"المنطق البولياني وتصميم الدوائر المنطقية في الحاسوب"

سهام فتح الله محمود (*)

مقدمة:

الالكترونيات في حياتنا المعاصرة هي الجوهر الذي ينفذ وظائف العديد من الأجهزة والأنظمة التي نستخدمها كل يوم في منازلنا وفي عملنا في مختلف المجالات فأنظمة الاتصالات بشتى أنواعها هي أنظمة الكترونية، وفي الأونة الأخيرة من القرن العشرين تصدر الحاسوب قائمة المخترعات التي حظيت بأوسع نصيب من الشهرة والاهتمام ويرجع ذلك الى التقدم المطرد في أساليب التكنولوجيا المعاصرة المستخدمة في صناعته.

ونحن هنا بصدد دراسة نوعية مهمة جداً كان لها أكبر الأثر في التقدم التكنولوجي الهائل الذي نعيشه اليوم، الآ وهي الأفكار المنطقية للمنطقي الرياضي "جورج بول" George Boole (١٨١٥-١٨٦٤) مؤسس جبر المنطق الرياضي ومن أشهر علماء المنطق الحديث، وفي عام ١٨٤٠ عرض "بول" لأهم القوانين والقواعد الأساسية للرياضيات التي تستخدم في حل المشكلات ذات الصيغ المنطقية والمعروفة باسم "الجبر البولياني "Boolean Algebra ، وأفكاره عن كيفية استخدام الرموز في معالجة أشكال المعلومات هي الأساس الذي تعتمد عليه كافة الحاسبات الحديثة.

ومن جبر المنطق وقوانينه الى الثنائية العظيمة(1،0) التي كانت نقطة بعث جادة وفعالة في بناء العصر الرقمي اليوم، فتعتبر الثنائية بالنسبة للحاسوب كجهاز التنفس للحاسوب.

ليس هذا فحسب بل أستخدم "بول" جبر المنطق وعملياته الأساسية (و،أو،لا) وهي تماثل العطف والانفصال والنفي في بناء الدوائر الالكترونية للحاسبات الحديثة واستخدم هذه القوانين في تبسيط واختزال هذه الدوائر، وفي منطق "بول"هي عمليات منطقية ذات معنى مختلف تماماً وهي تمثيل العمليات (and, or, not) بالدوائر الكهربائية وكل عملية من هذه العمليات تقابل دائرة أو دارة من الدارات خاصة بها.

(*) باحثة ماجستير – قسم الفلسفة – كلية الآداب – جامعة سوهاج.
هذا البحث من رسالة الماجستير الخاصة بالباحثة، وهي بعنوان: "منطق جورج بول وتطبيقاته اللاحقة في مجال تكنولوجيا المعلومات"، إشراف: أ.د. نصار محمد عبد الله – كلية الآداب – جامعة سوهاج & د. عابر محمد عبدالعزيز – كلية الآداب – جامعة سوهاج.

ومن أهم الأسباب في اختيار هذا الموضوع فهو يهدف الى محاولة الكشف عن أفكار "بول" المنطقية وأبعادها التطبيقية للحاسوب ، ليس هذا فحسب بل أن المنطق البولياني يشكل اليوم أساس كل أنساق الكمبيوتر والمعالجات الدقيقة في العالم، وأنه بدون "بول" ربما لم يكن في مقدورنا التعرف الى التكنولوجيا الرقمية في القرن الواحد والعشرين، والمنطق البولياني يستخدم الآن بشكل واسع في تطوير تطبيقات الذكاء الاصطناعي بالاضافة الى استخداماته العديدة في طرق البحث المختلفة على شبكة الانترنت باستخدام أدوات ومحركات البحث المتعددة ،وعلى الرغم من هذه الأهمية لم تلق أفكار "بول" المنطقية القدر الكافي من الاهتمام.

ومن أهم التساؤلات التي تناولتها الدراسة:

١. الى اي مدى استفادت التكنولوجيا الحديثة من المنطق البولياني؟
٢. ما أبرز الصور التطبيقية لمنطق "جورج بول" في مجال تكنولوجيا المعلومات؟
٣. كيف طبق "بول" العمليات المنطقية في بناء الدوائر الالكترونية المختلفة؟
٤. كيف يمكن الاستفادة من قوانين الجبر البولياني في تبسيط الدوائر الالكترونية؟

هذا بالإضافة إلى العديد من الإشكاليات الأخرى.

لذلك استخدمت في دراسة هذا الموضوع المنهج التحليلي بشكل عام وبجانب هذا المنهج عدة مناهج وبخاصة المنهج المقارن والمنهج التاريخي والمنهج الوصفي و يتم اللجوء إلى كل منهم حسبما يقتضي سياق البحث .

ومن أهم المحاور التي يدور حولها هذا البحث

المحور الأول:- يتناول بالتفصيل المنطق البولياني والبوابات المنطقية التي هي تتمثل في العمليات المنطقية(و،أو،لا) ويمثلان الدوائر الالكترونية (not,or,and) على التوالي وشرح كل واحدة منهما بالتفصيل.

المحور الثاني:- نناقش فيه القوانين الجبرية البوليانية وكيفية تطبيقها على الحاسوب

ثم نعرض لأهم نتائج هذا البحث، ثم قائمة المصادر والمراجع

أولاً: المنطق البولياني والبوابات المنطقية

ينظر إلى الجبر البولي على أنه أحد المرتكزات الأساسية المستخدمة في تصميم وتركيب الحاسوب،من حيث إن نظريات بول باتت تمثل الأساس في تصميم مجموعة من الدوائر المنطقية التي يتكون منها الحاسوب بشكل أساسي ، والعمليات المنطقية أو الدوال المنطقية عند بول والتي غالبًا ما تنقسم إلى

عمليات أساسية والتي سوف تكون هي محور اهتمامنا في هذا البحث، وأخرى ثانوية .

ونستخدم في كلامنا اليومي كلمة and وهي تعني (و، مع)، وكلمة orوهي تعني(أو، إحداهما لا كليهما)، في حين Not تعني (لا، النفي)، وفي منطق" بول" هي عمليات منطقية ذات معنى مختلف تمامًا وهي تمثيل العملياتand,or,Not بالدوائر الكهربائية وكل عملية من هذه العمليات تقابل دائرة أودارة من الدارات خاصة به.[١]

العمليات الأساسية : التي تنقسم بدورها إلى العملية (و)، والعملية(أو)، والعملية (لا)والتي كما هو ملاحظ تماثل بدورها شكلاً ومضمونًا مع ثوابت العطف والانفصال والنفي على التوالي وما ينطبق على الثوابت ينطبق على هذه العمليات،والعمليتان(و)، (أو) تسميان العمليتان الثنائيتان، لأن كل منهما يحتاج بطبيعة الحال إلى متغيرين على الأقل حتى يتضح معناه، هذا في حين توصف العملية الأساسية (لا) بأنها عملية أحادية لأن معناها من الممكن أن يتضح من خلال متغير واحد فقط، واستخدمنا في الفصول السابقة الجهاز الرمزي لهذه العمليات ، فالعملية (و) بين المتغيرين (أ)، (ب) يمكن التعبير عنهافي عدة صور نذكر من بينها (أ٠ب).

أما عن العمليات المشتقة فيمكن أن تنقسم بدورها إلى:

العملية Nand وهي مركبة من العمليتين not,and

العملية Nor وهي مركبة كذلك من العمليتين not,or

العملية Xor وهي مركبة من Exclusive

العملية EQv وهي مركبة من Exclusive Nor or Equivalence

و ربط" بول" بين المنطق والرياضيات وأكد على تطبيق قوانين المنطق على الحاسبات من خلال دمج البوابات(not,or,and) ومشتقاتها واستخدم المنطق الثنائي (1،0) ، إذن فالنظام الرياضي النظري"المجرد"الذي طوره "بول "برهن على أنه قابل للتطبيق لتصميم الكمبيوتر والشبكات الإلكترونية لأغراض مختلفة [٢]

---

[١] جون ماكليش: العدد من الحضارات القديمة حتى عصر الكمبيوتر، ترجمة خضر الأحمد، موفق دعبول،مراجعة عطية عاشور،عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب،الكويت،العدد٢٥١،نوفمبر ١٩٩٩،ص ٢٥٦

[2] Basson. A. H,O,Connor D. J: introduction to symbolic logic, N. y,copyright, 1960,p156

العمليات المنطقية logical operations أو البوابات المنطقية logic gates

البوابات المنطقية logic Gates

البوابات المنطقية وهي دوائر منطقية تصنع سلسلة من القرارات لتعطي أو تنال الإجابة المنطقية لمشكلة أو مسألة لمجموعة معطاة من الظروف ، ولابد من اتخاذ بعض القرارات [١]

ولاتخاذ مثل هذه القرارات فإن البوابات المنطقية و هي وحدة بناء الحاسوب تقوم ببناء الدوائر الالكترونية المختلفة التي تقوم بالعمليات الحسابية وعمليات التحكم وغيرها وهي مكونة من عناصر الكترونية مرتبطة مع بعضها البعض بطرق مختلفة وهي قادرة على القيام بالعمليات المنطقية المختلفة والتي قال بها بول في الجبر المنطقي وهما (و، أو، لا) وهي تماثل العطف والانفصال والنفي واستخدم الطريقة الرقمية الثنائية أي الصفر والواحد ، فالصفر يمثل لا، خطأ، مطفأ، منخفض، والواحد يمثل نعم ،صواب، يعمل، مرتفع وهنا نستخدم النظام الثنائي ليمثل حالة المفتاح الكهربي حيث إنه يكون في إحدى حالتين إما مطفأ فيمثل بالصفر ، وإما يعمل فيمثل الواحد[٢] ، فالحاسوب هو عبارة عن شبكة من الوحدات الأساسية متصلة ببعضها لبعض عن طريق الأسلاك ،وهذه الشبكة لها مدخل كهربي كلي ومخرج كهربي كلي[٣]والبوابة المنطقية عبارة عن جهاز الكتروني بسيط له مدخل أو عدة مداخل ومخرج وحيد ،ففي حالة قطع التيار الكهربي(off) لايضيء المصباح وتمثل القيمة صفر، وفي حالة مرور التيار الكهربي (on) يضيء المصباح وتمثل القيمة المنطقية واحد" ، [٤]ومماسبق يتضح أن البوابات هي عبارة عن هياكل مصممة من عدد من الدوائر البسيطة ، وكل واحدة من هذه الدوائر المنطقية تحتوي على مجموعة من الوحدات ، وحدات للإدخال ووحدة اخراج وحيدة وتستقبل وحدات الادخال البيانات على صورة الثنائية المنطقية البولية(1،0) ثم تستوعب وحدة الادخال

---

(1) Subir kumar sarkar , Asish kumar De ,Souvik sarkar: Foundation of Digital Electronics and logic Design, By Taylor and francis qroup, 2014, p 16-18

(٢)محمد علي حسن ،رامي يوسف رمضان : بحث/تصميم وبرمجة لوحة اعلانات نصية متحركة باللغة الانجليزية، اشراف أنور عكاشه، غزة، السلطة الوطنية الفلسطينية برنامج التكنولوجيا والعلوم التطبيقية،٢٠٠٥، ص٢٠,٢١

(3) Stephen f. Barker: The El Ements of Logic , N. Y, Mc GRAW- Hill Book company,1989, p. 104-105.

(٤) أحمد عصام الدين عبد الجواد: منطق بول وأبعاده التطبيقية في الحاسوب،رسالة ماجستير، القاهرة،جامعة بنها"كلية الآداب"، ٢٠٠٧م، ص ١٧٨

المعلومات التي تأتي إليها في صورة (1،0) ثم تعالجها بالدائرة لتعطي الناتج إلى وحدة الإخراج بنفس الصورة .

وهنا نعرض للبواباب الثلاثة الأساسية(Not, or,and) ونعرض أيضا" لبوابة فرعية :

أولا: عملية النفي Not operationأو بوابة النفيNot gate

رابط السلب نرمز له بالرمز (لا،Not، ـــ، النفي) فهو رابط أحادي أي إنه لايربط بين قضيتين أو أكثر بل يسند إلى قضية واحدة،ولتمثيل هذا الرابط بقوائم الصدق فتعمل أداة السلب من الناحية الصدقية أنها تدخل على القضية وتجعلها كاذبةإن كانت صادقة والعكس بالعكس.

B	~B
T	F
F	T

حيث (F، T) هما اختصار لقيم الصدق صادق وكاذب ، فالعمود الأول يمثل قيم الصدق للرمز" B"، والعمود الثاني يمثل قيم الصدق التي تتخذها (~B). [١]

وهذه العملية المنطقية يتم تطبيقها فتسمى بوابة النفيNot gate وهي تعتبر. من أحد الأنماط الممثلة للوحدات الأساسية التي يمكن أن تتكون منها الشبكة الخاصة بنا . فلنفرض أن لدينا وحدة بها نقطة "مدخل" واحدة ونقطة "مخرج" واحدة ، فإجراء أي منها هي التي سيعرضها الجدول التالي:

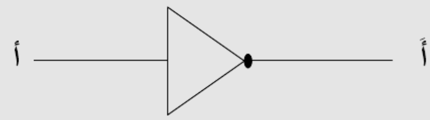
In put	Out put
٠	+
+	٠

أي إن الوحدة نشأت من أجل أن وقتما يكون مدخل الجهد الكهربي الخاص بها إيجابيًا فإن مخرج جهدها الكهربي سيكون صفر، وفي أي وقت يكون الفولت للمدخل صفر، فإن فولت المخرج سيكون إيجابيًا، ولنطلق على هذا النوع من الوحدات وحدة (N) لتجانسها مع السلب المنطقي. [٢]وهي بوابة النفي Not gate أو العاكس لأنها تقوم بعكس المدخل أو الدخل ووضعه على الخرج او المخرج، لذلك فإنه إذا كان الدخل يساوي واحد(وهنا نعرض لكيفية تطبيق الثنائية البولية) فإن الخرج أو المخرج يكون صفر . وإذا كان الدخل يساوي صفر فالخرج يساوي واحد ونعبر عنها بجداول الصدق كالاتي:

(١)عادل فاخوري: المنطق الرياضي،بيروت، المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر، ١٩٨٨، ص ١٥: ١٧

(2) Stephen f. Barker: OP.Cit, p. 104-105.

الخرج	الدخل
1	0
0	1



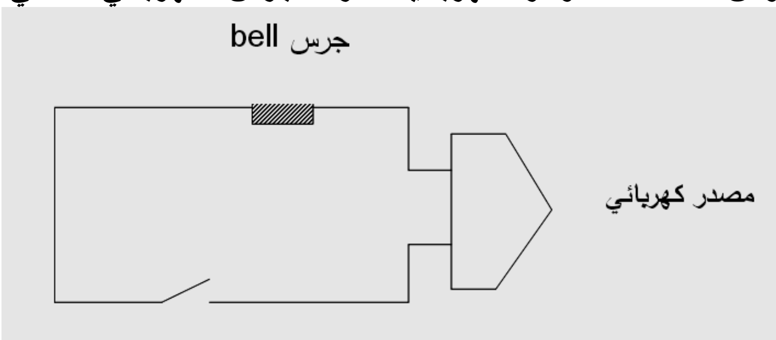
تمثيل لبوابة النفي

والتعبير عن عملية العكس لأي متغير منطقي يكون بوضع خط فوق المتغير كالاتي:

X=A′ وهذا يعني أن المتغيرXيساوي معكوس المتغير A، فالتطبيقات على استخدام العاكس كثيرة ومتعددة فالعاكس تقريبًا من أكثر البوابات المنطقية استخدامًا حيث لاتخلو دائرة منطقية من عاكس أو أكثر .[١] ولتطبيق هذه الدالة أو البوابة المنطقية في تصميم شبكات المفاتيح الكهربائية وهي عبارة عن ترتيب من الأسلاك والمفاتيح الكهربائية ،فالمفتاح الكهربائي في حالة تشغيل (on)أي يمر التيار الكهربائي بالدائرة،والمفتاح الكهربائي في حالة عدم تشغيل (off)أي لا يمر التيار الكهربائي بالدائره وتمثل كالآتي:

حالة تشغيل (on)حالة عدم تشغيل(off)

ومن أمثلةهذه الدوائر الكهربائية دائرة الجرس الكهربائي كما في الشكل:



فعند الضغط على مفتاح الجرس فان المفتاح يصبح في حالة تشغيل(on) أي يمر التيار الكهربائي بالدائرة وهنا يدق الجرس بينما في الوضع العادي فان مفتاح الجرس لايكون مضغوط وبالتالي يكون المفتاح الكهربائي في حالة عدم تشغيل(off) أي لايمر التيار الكهربائي بالدائرة وفي هذه الحالة لايدق الجرس وبعض الدوائر الكهربائية تحتوي على أكثر من مفتاح كهربائي ، فيوصل هنا الدائرة بطريقتين: طريقة على التوالي ،وطريقة على التوازي.[٢]

---

[١] محمد ابراهيم العدوي: الالكترونيات الرقمية نظري. . . عملي، القاهرة، دار طيبة للنشر والتوزيع ، ٢٠٠٣، ص٥٥

[٢] عادل فاخوري: مرجع سابق، ص ٢٣٩: ٢٤٠.

ثانيا: عملية الوصل "و" المنطقية logical AND operation أو بوابة آند AND gate

عملية الوصل فالقضية المركبة بواسطة رابط الوصل ويرمز له بالرموز الآتية (و، ∧، ٠، and)تسمى بالقضية المتصلة ، واستخدم بول علامة الضرب للدلالة على أن الصنفين المضروبين يؤلفان صنفا" جديدا" يضم الأشياء التي تنتمي إلى كلا الفئتين معًا وهي عملية الضرب المنطقيLogical product. [1] وهو ينتج عن تقاطع فئتين أو أكثر لو افترضنا الفئتين أ، ب أي (أب)التي تنتج عن تقاطع الفئتين أ، ب وتسمى أيضًا بالفئة العطفية[2] conjunctive class، فالفئة الناتجة من تقاطع الفئتين تكون صادقة إذا ما كانت كل واحدة من الفئتين الفرعيتين صادقة وتكون كاذبة في بقية الحالات ونمثلها هنا بجداول الصدق كالآتي:

A	B	A∧ B
T	T	T
T	F	F
F	T	F
F	F	F

ومن جدول الصدق نلاحظ أن الفئة الناتجة عن عطف أو وصل فئتين أو حاصل ضربهما فهي تصدق في حالة واحدة عند صدق جميع أطرافها[3]

ولو طبقنا هنا الثنائية البولية (0، 1) بدلا" من القيمتين صادق وكاذب (ص،ك) فتكون القيمة المنطقية "1" عندما تكون قيمة كل من المتغيرين مساويًا للقيمة "1"، بينما يكون الناتج "0" في جميع الحالات الثلاثة الأخرى.[4]

بوابة آند AND gate وهي دائرة على التوالي وتسمى بوابة كل شيء أو لاشيء.

وهي واحدة من أهم البوابات الأساسية التي تستخدم في بناء الكثير من الدوال والأنظمة الرقمية، وبوابة الآند يكون لها دخلان أو أكثر وهي تقوم بعملية

(١) محمود فهمي زيدان: المنطق الرمزي نشأته وتطوره،الاسكندرية،مؤسسة شباب الجامعة،١٩٨٩ ،ص٧٩

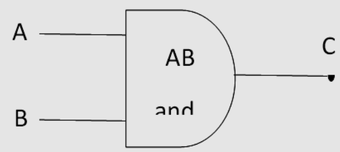
(٢) عزمي اسلام: اسس المنطق الرمزي ،القاهرة،مكتبة الانجلو المصرية،١٩٧٠،ص٣٣

(٣) عادل فاخوري: مرجع سابق، ص ١٧

(٤) محمد السعيد خشبه: الكمبيوتر واساسيات علم الحاسب، موسوعة تكنولوجيا الحاسبات،القاهرة،الوليد للطباعة،١٩٩٠،ص ١٧٦,١٧٨

الضرب المنطقي على هذه المداخل ووضعها على الإخراج أو الخرج الوحيد، فيكون الناتج أو خرج هذه البوابة واحدًا في حالة واحدة فقط وهي عندما يكون كل مدخل من المداخل يساوي واحد، وتكون النتيجة أو الخرج صفر في كل الحالات الآخرى التي يكون فيها أي واحد من المداخل أو كل المداخل تساوي أصفارا[١] ونمثلها بجداول الصدق كالاتي:

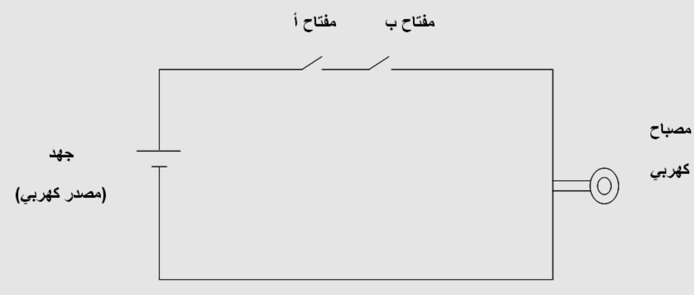
A	B	C=A.B
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



تمثيل لبوابة and المنطقية

من الشكل السابق نلاحظ أن المفتاحين" أ، ب" موصلان على التوالي وهنا يمر التيار الكهربي في حالة واحدة فقط وهي أن يكون كلا من" أ، ب" في حالة فتح (on،1)، ولا يمر التيار في باقي الحالات "أب" في حالة غلق (off،0) ، ومن هنا نستنتج أنه يقال لمفتاحين "أ، ب" أنهما موصلان على التوالي عندما يمر التيار في الدائرة عندما يكون كل من الفتاحين أ، ب في وضع التوصيل ولا يمر التيار الكهربي في أي حالة آخرى ، في الجدول ج=أ٠ب وتقرأ المعادلة أن متغير الخرج "ج" يساوي" أ " and" ب"،وأحيانا تحذف النقطة من المعادلة وتصبح ج=أب وتقرأ على النحو التالي متغير الخرج ج يساوي أand ب[٢]

وتمثيل هذه الدوائر أو البوابة الإلكترونية ،نفترض أن لدينا مفتاحين ومصباح وبطارية كهربائية وهذا الشكل يمثل هذه الدائرة:



تمثيل لدائرة كهربائية على التوالي

[١] محمد ابراهيم العدوي: مرجع سابق، ص٥٥,٥٦

[٢] علي نصر السيد الوكيل : مبادئ رياضيات الحاسب، القاهرة،الدار الدولية للاستثمارات الثقافية ، ٢٠٠٠،ص٧٦

أول ما نلاحظه في الشكل السابق أن التيار الكهربي يسري في حالة واحدة فقط ، وهي أن يكون كل من (أ، ب) في حالة فتح وبيان ذلك أنه إذا كانت أ= 1، وكانت ب =1، فإن أ ب =1 بالضرورة وهي دائرة على التوالي ، وهذا يعني اننا عندما نقول:إن C=AANDB التي تعني أن C هي صواب إذا كانت A صواب وB صواب[1]، وهذه البوابة أيضا" تستخدم الفكرة في عمل عداد يقوم بعد النبضات في فترة زمنية محددة ولتكن مثلا لبيان تردد هذه النبضات [2]، وأيضًا يمثل التوضيح على التوالي بالتقاطع(∩)أي إن أ∩ وتعني إنه إذا كان "أ، ب" متصلان على التوالي فإن التيار الكهربي يمر في الدائرة وإذاكانت أحدا" غير موصل فإن التيار الكهربي ينقطع[3] ومن هنا نجد أن" دالة بوليان آند"ANDوالتي تمثل الدالة العطفية تسمح بمرور التيار الكهربي في حالة واحدة وهي عندما تكون كل المداخل مساوية للواحد الصحيح ولاتسمح بمرور التيار في باقي الحالات الآخرى. وإذا كان لدينا ثلاثة مداخل ومخرج وحيد ونمثلها بالجدول التالي:

الدخـــــــــل			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	1	1

وهنا نفس النتيجة السابقة لأنه سواء كان لدينا مدخلين أو أكثر ومخرج دائما" وحيد فتكون النتيجة في التوصيل على التوالي هي نفسها .

(1) lahcene Abd Allah Bachioua7 inite mathematice, An Arabic 7ext, first Edition, 2013, http;\\ w w w. - publishing – com,p211

(٢)محمد ابراهيم العدوي: مرجع سابق، ص٥٦,٥٥

(٣)محمود محمد كتكت : نظرية المجموعات ،عمان ،دار الفرقان ،١٩٨٢، ص ٨٤,٨٢

ثالثا: عملية الفصل(أو)المنطقية Logical OR operation أوبوابة أور oR gate

ويمثل هذا الرابط(أو) وهو دالة انفصالية disjunctive junction وهوعبارة عن إضافة أعضاء فئة ما إلى أعضاء فئة اخرى فالفئة الناتجة ينتمي أعضاؤها إما إلى الفئة الأولى أو الفئة الثانية أو مما ينتمون إلى الفئتين معًا، والفئة الناتجة هي عبارة عن حاصل الجمع المنطقي للفئتين logical sum أوتكون هذه الفئة صادقة في حالة صدق أحد البديلين على الأقل ولا مانع من صدقهما معا ويرمز لها بالرمز (∨،أو،+،وأحيانا تعبير أما. . . أو) نستخدم قوائم الصدق لتمثيل هذا الرابط كالآتي: [1]

A	B	A+B
T	T	T
T	F	T
F	T	T
F	F	F

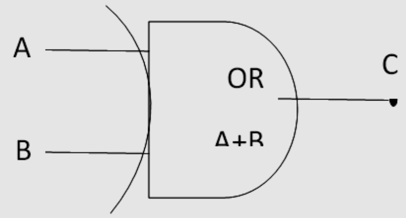
من جدول الصدق للدالة الانفصالية والتي تمثل الجمع المنطقي.
نلاحظ أنها تكون صادقة في حالة صدق أحد البديلين أو كليهما وتكون كاذبة في حالة واحدة وهي كذبهما معًا.
وهنا نطبق الثنائية المنطقية (0 ,1) والتي تعتمد على القوانين الآتية :
0+0=0، 0+1= 1 ،1+0=1، 1+1=1
وهنا نستفيد من التركيبة الجبرية البولية المكونة من (0 ,1) والدالة الانفصالية ونستخدمها في تكوين الشبكة الإلكترونية فهي في حالة أ∪ب تكون الشبكة في حالة ارتباط متوازي(وهي تمثل بوابة or) ناجح وهذا يعني إنها تكون في حالة فتح إذا كان أحد الدخلين أو كليهما في حالة فتح (١،ON)[2]، وتكون في حالة غلق إذا كان الدخلين في حالة الصفر أي في حالة غلق (. ،OFF)ونمثلها بالجدول الآتي:

---

[1] محمد مهران: مقدمة في المنطق الرمزي،ص٦٦:٦٧،وانظر عزمي اسلام : اسس المنطق الرمزي ،ص ٤٠:٤٧

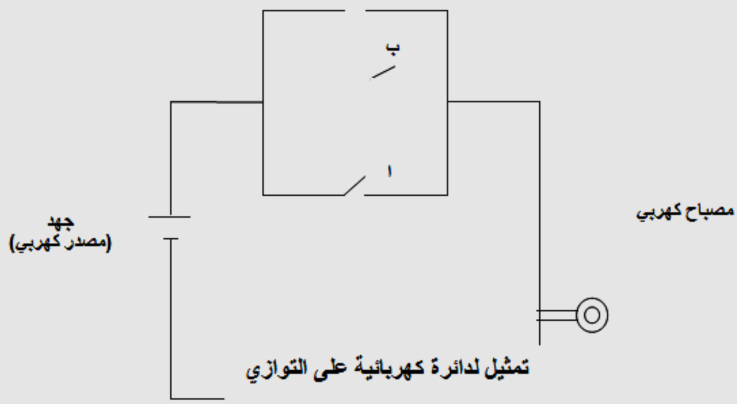
(2) Arnald. B. H : Logic And Boolean Algebra ,N.,J. ,prentice- Hall ,INC., 1962, p. 121

A	B	C=A+B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



تمثيل لبوابة oR المنطقية

وهنا يقال لمفتاحين" أ،ب" أنهما موصلان على التوازي إذا مر التيار في الدائرة عندما يوصل أحد المفتاحين على الأقل[١] ،ومن الجدول يقال ل "أ" أنها على التوازي مع" ب"بإجراء الجمع "أ+ب"،فان الناتج (ج=أ+ب) يكون واحد في جميع الحالات ماعدا حالة واحدة وهي يكون فيها كلا من أ، ب مساوية للصفر أي يكون فيها المفتاح في حالة غلق ونوضح هذه البوابة بالشكل الآتي وهو عبارة عن مصباح كهربي ومفتاحين"أ، ب"ومصدر كهربي والشكل كالآتي:



تمثيل لدائرة كهربائية على التوازي

نلاحظ في الشكل السابق وهو يمثل دائرة كهربائية موصلة على التوازي أول شيء نلاحظه أن المصباح يضيء في جميع الحالات باستثناء حالة واحدة يكون فيها المفتاحين" أ، ب" غير موصلين (off)في نفس الوقت، ويمثلان حالة الصفر أي عدم مرور التيار الكهربي وبالتالي المصباح لايضيء. ومما سبق يتضح أيضًا أهمية بوابة (or) فهي واحدة من أهم البوابات الأساسية التي تستخدم في بناء الكثير من الدوال والأنظمة الرقمية، ونستخدم بوابة (or) في دوائر الحراسة البسيطة ويكون بها مفتاح على كل باب أوشباك مطلوب مراقبته وهذه المفاتيح تكون مفتوحة دائمًا (صفر) ، وبذلك يكون الخرج يساوي صفر

---

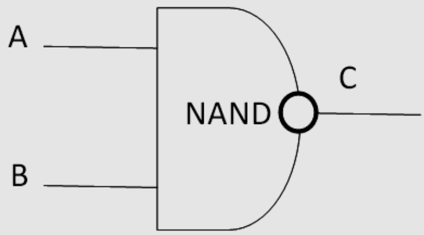
[١] علي نصر السيد الوكيل : مبادئ رياضيات الحاسب،ص٧

عند دخول اللص من أي باب فإنه يقفل هذا المفتاح ويجعله "واحد" ، وبذلك يصبح خرج البوابة يساوي" واحد" ويضرب جرس الإنذار[١] ، وهذا كان شرح لثلاث بوابات أساسية ، وسوف نقوم بشرح لبوابة فرعية مبنية على أساس البوابات الثلاثة السابقة وفي نفس الوقت تؤدي عمل كل من بوابات(Not, or,and) وهي بوابة ناند(NAND gate).

بوابة ناند (NAND gate)

فهي تستخدم في نطاق واسع معظم النظم الرقمية فهي تتشكل بتوصيل دخل بوابة العاكس مع خرج البوابة and لأن اختصار (NAND)هي اختصار لكلمتي (NOTAND) وتعني عكس ANDوالشكل الآتي يمثل هذه البوابة:

A	B	C=~(A.B)
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



تمثيل لبوابة NANDالمنطقية

وهنا يتضح من الجدول كيفية الحصول على كل من بوابات "الأند" و"الأور" و"العاكس" فهي تقوم بعملية الضرب المنطقي على المداخل ثم عكسها ، ووضعها على الخرج الوحيد ، فيكون صفر في حالة واحدة فقط ، وهي عندما تكون كل مدخل من المداخل يساوي واحد ويكون الخرج واحدًا في كل الحالات الأخرى التي يكون فيها أي واحد من المداخل أو كل المداخل تساوي أصفار [٢]

بوابة نفي"أو" (NOR gate)

بوابة(أو) قد تم ربطها مع عاكس (بوابة نفي).يتم جمع المداخل A,B منطقيًا لتكوين التعبير البولي (A+B) ثم عكس عن طريق بوابة النفي، لذا نلاحظ أن الشرطة العليا "ـــ" قد أضيفت إلى التعبير البولي دلالة على بوابة نفي "أو"(NOR)

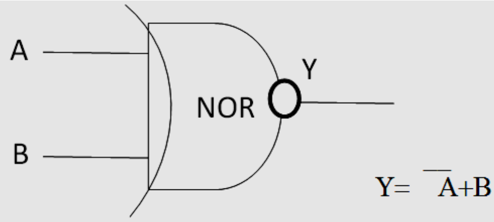
---

[١] محمد ابراهيم العدوي: الالكترونيات الرقمية نظري. . . عملي، ص٥٧

[٢] تجميع الحواسيب والدارات المنطقية ، Arab British Academy for Higher Education, w. w. wabahe . co; uk,p11وانظر محمد ابراهيم،مرجع سابق،ص٥٨

جدول الحقيقة لبوابة NOR

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



تمثيل لبوابة NORالمنطقية

وهنا يتضح من الجدول كيفية الحصول على بوابة (أو) وربطها مع عاكس (بوابة نفي) فهي تقوم بعملية الجمع المنطقي على المداخل ثم عكسها ، ووضعها على الخرج الوحيد ، فيكون الخرج واحدًا في حالة واحدة فقط وهي عندما تكون كل من المداخل يساوي أصفار ويكون الخرج صفرا في كل الحالات الأخرى التي يكون فيها أي واحد من المداخل أو كل المداخل تساوي واحدًا [١]

ثانياً : تطبيق قوانين الجبر البولي على الدوائر الإلكترونية

يعتبر "بول" أول من قدم مناهج لعمليات تقوم على أساس المتغيرات التي تقوم مقام الحدود أو الفئات، وهذه العمليات شبيهة بعمليات الجبر العادي التي تقوم على أساس المتغيرات التي تقوم مقام الأعداد وفي كتابه " بحث في قوانين الفكر" توصل إلى أهم الأهداف التي سعى "بول" لتحقيقها وهي فحص القوانين الأساسية لتلك العمليات التي يتم التفكير العقلي من خلالها والتعبير عنها باللغة الرمزية لحساب ما وإقامة علم المنطق[٢] ، ومن أهم القوانين التي توصل اليها بول:

١. **قانون تبادل الحدود**

أ+ب=ب+أ

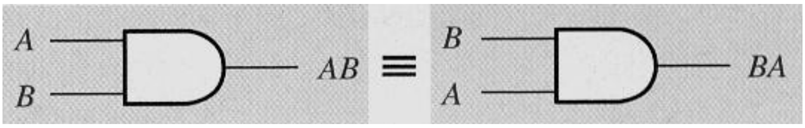
أ.ب=ب.أوتمثيل هذا القانون بالدوائر الالكترونية كالاتي:

A. B=B. A

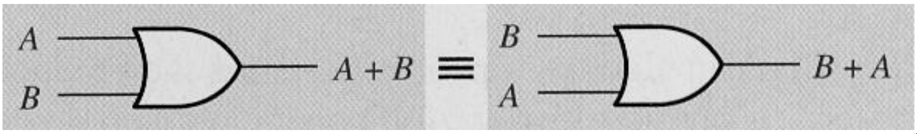
---

(1) Subir kumar sarkar , Asish kumar De ,Souvik sarkar: Foundation of Digital Electronics and logic Design , p 1-16.

(٢) محمد مهران: مقدمة في المنطق الرمزي ،ص٣٥,٣٦



A+B=B+A



1)

يعد جورج بول أول من صاغ هذه النتيجة ، بمعنى أن في الصيغة السابقة (في الشكل ١,٢) إن اختلاف الترتيب في الفئتين الداخليتين في الجمع والضرب المنطقي لاينتج عنه أي خطأ، ففي الشكل الأول أشبه بعملية الفرز وعلى أساسه يتم القيام بعمليتين للفرز ليس له أهمية تذكر فسواء فرزنا الأغنام من فئة الحيوانات ثم فرزنا الأغنام من بين ماله قرون فالنتيجة واحدة سنحصل في الحالتين على فئة الأغنام ذات القرون، [٢]وهنا يدل الشكل الأول لتمثيل لبوابة**and** ويتبين لنا تطبيق قانون التبادل على البوابة **and**المنطقية فلو قمنا بإبدال المتغيرين أ،ب(**A,B**) كل منهما محل الآخر نرى أن سلوك متغير الخرج أب(**AB**) لم يتأثر بهذا التبديل وبالمثل في الشكل الثاني الذي يمثل البوابة **OR** ولو قمنا باستخدام قوائم الصدق سنرى تأكيد القول بأنه لا يتم أي تغيير في حالة تبديل المتغيرين فستظل نتائج قوائم الصدق متساوية في الحالتين.

٣. قانون الاستغراق Laws of Distribution

- أ(ب+ج)=أب+أج
- أ+(بج)=(أ+ب)(أ+ج)

بالنسبة للفئات أ، ب، ج فإن الضرب المنطقي للفئة أ والفئة (ب+ج) يكون نفس جمع الضرب المنطقي للفئة أب والفئة أج ، وهو إجراء يجمع بين الجمع والضرب ويقول "بول" اننا لو فرزنا من مجموعة من الموضوعات التي تأخذها ككل لفئة"أ "فاننا نحصل على نفس النتيجة لو قسمنا المجموعة إلى جزئين لنفرز ماهو أ منها كل على حده ثم نربط ما نصل إليه في مجموعة واحدة، [٣] وعلى الجانب الآخر بالنسبة للفئات أ، ب، ج فإن الجمع المنطقي للفئة أ والفئة

---

(1) peter cheung: Boolean Algebra , Digital Electronics, london,oct,2007,(Floyd 4. 1-4. 1-4. 4,5. 2-5. 4)

(٢)محمد مهران: مقدمة في المنطق الرمزي ،ص٢٥٣

(٣)نفس المرجع،ص٢٥٨

(ب‌ج) يكون نفس الضرب المنطقي (أ+ب)والفئة (أ+ج) وذلك ينطبق أيضًا على أعضاء الفئات[1].

والقانون الأول يطبق في الرياضيات والمنطق،أما الثاني يطبق في المنطق لكن النتيجة غير متساوية بين الطرفين في الجبر العددي[2]. مثال ذلك :

القانون الأول في الضرب فهو يطبق في المنطق كما أنه قانون جبري عادي حيث :

٣×(٢+٤)= (٣×٢)+(٣×٤)

٣×٦=٦+١٢

١٨=١٨

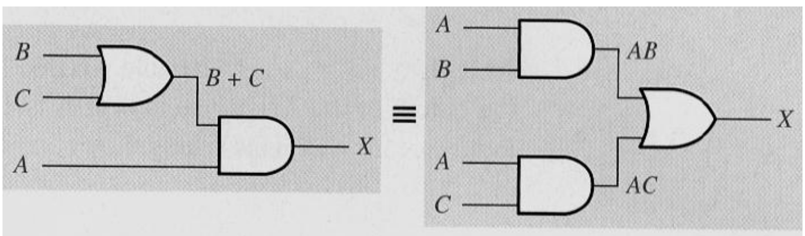
ونجد أن القانون الثاني غير قابل للتطبيق على الجبر العادي ولكنه قانون صحيح في المنطق حيث :

٣+(٢×٤)≠(٣+٢)×(٣+٤)

٣+٨≠٥ ×٧

١١≠٣٥[3].

وتمثيل القانون الأول باستخدام البوابات المنطقية كالآتي:



X = A(B + C)　　X = AB + AC

وهنا نلاحظ البوابة الأولى(or) أن نتيجة الخرج(x) يساوي(x=A(B+C متطابق مع خرج البوابة (and) وهو x=AB+AC وهو تمثيل للقانونA(B+C)=AB+AC وهنا تستخدم هذه القوانين في تبسيط الدوائر الالكترونية ، ومن هنا يمكن القول إن البوابات المنطقية هي التطبيق الهندسي

---

[1] أحمد رشوان: أحمد رشوان أحمد: منطق الفئات وجذوره الأرسطية، إشراف، محمد مهران رشوان، رسالة ماجستير، القاهرة ، ٢٠٠٢م،ص١٥٨,١٥٩

[2] عزمي اسلام: أسس المنطق الرمزي ،ص ٦٠: ٦٢.

[3] أحمد رشوان: منطق الفئات،ص١٥٨,١٥٩

للعمليات المنطقية البولية. [١] ، وفي القانون الأول تطابق عبارات" بول" باستخدام جدول الصدق فتكون عبارتان متطابقتان إذا كان إدخال متطابق على كل من العبارتين ينتج خرج متطابق :

أ	ب	ج	أب	أج	أب+أج	ب+ج	أ(ب+ج)
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	1	0
0	1	0	0	0	0	1	0
0	1	1	0	0	0	1	0
1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	1	1	1	1
1	1	0	1	0	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1

ومن جدول الصدق نلاحظ أن العمود٦ الذي يمثل أب+أج متطابق مع العمود الاخير أ(ب+ج) فبالتالي العبارتين متطابقتين أي إن أ(ب+ج)=أب+أج .

٣. قانون الاستنفادlaws of Absorbtion

- **أ+(أب) = أ [أ×(أ+ب) = (أ×أ) +(أ×ب) = أ +(أ×ب)]**
- **أ(أ+ب)=أ**

وهذا القانون يعني أن حاصل الجمع المنطقي للفئة(أ)والفئة(أب) يساوي الفئة(أ) وحاصل الضرب المنطقي للفئة(أ) والفئة (أ+ب) تساوي الفئة (أ) [٢].

مثال: لوفرضنا أن الرمز(أ) يشير إلى فئة الطلبة والرمز (ب) يشير إلى فئة المجتهدين ، ومن ثم تكون(أب)هي فئة الطلبة المجتهدين وهي لاتمثل إلا جزءًا من الفئة(أ)أي فئة الطلبة ومن هنا نرى أن هذا لايزيد شيئًا عن قولنا فئة الطلبة. [٣]

ومن أهم قوانين الجبر البولي:

أ+٠=أأ×١=أأ×أ=أأ+أب=أ

أ+١=١أ+أ=أأ×أ'=٠أ+أ'ب=أ+ب

[1] peter cheung: Boolean Algebra , Digital Electronics ,(Floyd 4. 1-4. 1-4. 4,5. 2-5. 4)

[٢] أحمد رشوان: منطق الفئات،ص١٦٠

[٣] عزمي اسلام: أسس المنطق الرمزي ،ص ٦٢:٦٣

أ×٠=٠أ+أ'=١(أ)'=أ(أ+ب)(أ+جـ)=أ+ب جـ[١]

وكل قانون من هذه القوانين يدل على أهمية الجبر البولي ، وكيف أنه لعب دورًا فعالًا في تصميم الدوائر الكهربائية وأدوات الرقابة والإدلاء بالبيانات والحواسيب الرقمية ، وكل هذا يؤدي إلى تبسيط المعطى للدائرة ومن هنا تمارس خصائص مكتوبة على نطاق واسع في الهندسة الكهربائية[٢] .

شرح مبسط لهذه القوانين:

أولا": قانونا عمليات الصفر والواحد :

أ+٠=أ ، أ×٠=٠، أ×١=أ ، أ+١=١توصل بول إلى هذه القوانين من خلال قوله بقانون التماثل أ+أ=أ،أ×أ=أ ، وقانون التماثل صحيح في الجبر البولي ولكنه ليس صحيحًا في الجبر العادي ،لأن بول يرى أن تداخل صنف في ذاته يؤدي إلى ذات الصنف ولا يضيف إليه جديدًا مثال ذلك لو أخذنا الرمز(أ) ليمثل سكان أزرق العينين من لندن ، وتم الجمع بين نفس الصنف أو ضرب نفس الصنف في ذاته فتكون النتيجة نفس الصنف بلا زيادة أو نقصان (سكان أزرق العينين من لندن"+أو×"سكان أزرق العينين من لندن) ما هو إلا مجرد تكرار ولكن هذه الصيغة من الممكن أن تكون صحيحة في الجبر في حالة واحدة وهي إذا كانت(أ) قيمتها ١، أو إذا كانت(أ) قيمتها(صفر)[٣] في "الجبرالبول" عنده(أ×أ=أ) لكن في الجبر العادي أ×أ=أ^{٢} ومن هنا أتت المعادلة أ=أ^{٢} ، وإذاافترضنا تكرار هذه العملية عدد "n" من المرات فان المعادلة أ=أ^{n} وهو تعبير رياضي صحيح[٤] ، ومن هنا توصل بول إلى أن أ×٠=٠ لأنه مهما كانت قيمة (أ) فهي إذا ضربت في الصفر فتكون متطابقة مع فئة اللاشيء(الصفر)،أ×١=أ بمعنى أي ما كانت الرمز (أ) إذا ضرب في الواحد الذي يمثل فئة جميع الأفراد أو الكون(فئة كل شيء) يساوي الفئة (أ)[٥] لأننا إذا رمزنا للواحد الصحيح إلى فئة الناس، وبالرمز(أ) إلى المصريين وأردنا تحديد الأعضاء الذين ينتمون إلى الفئتين معًا لوجدنا أنهم المصريين فقط ، ولو أخذنا نفس المثال فأما الفئة الذي تنتمي إلى المصريين وإلى فئة لا أفراد له أي فئة

(1) peter cheung: Boolean Algebra , Digital Electronics, london,oct,2007,(4,6)

(2)BroadbentT. A. A: George Boole (1815-1864), the mathematical Gazette,vol,48,No. 366(Dec. 1964),p.373-378

(3) Ibid. pp. 373-378

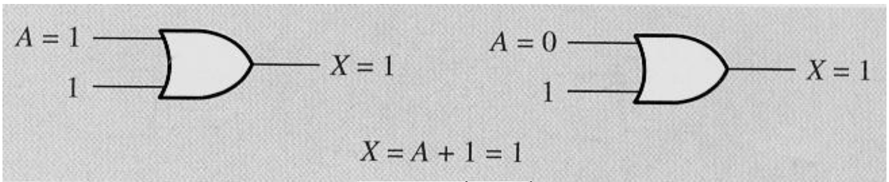
(٤)احمد عصام: منطق بول وأ بعاده التطبيقية في الحاسوبص١٨٤: ١٨٥

(2) Boole, George : An Investigation Of The Laws of Thought, p. 33: 35

اللاشيء فهي فئة لا أفراد له أي فئة اللاشيء وهم قانونين صادقان في الجبر المألوف [١] ، ومن خلال ما سبق توصل "بول" إلى القانون الأتي:

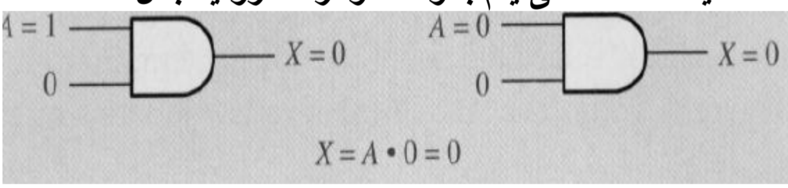
أ(أ–١=) ، وهنا لو افترضنا أن(أ) تمثل أي فئة من الكائنات ولتكن فئة الرجال ،(أ–١) تمثل العكس أو الفئة التكميلية من الكائنات وهنا تمثل فئة ليسوا رجال إذن المعادلة أ(أ–١=)٠ هي معادلة تضم في عضويتها في آن واحد الرجال وليسو رجال وهو مبدأ التناقض الذي وضعه أرسطو فمن التناقض أن نجمع بين الشيء ونقيضه في آن واحد وهي بديهية واضحة تقول:إنه لا يمكن أن يكون الصواب والخطأ في وقت واحد[٢]

وتمثيل القوانين السابقه باستخدام البوابات المنطقية كالآتي:



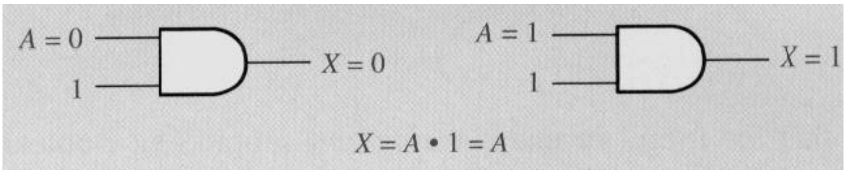
A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

وهنا تمثيل لبوابة or المنطقية فهنا سواء كان دخلى البوابة يساوي كل منهما واحدًا أو أحدهما يساوي الصفر فيكون الخرج (x) يساوي واحدًا ، أما إذا كان دخلي البوابة (A) يساوي صفرا"ففي هذه الحالة التي يكون فيها الخرج يساوي صفر وهنا المعادلة X=A+1=1 وهنا تعني أن الخرج يساوي واحدًا في حالة الدخل 1=1+1،1=0+1بمعنى أدق إنه إذا كان كل من الدخلين يساوي صفر فإن الخرج لبوابة OR يكون صفر ، وإذا كان أحدهما أو كلاهما يساوي واحد فإن الخرج يساوي واحد وتستخدم هذه القوانين لتبسيط التقارير البولية للحصول على أبسط صيغة ممكنة حتى يتم بناؤها كدوائر الكترونية بأقل تكلفة [٣]



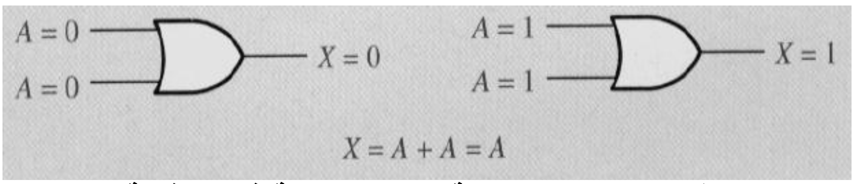
[١] محمود فهمي زيدان : المنطق الرمزي نشأته وتطوره، ص ٧٩

(3) peter cheung: Boolean Algebra , ,(Floyd 4. 1-4. 1-4. 4,5. 2-5. 4)

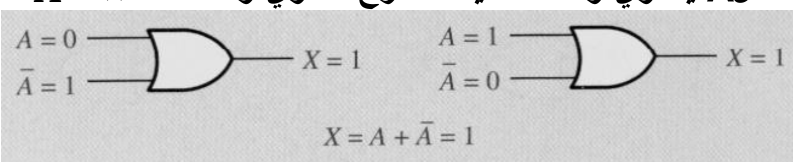


A	B	X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

وهنا تمثيل لبوابة andالمنطقية و توضيح لقوانين عمليات الواحد والصفر ، و يكون الخرج يساوي واحدا" إذا كان كل من الدخلين يساوي واحدًا ، والخرج يكون صفر إذا كان أحد الدخلين أو كلاهما يساوي صفرًا.



وهنا يمثل الشكل عمل البوابة andالمنطقية فتكون قيمةخرج البوابة and مساويًا لقيمة دخلي البوابة وذلك لأنه إذا كان قيمة المتغير A التي تمثل دخلي البوابة AND واحدًا فسيكون الخرج مساويًا الواحد الصحيح ،وهذايعني أن قيمة دخلي البوابة هي نفسها قيمة الخرج لأنA=0 فإن X=0+0 =0 وإذا كان متغير الدخلA يساوي واحدًا فانقيمة الخرج تساوي واحدًا١=١×١=X[١]

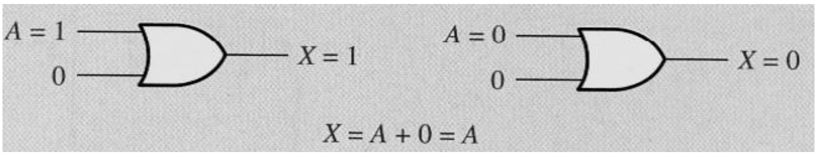


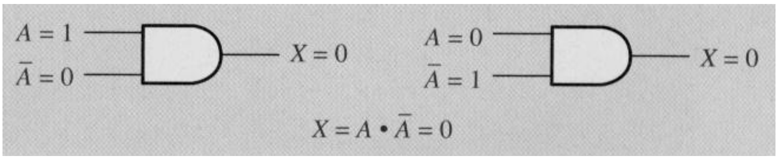
---

[١] احمد عصام: مرجع سابق، ص ١٩٤

A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

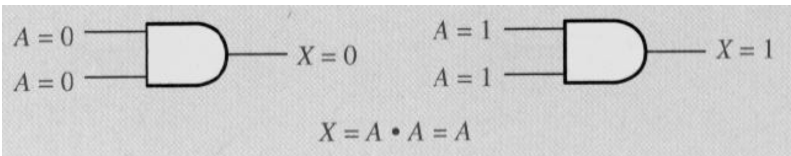
(١)





A	B	X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

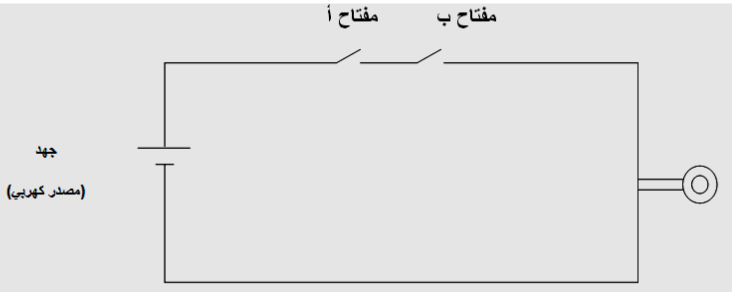
(٢)



وهنا عرضنا لتمثيل القوانين المنطقية بالبوابات المنطقية التي تتكون من عناصر إلكترونية مرتبطة مع بعضها البعض بطرق مختلفة ، والدوائر الإلكترونية تميز بين حالتي فقط هما : إما وجود فولتية عالية High أو فولتية منخفضة Low والتي تمثل على التوالي أما سريان التيار الكهربي (حالة on،١) أوعدم سريان التيار الكهربي(حالة off، الصفر)، ويرجع الفضل "لبول" في إرساء البساطة في استخدام الرموز والدقة والبساطة هنا هي الأساس في الحاسوب ، ومن هنا نعرض لتبسيط الدوائر وكيفية إختزالها إلى

(1) peter cheung: Boolean Algebra , ,(Floyd 4. 1-4. 1-4. 4,5. 2-5. 4)
(2) Ibid;, ,(Floyd 4. 1-4. 1-4. 4,5. 2-5. 4)

أبسط شكل ممكن مثال: يستخدم جبر المنطق في تبسيط الدوائر مثل" الشكل ذو الأثنى عشر مفتاحًا" وتم اختزاله إلى الدائرة ذات الأربعة مفاتيح



تمثيل لدائرة كهربائية على التوالي

هنا الدائرة تكافيء≡(أ∧ب∧ج(∨)أ∧′ب∧ج(∨)أ∧ب∧′ج)(∨أ∧ب∧′ج)′
([≡أ∧ب∧ج(∨)أ∧′ب∧ج([∨])أ∧ب∧′ج([∨])أ∧ب′ج(∨)أ∧ب∧′ج]) وهنا استخدمنا الأقواس كعامل أساسي في عملية الدمج (قوانين الدمج استخدمت في اختزال الدوائر الإلكترونية لإطفاء طابع البساطة عليها)وهنا ندخل قوانين التوزيع كالآتي:

([≡أ∨أ(∧)′ب∧ج([∨])أ∧ب∧)′ج]

ونستخدم قوانين (٠,١أو الصدق والكذب)(f,t)[1]

[≡T(∧ب∧ج([∨])أ∧ب∧)′T]واخيرا

(≡ب∧ج(∨)أ∧ب)′ وهنا من خلال الأشكال الهندسية وباستخدام القوانين المنطقية تم اختزال الشكل ذا الأثنى عشر مفتاحًا[الذي يمثل البوابات المنطقية(and,or)]إلى الدائرة ذو الأربعة مفاتيح والتي تمثل المعادلة (ب∧ج(∨)أ∧ب)′لو أخذنا مثال لذلك لو قلنا"مصر بلد عربي"ورمزنا له بالرمز "أ"، والرمز "ب" هو أن مصر بلد افريقي ،إذن(أ∧ب) هو التقرير بأن مصر بلد عربي إفريقي وهي تمثل البوابة and المنطقية التي هي تمثل التوصيل على التوالي وتقر بأن(أ)على التوإلى مع(ب)، وماسبق كان شرح مبسط لإسهامات"بول" على الرغم من إن عمله ظلا مهملًا لما يقرب من خمسين عامًا، إلا أنه ذو أهمية للمنطقيين بشكل رئيسي وفي منتصف القرن العشرين ومع التطور التكنولوجي أصبح "الجبر البولي" ذا أهمية بالغة للعديد من العلماء والمهندسين ويؤكد "رسل "أن" بول" في كتابه الأعظم "بحث في قوانين

[1]علي نصر السيد الوكيل : مبادئ رياضيات الحاسب،ص٨٢,٨١

الفكر" كان أول شخص يبين بوضوح الخصائص الأساسية للرياضيات البحتة وتعمق "بول" أكثر في فن استخدام الرموز ودراسة العلاقات التي تجمع بينها ،واستخدامه الثنائية البوليانية.[١] ، واليوم عندنا الجبر البولي هو خطوة أساسية في التطوير الرياضي باعتباره بنية مجردة وبديهية والدقة والبساطة التي تجمع بين الرياضيات والحاسوب ومن هنا صنع بول أعظم مساهمة في الجبر وعلى الرغم من أن كثيرين قبل بول قد فكروا في ذلك أي الجمع بين المنطق والجبر ومن بينهم" ليبنتز" و"لامبرت" و"دي مورجان"[٢] ، ولقد كان ليبنتز هو أول من تحدث عن الجبر المنطقي ولكن أبحاثه لم تلق نجاحًا في أيامه ولكن الجبر البولي جعل الباحثون يعودون إلى آراء "ليبنتز" عن" جبر المنطق" فاكتسبت أعماله أهمية بالغة[٣] ولكن الكثيرين لم يتخلصوا من منطق أرسطو مثل القياس المنطقي كالمثال:

أ هو ب وب هو جـ لذلك فان أهو جـ وعلى غرار هذه المعادلة

(أب()بـجـ)=(أجـ)[٤]

أهم النتائج التي توصلت إليها الباحثة:

١. ما سبق يؤكد أن بول من أهم الرواد الذين أسهموا في بناء الحاسبات الحديثة وذلك من خلال أفكاره المنطقية في جبر المنطق وخاصة في تطبيقه لفكرة الثنائية (١,٠) والتي استخدمت كأساس لبناء التصميم المنطقي لدوائر الحاسبات الالكترونية .
٢. وأيضًا استخدم الجبر "البولياني" لمعالجة المعلومات وحل المسائل ويطبق الجبر البولياني بسهولة على الدارات الإلكترونية المستخدمة في الحوسبة الرقمية والثنائية البولية وتمثيلها لحالتين الصواب والخطأ التي تعبر عن حالتين فيزيائيتين متباينتين للدارة أو جهدين مثلًا وتتحكم دارات الحاسوب المعروفة بالبوابات المنطقية في تدفق الكهرباء "بتات المعطيات" لكي تمثل (Not, or,and) والمؤثرات البوليانية الاخرى تجمع البوابات المنطقية ضمن الحاسوب بحيث يربط خرج الواحدة إلى مدخل الأخرى لكي تعطي كنتيجة نهائية (التي لاتزال مجموعات من الآحاد والاصفار) معطيات ذات معنى مثل نتيجة جمع عددين.

---

(2) Boole, George : The Mathematical Analysis of Logic, Being An Essay,1847,p50

(2)Broadbent T. A. A: op,cit,pp373-378

(٣) علي عبد المعطي محمد: المنطق ومناهج البحث العلمي في العلوم الرياضية والطبيعية، الإسكندرية، ٢٠٠٤، ص ١٧٢

(4) Ibid. pp. 373-378

٣. تطبيق بول للعمليات المنطقية (أو،و،ماعدا"لا") والتي هي الجمع والضرب والسلب التي تطبق على العمليات الحسابية والمنطقية والتي تطبق أيضًا على الأعداد الثنائية إلى دوائر كهربية يتم تكوينها من سلاسل المفاتيح المتوازية والمتلاحقة والتي تتصل وتنقطع بترتيب محدد وله دلالة محددة.

٤. ففي منتصف القرن العشرين ومع النمو الفعال لصناعة الكمبيوتر ، أصبح للمنطق البولياني أهمية تطبيقية بالغة ، واتجه إليه كثير من العلماء والمهندسين لينهلوا منه كل شيء هو أساس لصناعتهم الإلكترونية للحاسوب.

٥. وعلاوة على ذلك يعتبر "بول" هو واضع الأساس لكل انساق الكمبيوتر والمعالجات الدقيقة من خلال تطبيق المنطق البولياني على البوابات المنطقية وتكوين الدوائر الإلكترونية التي يقوم عليها الحاسوب، وقلما يوجد فرد واحد اليوم لا يستخدم للحاسوب .

٦. ول"بول" الفضل الكبير في توفير الآلة التي لا تستغني عنها البشرية اليوم ألا وهو الحاسوب الذي يوفر لنا الوقت والجهد ونستطيع من خلاله الوصول إلى المعلومة المرادة بكل دقة وسهولة وتوفير لوقت والجهد.

ومما سبق نقول إن" جورج بول" من أهم الشخصيات التي تركت وراءها إسهامات أفادت البشرية جمعاء ، والرياضيين المناطقة وعلماء ومهندسين الحاسوب على وجه الخصوص لذلك ترى الباحثة أن جورج بول بحق هو مؤسس المنطق الرمزي ، وهو الأب الروحي للحاسوب والمعالجات الدقيقة في العالم.

مراجع الدراسة

أولاً- المصادر والمراجع العربية

أ- المراجع العربية

١. عادل فاخوري: المنطق الرياضي ، بيروت، المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر، ١٩٨٨م.
٢. عزمي إسلام: أسس المنطق الرمزي، القاهرة، مكتبة الانجلو المصرية، ١٩٧٠م
٣. علي عبد المعطي محمد: المنطق ومناهج البحث العلمي في العلوم الرياضية والطبيعية، ط٢، الإسكندرية، دار المعرفة الجامعية، ٢٠٠٤م.
٤. علي نصر السيد الوكيل: مبادئ رياضيات الحاسب، القاهرة، الدار الدولية للاستثمارات الثقافية ، ٢٠٠٠م.
٥. محمد ابراهيم العدوي: الالكترونيات الرقمية نظري. . . عملي، القاهرة، دار طيبة للنشر والتوزيع ، ٢٠٠٣م.
٦. محمد السعيد خشبة: الكمبيوتر واساسيات علم الحاسب، موسوعة تكنولوجيا الحاسبات، القاهرة، الوليد للطباعة ، ١٩٩٠م.
٧. محمد مهران : مقدمة في المنطق الرمزي، القاهرة،دار الثقافة،١٩٨٧م.
٨. محمود فهمي زيدان: المنطق الرمزي نشأته وتطوره، الاسكندرية، مؤسسة شباب الجامعة، ١٩٨٩م.
٩. محمود محمد كتكت: نظرية المجموعات، عمان، دار الفرقان، ١٩٨٢

ب- الرسائل والدوريات العلمية

١. أحمد رشوان أحمد: منطق الفئات وجذوره الأرسطية، إشراف، محمد مهران رشوان، رسالة ماجستير، القاهرة ، ٢٠٠٢م.
٢. أحمد عصام الدين عبد الجواد: منطق بول وأبعاده التطبيقية في الحاسوب، اشراف/ماهر عبدالقادر محمد ،دولت عبد الرحيم ابراهيم، رسالة ماجستير غير منشورة ،القاهرة، جامعة بنها"كلية الآداب" ، ٢٠٠٧م.
٣. محمد علي حسن ، رامي يوسف رمضان: بحث/تصميم وبرمجة لوحة اعلانات نصية متحركة باللغة الانجليزية، اشراف أنور عكاشه، غزة، السلطة الوطنية الفلسطينية برنامج التكنولوجيا والعلوم التطبيقية، ٢٠٠٥م.
٤. جون ماكليش: العدد من الحضارات القديمة حتى عصر الكمبيوتر، ترجمة خضر الأحمد، موفق دعبول، مراجعة عطية

عاشور، عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، العدد٢٥١، نوفمبر ١٩٩٩م.

ثانيًا – المراجع الأجنبية:

أ- المصادر "كتابات بول"

1. Boole, George : The Mathematical Analysis of Logic, Londan,1847
2. ----------: An Investigation Of The Laws of Thought, London, Macmillan and Co, 1854.

ب –المراجع والمجلات عن جورج بول باللغة الانجليزية

1. Arnold , B. H: Logic And Boolean Algebra ,N.,J. ,prentice- Hall ,INC., 1962
2. Basson A. H, O' connor D. J: introduction to symbolic logic, University Tutorial Press Ltd, London , 1960
3. Broadbent. T. A. A: George Boole(1815-1864),the mathematical Gazette,vol,48,No. 366(Dec. 1964).
4. Jerome Dinet, Monik favart and Jean michel passerault; The impacts of information search expertise on the use of Boolean operators , Journal of Computer Assisted learning 20,Blackwell Publishing, L.td., 2004
5. lahcene Abd Allah Bachioua;- 7 inite mathematice, An Arabic 7ext, first Edition, 2013, http;\\ w w w. - publishing – com
6. peter cheung: Boolean Algebra , Digital Electronics, london,oct,2007
7. Stephen f. Barker: The El Ements of Logic , N. Y, Mc GRAW- Hill Book company,1989.
8. Subir kumar sarkar , Asish kumar De ,Souvik sarkar: Foundation of Digital Electronics and logic Design, By Taylor and francis qroup, 2014.