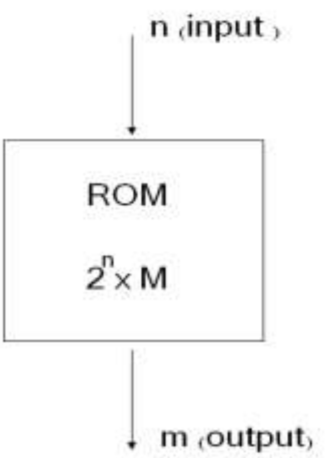
ذاكرة القراءة فقط: Read Only Memory (ROM)

يتولد المحلل(decoder) 2^n كحد أدني (minterms) لمتغيرات الإدخال عن طريق الإدخال الى بوابة OR بصيغة جمع الحدود الصغرى باستخدام البوابة المنطقية لكي نقوم بتصميم دائرة تجميعية لذاكرة القراءة فقط(ROM) وهي أداة تتضمن كل من المحلل وبوابة الجمع ضمن حزمة مفردة يربط بين إخراج المحلل مع إدخال بوابة OR يستطيع أن يكونا متخصص لتطبيق جزئي لتركيب مبرمجة ROM .

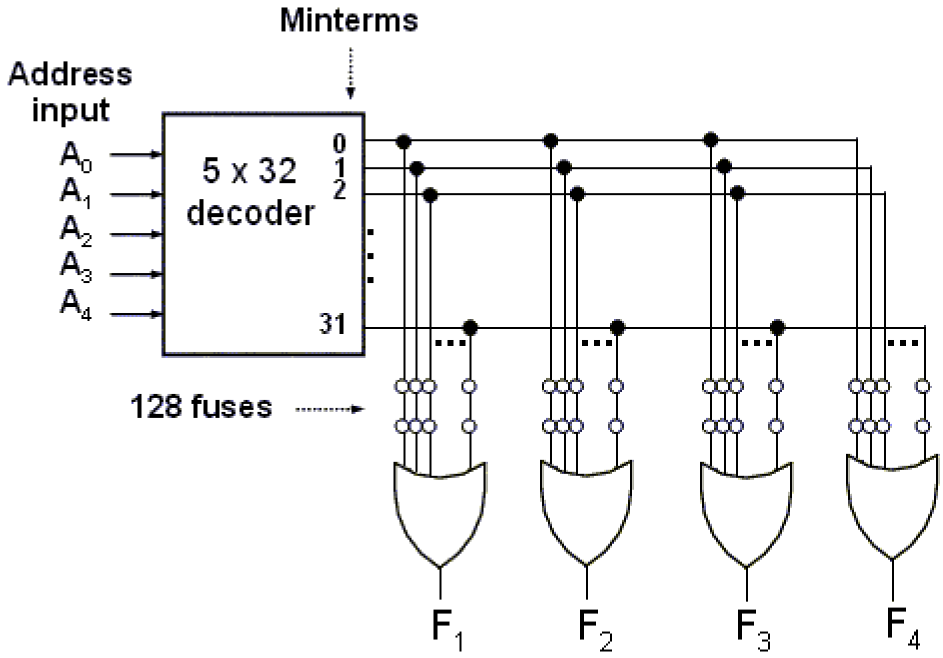
ROM هي أساسي للذاكرة الذي منه تخزن المعلومات الثنائية حيث المعلومات الثنائية يجب أن تحدد أولا من قبل المستخدم وبعد ذلك تطمر من الموحد.والشكل أدناه يحتوي على ألإدخال الخطي (n) والإخراج الخطي (m) وهذا البت يجمع بين متغيرات الإدخال ويدعى هذا البت بت بالعنوان وهذا البت يعتمد على الإخراج الناتجَ في أيّ وقت كان يَعتمدُ على قيمةِ العنوانَ قدّمَ إلى خطوطِ الإخراج و يدعى البت الكلمة عدد البتات لكل بت الكلمة تساوي عدد الأخراجات الخطية وتساوي (m) و هذا المصطلحِ مستعملُ بسبب التشابهِ ذاكرة القراءة فقط والذاكرةُ العشوائيةُ.

العدد الكلي للبتات التي خزنت في الوحدة $8 \times 32 = 256$ ويطلق على الروم وحجم الروم $= 2^n \times m$ حيث n = يمثل عدد الادخلات و m = يمثل عدد الاخراجات



يعتبر ROM 8 x 32 الوحدة تتألف من 32 حرف لكل واحد 8بت هذا يَعْني بأنّ هناك ثمانية أخراجات كلّ منها قَدْ يُقدّمُ إلى خطوطِ الناتجَة و32 حرف تخزن من الوحدة وله خمس إدخالات بسبب $32 = 2^5$ مع خمسة متغيرات نحن نستطيع تخصيص 32 عنوان (minterms) كل واحد عنوان إدخال فريد من نوعه يختار حرف وهكذا إذا الإدخال عنوانه 0000 يختار حرف 5 .

.

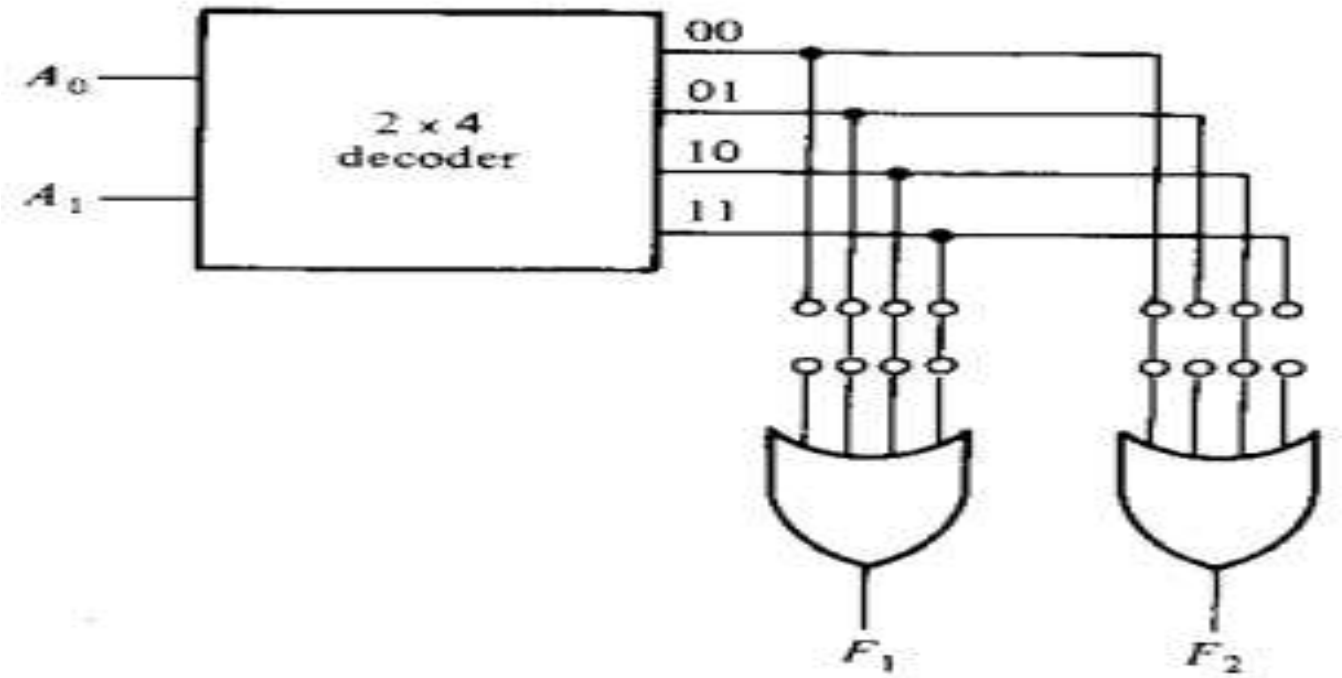


تطبيقات الدمج المنطقي من ROM:

يكون المستوى الثانيَ عادة" لرَبطَ اتصال وقد تكون سهلْة النفخ والحرق و ROM له العديد من التطبيقات المنطقي والمهمةِ في تصميمِ نظامِ حاسبة إلكترونيةِ واستعماله للدمج وللتطبيقِ عبارة عن دائرة تجمعيه واحدة إل ROM مُقَدَّمة في أجزاء أخرى مِنْ الكتابِ بالارتباط مع تطبيقاتِهم المعيّنةِ ومن التطبيقات المعيّنة ومن الشكل المنطقي للذاكرة إل ROM وبين الأخراجات وحساب مجموع الحدود الصغرى (minterms)لمتغيرات الإدخال (n)بعد انقطاع الربط الحدود الصغرى (minterms) لتحتوي على دالة منطقية ليجعل كُلّ الإخراج ROM ويُمْكِنُ أَنْ يُجْعَلَ لتَمْثيل الدالة المنطقيةِ للإحدى متغيّراتِ الإخراج في دائرة تجميعية (combinational circuit) (n)من الادخلات و(m)الاخراجات للدائرة التجميعية ونَحتاجُ m x 2^n ألROM يوجد صمام (fuses)الذي يشار إليه في برنامج ROMو تُحدّدُ الحاجةُ المصمّمة ألROMالتي هي قابلة للبرمجة التي تَعطي المعلوماتَ للمسار المطلوبةِ في ROM وإنّ البرمجة الحقيقة في تخصيص ألاجهزة الذيَ تُلي في المواصفاتَ التي أدرجتْ في ألأجهزة القابلة للبرمجةِ ونقوم بتوضيح العمليةَ في مثال المعيّن في الجداول الحقيقة بتخصيص دائرة تجميعية لادخالين واخراجين وبتوضيح بصيغة مجموع الحدود الصغرى (minterms) وفيما يأتي الجداول التالي للدائرة التجميعية لادخالين ولاخراجين:

A	B	F_1	F_2
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	1
1	1	1	0

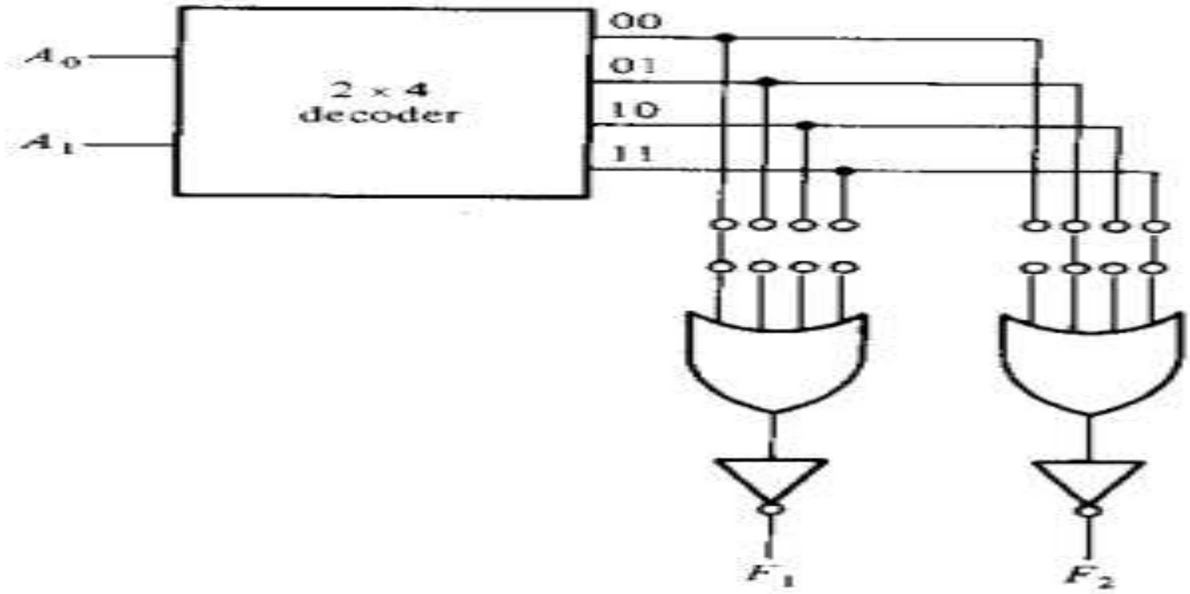
$$f_1 = \sum(1,2,3)$$
$$f_2 = \sum(0,2)$$



الروم هو وسيلة للتطبيقات دائرة الدمج المنطقي:-

الروم يجب أن يمتلك ادخالين واخراجين وحجمه يجب أن يكون 8 = 2 x 4 ولتطبيق الدائرة التجميعية بواسطة ال ROM دالة يجب أن توضح مجموع الحدود الصغرى الـ minterms أَو يجب وضع جداول الحقيقة لتُبسّطُ دائرة المنطقية ونحتاج ان نجد دائرةَ واحد فقط من بوابة OR ومن بوابة NOT من الواضح أن هذا الدائرة التجميعية المبسطة تستخدم لتطبّقَ مَعROM في دوائر تجميعية معقّدة وهذا المثالُ يَعْرضُ الإجراءَ مجرّد ولا يَجِبُ أَنْ يَكُونَ مُعتبَر في حالة جزئية من الـ ROM الذي يُطبّقُ دوائرَ تجميعية معقّدة ويَجِبُ أَنْ يكونَ عِنْدَها ادخالين واخراجين و لذا الحجمُ يَجِبُ أَنْ يَكُون 2 x 4 في الشكل أعلاه.

مثال:



يوضح لنا أن البناءُ الداخليُ مثل هذا لأي ROM وهي ضروريُ لتوضيح الحالة المتوفرةِ مكونة من الصمام الثمانية (fuses) ويجب أَنْ تكون صحيحة ويُمْكِنُ أَن تستخدم بسهولة مِنْ وظائفِ الإخراج الناتجَة التي أدرجتْ في الجداول الحقيقة التي تُدرجُ في(minterms) و الذي يُحدّدُ ناتجَ مِنْ 0 لا يَجِبُ أَنْ يكونَ عِنْدَهُ طريق إلى الإخراج الناتجِ من خلال بوابة OR وهكذا و لهذه الحالة المعيّنةِ ويوضح لنا جدول الحقيقة من ثلاثة 0's ومن الصمام (fuses) وهي المطابقة إلى بوابة OR ويتبين بان علينا أن نفترض هنا بأن الإدخال المفتوح إلى بوابة OR يسلك بهذه الطريق وبعض وحدات الـ ROM تأتي بإدخال ولتعمل كعاكس بعد كل بوابات OR وكنتيجة متتابعة ويتم تخصيص أولاً بما تحتويه من كل من مقدار الاخراجات عن طريقَ (Minterms) والإجراءات البرمجية في مثل هذا ROMS التي يجب أن تكون العناوين الذيُ تحدّ دون إخراج ناتجَ مِنْ 1 في جداول الحقيقةَ وأن الإخراج من بوابة OR ومن سيعمل على إتمام الدالة ولكن عكس بعد بوابة OR يكمل العلمية إضافة إلى تجهيز الإخراج الطبيعي وهذا موضوع في ROMS في الشكل 5–

المثال الواضح الذي بين الأجراء العام لتطبيق أي دائرة تجميعية معقّدة مكونة من الـ ROM من الأرقام الإدخالات والاخراجات نقوم أولاً بحساب حجم الـ ROM المطلوب ومن ثم يتوجب علينا الحصول على الجدول البرمجية الصحيحة يحدد بصورة مباشرة هذه الصمامات الكهربائية يجهز دائرة تجميعية متكاملة بصيغة مجموع الحدود الصغرى (minterms) وبالممارسة عندما يصم شخص دائرة واحدة بواسطةROM فلَيسَ من الضروري توضيح البوابة الداخلية وربط صمامات الكهربائية داخل الوحدةِ كما في الشكل 23–5

$$f_1(A,B,C)=AB+\bar{B}C$$
$$f_2(A,B,C)=(A+\bar{B}+C).(\bar{A}+B)$$
$$f_3(A,B,C)=A+BC$$

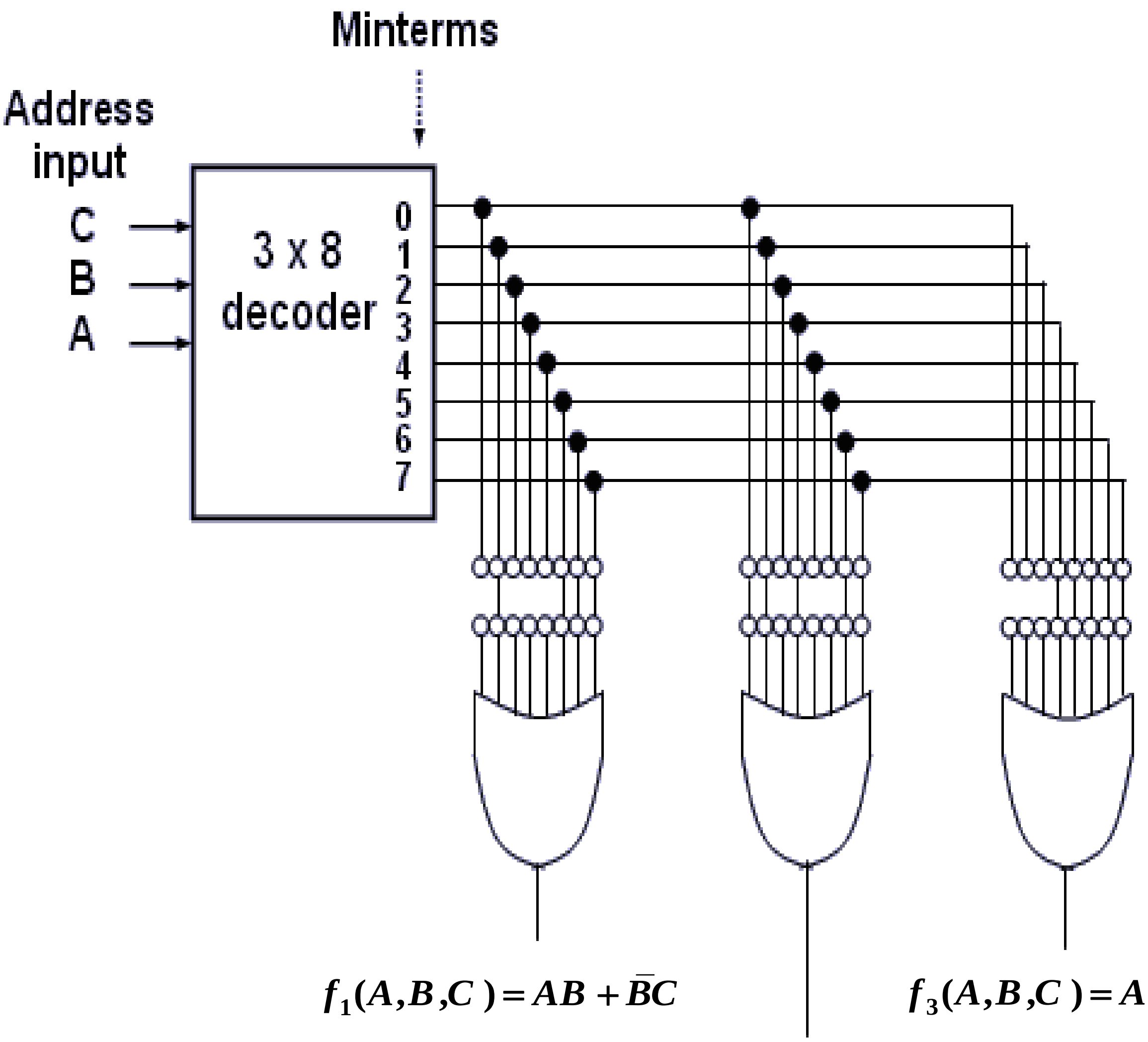
First, we convert each function to canonical SOP form.

$$\begin{aligned}f_1(A,B,C)&=AB+\bar{B}C\\&=AB\bar{C}+ABC+\bar{A}\bar{B}C+A\bar{B}C\\&=\sum M\,(1,5,6,7)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}f_2(A,B,C)&=(A+\bar{B}+C).(\bar{A}+B)\\&=(A+\bar{B}+C)(\bar{A}+B+\bar{C})(\bar{A}+B+C)\\&=\prod M\,(2,4,5)=\sum(0,1,3,6,7)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}f_3(A,B,C)&=A+BC\\&=A\bar{B}\bar{C}+A\bar{B}C+AB\bar{C}+ABC+\bar{A}BC\\&=\sum M\,(3,4,5,6,7)\end{aligned}$$

وهذا يوضح ذلك على سيل التوضيح يجب أن يقوم المصمم بتحديد أل ROM الخاص أو رقم تصميمه ويقوم بتزويد جدول أل ROM كما بين في الشكل 5a–23 يقوم الجدول الصحيح بإعطاء كل المعلومات عن برنامج :أل ROM وليست هنالك حاجة للمخطط الداخلي يصاحب الجدول الحقيقي.



$f_1(A,B,C) = AB + \bar{B}C$

$f_3(A,B,C) = A + BC$

$f_2(A,B,C) = (A + \bar{B} + C).(\bar{A} + B)$

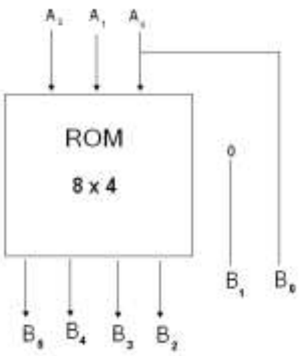
مثال : صمم دائرة تجميعية باستخدام ROM وإدخال الدائرة عبارة عن ثلاث بتأت وتولد إعداد ثنائية والإخراج الذي هو نظيرَ العدد ناتجِ الثنائيِ إلى مربعِ عددِ الإخراج عبارة عن نظام ثنائي وهو مربع الإدخال

A_2	A_1	A_0	B_7	B_6	B_5	B_4	B_3	B_2	B_1	B_0	Decimal
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4
0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	9
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	16
1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	25
1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	36
1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	49

n=3
m=4
size of ROM $=2^n \times M$

size of ROM $= 2^3 * 4$

A_2	A_1	A_0	B_5	B_4	B_3	B_2
0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	1
0	1	1	0	0	1	0
1	0	0	0	1	0	0
1	0	1	0	1	1	0
1	1	0	1	0	0	1
1	1	1	1	1	0	0



ملاحظات حول المثال السابق:

الجدول الحقيقي لل ROM من خلال استخدام ممارسات معينة في الجدول الحقيقي في الدائرة التجميعية الجدول للمثال هو الجدول الصحيح لهذه الدائرة وهناك الحاجة الئ ثلاثة مداخلات وست مخرجات لتلاءم كل الأرقام المكنة نلاحظ أن المخرجB في اغلب الأحيان للمدخل A لذا فلا حاجة إلى ما ينتجه B_0مع أل ROM تكون مساوية لمدخل متوفر أكثر من الإخراج B1 غالبا ما يكون معرفاًَ نحتاج معاً إلى كسر التوليد (إنتاج) أربعة مخرجات فقط مع ألROM والإثناء الآخرين من السهل الحصول عليهم وأن الحد الأدنى لحجم أل ROM يحتاج إلى ثلاثة مداخلات وأربعة مخرجات فالمداخلات الثلاثة تحدد ثمان كلمات لذلك فأن حجم أل ROM يجب أن يكون 8 x 4 وأل ROM والمداخلات الثلاثة تحدد لثمان كلمات لكل أربعة بتات والمخرجان الآخرين للدائرة تجميعية يكون مساوي ل0وA0 وأن الجدول الحقيقة في الشكل( ) يبن جميع المعلومات التي يحتاج إليها في برمجة ألROM ويظهر المخطط الاتصال المطلوبة

ملاحظات عامة:

جميع الأعمدة التي جميع عناصرها صفر تكون من اليسار الأعمدة التي جميع عناصرها صفر موجود بين الأعمدة لا تحذف وإنما نربط على الأرضي وإذا كان هناك عمود جميع عناصره واحد نربط على Vcc ولا يدخل من حجم الروم .

نلاحظ أعمدة الإخراج إذا كانت تتشابه احد الأعمدة الإدخال نأخذ مباشرة منها تدخل من حجم الروم.

تصميم منطقي Logic Design

الفصـل الاول

أنظمة الأعداد

مقدمة Introduction

إن من أفضل الطرق لفهم أي شيء جديد هو مقارنته بشيء معروف لدينا وبالتالي تظهر لنا الاختلافات. سوف نتناول بالدراسة النظام الثنائي للأعداد (Binary Number System) والذي يعتبر من أهم النظم المستخدمة في الدوائر الالكترونية الرقمية(Digital Electronic Circuits) ولكي نتمكن من فهم هذا النظام العددي الجديد،سوف نقوم بمقارنته بالنظام العشري للأعداد (Decimal Number system) المألوف لدينا وبالإضافة إلى النظام الثنائي للأعداد هناك نظامان عدديان آخران يستخدمان بكثرة في الالكترونيات الرقمية وهما النظام الثماني للأعداد (Octal Number System) والنظام السادس عشر (Hexadecimal Number System).وتستخدم الأعداد الثنائية على نطاق واسع في الالكترونيات الرقمية والحاسبات كما تستخدم نظم الأعداد الثمانية و السادس عشر في تمثيل مجموعة الأرقام الثنائية.ويمكننا استخدام كل النظم العددية المذكورة سابقا في الحسابات وكلها تعتمد على القيم وأماكن الخانات في الأعداد.

<u>العدد الأساس:</u> هو عدد الرموز و العناصر المتكونة منها النظام العددي ومن أمثلتها النظام العشري والنظام الثنائي والثماني والسادس عشر.

<u>النظام العشري decimal Number:</u>- يستخدم هذا النظام الأرقام من (0) إلى (10) وهو أكثر الأنظمة استعمالا و العدد (10) يمثل أساس هذا النظام وتستخدم الفارزة العشرية لتمثيل العدد الذي يحتوي على الجزء الكسرى وبذلك يمكن التمييز بين العدد الصحيح عن العدد الكسرى، إن تحديد الأرقام يبدأ بالآحاد والعشرات والمئات ..... الخ ،

يمكن تمثيل أي عدد باستخدام النظام العشري سواء أكان العدد صحيحا أو كسريا وكما يلي:

	الجزء الصحيح			الجزء الكسري			
......	10^2	10^1	10^0	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	......
......	100	10	1	0.1	0.01	0.001	......

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

<u>النظام الثنائي Binary Number:</u>– وهو النظام الذي يستخدم الرمزين (0 و 1) فقط ويكون أساسه الرقم 2 وان معظم العناصر المستخدمة لخزن البيانات في الحاسبة هي بطبيعتها ذات صفة ثنائية

0 1
10 11
100 101 110 111
1000 1001 1010 1011 1100 1101 1110 1111

<u>النظام الثماني Octal Number:</u>– وهو النظام الذي أساسه العدد 8 ويتكون من الرموز [0 ، 1 ، 2،......،7].

0	1	2	3	4	5	6	7
10	11	12	13	14	15	16	17
20	21	22	13	24	25	26	27

<u>النظام السادس عشر Hexadecimal Number:</u>– وهو النظام الذي أساسه العدد 16 ويتكون من الرموز [0 ، 1 ،2،.......،15] حيث نستمر بالعد حتى وصولنا الرقم 9 ومن10 نستعمل الحروف A, B, C, D, E, F وأما العدد بعد F ، أي بعد نفاد الأرقام الأساسية للنظام فهو 10 تتبعه الأعداد .

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10(A)	11(B)	12(C)	13(D)	14(E)	15(F)
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E	1F

التحويل من النظام العشري إلى بقية الأنظمة:

- **التحويل من النظام العشري إلى النظام الثنائي:**

❖ **في حالة العدد الصحيح:**– لغرض تحويل أي عدد من النظام العشري إلى النظام الثنائي نقوم بقسمة العدد عده مرات على أساس النظام الثنائي (2) ثم تسجيل باقي القسمة ويقراء العدد من الأسفل إلى الأعلى ويكتب من اليسار إلى اليمين.

مثال:حول العدد $(35)_{10}$ من النظام العشري إلى النظام الثنائي

الحل: $(35)_{10} = (100011)_2$

الأساس	العدد	الباقي
2	35	1
2	17	1
2	8	0
2	4	0
2	2	0
2	1	1
	0	

مثال:حول العدد $(60)_{10}$ من النظام العشري إلى النظام الثنائي

الحل: $(60)_{10} = (111100\ )_2$

الأساس	العدد	الباقي
2	60	0
2	30	0
2	15	1
2	7	1
2	3	1
2	1	1
	0	

❖ **في حالة الكسر:**– يؤخذ الكسر بشكل جزئيين الجزء الصحيح يقسم عادي إما الجزء الكسري فيضرب في أساس النظام الذي سنحول إليه (2) مع اخذ المحمل.

مثال:حول العدد $(13.25)_{10}$ من النظام العشري إلى النظام الثنائي

الحل:

الأساس	الجزء الصحيح	الباقي
2	13	1
2	6	0
2	3	1
2	1	1
2	0	

الجزء الكسري		المحمل
0.25*2=	0.5	0
0.5*2=	1.0	1
0*2=	0	0

$(13.25)_{10} = (1101.010)_2$

مثال:حول العدد $\mathbf{(35.75)_{10}}$ من النظام العشري إلى النظام الثنائي

الحل:

الجزء الكسري		المحمل
0.75*2=	1.5	1
0.5*2=	1.0	1
0*2=	0	0

الأساس	الجزء الصحيح	الباقي
2	35	1
2	17	1
2	8	0
2	4	0
2	2	0
	1	1
	0	

$$\mathbf{(35.75)_{10} = (100011.11)_2}$$

▪التحويل من النظام الثنائي إلى النظام العشري:

يمكن تحويل أي عدد من النظام الثنائي إلى العشري عن طريق تحديد القيم الموقعية التي يتم جمعها للحصول على الرقم العشري المطلوب

❖ **في حالة كون العدد الثنائي عدداً صحيحاً :**

لو كان لدينا العدد الثنائي (1010) كيف سنحوله إلى النظام العشري ؟

نقوم بما يلي :-

1- نضرب العدد الأول من جهة اليمين X 2^0 .

2- نضرب العدد الثاني X 2^1 .

3- نضرب العدد الثالث X 2^2 .

4- نضرب العدد الرابع X 2^3 . وهكذا نزيد الأس كلما زادت عدد مراتب العدد الثنائي ثم نقوم بجمع الحدود ، والناتج تمثل لنا العدد العشري ، وكما موضح بالشكل الأتي :-

$$(1010) = 0.2^0 + 1.2^1 + 0.2^2 + 1.2^3 = 0+2+0+8 = (10)_{10}$$

ملاحظة: عندما يكون الحد 0 نهمل قيمة ذلك الحد .

ويمكن توضيح التحويل من النظام الثنائي إلى النظام العشري من خلال الأمثلة التالية :-

سؤال/ حول الأرقام الآتية من النظام الثنائي إلى النظام العشري ؟

1) $(1011)_2 = 1.2^0 + 1.2^1 + 0.2^2 + 1.2^3 = 1 + 2 + 0 + 8 = (11)_{10}$

2) $(10100)_2 = 0.2^0 + 0.2^1 + 1.2^2 + 0.2^3 + 1.2^4 = 0 + 0 + 4 + 0 + 16 = (20)_{10}$

3) $(111100)_2 = 0.2^0 + 0.2^1 + 1.2^2 + 1.2^3 + 1.2^4 + 1.2^5 = 0+0+4+8+16+32 = (60)_{10}$

4) $(11001)_2 = 1.2^0 + 0.2^1 + 0.2^2 + 1.2^3 + 1.2^4 = 1+0+0+8+16 = (25)_{10}$

5) $(11110)_2 = 0.2^0 + 1.2^1 + 1.2^2 + 1.2^3 + 1.2^4 = 0+2+4+8+16 = (30)_{10}$

6) $(100011)_2 = 1.2^0 + 1.2^1 + 0.2^2 + 0.2^3 + 0.2^4 + 1.2^5 = 1+2+0+0+0+32 = (35)_{10}$

7) $(110010)_2 = 0.2^0 + 1.2^1 + 0.2^2 + 0.2^3 + 1.2^4 + 1.2^5 = 0+2+0+0+16+32 = (50)_{10}$

- **هنالك طريقة أخرى للتحويل من النظام الثنائي إلى النظام العشري ألا وهي طريقة (8421) لحد الرقم 16 :**

مثلا لو كان لدينا الرقم 0100 ، نكتب (8421) فوق العدد الثنائي ،ثم نقوم بما يلي :-

1- نشطب الرقم الذي يقابل 0 .

2- نجمع الرقم الذي يقابل 1 مع الأرقام الأخرى .

مثلا نأخذ الرقم 0100ونحوله إلى النظام العشري كما موضح :-

8	4	2	1
0	1	0	0

حيث نشطب أل(8,2,1) لان كل رقم يقابل 0 فيبقى لدينا 4 .

أي أن العدد $(0100)_2$ يقابل العدد $(4)_{10}$ ، وهكذا مع باقي الأرقام الأخرى .

سؤال:- حول الأرقام الأتية من النظام الثنائي إلى النظام العشري ؟

	8	4	2	1	
1-$(1011)_2$	1	0	1	1	$=(11)_{10}$

		4	2	1	
2-$(011)_2$		0	1	1	$=(3)_{10}$

	8	4	2	1	
3-$(1010)_2$	1	0	1	0	$=(10)_{10}$

	8	4	2	1	
4-$(1111)_2$	1	1	1	1	$=(15)_{10}$

❖ **في حالة كون العدد الثنائي عدداً كسرياً:-**

نتبع نفس خطوات التحويل في حالة العدد الصحيح ولكن نضرب الرقم الأول بعد الفارزة بـ 2^{-1} والرقم الثاني بـ 2^{-2} وهكذا .

س) حول الرقم 101.11 من النظام الثنائي إلى النظام العشري ؟

الجواب :نأخذ الرقم قبل الفارزة

$101 = 1.2^0+0.2^1+1.2^2 = 1+4 = 5$

2- نأخذ الرقم بعد الفارزة

$11= 1.2^{-1}+1.2^{-2} = 0.5+0.25 =0.75$

إذا $(101.11)_2 = (5.75)_{10}$

سؤال / حول الأرقام التالية من النظام الثنائي إلى النظام العشري ؟

1) $(10.11)_2 =$

الجزء الصحيح $10= \quad 0*2^0+ \quad 1*2^1 \quad =2$

الجزء الكسري $11= \quad 1*2^{-1+} \quad 1*2^{-2} \quad =0.5+0.25=0.75$

$(10.11)_2 = \quad (2.75)_{10}$

2) $(110.010)_2 =$

الجزء الصحيح $110= \quad 0*2^0+ \quad 1*2^1 \quad +1*2^2=0+2+4=6$

الجزء الكسري $010= \quad 0*2^{-1}+1*2^{-2}+0*2^{-2} \quad =0+0.25+0=0.25$

$(110.010)_2 = \quad (6.25)_{10}$

3) $(1101.011)_2 =$

الجزء الصحيح $1101= \quad 1*2^0+0*2^1+1*2^2+ \quad 1*2^3=1+0+4+8=13$

الجزء الكسري $011= \quad 0*2^{-1}+1*2^{-2}+1*2^{-2} \quad =0+0.25+0.125=0.375$

$(1101.011)_2 = \quad (13.375)_{10}$

4) $(1111.110)_2 =$

الجزء الصحيح $1111= \quad 1*2^0+1*2^1+1*2^2+ \quad 1*2^3=1+2+4+8=15$

الجزء الكسري $110= \quad 1*2^{-1}+1*2^{-2}+0*2^{-2} \quad =0.5+0.25+0=0.75$

$(1111.110)_2 = \quad (15.75)_{10}$

- **التحويل من النظام العشري إلى النظام الثماني:**

عملية التحويل من النظام العشري إلى النظام الثماني مشابهة لعملية التحويل من النظام العشري إلى النظام الثنائي إلا أنه في هذه الحالة سوف نقسم على 8.

مثال: حول العدد $(33)_{10}$ من النظام العشري إلى النظام الثماني

الحل : $(33)_{10} = (41)_8$

الأساس	العدد	الباقي
8	33	1
8	4	4
	0	

مثال: حول العدد $(175)_{10}$ من النظام العشري إلى النظام الثماني

الحل: $(175)_{10} = (257)_8$

الأساس	العدد	الباقي
8	175	7
8	21	5
8	2	2
	0	

❖ في حالة الكسر: يؤخذ الكسر بشكل جزئيين الجزء الصحيح يقسم عادي أما الجزء الكسري فيضرب في أساس النظام الذي سنحول إليه (8) مع اخذ المحمل.

مثال: حول العدد $(13.41)_{10}$ من النظام العشري إلى النظام الثماني

الحل:

الأساس	الجزء الصحيح	الباقي
8	13	5
8	1	1
	0	

الجزء الكسري		المحمل
0.41*8=	3.28	3
0.28*8=	2.24	2
0.24 *8=	1.92	1
0.92*8=	7.36	7
0.36*8=	2.88	2
0.88*8=	7.70	7

$$(13.41)_{10} = (15.321727)_8$$

ملاحظة: إذا تكرر الرقم بالكسر أو المحمل فيؤخذ من 3 الى5 مراتب فقط.

مثال: حول العدد $(50.875)_{10}$ من النظام العشري إلى النظام الثماني

الحل:

الأساس	الجزء الصحيح	الباقي
8	50	2
8	6	6
	0	

الجزء الكسري	يهمل	المحمل
0.875*8=	7.000	7
0*8=	0	0

$(50.875)_{10} = (62.70)_8$

- ## ألتحويل من ألنظام الثماني إلى ألنظام العشري:

يمكن تحويل أي عدد من النظام الثماني إلى العشري عن طريق إتباع نفس خطوات التحويل من النظام الثنائي إلى العشري أي بتحديد القيم الموقعية التي يتم جمعها للحصول على الرقم العشري المطلوب

مثال:- حول الرقم 8 (62) إلى النظام العشري.

$6*8^1+2*8^0=(48 +2*1) =50$

مثال:- حول الرقم $(50)_8$ إلى النظام العشري

$5*8^1+0*8^0= (40+0)=40$

مثال:- حول الرقم $(100)_8$ إلى النظام العشري

$1* 8^2+0*8^1+0*8^0=(64+0+0)=64$

مثال:- حول الرقم $(62.7)_8$ إلى النظام العشري

$6*8^1+2*8^0+7*8^{-1}=(48+2+7/8)=50.875$

مثال:- حول الرقم $(10.01)_8$ إلى النظام العشري

$1*8^1+0*8^0+0*8^{-1}+1*8^{-2}=(8+0+0/8+1/64)=8.0156$

- **التحويل من النظام العشري إلى النظام السادس عشر:**

عملية التحويل من النظام العشري إلى النظام السادس عشر مشابهة لعملية التحويل من النظام العشري إلى النظام الثنائي أو الثماني إلا أنه في هذه الحالة سوف نقسم على 16.

أمثلة

1)حول العدد(210)من النظام العشري إلى النظام السادس عشر؟

الأساس	العدد	الباقي
16	210	2
16	13	13(D)
	0	

$$(210)_{10} = (D2)_{16}$$

---

2)حول العدد(27) من النظام العشري إلى النظام السادس عشر ؟

الأساس	العدد	الباقي
16	27	11(B)
16	1	1
	0	

$$(27)_{10} = (1B)_{16}$$

---

3)حول العدد (173.45)من النظام العشري إلى النظام السداسي عشر؟

الأساس	الجزء الصحيح	الباقي
16	173	13
16	10	10
	0	

الجزء الكسري

		المحمل
0.45*16=	7.2	7
0.2*16=	3.2	3
0.2*16	3.2	3

$$(173.45)_{10} = (AD.733)_{16}$$

---

4)حول العدد(100.967) من النظام العشري إلى النظام السادس عشر ؟

الأساس	الجزء الصحيح	الباقي
16	100	4
16	6	6
	0	

الجزء الكسري

		المحمل
0.967*16=	15.472	15(F)
0.472*16=	7.552	7
0.552*16	8.832	8

$$(100.967)_{10} = (64.F78)_{16}$$

5) حول العدد (399.29) من النظام العشري إلى النظام السادس عشر ؟

الأساس	الجزء الصحيح	الباقي
16	399	15(F)
16	24	8
16	1	1
	0	

الجزء الكسري		المحمل
0.29*16=	4.64	4
0.64*16=	10.24	10(A)
0.24*16	3.84	3

$$(399.29)_{10} = (18F.4A3)_{16}$$

- **التحويل من النظام السادس عشر إلى النظام العشري:**

يمكن تحويل أي عدد من النظام **السادس**عشر إلى العشري عن طريق إتباع نفس خطوات التحويل من النظام الثنائي إلى العشري أي بتحديد القيم الموقعية التي يتم جمعها للحصول على الرقم العشري المطلوب

مثال:-حول الرقم $(35)_{16}$ إلى النظام العشري

$$3*16^1 + 5*16^0 = 48+5 = 53$$

$$(35)_{16} = (53)_{10}$$

مثال:-حول الرقم $(18F)_{16}$ إلى النظام العشري

$$1*16^2 * 8*16^1 + F*16^0 = 256+128+15 = 399$$

$$(18F)_{16} = (399)_{10}$$

مثال:-حول الرقم $(64.F7)_{16}$ إلى النظام العشري

$$6*16^1 + 4*16^0 + F*16^{-1} + 7*16^{-2} = 96+4+0.9375+0.0273 = 100.9648$$

$$(64.F7)_{16} = (100.9648)_{10}$$

مثال:-حول الرقم $(AB.C)_{16}$ إلى النظام العشري

$$A*16^1 + B*16^0 = 160+11 = 171$$

$$C*16^{-1} = 1/16*12 = 0.75$$

$$(AB.C)_{16} = (171.75)_{10}$$

مثال:-حول الرقم $(A1.CB)_{16}$ إلى النظام العشري

$$A*16^1 + 1*16^0 = 160+1 = 161$$

$$C*16^{-1} + B*16^{-2} = \frac{12}{16} + \frac{11}{16^2} = \frac{192+11}{256} = \frac{203}{256} = 0.7929$$

$$(A1.CB)_{16} = (161.7929)_{10}$$

▪ التحويل من النظام الثنائي إلى النظام الثماني

للأعداد الثمانية صلة وثيقة بالأعداد الثنائية وتحول احدها إلى الأخر سهل جدا و السر يكمن في العدد 7 في كلا من النظامين وكذلك لكون الـ 8 من مضاعفات الـ 2 $\mathbf{8 = 2^3}$

النظام الثنائي	000	001	010	011	100	101	110	111
النظام الثماني	0	1	2	3	4	5	6	7

ملاحظة:–عند التحويل من النظام الثنائي إلى النظام الثماني، نأخذ كل ثلاث مراتب ثنائيات ونعبر عنها بالرقم المناظر لها في النظام الثماني مع مراعاة التحرك من اليسار إلى اليمين فيما يخص ثنائيات الجزء الكسري، والتحرك من اليمين إلى اليسار فيما يخص ثنائيات الجزء الصحيح. ويجب استكمال المواضع الثنائية في أقصى اليمين فيما يخص الجزء الكسري، وفي أقصى اليسار فيما يخص الجزء الصحيح.

←		→
الجزء الصحيح	.	الجزء الكسري

مثال: حول الرقم $\mathbf{(001000)_2}$ من النظام الثنائي إلى النظام الثماني ؟

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

$0(2^0) + 0(2^1) + 0(2^2) = 0$

$1(2^0) + 0(2^1) + 0(2^2) = 1$

$$\mathbf{(001000)_2 = (10)_8}$$

مثال: حول $\mathbf{(111010)_2}$ إلى النظام الثماني ؟

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

$0(2^0) + 1(2^1) + 0(2^2) = 2$

$1(2^0) + 1(2^1) + 1(2^2) = 7$

$$\mathbf{(111010)_2 = (72)_8}$$

مثال: حول $\mathbf{(101010100)_2}$ إلى النظام الثماني ؟

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

$0(2^0) + 0(2^1) + 1(2^2) = 4$

$0(2^0) + 1(2^1) + 0(2^2) = 2$

$1(2^0) + 0(2^1) + 1(2^2) = 5$

$$\mathbf{(101010100)_2 = (524)_8}$$

مثال: حول $(1000100.01101)_2$ إلى النظام الثماني ؟

2^2	2^1	2^0	2^2	2^1	2^0	2^2	2^1	2^0		2^2	2^1	2^0	2^2	2^1	2^0
0	0	1	0	0	0	1	0	0	.	0	1	1	0	1	0
	1			0			4		.		3			2	

$$(1000100.01101)_2 = (104.32)_8$$

التحويل من النظام الثماني إلى النظام الثنائي:

ملاحظة :في حالة التحويل من النظام الثماني إلى النظام الثنائي نأخذ كل رقم على حدى ونحلله .

مثال: حول العدد الكسري $(42.37)_8$ إلى ما يناظره في النظام الثنائي

الاساس	العدد	الباقي
2	4	0
2	2	0
	1	1
	0	

100

الاساس	العدد	الباقي
2	2	0
2	1	1
	0	

010

.

الاساس	العدد	الباقي
2	3	1
	1	1
	0	

011

الاساس	العدد	الباقي
2	7	1
	3	1
	1	1
	0	

111

$$(42.37)_8 = (100010.011111)_2$$

ملاحظة: بعد قسمة أي عدد نضع صفر الى يسار أي عدد لا يتكون من ثلاثة مراتب

مثال: حول العدد **$(261.54)_8$** إلى ما يناظره في النظام الثنائي.

2	2	0
2	1	1
	0	

010

2	6	0
2	3	1
2	1	1
	0	

110

2	1	1
	0	

001

.

2	5	1
2	2	0
2	1	1
	0	

101

2	4	0
2	2	0
2	1	1
	0	

100

$$(261.54)_8 = (010110001.101100)_2$$

مثال: حول الرقم **$(10.6)_8$** من النظام الثماني إلى النظام الثنائي

2	1	1
	0	

001

2	0	0

000

.

2	6	0
2	3	1
2	1	1
	0	

110

$$(10.6)_8 = (001000.110)_2$$

مثال: حول العدد $(72.4)_8$ إلى ما يناظره في النظام الثنائي

2	7	1	↑	2	2	0	↑	.	2	4	0	↑
2	3	1		2	1	1			2	2	0	
2	1	1			0				2	1	1	
	0									0		
	111				010			.		100		

$$(72.4)_8 = (111\,010.100)_2$$

❖ **طريقة ثانية:** يمكن التحويل من النظام الثنائي إلى النظام الثماني وبالعكس وذلك باستخدام جدول التحويل حيث أن كل رقم في النظام الثماني يقابله رقم يتكون من ثلاثة رموز في النظام الثنائي وذلك لان العدد ثمانية من مضاعفات العدد اثنين للأساس ثلاثة $\mathbf{8 = 2^3}$ حيث نلاحظ في العدد رقم 7 انه يقابل العدد 111 في النظام الثنائي أي .وكما هو مبين في الجدول أدناه.

النظام الثنائي	000	001	010	011	100	101	110	111
النظام الثماني	0	1	2	3	4	5	6	7

أمثلة حول من النظام الثنائي إلى الثماني

1- $(101101001)_2$

الحل نلاحظ من الجدول أعلاه كل ثلاث مراتب وما يقابلها في النظام الثماني

101 101 001
5 5 1

$$(101101001)_2 = (551)_8$$

2- $(1011111010\ .1101)_2$

001 011 111 010 . 110 100
1 3 7 2 . 6 4

$$(1011111010\ .1101)_2 = (1372.64)_8$$

حول من النظام الثماني إلى النظام الثنائي

1- $(530.67)_8$

الحل من الجدول أعلاه نحول كل عدد في النظام الثماني إلى ما يقابله في النظام الثنائي

5 3 0 . 6 7
101 011 000 . 110 111

$$(530.67)_8 = (101011\,000.110111\ )_2$$

2- $(173.025)_8$

1 7 3 . 0 2 5
001 111 011 . 000 010 101

$$(173.025)_8 = (001111011\ .000010101)_2$$

▪ التحويل من النظام الثنائي إلى النظام السادس عشر

وتأتي أهمية النظام السادس عشر في سهولة التحويل بينه وبين النظام الثنائي، لكون الأساس16 يمثل القوة الرابعة لـ2، $16 = 2^4$ و يمكن تحويل أي عدد من النظام الثنائي إلى النظام السادس عشر وبالعكس.

والجدول التالي يوضح الأرقام الثنائية وما يقابلها في النظام العشري و النظام السادس عشر.

النظام العشري	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
النظام الثنائي	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
النظام السادس عشر	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F

عند التحويل من النظام الثنائي إلى النظام السادس عشر، نأخذ كل أربع ثنائيات ونعبر عنها بالرقم المناظر لها في النظام السادس عشر مع مراعاة التحرك من اليسار إلى اليمين فيما يخص ثنائيات الجزء الكسري، والتحرك من اليمين إلى اليسار فيما يخص ثنائيات الجزء الصحيح. ويجب استكمال المواضع الثنائية في أقصى اليمين فيما يخص الجزء الكسري، وفي أقصى اليسار فيما يخص الجزء الصحيح.

مثال1:حول العدد الثنائي $(1111\ 1001)_2$ إلى ما يكافئه في النظام السادس عشر

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

$$1*2^3+1*2^2+1*2^1+1*2^0=15 \quad\Big|\quad 1*2^3+0*2^2+0*2^1+1*2^0=9$$

$$(1111\ 1001)_2=(F9)_{16}$$

مثال2: حول العدد الثنائي $(111001)_2$ إلى ما يكافئه في النظام السادس عشر

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

$$0*2^3+0*2^2+1*2^1+1*2^0=3 \quad\Big|\quad 1*2^3+0*2^2+0*2^1+1*2^0=9$$

$$(111001)_2=(39)_{16}$$

مثال3: حول العدد $(100000001001)_2$ من النظام الثنائي إلى ما يكافئه في النظام السادس عشر

2^3 2^2 2^1 2^0	2^3 2^2 2^1 2^0	2^3 2^2 2^1 2^0
1 0 0 0	0 0 0 0	1 0 0 1
$1*2^3+0*2^2+0*2^1+0*2^0$ $=8$	$0*2^3+0*2^2+0*2^1+0*2^0$ $=0$	$1*2^3+0*2^2+0*2^1+1*2^0$ $=9$

$$(100000001001)_2=(809)_{16}$$

مثال5: حول العدد $(1110101001.11111)_2$ من النظام الثنائي إلى ما يناظره في النظام السادس عشر

الحل:

نضيف ثلاثة أصفار في أقصى اليمين للجزء الكسري، ونضيف صفرين في أقصى اليسار للجزء الصحيح ونحصل على ما يلي:

$$(0011101010\,01.11111000)_2$$

الجزء الصحيح

2^3 2^2 2^1 2^0	2^3 2^2 2^1 2^0	2^3 2^2 2^1 2^0
0 0 1 1	1 0 1 0	1 0 0 1
$0*2^3+0*2^2+1*2^1+1*2^0$ $=3$	$1*2^3+0*2^2+1*2^1+0*2^0$ $=10=A$	$1*2^3+0*2^2+0*2^1+1*2^0$ $=9$

الجزء الكسري

2^3 2^2 2^1 2^0	2^3 2^2 2^1 2^0
1 1 1 1	1 0 0 0
$1*2^3+1*2^2+1*2^1+1*2^0=15=F$	$1*2^3+0*2^2+0*2^1+0*2^0=8$

وهذا يعني أن $(0011101010\,01.11111000)_2=(3A9.F8)$

▪ التحويل من النظام السادس عشر إلى النظام الثنائي

ملاحظة:– في حالة التحويل من النظام السادس عشر إلى النظام الثنائي نأخذ كل رقم على حدى ونحلله .

مثال: حول العدد $(F93)_{16}$ من النظام السادس عشر إلى النظام الثنائي

2	F(15)	1
2	7	1
2	3	1
2	1	1
	0	
	1111	

2	9	1
2	4	0
2	2	0
2	1	1
	0	
	1001	

2	3	1
2	1	1
	0	
	0011	

$$(F93)_{16} = (1111100100\ 11)_2$$

مثال: حول العدد $(DA.0C)_{16}$ من النظام السادس عشر إلى النظام الثنائي

2	D(13)	1
2	6	0
2	3	1
2	1	1
	0	
	1101	

2	A(10)	0
2	5	1
2	2	0
2	1	1
	0	
	1010	

.

2	0	0
	0	
	0000	

2	C(12)	0
2	6	0
2	3	1
2	1	1
	0	
	1100	

$$(DA.0C)_{16} = (11011010.00001100)_2$$

▪ **طريقة ثانية:** يمكن التحويل من النظام الثنائي إلى النظام السادس عشر وبالعكس وذلك باستخدام جدول التحويل حيث أن كل رقم في النظام السادس يقابله رقم يتكون من اربعة رموز في النظام الثنائي وذلك لان العدد 16 من مضاعفات العدد اثنين للأساس اربعة $16 = 2^4$.وكما هو مبين في الجدول أدناه.

النظام العشري	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
النظام الثنائي	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
النظام السادس عشر	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F

أمثلة: حول من النظام الثنائي إلى السادس عشر

1- $(101101000011)_2$

الحل نلاحظ من الجدول أعلاه كل ثلاث مراتب وما يقابلها في النظام الثماني

1011	0100	0011
B	4	3

$$(101101000011)_2 = (B43)_{16}$$

2- $(1011111010.11011)_2$

0010	1111	1010	.	1101	1000
2	F	A	.	D	8

$$(1011111010.11011)_2 = (2FA.D8)_{16}$$

حول من النظام السادس إلى النظام الثنائي

1- $(A6F.67)_{16}$

الحل من الجدول أعلاه نحول كل عدد في النظام السادس عشر إلى ما يقابله في النظام الثنائي

A	6	F	.	6	7
1010	0110	1111	.	0110	0111

$$(A6F.67)_{16} = (101001101111.01100111)_2$$

2- $(1D0.E25)_{16}$

1	D	0	.	E	2	5
0001	1101	0000	.	1110	0010	0101

$$(1D0.E25)_{16} = (000111010000.111000100101)_2$$

- **التحويل من النظام الثماني إلى النظام السادس عشر:**

ملاحظة: عند التحويل من النظام الثماني إلى النظام السادس عشر يجب إن نتبع ما يلي:

1- تحول الرقم من النظام الثماني إلى النظام الثنائي باستخدام طرق التحويل من الثماني إلى الثنائي.

2- نحول الرقم الناتج من النظام الثنائي إلى النظام السادس عشر.

مثال: حول العدد $(145.123)_8$ من النظام الثماني إلى النظام السادس عشر.

الحل : باستخدام جدول التحويل

1	4	5	.	1	2	3	نحول من الثماني إلى الثنائي
001	100	101	.	001	010	011	
	0110	0101	.	0010	1001	1000	نحول من الثنائي إلى السادس عشر
	6	5	.	2	9	8	

$$(145.123)_8 = (65.298)_{16}$$

مثال: حول العدد $(701.624)_8$ من النظام الثماني إلى النظام السادس عشر.

الحل:

7	0	1	.	6	2	4	نحول من الثماني إلى الثنائي
111	000	001	.	110	010	100	
0001	1100	0001	.	1100	1010		نحول من الثنائي إلى السادس عشر
1	C	1	.	C	A		

$$(701.624)_8 = (1C1.CA)_{16}$$

▪ التحويل من النظام السادس عشر إلى النظام الثماني:

ملاحظة: عند التحويل من النظام السادس عشر إلى الثماني يجب إن نتبع ما يلي:

1- تحول الرقم من النظام السادس عشر إلى النظام الثنائي باستخدام طرق التحويل من السادس عشر إلى الثنائي.

2- نحول الرقم الناتج من النظام الثنائي إلى النظام الثماني.

مثال: حول العدد $(65.298)_{16}$ من النظام السادس عشر إلى النظام الثماني.

الحل: باستخدام جدول التحويل

	6	5	.	2	9	8	نحول من السادس عشر إلى الثنائي
	0110	0101	.	0010	1001	1000	
001	100	101	.	001	010	011	نحول من الثنائي إلى الثماني
1	4	5	.	1	2	3	

$$(65.298)_{16} = (145.123)_8$$

مثال: حول العدد $(A8D.E3)_{16}$ من النظام السادس عشر إلى النظام الثماني.

الحل:

نحول من السادس عشر إلى الثنائي

نحول من الثنائي إلى الثماني

	A	8	D	.	E	3	
	1010	1000	1101	.	1110	0011	
101	010	001	101	.	111	000	110
5	2	1	5	.	7	0	6

$$(A8D.E3)_{16} = (5215.706)_8$$

العمليات الحسابية

1–الجمع:

أ–الجمع في النظام الثنائي:

أساسيات الجمع في النظام الثنائي خمسة وهي:

1- 0+0=0
2- 0+1=1
3- 1+0=1
4- 1+1=10
5- 1+1+1=11

أمثلة:جد ناتج جمع ما يلي في النظام الثنائي:

–1

1			1	
0	1	1	0	1
0	1	0	0	1+
1	0	1	1	0

–2

1	1	1	1	1	
0	1	1	1	1	1
0	1	1	0	1	1+
1	1	1	0	1	0

–3

1		1	1	1			
0	1	0	0	1	1	1	0
0	1	0	1	1	1	0	1+
1	0	1	0	1	0	1	1

ب-الجمع في النظام الثماني:

للأعداد ألثمانية(octal)أهميتها في ألتطبيقات ألرقمية. ابتداء أساس ألنظام ألثماني هو 8 أي أن ألنظام يتكون من ثمانية رموز.وبرغم حريتنا في اختيار أي رموز متميزة ألا أننا أعتدنا استعمال ألأرقام ألثمانية ألأولى من النظام ألعشري (0,1,2,3,4,5,6,7) أي بمعنى لا يوجد 8,9.

س: كيف تمثل ألأعداد التي تزيد عن 7 ؟

يتم التمثيل باستخدام مرتبة أخرى كما هو الحال في النظامين الثنائي و العشري بعد استنفاذ الأرقام الأساسية في النظام .إذا فالعدد الذي يلي سبعة هو 10 (الرقم الثاني في النظام الثماني متبوعا بالرقم الأول) ، ثم11 (الرقم الثاني من النظام الثماني متبوعا بنفسه) وهكذا.

0	1	2	3	4	5	6	7
10	11	12	13	14	15	16	17
20	21	22	23	24	25	26	27

أمثلة :اجمع الأعداد التالية

-1

```
1  1  1
0  3  7  6  1
0  5  7  4  3+
--------------
1  1  7  2  4
```

ملاحظة:عند جمع الأرقام في النظام الثماني إذا كانت الأرقام أكثر من 8 فتجمع جمعا أصلياً ونضيف عليه فقط .2

-2

```
1  1  1
0  3  6  7
0  6  6  5+
-----------
1  2  5  4
```

-3

```
1        1
0  7  2  1  7
0  6  0  5  3+
--------------
1  5  2  7  2
```

-4

```
   4  3  .  6
   4  5  .  4+
--------------
```

ج–الجمع في النظام السادس عشر:

إن الجمع في النظام السادس عشر للإعداد ذو أساس (16) ومع أن إمكانية استعمال أي ستة عشر رمزاً مميزاً لأنه اعتدنا استعمال الأرقام من (0–9) والحروف من $(A \rightarrow F)$ وما بعد العدد F . أي بعد نفاذ الأرقام الأساسية للنظام .

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E	1F
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	2A	2B	2C	2D	2E	2F

تأتي أهمية النظام في سهولة التحول بينه وبين النظام الثنائي لكون الأساس (16) يمثل القوة الرابعة للعدد 2 أي أن $2^4 = 16$ وبذلك نستطيع تحويل أي عدد من النظام السادس عشر إلى الثنائي وكثير من الحاسبات الالكترونية الصغيرة تستعمل النظام الثنائي بمجاميع ذات أربعة أرقام ثنائية لكل مجموعة .ومن ثم يفضل استعمال النظام السادس عشر، فالثنائي مثلا يمكن خزنه في وحدة الذاكرة الالكترونية كالأتي

مثال $\underset{D}{\underline{\mathbf{1101}}}\ \underset{9}{\underline{\mathbf{1001}}}$ ويسهل أن نقول بان الذاكرة تخزن العدد $9D$ من أن نقول 10011101 .

أمثلة : اجمع الأعداد في النظام السادس عشر

1–

$$
\begin{array}{cccccc}
{\scriptstyle 1} & {\scriptstyle 1} & {\scriptstyle 1} & {\scriptstyle 1} & & \\
0 & F & F & C & A & 4 \\
0 & F & 0 & B & 7 & 5+ \\
\hline
1 & F & 0 & 8 & 1 & 9
\end{array}
$$

2–

$$
\begin{array}{ccccc}
{\scriptstyle 1} & {\scriptstyle 1} & {\scriptstyle 1} & {\scriptstyle 1} & \\
0 & A & B & C & D \\
0 & E & F & B & 9+ \\
\hline
1 & 9 & B & 8 & 6
\end{array}
$$

ملاحظة: عند الجمع في النظام السادس عشر تجمع جمعاً أصليا والناتج يطرح منه 6 إذا كان الناتج اكبر من F وخاصة عند رموز مع عدد .

3–

$$
\begin{array}{cccc}
 & {\scriptstyle 1} & {\scriptstyle 1} & \\
6 & 7 & A & 9 \\
6 & 4 & 9 & E \\
\hline
C & C & 4 & 7
\end{array}
$$

4–

$$
\begin{array}{cccc}
F & 4 & B\,. & F \\
D & 8 & A\,. & 6 \\
\hline
\end{array}
$$

المتممات:

1–المتمم الأول 1S complement 1:

تعريف:يعرف المتمم في أي نظام بأنه حاصل جمع العدد مع متممه يساوي اكبر عدد في ذلك النظام

المتمم للعدد الثنائي :ينتج المتمم الأول لأي عدد ثنائي من عكس 0 إلى 1 و 1 إلى 0.

مثال جد المتممات للأعداد التالية:

العدد الثنائي	011	10001	1010	1110	0011
المتمم الأول	100	01110	0101	0001	1100

2–المتمم الثاني 2S complement 2:

لإيجاد المتمم الثاني توجد طريقتين

أ–الطريقة الأولى وتتضمن إيجاد المتمم الأول ثم بعد ذلك إضافة 1 إليه.

أمثلة جد المتمم 2S للعدد

1–0001 نتمم العدد 1110 ثم نضيف إليه 1

```
1110
   1  +
----------
1111  2S
```

2–1110 نتمم 0001

```
0001
   1  +
----------
0010  2S
```

3–10110 نتمم 01001

```
01001
    1  +
----------
01010  2S
```

ب–الطريقة الثانية:نبحث عن أول واحد من جهة اليمين نثبته (أي لا نغيره) ومن ثم نحول الأعداد التي بعده أي 1 الى0 و 0 الى1.

أمثلة:جد المتمم الثاني للعدد الثنائي

1–

1111010	⟶	0000110

2–

1110	⟶	0010

3–

0001	⟶	1111

- **إيجاد المتممات باستخدام القوانين:**

يمكن أيجاد متمم أي عدد في أي نظام وذلك باستخدام القوانين التالية

1- المتمم الأول 1S : $(R^n - 1)_R - N_R$

2- المتمم الثاني 2S : $(R^n - N)_R$

حيث أن R أساس النظام N العدد المعطى n عدد الأرقام التي يتكون منها العدد .

مثال: جد المتمم الأول والمتمم الثاني باستخدام القانون $(10110)_2$

n=5 ,N=10110 ,R=2

$$\mathbf{1S}\ (2^5 - 1)_2 - (10110)_2$$

$$(31)_{10} - (22)_{10} = (9)_{10} \Rightarrow (01001)_2$$

$$\mathbf{2S}\ (2^5 - 10110)_2 = (32 - 22)_{10} = (10)_{10} = (01010)_2$$

- **متممات النظام العشري:**

المتمم لـ 9 مناظر للمتمم 1 يستحصل من طرح كل رقم عشري من 9.

مثال: جد المتمم 9 للعدد العشري 25.

99
25-
74

مثال: جد المتمم 9 للعدد العشري 6291.

9999
6291-
3708

المتمم لـ 10 مناظر للمتمم 2 يستحصل من إيجاد المتمم 9 ثم بعد ذلك إضافة 1 إليه.

مثال: جد المتمم 10 للعدد العشري 25.

99
25-
74
1+
75

مثال: جد المتمم 10 للعدد العشري 6291.

9999
6291-
3708
1+
3709

- **متممات النظام الثماني:**

المتمم لـ 7 مناظر للمتمم 9 يستحصل من طرح كل رقم ثماني من 7.

مثال: جد المتمم 7 للعدد الثماني 64.

```
 77
 64-
----
 13
```

مثال: جد المتمم 7 للعدد الثماني 6271.

```
 7777
 6271-
------
 1506
```

مثال: جد المتمم 7 للعدد الثماني 45236.

```
 77777
 45236-
-------
 32541
```

المتمم لـ 8 مناظر للمتمم 10 يستحصل من إيجاد المتمم 7 ثم بعد ذلك إضافة 1 إليه.

مثال: جد المتمم 8 للعدد الثماني 25.

```
 77
 25-
----
 52
  1+
----
 53
```

مثال: جد المتمم 8 للعدد الثماني 7450.

```
 7777
 7450-
------
 0327
    1+
------
 0330
```

مثال: جد المتمم 8 للعدد الثماني 762431.

```
 777777
 762431-
--------
 015346
      1+
--------
 015347
```

- **متممات النظام السادس عشر:**

المتمم لـ 15(F) مناظر للمتمم 9 يستحصل من طرح كل رقم سداسي عشر من F.

مثال: جد المتمم F للعدد السادس عشر AD.

FF
AD-
52

مثال: جد المتمم F للعدد السادس عشر 1A9E.

FFFF
1A9E-
E561

مثال: جد المتمم F للعدد السادس عشر 5F2CB1.

FFFFFF
5F2CB1-
A0D34E

المتمم لـ 16 مناظر للمتمم 10 يستحصل من إيجاد المتمم F ثم بعد ذلك إضافة 1 إليه.

مثال: جد المتمم 16 للعدد السادس عشر AD.

FF
AD-
52
1+
53

مثال: جد المتمم 16 للعدد السادس عشر 7A8D.

FFFF
7A8D-
8572
1+
8573

مثال: جد المتمم 16 للعدد السادس عشر 9A4D5B1F.

FFFFFFFF
9A4D5B1F-
65B2A4E0
1+
65B2A4E1

أمثلة: جد ناتج ما يلي

ثنائي	عشري	ثماني	سادس عشر	متمم 2S
1101				
	35			
		145		
			AB	
				0101

الطرح

- **الطرح في النظام الثنائي:**

أساسيات الطرح في النظام الثنائي هي:

1-	**0-0=0**
2-	**1-0=1**
3-	**1-1=0**
4-	**10-1=1**

ملاحظة: عند طرح أعداد ثنائية كبيرة ذات عدة مراتب تجري عملية الطرح عموديا مستعينين عند الحاجة من المراتب المجاورة.

مثال :اطرح العدد 101 من 111.

$$\begin{array}{ccc l} 1 & 1 & 1 & \\ 1 & 0 & 1 & - \\ \hline 0 & 1 & 0 & \end{array}$$

مثال :اطرح العدد 1010 من 1101.

$$\begin{array}{cccc l} 1 & 1 & 0 & 1 & \\ 1 & 0 & 1 & 0 & - \\ \hline 0 & 0 & 1 & 1 & \end{array}$$

س)ألان كيف يمكننا الاستفادة من المتممات في عملية الطرح؟

ج)بدلا من طرح الأعداد مباشرة نجد المتمم الثاني للمطروح ونضيفه إلى المطروح منه مهملين المحمل الأخير.

أمثلة :باستخدام المتمم الثاني جد ناتج طرح ما يلي .

1-اطرح العدد 101 من 111

1	1	1		
	1	1	1	
	0	1	1	+
1يهمل	0	1	0	

2- اطرح العدد 1010 من 1101.

1	1				
	1	1	0	1	
	0	1	1	0	+
1يهمل	0	0	1	1	

2)باستخدام المتمم الأول تتم إضافة المتمم الأول إلى المطروح منه ومن ثم إضافة المحمل الأخير إلى الناتج الفرعي للحصول على الناتج النهائي.

أمثلة :باستخدام المتمم الأول جد ناتج طرح ما يلي .

1-اطرح العدد 101 من 111

1	1	0		
	1	1	1	
	0	1	0	+
1	0	0	1	
			1	+
	0	1	0	

2- اطرح العدد 1010 من 1101.

1	1		1		
	1	1	0	1	
	0	1	0	1	+
1	0	0	1	0	
				1	+
	0	0	1	1	

مثال اطرح 1011 من 11001

1			1		
1	1	0	0	1	
1	0	1	0	1	+
1يهمل 0	1	1	1	0	

طرح باستخدام المتمم الثاني

1	1	0	0	1	
	1	0	1	1	-
	1	0	1	0	

طرح عادي

1						
	1	1	0	0	1	
	1	0	1	0	0	+
1	0	1	1	0	1	
					1	+
		1	1	1	0	

طرح باستخدام المتمم الأول

ملاحظة :قبل إجراء عملية الطرح باستخدام المتممات يجب أن نساوي مراتب المطروح مع مراتب المطروح منه كما في المثال السابق .حيث يتم إضافة أصفار إلى جهة اليسار بعدد المراتب التي نحتاجها.

ملاحظة:حيثما ساوى المحمل الأخير 1 فان الناتج يكون موجبا وبشكله الثنائي وبعكسه أي إذا كان المحمل الأخير 0 فان الناتج يكون سالبا.

مثال :اطرح 10010 من 11011

1	1	1	1	1		
	1	1	0	1	1	
	0	1	1	0	1	+
1	0	1	0	0	0	
↓					1	+
	0	1	0	0	1	

مثال :اطرح:11011 من 110111

		1				
1	1	0	1	1	1	
0	0	0	1	0	0	+
1	1	1	0	1	1	
↓					1	+
	1	1	1	0	0	

ملاحظة:في عملية الطرح نفس القوانين في النظام الثنائي تنطبق على بقية الأنظمة.

باستخدام المتمم لـ 7 جد ناتج الطرح في النظام الثماني

1–اطرح 235 من 6712

1	1				
	6	7	1	2	
	7	5	4	2	+
1	6	4	5	4	
↓				1	+
	6	4	5	5	

2–اطرح 2562 من 5612

	1				
	5	6	1	2	
	5	2	1	5	+
1	3	0	2	7	
↓				1	+
	3	0	3	0	

باستخدام المتمم لـ 15 جد ناتج الطرح في النظام السادس عشر

1–اطرح .A1B من 5FD1

1	1	1			
	5	F	D	1	
	F	5	E	4	+
1	5	5	B	5	
				1	+
	5	5	B	6	

2–اطرح 9F6E من D8C3

1		1			
	D	8	C	3	
	6	0	9	1	+
1	3	9	5	4	
				1	+
	3	9	5	5	

باستخدام المتمم لـ 8 جد ناتج الطرح في النظام الثماني

1–اطرح 5421 من 7524

1	1	1	1		
	7	5	2	4	
	2	3	5	7	+
1يهمل	2	1	0	3	

2–اطرح 2562 من 5612

	1		1		
	5	6	1	2	
	5	2	1	6	+
1يهمل	3	0	3	0	

باستخدام المتمم لـ 16 جد ناتج الطرح في النظام السادس عشر

1–اطرح .A1B من 5FD1

1	1	1			
	5	F	D	1	
	F	5	E	5	+
1يهمل	5	5	B	6	

2–اطرح 1B9 من 954

	9	5	4	
	E	4	7	+
1يهمل	7	9	B	

- ## عملية الضرب في النظام الثنائي:

يعتبر الضرب في النظام الثنائي ابسط بكثير من الضرب العشري لاحتوائه على أربعة حالات فقط وهي

1-	**0*0=0**
2-	**0*1=0**
3-	**1*0=0**
4-	**1*1=1**

وعند ضرب أعداد كبيرة نستخدم نفس طريقة النظام العشري بإيجاد النواتج الجزئية أولا ثم إضافتها.

أمثلة :جد ناتج عملية الضرب في النظام الثنائي

```
    111
   101*
 ------
    111
   0000
  11100
 ------
 100011
```

```
    10110
     110*
 --------
    00000
   101100
  1011000
 --------
 10000100
```

```
     101.1
    11.01*
 ---------
      1011
     00000
    101100
   1011000
 ---------
 10001.111
```

عملية القسمة في النظام الثنائي:

نجري عملية القسمة الثنائية بصورة مشابهة لعملية القسمة في النظام العشري .

مثال:

```
      110.11
     -------
 100| 11011
      100
     -----
      0101
       100
     -----
     00110
       100
     -----
        10
```

```
      110
     -----
 10| 1100
     10
    -----
     10
     10
    -----
     00
```

إعداد

الفصـل الثالـث

الجبر البوولي

كثير من المسائل الفكرية والمنطقية لا تجد الحل إلا في جواب واحد من اثنين خطأ أم صواب زائف أم حقيقي هذه الطبيعة الثنائية في التفكير قادت أرسطو للبحث عن الحقيقة وسط مجموعة من الافتراضات تبعه علماء آخرون تأثروا في طريقته في التفكير وبنوا أفكارهم الرياضية على هذا الأساس ولقد اقترب ديموركان Demorgan من اكتشاف الصلة بين المنطق والرياضيات إلا أن بول Boule عام 1854 حقق العلاقة بينهما واخترع جبرا جديدا.

الطريقة التي جربها أرسطو مبرهنا على سهولتها ودقتها مستعملا حروف الرموز بدلا عن الكلمات وما قدر الناس هذا الجبر حق قدره حتى عام 1938 أي بعد حوالي قرن من الزمان عندما استطاع Shannon شانون استثمار هذا الجبر في بناء مفاتيح الهاتف فللمفتاح عمل ثنائي (مفتوح ومغلق).

تعريف الجبر البوولي:هو نظام رياضي (. ، + ، B) يتكون من مجموعة غير خالية B وعمليتان ثنائية +، . معرفتان على B بحيث ان :

صفات الجبر البوولي

P1- A+B=B+A A.B=B.A

P2- A+BC=(A+B)(A+C)

A.(B+C)=(A.B)+(A.C)

P3- يوجد عنصران محيدان مختلفان 0 و 1 بالنسبة للعمليتين + و . على التوالي

A+0=A - A.1=A

P4-

لكل عنصر $A \in B$ يوجد عنصر $\overline{A} \in B$ بحيث ان

$$A+\overline{A}=1 \qquad A.\overline{A}=0$$

خواص الجبر البوولي

فيما يلي خواص الجبر البوولي مع البراهين:

1- A+1=1

2- A.0=0

3- A+A=A

4- A.A=A

5- A+AB=A

6- A(A+B)=A

7- $A+\overline{A}B=(A+B)$

8- $A(\overline{A}+B)=AB$

9- $AB+A\overline{B}=A$

10- $(A+B)(A+\overline{B})=A$

11- $AB+\overline{A}C=(A+C)(\overline{A}+B)$

12- A.(B+C)=AB+AC

13- A.(B.C)=(A.B)C

14- A+(B+C)=(A+B)+C

15- $\overline{\overline{A}}=A$

16- $\overline{(A+B)}=\overline{A}.\overline{B}$

17- $\overline{A.B}=\overline{A}+\overline{B}$

بوابة OR تعني عملية الجمع (+)

بوابة AND تعني عملية الضرب (.)

يمكن برهان القوانين السابقة بعدة طرق منها:

1- طريقة الجدول

A	A	A+A	
0	0	0	A
1	1	1	

2- طريقة الفرضية:

نفرض ان A=0　　　　**A+A=0+0=0**

نفرض ان A=1　　　　**A+A=1+1=1**

3- باستخدام خواص الجبر البوولي:

حيث سيتم برهنة القوانين السابقة باستخدام خواص الجبر البوولي:

البرهان:

1- A+1=1

$$1 = A + \overline{A} \qquad P4$$
$$= A + (\overline{A}.1) \qquad P3$$
$$= (A + \overline{A}).(A + 1) \qquad P2$$
$$= 1.(A + 1) \qquad P4$$
$$= A + 1$$

2- A.0=0

البرهان مشابه برهان (1).

3-A+A=A

$$A = A + 0 \qquad P3$$
$$= A + (A.\overline{A}) \qquad P4$$
$$= (A + A)(A + \overline{A}) \qquad P2$$
$$= (A + A).1 \qquad P4$$
$$= A + A \qquad P3$$

4-A.A=A

$A = A.1$ **P3**

$= A.(A + \overline{A})$ **P4**

$= (A.A) + (A.\overline{A})$ **P2**

$= (A.A) + 1$ **P4**

$= A.A$ **P3**

5- A+AB=A

$A = A + 1$ **P3**

$= A + (B + 1)$ **3**

$= (A.B)(A.1)$ **P2**

$= (A.B) + A$ **P3**

$= A + (A.B)$ **P1**

6- A(A+B)=A

$AA + AB)$

$= A + AB$

$= A(1 + B)$

$= A$

7- A+$\overline{A}$B =(A+B)

$A + \overline{A}\,B = (A + \overline{A}).(A + B)$ **P2**

$= 1.(A + B)$ **P4**

$= (A + B).1$ **P3**

$= A + B$

8- $A(\overline{A} + B) = AB$

$A.\overline{A} + A.B$

$= 0 + A.B$

$= A.B$

9- AB+ A$\overline{B}$=A

$AB + A\overline{B} = A.(B + \overline{B})$ **P2**

$= A.1$ **P4**

$= A$ **P3**

10-(A+B)$(A+\overline{B})$=A

$$(A+B).(A+\overline{B})=AA+A\overline{B}+AB+B\overline{B}$$
$$=A+A(B+\overline{B})+0$$
$$=A+A.(1)$$
$$=A+A$$
$$=A$$

11- $AB+\overline{A}C=(A+C)(\overline{A}+B)$

$$=(A+C)(\overline{A}+B)$$
$$=A.\overline{A}+AB+\overline{A}C+BC$$
$$=0+AB+\overline{A}C+BC$$
$$=AB+\overline{A}C+BC(1)$$
$$=AB+\overline{A}C+BC(A+\overline{A})$$
$$=AB+\overline{A}C+ABC+\overline{A}BC$$
$$=AB(1+C)+\overline{A}C(1+B)$$
$$=AB(1)+\overline{A}C(1)$$
$$=AB+\overline{A}C$$

12- A.(B+C)=AB+AC

A.(B+C)=A.B+A.C

المنطق الائتلافي Combinational Logic Design

ناقشنا في المحاضرة السابقة عمليات المنطق والجبر البوولي وتستخدم نظريات الجبر البوولي في معالجة تعابير المنطق وأوضحنا سابقا انه يمكن تحقيق تعابير المنطق باستخدام بوابات المنطق ويقل عدد البوابات وأغراض الإدخال كلما بسطت هذه التعابير ولهذا السبب فان عقلية تبسيط تعابير المنطق مهمة جدا ، وتساهم في توفير العناصر اللازمة لتصميم نظام خاص توفر عدد من الدوال على شكل دوائر متكاملة . ولهذا السبب يجب أن تستخدم هذه الدوائر أفضل استخدام عند تصميم الأنظمة الرقمية أي أن هدفنا يجب أن يكون تقليل عدد الدوائر المتكاملة المستخدمة. وسوف نناقش هنا توفر دوائر رقمية أخرى على شكل دوائر متكاملة وتقسم الدوائر الرقمية إلى صنفين رئيسيين .

1- الدوائر الائتلافية **Combinational Circuit**.

2- الدوائر المتعاقبة **Squential Circuit**.

وهناك أنواع أخرى من الدوائر يعتمد فيها الإخراج في وقت ما على الإدخالات الموجودة في نفس الوقت إضافة إلى الإدخالات و الاخراجات التي كانت سابقة ويعني ذلك وجود عناصر تستخدم لخزن المعلومات السابقة وتدعى هذه العناصر بالذاكرة.

يمكن تحديد متطلبات تعميم الدوائر الائتلافية في أحدى الطرق الآتية:

1- مجموعة من الجمل 2- تعابير بوولية 3- جدول الصدق او جدول الحقيقة

ان هدفنا هو تصميم دوائر باستخدام البوابات التي ناقشناها سابقا او تصميم دوائر اخرى تكون مشتقة من البوابات الأساسية ومثل ما هو الحال في أي تصميم هندسي فان عدد المكونات المستخدمة يجب أن يكون اقل ما يمكن لغرض تأكيد تقليل الكلفة ، وتوفير المساحة....الخ.

وهناك طريقتان مختلفتان لتصميم الدوائر الائتلافية :

احدهما الطريقة التقليدية التي تبسط فيها التعابير البولية أو جدول الواقع باستخدام الطرق القياسية ومن ثم تحقيق التعابير باستخدام البوابات .

الطريقة الثانية فلا تحتاج إلى أي تبسيط في تعبير المنطق أو جدول الحقيقة بل تستخدم دوال منطق معقدة متوفرة

ونناقش أدناه تصميم الدوائر الائتلافية باستخدام الطرق التقليدية يمكن استخدام الطرق التالية لتبسيط الدوال البولية:

1-الطرق الجبرية

2- أسلوب مخطط كارنوف

3- أسلوب التخطيط الداخل لمتغير

4- طريقة كوين مكلسكي

استخدمنا في السابق الطريقة الجبرية أما مخطط كارنوف فهو ابسط وأكثر الطرق شيوعا في الاستخدام إذ يمكن أن تستخدم لحد ستة متغيرات أما أسلوب تخطيط إدخال المتغير فهي تقنية فعالة لتسهيل المنطق ولكن أعلى منه أي من ناحية المستوى الدراسي .

أما الطريقة الرابعة فهي طريقة أساسية تعتمد بالضرورة على سرعة الإدراك البشري لذا فهي ملائمة للتجهيز الآلي للحاسبة و رديئة الاستعمال في التصميمات المنطقية اليدوية.

التمثيلات القياسية لدوال المنطق

Standard Representation for Logical

يعبر عن دوال المنطق بدلالة متغيرات المنطق إن القيم المفترضة من قبل دوال المنطق وكذلك متغيرات المنطق تكون في صيغتها الثنائية.ويمكن التعبير عن أي دالة منطق باستخدام الصيغ التالية

1- صيغة مجموع النتاجات (sop) وهي مختصر sum of product أي مجموع المضروبات

$$\left.\begin{matrix} ab \\ cd \end{matrix}\right\} ab + cd$$

2- صيغة نتائج المجاميع (pos) مضروب المجاميع ولا يعني ذلك أن دالة المنطق لا يمكن كتابتها في صيغ أخرى بل من الممكن كتابتها بصيغ مختلفة لكن الصيغتان أعلاه مناسبتان للوصول إلى الطرق القياسي لتصميم الدوائر ويدعى كل مصطلح منفرد بصيغة sop القياسية بالحد الأصغر (minterm) وفي صيغة pos القياسية بالحد الأكبر(maxterm)

مثال:

لتكن لدينا دائرة تتكون من ثلاث متغيرات وهي x,y,z وان f نفترض أنها تكون موجودة أي معطاة في السؤال مع قيم المتغيرات f هي النتيجة التي نعتمد عليها لإيجاد (mint) و (maxt)

لإيجاد minterm نقول

أن العنصر الذي نتيجته 1 هو العنصر نفسه مثل العنصر A=1 فهو A فقط أما العنصر الذي نتيجته 0 هو متمم العنصر مثل العنصر A=0 فهو $\overline{A}$ نضع له متمم.

لإيجاد maxterm نقول

إن العنصر الذي نتيجته 0 هو العنصر نفسه مثل العنصر A=0 فهو A فقط أما العنصر الذي نتيجته 1 هو متمم العنصر مثل العنصر A=1 فهو $\overline{A}$ فنضع له متمم.

<table>
<tr><th>x</th><th>y</th><th>z</th><th>f</th><th>mint</th><th>maxt</th><th></th></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td></td><td>x+y+z</td><td rowspan="4">Pos=$(x+y+z)(x+\bar{y}+\bar{z})(\bar{x}+y+z)(\bar{x}+y+\bar{z})$
$(\bar{x}+\bar{y}+\bar{z})$
$M_0\ M_3\ M_4\ M_5\ M_7$
$\Pi(0,3,4,5,7)$</td></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>$\bar{x}\,\bar{y}z$</td><td></td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>$\bar{x}\,y\,\bar{z}$</td><td></td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td></td><td>$x+\bar{y}+\bar{z}$</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td></td><td>$\bar{x}+y+z$</td><td rowspan="4">Sop=$\bar{x}\,\bar{y}z+\bar{x}\,y\,\bar{z}+x\,y\,\bar{z}$
$=m_1+m_2+m_6$
$=\sum m(1,2,6)$</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td></td><td>$\bar{x}+y+\bar{z}$</td></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>$x\,y\,\bar{z}$</td><td></td></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td></td><td>$\bar{x}+\bar{y}+\bar{z}$</td></tr>
</table>

مثال:

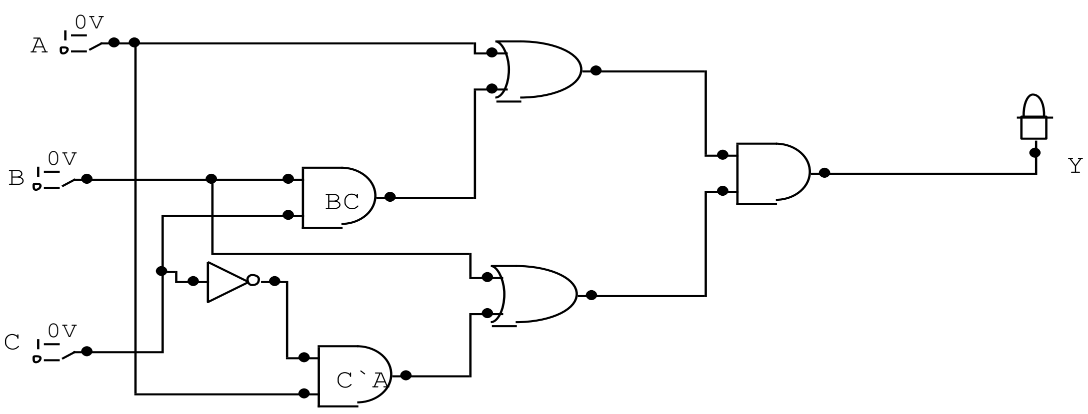
لديك ثلاث متغيرات x,y,z جد mint و maxt لها.

x	y	z	f	mint	maxt	
0	0	0	1	$\bar{x}\,\bar{y}\bar{z}$		Pos= $(x+\bar{y}+z)(x+\bar{y}+\bar{z})(\bar{x}+\bar{y}+z)$
0	0	1	1	$\bar{x}\,\bar{y}z$		$(\bar{x}+\bar{y}+\bar{z})$
0	1	0	0		$x+\bar{y}+z$	
0	1	1	0		$x+\bar{y}+\bar{z}$	
1	0	0	1	$x\,\bar{y}\bar{z}$		Sop= $\bar{x}\,\bar{y}\,\bar{z}+\bar{x}\,\bar{y}z+x\,\bar{y}\bar{z}+x\,\bar{y}z$
1	0	1	1	$x\,\bar{y}z$		$=\bar{x}\,\bar{y}(\bar{z}+z)+x\,\bar{y}(\bar{z}+z)$
1	1	0	0		$\bar{x}+\bar{y}+z$	$=\bar{x}\,\bar{y}+x\,\bar{y}=\bar{y}(\bar{x}+x)=\bar{y}\Rightarrow f=\bar{y}$
1	1	1	0		$\bar{x}+\bar{y}+\bar{z}$	

ملاحظة مهمة:

عندما f=1 فنضع القيم في جدول mint أما عندما f=0 فنضع القيم في جدول maxt

من معادلة المنطق أدناه $Y=(A+BC)(B+\bar{C}A)$ جد جدول الحقيقة mint و maxt و sop pos ثم ارسم هذه الدائرة.



Y= (A+BC) (B+C`A)

الحدود الصغرى والكبرى لمتغيرات أربعة A,B,C,D $2^4 = 16$

A	B	C	D	Min	Max
0	0	0	0	$\bar{A}\,\bar{B}\bar{C}\,\bar{D} = m_0$	$A + B + C + D = M_0$
0	0	0	1	$\bar{A}\,\bar{B}\bar{C}\,D = m_1$	$A + B + C + \bar{D} = M_1$
0	0	1	0	$\bar{A}\,B\bar{C}\,\bar{D} = m_2$	$A + B + \bar{C} + D = M_2$
0	0	1	1	$\bar{A}\,\bar{B}C\,D = m_3$	$A + B + \bar{C} + \bar{D} = M_3$
0	1	0	0	$\bar{A}\,B\bar{C}\,\bar{D} = m_4$	$A + \bar{B} + C + D = M_4$
0	1	0	1	$\bar{A}\,B\bar{C}\,D = m_5$	$A + \bar{B} + C + \bar{D} = M_5$
0	1	1	0	$\bar{A}\,BC\,\bar{D} = m_6$	$A + \bar{B} + \bar{C} + D = M_6$
0	1	1	1	$\bar{A}\,BC\,D = m_7$	$A + \bar{B} + \bar{C} + \bar{D} = M_7$
1	0	0	0	$A\bar{B}\bar{C}\,\bar{D} = m_8$	$\bar{A} + B + C + D = M_8$
1	0	0	1	$A\bar{B}\bar{C}\,D = m_9$	$\bar{A} + B + C + \bar{D} = M_9$
1	0	1	0	$A\bar{B}C\,\bar{D} = m_{10}$	$\bar{A} + B + \bar{C} + D = M_{10}$
1	0	1	1	$A\bar{B}C\,D = m_{11}$	$\bar{A} + B + \bar{C} + \bar{D} = M_{11}$
1	1	0	0	$AB\bar{C}\,\bar{D} = m_{12}$	$\bar{A} + \bar{B} + C + D = M_{12}$
1	1	0	1	$AB\bar{C}\,D = m_{13}$	$\bar{A} + \bar{B} + C + \bar{D} = M_{13}$
1	1	1	0	$ABC\,\bar{D} = m_{14}$	$\bar{A} + \bar{B} + \bar{C} + D = M_{14}$
1	1	1	1	$ABC\,D = m_{15}$	$\bar{A} + \bar{B} + \bar{C} + \bar{D} = M_{15}$

ويدعى كل مصطلح منفرد في صيغة (sop) القياسية بالحد الأصغر minterm وفي صيغة (pos) القياسية بالحد الأكبر وسوف تتوضح فائدة الحد الأصغر والحد الأكبر من المناقشة التالية:

يمكن تحويل صيغة (Sop) إلى صيغة (Sop) القياسية بإجراء عملية (و)(and) على الحدود الموجودة في التعبير مع الحدود المتكونة من إجراء عملية (او)(or) للمتغيرات ومتمماتها التي لم تكن في الحد الأصلي . مثال على ذلك للتعبير المتكون من ثلاثة متغيرات (A) و (B) و (C) إذا كان الحد(A) موجوا ، بينما المتغيران (B) و (C) غير موجودين ؟ نكون الحدين $(B+\bar{B})$ و$(C+\bar{C})$ ثم نجري عملية (و) لهم مع الحد (A) ، وبذلك نحصل على ما يلي:

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

مثال حول المعادلة الآتية إلى صيغة (sop) القياسية

$$Y = AB + A\overline{C} + BC$$

الحل:

$$Y = AB(C+\overline{C}) + A\overline{C}(B+\overline{B}) + BC(A+\overline{A})$$
$$= ABC + AB\overline{C} + AB\overline{C} + A\overline{B}\,\overline{C} + ABC + \overline{A}BC$$
$$= ABC + AB\overline{C} + A\overline{B}\,\overline{C} + \overline{A}BC$$

وبنفس الطريقة يمكن تحويل صيغة (pos) إلى صيغتها القياسية بإجراء عملية (او)(OR) على الحدود الموجودة في التعبير مع الحدود المتكونة من إجراء عملية (و) (and) للمتغير ومتممه الذي لا يكون موجودا في التعبير الأصلي مثال على ذلك ، تعبير ذو ثلاثة متغيرات (A) و (B) و (C) فإذا كان الحد (A) فقط موجودا نكون الحدين (B.B) و (C.C) ثم نجري لها عملية (او) مع الحد (A) ، وبذلك نحصل على مايلي:

$$A + B.\overline{B} + C.\overline{C}$$
$$(A + B\overline{B} + C)(A + B\overline{B} + \overline{C})$$
$$(A + C + B\overline{B})(A + \overline{C} + B\overline{B}) \Rightarrow (M + B)(M + \overline{B})(r + B)(r + \overline{B})$$
$$(A + B + C)(A + \overline{B} + C)(A + B + \overline{C})(A + \overline{B} + \overline{C})$$

مثال: حول المعادلة إلى صيغة (pos) القياسية

$$(A + B)(A + C)(B + \overline{C})$$

الحل:

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

إن مفهوم الحد الأصغر والحد الأكبر يقدم وسيلة مناسبة جدا لرموز الاختزال للتعبير عن دوال المنطق . ويعطينا الجدول القادم الحدود الصغرى والحدود الكبرى لدالة منطق ذات أربعة متغيرات آذ يكون عدد الحدود الصغرى وعدد الحدود الكبرى (2^4=16) . وبصورة امة لدالة منطق ذات متغيرات (n) ،فان هنالك عدد من الحدود الصغرى والحدود الكبرى ويساوي ذلك العدد (2^n)

عند كتابة أي حد اكبر أو حد اصغر فان ذلك يتم بكتابة الحد بمتغيراته وبطريقة مرتبة. ويمثل كل حد اصغر ب (m_i) إذ يمثل الرمز ألدليلي (i) المكافئ العشري للعدد الثنائي الطبيعي المناظر للحد الأصغر بمتغيراته غير المتممة والتي اعتبرت الرقم (1) ومتغيراته المتممة التي اعتبرت الرقم (0).

A	B	C	D	Minterm	Maxterm
0	0	0	0	$\bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} = m_0$	$A+B+C+D = M_0$
0	0	0	1	$\bar{A}\bar{B}\bar{C}D = m_1$	$A+B+C+\bar{D} = M_1$
0	0	1	0	$\bar{A}\bar{B}C\bar{D} = m_2$	$A+B+\bar{C}+D = M_2$
0	0	1	1	$\bar{A}\bar{B}CD = m_3$	$A+B+\bar{C}+\bar{D} = M_3$
0	1	0	0	$\bar{A}B\bar{C}\bar{D} = m_4$	$A+\bar{B}+C+D = M_4$
0	1	0	1	$\bar{A}B\bar{C}D = m_5$	$A+\bar{B}+C+\bar{D} = M_5$
0	1	1	0	$\bar{A}BC\bar{D} = m_6$	$A+\bar{B}+\bar{C}+D = M_6$
0	1	1	1	$\bar{A}BCD = m_7$	$A+\bar{B}+\bar{C}+\bar{D} = M_7$
1	0	0	0	$A\bar{B}\bar{C}\bar{D} = m_8$	$\bar{A}+B+C+D = M_8$
1	0	0	1	$A\bar{B}\bar{C}D = m_9$	$\bar{A}+B+C+\bar{D} = M_9$
1	0	1	0	$A\bar{B}C\bar{D} = m_{10}$	$\bar{A}+B+\bar{C}+D = M_{10}$
1	0	1	1	$A\bar{B}CD = m_{11}$	$\bar{A}+B+\bar{C}+\bar{D} = M_{11}$
1	1	0	0	$AB\bar{C}\bar{D} = m_{12}$	$\bar{A}+\bar{B}+C+D = M_{12}$
1	1	0	1	$AB\bar{C}D = m_{13}$	$\bar{A}+\bar{B}+C+\bar{D} = M_{13}$
1	1	1	0	$ABC\bar{D} = m_{14}$	$\bar{A}+\bar{B}+\bar{C}+D = M_{14}$
1	1	1	1	$ABCD = m_{15}$	$\bar{A}+\bar{B}+\bar{C}+\bar{D} = M_{15}$

وبصورة مشابهه للحدود الصغرى ،يمثل الحد الأكبر بـ (M_i) إذ يمثل الرمز ألدليلي(i) المكافئ العشري للعدد الثنائي الطبيعي المناظر للحد الأكبر بمتغيراته الغير متممة والتي اعتبرت الرقم (0) ومتغيراته المتممة التي اعتبرت الرقم (1) ويمكن كتابة (SOP) القياسي باستخدام الرمز كما يلي:.

$$Y = M_3 + M_4 + M_6 + M_7$$
$$= \sum m(3,4,6,7) \ldots\ldots\ldots.(1)$$

حيث

A $\bar{A}BC = m_3 \qquad AB\bar{C} = m_6$

$A\bar{B}\,\bar{C} = m_4 \qquad AB\,C = m_7$

وبصورة مشابهة يمكن كتابة (POS) القياسي كما يلي :

$$Y = M_0 + M_1 + M_2 + M_5$$
$$= \prod M(3,4,6,7) \ \ldots\ldots\ldots.(2)$$

حيث

$$A+B+C=M_0$$
$$A+B+\overline{C}=M_1$$
$$A+\overline{B}+C=M_2$$
$$\overline{A}+B+\overline{C}=M_5$$

وتمثل المعادلتان (2،1) الصيغ الاختزالية لكل من (SOP) القياسي و (POS) القياسي بالتعاقب . وبما أن هاتين المعادلتين تمثلان نفس الدالة المنطقية لهذا السبب يمكن ملاحظة وجود علاقة من نوع الإتمام بين الدالة المصاغة بالحدود الصغرى وتلك المصاغة بالحدود الكبرى. ونتعامل هنا مع دالة ذات ثلاثة متغيرات ، إذ أن عدد الحدود الصغرى والحدود الكبرى ($2^3 = 8$) ومكافئاتها العشرية المناظرة هي من (0) إلى (7)

وتمثل الحدود المناظرة للأعداد العشرية3 و 4 و 6 و7 الحدود الصغرى بينما تكون الحدود المناظرة للأعداد العشرية0و1و2و5 الحدود الكبرى

ولذلك فان أي دالة منطقية ممثلة في صيغة الحد الأصغر / الحد الأكبر أو الحد الأكبر / الحد الأصغر ، يمكن تحديدها باستخدام خاصية الإتمام التي ذكرناها أعلاه

مثال: على ذلك في حالة متغيرات أربعة

Y=m(0 , 3 , 6 , 7 , 10 , 12 , 15)

ثم

Y=∏ M(1 , 2 , 4 , 5 , 8 , 9 , 11 , 13 , 14)

خارطـة كـارنـوف
Karnaugh Map

ناقشنا الصفتين القياسية للدوال المنطقية وتحقيقها بالنسبة للبوابات وكذلك بينا الحاجة لتبسيط التعابير البوليـة وشرحنا الطريقة الجبرية للتبسيط باستخدام نظرية الجبر البولي ويكون من الصعوبة التأكد في بعض الأحيان من إمكانية تبسيط التعبير المنطقي ويوجد تقنية أخرى تستخدم الرسم وتعرف بتقنية مخطط كارنوف والتي تزودنا بطريقة نظامية لتبسيط ومعالجة التعابير البولية في هذه التقنية تمثل المعلومات الموجودة في جدول الواقع أو المتوفرة في صيغة pos أو sop على مخطط كارنوف وتعتبر هذه التقنية من أكثر الوسائل شيوعا لتبسيط الدوال البولية و إذا ما استخدمت بطريقة جيدة فسوف تعطي لنا التعبير البولي في ابسط صورة ممكنة وبالرغم من إمكانية استخدام هذه التقنية لأي عدد من المتغيرات فإنها تستخدم وبصورة عامة لحد ستة متغيرات بعدها تصبح صعبة جدا

وخريطة كارنوف تماثل جدول الحقيقة لأنها تعطي لنا كل القيم المحتملة للمدخلات ونتيجة الخرج لكل قيمة وبدلا من تنظيمها على شكل أعمدة وصفوف مثل جدول الحقيقة فان خريطة كارنوف عبارة عن مصفوفة من الخلايا ،وتمثل كل خلية القيمة الثنائية لإحدى تشكيلات المدخلات وترتب الخلايا بطريقة تجعل عملية التبسيط للتعبير المعطى وتجميع الخلايا في غاية السهولة.

1-خارطة كارنوف بالنسبة لمتغيرين A,B.:

A	B	Y	
0	0	0	m_0
0	1	0	m_1
1	0	1	m_2
1	1	1	m_3

	$\bar{B}$	B
$\bar{A}$	m_0 $\bar{A}\bar{B}$	m_1 $\bar{A}B$
A	m_2 $A\bar{B}$	m_3 AB

	$\bar{B}$	B
$\bar{A}$	0	0
A	1	1

A	B	Y	
0	0	0	m_0
0	1	1	m_1
1	0	1	m_2
1	1	0	m_3

	$\bar{B}$	B
$\bar{A}$	0	1
A	1	0

2-خارطة كارنوف بالنسبة لثلاثة متغيرات A,B,C :

نرسم خارطة كارنوف مرتبا عليها المتغيرات ومتماتها عموديا $\bar{A}\,\bar{B}, \bar{A}\,B, AB, A\bar{B}$ الترتيب ليس متسلسلا حسب النظام الثنائي دائما وإنما إلى حد كبير مشابه إلى رمز كراي والترتيب ليس ضرورياً.

رسم كارنوف بالنسبة لثلاث متغيرات

	$\bar{C}$	C
$\bar{A}\,\bar{B}$	$\bar{A}\,\bar{B}\,\bar{C}\,m_0$	$\bar{A}\,\bar{B}\,C\,m_1$
$\bar{A}\,B$	$\bar{A}\,B\bar{C}\,m_2$	$\bar{A}\,BC\,m_3$
$A\,B$	$A\,B\bar{C}\,m_6$	$ABC\,m_7$
$A\bar{B}$	$A\bar{B}\,\bar{C}\,m_4$	$A\bar{B}\,C\,m_5$

مثال البيانات ثلاثة متغيرات A,B,C

	$\bar{C}$	C
$\bar{A}\,\bar{B}$	0	0
$\bar{A}\,B$	1	0
$A\,B$	1	1
$A\bar{B}$	0	0

A	B	C	Y	
0	0	0	0	m_0
0	0	1	0	m_1
0	1	0	1	m_2
0	1	1	0	m_3
1	0	0	0	m_4
1	0	1	0	m_5
1	1	0	1	m_6
1	1	1	1	m_7

3-مخطط كارنوف بالنسبة إلى أربعة متغيرات A,B,C,D:.

الكثير من الحسابات والنظم الرقمية تعالج الكلمات (word)بكلمات bytes والتي هي مجموعة من الأرقام الثنائية ولهذا السبب تصمم معظم الدوائر المنطقية للتعامل مع أربعة متغيرات إدخال (أو متمماتها)وبقية خارطة كارنوف ذات المتغيرات الأربعة من أهمها على الإطلاق.

A	B	C	D	Y	
0	0	0	0	0	m_0
0	0	0	1	1	m_1
0	0	1	0	0	m_2
0	0	1	1	0	m_3
0	1	0	0	0	m_4
0	1	0	1	0	m_5
0	1	1	0	1	m_6
0	1	1	1	1	m_7
1	0	0	0	0	m_8
1	0	0	1	0	m_9
1	0	1	0	0	m_{10}
1	0	1	1	0	m_{11}
1	1	0	0	0	m_{12}
1	1	0	1	0	m_{13}
1	1	1	0	1	m_{14}
1	1	1	1	0	m_{15}

	$\bar{C}\,\bar{D}$	$\bar{C}\,D$	CD	$C\,\bar{D}$
$\bar{A}\,\bar{B}$	0	1	0	0
$\bar{A}\,B$	0	0	1	1
$A\,B$	0	0	0	1
$A\,\bar{B}$	0	0	0	0

	$\bar{C}\,\bar{D}$	$\bar{C}\,D$	CD	$C\,\bar{D}$
$\bar{A}\,\bar{B}$	m_0	m_1	m_3	m_2
$\bar{A}\,B$	m_4	m_5	m_7	m_6
$A\,B$	m_{12}	m_{13}	m_{15}	m_{14}
$A\,\bar{B}$	m_8	m_9	m_{11}	m_{10}

الأزواج الرباعيات والثمانيات:

لاحظ الرسم التالي نجد زوجا من (1) يجاور احدهما الأخر أفقيا والذي $ABCD$ يمثل و الثاني $ABC\overline{D}$ وعند الانتقال من الأول إلى الثاني أو بالعكس نجد أن احد المتغيرات الأربعة يتمم نفسه D إلى $\overline{D}$ بينما تحافظ بقية المتغيرات الثلاثة حالاتها (A,B,C) نقوم بحذف كل متغير يتمم نفسه ونبرهن على ذلك كما يالي:

	$\overline{C}\,\overline{D}$	$\overline{C}\,D$	CD	$C\,\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$	0	0	0	0
$\overline{A}\,B$	0	0	0	0
$A\,B$	0	0	1	1
$A\,\overline{B}$	0	0	0	0

$$Y = ABCD + ABC\overline{D}$$
$$= ABC(D + \overline{D}) = ABC(1) = ABC$$

الخلاصة:كل زوج من (1) يتجاور أفقيا كما في الشكل أعلاه يقود إلى إسقاط المتغير الذي تتغير حالته مع الاحتفاظ بالباقي.

التجاور العمودي:

لاحظ الرسم التالي نجد زوجا من (1) يجاور احدهما الأخر عموديا والذي $A\overline{B}C\overline{D}$ يمثل و الثاني $ABC\overline{D}$ وعند الانتقال من الأول إلى الثاني أو بالعكس نجد أن احد المتغيرات الأربعة يتمم نفسه Bإلى $\overline{B}$ بينما تحافظ بقية المتغيرات الثلاثة حالاتها (A,C,D) نقوم بحذف كل متغير يتمم نفسه ونبرهن على ذلك كما يالي:

	$\overline{C}\,\overline{D}$	$\overline{C}\,D$	CD	$C\,\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$	0	0	0	0
$\overline{A}\,B$	0	0	0	0
$A\,B$	0	0	0	1
$A\,\overline{B}$	0	0	0	1

$$Y = A\overline{B}C\overline{D} + ABC\overline{D}$$
$$= AC\overline{D}(B + \overline{B}) = AC\overline{D}(1) = AC\overline{D}$$

أمثلة:

	$\overline{C}\,\overline{D}$	$\overline{C}\,D$	CD	$C\,\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$	0	0	0	0
$\overline{A}\,B$	0	1	1	0
$A\,B$	1	0	0	0
$A\,\overline{B}$	1	0	0	0

$$Y = \overline{A}B\overline{C}D + \overline{A}BCD + AB\overline{C}\,\overline{D} + A\overline{B}\,\overline{C}\,\overline{D}$$
$$Y = \overline{A}BD + A\overline{C}\,\overline{D}$$

	$\overline{C}\,\overline{D}$	$\overline{C}\,D$	CD	$C\,\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$	0	0	0	0
$\overline{A}\,B$	0	0	0	0
$A\,B$	0	0	0	0
$A\,\overline{B}$	1	1	0	0

$A\overline{B}\,\overline{C}$

ملاحظة: الاختصار لا يتم إلا بالمتجاورات الأفقية والعمودية ولا ينطبق على التجاور القطري.

التجاور الرباعي: يتألف التجاور الرباعي (QUAD) من تجاور أربعة من ال(1) أفقيا أو عموديا وقد يكون التجاور على استقامة واحدة كما في الشكل التالي:

	$\bar{C}\,\bar{D}$	$\bar{C}\,D$	CD	$C\,\bar{D}$
$\bar{A}\,\bar{B}$	0	0	0	0
$\bar{A}\,B$	0	0	0	0
$A\,B$	1	1	1	1
$A\,\bar{B}$	0	0	0	0

وأيا كانت نوعية التجاور فانه يفيدنا في إسقاط متغيرين اثنين ونستطيع أن نعتبر

$$Y_1 = AB\bar{C}\bar{D} + AB\bar{C}D = AB\bar{C}$$

وكذلك الشكل الأخر

$$Y_2 = ABCD + ABC\bar{D} = ABD$$

فيتضح لنا بالشكل التالي

$$Y = Y_1 + Y_2 = AB\bar{C} + ABC = AB$$

وفي الاشكل الأخرى من الرباعيات ليس هناك الحاجة إلى تكرار البرهان

	$\bar{C}\,\bar{D}$	$\bar{C}\,D$	CD	$C\,\bar{D}$
$\bar{A}\,\bar{B}$	0	0	0	0
$\bar{A}\,B$	0	0	0	0
$A\,B$	0	0	1	1
$A\,\bar{B}$	0	0	1	1

$$Y = ABCD + ABC\bar{D} + A\bar{B}CD + A\bar{B}C\bar{D}$$

$$Y = ABC + A\bar{B}C = AC$$

التجاور الثماني :عند اتحاد أزواج الرباعي بشكل الثمان (Octet)والثمان يسقط ثلاثة متغيرات مع متمماتها وبذلك يبقى متغير واحد في الساحة.

	$\bar{C}\,\bar{D}$	$\bar{C}\,D$	CD	$C\,\bar{D}$
$\bar{A}\,\bar{B}$	0	0	0	0
$\bar{A}\,B$	0	0	0	0
$A\,B$	1	1	1	1
$A\,\bar{B}$	1	1	1	1

فلو جزءنا الثماني إلى رباعي

المربع الأول $A\bar{C}$ المربع الثاني AC

$$Y = A\bar{C} + AC = A$$

تبسيط كارنوف:

علمنا إن الزوج (1) في خارطة كارنوف يسقط متغير واحد وان الرباعي يسقط متغيرين وان الثماني يسقط ثلاثة متغيرات وعليه عند رسم خارطة كارنوف يحصر الثمان فالرباع فالزوج كي نحصل على ابسط النتائج.

مثال:

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	0	1	1	1
$\bar{A}B$	0	0	0	1
AB	1	1	0	1
$A\bar{B}$	1	1	0	1

1-نبحث أولا عن امكانية الحصول على

2-نبحث بعد ذلك عن الرباع لنجد اثنين منه

3-نبحث عن زوج متجاور لنجد واجد منه لتصبح.

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	0	1	1	1
$\bar{A}B$	0	0	0	1
AB	1	1	0	1
$A\bar{B}$	1	1	0	1

$$Y = \bar{A}\bar{B}D + C\bar{D} + A\bar{C}$$

وبالإمكان اشتراك الـ 1 في أكثر من مرة جبريا وراء التبسيط ذلك بالاستفادة من 1 أكثر من مرة حيث نحصل $Y = A + B\bar{C}D$

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	0	0	0	0
$\bar{A}B$	0	1	0	0
AB	1	1	1	1
$A\bar{B}$	1	1	1	1

$$Y = A + \bar{A}B\bar{C}D$$

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	0	0	0	0
$\bar{A}B$	0	1	0	0
AB	1	1	1	1
$A\bar{B}$	1	1	1	1

نلاحظ اشتراك ال 1 أعطانا معادلة ابسط لذلك دائما نحو أفضل تبسيط ممكن من خلال الاستفادة من إمكانية التبسيط بالتشابك (Cover Lapping)

اللف (rolling):

	$\overline{C}\,\overline{D}$	$\overline{C}D$	CD	$C\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$	0	0	0	0
$\overline{A}B$	1	0	0	1
AB	1	0	0	1
$A\overline{B}$	0	0	0	0

$$Y = B\overline{C}\,\overline{D} + BC\overline{D}$$

فاذا تخيلنا ان حافتي الخارطة تلتقيان فان $C\overline{D}$ تجاور $\overline{C}\,\overline{D}$ كما في الشكل من ثم يمكن اعتبار هذين الزوجين رباعيا واحد للحصول على المعادلة التالية:

	$\overline{C}\,\overline{D}$	$\overline{C}D$	CD	$C\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$	0	0	0	0
$\overline{A}B$	1	0	0	1
AB	1	0	0	1
$A\overline{B}$	0	0	0	0

$$Y = B\overline{D}$$

سؤال لماذا يعتبر اللف مقبولا؟

الجواب من خلال البرهان التالي

$$Y = B\overline{C}\,\overline{D} + BC\overline{D}$$

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

لذلك تعتبر إن الحافة اليمنى من خارطة كارنوف

تجاور الحافة اليسرى والعليا تجاور الحافة السفلى ومن هذه الظاهرة نستطيع استخلاص ابسط الاشياء

مثال :

	$\overline{C}\,\overline{D}$	$\overline{C}D$	CD	$C\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$	1	1	0	0
$\overline{A}B$	1	1	0	1
AB	1	1	0	1
$A\overline{B}$	1	1	0	0

شكل (A)

$$Y = \overline{C} + BC\overline{D}$$

	$\overline{C}\,\overline{D}$	$\overline{C}D$	CD	$C\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$	1	1	0	0
$\overline{A}B$	1	1	0	1
AB	1	1	0	1
$A\overline{B}$	1	1	0	0

شكل (B)

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

من الشكل A نحصل على المعادلة $Y = \overline{C} + BC\overline{D}$ **وهي معادلة غير كفوءة** و بالاستفادة من خاصية اللف والتشابك معا نحصل على $Y = \overline{C} + B\overline{D}$ **كما هو مبين في الشكل B.**

مثال:

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	1	1	0	1
$\bar{A}B$	1	1	0	1
AB	1	1	0	0
$A\bar{B}$	1	1	0	1

$$Y = \bar{C} + \bar{A}\bar{D} + A\bar{B}C\bar{D} \qquad (1)$$

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	1	1	0	1
$\bar{A}B$	1	1	0	1
AB	1	1	0	0
$A\bar{B}$	1	1	0	1

$$Y = \bar{C} + \bar{A}C\bar{D} + A\bar{B}C\bar{D}$$

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	1	1	0	1
$\bar{A}B$	1	1	0	1
AB	1	1	0	0
$A\bar{B}$	1	1	0	1

$$Y = \bar{C} + \bar{A}\bar{D} + A\bar{B}\bar{D} \qquad (2)$$

هذا مثال لخارطة وثلاثة حلول ولا فرق بين المعادلتين (1)و(2) من حيث عدد الأطراف لذلك يترك للمصمم حرية الاختيار

مثال:

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	0	0	1	0
$\bar{A}B$	1	1	1	0
AB	0	1	1	1
$A\bar{B}$	0	1	0	0

a

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	0	0	1	0
$\bar{A}B$	1	1	1	0
AB	0	1	1	1
$A\bar{B}$	0	1	0	0

b

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	0	0	1	0
$\bar{A}B$	1	1	1	0
AB	0	1	1	1
$A\bar{B}$	0	1	0	0

c

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	0	0	1	0
$\bar{A}B$	1	1	1	0
AB	0	1	1	1
$A\bar{B}$	0	1	0	0

d

في الشكل (a) ثبتنا ال 1 على الخارطة وفي الشكل (b) حصلنا على رباعي وفي الشكل (c) اشتركتا ال 1 ومادام جميع ال 1 في الربع قد اشتركت مع المجاميع الأخرى فلا حاجة اذا لتحديد الرباع والأفضل حذفه كما في الشكل (d) اذ تقل المعادلة حدا واحدا كما هو عليه

طريقة تبسيط المعادلة البولية باستعمال خارطة كارنوف:

1- تثبيت ال 1 على الخارطة لكل نتائج اساس حقيقي وإملاء الشواغر بالاصفار

2-تحديد الثمانيات ، فالرباعيات ، فالأزواج وتذكر خاصيتي اللف والتشابك ان تطلب الأمر .

3-تحديد كل 1 منعزل على نفسه.

4-استعراض المجاميع وحذف كل مجموعة اشتركت جميع عناصرها مع مجموعات أخرى .

5-كتابة المعادلة البولية جامعا الحدود في بوابة (أو)

تبسيط مخططات كارنوف باستخدام أو الحصرية و(لا) أو الحصرية :

1- التجاوزات القطرية (Diagonal Adjacencies)

2-التجاوزات المتفرقة (Offset Adjacencies)

مخطط كارنوف لمتغيرين

	$\bar{B}$	B
$\bar{A}$	0	1
A	1	0

$$F1 = \bar{A}B + A\bar{B}$$
$$= A \oplus B$$

	$\bar{B}$	B
$\bar{A}$	1	0
A	0	1

$$F2 = \bar{A}\,\bar{B} + AB$$
$$\overline{A \oplus B} = A \Theta B$$

مخطط كارنوف لثلاثة متغيرات

	$\bar{C}$	C
$\bar{A}\,\bar{B}$	0	1
$\bar{A}B$	1	0
AB	0	1
$A\bar{B}$	1	0

متفرقة

$$\mathrm{F3} = \bar{\mathrm{A}}\mathrm{B}\bar{\mathrm{C}} + \mathrm{A}\bar{\mathrm{B}}\bar{\mathrm{C}}$$
$$(\bar{\mathrm{A}}\mathrm{B} + \mathrm{A}\bar{\mathrm{B}})\bar{\mathrm{C}} = (\mathrm{A} \oplus \mathrm{B})\bar{\mathrm{C}}$$

	$\bar{C}$	C
$\bar{A}\,\bar{B}$	0	1
$\bar{A}B$	1	0
AB	0	1
$A\bar{B}$	1	0

متفرقة

متفرقة

$$F4 = \bar{A}\bar{B}C + ABC$$
$$(\bar{A}\bar{B} + AB)C = (A \Theta B)C$$

القطرية

	$\bar{C}$	C
$\bar{A}\,\bar{B}$	0	1
$\bar{A}\,B$	1	0
$A\,B$	0	1
$A\,\bar{B}$	1	0

$$F5 = (\bar{A}\bar{B}C + \bar{A}B\bar{C})$$
$$= \bar{A}(\bar{B}C + B\bar{C}) = \bar{A}(B \oplus C)$$

	$\bar{C}$	C
$\bar{A}\,\bar{B}$	0	1
$\bar{A}\,B$	1	0
$A\,B$	0	1
$A\,\bar{B}$	1	0

$$F6 = (ABC + A\bar{B}\bar{C})$$
$$= A(\bar{B}\bar{C} + BC) = A(B \Theta C)$$

	$\bar{C}$	C
$\bar{A}\,\bar{B}$	0	1
$\bar{A}\,B$	1	0
$A\,B$	0	1
$A\,\bar{B}$	1	0

$$F7 = \bar{A}B\bar{C} + ABC$$
$$= (\bar{A}\bar{C} + AC)B = B(A\Theta C)$$

	$\bar{C}$	C
$\bar{A}\,\bar{B}$	0	1
$\bar{A}\,B$	0	0
$A\,B$	0	0
$A\,\bar{B}$	1	0

$$F8 = \bar{A}\bar{B}C + A\bar{B}\bar{C}$$
$$\bar{B}(A \oplus C)$$

خارطة كارنوف لأربعة متغيرات

المتفرقة:

	$\bar{C}\,\bar{D}$	$\bar{C}\,D$	CD	$C\,\bar{D}$
$\bar{A}\,\bar{B}$	1	0	0	0
$\bar{A}\,B$	0	1	0	1
$A\,B$	1	0	0	0
$A\,\bar{B}$	0	1	0	1

$$F9 = \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} + AB\bar{C}\bar{D}$$
$$= \bar{C}\bar{D}(\bar{A}\bar{B} + AB)$$
$$= \bar{C}\bar{D}(A\Theta B)$$

	$\bar{C}\,\bar{D}$	$\bar{C}\,D$	CD	$C\,\bar{D}$
$\bar{A}\,\bar{B}$	1	0	0	0
$\bar{A}\,B$	0	1	0	1
$A\,B$	1	0	0	0
$A\,\bar{B}$	0	1	0	1

$$F10 = \bar{A}B\bar{C}D + A\bar{B}\bar{C}D$$
$$= \bar{C}D(\bar{A}B + A\bar{B})$$
$$= \bar{C}D(A \oplus B)$$

	$\overline{C}\,\overline{D}$	$\overline{C}\,D$	CD	$C\,\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$	1	0	0	0
$\overline{A}\,B$	0	1	0	1
$A\,B$	1	0	0	0
$A\,\overline{B}$	0	1	0	1

$$F11 = \overline{A}BC\overline{D} + A\overline{B}C\overline{D}$$
$$= C\overline{D}(\overline{A}B + A\overline{B})$$
$$= C\overline{D}(A \oplus B)$$

	$\overline{C}\,\overline{D}$	$\overline{C}\,D$	CD	$C\,\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$	1	0	0	0
$\overline{A}\,B$	0	1	0	1
$A\,B$	1	0	0	0
$A\,\overline{B}$	0	1	0	1

$$F12 = \overline{A}B\overline{C}D + \overline{A}BC\overline{D}$$
$$= \overline{A}B(\overline{C}D + C\overline{D})$$
$$= \overline{A}B(C \oplus D)$$

	$\overline{C}\,\overline{D}$	$\overline{C}\,D$	CD	$C\,\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$	1	0	0	0
$\overline{A}\,B$	0	1	0	1
$A\,B$	1	0	0	0
$A\,\overline{B}$	0	1	0	1

$$F13 = A\overline{B}\overline{C}D + A\overline{B}C\overline{D}$$
$$= A\overline{B}(\overline{C}D + C\overline{D})$$
$$= A\overline{B}(C \oplus D)$$

	$\overline{C}\,\overline{D}$	$\overline{C}\,D$	CD	$C\,\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$	1	0	0	0
$\overline{A}\,B$	0	1	0	1
$A\,B$	1	0	0	0
$A\,\overline{B}$	0	1	0	1

$$F14 = \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}D$$
$$= \overline{A}\overline{C}(\overline{B}\overline{D} + BD)$$
$$= \overline{A}\overline{C}(B \Theta D)$$
$$F15 = AB\overline{C}\overline{D} + A\overline{B}\overline{C}D$$
$$= A\overline{C}(B\overline{D} + \overline{B}D)$$
$$= A\overline{C}(B \oplus D)$$

	$\overline{C}\,\overline{D}$	$\overline{C}\,D$	CD	$C\,\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$	1	0	0	0
$\overline{A}\,B$	0	1	0	1
$A\,B$	1	0	0	0
$A\,\overline{B}$	0	1	0	1

$$F16 = \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D} + \overline{A}BC\overline{D}$$
$$= \overline{A}\overline{D}(\overline{B}\overline{C} + BC)$$
$$= \overline{A}\overline{D}(B \Theta C)$$

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	1	0	0	0
$\bar{A}B$	0	1	0	1
AB	1	0	0	0
$A\bar{B}$	0	1	0	1

$$F17 = AB\overline{C}\overline{D} + A\overline{B}C\overline{D}$$
$$= A\overline{D}(B\overline{C} + \overline{B}C)$$
$$= A\overline{D}(B \oplus C)$$

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	1	0	0	0
$\bar{A}B$	0	1	0	1
AB	1	0	0	0
$A\bar{B}$	0	1	0	1

$$F18 = \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D} + A\overline{B}\overline{C}D$$
$$= \overline{B}\overline{C}(\overline{A}\overline{D} + AD)$$
$$= \overline{B}\overline{C}(A \Theta D)$$

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	1	0	0	0
$\bar{A}B$	0	1	0	1
AB	1	0	0	0
$A\bar{B}$	0	1	0	1

$$F19 = \overline{A}B\overline{C}D + ABC\overline{C}\overline{D}$$
$$= B\overline{C}(\overline{A}D + A\overline{D})$$
$$= B\overline{C}(A \oplus D)$$

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	1	0	0	0
$\bar{A}B$	0	1	0	1
AB	1	0	0	0
$A\bar{B}$	0	1	0	1

$$F20 = \overline{A}BC\overline{D} + AB\overline{C}\overline{D}$$
$$= B\overline{D}(\overline{A}C + A\overline{C})$$
$$= B\overline{D}(A \oplus C)$$

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	1	0	0	0
$\bar{A}B$	0	1	0	1
AB	1	0	0	0
$A\bar{B}$	0	1	0	1

$$F21 = \overline{A}\overline{B}\overline{C}\ \overline{D} + A\overline{B}C\overline{D}$$
$$= \overline{B}\overline{D}(\overline{A}\overline{C} + AC)$$
$$= \overline{B}\overline{D}(A \Theta C)$$

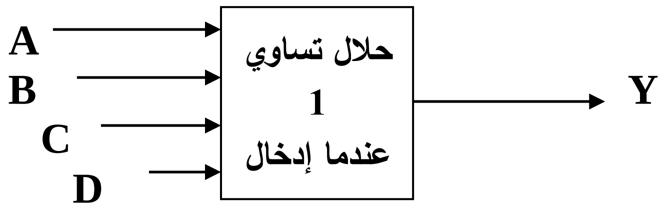
حالات الإهمال don't care condition:

تدخل الآحاد والاصفار في المخطط والمناظرة لمتغيرات الإدخال التي تجعل الدالة مساوية لـ 1 او مساوية لـ 0 على التعاقب ولتبسيط المخططات باستخدام الآحاد و الاصفار، إن الخلايا التي لا تحتوي على العدد 1 يفترض احتوائها على العدد 0 والعكس بالعكس .ولا يكون هذا دائما صحيحا لان بعض الائتلاف لايمكن حدوثها في متغيرات الإدخال كذلك لبعض الدوال فأن الاخراجات المناظرة لبعض الائتلافات لمتغيرات الإدخال قد لاتهتم ويمتلك المصمم في مثل هذه الحالات بعض المرونة ويترك له الافتراض بان الإخراج قد يكون 1 او 0 لمثل هذه الائتلافات.

وتعرف مثل هذه الحالات بحالة الإهمال وتمثل على مخطط كارنوف بالعلامة x ويمكن افتراض العلامة x في الخلية بكون 0 او 1 اعتمادا على أيهما يقود إلى تغير ابسط.

في الشكل التالي نجد أرقام BCD تسوق حلالا (de coder)ينتج 1 عندما يكون الإدخال (1001) فقط (المكافئ العشري لـ 9) وكما علمنا فان أرقام (BCD) تنحصر بين (0000) و(1001) ولا وجود للاعداد (1010) إلى (1111) في الحالات الطبيعية. وهذا هو سبب خلو الجدول التالي من الأعداد الأخيرة

A	B	C	D	Y
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
BCD=1001 ذات الناتج الاساس $A\bar{B}\bar{C}D$				



ما هي الدائرة المنطقية لهذا الحلال

الحل: نستعمل خارطة كارنوف للحصول على الجواب ولنحل الخارطة بعناصر الجدول

	$\bar{C}\,\bar{D}$	$\bar{C}\,D$	CD	$C\,\bar{D}$
$\bar{A}\,\bar{B}$	0	0	0	0
$\bar{A}\,B$	0	0	0	0
$A\,B$				
$A\,\bar{B}$	0	1		

بقيت ستة أماكن فارغة لا صفر وال واحد تعمد للحالات الستة الممنوعة في رمز BCD والتي من الطبيعي فإننا نستطيع احتواء هذه الحالات ومعاملتها بالشكل الذي نريده أي ملئها بالصفي أو الواحد حسب حاجتنا في التبسيط وفي هذه الحالة نستعمل الحرف X على الخارطة.

	$\bar{C}\,\bar{D}$	$\bar{C}\,D$	CD	$C\,\bar{D}$
$\bar{A}\,\bar{B}$	0	0	0	0
$\bar{A}\,B$	0	0	0	0
$A\,B$	X	X	X	X
$A\,\bar{B}$	0	1	X	X

	$\bar{C}\,\bar{D}$	$\bar{C}\,D$	CD	$C\,\bar{D}$
$\bar{A}\,\bar{B}$	0	0	0	0
$\bar{A}\,B$	0	0	0	0
$A\,B$	X	X	X	X
$A\,\bar{B}$	0	1	X	X

ناخذا الرباعي للحصول على $Y = AD$

وباختصار فان التبسيط مع وجود حالات الإهمال تكون كما يالي:

1- نثبت جدول الواقع على خارطة كارنوف وإملاء الفراغات التي لم يتطرق إليها الجدول الواقع بـ X.

2-نحدد المجاميع بأكبر حجومها الممكنة مستعينا بحالات الإهمال عند الحاجة

3- إهمال حالات الإهمال غير المستعملة مفترضا إياها صفر.

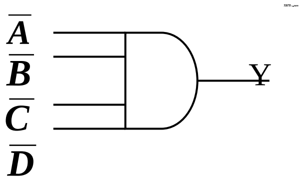
سؤال :ما هي ابسط دائرة منطقية لحلال ينتج 1 عندما يكون رمز BCD الداخل يساوي 0000؟

الحل:

إن تتابع جدول الواقع يكون 1 من حالة واحدة فقط ABCD=0000 والذي يمثلها التتابع الأساس $\overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D}$ كما أخذت الحالات الممنوعة (حالات الإهمال) مواقعها أيضا الشواغر بالا صفار

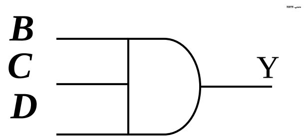
	$\overline{C}\,\overline{D}$	$\overline{C}\,D$	CD	$C\,\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$	1	0	0	0
$\overline{A}\,B$	0	0	0	0
$A\,B$	X	X	X	X
$A\,\overline{B}$	0	0	X	X

هنا لا فائدة ترجى من حالات الإهمال لذا تتم معاملتها كالصفر لنحصل على $Y = \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D}$



سؤال :ما هي ابسط دائرة منطقية لحلال ينتج 1 عندما يكون رمز BCD الداخل يساوي 0111؟

	$\overline{C}\,\overline{D}$	$\overline{C}\,D$	CD	$C\,\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$	0	0	0	0
$\overline{A}\,B$	0	0	1	0
$A\,B$	X	X	X	X
$A\,\overline{B}$	0	0	X	X



أمثلة التصميم Design Examples:

الدوائر الحسابية arithmetic Circuits:

1- دائرة نصف الجامع Half-adder:

سبق وان درسنا القواعد الأربعة للجمع الثنائي حيث يشار إلى دائرة المنطق المستخدمة لجمع عددي كل منهما ذو رقم ثنائي واحد بدائرة نصف الجامع وفي الجدول التالي يمثل A,B الادخالين ويمثل S المجموع و C محمل الاخراجين.

INPUT		*OUTPUT*	
A	***B***	***S***	***C***
0	*0*	*0*	*0*
0	*1*	*1*	*0*
1	*0*	*1*	*0*
1	*1*	*0*	*1*

جدول القواعد الأربعة للجمع

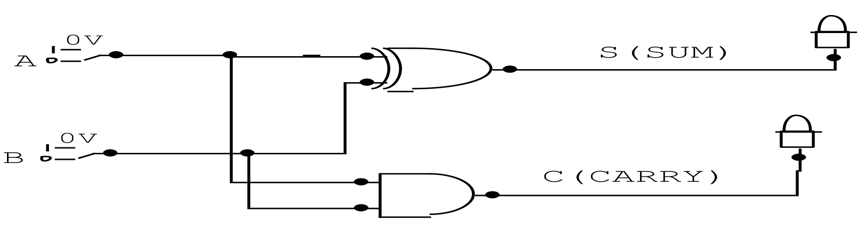
ويمكن الحصول من جدول الحقيقة على التعبير المنطقي لكل من الاخرجين S و C وكما يلي:

S	$\overline{B}$	B
$\overline{A}$	0	1
A	1	0

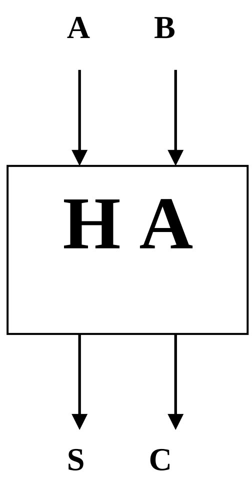
$$S = \overline{A}B + A\overline{B}$$
$$= A \oplus B$$

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

$$C = AB$$



HALF ADDER



2-الجامع التام Full adder:

تمتلك دائرة الجامع التام طرفين للإدخال و لا يوجد استعداد لإضافة المحمل الناتج من الأرقام الثنائية ذات المرتبة الواطئة عند إجراء الجمع المتعدد للإعداد الثنائية.

وأضيف لهذا الغرض طرف ثالث للإدخال وتستخدم الدائرة لإضافة A_n, B_n, C_{n-1} حيث أن A_n, B_n يمثلان n للأرقام الثنائية للأعداد A,B على التعاقب وتمثل C_{n-1} المحمل المتولد من إضافة الأرقام الثنائية ذات المرتبة (n-1) ويشار إلى هذه الدائرة بدائرة الجامع التام وبعض جدول الحقيقة لها في الجدول التالي.

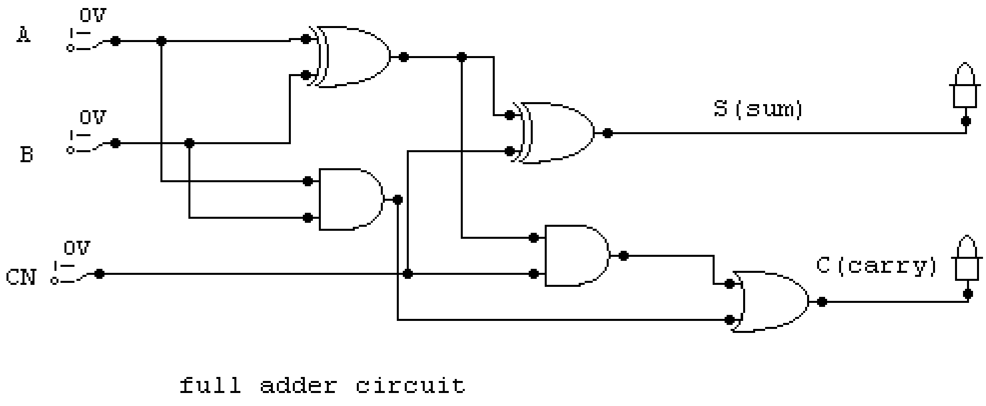
A_n	B_n	C_{n-1}	S_n	C_n
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

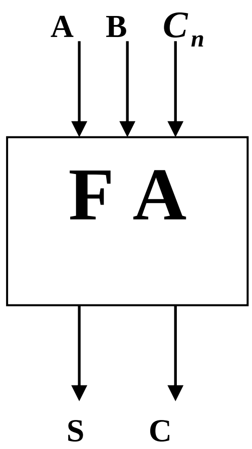
S	$\overline{C}_{n-1}$	C_{n-1}
$\overline{A}_n \overline{B}_n$	0	1
$\overline{A}_n B_n$	1	0
$A_n B_n$	0	1
$A_n \overline{B}_n$	1	0

C	$\overline{C}_{n-1}$	C_{n-1}
$\overline{A}_n \overline{B}_n$	0	0
$\overline{A}_n B_n$	0	1
$A_n B_n$	1	1
$A_n \overline{B}_n$	0	1

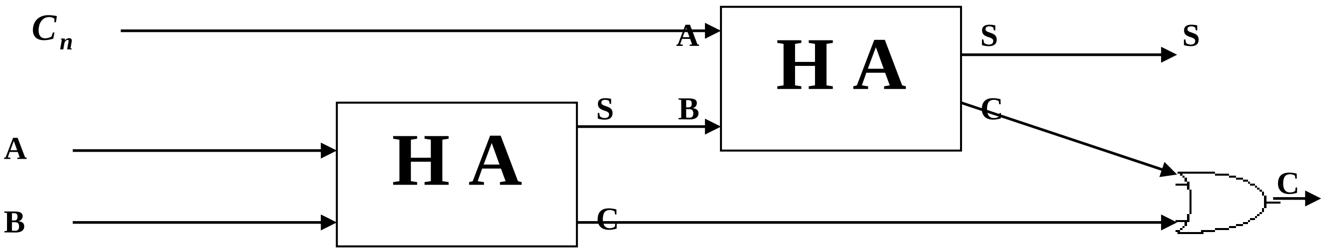
$$S_n = \overline{A}\overline{B}C + \overline{A}B\overline{C} + ABC + A\overline{B}\overline{C}$$
$$= \overline{A}(\overline{B}C + B\overline{C}) + A(BC + \overline{B}\overline{C})$$
$$= \overline{A}(B \oplus C) + A(B \Theta C)$$
$$\text{let } D = B \oplus C \Rightarrow \overline{D} = B \Theta C$$
$$= \overline{A}D + A\overline{D} = A \oplus D$$
$$= A \oplus B \oplus C$$

$$C_n = \overline{A}BC + AB\overline{C} + ABC + A\overline{B}C$$
$$= (\overline{A}B + A\overline{B})C + AB(\overline{C} + C)$$
$$= (A \oplus B)C + AB$$





ومن الدائرة في الشكل يتضح لنا ان الجامع التام يتكون من دائرتين للجامع النصفي مع بوابة OR كما هو مبين في المخطط الصندوقي ادناه.



المخطط الصندوقي للجامع التام

3-دائرة نصف الطارح Half subtractor:

إن طرح عددين ثنائيين يمكن أن يتم عن طريق اخذ المتمم للمطروح ثم نجمع الناتج على المطروح منه .بهذه الطريقة عملية الطرح أصبحت عملية جمع وتتطلب جامع تام او عدد منع لتمثيل الدائرة ومن الممكن تمثيل الطرح باستخدام الدوائر المنطقية بطريقة مباشرة.

يشار الى دائرة المنطق المستخدمة لطرح B المطروح من A المطروح منه حيث A,B عددين لكل منهما بت واحد بدائرة نصف الطارح.

INPUT		OUTPUT	
A	*B*	*C*	*D*
0	*0*	*0*	*0*
0	*1*	*1*	*1*
1	*0*	*1*	*0*
1	*1*	*0*	*0*

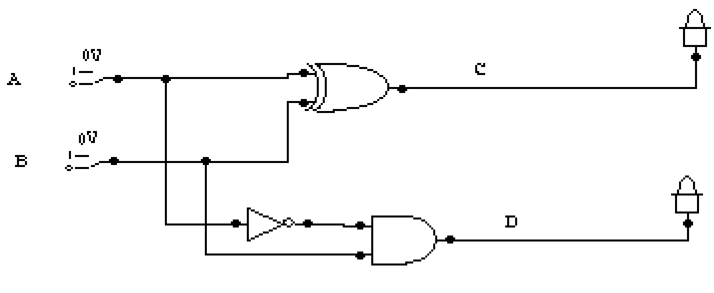
ويمكن الحصول من جدول الحقيقة على التعبير المنطقي لكل من الاخرجين Dو C حيث D الفرق و C الاستعارة وكما يلي:

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

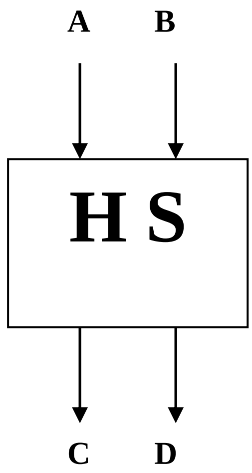
$$S = \overline{A}B + A\overline{B}$$
$$= A \oplus B$$

D	$\overline{B}$	B
$\overline{A}$	0	1
A	0	0

$$C = \overline{A}B$$



HALF SUBTRACTOR



4-الطارح التام Full Subtractor:

تحتاج دائرة الطارح التام مثل ما هو في دائرة الجامع التام، لغرض إجراء عملية الطرح للأرقام الثنائية المتعددة اذ يمكن استعارة من الرقم الثنائي في الموقع السابق. تمتلك دائرة الطارح التام ثلاثة أطراف للإدخال A_n المطروح منه و B_n المطروح و C_{n-1} المستعار من المرحلة السابقة ويمثل D_n الفرق C_n (الاستعارة) للاخراجين الجدول التالي هو جدول الحقيقة لهذه الدائرة يكون مخطط كارنوف للإخراج D_n نفس مخطط كارنوف للإخراج S_n لدائرة الجامع ولهذا السبب تحقيقها مشابها لذلك المعطى في الشكل السابق.

A_n	B_n	C_{n-1}	D_n	C_n
0	0	0	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	1	0	0	0
1	1	1	1	1

D_n	$\overline{C}_{n-1}$	C_{n-1}
$\overline{A}_n\ \overline{B}_n$	0	1
$\overline{A}_n\ B_n$	1	0
$A_n\ B_n$	0	1
$A_n\ \overline{B}_n$	1	0

$$D_n = \overline{A}\overline{B}C + \overline{A}B\overline{C} + ABC + A\overline{B}\overline{C}$$

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

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

$$\text{let } D = B \oplus C \Rightarrow \overline{D} = B \Theta C$$

$$= \overline{A}D + A\overline{D} = A \oplus D$$

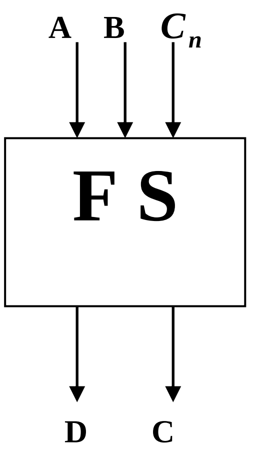
$$= A \oplus B \oplus C$$

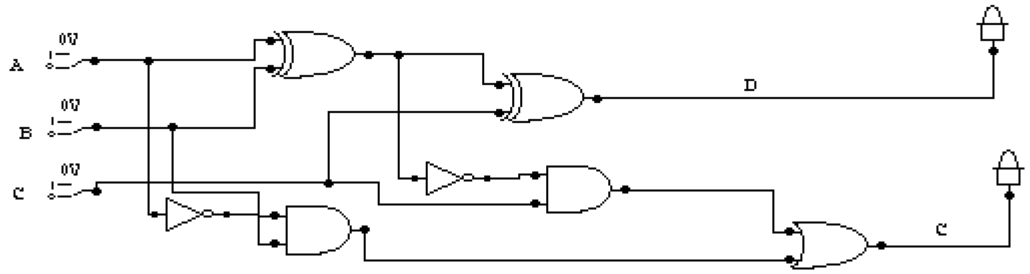
C_n	$\overline{C}_{n-1}$	C_{n-1}
$\overline{A}_n\ \overline{B}_n$	0	1
$\overline{A}_n\ B_n$	1	1
$A_n\ B_n$	0	1
$A_n\ \overline{B}_n$	0	0

$$C_n = \overline{A}\overline{B}C + \overline{A}B\overline{C} + \overline{A}BC + ABC$$

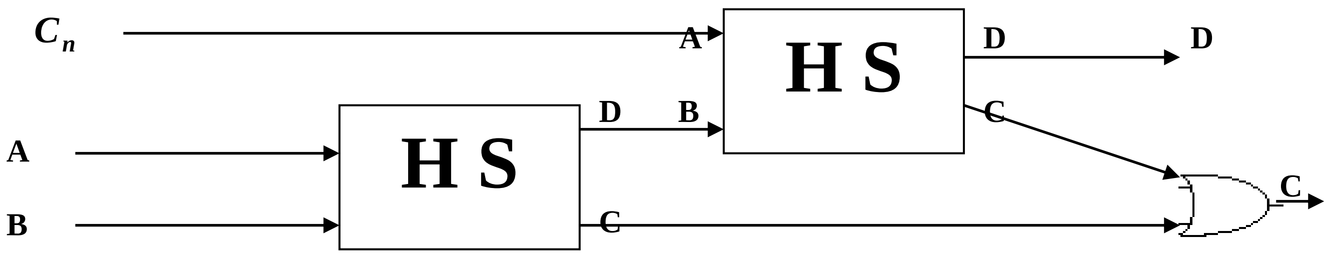
$$= (\overline{A}\overline{B} + AB)C + \overline{A}B(\overline{C} + C)$$

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





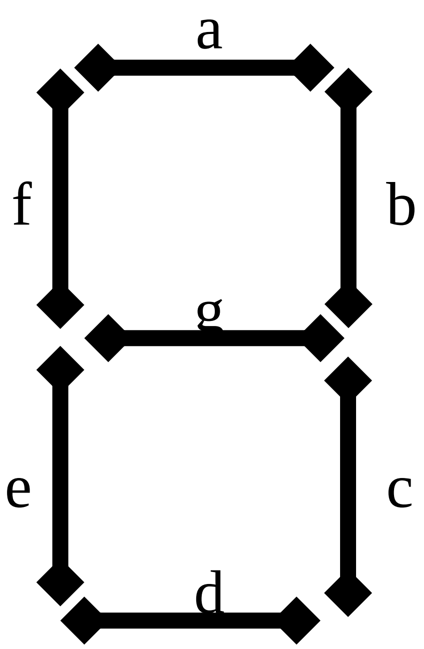
FULL SUBTRACTOR



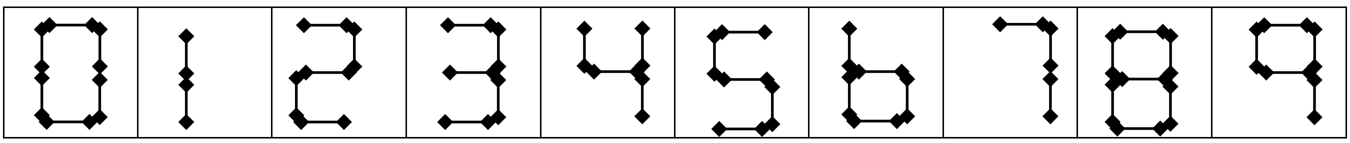
حلال الأعداد العشرية الثنائية الترميز إلى القطع السبعة
BCD TO 7_ SEGMENT DECODER

تستخدم العارضة الرقمية المتآلفة من سبع من قطع الثنائيات المشعة للضوء (LED) بصورة عامة لعرض الأرقام العشرية في الأنظمة الرقمية ومن أكثر الأمثلة شيوعا الحاسبات الالكترونية و الساعات التي تستخدم فيها عارضة واحدة من (7) قطع لغرض عرض واحد من (0) إلى (9) .

لغرض استخدام هذا العنصر العارض ، فان البيانات تحول رمز ثنائي إلى الرمز المطلوب من قبل العارضة . و يستخدم عادة الرمز العشري و يرينا الشكل التالي العنصر العارض (a) والشكل (b) القطع التي يجب ان تضاء لكل عدد.

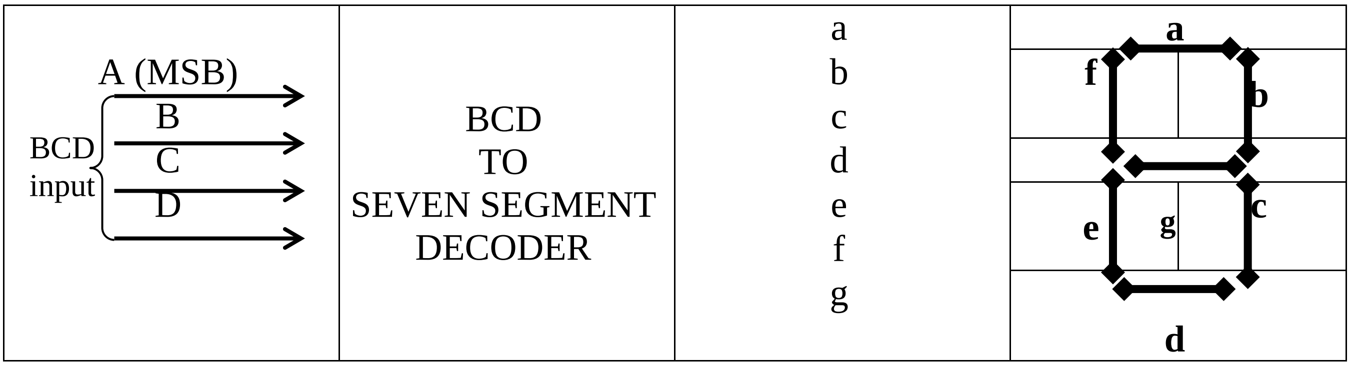


شكل (a) عارضة ذات سبع قطع



شكل (b) الأعداد المضاءة

ويعطينا الشكل (c) النظام العارض



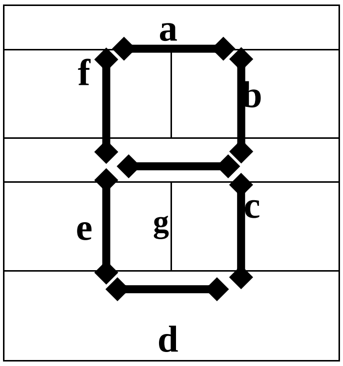
النظام العارض

جدول الواقع لحلال (BCD) إلى القطع السبعة تمثل هنا ABCD الرمز BCD للأعداد من (0) إلى (9) وهناك ستة خلايا لا تستخدم في مخطط كارنوف والتي هي حالات الإهمال.

حلال الأعداد العشرية الثنائية الترميز إلى القطع السبعة
BCD TO 7_SEGEMENT DECODER

الحلالات:هي الدوائر التي تقوم بتحويل رموز الحاسبة إلى معلومات يفهمها الإنسان إذ من الصعب على الإنسان أن يفك رموز الحاسبة بشكل مباشر. وهناك عدد كبير من الرموز التي تتعامل معها الحاسبة ولكل منها محاسنها و مساوئها.

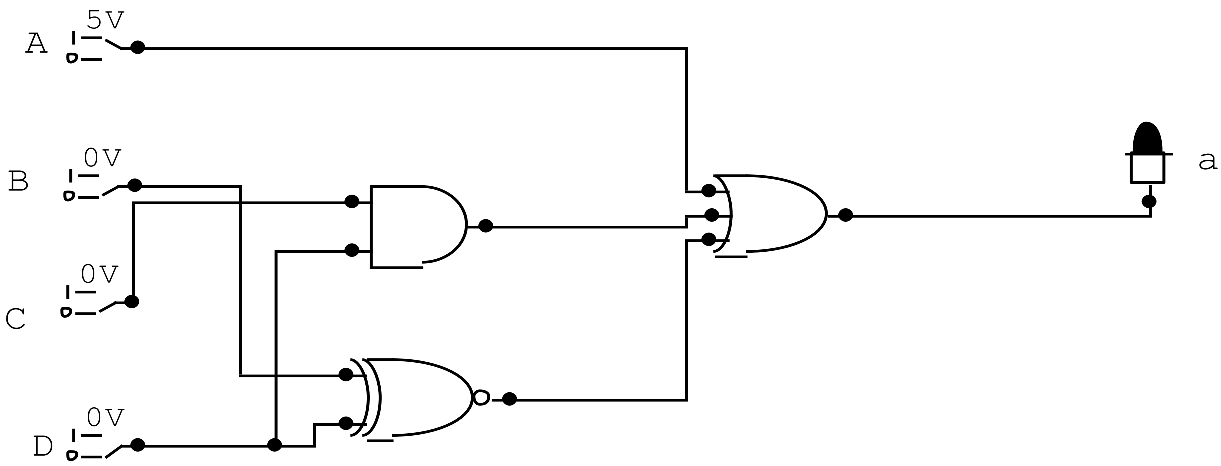
DECImal Digit displayed	Input				output						
	A	B	C	D	a	b	c	d	e	f	G
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
2	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
3	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
4	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
5	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
6	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
7	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
8	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
9	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1



رسم مخطط كارنوف (a):

	$\bar{C}\,\bar{D}$	$\bar{C}\,D$	CD	$C\,\bar{D}$
$\bar{A}\,\bar{B}$	1	0	1	1
$\bar{A}\,B$	0	1	1	0
$A\,B$	X	X	X	X
$A\,\bar{B}$	1	1	X	X

$$a = A + CD + BD + \bar{B}\bar{D}$$
$$= A + CD + (B \Theta D)$$

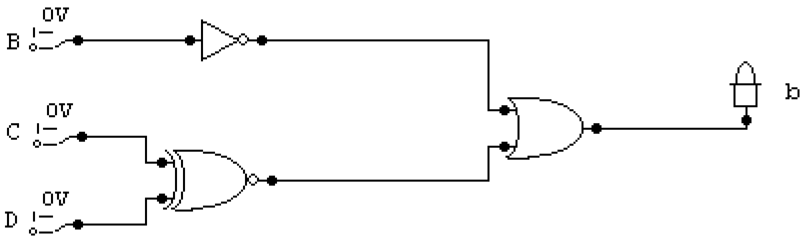


رسم مخطط كارنوف للإخراج (a)

رسم مخطط كارنوف (b):

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	1	1	1	1
$\bar{A}B$	1	0	1	0
AB	X	X	X	X
$A\bar{B}$	1	1	X	X

$$b = \bar{B} + \bar{C}\bar{D} + CD$$
$$= \bar{B} + (\overline{C \oplus D})$$

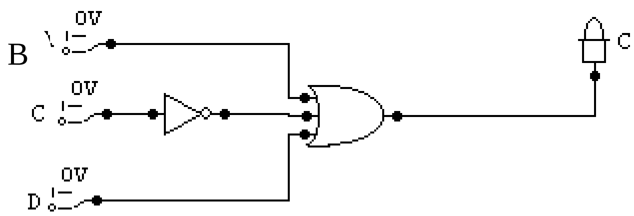


رسم مخطط كارنوف للإخراج (b)

مخطط كارنوف (C):

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	1	1	1	0
$\bar{A}B$	1	1	1	1
AB	X	X	X	X
$A\bar{B}$	1	1	X	X

$$c = B + \bar{C} + D$$

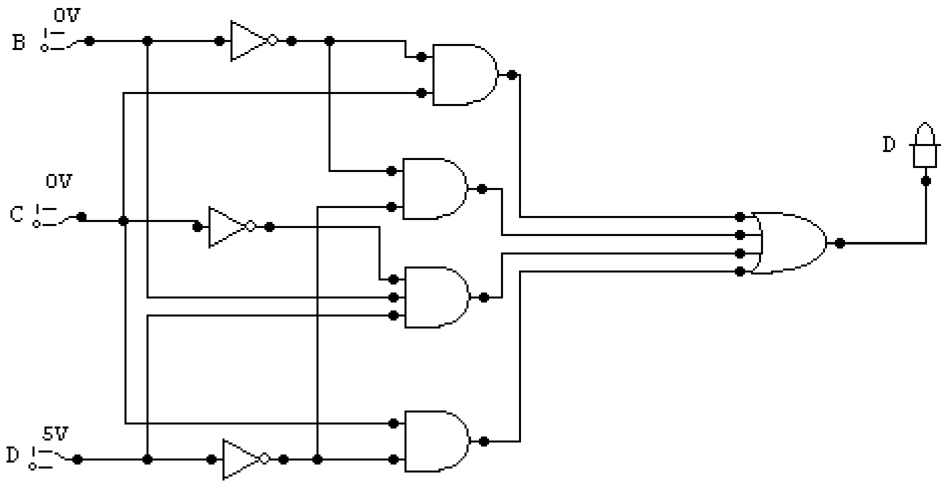


رسم مخطط كارنوف للإخراج (c)

مخطط كارنوف (d):

	$\overline{C}\,\overline{D}$	$\overline{C}\,D$	CD	$C\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$	1	0	1	1
$\overline{A}\,B$	0	1	0	1
$A\,B$	X	X	X	X
$A\overline{B}$	1	0	X	X

$$d = \overline{B}\,\overline{D} + C\overline{D} + \overline{B}C + B\overline{C}D$$

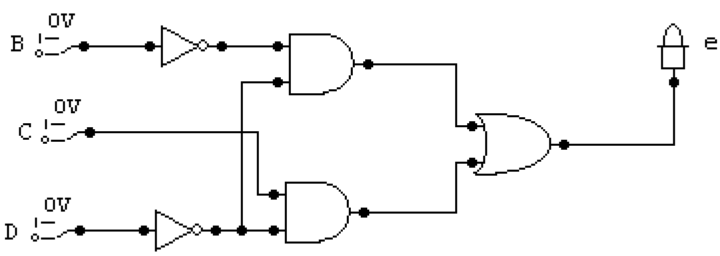


رسم مخطط كارنوف للإخراج (d)

مخطط كارنوف (e):

	$\overline{C}\,\overline{D}$	$\overline{C}\,D$	CD	$C\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$	1	0	0	1
$\overline{A}\,B$	0	0	0	1
$A\,B$	X	X	X	X
$A\overline{B}$	1	0	X	X

$$e = \overline{B}\,\overline{D} + C\overline{D}$$

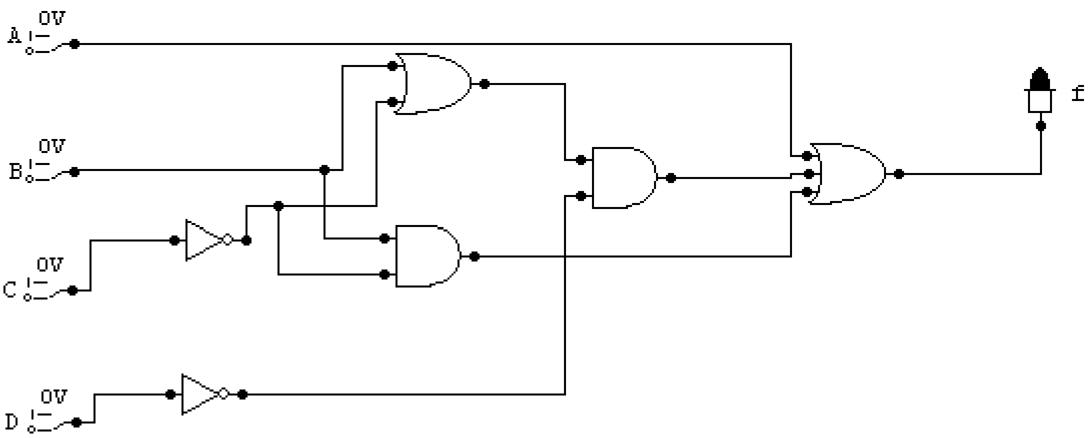


رسم مخطط كارنوف للإخراج (e)

مخطط كارنوف (f):

	$\bar{C}\,\bar{D}$	$\bar{C}\,D$	CD	$C\,\bar{D}$
$\bar{A}\,\bar{B}$	1	0	0	0
$\bar{A}\,B$	1	1	0	1
$A\,B$	X	X	X	X
$A\,\bar{B}$	1	1	X	X

$$f = A + \bar{C}\,\bar{D} + B\bar{C} + B\bar{D}$$

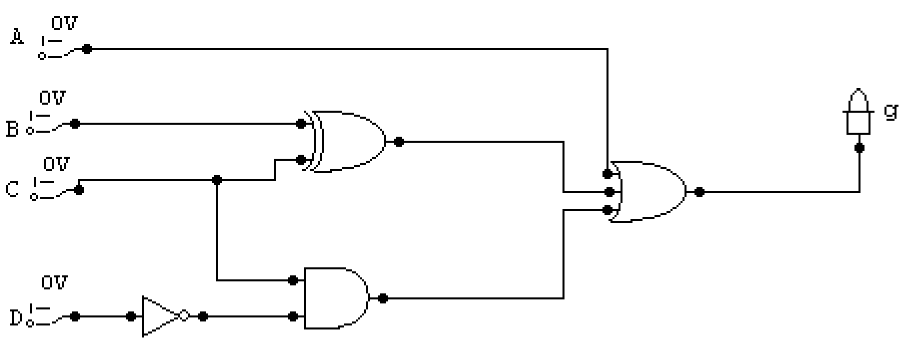


رسم مخطط كارنوف للإخراج (f)

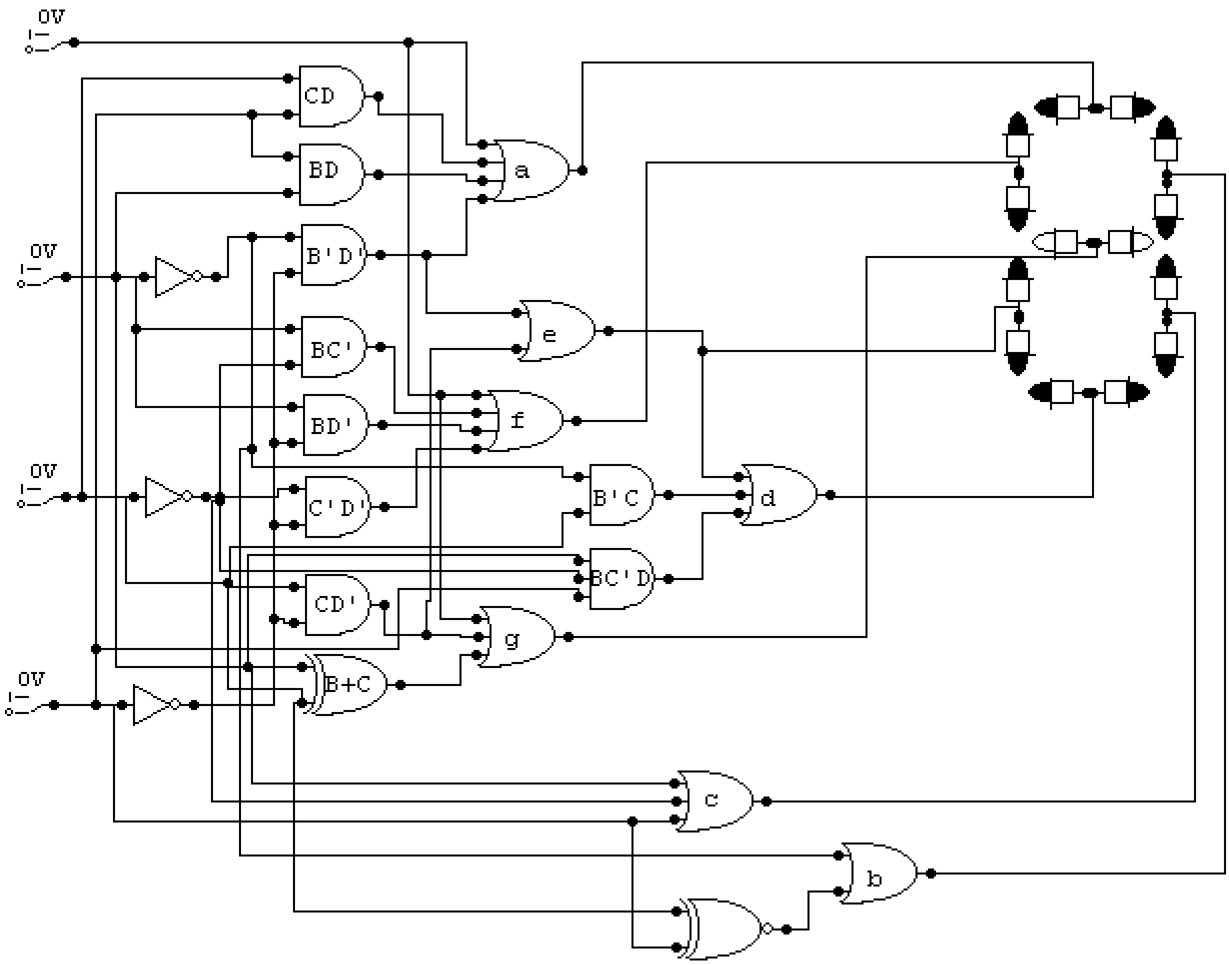
مخطط كارنوف (g):

	$\bar{C}\,\bar{D}$	$\bar{C}\,D$	CD	$C\,\bar{D}$
$\bar{A}\,\bar{B}$	0	0	1	1
$\bar{A}\,B$	1	1	0	1
$A\,B$	X	X	X	X
$A\,\bar{B}$	1	1	X	X

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



رسم مخطط كارنوف للإخراج (g)



BCD to 7 Segment Decoder

رسم مخطط كارنوف للشكل النهائي لحلال الاعداد العشرية الثنائية الترميز القطع السبعة

المشفرات و تحويل المشفرات

تستخدم الحاسبة الالكترونية الرموز (الشفرات)للتعبير عن الأرقام العشرية و الحروف و الرموز التي يتعامل بها الإنسان و الدوائر التي تقوم بتحويل ما يتعامل به الإنسان إلى رموز الحاسبة و يمكن إجراء عملية تحويل الرموز (الشفرات) من نوع إلى أخر مباشرة كتحويل الرقم الثنائي إلى رمز كراي و بالعكس .

تحويل رمز كراي إلى الرمز الثنائي

Convert cray to binary

Decimal	*Input cray*				*Output binary*			
	A	*B*	*C*	*D*	B_3	B_2	B_1	B_0.
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0	1
2	0	0	1	0	0	0	1	1
3	0	0	1	1	0	0	1	0
4	0	1	0	0	0	1	1	1
5	0	1	0	1	0	1	1	0
6	0	1	1	0	0	1	0	0
7	0	1	1	1	0	1	0	1
8	1	0	0	0	1	1	1	1
9	1	0	0	1	1	1	1	0
10	1	0	1	0	1	1	0	0
11	1	0	1	1	1	1	0	1
12	1	1	0	0	1	0	0	0
13	1	1	0	1	1	0	0	1
14	1	1	1	0	1	0	1	1
15	1	1	1	1	1	0	1	0

B_3	$\bar C\bar D$	$\bar C D$	CD	$C\bar D$
$\bar A\bar B$	0	0	0	0
$\bar A B$	0	0	0	0
AB	1	1	1	1
$A\bar B$	1	1	1	1

B_2	$\bar C\bar D$	$\bar C D$	CD	$C\bar D$
$\bar A\bar B$	0	0	0	0
$\bar A B$	1	1	1	1
AB	0	0	0	0
$A\bar B$	1	1	1	1

$B_3=A$

$$B_2 = \bar A B + A\bar B$$
$$= (A \oplus B)$$

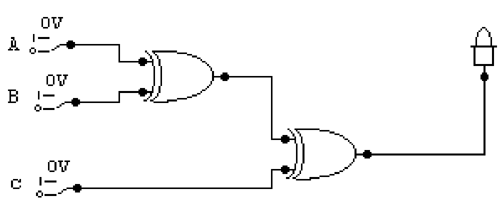
إعداد

B_0	$\overline{C}\,\overline{D}$	$\overline{C}D$	CD	$C\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$	0	1	0	1
$\overline{A}B$	1	0	1	0
AB	0	1	0	1
$A\overline{B}$	1	0	1	0

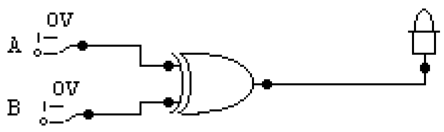
B_1	$\overline{C}\,\overline{D}$	$\overline{C}D$	CD	$C\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$	0	0	1	1
$\overline{A}B$	1	1	0	0
AB	0	0	1	1
$A\overline{B}$	1	1	0	0

$$B_0 = \overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C}D + \overline{A}B\overline{C}\,\overline{D} + \overline{A}\,\overline{B}C\overline{D} + \overline{A}BCD +$$
$$AB\overline{C}D + A\overline{B}\,\overline{C}\,\overline{D} + ABC\overline{D} + A\overline{B}CD$$
$$= \overline{A}\,\overline{C}(\overline{B}D + B\overline{D}) + \overline{A}C(\overline{B}\,\overline{D} + BD) +$$
$$A\overline{C}(BD + \overline{B}\,\overline{D}) + AC(B\overline{D} + \overline{B}D)$$
$$= \overline{A}\,\overline{C}(B \oplus D) + \overline{A}C(B\Theta D) +$$
$$A\overline{C}(B\Theta D) + AC(B \oplus D)$$
$$\text{Let } Y = (B \oplus D) \rightarrow \overline{Y} = (B\Theta D)$$
$$= \overline{A}\,\overline{C}Y + ACY + \overline{A}C\overline{Y} + A\overline{C}\,\overline{Y}$$
$$= Y(\overline{A}\,\overline{C} + AC) + \overline{Y}(\overline{A}C + A\overline{C})$$
$$= Y(A\Theta C) + \overline{Y}(A \oplus C)$$
$$\text{Let } Z = (A \oplus C) \rightarrow \overline{Z} = (A\Theta C)$$
$$Y\overline{Z} + \overline{Y}Z = Y \oplus Z$$
$$= A \oplus B \oplus C \oplus D$$

$$B_1 = \overline{A}\,\overline{B}C + \overline{A}B\overline{C} + ABC + A\overline{B}\,\overline{C}$$
$$= \overline{A}(\overline{B}C + \overline{BC)} + A(BC + \overline{B}\,\overline{C})$$
$$= \overline{A}(B \oplus C) + A(B\Theta C)$$
$$\text{Let } Y = (B \oplus C) \rightarrow \overline{Y} = (B\Theta C)$$
$$\overline{A}Y + A\overline{Y} = (A \oplus Y) = A \oplus B \oplus C$$

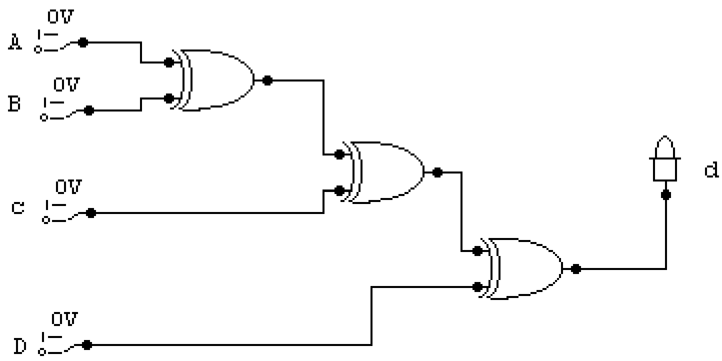


مخطط كارنوف للإخراج (B_1)

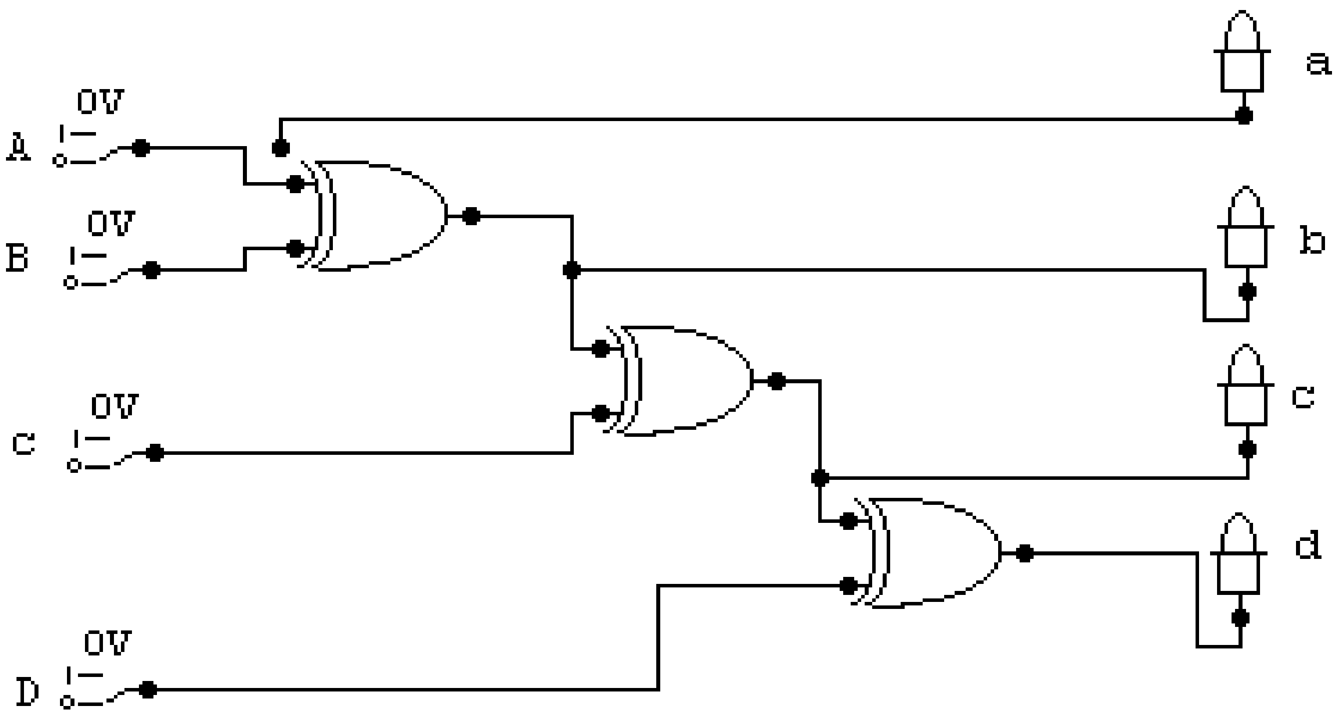


رسم

مخطط كارنوف للإخراج (B_2)



مخطط كارنوف للإخراج (B_0)



مخطط كارنوف لمحول كراي الى ثنائي

تحويل الرمز الثنائي إلى الرمز كراي

Convert binary to cray

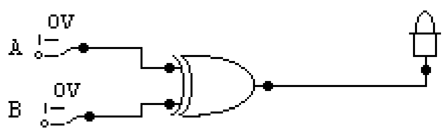
Decimal	Input binary				Output cray			
	A	B	C	D	C_3	C_2	C_1	C_0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0	1
2	0	0	1	0	0	0	1	1
3	0	0	1	1	0	0	1	0
4	0	1	0	0	0	1	1	0
5	0	1	0	1	0	1	1	1
6	0	1	1	0	0	1	0	1
7	0	1	1	1	0	1	0	0
8	1	0	0	0	1	1	0	0
9	1	0	0	1	1	1	0	1
10	1	0	1	0	1	1	1	1
11	1	0	1	1	1	1	1	0
12	1	1	0	0	1	0	1	0
13	1	1	0	1	1	0	1	1
14	1	1	1	0	1	0	0	1
15	1	1	1	1	1	0	0	0

C_3	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	0	0	0	0
$\bar{A}B$	0	0	0	0
AB	1	1	1	1
$A\bar{B}$	1	1	1	1

$C_3 = A$

C_2	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	0	0	0	0
$\bar{A}B$	1	1	1	1
AB	0	0	0	0
$A\bar{B}$	1	1	1	1

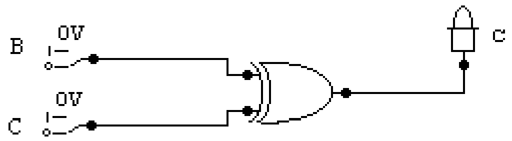
$$C_2 = \bar{A}B + A\bar{B}$$
$$= (A \oplus B)$$



مخطط كارنوف للإخراج (c_2)

C_1	$\overline{C}\,\overline{D}$	$\overline{C}D$	CD	$C\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$	0	0	1	1
$\overline{A}B$	1	1	0	0
AB	1	1	0	0
$A\overline{B}$	0	0	1	1

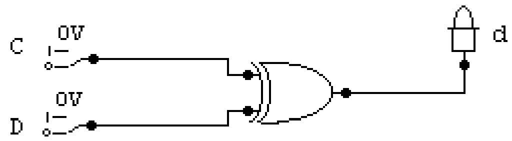
$$C_3 = B\overline{C} + \overline{B}C$$
$$= (B \oplus C)$$



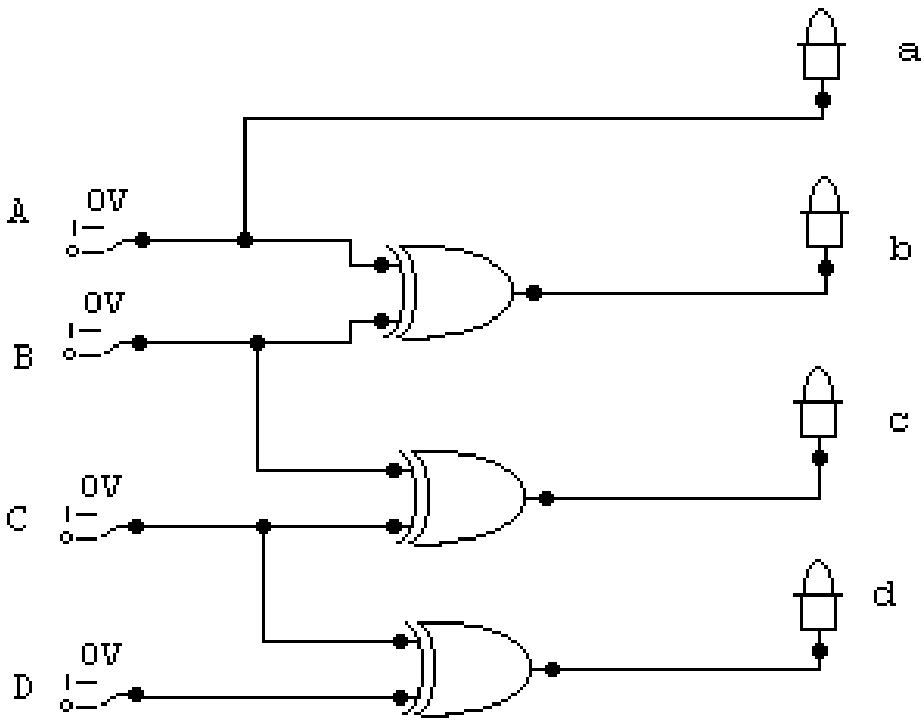
مخطط كارنوف للإخراج (c_3)

C_0	$\overline{C}\,\overline{D}$	$\overline{C}D$	CD	$C\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$	0	1	0	1
$\overline{A}B$	0	1	0	1
AB	0	1	0	1
$A\overline{B}$	0	1	0	1

$$C_0 = \overline{C}D + C\overline{D}$$
$$= (C \oplus D)$$



مخطط كارنوف للإخراج (c_4)



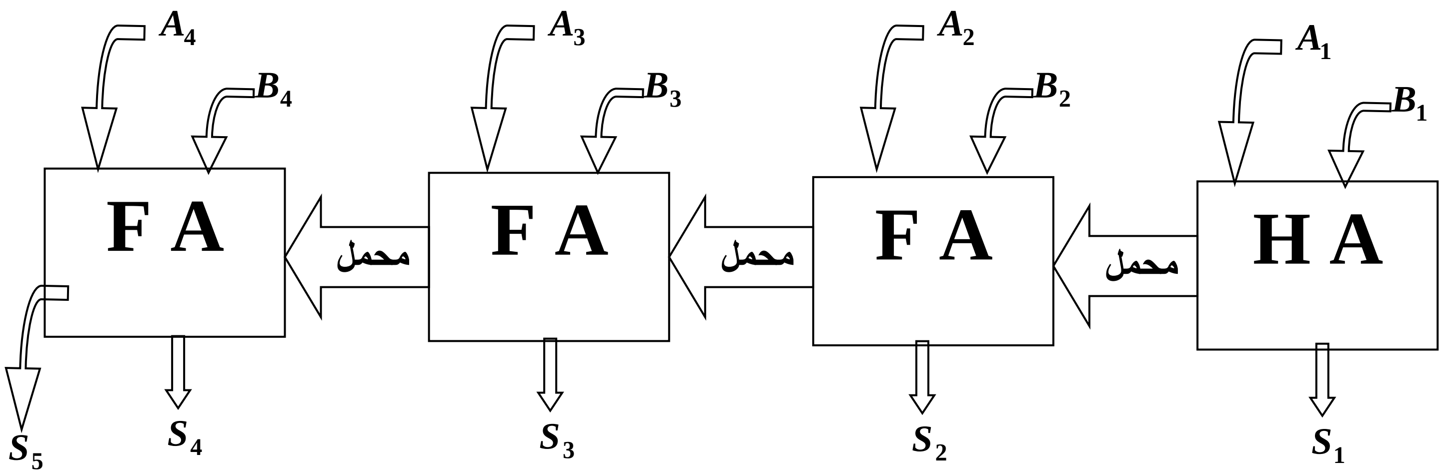
مخطط كارنوف لمحول الرمزالثنائي إلى كراي

دائرة الإضافة المتوازية

يمكننا الربط بين عدد من دوائر الإضافة ،والإضافة عددين ثنائيين وهما $A_1 \quad A_2 \quad A_3 \quad A_4$ و $B_1 \quad B_2 \quad B_3 \quad B_4$ وكما يلي:

$$\begin{array}{ccccc} & A_4 & A_3 & A_2 & A_1 \\ + & B_4 & B_3 & B_2 & B_1 \\ \hline S_5 & S_4 & S_3 & S_2 & S_1 \end{array}$$

في المرتبة الأولى نحتاج إلى دائرة إضافة نصفية فقط ، بينما نحتاج إلى دوائر إضافة كاملة لكل المراتب التي تلي المرتبة الأولى وذلك لاحتمال انتقال محمل من المرتبة السابقة .



شكل (1)

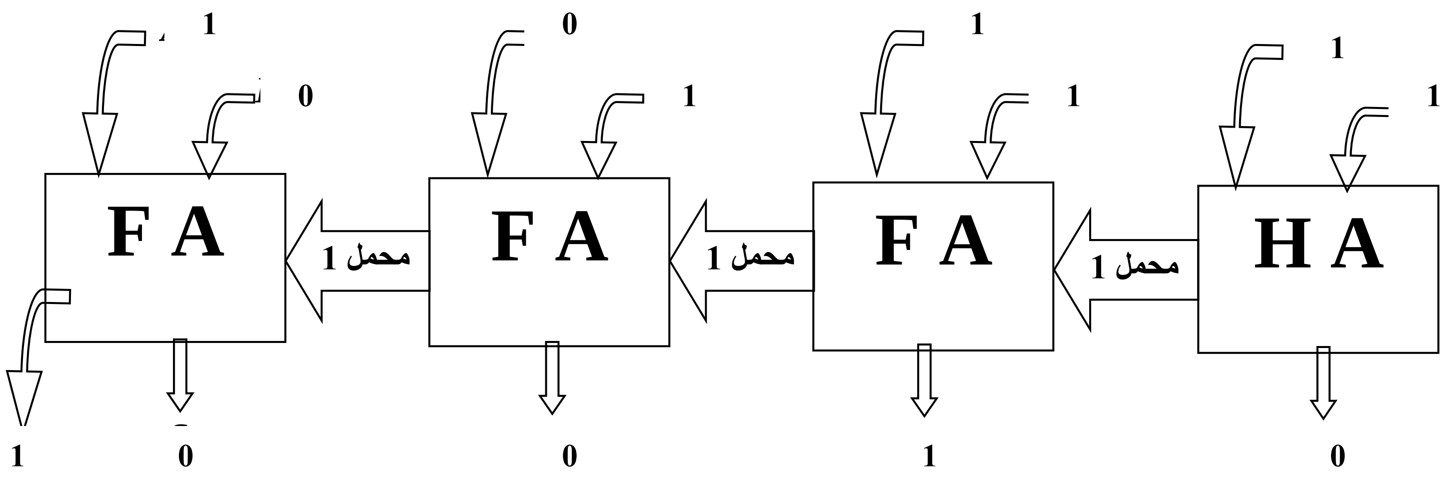
مثال:

أضف العدد العشري 11 إلى العدد العشري 7

المكافئ الثنائي لـ 11 هو 1011 والمكافئ الثنائي لـ 7 هو0111 كما في الشكل (2)

ابدأ بالمرتبة الأولى فان ناتج إضافة 1+1 هو0 والمحمل 1 الذي ينتقل بدوره إلى المرتبة الثانية 1+1+1=1 والمحمل 1 وهكذا إلى المرتبة الأخيرة حيث ظهور محمل يعني إحداث مرتبة جديد ة للناتج النهائي

$$\begin{array}{ccccc} & {\scriptstyle 1} & {\scriptstyle 1} & {\scriptstyle 1} & \\ & 1 & 0 & 1 & 1 \\ + & 0 & 1 & 1 & 1 \\ \hline 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{array}$$



شكل (2)

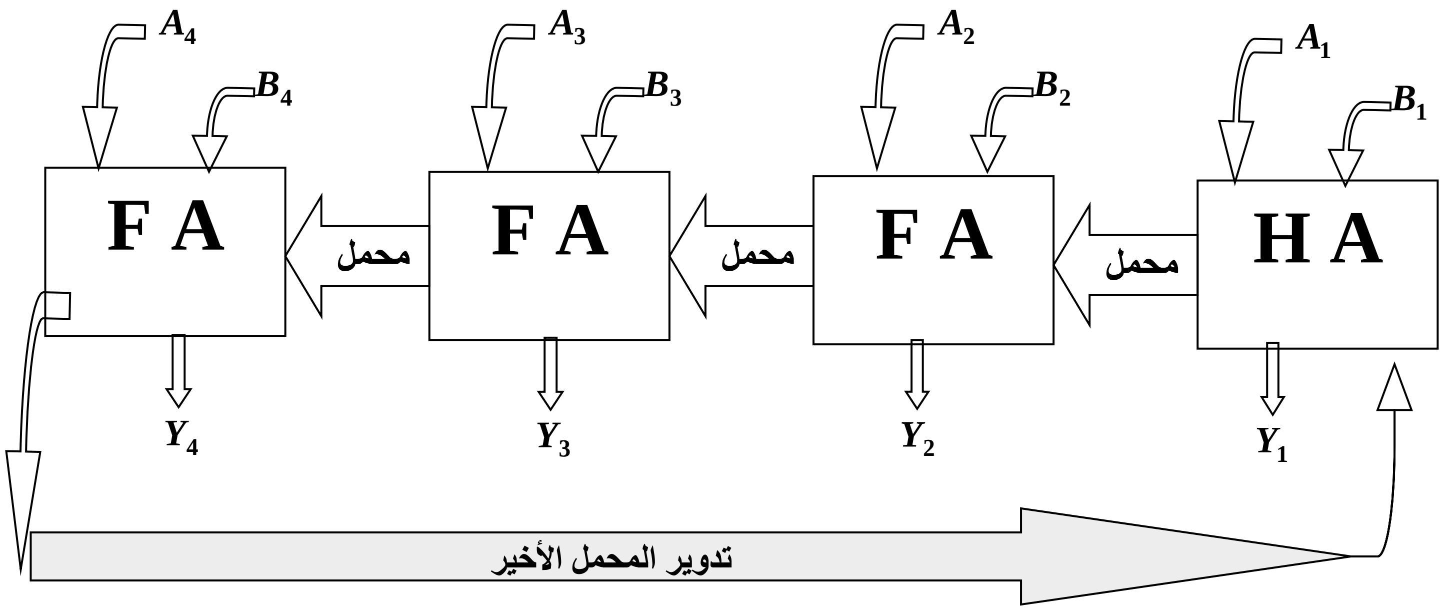
لزيادة قابلية أية دائرة إضافة ،فان ذلك يتم بربط دوائر إضافة كاملة أخرى إلى يسار المنظومة .

سؤال:

كيف يمكننا الاستفادة من دائرة الإضافة ذاتها لإجراء عملية الطرح ؟

الجواب:

في الشكل (3) حيث يتم طرح $A_4 \quad A_3 \quad A_2 \quad A_1$ من $B_4 \quad B_3 \quad B_2 \quad B_1$ وذلك بإيجاد المتمم ل 1 للمطروح أي $B_4 \quad B_3 \quad B_2 \quad B_1$ وإضافته بعدئذ إلى $A_4 \quad A_3 \quad A_2 \quad A_1$ باستعمال دائرة الإضافة ذاتها، مع مراعاة تغيير طفيف وذلك بان ندور المحمل الأخير بإضافته إلى المرتبة الأولى التي ستنقلب بالضرورة إلى دائرة إضافة كاملة بدلا من نصفية.



شكل (3)

الفصـل الثانـــي

الرموز الثنائية:

بالرغم من استخدامنا الواسع للنظام العشري بشكل واسع إلا أن النظم الرقمية تجبرنا على استخدام النظام الثنائي ومن هنا ينبغي علينا اللجوء إلى حل وسط وذلك باستعمال الأعداد العشرية(الثنائية الترميز) Binary Coded Decimal ونرمز لها (BCD)هذه الرموز تجمع بين ملامح النظامين العشري والثنائي فهناك أكثر من نوع من رموز (BCD) وفي هذا الفصل سنتعامل مع الرموز الأكثر شيوعاً.

1. ترميز الأعداد العشرية بشكل (1 2 4 8) وإعادتها إلى النظام العشري ثانيه.
2. الترميز والإعادة حسب الرمز زائد 3 (Excess 3).
3. تحويل الأعداد الثنائية إلى شكل كراي Cray وبالعكس.

1- الرمز (8421):

يمثل الرمز (1 2 4 8) كل رقم عشري بأربعة أرقام ثنائية فمثلاً العدد العشري(429)يمكن كتابته بالشكل التالي

9	**2**	**4**
1001	**0010**	**0100**

نلاحظ أننا حولنا كل رقم عشري إلى مكافئه الثنائي موزعا على أربعة مراتب ثنائية.

مثال :حول العدد (8963) إلى (1 2 4 8)

8	**9**	**6**	**3**
1000	**1001**	**0110**	**0011**

نلاحظ أن الرقم (1001) يمثل أعلى رقم في المجموعة أي أننا نستعمل (عشر) حالات من مجموع (16 ستة عشر حالة) ممكنة ولذلك لا يحق لنا استعمال الحالات الست الآتية:

10	**1010**	**13**	**1101**
11	**1011**	**14**	**1110**
12	**1100**	**15**	**1111**

عند ظهور إحدى هذه الحالات لدى استعمالنا الحاسبة تعمل وفق هذا الرمز فان ذلك يشير إلى حدوث خطأ ما.

الرمز (8421) يشبه النظام الثنائي تماما من (0......9) إلا انه بعد (9) فان الرمز (8421) يختلف عن الرمز الثنائي مثل (12) يكتب بالرمز (8421) بالشكل

1	**2**
0001	**0010**

.

الفائدة من النظام (8421):

تحدد الفائدة الرئيسية من هذا الرمز في سهولة التحويل بينه وبين النظام العشري حيث لانحتاج إلى أكثر من معرفتنا بالمكافئات الثنائية للأرقام العشرية من (9.....0) إلا أن المشكلة التي تواجهنا في هذا الرمز هو عجزه عن القيام بعمليات الإضافة الثنائية بصورتها التي تعودنا عليها مثلا

12	1100	حولت إلى ثنائي	0010	0001
+9	+1001		+1001	
21	10101		1011	0001

والسبب هو أن عملية الإضافة الثنائية المباشرة قادتنا للوقوع في حالة ممنوعة هي 1011 ومن ثم نجد أن عملية الإضافة في هذا الرمز لا تتم بالسهولة التي تتم فيها بالنظام الثنائي.

س) كيف نتلافى المشكلة؟

ج)يمكن تلخيص قواعد الإضافة بنظام(8421) بما يلي

أضف أعداد (8421) مستخدما قوانين الإضافة الثنائية إذا كان المجموع لكل مجموعة اكبر من 9 أضف 6 أي(0110) كي نحصل على المكافئ لـ (8421) أما إذا كان المجموع مساويا لـ(9) أو اقل نترك الناتج على حاله.

0001	0010		12
	1001 +		9 +
0001	1011		21
	0110 +		
0010	0001		

مثال: اجمع العددين بنظام (BCD):

	1001			1000	
	0011 +			0101 +	
حالة ممنوعة	1100		حالة ممنوعة	1101	
	0110 +			0110 +	
0001	0010		0001	0011	

مثال:

0001	0010	0010		122
	1001	1001 +		99 +
0001	1011	1011		221
	0110	0110 +		
0010	0010	0001		

2–الرمز زائد 3 (Excess 3):

يعتبر هذا الرمز من الرموز المهمة في سلسلة (BCD) فترميز أي عدد عشري يتم بإضافة 3 إلى كل رقم من أرقامه قبل تحويله الـ (BCD) للمراتب الأربعة وهكذا نجد الرمز زائد –3 للعدد **12** هو

12
33 +
45
0100 0101

مثال: حول العدد (29) إلى مكافئه زائد 3

2	9
3	3+
5	12

نلاحظ إننا لم نحمل الـ (واحد) الناتج من حاصل إضافة 9 إلى 3 إلى المرتبة المجاورة وإنما احتفظنا بالناتج كما هو وحولناه إلى مكافئه بالرمز 3+.

والرمز 3+ يستعمل (10) حالات من مجموع (16) حالة ممكنة و الحالات الممنوعة هنا هي:

حالات ممنوعة
0000
0001
0010
1101
1110
1111

فإذا صادفنا ظهور أي حالة من هذه الحالات الممنوعة فان ذلك يشير إلى حدوث خطا ما في الحساب ويمتاز الرمز 3+ بأنه الرمز الذي يتمم نفسه بنفسه ونعني بذلك أن المتمم الأول للرمز 3+ يمثل المتمم لـ 9 لمكافئه العشري فمثلا 0101 في الرمز 3+ يكافئه 2 في العشري والمتمم لـ (واحد) لهذا الرقم 0101 هو 1010 أي (7) بالعشري وهذا بدوره يمثل المتمم لـ 9 للعدد العشري نفسه.

وتنطبق هذه الحالة على جميع الأعداد المرمزة بـ 3+ (وتجدر الإشارة بأنه ليست كل أنظمة (BCD) تمتلك هذه الخاصية كالرمز (8421)مثلا . والرمز 3+ لا وزان لمراتبه كما هو الحال في الرمز (8421) ففي الأخير تضاف أوزان المراتب مع بعضها حيثما ظهر واحد بينما لا يتمتع الرمز 3+ بهذه الخاصية .وليس هنالك من وسيلة لتعيين أوزان أو قيم لمواقع أرقام ثنائية.

وواضح أن الرمز 3+ يعني أن كل مجموعة ذات أربعة أرقام ثنائية تمثل المكافئ الثنائي للرقم العشري مضافا إليه 3 قبل الترميز و كذلك الحال بالنسبة للرمز 6+ حيث يعني إضافة 6 إلى الرقم العشري قبل ترميزه. فالرقم العشري (2) يكون (5) بالرمز زائد 3 ويكون (8) بالرمز زائد 6 والمشكلة التي اشرنا إليها سابقا والتي واجهتنا عند إجراء عمليات الإضافة بالرمز (8421) والتي كانت تنحصر في خطورة الوقوع بإحدى الحالات الستة الممنوعة هذه المشكلة تم التغلب عليها بالرمز زائد 3 وألان سوف نناقش الحالتين:

الحالة الأولى: إذا كان حاصل إضافة عددين بالرمز زائد 3 اقل أو يساوي 9 فإذا كان الناتج اقل أو يساوي9 فان الناتج سيكون عددا بالرمز 6+ ولكي نحصل على الناتج بالرمز زائد 3 نطرح 3 من الناتج.

مثال1: أضف 2 إلى 5 بالرمز زائد 3

الرمز زائد 3	نضيف 3 إلى كل عدد	العدد العشري
0101	5	2
1000+	8	5+
1101		7
0011-		نلاحظ الرقم
1010		الأصلي

مثال2: أضف 43 إلى 36 بالرمز زائد 3

الرمز زائد 3	نضيف 3 إلى كل عدد	العدد العشري
0111 0110	76	43
0110 1001+	69	36+
1101 1111		79
0011- 0011-		
1010 1100		

ملاحظة: عدم وجود محمل من مرتبة عشرية إلى أخرى يعني أن الناتج لم يزداد عن 9 ومن ثم يكون بالرمز 6+ مما يستوجب طرح 3 منه للحصول عليه بالرمز زائد 3.

الحالة الثانية: حينما يزيد ناتج الإضافة عن 9 فذلك يعني انتقال محمل إلى مرتبة مجاورة وبالتالي فان المجموعة (ذات الأرقام الثنائية الأربعة) التي أصدرت ذلك المحمل ستنقلب إلى الرمز (8421) والسبب يعود إلى أن إصدار المحمل يعني عبور الحالات الستة الممنوعة ولكي نحصل على الناتج أضفنا 3 إلى المجموعة المذكورة حتى يكون بالرمز زائد 3.

مثال3: أضف 29 إلى 39 بالرمز زائد 3

الرمز زائد 3	نضيف 3 إلى كل عدد	العدد العشري
1		
0101 1100	5 12	29
0110 1100+	6 12	39+
1100 1000		68
0011- 0011+		
1001 1011		

ملاحظة: بما أن العدد الأول قد زاد عن 9 نضيف له 3 أما العدد الثاني اقل من 9 نطرح منه 3.

وخلاصة الإضافة بالرمز زائد 3 هي:

اجمع الأعداد مستعملا قوانين الإضافة الثنائية إذا أصدرت المجموعة محملا عشريا أضف 0011 لتلك المجموعة وإذا لم تصدر المجموعة محملا عشريا اطرح 0011 من تلك المجموعة وهكذا نجد أن الرمز زائد3 يستعمل القوانين الثنائية المعروفة عند الإضافة بينما يحتاج الرمز (8421) إلى معاملة خاصة وبسبب أن الرمز زائد 3 ذو قابلية

على إتمام نفسه لذا فانه بالإمكان استعمال المتمم الأول والمتمم الثاني في إجراء عملية الطرح ولا يتمتع الرمز (8421) بمثل هذه الخاصية.

س) اوجد مكافئات الأعداد العشرية الآتية بالرمز زائد 3

العدد العشري		مكافئه الرمز زائد 3			
1- 35	6 8	0110	1000		
2- 569	8 9 12	1000	1001	1100	
3- 2468	5 7 9 11	0101	0111	1001	1011

ملاحظة: نلاحظ العدد في المثال الأول أن العددين اقل من 9 نطرح من الناتج 3 وتكون 3 ما يماثلها بالنظام الثنائي أي 0011 .

س) حول الأعداد(DECODER) من الرمز زائد 3 إلى ما يكافئها في النظام العشري:

1100 ، 0110

الرمز +3	1100	0110
	12	6
النظام العشري	9	3

س) أضف العدد 567 إلى 295 بالرمز زائد 3.

3-مجسم كراي Gray:

يستفاد من هذا الرمز غير الموزون في أجهزة الإدخال والإخراج وفي التحويل الرقمي التناظري Analog to Digital Conversion وفي الأجهزة الطرفية الأخرى ولا يصلح هذا الرمز في الاستعمالات الحسابية و الملاحظ هو أن كل عدد برمز Gray يختلف عن سابقه بتغيير رقم ثنائي واحد .فبالانتقال من 7 الى 8 يتغير رقم واحد من(0100 إلى 1100) وكذلك من 13 إلى 14 من (1101 إلى 1001) وللتحويل من الثنائي إلى كراي نتبع ما يلي:

أول رقم من رمز Gray (من اليسار هو الرقم الأول من الثنائي نفسه. اجمع كل زوج من أرقامه الثنائي مهملا المحمل)(يسمى هذا النوع من الإضافة الصيغة (- mod))(أو الحصرية)(xor) والقواعد الأربعة لهذه (او الحصرية) هي 0=0+0 ، 1=1+0 ، 1=0+1 ، 0=1+1 المتشابهة= 0 و المختلفات =1

للحصول على رقم أخر من Gray.

مثال : حول الرقم الثنائي 1100 الى Gray.

أولا : أول رقم من اليسار هو نفسه Gray يترك نفسه 1

ثانيا: أضف الرقمين الثنائيين الأول والثاني مهملا المحمل للحصول على الرقم الثاني في Gray 1+1=0
10

ثالثا: أضف الرقمين الثنائيين الثاني والثالث مهملا المحمل للحصول على الرقم الثالث في Gray 1+0=1
101

رابعا: أضف الرقمين الثنائيين الثالث والرابع مهملا المحمل للحصول على الرقم الرابع في Gray 0+0=0
1010

مثال: حول العدد الثنائي 110100110 إلى مكافئه بالرمز Gray.

الحل:

العدد الثنائي	0	1	1	0	0	1	0	1	1
	1+0	1+1	0+1	0+0	1+0	0+1	1+0	1+1	
Gray	1	0	1	0	1	1	1	0	1

أما التحويل من Gray إلى الثنائي فإننا نستعمل طريقة مماثلة للسابقة إلا انها لا تشابهها كليا أول رقم من الرمز الثنائي (من اليسار هم الرقم الأول من Gray نفسه.وللحصول على بقية الأرقام اجمع كل زوج من الأرقام الأول من الثنائي مع الثاني من Gray و الثاني من الثنائي مع الثالث من Gray وهكذا إلى نهاية التحويل(مهملا المحمل كما في الطريقة السابقة)).

مثال: حول العدد Gray 101110101 إلى ثنائي .

Gray	1	0	1	0	1	1	1	0	1
	1+1	1+0	0+1	1+0	0+0	1+1	0+1	1+1	1+0	↓
الثنائي	0	1	1	0	0	1	0	1	1

مثال: حول الاعدد الثنائية إلى Gray

1000110111 (1	10110 (2	100111011001 (3	10101101110011 (4

مثال: حول من عدد Gray إلى ثنائي

11100100011 (1	10101 (2	100110011(3	00111000010110 (4

الرقم الثنائي التكافؤي

تعرف الكلمة word في النظام الرقمي بأنها مجموعة الأرقام الثنائية bits . تجري معالجتها وخزنها كوحدة واحدة .

فلو استخدمنا – مثلاً – حاسبة الكترونية تعمل على الرمز (8421) للقيام بإضافة 0011 1000 0101 إلى 0010 0100 0110 (أي 583 إلى 246) فإن كلاًّ من هذين العددين يمثل (كلمة) . وتنقل الحاسبة هاتين الكلمتين من وحدة الذاكرة إلى وحدة الحساب ، وناتج الإضافة يكوّن بدوره (كلمة) جديدة يعاد خزنها في وحدة الذاكرة من جديد وقد تحدث بعض الأخطاء أثناء حركة الكلمات وخزنها ، كأن ينقلب الـ 0 إلى 1 نتيجة لانقطاع المصدر الكهربائي المفاجئ ، أو نتيجة الضوضاء noise ، أو التأثير الزائل transient ... الخ .
ومثل هذه الأخطاء لا تحدث في ظروف اعتيادية ، الاّ أن حدوثها قد يؤدي إلى كارثة حسابية !
ومن ثم تنشأ الحاجة للّجوء إلى طريقة ما لمعالجة مثل هذه الأخطاء واكتشافها .
كما مر بنا سابقاً ، فإن رموز(BCD) تستخدم 10 حالات من 16 حالة ممكنة ، ويسهل اكتشاف الخطأ عند الوقوع
في الحالات الممنوعة ، الاّ أن ذلك لايدرأ الخطر نهائياً ، ولهذا نلجأ إلى أسلوب شائع يستخدم لاكتشاف الخطاء ويطلق عليه (الرقم الثنائي التكافؤي parity bit) الذي يتم بربط رقم ثنائي اضافي بالكلمة .

التكافؤ الزوجي even parity :

يعني ربط رقم ثنائي اضافي بالكلمة لتنظيم مجموع الـ 1 في الكلمة زوجياً .
فالكلمة 0111 تحتوي على عدد فردي من الـ 1 (ثلاثة) ، ومن ثم يكون الرقم الثنائي الإضافي المرتبط بالكلمة 1 لجعل مجموع الآحاد زوجياً (أربعة) .
فيكون شكل الكلمة مع الرقم الثنائي الإضافي هو : 1 0111 ، وتخزن هذه الكلمة الجديدة وتفحص في عدة نقاط للتأكد من زوجية المجموع . ويحتوي الجدول (1) على أمثلة عن التكافؤ الزوجي للرمز (8421) .

الرقم الإضافي	رمز 8421
0	0000
1	0001
1	0010
0	0011
1	0100
0	0101
0	0110
1	0111
1	1000
0	1001

جدول (1)
التكافؤ الزوجي

التكافؤ الفردي odd parity : الذي لا يختلف عن سابقه إلا بأن يجعل مجموع الـ 1 في الكلمة فردياً بالاستعانة ، طبعاً ، بالرقم الثنائي الإضافي المرتبط بتلك الكلمة ، وفي الجدول (2) أمثلة عن التكافؤ الفردي على رموز (8421) ، مع ملاحظة أن الرقم الثنائي التكافؤي في حالة التكافؤ الفردي هم متمم الثنائي التكافؤي في حالة التكافؤ الزوجي . ولا يوجد أي تمايز ملحوظ في أفضلية أحد هذين النوعين على الآخر

رمز 8421	الرقم الإضافي
0000	1
0001	0
0010	0
0011	1
0100	0
0101	1
0110	1
0111	0
1000	0
1001	1

جدول (2)
التكافؤ الفردي

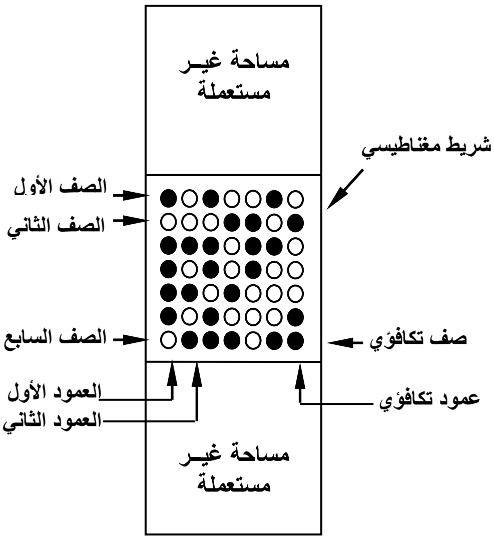
ويشتهر استعمال الثنائي التكافؤي في كشف الأخطاء لافتراضين أثنين :

أولهما : أن احتمالية الخطأ صغيرة جداً.

وثانيهما : أنه لو حدث خطأ ما ، فإنه لا يتجاوز في الغالب إصابة رقم ثنائي واحد . إلا أن إصابة أكثر من رقم ثنائي واحد وارد بالرغم من احتماله البعيد وهنا سيتم الكشف عنه بوسائل أخرى .

ولتوضيح ذلك ، نفترض وجود خمس حفر في الأرض . أن لسقوط نيزك ما في إحدى هذه الحفر احتمال بعيد ، أما سقوط نيزكين في حفرتين فإنه احتمال بعيد جداً

ويشيع استخدام الفحص التكافؤي parity check في أوساط خزن المعلومات كالأشرطة المغناطيسية magnetic tapes، الاسطوانات المغناطيسية drums، الالباب المغناطيسية cores والأشرطة الورقية paper tapes . ويمتاز الشريط المغناطيسي برخص ثمنه نسبة إلى مايستوعبه من معلومات إلا أنه أكثر تعرضاً للخطأ من الأساليب الأخرى ولكون احتمال الوقوع في خطأ مزدوج بعيد نسبياً فإن استخدام الفحص التكافؤي المفرد يكفي في مثل هذه الحالات ولمحاصرة الخطأ واكتشافه بصورة أدق . فإن فحصاً تكافؤياً مزدوجاً double parity check يستخدم بجدارة ، ونلاحظ ذلك في الشكل (1) الذي يستعمل التكافؤ الفردي .



شكل (1) فحص تكافؤي مزدوج لشريط مغناطيسي

تخزن المعلومات على الشريط المغناطيسي في حقول fields أو مقاطع blocks ، ويُرينا الشكل المذكور مقطعا لذلك سبعة صفوف rows وسبعة أعمدة columns ، حيث تمثل الدوائر السوداء نقاط المعلومات الممغنطة بينما تعني الدوائر الأخرى الأجزاء غير الممغنطة (أي أن الدوائر السوداء تمثل قطباً يعاكس قطب الدوائر الأخرى).
ولنفرض أن
الأعداد الثنائية قد تم خزنها في المواقع الستة الأولى (من اليسار) لكل صف بينما يمثل الموقع السابع (الأخير على اليمين) في كل صف الفحص التكافؤي لذلك الصف . في الصف الأول نقرأ 101001 وبرقم تكافؤي 0 ، وفي الصف الثاني 000110 وبرقم تكافؤي 1 . وكل صف كما أسلفنا يحتوي على رقم تكافؤي فردي . وعندما تتم قراءة الشريط إلكترونياً ، فإن الفحص التكافؤي الفردي يتم مباشرة .
أما الصف السابع برمته فإنه يمثل كلمة تكافؤية فردية odd parity word حيث يشكل كل موقع فيها فحصاً تكافؤياً على أعمدة الصفوف السابقة .
نقرأ ، مثلاً ، في العمود الأول (من الأعلى إلى الأسفل) (101111) ورقماً ثنائياً تكافؤياً (0) . والعمود الثاني (001010) وتكافؤاً (1) . وبهذه الطريقة فإن لكل عمود رقماً تكافؤياً فردياً ، والفائدة المتوخاة من هذا الفحص العمودي
على الكلمات هو في الفحص المزدوج (أفقياً وعمودياً) .
فلو حدث خطأ ما في الصف الأول (0 101001) وتغير إلى (0 011001) ، فإن الرقم الثنائي التكافؤي لهذا الصف لا يكشف الخطأ إطلاقاً لبقاء فردية الـ 1 على ما هي عليه ، إلا أن الذي سيكتشف الخطأ المزدوج هذا هو الفحص العمودي لأعمدة الصف ، إذ أن حالة العمودين الأول والثاني (من اليسار) قد تغيرت من الفردية إلى الزوجية .
وسنشرح ، في فصول قادمة ، دوائر الفحص التكافؤي الفردي والزوجي ، وكما قلنا آنفاً ، فإن الفحص التكافؤي بات طريقة كفوءة في اكتشاف الأخطاء.

مثال:

رمز العددين الآتيين بالرمز 8421 ، وألْحِقْ الرقم الثنائي التكافؤي الفردي بكل منهما :

أ) 592

ب) 8307

الحل :

أ

5	9	2		عشري
↓	↓	↓		↓
0101	1001	0010		رمز 8421
↓	↓	↓		↓
0101	1001	0010	0	مع التكافؤ الفردي

ب

8	3	0	7		عشري
↓	↓	↓	↓		↓
1000	0011	0000	0111		رمز 8421
↓	↓	↓	↓		↓
1000	0011	0000	0111	1	مع التكافؤ الفردي

تمثيل الإعـداد

في النظـام العشري نستطيع تمييز الأرقام السالبة بوضـع إشارة (−) قبل الرقم كما نستطيع تمييز الأرقام الموجبة بوضـع إشارة (+) قبله.

إما فـي النظـام الثنـائي حيث (0 ،1) هما الشكلان الوحيدان المتاحان للاستخدام فلا بد وان يكون هناك وسيلة لتمثيل الأرقام السالبة والموجبة ولقد تم التعارف على إن يكون أخر (bit) في الرقم يمثل إشارة ذلك الرقم وقد تم التعارف أيضا على انه إذا كان أخر (bit=0) فان الرقم يكون موجبا وإذا كان أخر (bit =1) فان ذلك الرقم يكون سالبا:

واليك بعض الأرقام السالبة والموجبة

	128	64	32	16	8	4	2	1
+7	0	0	0	0	0	1	1	1
+46	0	0	1	0	1	1	1	0
+32	0	0	1	0	0	0	0	0
+64	0	1	0	0	0	0	0	0
-12	1	1	1	1	0	1	0	0
-46	1	1	0	1	0	0	1	0

نلاحظ انه في حالة تخصيص الخانة الأخيرة للإشارة أصبحت قيمة الرقم ممثلة فقط بـ(bits) أي أن قيمة الرقم قد نقصت حيث كانت قيمته تتراوح (0−255) قبل اعتبار الخانة الأخيرة كخانة إشارة أما قيمة الرقم تتراوح بين (0−127) للأرقام الموجبة (البت الثامن 0) وتتراوح قيمة الرقم بين (−1الى −127) للأرقام السالبة (البت الثامن 1) وعلى ذلك يمكن كتابة هذه الأرقام كما يلي:

+127	0	1	1	1	1	1	1	1
+126	0	1	1	1	1	1	1	0
+125	0	1	1	1	1	1	0	1
⋮								
0	0	0	0	0	0	0	0	0
-1	1	1	1	1	1	1	1	1
-2	1	1	1	1	1	1	1	0
⋮								
-127	1	0	0	0	0	0	0	0

Dec	10 Complement	8 Complement
0		
1	9	7
2	8	6
3	7	5
4	6	4
5	5	3
6	4	2
7	3	1
8	2	
9	1	

10' s comp. =9's comp+1

Bin	1'S
0	1
1	0

2'S comp =1'S comp+1

1	0	1	1	0	0	1	0	1	Bin
0	1	0	0	1	1	0	1	0	1'S
0	1	0	0	1	1	0	1	1	2'S

افترض أن أمامك رقما وتريد معرفة قيمة هذا الرقم وهل هو سالب أم موجب في هذه الحالة علينا أولا: النظر إلى خانة الإشارة فإذا كانت (0) فان الرقم موجب وتحديد قيمة الخانات السبعة قيمة العدد. أما إذا كانت خانة الإشارة تحتوي رقم (1) فان ذلك يعني أن هذا الرقم سالب وتحديد قيمته بعد حساب المتمم الثاني للرقم.

لمعرفة الرقم السالب نأخذ الرقم وباستخدام المتمم الثاني نتعرف على الرقم:

مثال:

1 1 1 1 1 1 1 0

متمم 1 0 0 0 0 0 0 0 1

متمم 2 +1

0 0 0 0 0 0 1 0

2

تمثيل الأعداد

1-Unsign (Binary):

7	6	5	4	3	2	1	0
128	64	32	16	8	4	2	1
0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1

حيث يتم في هذه الطريقة تمثيل الأعداد الموجبة فقط ويكون مداها من (0−256) حيث تتكون من 8 مراتب $2^8 = 256$.

2-sign

A-1'S comp:

sign

الإشارة								
هذا القسم الموجب	0	0	0	0	0	0	0	+0
يبقى كما هو Bin	0	1	1	1	1	1	1	1	+127

$$0 \rightarrow +127$$

1	0	0	0	0	0	0	0	-0
				⋮				
1	1	1	1	1	1	1	1	-127

$$-127 \rightarrow -0$$

-127 ± 0 +127

نلاحظ وجود صفران.

B-2'S comp:

sign

الإشارة								
هذا القسم الموجب	0	0	0	0	0	0	0	+0
يبقى كما هو Bin	0	1	1	1	1	1	1	1	+127

$$0 \rightarrow +127$$

1	0	0	0	0	0	0	0	-128
1	0	0	0	0	0	0	1	-127
				⋮				
1	1	1	1	1	1	1	1	-1

$$-128 \rightarrow -1$$

-128 0 +127

أسلوب القيمة والإشارة :C-S&m

sign

0	0	0	0	0	0	0	0	+0
0	1	1	1	1	1	1	1	+127
1	0	0	0	0	0	0	0	-0
				⋮				
1	1	1	1	1	1	1	1	-127

Representation

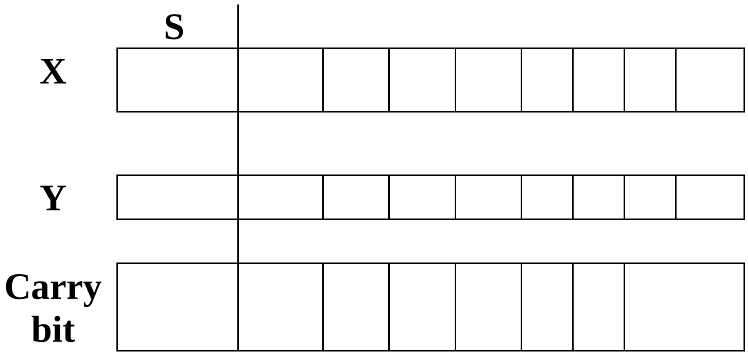
مثال:

S&m	2'S	1'S	
00001111 00001111	00001111 00001111	00001111 00001111	+15
-00001111 10001111	-00001111 11110001	-00001111 11110000	-15

نلاحظ الفرق بين الأنظمة أعلاه أن لكل نظام تمثيله الخاص به.

Additon Using S&m Rep

الجمع بـ :S&m



الحالة الأولى:

عددان موجبان مجموعهما اصغر او يساوي +127:

$$\begin{array}{r} 10 \\ +30 \\ \hline +40 \end{array}$$

Sum <= +127

carry	S							
	0	0	0	0	1	0	1	0
	0	0	0	1	1	1	1	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0
carry			32	16	8	4	2	1

Carry=0
Of bit=0   Reset
Correct result   الناتج صحيح

الحالة الثانية:

عددان موجبان مجموعهما اكبر من +172:

$$\begin{array}{r} 80 \\ +80 \\ \hline +160 \end{array}$$

Sum > +127

carry								
	0	1	0	1	0	0	0	0
	0	1	0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	0
carry	=	128+52=160						

Carry bit=0
Cf bit =1   (set)
Sing bit=1
Of bit=0   Reset

correction   تصحيح
carry bit becames   sing bit
sing bit becames magnitucte
carry → sing bit

sing bit → part of may جزء من الناتج

wrong result   الناتج غير صحيح يجب التصحيح

الحالة الثالثة:

عددان سالبان مجموعهما اكبر من 172-:

-40
-20
-60

-60>-127

Sum > -127

	s	64	32	16	8	4	2	1	
	1	0	1	0	1	0	0	0	
	1	0	0	1	0	1	0	0	
1 (carry)	0	0	1	1	1	1	0	0	=60

وجدنا ان الناتج اكبر من (-127) في هذه الحالة يجب أن نحول العددان إلى Binary ومن ثم تمثيلها بـS&m.

-40 → (Bin)   -00101000
-20 → (Bin)   -00010100

Carry bit=1
Sing bit=0
Of bit=0   Reset

طريقة كشف الخطأ وتصحيحه:

Forward Error Correction System:

هي طريقة لكشف الخطأ وتصحيحه وهي تستخدم في المنظومات التي تكون عمليات النقل فيها باتجاه واحد فقط وتستخدم مع simplex في هذا النوع اذا استلم المستلم وفيها خطا ليس له امكانية اعادة طلب الارسال مرة اخرى من طرف الارسال لهذا السبب يجب ان يعطي المستلم قابليته على تصحيح الخطا

TX → RX

ملاحظة : كل طريقة تصحيح الخطا هي ضمنيا طريقة لكشف الخطا والعكس غير صحيح.

هي تقوم على مبدا اضافة رمز خاص الى الاشارة الاصلية وهذا الرمز يسمى بال hamming code فاذا كان m=عدد الـbit في الاشارة الاصلية فان r=عدد الـbits في الـhamming code ويطلق على كل bit بـ C .

m=no,of bits in message

r=redumdancy bits=hamming code bits

$$\text{hamming code} = \{ \quad C_5 \ C_4 \ C_3 \ C_2 \ C_1 \ C_0 \}$$

$$r = \{ \quad 32 \quad 16 \quad 8 \quad 4 \quad 2 \quad 1 \}$$

$$2^r \geq m + r + 1$$

مثال: اذا كان لدينا الرسالة التالية

M=(10) bits

1	1	0	1	0	0	1	1	1	0
m_9	m_8	m_7	m_6	m_5	m_4	m_3	m_2	m_1	m_0

$$2^r \geq m + r + 1$$
$$2^1 \geq 10 + 1 + 1 \quad \text{error}$$
$$2^2 \geq 10 + 2 + 1 \quad \text{error}$$
$$2^3 \geq 10 + 3 + 1 \quad \text{error}$$
$$2^4 \geq 10 + 4 + 1 \quad \text{ok}$$

طول r المناسب لهذه البيانات r=4

$$\text{hamming code} = \{\underset{8}{C_3}\ \underset{4}{C_2}\ \underset{2}{C_1}\ \underset{1}{C_0}\}$$

صيغة البيانات المعدة للإرسال :

m_9	m_8	m_7	m_6	m_5	m_4	c_3	m_3	m_2	m_1	c_2	m_0	c_1	c_0
1	1	0	1	0	0	؟	1	1	1	؟	0	؟	؟
b_{14}	b_{13}	b_{12}	b_{11}	b_{10}	b_9	b_8	b_7	b_6	b_5	b_4	b_3	b_2	b_1

	c_3	c_2	c_1	c_0
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
نتوقف14	1	1	1	0
15	1	1	1	1

$$2^r \geq m + r + 1$$

1) نأخذ قيمة C يساوي واحد وتهمل الاصفار

$c_0 = 1$, at(1,3,5,7,9,11,13)

2)نأخذ الاحتمالات الى حد تسلسل ال bitالذي يساوي معدل الارسال وهنا هو 14

$c_1 = 1$, at(2,3,6,7,10,11,14)
$c_2 = 1$, at(4,5,6,7,12,13,14)
$c_3 = 1$, at(8,9,10,11,12,13,14)

الان سوف نقوم بتنفيذ الدالة xor لقيم البيانات في التسلسلات التي حصلنا عليها :

$b_{13} \oplus b_{11} \oplus b_9 \oplus b_7 \oplus b_5 \oplus b_3 \oplus b_1 \Leftarrow c_0$ (b_1 تهمل قيمتها لايجاد c_0)

$b_{13} \oplus b_{11} \oplus b_9 \oplus b_7 \oplus b_5 \oplus b_3 = c_0$

$1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 = 0 = c_0$

مع ملاحظة انه يجب ترك ال bit في الخانات الفارغة

$1 \oplus 1$
$b_5 \quad b_3$

$1 \oplus 1$
b_7

$0 \oplus 0$
b_9

$1 \oplus 0$
b_{11}

$1 \oplus 1$
b_{13}

$b_{14} \oplus b_{11} \oplus b_{10} \oplus b_7 \oplus b_6 \oplus b_3 \oplus b_2 \Leftarrow c_1$ (b_2 تهمل قيمتها لايجاد c_1)

$b_{14} \oplus b_{11} \oplus b_{10} \oplus b_7 \oplus b_6 \oplus b_3 = c_1$

$1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 = 0 = c_1$

$1 \oplus 0$
$b_6 \quad b_3$

$1 \oplus 1$
b_7

$0 \oplus 0$
b_{10}

$1 \oplus 0$
b_{11}

$1 \oplus 1$
b_{14}

$b_{14} \oplus b_{13} \oplus b_{12} \oplus b_7 \oplus b_6 \oplus b_5 \oplus b_4 \Leftarrow c_2$ (b_4 تهمل قيمتها لايجاد c_2)

$b_{14} \oplus b_{13} \oplus b_{12} \oplus b_7 \oplus b_6 \oplus b_5 = c_2$

$1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 1 = 1 = c_2$

$b_{14} \oplus b_{13} \oplus b_{12} \oplus b_{11} \oplus b_{10} \oplus b_9 \oplus b_8 \Leftarrow c_3$ (b_8 تهمل قيمتها لايجاد c_3)

$$b_{14} \oplus b_{13} \oplus b_{12} \oplus b_{11} \oplus b_{10} \oplus b_9 = c_3$$

$$1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 1 = c_3$$

سيكون الناتج

$$Tx\,[c_3\ c_2\ c_1\ c_0] = [1\,1\,0\,0]$$

تستلم البيانات والتي سيكون طولها (14) طرف الاستلام يجد بنفس الاسلوب المجاميع xor على البيانات المستلمة ولكن مع اخذ قيم الخانات التي كانت فارغة من قبل الـ hamming code

$$b_{14} \oplus b_{11} \oplus b_9 \oplus b_7 \oplus b_5 \oplus b_3 \oplus b_1 \Leftarrow p_0$$

$$b_{14} \oplus b_{11} \oplus b_9 \oplus b_7 \oplus b_5 \oplus b_3 \oplus b_1 = p_0$$

$$1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 0 = p_0$$

$$b_{14} \oplus b_{11} \oplus b_{10} \oplus b_7 \oplus b_6 \oplus b_3 \oplus b_2 \Leftarrow p_1$$

$$b_{14} \oplus b_{11} \oplus b_{10} \oplus b_7 \oplus b_6 \oplus b_3 \oplus b_2 = p_1$$

$$1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 0 = p_1$$

$$b_{14} \oplus b_{13} \oplus b_{12} \oplus b_7 \oplus b_6 \oplus b_5 \oplus b_4 \Leftarrow p_3$$

$$b_{14} \oplus b_{13} \oplus b_{12} \oplus b_7 \oplus b_6 \oplus b_5 \oplus b_4 = p_2$$

$$1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 1 = 0 = p_2$$

$$b_{14} \oplus b_{13} \oplus b_{12} \oplus b_{11} \oplus b_{10} \oplus b_9 \oplus b_8 \Leftarrow p_3$$

$$b_{14} \oplus b_{13} \oplus b_{12} \oplus b_{11} \oplus b_{10} \oplus b_9 \oplus b_8 = p_3$$

$$1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 = 0 = p_3$$

$$Rx\,[p_3\ p_2\ p_1\ p_0] = [0\ 0\ 0\ 0]$$

بما انه النتيجة اصفار فان الرسالة المرسلة صحيحة.فمثلا اذا كانت النتيجة Rx{0111} يدل على حدوث خطأ في الbit السابع . يعطي تسلسل ذلك الـ bit التي حصل فيه خطا ولتصحيح الخطا نفير اذا كان صفرأ الى واحد وبالعكس. في تسلسل الرسالة المرسلة.

الفصل الرابع

الهزازات Flip-Flops

المقدمة:

تبين لنا من دراستنا السابقة إن الدوائر المنطقية تصنف إلى نوعين رئيسيين،النوع الأول يسمى بالدوائر الائتلافية (Combinational Circuits) أما النوع،الأخر فيسمى بالدوائر التعاقبية (Sequential Circuits) وكما تبين لنا أن الدوائر الائتلافية تتكون من مدخلات وعمليات منطقية (بوابات منطقية) ومخرجات، و إن قيمة المخرجات لا تتأثر بقيم الإخراج السابق ولا تؤثر في نتيجة الإخراج اللاحق وهذا بخلاف الدوائر التعاقبية ، حيث إن الأخيرة هي دوائر ائتلافية ولكن تحوي ذاكرة لخزن الإخراج الحالي لكي يغير في قيمة الإخراج الذي يليه، وتعتبر الدوائر التعاقبية الأكثر شيوعا واستخداما وأساس في صناعة الذاكرة والسجلات والعدادات ودوائر التحكم والسيطرة وغيرها من الصناعة المهمة في هذا المجال

وتعتبر القلابات هي الوحدة الأساسية لبناء الدوائر التعاقبية وعلى أساسها، تصنف الدوائر التعاقبية إلى دوائر متزامنة وغير متزامنة اعتماد على نوع القلابات

تكوينها:

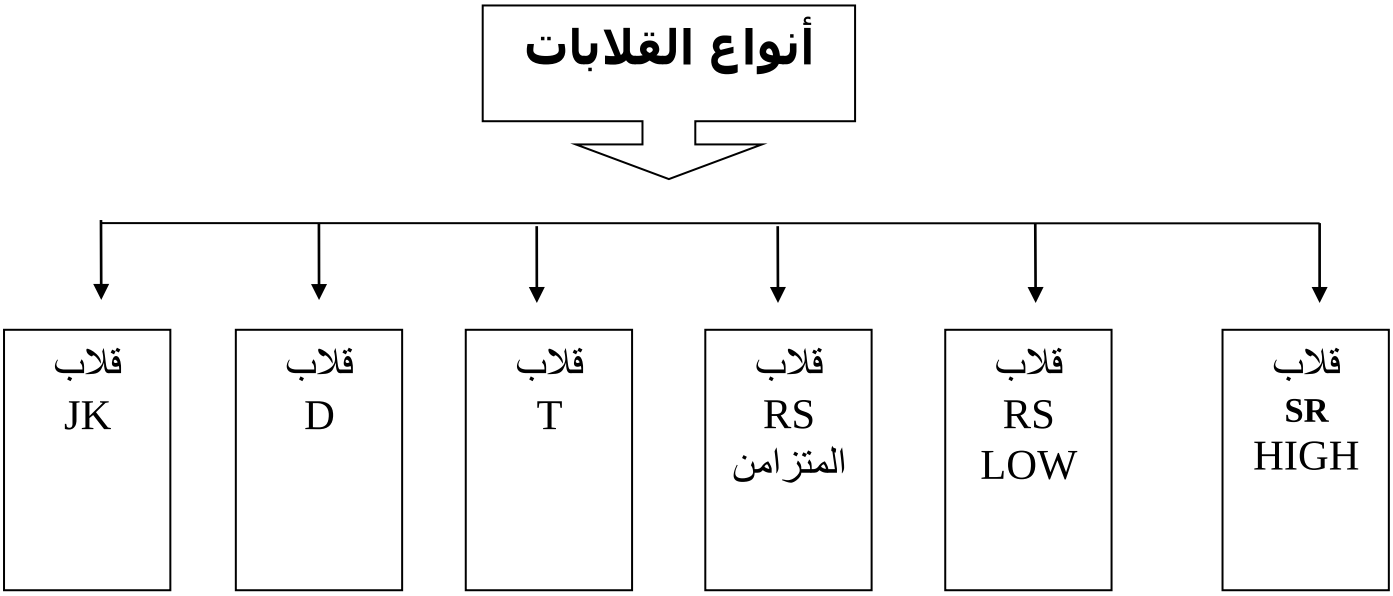
تتكون هذه الدوائر اساسا ن مرحلتي تكبير مع تغذية عكسية بين ادخال واخراج المرحلتين بالتبادل.

القلابات وأنواعها (Flip-Flops):

القلابات هي دوائر منطقية متعاقبة عملها الأساسي هو تخزين المعلومات بسعة وحدة رقمية(One Bit) واحدة .ويوجد القلاب في إحدى حالتين مستقرتين احدهما (1) والأخرى (0) ويبقى على هذا الوضع مع دوام تزويده بالطاقة اللازمة لعمله.وله مخرجان

1 – مخرج طبيعي Q .

2– مخرج متتم $\overline{Q}$.

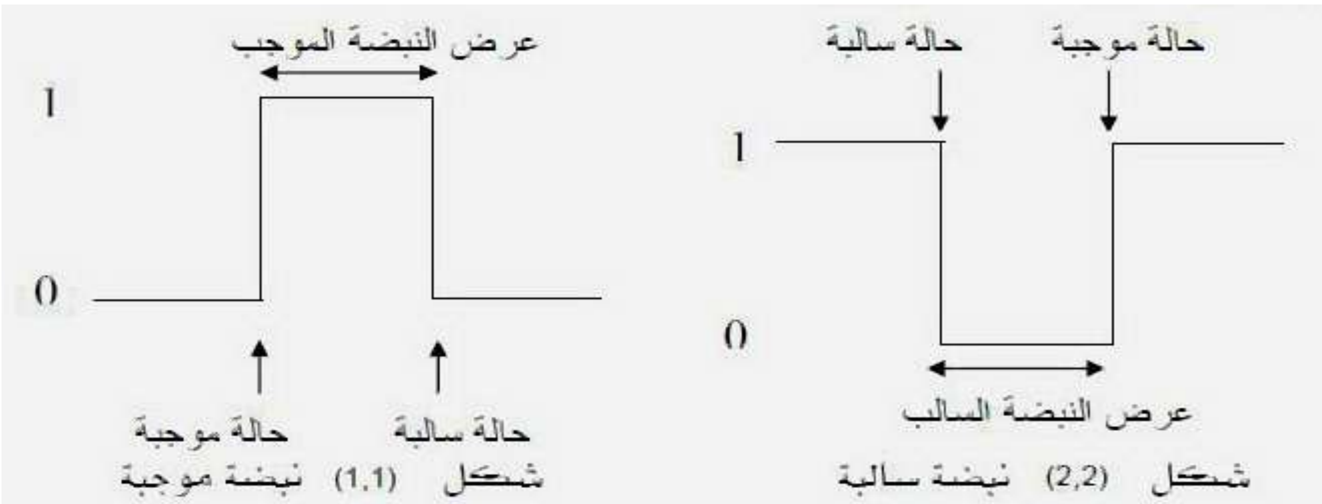


قدح القلابات (Triggering):

القلابات الغير متزامنة تغيير قيمة المدخلات يؤدي مباشرة إلى تغير قيمة المخرجات أما المتزامنة فأنها تحتاج إلى مدخل قدح (مدخل التزامن Clock) إضافي والذي بدونه لا تعمل القلابات المتزامنة ، لذلك يجب عند تشغيل القلابات المتزامنة إعطاء نبضة قدح(تزامن) على مدخل القدح وعندها سوف تتغير قيمة الإخراج ، وهناك نوعان من نبضات القدح .

1 – نبضة موجبة : هذه النبضة تكون بدايتها (0) وعند القدح تصعد إلى (1) لفترة معينة ثم تعود مرة أخرى من(1) إلى (0) كما في الشكل(1,1)

2 – نبضة سالبة : هذه النبضة تكون بدايتها (1) وعند القدح تهبط إلى(0) لفترة معينة ثم تعود مرة أخرى من(0) إلى (1) كما في الشكل(2,2)



فائدته:

لها القابلية على خزن الاعداد الثنائية وعد النبضات pulse وله زوج من الاخراجات المتعاكسة (Q و $\overline{Q}$) هذه الدوائر تعتمد على (Reset– set) كما في الشكل.

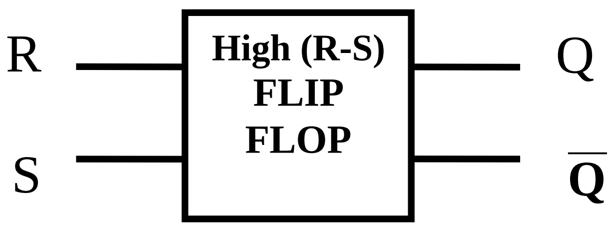
1-القلاب R-S غير المتزامن:

إن دائرة الهزاز RSهي دائرة ثنائية الاستقرار تحدد الحالة المنطقية لإخراجها بواسطة مدخلان S و R حيث يتم الاحتفاظ بهذه الحالة بصورة لانهائية عند قطع المدخلان بصورة مقبولة وهنالك إخراج أخر $\overline{Q}$ يعد الحالة المتممة للإخراج .

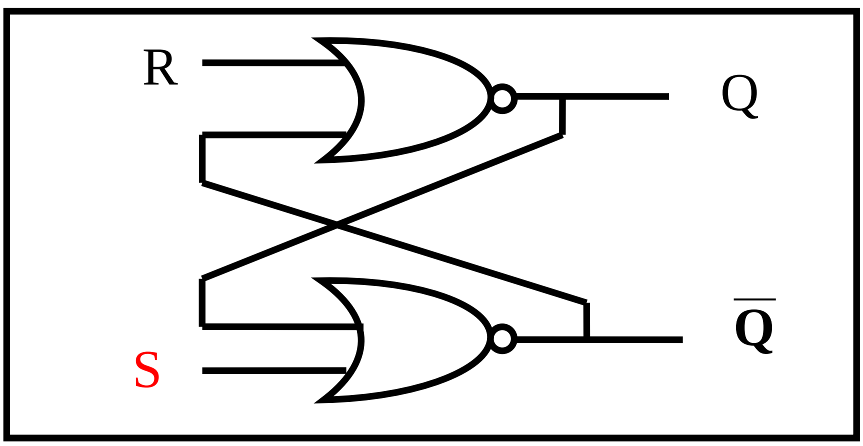
ا-القلاب R-S (high) :

يمكن تكوين القلاب عن طريق بوابة NOR وطريقة التوصيل لهذه البوابة تجعل إخراج البوابة هو إدخال للبوابة الأخرى .حيث يعتمد الهزاز في اخراجه على المدخل S .

تتكون هذه الدائرة من طرفي إدخال Sو R والإخراج Q ومتممه $\overline{Q}$ ويكون الرمز المنطقي لقلاب SRغير المتزامن بالشكل التالي :



والشكل التالي يوضح دائرة القلاب :



وفيما يلي جدول الحقيقة لقلاب S-R:

وضع التشغيل	الخرج		الدخل	
	$\overline{Q}$	Q	R	S
وضع الحالة	**0**	**1**	**0**	**1**
لا تغير	**0**	**1**	**0**	**0**
وضع الحالة	**1**	**0**	**1**	**0**
لا تغيير	**1**	**0**	**0**	**0**
حالة ممنوعة	**X**	**X**	**1**	**1**

ويتضح من الجدول السابق :

1. في حالة توصيل المدخل S بالمستوى المنطقي 1 وعندما تكون R=0 فان إخراج Q=1 و $\overline{Q}$ **=0** أي إننا نعتمد على قيمة S .
2. وفي حالة S=0 وثبات قيمة R=0 فان Q=1 أي كما في الحالة السابقة وتعرف بحالة التخزين .
3. وفي حالة S=0 و R=1 فان الإخراج Q=0 .
4. وعندما S=1 و R=1 فان كلا من Q و $\overline{Q}$ تعتبر حالة ممنوعة.

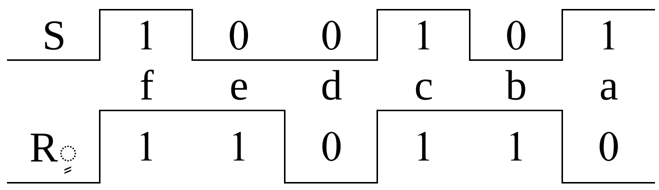
اي ان جدول الصدق يكون بالشكل التالي:

وضع التشغيل	الخرج		الدخل	
	$\overline{Q}$	Q	R	S
لا تغير	**امساك**	**امساك**	**0**	**0**
وضع الحالة	**1**	**0**	**1**	**0**
لا تغيير	**1**	**0**	**0**	**0**
حالة ممنوعة	**X**	**X**	**1**	**1**

مثال:

اوجد الإخراج الطبيعي و الإخراج المتمم للنبضات الموضحة في الشكل التالي:

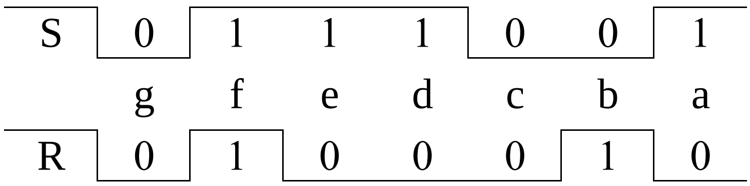
الحل :



S	R	Q	$\overline{Q}$
1	0	1	0
0	1	0	1
1	1	X	X
0	0	X	X
0	1	0	1
1	1	X	X

مثال:اوجد الإخراج الطبيعي للنبضات الموضحة في الشكل التالي:

الحل:

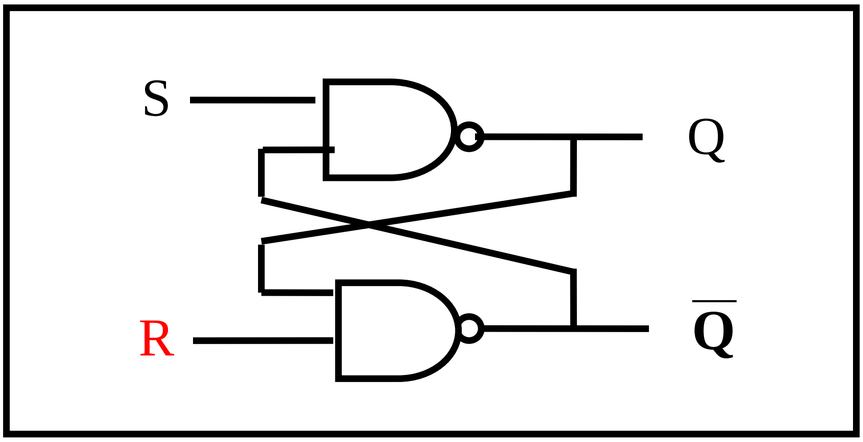


S	R	Q	$\overline{Q}$
1	0	1	0
0	1	0	1
0	0	0	1
1	0	1	0
1	0	1	0
1	1	X	X
0	0	X	X

ب-القلاب R-S غير المتزامن (LOW) :

يمكن تكوين القلاب عن طريق بوابة **NAND** وطريقة التوصيل لهذه البوابة تجعل إخراج البوابة هو إدخال للبوابة الأخرى .

والشكل التالي يوضح دائرة القلاب R-S :



وفيما يلي جدول الصدق لقلاب R-S باستخدام بوابة NAND (LOW) :

وضع التشغيل	الخرج		الدخل	
	$\overline{Q}$	Q	R	S
حالة ممنوعة	X	X	0	0
وضع الحالة (1)	0	1	1	0
وضع الحالة (0)	1	0	0	1
لاتغيير	امساك	امساك	1	1

جدول الحقيقة للقلابR-S

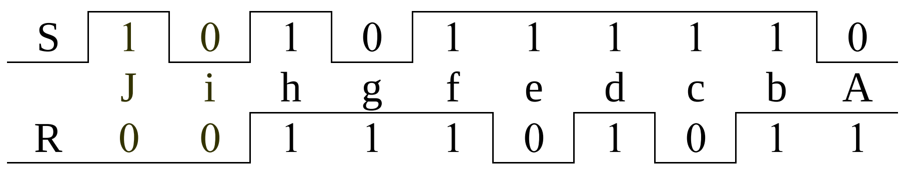
هنا يكون الاعتماد على قيمة R .

ويتضح من الجدول السابق إن :

1. في حالة توصيل المدخل R بالمستوى المنطقي 0 و s=0 فان قيمة الإخراج Q حالة ممنوعة(غير معينة) .
2. وعند توصيل المدخل R=1 و S=0 فان الإخراج Q=1 و Q'=0 .
3. وفي حالة R=0 و S=1 فان Q=0 و Q'=1 .
4. وعند توصيل المدخل R=1 و S=1 فان الإخراج يكون كما في الحالة السابقة

مثال : اوجد الإخراج الطبيعي Q ومتممه للنبضات الموضحة :

الحل:



S	R	Q	$\overline{Q}$
0	1	1	0
1	1	1	0
1	0	0	1
1	1	0	1
1	0	0	1
1	1	0	1
0	1	1	0
1	1	1	0
1	0	X	X
1	0	0	1

مثال:

جد الاخراج الطبيعيQ والاخراج المتمم $\overline{Q}$ للنبضات الموضحة في الشكل الاتي:

الحل:

S	1	0	0	0	1	0	1	1
	h	g	f	e	d	c	b	a
R	1	1	0	1	0	1	1	0

S	R	Q	$\overline{Q}$	وضع التشغيل
1	0	0	1	وضح الحالة (0)
1	1	0	1	وضع الامساك
0	1	1	0	وضع الحالة (1)
1	0	0	1	وضع الحالة(0)
0	1	1	0	وضع الحالة (1)
0	0	X	X	حالة ممنوعة
0	1	1	0	وضع الحالة (1)
1	1	1	0	وضع الامساك

مثال:اوجد الإخراج الطبيعي للنبضات الموضحة في الشكل التالي:

الحل:

S	0	1	1	1	0	0	1
	g	f	e	d	c	b	a
R	0	1	0	0	0	1	0

S	**R**	**Q**	$\overline{Q}$
1	**0**	**0**	**1**
0	**1**	**1**	**0**
0	**0**	**X**	**X**
1	**0**	**0**	**1**
1	**0**	**0**	**1**
1	**1**	**0**	**1**
0	**0**	**X**	**X**

الفرق بين الهزاز R-S (high) والهزاز R-S (low) :

هي ان الاول يعتمد على s و دائرته تتكون من بوابات NOR وحالة الامساك في 0-0 والحالة الممنوعة في 1-1

اما النوع الثاني يعتمد على R و دائرته تتكون من بوابات NAND وحالة الامساك في1-1 والحالة الممنوعة في0-0

إعداد

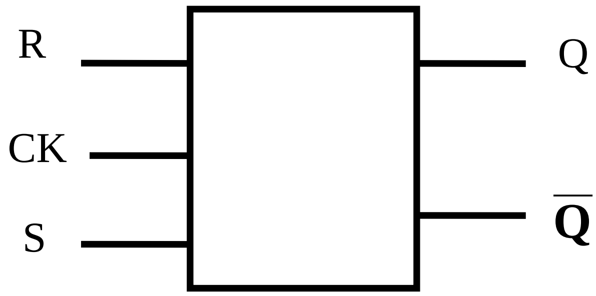
2-القلاب S-R المتزامن:

عيوب القلابات الغير متزامنة تأخير الانتقال خلال النظام مما يعوق انتقال أو تسلسل المعلومات خلال النظام طبقاً للتوقيت الزمني المطلوب، لذا فان القلاب SR المتزامن يعمل وفقاً لنبضات تزامن أو توقيت ، أي يعمل تزامنيا .

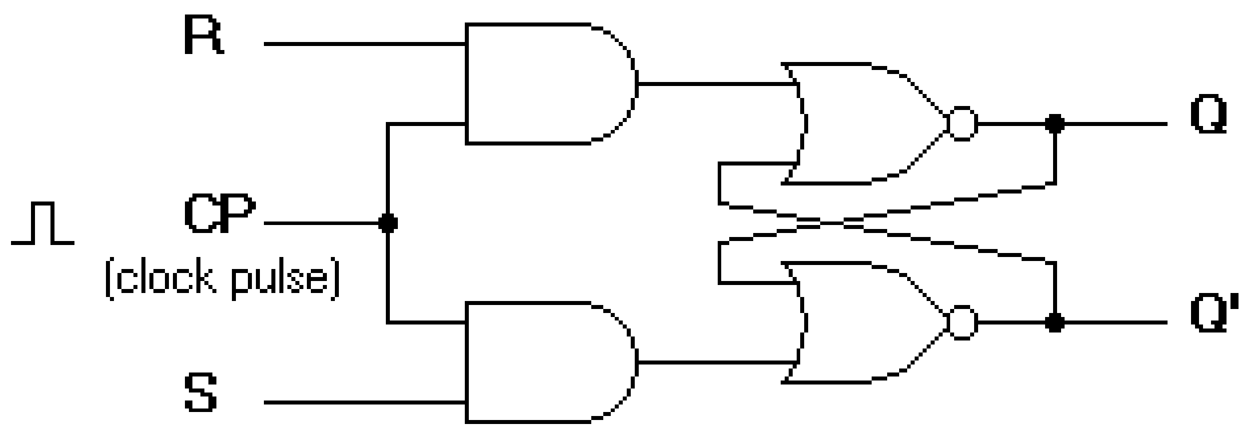
الحافة الصاعدة :- هي الانتقال من مستوى منطقي منخفض إلى مستوى منطقي عاليCK

الحافة الهابطة :- هي الانتقال من مستوى منطقي عالي إلى مستوى منطقي منخفض CK

يمكن زيادة الدائرة القلابة بمداخل أخرى SD , RD لتتحكم في تغيير حالة القلاب بدون أي تأثير من نبضة التزامن آي بالتأثير المباشر على المداخل وتشير الحلقات الصغيرة عند المداخل SD , RD إلى أن المستوى المنطقي الفعال هو " 0 " .ويكون الرمز المنطقي لقلاب S-R المتزامن بالشكل التالي :



يتم بناء القلاب S-R المتزامن باستخدام بوابات " AND" حيث أضيفت بوابتي " AND" إلى القلاب S-R الأساسي لتضيف خاصية التزامن له .

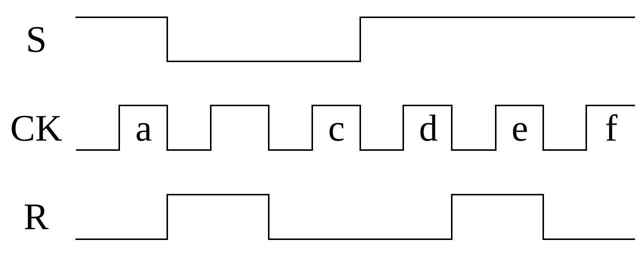


القلاب S-R المتزامن باستخدام بوابةAND

وضع التشغيل	المخرج		المداخل		
	$\bar{Q}$	Q	R	S	CK
وضع الإمساك (عدم التغير)	Qo	Qo	0	0	⎍
الوضع غير الفعال	1	0	1	0	⎍
الوضع الفعال	0	1	0	1	⎍
وضع غير مسموح به	?	?	1	1	⎍

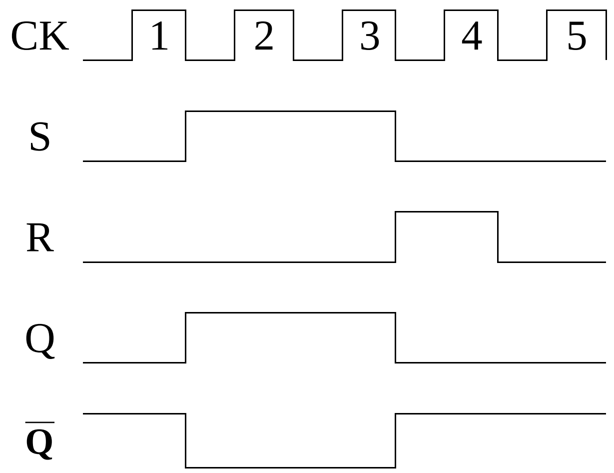
جدول الحقيقة للقلاب RS المتزامن

مثال:



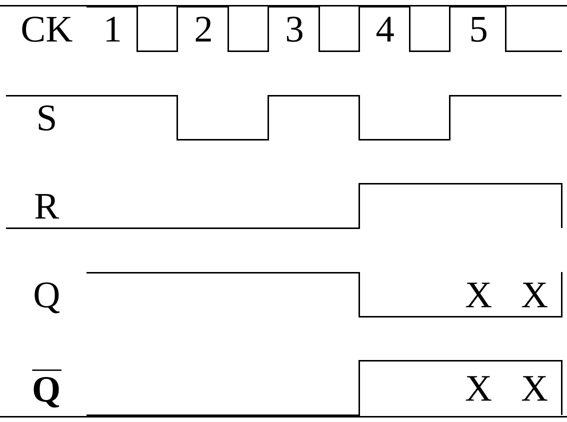
CK	S	R	Q	$\overline{Q}$	وضع التشغيل
a	1	0	1	0	وضع الحالة (1)
b	0	1	0	1	وضع الحالة (0)
c	0	0	0	1	وضع الامساك
d	1	0	1	0	وضع الحالة (1)
e	1	1	X	X	حالة ممنوعة
f	1	0	1	0	وضع الحالة (1)

مثال



CK	S	R	Q	$\overline{Q}$	وضع التشغيل
1	**0**	**0**	**0**	**1**	وضع الإمساك
2	**1**	**0**	**1**	**0**	وضع الحالة (1)
3	**1**	**0**	**1**	**0**	وضع الحالة (1)
4	**0**	**1**	**0**	**1**	وضع الحالة (0)
5	**0**	**0**	**0**	**1**	وضع الإمساك

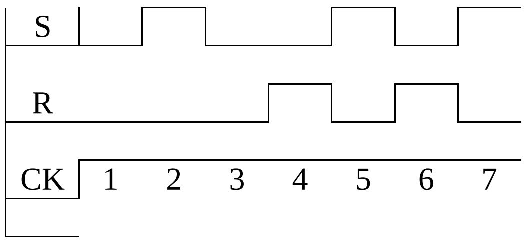
مثال:



CK	S	R	Q	$\overline{Q}$	وضع التشغيل
1	1	0	1	0	وضع الحالة (1)
2	0	0	1	0	وضع الإمساك
3	1	0	1	0	وضع الحالة (1)
	0	1	0	1	وضع الحالة (0)
5	1	1	X	X	حالة ممنوعة

مثال : أوجد المخرج الطبيعي Q والمخرج المتمم لسلسلة النبضات الموضحة على مدخل قلاب S-R المتزامن

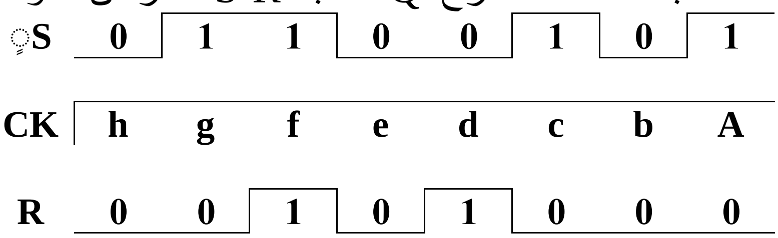
الحل:



S	R	CK	Q	$\overline{Q}$	أوضاع التشغيل
0	0	1	0	1	وضع الإمساك
1	0	2	1	0	وضع الحالة (1)
0	0	3	1	0	وضع للإمساك
0	1	4	0	1	وضع الحالة (0)
1	0	5	1	0	وضع الحالة (1)
0	1	6	0	1	وضع الحالة (0)
1	0	7	1	0	وضع الحالة (1)

مثال:

أوجد أوضاع التشغيل وكذلك سلسلة النبضات عند الخرج Q لقلاب S-R المتزامن الموضح

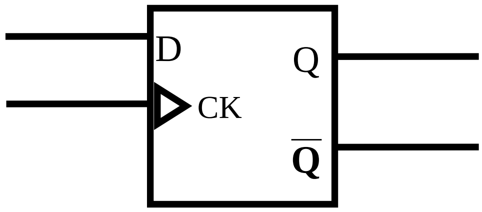


الحل:

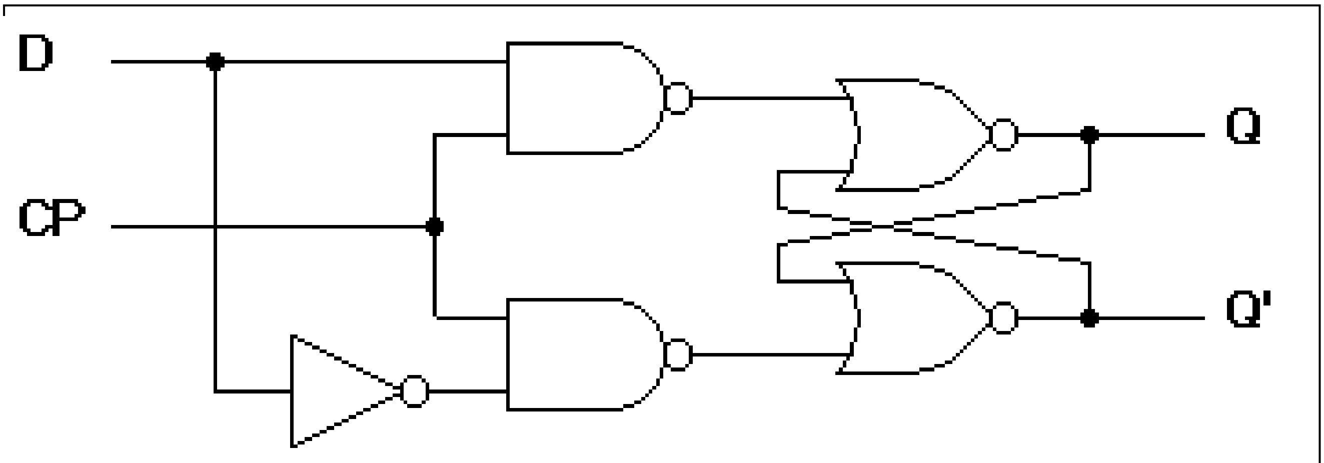
S	R	CK	Q	$\overline{Q}$	أوضاعالتشغيل
1	0	A	1	0	وضع الحالة (1)
0	0	b	1	0	وضع الإمساك
1	0	C	1	0	وضع الحالة (1)
0	1	D	0	1	وضع الحالة (0)
0	0	E	0	1	وضع الإمساك
1	1	F	X	X	الحالة ممنوعة
1	0	G	1	0	وضع الحالة (1)
0	0	h	1	0	وضع الإمساك

3-القلاب D (D-type flip-flop):

ويتكون القلاب D من مدخل بيانات D ومدخل للتزامن CK كما موضح في رمزه المنطقي وفيه الإخراج Q يأخذ دائما حالة الإدخال D عند حافة نشاط الساعة CK ويسمى أيضا (بقلاب التأخير) لان البيانات المدخلة لا تظهر في الإخراج إلا بعد نبضة تزامن واحدة ، و للقلاب Dاستخدام واسع وفي مجالات عدة ويستخدم بكثرة في تخزين البيانات ولذلك يسمى أحيانا (قلاب البيانات)



الرمز المنطقي للقلابD



القلاب D

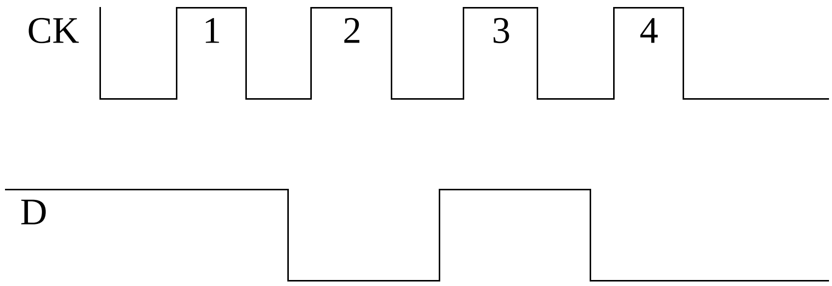
D.FLIP - FLOP				
CK	D	Q	$\overline{Q}$	وضع القلاب
	0	0	1	وضع في الحالة (0)
	1	1	0	وضع في الحالة (1)

جدول الصواب للقلاب (D)

ويظهر لنا من جدول الصواب عمل القلاب D ونتيجة الإخراج التي تعتمد على حالة الإدخال D وتأثير الإدخال CK على عمل القلاب

مثال:

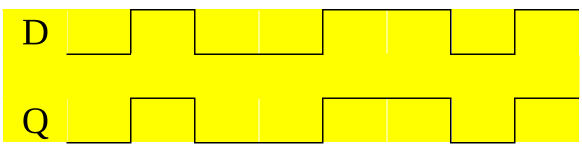
جد قيم الإخراج الطبيعي Q و الإخراج المتمم للموجة التالية



الحل:

CK	D	Q	$\overline{Q}$
1	1	1	0
2	0	0	1
3	1	1	0
4	0	0	1

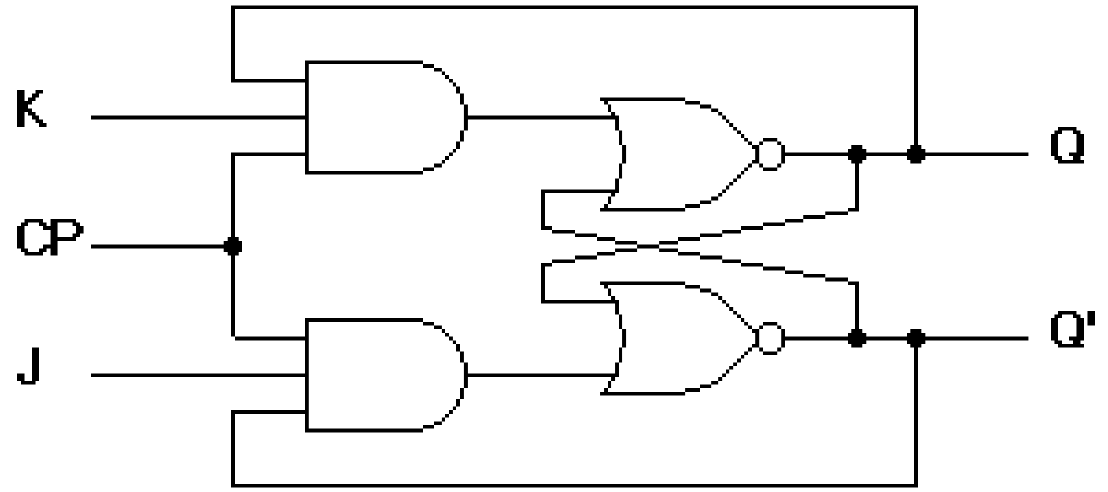
مثال:



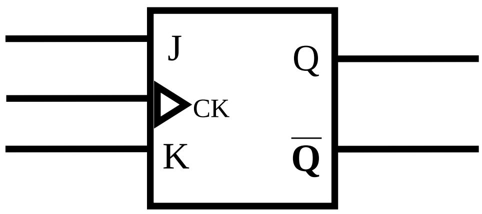
D	Q
1	1
0	0
1	1
1	1
0	0
0	0
1	1
0	0

4-القلاب J-K (J-k – Flip Flop):

قلاب J-K هو صيغة محسنة من قلاب R-S بحيث إن الحالات غير المعرفة في الـR-S تكون معرفة في الـJ-K.الإدخالات J و K تسلك سلوك مماثل لإدخالات S و R في جميع الحالات ألا عندما يكون كلا الادخالان واحد (1) حيث تقلب قيمة القلاب الى متممتها ،أي اذا كانت قيمة الإخراج Q تساوي 1 تقلب إلى 0 والعكس بالعكس.



القلاب J-K المتزامن



الرمز المنطقي للقلاب JK

القلاب JK يتكون من بوابتي (NOR) وبوابتي (AND) كما موضح في الشكل.الإخراج Q يرتبط مع الإدخال K ونبضات الساعةCK ببوابة (AND)، وكذلك الإخراج $\overline{Q}$' يرتبط مع الإدخالJ ونبضات الساعةCK ببوابة (AND) .

وفيما يلي جدول الحقيقة لقلاب JK بأستخدام بوابة (NAND) .

وضع التشغيل	المخرج $\overline{Q}$	المخرج Q	المداخل K	المداخل J	CK
وضع الإمساك (عدم التغير)	$\overline{Q}o$	Qo	0	0	
الوضع غير الفعال	1	0	1	0	
الوضع الفعال	0	1	0	1	
وضع التبديل	Qo	$\overline{Q}o$	1	1	
نبضة الساعة من (0) إلى (1)		Qo الحالة السابقة			

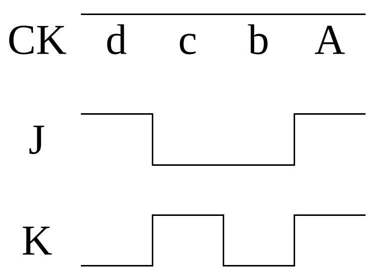
جدول الحقيقة للقلاب J-K المتزامن.

والجدول يوضح الحقيقة لقلاب J-K ويبين السطر الاول حالة امساك او عدم التغيير عندما يكون كلا من J و k مساويا صفر (0)، بينما يبين السطر الثاني من الجدول حالة الخمول او المسح (Reset) او الحالة (0) عندما تكون المداخل (J=0,K=1) مع وصول نبضة التزامن،أما السطر الثالث فيبين الوضع في الحالة الفعالة (Set) للقلاب JK عندما تكون المداخل (J=1,K=0) مع وصول نبضة التزامن.ويبين السطر الرابع حالة هامة من حالات القلاب JK تسمى وضع التبديل (Toggle)، فعندما يكون كل من الدخلين J,K في المستوى المنطقي (1) فأن الخرج Q يتحول الى الحالة العكسية له عندما تصل نبضة التزامن الى المدخلCK .

	$'\overline{j}\,\overline{k}$	$'\overline{j}k$	J K	$j\overline{k}$
$\overline{Q}$	0	0	1	1
Q	1	0	0	1

$$=\overline{Q}J+'Q\overline{k}$$

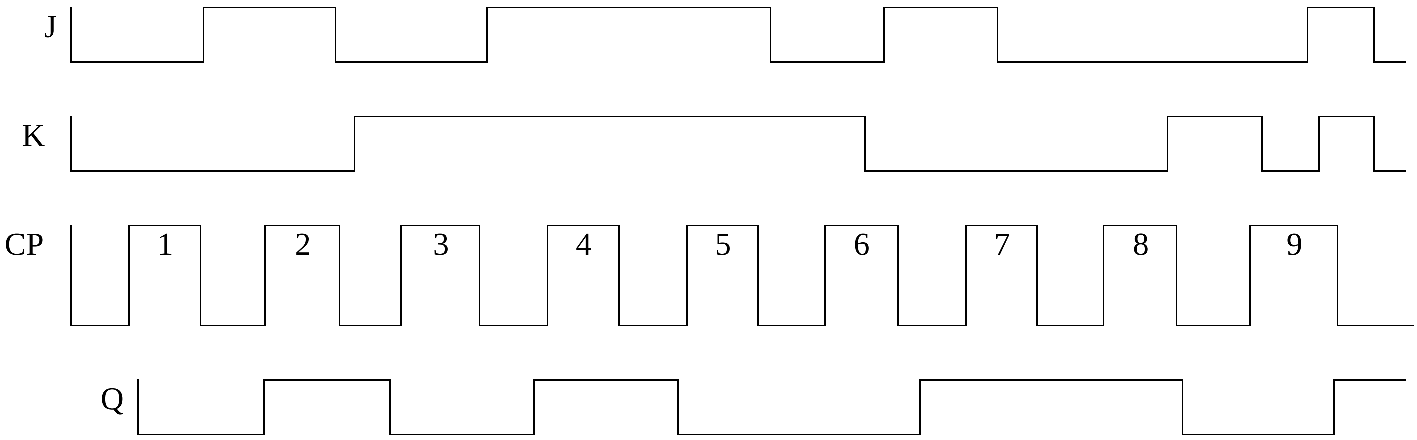
مثال: ارسم شكل نبضات الخرج (Q) لدائرة القلاب J-K وكذلكCK في شكل وافترض ان القلاب يعطي خرج Q=0 قبل وصول اول نبضة تزامن.



CK	J	K	Q	$\overline{Q}$	وضع التشغيل
a	1	1	1	0	وضع التبديل
b	0	0	1	0	وضع الإمساك
c	0	1	0	1	وضع الحالة (0)
d	1	0	1	0	وضع الحالة (1)

- عند وصول نبضة التزامن الأولى، كل من J,K يساوي (1) ولان هذا وضع التبديل فان الخرج Q تحول إلى المستوى (1).
- عند نبضة التزامن الثانية يكون وضع الإمساك أو عدم التغير هو الموجود نظرا لان (J=K=0).
- عند حدوث النبضة الثالثة، يكون (J=0,K=1) وهو وضع (Reset) وبالتالي تكون Q=0.
- عند حدوث النبضة الرابعة،يكون (J=1,K=0) وهو وضع (SET) وعليه يكون Q=1 .
- الوضع (SET) يستمر مع وصول النبضة الخامسة نظرا لعدم تغير J,K وبالتالي يضل الخرج Qعلى الوضع (1) .

مثال:



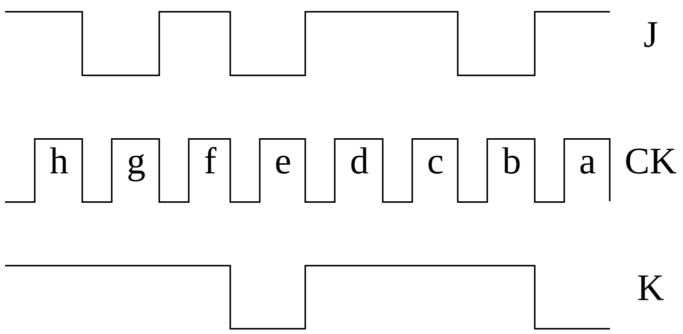
الحل:

CK	J	K	Q	$\overline{Q}$	وضع التشغيل
1	0	0	0	1	وضع الامساك
2	1	0	1	0	وضع الحالة (1)
3	0	1	0	1	وضع الحالة (0)
4	1	1	1	0	وضع التبديل
5	1	1	0	1	وضع التبديل
6	0	1	0	1	وضع الحالة (0)
7	1	0	1	0	وضع الحالة (1)
8	0	0	1	0	وضع الامساك
9	0	1	0	1	وضع الحالة(0)

(بدءا من اليسار)

- نلاحظ في النبضة التزامن (الساعة) 1 كلا من J لو K واطئة (0).
- ونلاحظ في نبضة التزامن 2الادخالان J,K في الحالة الفعالة (SET) أي(J=1,K=0) فتنتقل Q الى حالة الواحد.
- والنبضة 3 تمثل حالة المسح (Reset) أي (J=0,K=1) ، الاخراج Q يمسح (يصفر Reset) يتحول الى الحالة 0.
- في النبضة الرابعة 4 تحدث حالة التبديل أي (J=1,K=1) تبدل قيمة الاخراج Q الى متممتها وفي هذا المثال تصبح 1 .
- كما نلاحظ في النبضة 5 تستمر حالة التبديل لذلك تقلب Q الى متممتها مرة اخرى (0) .

مثال:

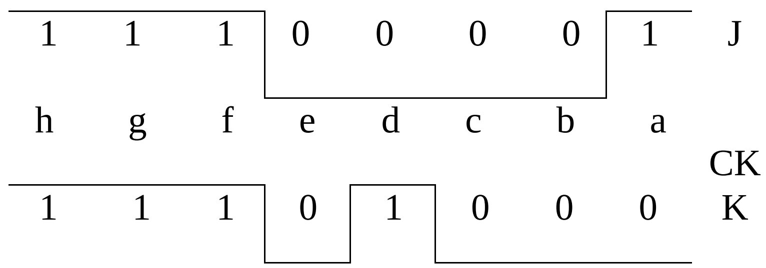


وضع التشغيل	$\overline{Q}$	Q	K	J	CK
وضع الحالة(1)	0	1	0	1	a
وضع الحالة(0)	1	0	1	0	b
وضع التبديل	0	1	1	1	c
وضع التبديل	1	0	1	1	d
وضع الامساك	1	0	0	0	e
وضع التبديل	0	1	1	1	f
وضع الحالة(1)	1	0	1	0	g
وضع التبديل	0	1	1	1	h

مثال: جد قيمة الاخراج الطبيعي Q ومتممتها Q' للنبضات الآتية

الحل:

$\overline{Q}$	Q	K	J	CK
0	1	0	1	A
0	1	0	0	B
0	1	0	0	C
1	0	1	0	D
1	0	0	0	E
0	1	1	1	F
1	0	1	1	G
0	1	1	1	h

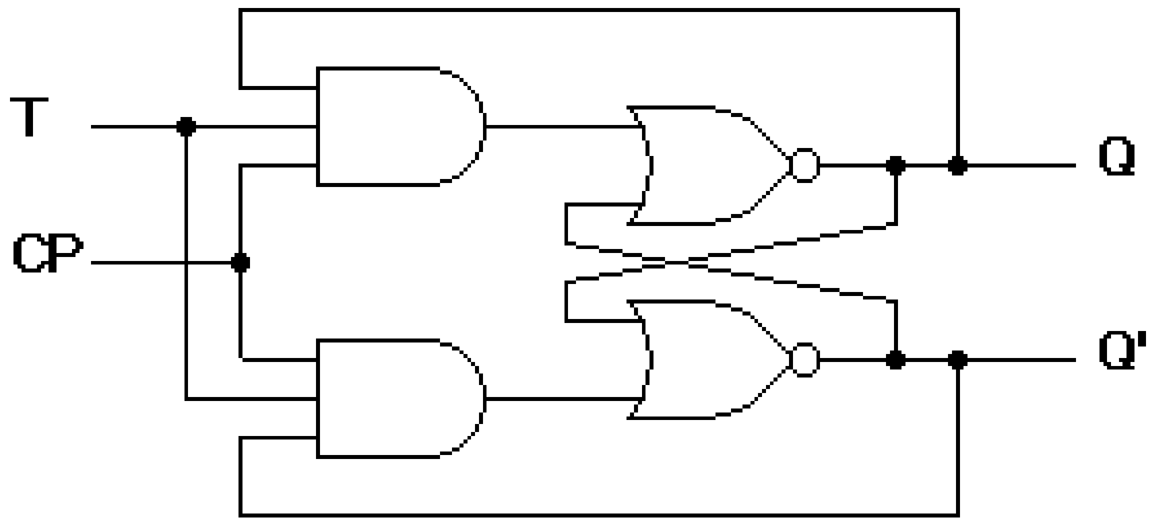


مــلاحـظـة :

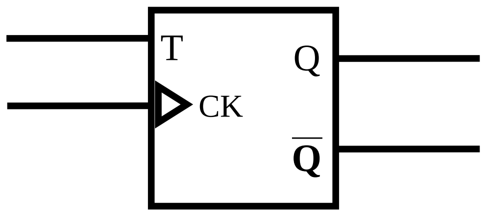
- إذا كان J = K' و نحصل على القلاب D ويكون D=J=K'
- إذا كان J = K = 1 نحصل على القلاب T .

5–القلاب (T) (TOGGLE FF(T-FF)) :

القلاب T هو في الحقيقة نسخة من قلاب JK لكنه بأدخال واحد كما موضح في الشكل، عند ربط كلا الإدخالين في قلاب JK نحصل على قلاب T ، والحرف T جاء من قابلية القلاب على التبديل (TOGGLE) حالته بغض النضر عن حالته الاصلية ، القلاب يتمم الاخراجات عندما تظهر نبضات الساعة و تكون T=1، وهو يعتبر مقسم للتردد،كذلك يمكن إضافة مداخل غير متزامنة RR, CLP والشكل يوضح كيفية بناء قلاب T من قلاب JK.



القلاب Toggle (T)



الرمز المنطقي للقلاب T

	جدول الصواب		
CK	D	Q	$\overline{Q}$
	0	لا تتغير	
	1	تبديل	

إعداد

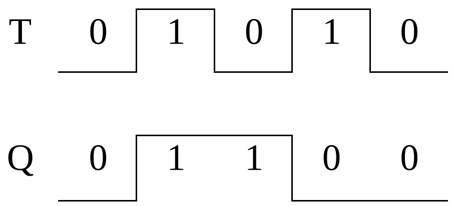
Q	T	$\overline{Q}$
0	**0**	**0**
0	**1**	**1**
1	**0**	**1**
1	**1**	**0**

	$\overline{T}$	T
$\overline{Q}$	0	1
Q	1	0

$\overline{T} \oplus Q$

مثال:

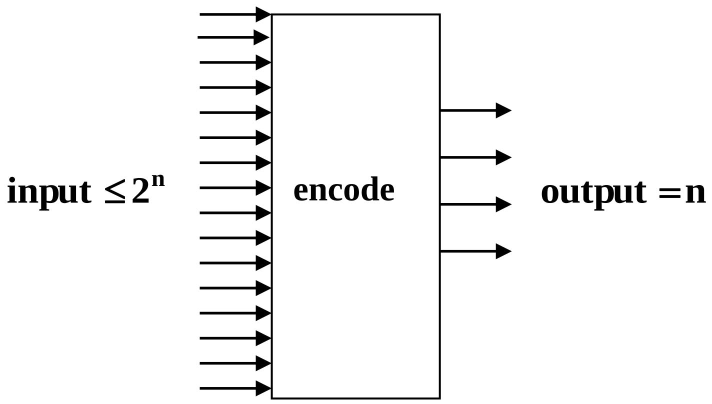
الادخال Q	T	الاخراج Q	$\overline{Q}$
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1
0	0	0	1



❖ **لاحظ ان القلاب T هو اجراء عملية XOR على (الادخال T واخراج الحالة السابقةQ) ليكون ناتج العملية الاخراج الحالي**

المشفر (chip) Encoder

هي عبارة عن دائرة منطقية متكاملة يستقبل مجموعة من الايعازات وله مجموعة من الاخراجات.



ويتقبل البيانات العشرية والثمانية (decimal or octal) و الاخراجات إما binary (ثنائي) أو BCD .

مثال: ادخال الاعداد العشرية (0,9)

الحل.:

Input										Output				
D_0	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7	D_8	D_9	b_3	b_2	b_1	b_0	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	5
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	6
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	7
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	9

$$b_3 = D_8 + D_9$$

$$b_2 = D_4 + D_5 + D_6 + D_7$$

$$b_1 = D_2 + D_3 + D_6 + D_7$$

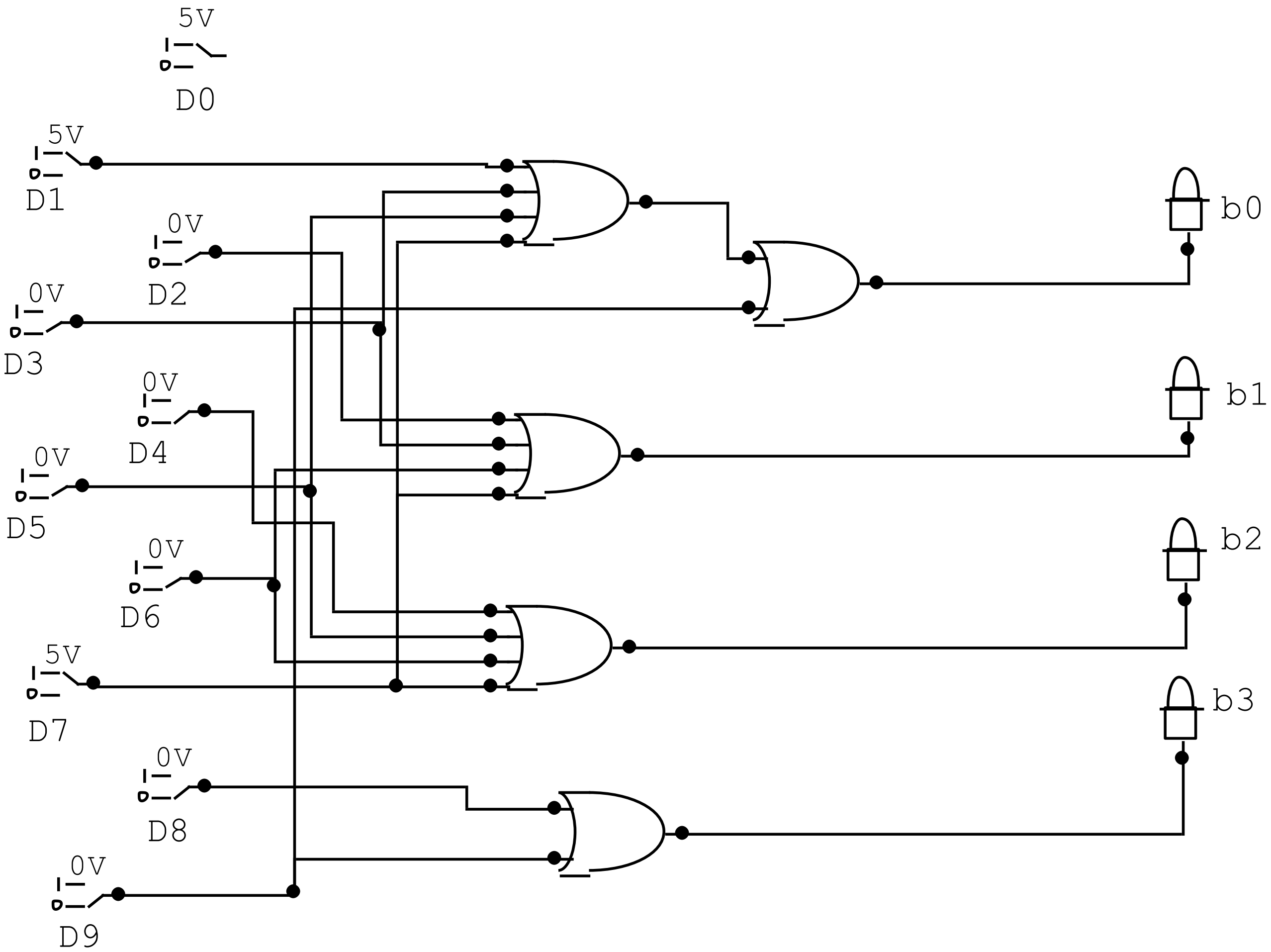
$$b_0 = D_1 + D_3 + D_5 + D_7 + D_9$$

ملاحظة:

1- أي بمعنا ناخذ كل (1) الذي ظهر في b ونعيده على أي من D التي تم الخروج منها.

2- نبدأ من D_1 لان D_0 لا تضيء المصباح.

3- الادخالات أي عند مدخلات تقع بين 9 و16 ادخال يكون الاخراج 4.

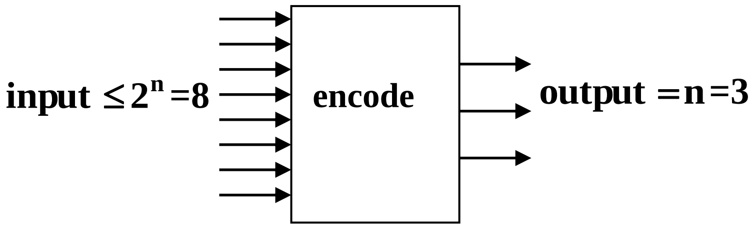


مشفر الاعداد العشرية

(تحويل من BCD الى Binary باستخدام المشفر)

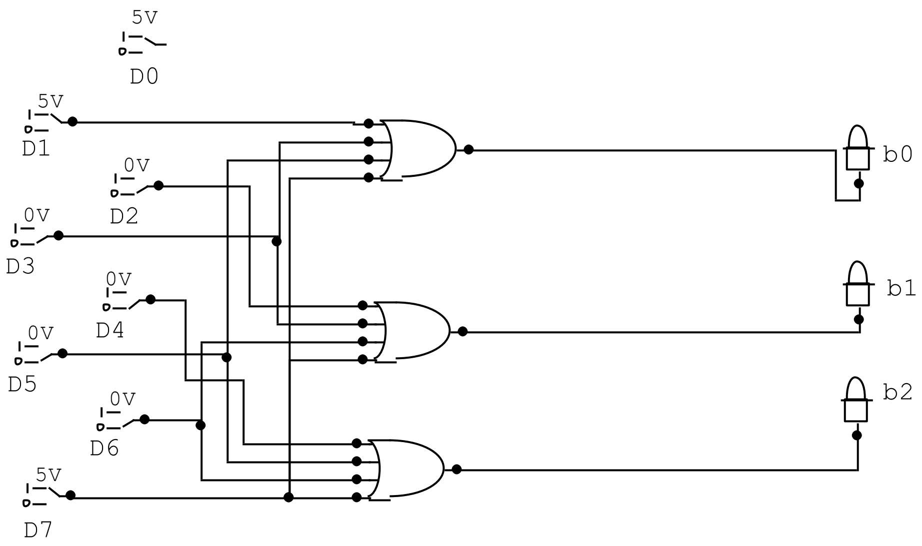
مثال: حول من Octal الى Binary :

الحل:.



Input								Output			
D_0	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7	b_2	b_1	b_0	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2
0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	4
0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	5
0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	6
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	7

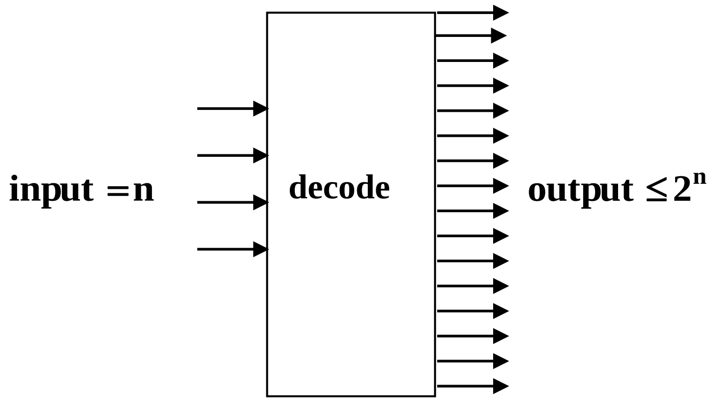
$$b_2 = D_4 + D_5 + D_6 + D_7$$
$$b_1 = D_2 + D_3 + D_6 + D_7$$
$$b_0 = D_1 + D_3 + D_5 + D_7$$



تحويل من Octal الى Binary باستخدام المشفر

المحلل Decoder

هي عبارة عن دائرة منطقية متكاملة يستقبل مجموعة من الايعازات وله مجموعة من الاخراجات.



مثال: التحويل من Binary الى decimal.

الحل:.

Input				mintrem	Output										
A	B	C	D												
b_3	b_2	b_1	b_0		D_0	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7	D_8	D_9	
0	0	0	0	$\bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D}$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	$\bar{A}\bar{B}\bar{C}D$	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	$\bar{A}\bar{B}C\bar{D}$	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
0	0	1	1	$\bar{A}\bar{B}CD$	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
0	1	0	0	$\bar{A}B\bar{C}\bar{D}$	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4
0	1	0	1	$\bar{A}B\bar{C}D$	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5
0	1	1	0	$\bar{A}BC\bar{D}$	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	6
0	1	1	1	$\bar{A}BCD$	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7
1	0	0	0	$A\bar{B}\bar{C}\bar{D}$	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	8
1	0	0	1	$A\bar{B}\bar{C}D$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9

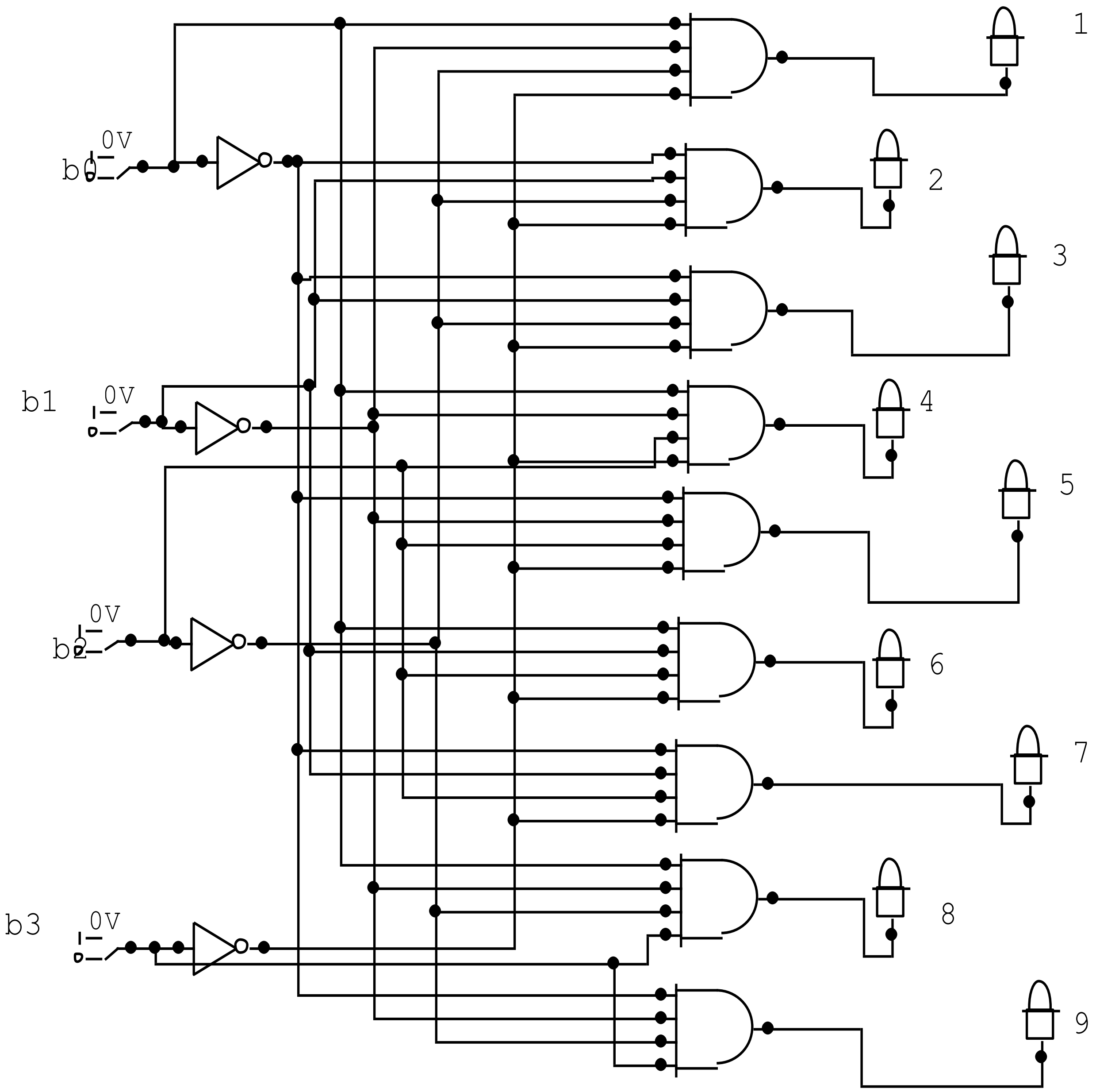
$\bar{A}\bar{B}\bar{C}D, \bar{A}\bar{B}C\bar{D}, \bar{A}\bar{B}CD, \bar{A}B\bar{C}\bar{D}, \bar{A}B\bar{C}D, \bar{A}BC\bar{D}, \bar{A}BCD, A\bar{B}\bar{C}\bar{D},$
$A\bar{B}\bar{C}D$

ملاحظة:عند كتابة البوابات نبدأ بالادخالات من اسفل الورقة

الاخراجات $\bar{A}B\bar{C}\bar{D}$ $A\bar{B}\bar{C}D,$ $A\bar{B}\bar{C}\bar{D},$ $\bar{A}BCD,$ $\bar{A}BC\bar{D},$ $\bar{A}B\bar{C}D,$

$\bar{A}\bar{B}\bar{C}D,$ $\bar{A}\bar{B}CD,$ $\bar{A}B\bar{C}\bar{D},$

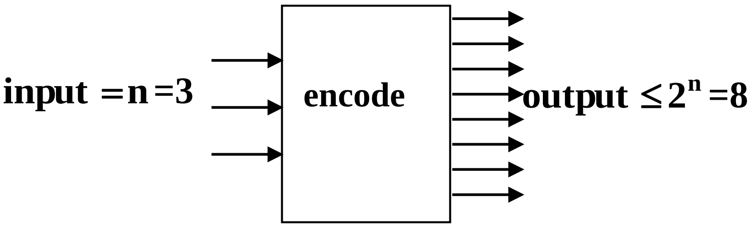
استخدمنا طريقة ال midterm وذلك لان عند فتح أي ادخال سوف تضيء جميع المصابيح وعند استخدام ال Decoder نتبع هذه الطريقة ونستخدم بوابات AND.



(تحويل من Binary الى decimal باستخدام المحلل)

مثال: حول من Binary الى Octal:

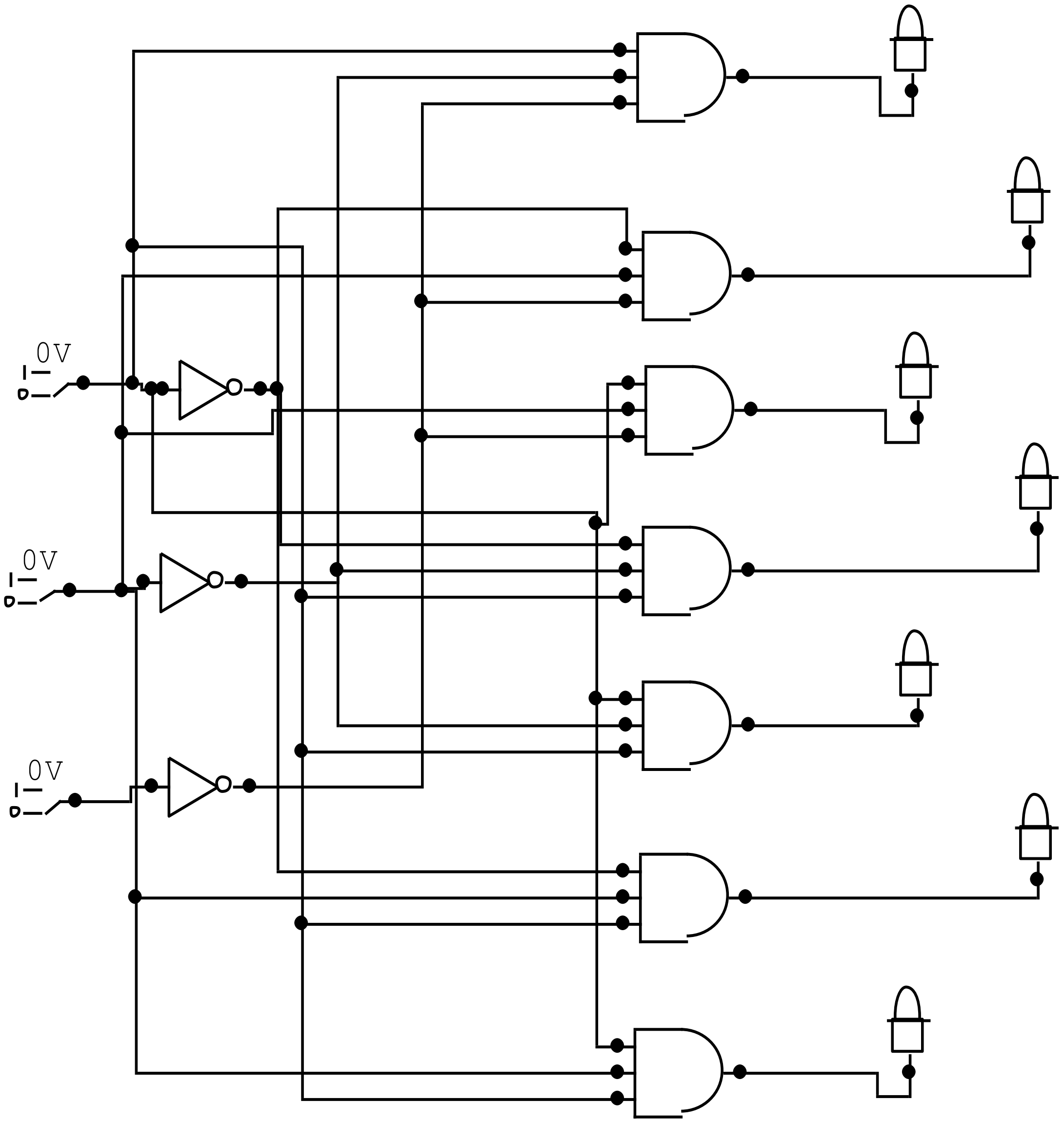
الحل.:



Input			mintrem	Output								
A	B	C										
b_2	b_1	b_0		D_0	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7	
0	0	0	$\bar{A}\bar{B}\bar{C}$	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	$\bar{A}\bar{B}C$	0	1	0	0	0	0	0	0	1
0	1	0	$\bar{A}B\bar{C}$	0	0	1	0	0	0	0	0	2
0	1	1	$\bar{A}BC$	0	0	0	1	0	0	0	0	3
1	0	0	$A\bar{B}\bar{C}$	0	0	0	0	1	0	0	0	4
1	0	1	$A\bar{B}C$	0	0	0	0	0	1	0	0	5
1	1	0	$AB\bar{C}$	0	0	0	0	0	0	1	0	6
1	1	1	ABC	0	0	0	0	0	0	0	1	7

الاخراجات:

$$\bar{A}\bar{B}C\ ,\bar{A}B\bar{C}\ ,\bar{A}BC\ ,A\bar{B}\bar{C}\ ,A\bar{B}C\ ,AB\bar{C}\ ,ABC$$



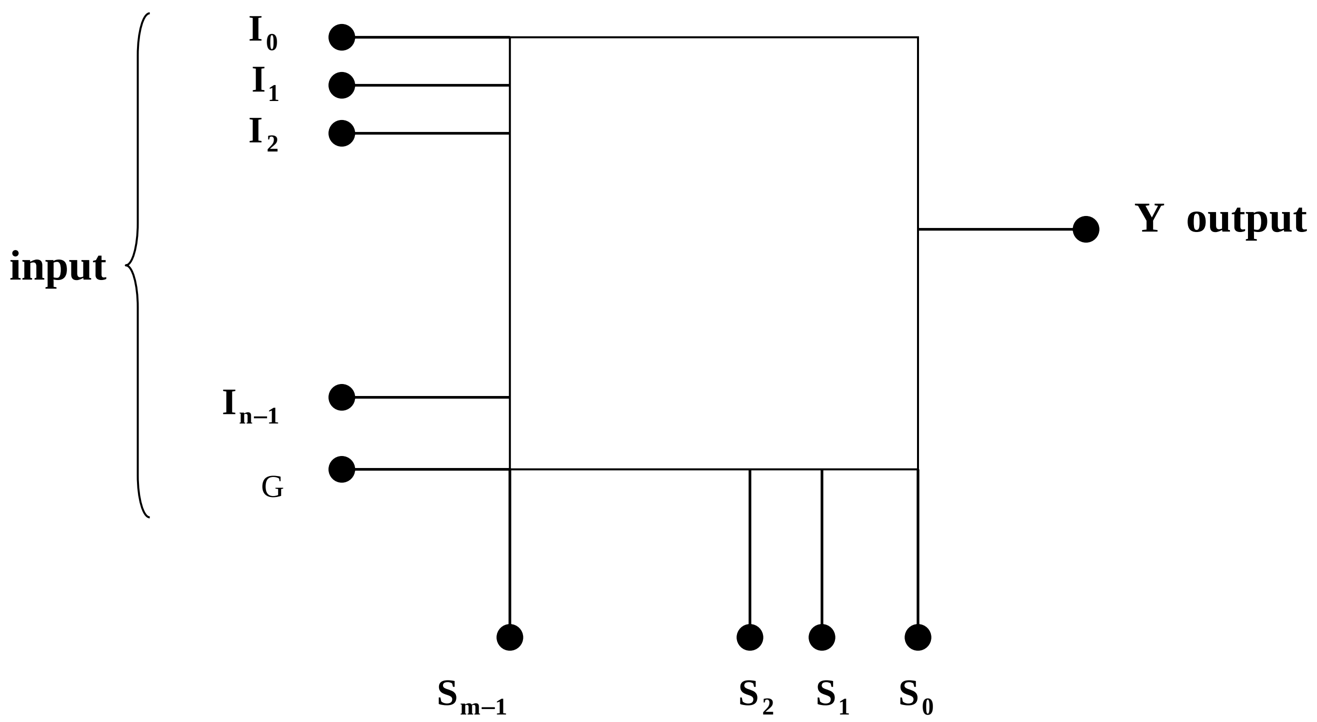
تحويل من Binary الى Octal باستخدام المحلل

الموزعات واستعمالاتها في تصميم الائتلاف:

Multiplexers and their use in combinational logic design:

الموزع multiplexer:

عبارة عن دائرة ائتلافية خاصة تعتبر واحدة من اوسع الدوائر القياسية استعمالا في التصميم الرقمي.الموزع او مختار البيانات (data selector)هو دائرة منطق تخرج اخراج واحد لمداخل متعددة وباخراج مفرد. يسيطر على الادخال المختار عن طريق مجموعة من الاختيارات يبين الشكل التالي مخططا مرحليا (blook diagram) لموزع ذي عدد خطوط ادخال(n) وخط اخراج واحد.



مخطط مرحلي لموزع رقمي

الاختيار اخراج واحد لعدد (N) من الادخالات لرابطة الى الاخراجات، يتطلب الاخر مجموعة من ادخالات الاختيار عددها (m) حيث 2^m=n وبالاعتماد على الرمز الرقمي المسلط على ادخال الاختيار سيتم اختيار اخراج واحد لمصادر البيانات (n) (data) ثم يرسل الى قناه اخراج واحدة،عادة يدمج ادخال محول (g) (strobe input) مقيد بالتعاقب (cascading) ويكون على الاغلب واطئا فعالا (active-low) وهو يؤدي عمله المطلوب عندما يكون واطئا(low).

جدول الحقيقة (trouth tabl) لموزع بـ(1 : 4):

select input		output
S_1	S_0	y
0	0	I_0
0	1	I_1
1	0	I_2
1	1	I_3

يمكن تعبير الاخراج (Y)

$$y = \bar{S}_1\bar{S}_0 I_0 + \bar{S}_1 S_0 I_1 + S_1\bar{S}_0 I_2 + S_1 S_0 I_3$$

رسم

تصميم المنطق الائتلافي باستعمال الموزعات:

Combinational Logic Design Using Multiplexer

تكون دالة التوزيع ملائمة الاستعمال كعنصر منطق في تصميم دوائر الائتلاف الجدول

استعمال الموزعات يزودنا بالفوائد الاتية:

1-يغنينا عن الحاجة الى تبسيط العبارة المنطقية.

2-تقليص عبوة الدائرة المتكاملة.

3-يبسط تصميم المنطع.

لاجل استخدام الموزع كعنصر منطق يجب ان نحصل على جدول الحقيقة او احدى الصيغ الاساسية للعبارة المنطقية وفيما يلي الخطوات المتبعة للتصميم:

1-حدود الرقم العشري المناظر للحد الادنى في كل تعبير ويجب ربط خطوط الادخال المطابقة لهذه الارقام الى المستوى منطق(1)

2-يجب ربط كل خطوط الادخال الباقية الى مستوى منطق(5).

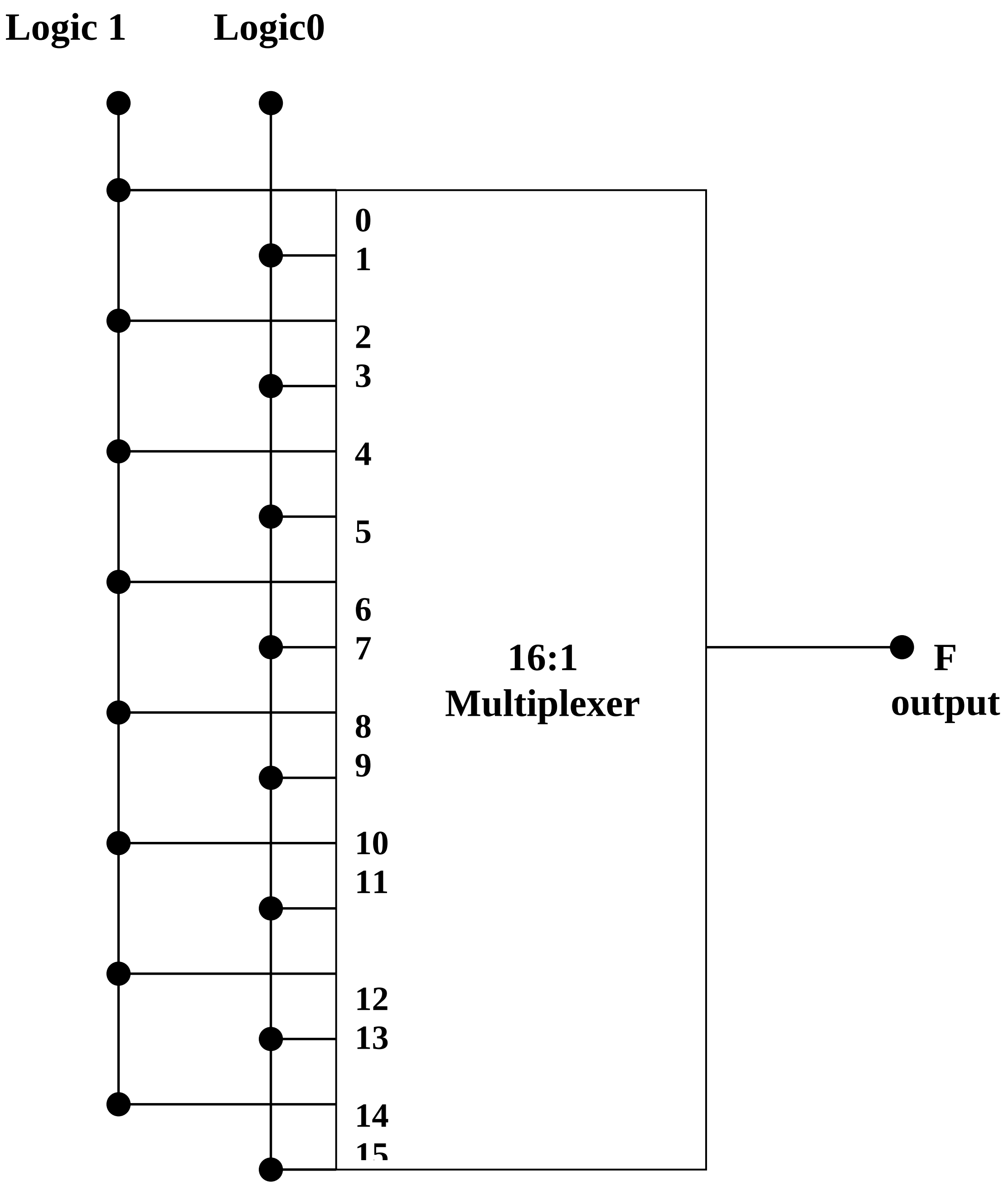
3-يجب تسليط الادخالات الى ادخالات الاختيار.

مثال:حقق العبارة الاتية:

$$f(A,B,C,D) = \sum m(0,2,3,6,8,9,12,14)$$

الحل:

بما ان هناك اربعة متغيرات لذلك سنحتاج الى موزع باربعة ادخالات اختيار تربط دائرة مقابل (1 :16) لتحقيق العبارة اعلاه وكما مبين في الشكل ادناه يتطلب هذا التحقيق عبوة دائرة متكاملة واحدة.


Logic 1
Logic0
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16:1
Multiplexer
F
output

Input				Output	
A	*B*	*C*	*D*	*Y*	
0	*0*	*0*	*0*	*0*	**0**
0	*0*	*0*	*1*	*0*	
0	*0*	*1*	*0*	*1*	$\overline{D}$
0	*0*	*1*	*1*	*0*	
0	*1*	*0*	*0*	*1*	$\overline{D}$
0	*1*	*0*	*1*	*0*	
0	*1*	*1*	*0*	*1*	**1**
0	*1*	*1*	*1*	*1*	
1	*0*	*0*	*0*	*0*	**D**
1	*0*	*0*	*1*	*1*	
1	*0*	*1*	*0*	*1*	**1**
1	*0*	*1*	*1*	*1*	
1	*1*	*0*	*0*	*1*	$\overline{D}$
1	*1*	*0*	*1*	*0*	
1	*1*	*1*	*0*	*0*	**D**
1	*1*	*1*	*1*	*1*	

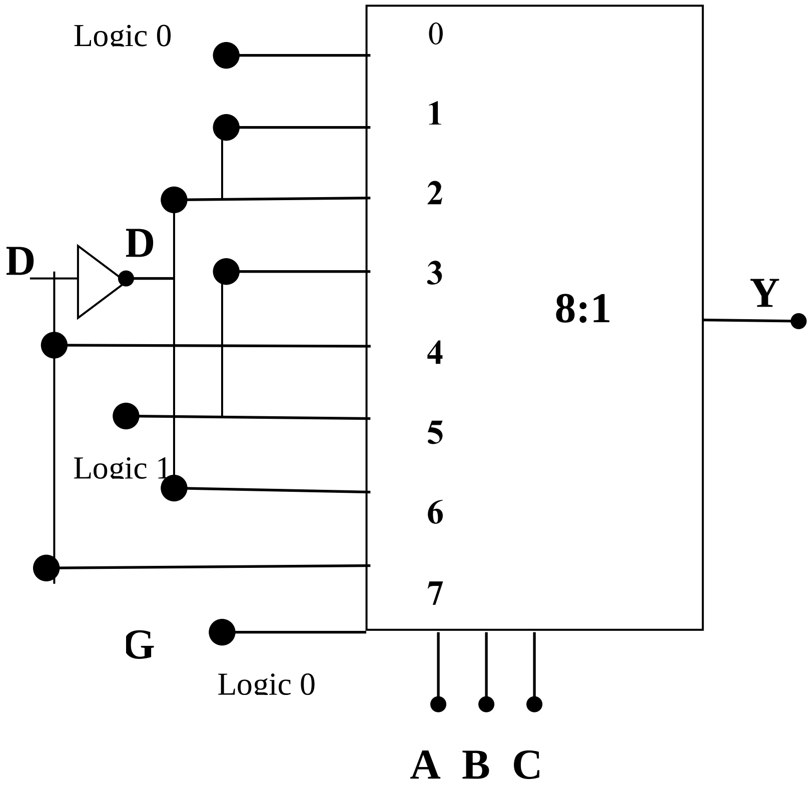
الحل الطريقة الاولى:

يمكن تحقيق ذلك باستعمال الطرق السابقة في التصميم أي ربط خطوط الادخال(2 ،4، 6، 7، 9، 10، 11، 12، 15) لى منطق (1) وخطوط الادخال (0، 1، 3، 5، 8، 13، 14)الى منطق(0)،

الطريقة الثانية:

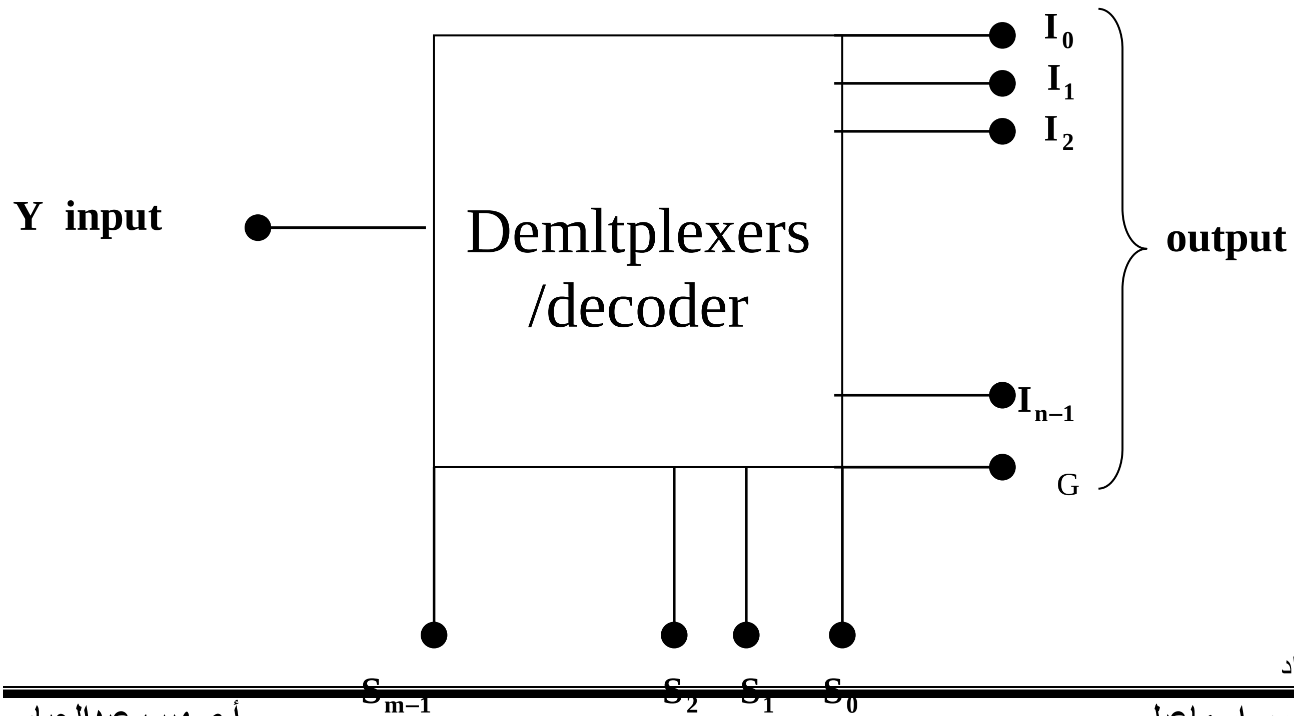
يمكن تحقيق جدول الواقع او عبارة منطق اربعة متغيرات باستعمال موزع ذو (1 : 8) بدلا من موزع (1 : 16) من ذلك نجزئ جدول الحقيقة كما مبين بالخطوط المنقطة في الجدول السابق وهنا يجب ربط الادخالات(A , B, C)الى ادخالات الاختبار (S_0 S_1 S_2)و بالترتيب ومن هنا نستنتج العلاقة بين الادخال (D) والاخراج (Y) كل مجموعة من صفين ،وهناك اربعة احتمالات لقيمة y وهي ($\overline{D}$,D,1,0)وهي مبينة بالجدول ادناه ومن هذا الجدول نلاحظ الاخراج (Y) لكل ائتلاف من (A,B,C) ومن ثم نقوم بالربط طبقا لذلك الشكل الذي يبين تحقيقا لهذه الدالة باستعمال موزع (8:1).

Input			Output
A	*B*	*C*	*Y*
0	*0*	*0*	**0**
0	*0*	*1*	$\overline{D}$
0	*1*	*0*	$\overline{D}$
0	*1*	*1*	**1**
1	*0*	*0*	**D**
1	*0*	*1*	**1**
1	*1*	*0*	$\overline{D}$
1	*1*	*1*	**D**



اللاموزعات:

تقوم اللاموزعات بعكس عمل الموزعات فهي تتقبل ادخالا واحدا وتوزعه الى عدة اخراجات كماهو مبين في الشكل ادناه المخطط المرحلي للاموزعات.



ان رمز الادخال المختار يحدد الى أي اخراج ستنتقل بيانات الادخال . يكون عدد خطوط الاخراج (n) وعدد خطوط الاختبار(m) حيث ($n = 2^m$) ويمكن استعمال هذه الدائرة كحلال ثنائي الى عشري وبادخالات ثنائية تسلط عند خطوط ادخال الاختبار سنحصل على الاخراج عند الخط المناظر.

يجب ربط ادخال البيانات الى مستور منطق(1)

التمثيلات القياسية لدوال المنطق

Standard Representation for Logical

يعبر عن دوال المنطق بدلالة متغيرات المنطق إن القيم المفترضة من قبل دوال المنطق وكذلك متغيرات المنطق تكون في صيغتها الثنائية.ويمكن التعبير عن أي دالة منطق باستخدام الصيغ التالية

1- صيغة مجموع النتاجات (sop) وهي مختصر sum of product أي مجموع المضروبات

$$\left.\begin{matrix} ab \\ cd \end{matrix}\right\} ab + cd$$

2- صيغة نتائج المجاميع (pos) مضروب المجاميع Product of sum

ويدعى كل مصطلح منفرد بصيغة sop القياسية بالحد الأصغر (minterm) وفي صيغة pos القياسية بالحد الأكبر(maxterm)

مثال:

لتكن لدينا دائرة تتكون من ثلاث متغيرات وهي x,y,z وان f نفترض أنها تكون موجودة أي معطاة في السؤال مع قيم المتغيرات f هي النتيجة التي نعتمد عليها لإيجاد (mint) و (maxt)

ملاحظة مهمة:

عندما f=1 فنضع القيم في جدول mint أما عندما f=0 فنضع القيم في جدول maxt

لإيجاد minterm نقول

أن العنصر الذي نتيجته 1 هو العنصر نفسه مثل العنصر A=1 فهو A فقط أما العنصر الذي نتيجته 0 هو متمم العنصر مثل العنصر A=0 فهو $\overline{A}$ نضع له متمم.

لإيجاد maxterm نقول

إن العنصر الذي نتيجته 0 هو العنصر نفسه مثل العنصر A=0 فهو A فقط أما العنصر الذي نتيجته 1 هو متمم العنصر مثل العنصر A=1 فهو $\overline{A}$ فنضع له متمم.

input output

x	y	z	f	mint	maxt
0	0	0	0		x+y+z
0	0	1	1	$\bar{x}\,\bar{y}z$	
0	1	0	1	$\bar{x}\,y\,\bar{z}$	
0	1	1	0		$x+\bar{y}+\bar{z}$
1	0	0	0		$\bar{x}+y+z$
1	0	1	0		$\bar{x}+y+\bar{z}$
1	1	0	1	$x\,y\,\bar{z}$	
1	1	1	0		$\bar{x}+\bar{y}+\bar{z}$

التركيز على 1

التركيز على 0

$$\text{Pos}=(x+y+z)(x+\bar{y}+\bar{z})(\bar{x}+y+z)(\bar{x}+y+\bar{z})(\bar{x}+\bar{y}+\bar{z})$$

$$M_0\ M_3\ M_4\ M_5\ M_7$$

maxterm $\Pi(0,3,4,5,7)$

$$\text{Sop}=\bar{x}\,\bar{y}z+\bar{x}\,y\,\bar{z}+x\,y\,\bar{z}$$

$$=m_1+m_2+m_6$$

minterm $=\sum m(1,2,6)$

ملاحظة مهمة:

عندما f=1 فنضع القيم في جدول mint أما عندما f=0 فنضع القيم في جدول maxt

تحويل صيغة (SOP) الى صيغة (SOP) القياسية

يمكن تحويل صيغة (Sop) إلى صيغة (Sop) القياسية   بإجراء عملية (و)(and) على الحدود الموجودة في التعبير مع الحدود المتكونة من إجراء عملية (او)(or) للمتغيرات ومتمماتها التي لم تكن في الحد الأصلي .

مثال حول المعادلة الآتية إلى صيغة (sop) القياسية

$$Y = AB + A\overline{C} + BC$$

الحل :-

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

$$= ABC + AB\overline{C} + AB\overline{C} + A\overline{B}\,\overline{C} + ABC + \overline{A}BC$$

$$= ABC + AB\overline{C} + A\overline{B}\,\overline{C} + \overline{A}BC$$

تحويل صيغة (POS) الى صيغة (POS) القياسية

وبنفس الطريقة يمكن تحويل صيغة (pos) إلى صيغتها القياسية بإجراء عملية (او)(OR) على الحدود الموجودة في التعبير مع الحدود المتكونة من إجراء عملية (و) (and) للمتغير ومتممه الذي لا يكون موجودا في التعبير الأصلي مثال على ذلك ،

مثال: حول المعادلة الى صيغة (POS) القياسية

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

الحل :-

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

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

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

مثال : من المعادلة التالية $X = \overline{A.(\bar{B} + C)}$ جد: 1- جدول الحقيقة 2- minterm & maxterm

3-معادلة SOP و POS 4- ارسم المعادلة اعلاه بشكل دائرة منطقية

الحل: يتم اولا تحويل المعادلة الى شكل قياسي

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

$$X = \bar{A} + \overline{(\bar{B} + C)}$$

$$X = \bar{A} + \bar{\bar{B}}.\bar{C}$$

$$X = \bar{A} + B\bar{C}$$

$$X = \bar{A}.1.1 + B\bar{C}.1$$

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

$$X = (\bar{A}B + \bar{A}\bar{B})(C + \bar{C}) + AB\bar{C} + \bar{A}B\bar{C}$$

$$X = \bar{A}BC + \underline{\bar{A}B\bar{C}} + \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}\bar{B}\bar{C} + AB\bar{C} + \underline{\bar{A}B\bar{C}}$$

مكرر

$$X = \underbrace{\bar{A}BC}_{011} + \underbrace{\bar{A}B\bar{C}}_{010} + \underbrace{\bar{A}\bar{B}C}_{001} + \underbrace{\bar{A}\bar{B}\bar{C}}_{000} + \underbrace{AB\bar{C}}_{110}$$

3 2 1 0 6

معادلة SOP
التركيز على 1

قيمة الاخراج X
عند هذه المواقع = 1

input

	A	B	C	X	minterm	maxterm
0	0	0	0	1	$\bar{A}\bar{B}\bar{C}$	
1	0	0	1	1	$\bar{A}\bar{B}C$	
2	0	1	0	1	$\bar{A}B\bar{C}$	
3	0	1	1	1	$\bar{A}BC$	
4	1	0	0	0		$(\bar{A}+B+C)$
5	1	0	1	0		$(\bar{A}+B+\bar{C})$
6	1	1	0	1	$AB\bar{C}$	
7	1	1	1	0		$(\bar{A}+\bar{B}+\bar{C})$

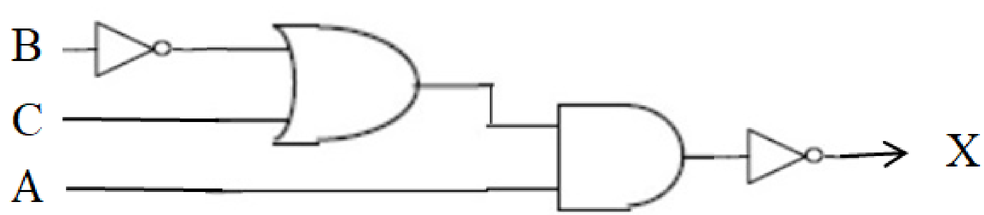
$$POS = (\bar{A}+B+C)(\bar{A}+B+\bar{C})(\bar{A}+\bar{B}+\bar{C})$$

POS = π M (4, 5, 7)

$$SOP = \bar{A}BC + \bar{A}B\bar{C} + \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}\bar{B}\bar{C} + AB\bar{C}$$

SOP = ∑m (0,1,2,3,6)

رسم المعادلة التالية : $X = \overline{A.(\bar{B}+C)}$



مثال : من المعادلة التالية $F=(A+\bar{B})(B+C)(A+\bar{C})$ جد: 1- جدول الحقيقة 2- minterm & maxterm

3-معادلة SOP و POS 4- ارسم المعادلة اعلاه بشكل دائرة منطقية

الحل: يتم اولا تحويل المعادلة الى شكل قياسي

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

$$F=(A+\bar{B}+0)(B+C+0)(A+\bar{C}+0)$$

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

ترتيب الادخالات

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

مكرر

$$F=(A+\bar{B}+C)\underline{(A+\bar{B}+\bar{C})}(A+B+C)(\bar{A}+B+C)(A+B+\bar{C})\underline{(A+\bar{B}+\bar{C})}$$

$$F=\underbrace{(A+\bar{B}+C)}_{\substack{0\ 1\ 0\\ 2}}\underbrace{(A+\bar{B}+\bar{C})}_{\substack{0\ 1\ 1\\ 3}}\underbrace{(A+B+C)}_{\substack{0\ 0\ 0\\ 0}}\underbrace{(\bar{A}+B+C)}_{\substack{1\ 0\ 0\\ 4}}\underbrace{(A+B+\bar{C})}_{\substack{0\ 0\ 1\\ 1}}$$

معادلة POS
التركيز على 0

قيمة الاخراج F
عند هذه المواقع = 0

input

	A	B	C	F	minterm	maxterm
0	0	0	0	0		$(A+B+C)$
1	0	0	1	0		$(A+B+\bar{C})$
2	0	1	0	0		$(A+\bar{B}+C)$
3	0	1	1	0		$(A+\bar{B}+\bar{C})$
4	1	0	0	0		$(\bar{A}+B+C)$
5	1	0	1	1	$A\bar{B}C$	
6	1	1	0	1	$AB\bar{C}$	
7	1	1	1	1	ABC	

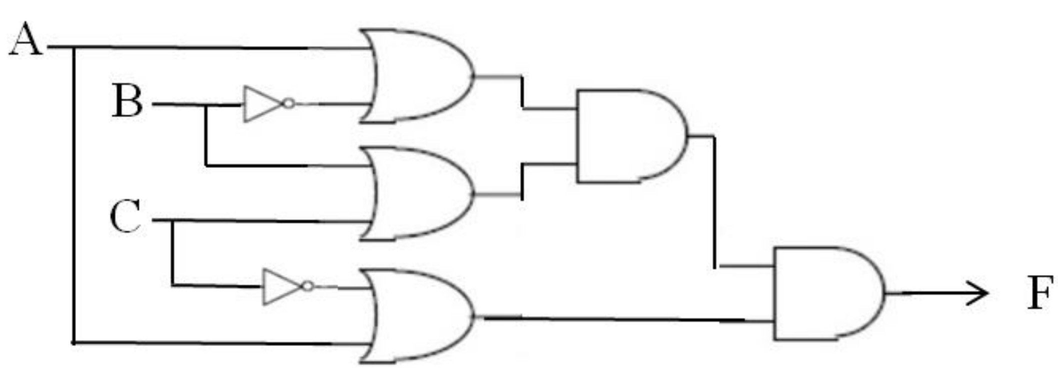
$$POS = (A+\bar{B}+C)(A+\bar{B}+\bar{C})(A+B+C)(\bar{A}+B+C)(A+B+\bar{C})$$

POS = π M (0,1,2,3,4)

$$SOP = A\bar{B}C + AB\bar{C} + ABC$$

SOP = ∑m (5,6,7)

رسم المعادلة التالية : $F = (A+\bar{B})(B+C)(A+\bar{C})$



مثال : من المعادلة التالية $F = (AB + CD)(\bar{A}\bar{B} + \bar{C}\bar{D})$ جد: 1- جدول الحقيقة 2- minterm & maxterm

3-معادلة SOP و POS 4- ارسم المعادلة اعلاه بشكل دائرة منطقية

الحل: يتم اولا تحويل المعادلة الى شكل قياسي

$$F = (AB + CD)(\bar{A}\bar{B} + \bar{C}\bar{D})$$

$$F = \underbrace{A\bar{A}}_{=0}\,\underbrace{B\bar{B}} + \mathrm{AB}\bar{C}\bar{D} + \bar{A}\bar{B}CD + \underbrace{C\bar{C}}_{=0}\,\underbrace{D\bar{D}}$$

$$F = \underbrace{\mathrm{AB}\bar{C}\bar{D}}_{1100} + \underbrace{\bar{A}\bar{B}CD}_{0011}$$

1100 → 12

0011 → 3

معادلة SOP قياسية
التركيز على 1

قيمة الاخراج F
عند هذه المواقع = 1

input

	A	B	C	D	F	minterm	maxterm
0	0	0	0	0	0		$(A+B+C+D)$
1	0	0	0	1	0		$(A+B+C+\bar{D})$
2	0	0	1	0	0		$(A+B+\bar{C}+D)$
3	0	0	1	1	1	$\bar{A}\bar{B}CD$	
4	0	1	0	0	0		$(A+\bar{B}+C+D)$
5	0	1	0	1	0		$(A+\bar{B}+C+\bar{D})$
6	0	1	1	0	0		$(A+\bar{B}+\bar{C}+D)$
7	0	1	1	1	0		$(A+\bar{B}+\bar{C}+\bar{D})$
8	1	0	0	0	0		$(\bar{A}+B+C+D)$
9	1	0	0	1	0		$(\bar{A}+B+C+\bar{D})$
10	1	0	1	0	0		$(\bar{A}+B+\bar{C}+D)$
11	1	0	1	1	0		$(\bar{A}+B+\bar{C}+\bar{D})$
12	1	1	0	0	1	$AB\bar{C}\bar{D}$	
13	1	1	0	1	0		$(\bar{A}+\bar{B}+C+\bar{D})$
14	1	1	1	0	0		$(\bar{A}+\bar{B}+\bar{C}+D)$
15	1	1	1	1	0		$(\bar{A}+\bar{B}+\bar{C}+\bar{D})$

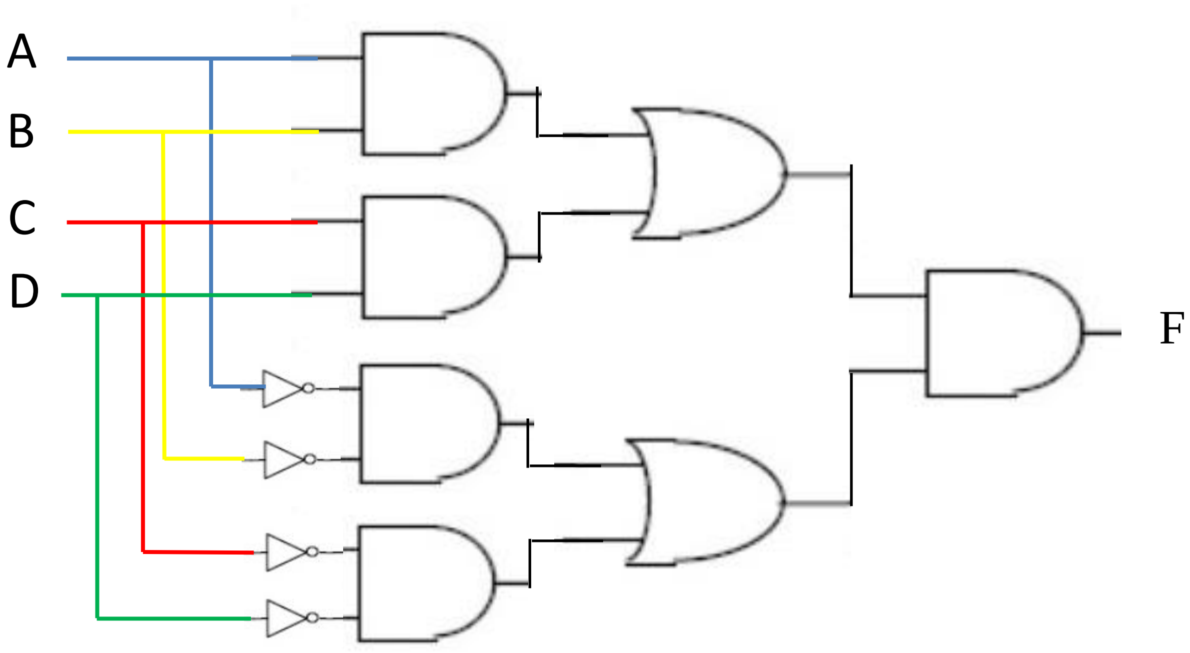
POS= $(A+B+C+D)(A+B+C+\bar{D})$
$(A+B+\bar{C}+D)(A+\bar{B}+C+D)$
$(A+\bar{B}+C+\bar{D})$ $(A+\bar{B}+\bar{C}+D)$ $(A+\bar{B}+\bar{C}+\bar{D})$
$(\bar{A}+B+C+D)$ $(\bar{A}+B+C+\bar{D})$ $(\bar{A}+B+\bar{C}+D)$
$(\bar{A}+B+\bar{C}+\bar{D})$ $(\bar{A}+\bar{B}+C+\bar{D})$ $(\bar{A}+\bar{B}+\bar{C}+D)$
$(\bar{A}+\bar{B}+\bar{C}+\bar{D})$

POS = π M (0,1,2,4,5,6,7,8,9,10,
11,13,14,15)

$SOP = AB\bar{C}\bar{D} + \bar{A}\bar{B}CD$

SOP = ∑m (3,12)

رسم المعادلة التالية : $F = (AB + CD)(\bar{A}\bar{B} + \bar{C}\bar{D})$



مسجلات الإزاحة
Shift register

مقدمة Introduction

تعتبر المسجلات احد أنواع الدوائر المنطقية التعاقبية ،وتستخدم المسجلات عادة لتخزين البيانات .ومن دراستنا للدوائر القلابة وجدنا انه يمكن تخزين رقم ثنائي مفرد(bit) بواسطة دائرة قلابة مفردة .

ومن ثم يمكن توصيل عدد من الدوائر القلابة معا لبناء ما يعرف بالمسجل والذي يستخدم كذاكرة مؤقتة لتخزين كمية صغيرة من البيانات ولفترة زمنية قصيرة وذلك تمهيدا لنقلها كما في مسجلات النقل او العزل(BUFFER REGISTER) أو لإزاحة البيانات إلى اليسار (SHIFT LEFT) او(SHIFT RIGHT) او تحويل البيانات المتوالية (serial data) إلى بيانات متوازية (parallel data) والعكس كما في مسجلات الإزاحة (shift register) .

مسجل الإزاحة: هو مسجل لتخزين البيانات تمهيدا لتحريكها (move) او لإزاحتها (shift) يساراً أو يميناً.

والأنواع الثلاثة الأساسية لمسجلات الإزاحة موضحة في الشكل الأتي وهي:

1. مسجلات إزاحة متوالية المدخل – متولية المخرج (shift register/ serial –in serial out) اختصارها (SISO).
2. مسجلات إزاحة متوالية المدخل– متوازية المخرج(-shift register/ serial –in parallel out)اختصارها(SIPO).
3. مسجلات إزاحة متوازية المدخل– متوالية المخرج(shift register/ parallel -in serial-out) اختصارها (PISO).

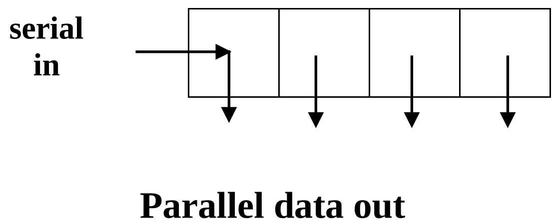
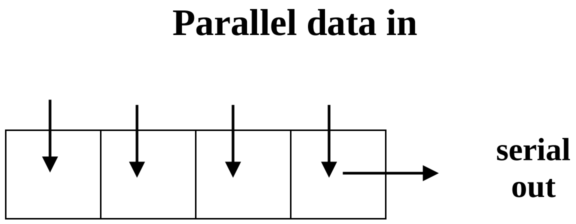
Serial – in serial – out(SISO)shift register

shift Right Shift left

Serial in	⟶	⟶	⟶	⟶	**serial out**	⟵	⟵	⟵	⟵	**Serial in**

Rotat Right **Rotate left**

(A)

serial in parallel out(SIPO)shift register			**parallel in serial out(PISO)shift register**
			

(B)

تصنيف سجلات الإزاحة:

1– مسجلات الإزاحة متوالية المدخل –متوالية المخرج (SISO (shift register/ serial –in serial out:

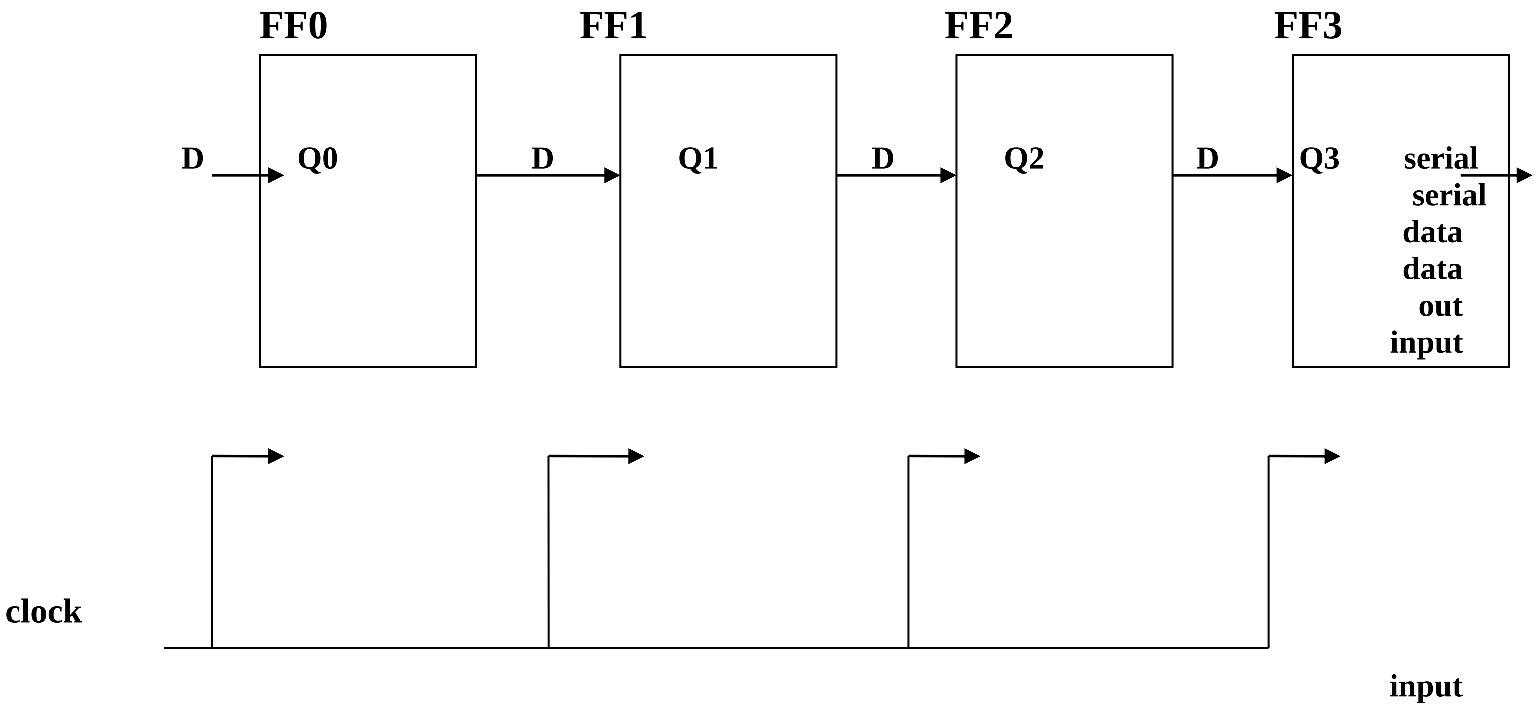
فلنبدأ مع الجدول الآتي والذي يوضح كيفية عمل مسجل الإزاحة، في هذا المثال نجد أن المسجل يحتوي على البيانات(0110)(محتوى ابتدائي) بينما البيانات الخارجية المتوالية (1001) موجودة على دخل المسجل في انتظار حدوث إزاحة لها.

نبضات التزامن	**البيانات المراد تخزينها**	**خرج المسجل**			
clock	**Input**	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4
—	—	0	1	1	0
1st CLK	**1**	1	0	1	1
2st CLK	**0**	0	1	0	1
3st CLK	**0**	0	0	1	0
4st CLK	**1**	1	0	0	1

جدول يوضح كيفية عمل مسجل الإزاحة

بعد نبضة التزامن الأولى (1st clock pulse) البيانات المخزونة بالمسجل سوف يحدث لها إزاحة بمقدار خانة واحدة إلى اليمين وفي نفس الوقت فأن الرقم الأول من البيانات الخارجية المتوالية سوف يحدث لها إزاحة داخل الخانة الأولى من المسجل وبعد نبضة التزامن الثانية(2nd clock pulse) يكون هناك رقمين من الأرقام المخزونة (0110) قد تمت إزاحتها خارج المسجل بينما تم تخزين رقمين من الارقام الخارجية المتوالية (1001) بعد نبضة التزامن الثالثة ثلاث إزاحات في اتجاه اليمين تكون قد تمت وبعد نبضة التزامن الرابعة فان البيانات الأصلية المخزونة(1001) حدث لها إزاحة بالكامل داخل المسجل وهي ألان مخزونة به.

الان نظرية التشغيل الاساسية لمسجل الازاحة قد تم فهمها وسوف نرى كيف يمكن استخدام دوائر القالبات لبناء دائرة مسجل الازاحة .



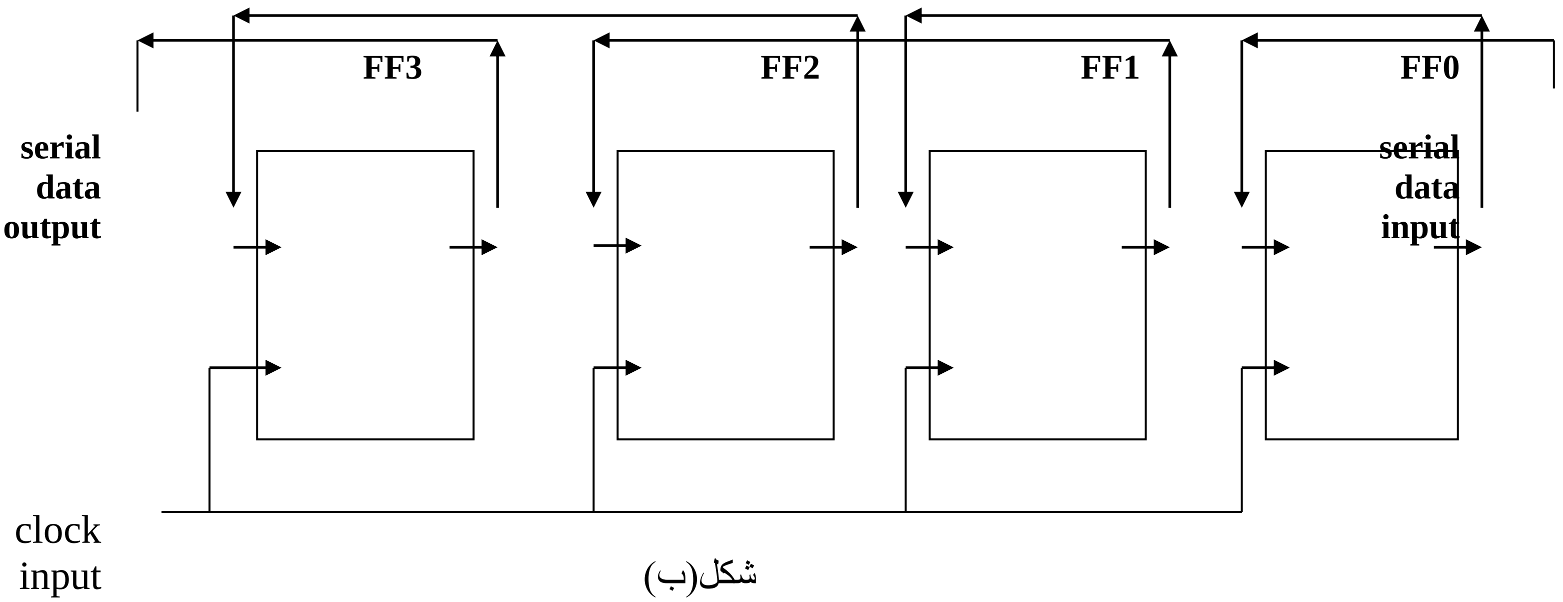
شكل (أ)
(مسجل ازاحة الى اليمين)

الشكل (أ) يوضح مسجل ازاحة مكون من اربع مراحل (4 bits) وذلك باستخدام دائرة القلاب من النوع (D) .
البيانات المتوالية يتم ادخالها الى الطرف (D) لدائرة القلاب الاولى (FF0) وخرج دائرة القلاب الاولى (Q0) يوصل الى الداخل(D)
لدائرة القلاب الثانية (FF1) وخرج دائرة القلاب الثانية (Q1) يوصل الى داخل لدائرة القلاب الثالثة (FF2) وخرج دائرة القلاب
الثالثة(Q2) يوصل الى الداخل لدائرة القلاب الرابعة (FF3) وخرج دائرة القلاب الرابعة يمثل الخرج المتوالي النهائي لدائرة
المسجل المكون من اربع مراحل .

نبضات التزامن (clock input) توضح لحظياً على كل دوائر القلاب ومع كل حافة موجبة من النبضات يتم ازاحة خانة واحدة(1bit)

من بيانات الدخل الى المسجل وبالتالي فأن مسجل الازاحة متوالي الدخل متوالي الخرج يحتاج الى اربع نبضات تزامن ليتم تسجيل
البيانات الاربعة الموجودة على المدخل ومن ناحية اخرى فأن هذا المسجل يحتاج الى اربع نبضات اخرى لازاحة المعلومات الى الخارج.

وتلخيصا لما سبق شرحه فأن الدائرة الموضحة شكل (أ) تبين لنا كيفية توصيل عدد اربع دوائر قلابة من النوع D وذلك لبناء مسجل ازاحة الى اليمين من النوع متوالي الدخل – متوالي الخرج (SISO)shift right shift register).



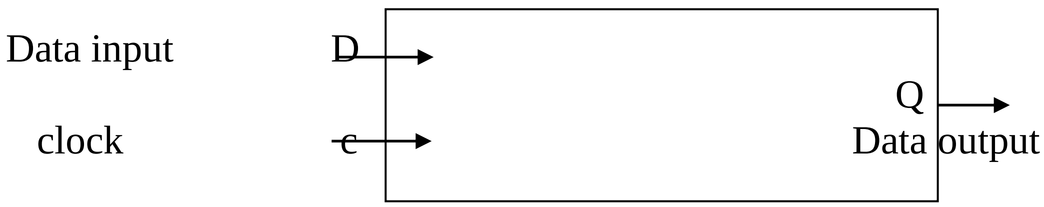
شكل(ب)
(مسجل ازاحة الى اليسار)

والدائرة الموضحة في الشكل (ب) توضح لنا كيفية بناء مسجل ازاحة الى اليسار مكون من اربع دوائر قلابة من النوع D على شكل متوالي الدخل – متوالي الخرج (SISO shift left shift register).

(SISO rotate right)   شكل(ج)   (SISO Rotate left)

في بعض التطبيقات البيانات المتوالية في الشكل (A) وشكل (B) يتم توصيلها مباشرة للخلف مرة اخرى الى طرف
الدخل المتوالي للمسجل بمعنى ان البيانات الخارجية يتم تسجيلها مرة اخرى دون ان تفقد وتسمى هذه العمليات باسم
توالي المدخل- توالي المخرج دوران يمين (SISO rotate right) وتوالي المدخل – توالي المخرج دوران لليسار
(SISO rotate left) وكما هو موضح في الشكل (ج).

-- مثال يبين حالات المسجل متوالي المدخل متوال الخرج (Five – bit) نسبة للبيانات الداخلة (11010) القيمة الابتدائية للمسجل (00000) .



نبضات الساعة	البيانات المراد تخزينها	خرج المسجل				
clock	input	Q0	Q1	Q2	Q3	Q4
------ -	--------	0	0	0	0	0
1st clock	0	0	0	0	0	0
2nd clock	1	1	0	0	0	0
3rd clock	0	0	1	0	0	0
4th clock	1	1	0	1	0	0
5th clock	1	1	1	0	1	0

ولإخراج البيانات (01011) بشكل متسلسل من السجل علينا ادخال (00000) كما موضح في الجدول الاتي:

نبضات التزامن	البيانات المراد تخزينها	خرج المسجل				
clock	input	Q0	Q1	Q2	Q3	Q4
------	------	1	1	0	1	0

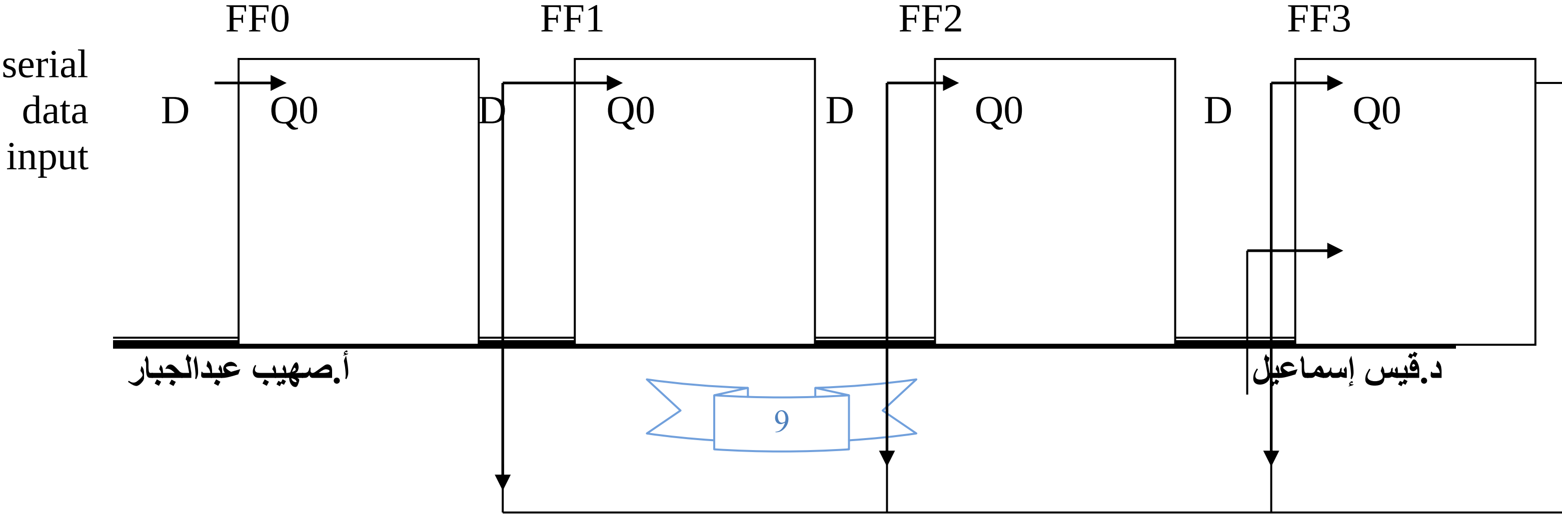
1^{st} clock	0	0	1	1	0	1
2^{nd} clock	0	0	0	1	1	0
3^{rd} clock	0	0	0	0	1	1
4^{th} clock	0	0	0	0	0	1
5^{th} clock	0	0	0	0	0	0

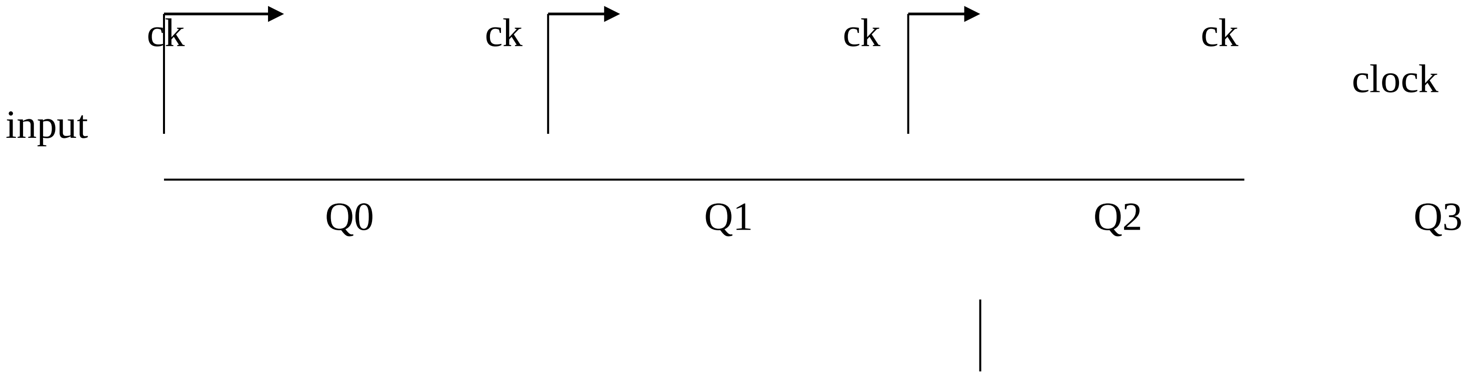
مسجل الازاحة (The 7491A eight – bit shift register) :

يعتبر احد الامثلة على المسجلات متوالية المدخل متوالية المخرج وهو عبارة عن دائة متكاملة(IC) الشكل الاتي
المخطط المنطقي لهذا المسجل ونلاحظ وجود بوابتين ادخال A,B تدخل البيانات بشكل متوالي .لكي يتم ادخال
البيانات الموضوعة على بوابة A يجب ان تكون قيمة الاشارة على البوابة B (high) والعكس كذلك
كما ان اخراج المسجل يكون على البوابة QH ويكون متمم الاخراج على البوابة QH.

2- <u>مسجلات الإزاحة متوالية الدخل – متوازية الخرج</u> (serial in parallel out(SIPO)shift register):

ولإدخال البيانات في هذا المسجل يتم تطبيق البيانات المتوالية والمكونة من (4 bits) على مدخل البيانات على التوالي.
(serial data input) ويتم ازاحتها تحت التحكم في نبضات الدخل المتزامنة (ازاحة واحدة في اتجاه اليمين لكل نبضة)



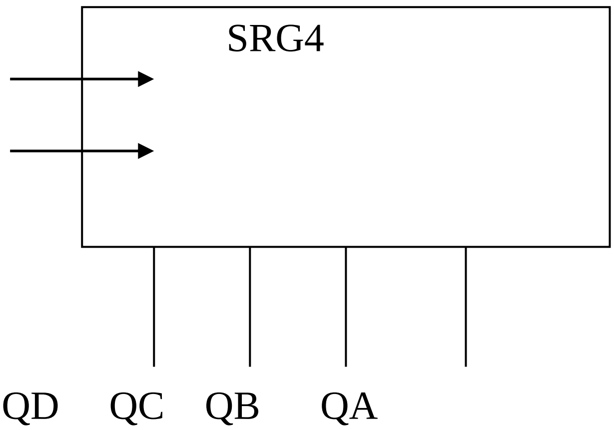


(parallel data output)

(شكل يوضح مسجل ازاحة متوالي الدخل – متوازي الخرج)

ولادخال او تخزين كلمة مكونة من اربعة ارقام (4bits) داخل هذا السجل فأننا نحتاج الى اربع نبضات تزامن .

البيانات المخزونة داخل مسجل الازاحة تكون موجودة على المخارج الاربعة (Q3,Q2,Q1,Q0) كأربعة ارقام
(4 bits) خرج على التوازي.



المثال الاتي يبين حالات المسجل متوالي الدخل – متوازي الخرج (4 bits) نسبة للبيانات الداخلة (0110) ، أفرض ان القيمة الابتدائية للمسجل هي (1111) .

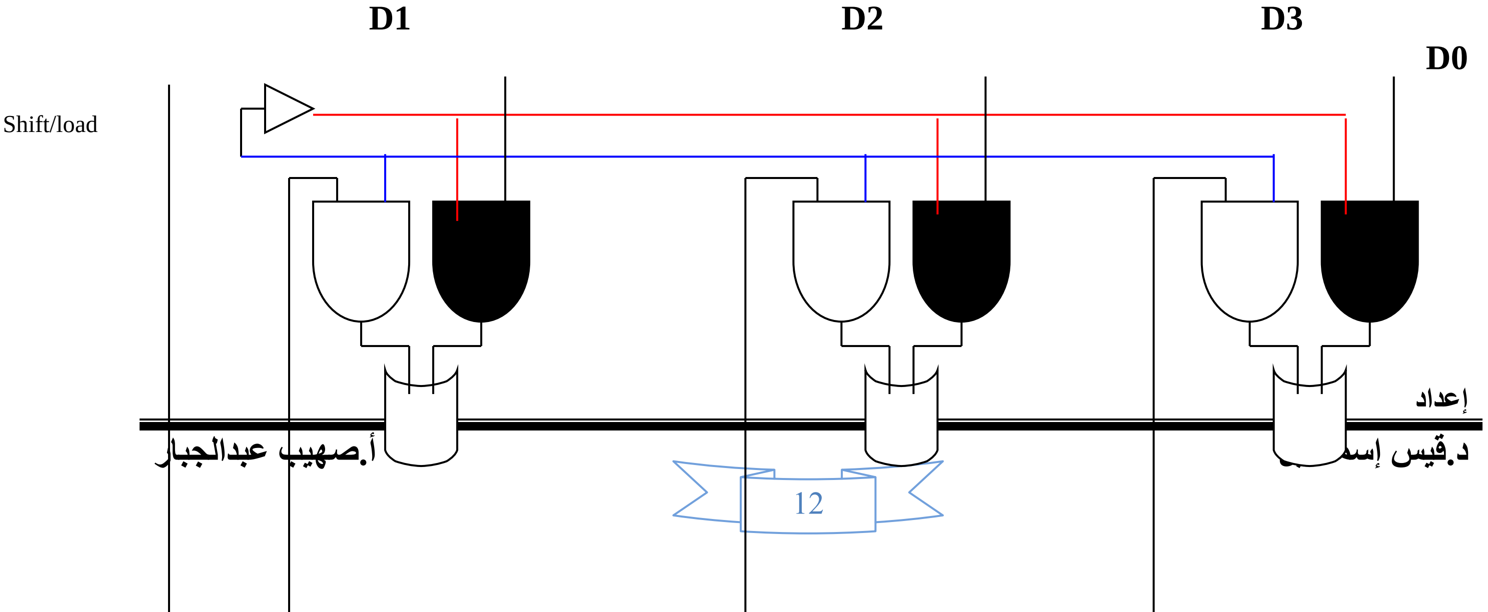
نبضات الزامن	البيانات الداخلة	خرج السجل				الناتج النهائي
clock	input	QA	QB	QC	QD	
0	------	1	1	1	1	
1	0	0	1	1	1	0 1 1 1
2	1	1	0	1	1	1 0 1 1
3	**1**	**1**	1	0	1	1 1 0 1
4	0	0	1	1	0	0 1 1 0

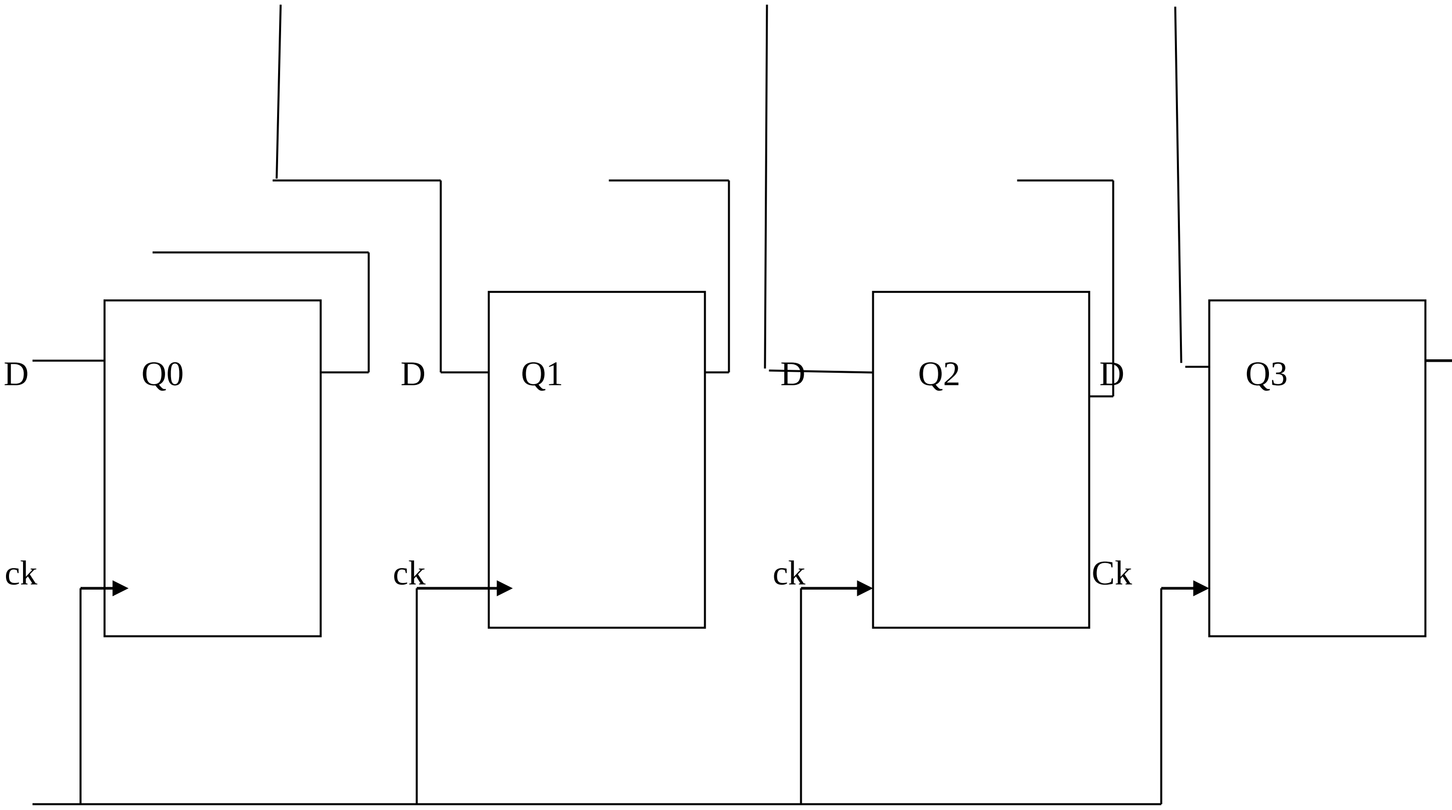
مسجل الازاحة (The 74164 eight bit serial in parallel out shift :
Register متوالي الدخل متوازي الخرج :

يعتبر احد الامثلة على مسجلات متوالية المدخل متوازية المخرج وهو عبارة عن دائرة (IC) ويوضح الشكل الاتي المخطط المنطقي (active low) الاخراج المتوازي يكون على البوابات (QA) الى (QH) ثمان اخراجات بعدد الدوائر القلابة .

3- مسجلات الازاحة متوازية الدخل – متوالية المخرج ((paralle –in ,serial out(PISO) :

يوضح الشكل الاتي كيف يمكن بناء مسجل مكون من اربع مراحل من النوع متوازي المدخل متوالي المخرج وذلك باستخدام
دوائر قلابة من النوع D .
يتم التحكم في الدائرة عن طريق طرف تحكم الدخل shift/load عندما يكون طرف التحكم shift /load في الوضع (low) فان جميع البوابات (AND) المظللة اللون تكون نشطة (enable led) نتيجة لعكس اشارة التحكم هذه عن طريق
(Invrter) المظلل .
هذه البوابات الفعالة تعمل على توصيل البيانات من خطوط الدخل للبيانات (D3,D2,D1,D0) الى مدخل البيانات على دوائر القلابات .
عند وصول نبضة التزامن (clock pulse) فأن هذه البيانات سوف يتم تخزينها داخل المسجل وتظهر على المخارج (Q3,Q2,Q1,Q0) ،
وعندما يكون طرف التحكم shift / load في الوضع(high) فأن جميع البوابات(AND) الفعالة توصل المخرج Q0َ الى الدخل D1 لدائرة القلاب الثانية (FF1).
وتوصل المخرج Q1 الى المدخل لدائرة القلاب الثالثة (FF2)
وكذلك توصل المخرج Q2 الى مدخل دائرة القلاب الرابعة (FF3).
وفي هذا الوضع فأن البيانات المخزونة داخل مسجل الازاحة
سوف تحدث لها ازاحة جهة اليمين وبمقدار خانة واحدة(1 bit) مع كل نبضة من نبضات التزامن الموجودة على الدخل .

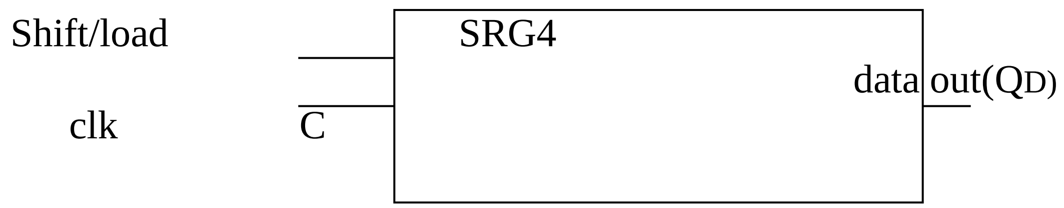




(شكل يوضح مسجل ازاحة متوازي المدخل متوالي المخرج)

مثال:-
وضح ما هو الاخراج وحالات المسجل بالنسبة للبيانات المتوازية الداخلة (1010) ؟

الحل:-
عند نبضة التزامن الاولى للبيانات المتوازية (1010) تدخل الى المسجل تجعل الاخراج $Q_D=0$ وعند نبضة التزامن الثانية
القيمة 1 الموجودة على البوابة Q_C تزحف الى Q_D وعند نبضة التزامن الثاثة القيمة 0 تزحف الى Q_D وفي نبضة
التزامن الرابعة القيمة 1 الثانية تزحف الى Q_D .



نبضات التزامن	البيانات الداخلة	خرج المسجل
clock	input	Q_D
0	---------------	
1	1 0 1 0	0
2	------- 1 0 1	1
3	------- ----- 1 0	0
4	------ ----- ------ 1	1
5	----- ----- ------ ----	--------

مسجلات الازاحة (The 74165 eight-bit parallel load S.R) :

متوازي المدخل ـمتوالي المخرج :

يعتبر احد الامثلة عن المسجلات متوازية المدخل متوالية المخرج (كما يمكن ان يعمل ايضاً بطريقة متوالي المخرج)

ويوضح الشكل الاتي طريقة هذه الدائرة المتكاملة عندما لا تكون هناك اشارة على المدخل .

Shift /load أي تكون SH/LD = low فهذا يُمكن جميع بوابات NAND من التحميل المتوازي ، وعندما يكون الادخال قيمته 1 فأن كل الدوائر القلابة تكون في حالة set بشكل لا توافقي بالقيمة low للبوابات العليا للمسجل. اما عندما يكون الادخال قيمته 0 فأن كل الدوائر القلابة تكون في حالة Reset بالقيمة low للبوابات السفلى للمسجل.

المؤقت (نبضات التزامن) تثبط خلال التحميل المتوازي. في حالة كانت قيمة SH/LD= High فأن المؤقت يكون فعال ويسبب حركة إزاحة البيانات الى اليمين .