طريقة مستحدثة لتصميم الدوائر المنطقية الإلكترونية

عبدالرقيب عبده أسعد العريقي[1,*]
عبدالله علي قاسم قحطان الحميدي[2,*]

[1] أستاذ الهندسة الإلكترونية والحاسوب، قسم الهندسة الإلكترونية، جامعة العلوم والتكنولوجيا، جامعة صنعاء، صنعاء، اليمن.
[2] مدرس مساعد في هندسة الحاسوب، قسم الهندسة الإلكترونية، جامعة العلوم والتكنولوجيا، صنعاء، اليمن.
*عنوان المراسلة: abdarraqib62@yahoo.com ، a.qahtan2@ust.edu.ye

https://doi.org/10.59222/ustjet.2.1.4

طريقة مستحدثة لتصميم الدوائر المنطقية الإلكترونية

الملخص:

تقدم الورقة العلمية طريقة مستحدثة لتصميم الدوائر المنطقية الإلكترونية ذات الخرج الواحد والدوائر المنطقية الإلكترونية متعددة المخارج على أساس استخراج البوابات XOR بعدد (n-1) حيث 'n' تمثل عدد إشارات الدخل للدائرة المنطقية الإلكترونية، ثم تركب الدائرة من جزئين: الجزء الخطي والمكون من البوابات XOR بعدد (n-1) بوابة، والجزء غير الخطي والذي يركب من البوابات الأخرى، وتكون إشارات الدخل لهذا الجزء إشارات الخرج من الجزء الخطي (مخارج البوابات XOR) بعدد (n-1) إشارة، والإشارة الفعلية المتبقية وهي إشارة واحدة. الطريقة المقترحة طريقة سهلة ويمكن برمجتها بأية لغة من لغات البرمجة العليا ليستخدم الحاسوب الرقمي في عملية التصميم لاسيما مع الدوائر التي يكون عدد إشارات الدخل فيها كبير.

الكلمات المفتاحية: الدوائر المنطقية الإلكترونية، مصفوفة الحدود، التصميم المنطقي.

https://doi.org/10.59222/ustjet.2.1.4

A Novel Method for Designing Electronic Logic Circuits

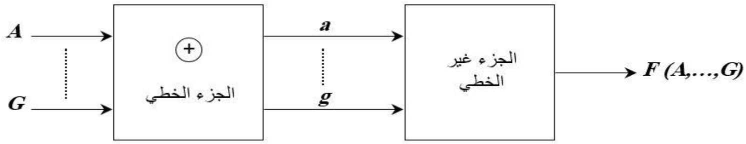
Abstract:

This scientific paper presents a novel method for designing single and multi-output electronic logic circuits. The produced circuit consists of two parts. The first part consists of (n-1) XOR gates, where "n" is the number of input signals to the logic circuits. This part is called the linear part of the circuit. The second part is designed by any method used in designing logic circuits. This part called the non-linear part of the circuit. The suggested method can be programmed by any high level programming language to be used on any digital computer especially with the circuits which have a large number of input signals.

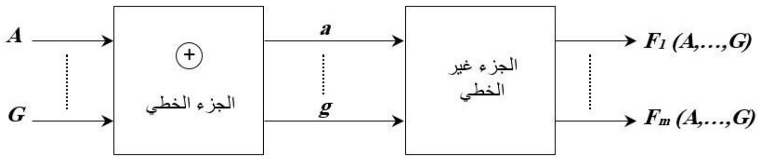
Keywords: Electronic Logic Circuits, Minterm Matrix, Logic Design.

1.المقدمة

تستخدم طرق متعددة لتصميم وبناء الدوائر المنطقية الإلكترونية إما على أساس البوابات الأساسية أو البوابات NAND فقط أو البوابات AND وXOR فقط ...الخ. غير أن فلسفة الطريقة المقترحة تمر بمرحلتين. المرحلة الأولى: بناء الجزء الخطي من البوابات XOR فقط بعدد (n−1) بوابة، ثم تأتي المرحلة الثانية لبناء الجزء غير الخطي بأية طريقة من الطرق المعروفة وعلى أساس أي نوع من أنواع القطع المنطقية المعروفة (NOT, AND, OR, NOR, NAND ...الخ)، ويوضح شكل (1) المخطط الصندوقي لجزئي الدائرة.



(أ)



(ب)

شكل (1): المخطط الصندوقي لجزئي الدائرة المنطقة الإلكترونية

(أ) الدائرة ذات الخرج الواحد (ب) الدائرة متعددة المخارج

سيتم في هذه الورقة العلمية عرض ومناقشة الطريقة المقترحة ووضع الخوارزمية لها ثم إعطاء أمثلة عددية متنوعة لتوضيح استخدام الطريقة المقترحة. البند (2) تمهيد لتقديم مفهوم مصفوفة الحدود، البند (3) لخوارزمية الطريقة المقترحة، البند (4) أمثلة عددية لتصميم وتركيب الدوائر المنطقية الإلكترونية على أساس الطريقة المقترحة، ثم البند (5) للخاتمة.

2. تمهيد

أية دالة منطقية عدد متغيراتها "n" تكتب إجمالا في الصورة التالية:

$$F(x_1,\dots,x_n)=\sum_{i=0}^{N} d_i m_i \quad , \quad N=2^n-1 \quad , d_i\in\{0,1\}$$

حيث m_i (minterm) الحد رقم i و Σ يرمز للعملية المنطقية OR. أما الدالة المنطقية المراد تحقيقها بدائرة منطقية تكتب في الصورة التالية:

$$F(x_1,\dots,x_n)=\ \Sigma\ (minterms)$$

https://doi.org/10.59222/ustjet.2.1.4

حيث:

الحـــدود minterms هي الحدود التي عندها تكون قيمة الدالـــة المنطق "1"، وتعطى بالأرقام/ الأعداد العشرية: 0، 1، 2، 3،........20، .....، 62، .....

الرمز Σ للعملية المنطقية OR بين حدود الدالة، فمثلا الدالة F(A,B,C) = Σ (1, 2, 3 ,5) دالة ثلاثية المتغيرات (n=3) A, B, C ، وتكون قيمة الدالة المنطق "1" عند أي حد من حدودها الأربعة، ولها القيمة "0" عند بقية الحدود وهي (0, 4, 6, 7).

$$\therefore F(A,B,C) = \Sigma\,(1,2,3,5) = m_1 + m_2 + m_3 + m_5$$

ومن هذه الحدود نحصل على مصفوفة الحدود للدالة بتحويل الأرقام العشرية لحدود الدالة إلى النظام الثنائي رقما بعد رقم بدء من أي حد، أي أن هناك أكثر من صورة لمصفوفة الحدود للدالة. فإذا كان عدد حدود الدالة M، فإن عدد مصفوفات الحدود لهذه الدالة هو M! (مضروب M)، وتمثل الـ M عدد صفوف المصفوفة والـ n عدد أعمدة المصفوفة، أي أن المصفوفة بالمقاس n×M.

فمثلا عدد مصفوفات الحدود للدالة السابقة 4!=24، أي 24 مصفوفة (كل مصفوفة بالمقاس 3×4) وتكون المصفوفات الست الأولى لهذه الدالة في الصورة التالية:

A	*B*	*C*
0	0	1
0	1	0
0	1	1
1	0	1

A	*B*	*C*
0	0	1
0	1	1
0	1	0
1	0	1

A	*B*	*C*
0	0	1
1	0	1
0	1	0
0	1	1

A	*B*	*C*
0	1	0
0	0	1
0	1	1
1	0	1

A	*B*	*C*
0	1	0
1	0	1
0	0	1
0	1	1

A	*B*	*C*
0	1	0
0	1	1
0	0	1
1	0	1

وســيطلق على هذه المصفوفة المكونة مــن حدود الدالة مصفوفة الحدود مــن الرتبة الأولى. وعند أخذ متغـيرات الدالة إثنــين إثنين بالعملية XOR نحصــل علــى A⊕B و A⊕C و B⊕C وهذه هي أعمدة مصفوفـــة الحدود من الرتبة الثانيـــة، لأن كل عمود ينتج من متغيرين إثنين، ثم توضع المصفوفتين معا في الصورة التالية للدالة السابقة:

A	*B*	*C*	*A⊕B*	*A⊕C*	*B⊕C*
0	0	1	0	1	1
0	1	0	1	0	1
0	1	1	1	1	0
1	0	1	1	0	1

لو قلنا أن β يمثل عدد الرقم "0" في أي عمود وأن α يمثل عدد الرقم "1" في نفس العمود، فإن قيمة ذلك العمود تحسب من العلاقة (1) التالية:

$$q = \beta - \alpha \qquad (1)$$

https://doi.org/10.59222/ustjet.2.1.4

لتســريع التعامل مع المصفوفتين وحســاب قيمة كل عمود تعطى الأرقام 1، 2، 3، 4...الخ لمتغيرات الدالة بدء بالرقم "1" لأول متغير على اليسار وهو المتغير "A" لهذه الدالة ثم الرقم "2" للمتغير الذي قبله وهو المتغــير "B" لهذه الدالة وهكذا، فنحصل على المصفوفتــين في الصورة التالية، حيث 12 تمثل A⊕B و 13 تمثل A⊕C، وهكذا.

1	*2*	*3*	*12*	*13*	*23*
0	0	1	0	1	1
0	1	0	1	0	1
0	1	1	1	1	0
1	0	1	1	0	1

ووفقا للعلاقة رقم (1) تحسب قيمة كل عمود على النحو التالي:

$$q_1 = 3 - 1 = 2\,, \qquad q_2 = 2 - 2 = 0, \qquad q_3 = 1 - 3 = -2$$

$$q_{12} = 1 - 3 = -2\,, \qquad q_{13} = 2 - 2 = 0, \qquad q_{23} = 1 - 3 = -2$$

ويمكن وضع النتائج في الصورة التالية:

q_1	q_2	q_3	q_{12}	q_{13}	q_{23}
2	0	-2	-2	0	-2

أو في الصورة التالية:

1	*2*	*3*	*12*	*13*	*23*
2	0	-2	-2	0	-2

يلاحــظ أن عدد أعمدة مصفوفة الحدود مــن الرتبة الثانية ثلاثة أعمدة لهذه الدالة ثلاثية المتغيرات، مع الدوال رباعية المتغيرات F (A,B,C,D) نحصل على

1 *2* *3* *4* *12* *13* *14* *23* *24* *34*

ويلاحــظ أن عــدد أعمدة مصفوفة الحدود من الرتبة الثانية ســتة أعمدة، ويمكــن معرفة عدد أعمدة مصفوفة الحدود من الرتبة الثانية qij لدالة عدد متغيراتها يســاوي "n" أي معرفة عدد q_{ij} (ij = 12, 13, 14, … 1n,….) باستخدام العلاقة التالية:

$$m = \frac{1}{2} \; n(n-1) \qquad\qquad (2)$$

نــأتي الآن إلى مصفوفة الحدود للدوائر متعددة المخــارج، أي لعدد من الدوال المنطقية التي تصف نظاما منطقيا إلكترونيا. هب أن الدوال المنطقية التالية تصف عمل نظام منطقي إلكتروني:

$$F_1\,(A,B,C) = \Sigma\,(1,2,3,5)$$

$$F_2\,(A,B,C) = \Sigma\,(2,3,5,6)$$

$$F_3\,(A,B,C) = \Sigma\,(1,2,3,4,5)$$

https://doi.org/10.59222/ustjet.2.1.4

فإن مصفوفة الحدود من الرتبة الأولى والرتبة الثانية لهذه الدوال الثلاث تكون في الصورة التالية:

رقم الدالة التي يتواجد فيها الحد	1	2	3	12	13	23
13	0	0	1	0	1	1
123	0	1	0	1	0	1
123	0	1	1	1	1	0
3	1	0	0	1	1	0
123	1	0	1	1	0	1
2	1	1	0	0	1	1

فالحد رقم "1" يتواجد في الدالتين F_1 (A, B ,C) و F_3 (A, B ,C) ولهذا تم التدليل على تواجد الحد في هاتين الدالتين بـ "13"، وهكذا.

3. الخوارزمية المقترحة

سيتم في هذا البند وضع خوارزميتين، الأولى للدوائر المنطقية الإلكترونية ذات الخرج الواحد، والأخيرة للدوائر المنطقية الإلكترونية متعددة المخارج.

1.3 الدوائر ذات الخرج الواحد

تكون الخطوات المتبعة على النحو التالي:

المرحلة الأولى

1. إنشاء مصفوفتي الحدود للدالة المعطاة كما تقدم.
2. حساب قيمة كل عمود q_i (للرتبة الأولى) و q_{ij} (للرتبة الثانية) باستخدام العلاقة (1).

المرحلة الثانية

1. تقارن قيمة العمود q_i مع قيمة كل عمود q_{ij} فإذا كان:

أ. $|q_i| < |q_{ij}|$ فيتم اتباع التالي:

I. يستبدل العمود رقم "i" في مصفوفة الحدود من الرتبة الأولى بالعمود "ij" من مصفوفة حدود الرتبة الثانية.

II. يحذف qi وكل الـ qij التي في دليلها الرقم "i" فنحصل على كل الـ q التي لا يوجد في دليلها الرقم "i".

III. العودة إلى (أ) ولكن مع النتائج من(II) حتى يتبقى عنصر واحد فقط وليكن qk، ومن ثم يبقى العمود رقم k في مصفوفة حدود الرتبة الأولى كما هو.

ب. إذا لم يتحقق (أ) كليا أو تحققت جزئيا وتحققت العلاقة $|q_i| \geq |q_{ij}|$ من البداية أو بعد الانتهاء من (II) فتنفذ الخطوات (I) و (II) و (III) في (أ).

ت. بعد الانتهاء من (أ) أو (ب) أو كليهما تكون مصفوفة الحدود من الرتبة الأولى للدالة الجديدة F(a, b ,c,...) مكتملة، ثم تقرأ المصفوفة وتكتب الدالة في الصورة المعروفة:

$$F(a,b,c,\ldots) = \Sigma(\text{minterms})$$

ث. تحقق الدالة F (a, b ,c,...) بأي طريقة من الطرق المعروفة.

https://doi.org/10.59222/ustjet.2.1.4

ملاحظات

1. إذا تحققت الخطوة (أ) بالكامل، كانت الدائرة المحققة للجزء غير الخطي غير معقدة.
2. إذا كانت الخطوة (ب) هي السائدة، كانت الدائرة المحققة للجزء غير الخطي معقدة.
3. إذا اشتركت الخطوتان (أ) و (ب) في العملية، وهذا هو الغالب، كانت الدائرة المحققة للجزء غير الخطي متوسطة التعقيد.

2.3 الدوائر متعددة المخارج

الهدف اشراك كل الدوال بالجزء الخطي بتطبيق ذات الخوارزمية في البند (1.3) على أساس إنشاء مصفوفة الحدود من الرتبة الأولى لكل الدوال كما تقدم في البند (2) ثم تكوين مصفوفة الحدود من الرتبة الثانية لكل الدوال ثم تتبع الخطوات الأخرى التي قدمت في البند (1.3)، ثم تحقق الدوال F_1 إلى F_m بأية طريقة من الطرق المعروفة ويفضل أن تحقق مجتمعة لاستخراج الحدود المشتركة إن وجدت بين دالتين أو أكثر.

4. أمثلة عددية

سيتم في هذا البند توضيح الخوارزمية المقترحة بعدد من الأمثلة المتنوعة.

المثال (1)

حقق الدالة

$$F(A,B) = \Sigma(1,2)$$

الحل

1	2	12
0	1	1
1	0	1
0	0	-2

q_1	q_2	q_{12}
0	0	-2

وهنا يوجد اختياران: أ) استبدال العمود 12 بدلا عن العمود 1 ، ب) استبدال العمود 12 بدلا عن العمود 2، وليكن الخيار أ) هو الخيار المختار أي 12 بدلا عن 1 وبالتالي $a = A \oplus B$

12	2
1	1
1	0

$$\therefore F(A,B) = a = A \oplus B$$

وواضح أن الدالة تحقق بالعملية (البوابة) المنطقية XOR ومن ثم ليس لهذه الدالة الجزء غير الخطي.

المثال (2)

حقق الدالة

$$F(A,B,C) = \Sigma\,(1,2,3,5)$$

الحل

1	2	3	12	13	23
0	0	1	0	1	1
0	1	0	1	0	1
0	1	1	1	1	0
1	0	1	1	0	1
2	0	-2	-2	0	-2

q_1	q_2	q_3	q_{12}	q_{13}	q_{23}
2	0	-2	-2	0	-2

كون $|q_{12}|>|q_2|$ فيتم استبدال العمود 12 بالعمود 2 في مصفوفة الحدود من الرتبة الأولى أي أن $b=A\oplus B$ وتكون المصفوفة في الصورة:

1	b	3
0	0	1
0	1	0
0	1	1
1	1	1

ثم تحذف q_2 وكل الــ q_{ij} التي في دليلها الرقم "2" أي q_{12} و q_{23} فنحصل على كل الـ q التي لا يوجد في دليلها الرقم "2" وعلى النحو التالي:

q_1	q_3	q_{13}
2	-2	0

كون $|q_{13}|\geq|q_1|$ وكذلك $|q_{13}|\geq|q_3|$ وبالتالي لدينا خياران: أ) استبدال العمود 13 بدلا عن العمود 1 ، ب) استبدال العمود 13 بدلا عن العمود 3، وليكن الخيار أ) هو الخيار المختار أي 13 بدلا عن 1 في مصفوفة الحدود من الرتبة الأولى وبالتالي $a=A\oplus C$ وتكون المصفوفة في الصورة:

a	b	3
1	0	1
0	1	0
1	1	1
0	1	1

ثم تحذف q_1 وكل الـ q_{ij} التي في دليلها الرقم "1" أي q_{13} فنحصل على كل الـ q التي لا يوجد في دليلها الرقم "1" وعلى النحو التالي:

q_3
−2

https://doi.org/10.59222/ustjet.2.1.4

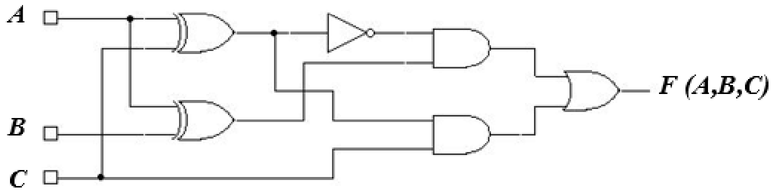
وبسبب عدم وجود قيم q_{ij} فتكون مصفوفة الحدود النهائية بالصورة:

a	*b*	*C*
1	0	1
0	1	0
1	1	1
0	1	1

$$\therefore F(a,b,C) = \Sigma\,(2,3,5,7) = \bar{a}b + aC$$

$$F(A,B,C) = (A\overline{\oplus}C)\,(A\oplus B) + (A\oplus C)C$$

وتكون الدائرة المنطقية المحققة لهذه الدالة في الصورة الموضحة في شكل (2).



شكل (2): الدائرة المنطقية المحققة للدالة في المثال (2)

المثال (3)

حقق الدالة

$$F(A,B,C) = \Sigma\,(1-6)$$

الحل

1	*2*	*3*	*12*	*13*	*23*
0	0	1	0	1	1
0	1	0	1	0	1
0	1	1	1	1	0
1	0	0	1	1	0
1	0	1	1	0	1
1	1	0	0	1	1
0	0	0	-2	-2	-2
q_1	q_2	q_3	q_{12}	q_{13}	q_{23}
0	0	0	-2	-2	-2

هناك أكثر من خيار للاستبدال لتحقق الشرط $|q_i| < |q_{ij}|$ فيمكن استبدال العمود 12 بدلا عن العمود 1 أو العمود 12 بدلا عن العمود 2 أو العمود 13 بدلا عن العمود 1 أو العمود 13 بدلا عن العمود 3 أو العمود 23 بدلا عن العمود 2 أو العمود 23 بدلا عن العمود 3 في مصفوفة الحدود من الرتبة الأولى.
وهنا سيتم استبدال العمود 12 بدلا عن العمود 1 وبالتالي فإن $a = A\oplus B$ وتكون المصفوفة في الصورة:

https://doi.org/10.59222/ustjet.2.1.4

a	*2*	*3*
0	0	1
1	1	0
1	1	1
1	0	0
1	0	1
0	1	0

وبحـــذف q_1 وكل الـــ q_{ij} التي في دليلها الرقم "1" علـــى كل الـ q التي لا يوجد في دليلها الرقم "1" وعلى النحو التالي:

q_2	q_3	q_{23}
0	0	-2

وبنفس الطريقة ولتحقق الشـــرط $|q_{ij}|<|q_i|$ يتم استبدال العمود 23 بدلا عن العمود 2 في مصفوفة الحدود من الرتبة الأولى وبالتالي فإن $b=B\oplus C$ وتكون المصفوفة بالشكل:

a	*b*	*3*
0	1	1
1	1	0
1	0	1
1	0	0
1	1	1
0	1	0

ثم بحذف q_2 و q_{23} نحصل على:

q_3
0

وبالتالي تكون مصفوفة الحدود من الرتبة الأولى الناتجة في الصورة:

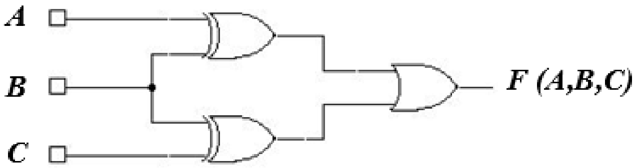
a	*b*	*C*
0	1	1
1	1	0
1	0	1
1	0	0
1	1	1
0	1	0

$$\therefore F(a,b,C) = \Sigma(2-7) = a+b$$

$$F(A,B,C) = (A\oplus B) + (B\oplus C)$$

https://doi.org/10.59222/ustjet.2.1.4

وتكون الدائرة المنطقية المحققة لهذه الدالة كما هي موضحة في شكل (3).



شكل (3): الدائرة المنطقية المحققة للدالة في المثال (3)

المثال (4)

حقق الدالة

$$F(A,B,C,D)=\Sigma(1,2,3,4,6,8,10,13)$$

الحل

1	*2*	*3*	*4*	*12*	*13*	*14*	*23*	*24*	*34*
0	0	0	1	0	0	1	0	1	1
0	0	1	0	0	1	0	1	0	1
0	0	1	1	0	1	1	1	1	0
0	1	0	0	1	0	0	1	1	0
0	1	1	0	1	1	0	0	1	1
1	0	0	0	1	1	1	0	0	0
1	0	1	0	1	0	1	1	0	1
1	1	0	1	0	1	0	1	0	1
2	2	0	2	0	-2	0	-2	0	-2
q_1	q_2	q_3	q_4	q_{12}	q_{13}	q_{14}	q_{23}	q_{24}	q_{34}
2	2	0	2	0	-2	0	-2	0	-2

هناك أكثر من خيار للاستبدال وسيتم استبدال العمود 13 بدلا عن العمود 3 في مصفوفة الحدود من الرتبة الأولى. وبالتالي فإن $c=A\oplus C$ وتصبح قيم q على النحو التالي:

q_1	q_2	q_4	q_{12}	q_{14}	q_{24}
2	2	2	0	0	0

ثم استبدال العمود 12 بدلا عن العمود 1 في مصفوفة الحدود من الرتبة الأولى. وبالتالي فإن $a=A\oplus B$ وتصبح قيم q على النحو التالي:

q_2	q_4	q_{24}
2	2	0

وثم باستبدال العمود 24 بدلا عن العمود 2 في مصفوفة الحدود من الرتبة الأولى. وبالتالي فإن $b=B\oplus D$ وتصبح قيم q على النحو التالي:

q_4
2

https://doi.org/10.59222/ustjet.2.1.4

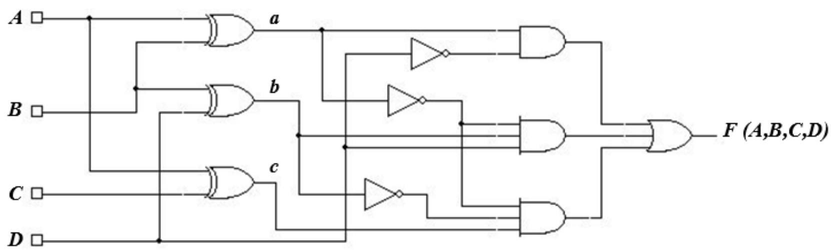
وبالتالي تكون مصفوفة الحدود من الرتبة الأولى الناتجة في الصورة:

a	*b*	*c*	*D*
0	1	0	1
0	0	1	0
0	1	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0
1	0	1	0
1	0	0	0
0	0	1	1

$$bc\therefore F(a,b,c,D) = \Sigma\,(2,3,5,7,8,10,12,14) = \overline{a}D \overline{+} abD \overline{+} \overline{a}$$

$$F(A,B,C,D) = (A\oplus B)\overline{D} + (A\overline{\oplus}B)(B\oplus D)D + (A\overline{\oplus}B)(B\overline{\oplus}D)(A\oplus C)$$

وتكون الدائرة المنطقية المحققة لهذه الدالة كما هي موضحة في شكل (4).



شكل(3): الدائرة المنطقية المحققة للدالة في المثال (4)

المثال (5)

نظام منطقي إلكتروني بسيط تصفه مجموعة المعادلات المنطقية التالية:

$$F_1\ (A,B,C) = \Sigma\ (1\text{–}5)$$

$$F_2\ (A,B,C) = \Sigma\ (1\text{–}6)$$

$$F_3\ (A,B,C) = \Sigma\ (1,3,5,6)$$

$$F_4\ (A,B,C) = \Sigma\ (2,3,4,6)$$

https://doi.org/10.59222/ustjet.2.1.4

حقق النظام بجزئية الخطي وغير الخطي بدائرة منطقية إلكترونية.

الحل

رقم الدالة	1	2	3	12	13	23
123	0	0	1	0	1	1
124	0	1	0	1	0	1
1234	0	1	1	1	1	0
124	1	0	0	1	1	0
123	1	0	1	1	0	1
234	1	1	0	0	1	1
	0	0	0	-2	-2	-2
	q_1	q_2	q_3	q_{12}	q_{13}	q_{23}
	0	0	0	-2	-2	-2

أولا: استبدال العمود 12 بدلا عن العمود 1 في مصفوفة الحدود من الرتبة الأولى. وبالتالي فإن $a=A\oplus B$ وتصبح قيم q على النحو التالي:

q_2	q_3	q_{23}
0	0	-2

ثانيا: استبدال العمود 23 بدلا عن العمود 2 في مصفوفة الحدود من الرتبة الأولى. وبالتالي فإن $b=B\oplus C$ وتصبح قيم q على النحو التالي:

q_3
0

وتكون مصفوفة الحدود من الرتبة الأولى الناتجة لكل الدوال في الصورة:

رقم الدالة	a	b	C
123	0	1	1
124	1	1	0
1234	1	0	1
124	1	0	0
123	1	1	1
234	0	1	0

$$\therefore F_1(a,b,C) = \Sigma\,(3-7) = a + bC$$

$$\boldsymbol{F_1(A,B,C) = (A\oplus B) + (B\oplus C)C}$$

$$\therefore F_2(a,b,C) = \Sigma\,(2-7) = a + b$$

$$\boldsymbol{F_2(A,B,C) = (A\oplus B) + (B\oplus C)}$$

$$\therefore F_3(a,b,C) = \Sigma\,(2,3,5,7) = aC + \overline{a}b$$

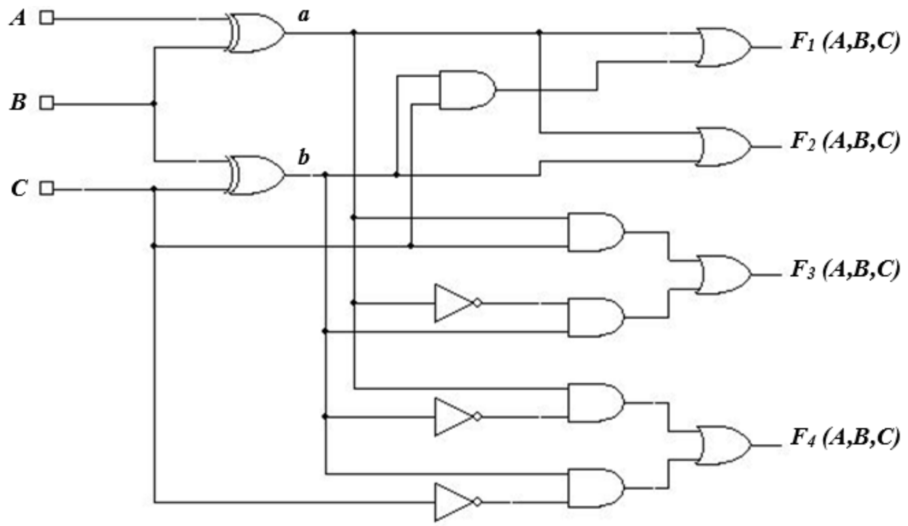
$$\boldsymbol{F_3(A,B,C) = (A\oplus B)C + (A\overline{\oplus} B)(B\oplus C)}$$

$$\therefore F_4(a,b,C) = \Sigma\,(2,4,5,6) = a\overline{b} + b\overline{C}$$

$$\boldsymbol{F_4(A,B,C) = (A\oplus B)(B\overline{\oplus} C) + (B\oplus C)\overline{C}}$$

https://doi.org/10.59222/ustjet.2.1.4

وتكون الدائرة المنطقية المحققة للنظام كما هي موضحة في شكل (5).



شكل (4): الدائرة المنطقية المحققة للنظام في المثال (5)

ملاحظة

كل الأمثلة كانت للدوال المكتملة (Complete Functions) أي الدوال التي لا يصاحبها الشروط المعروفة بـ Do not cares أما الدوال غير المكتملة (Incomplete) فهي الدوال التي يصاحبها الشروط Do not cares وفيها يتم أخذ الشروط الزائدة Do not cares في الاعتبار إن كانت ستؤدي إلى دائرة أبسط مما إذا لم تؤخذ في عملية التصميم.

5. الخاتمة

قدمت هذه الورقة العلمية طريقة مستحدثة لتصميم وتركيب الدوائر المنطقية الإلكترونية ذات الخرج الواحد والدوائر المنطقية الإلكترونية متعددة المخارج. تقوم فلسفة الطريقة على استخراج البوابات XOR بعدد (n−1) بوابة، حيث "n" عدد إشارات الدخل للدائرة، ثم تركب الدائرة على أساس جزئين: الجزء الخطي المكون من البوابات XOR فقط، والجزء غير الخطي والذي يركب بأية طريقة من الطرق المعروفة. استخراج الجزء الخطي قد يؤدي إلى جعل دائرة الجزء غير الخطي دائرة بسيطة أو متوسطة التعقيد أو معقدة اعتمادا على عملية التبديل بين q_{ij} وq_i.

https://doi.org/10.59222/ustjet.2.1.4