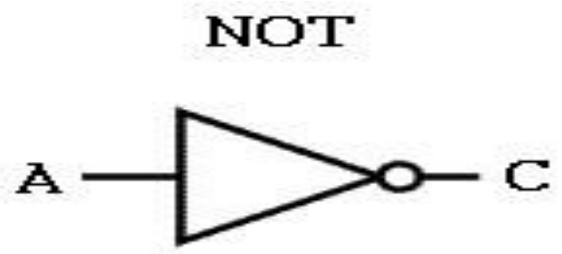
الأرقام الستعشرية	الأرقام الثنائية			
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
A	1	0	1	0
B	1	0	1	1
C	1	1	0	0
D	1	1	0	1
E	1	1	1	0
F	1	1	1	1

البوابات المنطقية Logic Gates

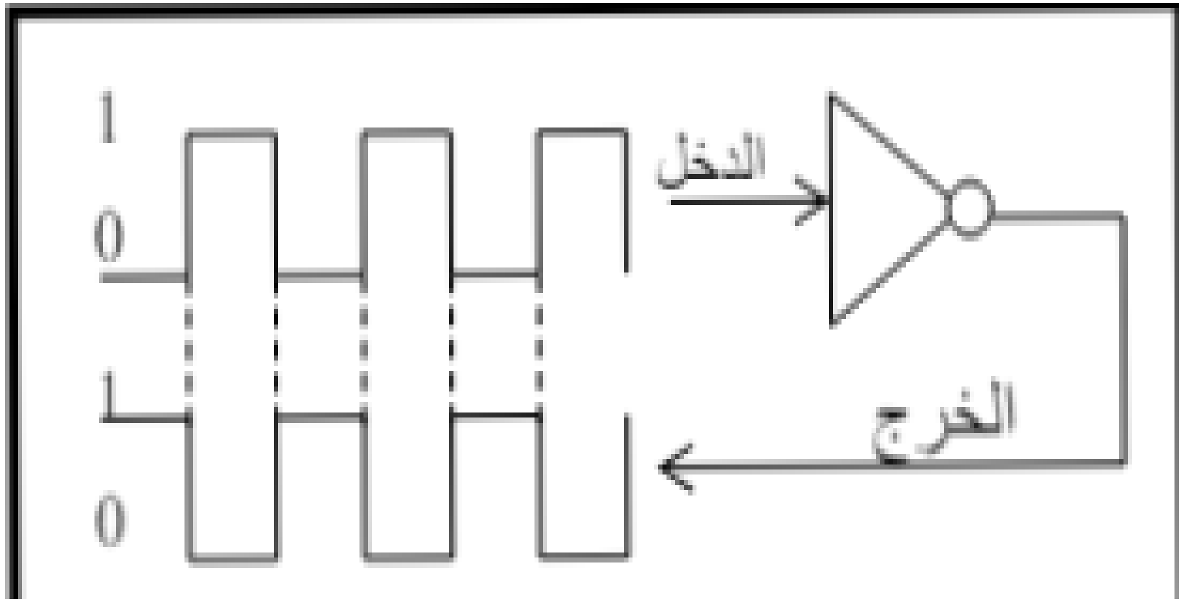
بعد أن درسنا أنظمة العد في الفصل السابق سنقوم بالشرح التفصيلى لكل بوابة من البوابات المنطقية الشهيرة من حيث جدول الحقيقة لهذه البوابة والرمز القياسى المستخدم في المراجع لكل منها مع بعض التطبيقات البسيطة لكل بوابة وشرح لبعض الشرائح المتاحة في السوق والتي تحقق هذه البوابة. و هناك انواع عديدة من البوابات المنطقية مثل : بوابة النفي NOT GATE ، بوابة الآند AND GATE ، بوابة الأور OR GATE ، بوابة الناند NAND GATE ، بوابة النور NOR GATE ، بوابو الاكس أور XOR GATE .

بوابة النفي NOT Gate

بوابة النفى أو العاكس تقوم بعكس الدخل ووضعه على الخرج. لذلك فإنه إذا كان الدخل يساوى واحد فإن الخرج يكون صفرا، وإذا كان الدخل يساوى صفر فالخرج يكون واحد. و شكل هذه البوابة متوضح بالصورة التالية



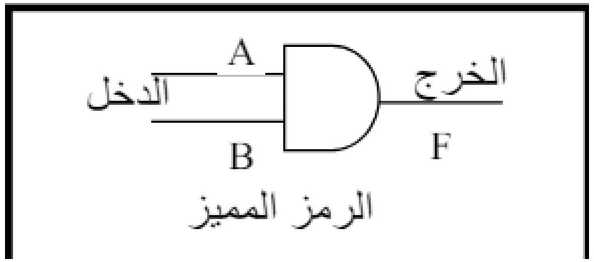
Input A	Output C
0	1
1	0

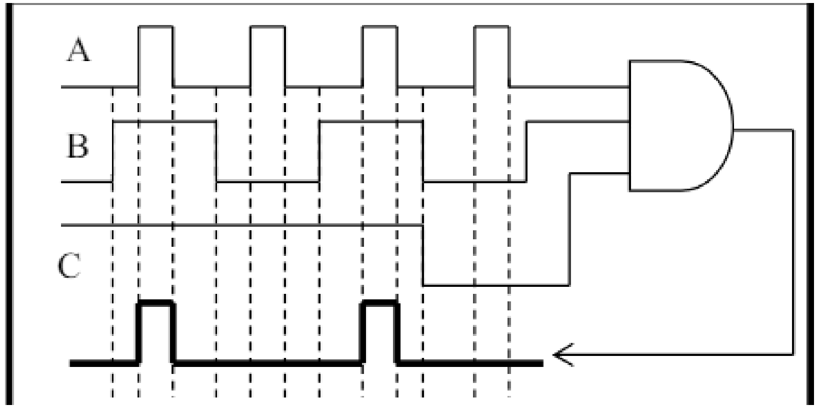


بوابة الآند AND Gate

بوابة الآند واحدة من البوابات الأساسية التي تستخدم في بناء الكثير من الدوال والألنظمة 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 في حالة واحدة فقط وهى عندما تكون كل المداخل تساوى وحايد، ويكون الخرج صفر في كل الحالات الأخرى التي يكون فيها أى واحد من المداخل أو كل المداخل تساوى أصفارا. جدول الحقيقة ألى دائرة أو بوابة منطقية يعطى قيمة الخرج عند جميع القيم الممكنة لكل المداخل. فإذا كان هناك 3 مداخل مثال فإن جدول الحقيقة سيتكون من 2 للقوة 3 .

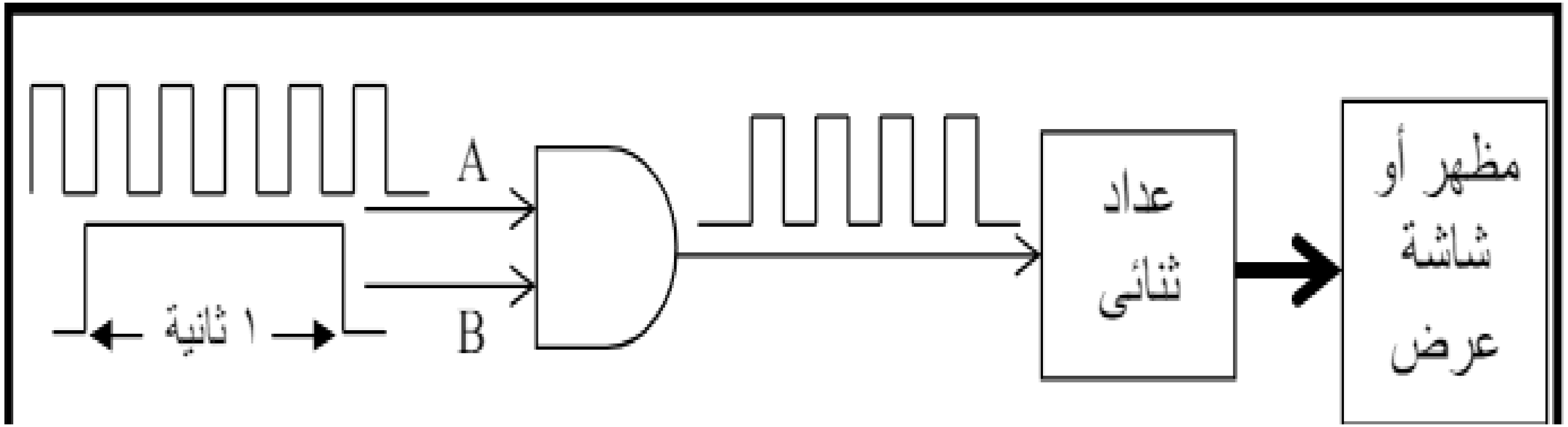
الدخل			الخرج
A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1





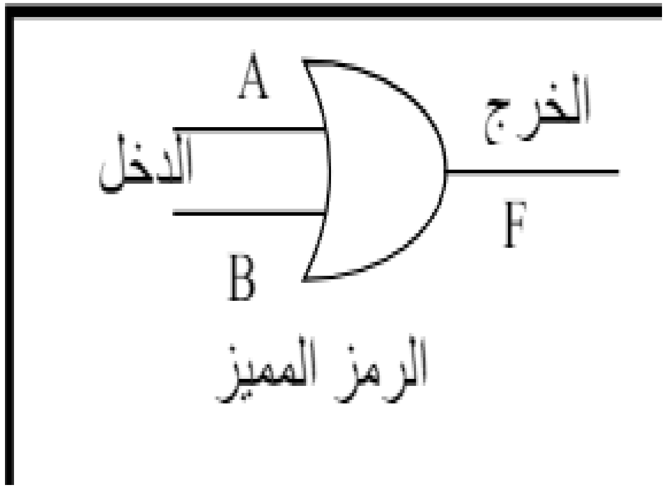
بوابة الآند AND Gate

في هذا الشكل يبين استخدام هذه الفكرة في عمل عداد يقوم بعد النبضات في فرتة زمنية محددة ولتكن ثانية مثلا لبيان تردد هذه النبضات. في 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 في هذا شكل. عادة يطلق على الطرف Bكما في الشكل بأنه طرف تنشيط Enable للطرف A.



بوابة الأور OR Gate

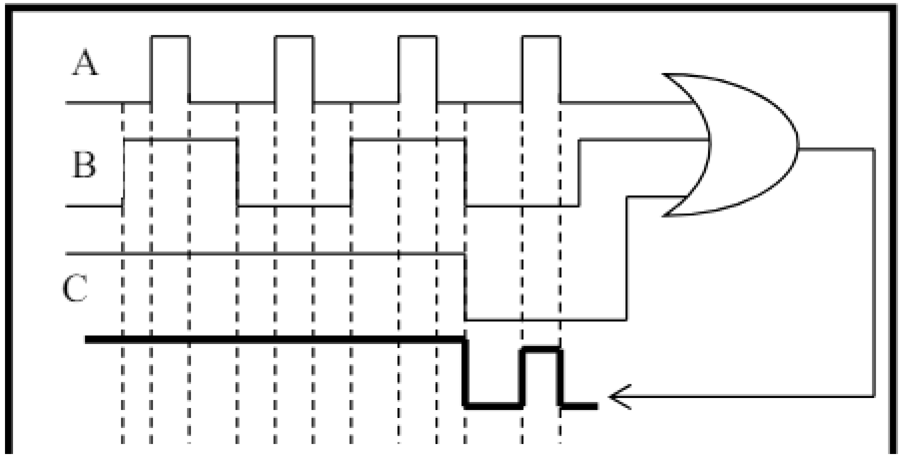
بوابة الأور أيضا واحدة من البوابات الأساسية التي تستخدم في بناء الكثير من الدوال والأنظمة الرقمية كما سنرى. بوابة الأور يكون لها دخلان أو أكثر وهى تقوم بعملية الجمع المنطقى على هذه المداخل ووضعها على الخرج الوحيد. لذلك فإن خرج هذه البوابة يكون صفرا في حالة واحدة فقط وهى عندما تكون كل المداخل تساوى أصفار، ويكون الخرج واحد في كل الحالات الأخرى التي يكون فيها أى واحد من المداخل أو كل المداخل تساوى وحايد.

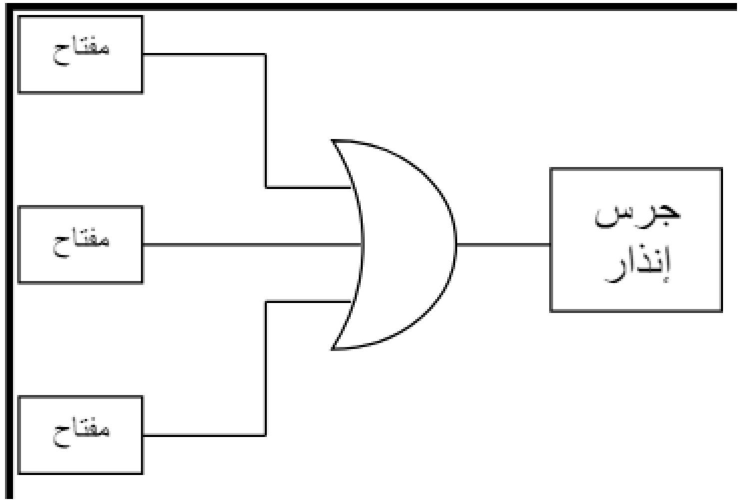


الدخل			الخرج
A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

بوابة الأور OR Gate

هذا الشكل الذي على اليمين يبين الاشارة الزمنية على كل واحد من المداخل الثلاثة لبوابة أور والخرج المقابل. الحظ أن الخرج في هذا الشكل يكون واحد إذا كان أى واحد من الثلاثة مداخل A أو B أو C يساوى واحد. من التطبيقات البسيطة لبوابة الأور استخدامها في 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 الانذار.

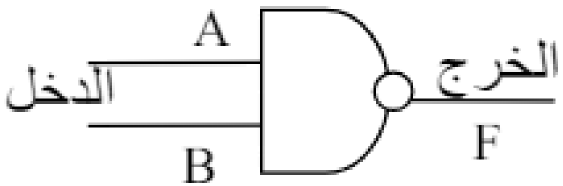




بوابة الناند NAND Gate

بوابة الناند واحدة من البوابات التي تستخدم بكثرة في بناء الكثير من الدوال والانظمة 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 في 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 يعني أنها عبارة عن بوابة آند متبوعة بعاكس. لذلك فإن خرج هذه البوابة يكون صفر في حالة واحدة فقط وهى عندما تكون كل المداخل تساوى وحايد، ويكون الخرج واحد في كل الحالات الاخرى التي يكون فيها أى واحد من المداخل أو كل المداخل تساوى أصفار.

الدخل			الخرج
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

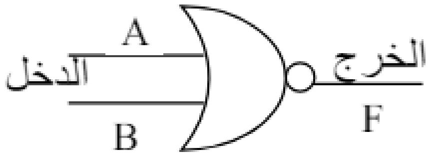


الرمز المميز

بوابة نور NOR Gate

بوابة النور واحدة أيضا من البوبات الت تستخدم بكثرة في بناء الكثري 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 النور وذلك ف 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 يعني أنها عبارة عن بوابة أور متبوعة بعاكس. لذلك فإن خرج هذه البوابة يكون واحد في حالة واحدة فقط وهى عندما تكون كل المداخل تساوى أصفار، ويكون الخرج صفر في كل الحالات الأخرى التي يكون فيها أى واحد من المداخل أو كل المداخل تساوى وحايد.

الدخل			الخرج
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

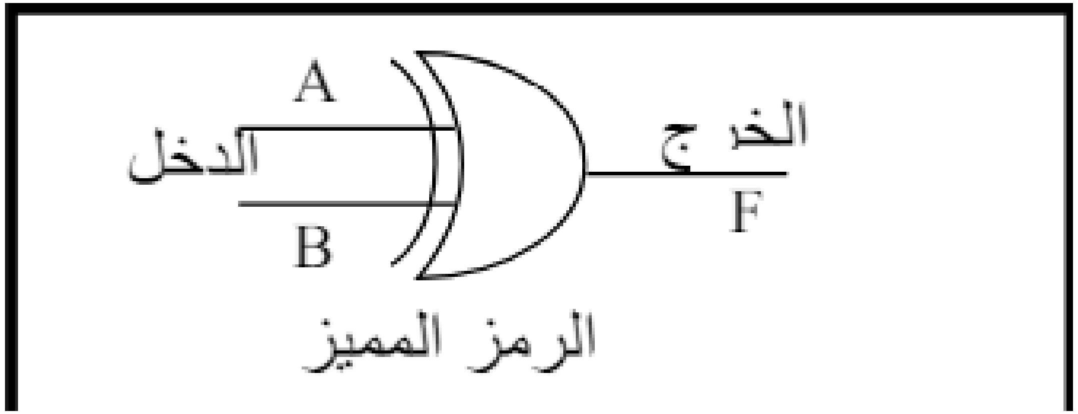


الرمز المميز

بوابة اكس أور XOR Gate

البوابة إكس أور عبارة عن تركيبة من البوابات الاساسية السابقة، ونظرا لكثرة استخدامها في 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.

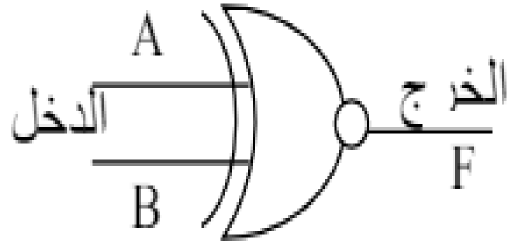
الدخل		الخرج
A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



البوابة 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.

الدخل		الخرج
A	B	F
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1



الرمز المميز