الفصل الأول

الأنظمة العددية (Numerical Systems)

مقدمة :

في المراحل الدراسـية السـابقة وعند دراسـتك للنظام العشـري لابد أنك لاحظت أن القيمة الحقيقية للرقم تعتمد على قيمته المكانية في العدد، وهذا يعني أن الرقم يمكن أن يأخذ أكثر من قيمة والذي يحدد ذلك مكانه داخل العدد (والذي يســـمى بالمرتبة)، تزداد قيمة العدد إذا حركتهُ باتجاه اليسار وتقل قيمته إذا حركيه باتجاه اليمين.

فمثلاً العدد (937) نجد أن القيمة الحقيقية للرقم 7 هي ســبعة فقط أما قيمة الرقم 3 فهي (30) وقيمة الرقم 9 هي (900).

1) النظام العشري : Decimal System

وهو النظام العددي المتعارف عليه والمستخدم في كافة المجالات وفي كل انحاء العالم وجاءت تسـمية النظام ب(العشري) لان عدد الرموز الداخلة في تركيبة أي عدد في هذا النظام هي عشرة رموز وهي (0 , 1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7 , 8 , 9) وفي حالة استخدام اكثر من رمز فان القيمة العددية تعتمد على موقع الرمز ضـمن سلسلة الرموز ، ان عدد الرموز الداخلة في تركيب النظام العددي تسـمى بأسـاس النظام ، لذلك فان اسـاس النظام العشـري هو العدد (10) وسمي بأسـاس العدد لان كل عدد مكتوب بهذا النظام يعتمد بالاساس على هذا العدد .

مثال1: العدد العشري 7654 يمكن تحليله إلى المراتب التالية

7 6 5 4

$7\times1000 \quad 6\times100 \quad 5\times10 \quad 4\times1$

$\downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow$

$7\times10^3 \quad 6\times10^2 \quad 5\times10^1 \quad 4\times10^0$

مثال 2: حلل العدد العشري التالي 5631.01

$$(5631.01)_{10} = (5\times10^3) + (6\times10^2) + (3\times10^1) + (1\times10^0) + (0\times10^{-1}) + (1\times10^{-2})$$

2) النظام الثنائي: Binary System

وهو نظام عددي أساسه العدد (2) مقارنة بالنظام العشري الذي أساسه العدد (10) ، أي ان عدد الرموز المستخدمة في النظام هي رمزين فقط وهي (1 , 0) لتمثيل كافة الاعداد . ويعتبر النظام الثنائي اساس اللغة التي تتعامل بها الحاسبة الالكترونية والأنظمة الرقمية ، مثال على اعداد بهذا النظام: 1001, 10111.101 , 10.1101, 0.1

من خلال ملاحظتنا الاعداد اعلاه نلاحظ بان الاعداد بالنظام الثنائي ولكن توجد اعداد شبيهه بها في النظام العشري ، فلتمييز العدد المكتوب بالنظام المعين ، تكتب الاعداد داخل اقواس مع كتابة رمز اسفل القوس يمثل اساس النظام المكتوب به العدد .

فمثلا : العدد 110 يكتب بالثنائي $(110)_2$ وبالعشري $(110)_{10}$

مثال3: لتحليل العدد $(110.101)_2$ الى مراتبه :

$$(110.101)_2 = 1\times2^2 + 1\times2^1 + 0\times2^0 + 1\times2^{-1} + 0\times2^{-2} + 1\times2^{-3}$$

مثال4: حلل الرقم الثنائي التالي: 101.011

$$(101.011)_2 = 1\times2^2 + 0\times2^1 + 1\times2^0 + 0\times2^{-1} + 1\times2^{-2} + 1\times2^{-3}$$

التحويلات بين الأنظمة العددية

أن عملية التحويل بين الأنظمة العددية من العمليات المهمة والتي يجب إن يتعرف عليها الشـــخص الذي يدرس عملية تصميم الأنظمة الرقمية . ولتسهيل عملية فهم هذه التحويلات سيتم تقسيمها إلى مجاميع كل مجموعة تتشابه بطريقة التحويل .

a) التحويل من نظام العد الثنائي إلى النظام العشري :

لتحويل أي عدد من أي نظام العد الثنائي إلى نظام العشـري يتم تحليل العدد إلى مراتبه اعتمادا على أسـاس النظام (2) ثم إيجاد ناتج جمع الحدود ، والعدد الناتج من الجمع سيكون هو العدد في النظام العشري .

مثال 5: حول الرقم الثنائي التالي 110101 إلى مكافئه العشري

1 1 0 1 0 1

$1*2^0 = 1*1 = 1$

$0*2^1 = 0*2 = 0$

$1*2^2 = 1*4 = 4$

$0*2^3 = 0*8 = 0$

$1*2^4 = 1*16 = 16$

$1*2^5 = 1*32 = 32$

53

مثال 6 :حول العدد $(1101.01)_2$ إلى النظام العشري :

$$\begin{aligned}(1101.01)_2 &= 1\times 2^0 + 0\times 2^1 + 1\times 2^2 + 1\times 2^3 + 0\times 2^{-1} + 1\times 2^{-2}\\ &= 1\times 1 + 0\times 2 + 1\times 4 + 1\times 8 + 0\times 1/2 + 1\times 1/4\\ &= 1 + 0 + 4 + 8 + 0 + 0.25\\ &= (13.25)_{10}\end{aligned}$$

مثال 7: حول الأرقام الثنائية التالية إلى نظام العد العشري:

$$(11001.011)_2 \longrightarrow (\,?\,)_{10}$$

4	3	2	1	0	.	-1	-2	-3
1	1	0	0	1	.	0	1	1

$$N = 1x2^4 + 1x2^3 + 0x2^2 + 0x2^1 + 1x2^0 + 0x2^{-1} + 1x2^{-2} + 1x2^{-3}$$

$$N = 1x16 + 1x8 + 1x1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} = 25.625$$

$$(11001.011)_2 = (25.625)_{10}$$

مثال 8: حول الرقم الثنائي التالي 11 إلى نظيره العشري

$$(11) = 1*2^1 + 1*2^0 = 2 + 1 = 3$$

مثال9: حول الرقم الثنائي التالي 101 إلى نظيره العشري

$$\begin{aligned}(101) &= 1*2^2 + 0*2^1 + 1*2^0\\ &= 4 + 1 = 5\end{aligned}$$

مثال 10: حول الرقم الثنائي التالي 1111 إلى نظيره العشري

$$\begin{aligned}(1111) &= 1*2^3 + 1*2^2 + 1*2^1 + 1*2^0\\ &= 8 + 4 + 2 + 1\\ &= 15\end{aligned}$$

مثال 11: حول الرقم الثنائي التالي 11011011 إلى نظيره العشري

$$\begin{aligned}110111011 &= 1*2^8 + 1*2^7 + 0*2^6 + 1*2^5 + 1*2^4 + 1*2^3 + 0*2^2 + 1*2^1 + 1*2^0\\ &= 256 + 128 + 32 + 16 + 8 + 2 + 1\\ &= 443\end{aligned}$$

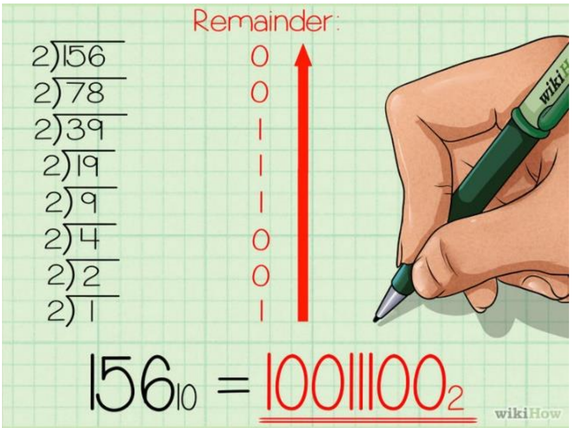
b) التحويل من النظام العشري إلى نظام العد الثنائي :

لتحويل أي عدد عشري إلى نظام العد الثنائي يجب تجزئته إلى جزء صحيح وجزء كسري وتحويل كل جزء بطريقة خاصة ثم جمع ناتج التحويل للجزئين للحصول على الناتج النهائي .

أولاً: تحويل الجزء الصحيح :

لتحويل الجزء الصحيح للعدد العشري إلى نظام العد الثنائي نقوم بتقسيم العدد العشري على أساس النظام (2) ونحتفظ بباقي القسمة ، ثم نأخذ ناتج القسمة ونقسمه مرة أخرى على أساس النظام ونحتفظ بالباقي وهكذا نستمر بتكرار العملية إلى أن نحصل على ناتج قسمة يساوي صفر . فيكون ناتج التحويل في عمود باقي القسمة بقراته من الأسفل إلى الأعلى وكتابته من اليسار إلى اليمين

مثال12: حول الرقم العشري التالي إلى نظام العد الثنائي:



مثال13: حول الرقم العشري 4215 التالي الى نظام العد الثنائي

		Reminder
2	4215	
2	2107	1
2	1053	1
2	526	1
2	263	0
2	131	1
2	65	1
2	32	1
2	16	0
2	8	0
2	4	0
2	2	0
2	1	0
	0	1

أمثلة إضافية:

- $(51)_{10} = (110011)_2$
- $(217)_{10} = (11011001)_2$
- $(8023)_{10} = (1111101010111)_2$

ثانياً: تحويل الجزء الكسري :

لتحويل الجزء الكسـري من العدد العشـري إلى نظيره في نظام العد الثنائي نقوم بضـرب العدد الكسـري في أســاس النظام المطلوب التحويل إليه ثم اخذ الجزء الكسـري فقط من ناتج الضـرب وضـربه مرة أخرى في الأسـاس وهكذا تسـتمر عملية الضـرب إلى أن نتوقف في إحدى الحالات التالية :

- إما أن يكون الجزء الكسري الناتج في الضرب **يساوي صفر** .
- تكرار الجزء الكسري أكثر من مرة .
- تعقيد الجزء الكسري أكثر مع استمرار عملية الضرب .

بعد توقف عملية الضرب يتم قراءة ناتج التحويل في عمود الجزء الصحيح من الضرب بقراءته من الأعلى إلى الأسفل وكتابته بعد الفاصلة من اليسار إلى اليمين .

مثال14: حول العدد $(13.125)_{10}$ إلى النظام الثنائي :

ناتج القسمة		باقي القسمة
$13 \div 2 =$	6	**1**
$6 \div 2 =$	3	**0**
$3 \div 2 =$	1	**1**
$1 \div 2 =$	0	**1**

$0.125 \times 2 =$	**0**.25
$0.25 \times 2 =$	**0**.5
$0.5 \times 2 =$	**1**.0

ناتج التحويل النهائي = $(1101.001)_2$

مثال15: حوال الرقم العشري التالي(0.3125) الى مكافئه الثنائي:

0.3125 × 2	**=**	**0.625**	**0**
0.625 × 2	**=**	**1.25**	**1**
0.25 × 2	**=**	**0.50**	**0**
0.5 × 2	**=**	**1.0**	**1**

$\mathbf{0.3125_{10} = 0.0101_2}$

c) العمليات الحسابية في النظام الثنائي

العمليات الحسابية التي تتم باستخدام الأعداد العشرية مثل الجمع والطرح والضرب والقسمة ،كل هذه العمليات يمكن اجرائها في الأنظمة العددية الأخرى ، **ولأهمية النظام الثنائي** في دراستنا لموضوع الدوائر الرقمية ، فسنقوم بدراسة تلك العمليات الحسابية في النظام الثنائي .

الجمع في النظام الثنائي : Binary Addition

إن ابســط عملية جمع في النظام الثنائي هي التي تتم بين عددين كل عدد يتكون من رمز (مرتبة) ثنائي واحد . ولو أخذنا كافة الاحتمالات لهذه العملية فســتكون الاحتمالات المبينة في أدناه . وبالاعتماد على هذه الاحتمالات يمكن تنفيذ أي عملية جمع ثنائية لأي عدد من المراتب.

$$\mathbf{0 + 0 = 0}$$

$$\mathbf{0 + 1 = 1}$$

$$\mathbf{1 + 0 = 1}$$

$$\mathbf{1 + 1 = 0 \longrightarrow 1}$$ محمل(Carry)

مثال16: اجمع العددين $(1011.01)_2$ ،: $(11010.1)_2$

$$
\begin{array}{r}
11010.10 \\
+\ 01011.01 \\
\hline
100101.11
\end{array}
$$

مثال17: ما ناتج جمع العددين $(1110.11)_2$ ، $(11011.101)_2$:

$$
\begin{array}{r}
11011.101 \\
+\ 01110.110 \\
\hline
101010.011
\end{array}
$$

<u>**ملاحظة**</u> : ناتج جمع $1 + 1 + 1 = 1 \longrightarrow 1$ محمل

الطرح في النظام الثنائي : Binary Subtraction

كما في عملية الجمع ، تكون احتمالات ابسط عملية طرح بين عددين ثنائيين ، وهي أربع احتمالات، وكما مبينة :

$$\mathbf{0 - 0 = 0}$$

$$\mathbf{0 - 1 = 1 \longrightarrow 1} \text{ استعارة(Borrow)}$$

$$\mathbf{1 - 0 = 1}$$

$$\mathbf{1 - 1 = 0}$$

مثال18: اطرح العدد $(1011)_2$ من العدد $(1101.1)_2$:

$$\begin{array}{r} 1\ 1\ 0\ 1\ .\ 1 \\ 1\ 0\ 1\ 1\ .\ 0\ - \\ \hline 0\ 0\ 1\ 0\ .\ 1 \end{array}$$

تمرين / اطرح العدد $(110.1)_2$ من العدد $(1000.01)_2$.

الضرب في النظام الثنائي : Binary Multiplication

إن احتمالات عملية الضرب في النظام الثنائي هي :

$$\mathbf{0 \times 0 = 0}$$

$$\mathbf{0 \times 1 = 0}$$

$$\mathbf{1 \times 0 = 0}$$

$$\mathbf{1 \times 1 = 1}$$

مثال19: اوجد ناتج ضرب العددين $(1010)_2$، $(101)_2$:

$$\begin{array}{r} 1\ 0\ 1\ 0 \\ 1\ 0\ 1\ \times \\ \hline 1\ 0\ 1\ 0 \\ 0\ 0\ 0\ 0\ \ \ \\ 1\ 0\ 1\ 0\ \ \ \ \ \ \\ \hline 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 0 \end{array}$$

القسمة في النظام الثنائي : Binary Division

إن احتمالات عملية القسمة في النظام الثنائي هي :

$$\mathbf{0 \div 0 = ?}$$

$$\mathbf{0 \div 1 = 0}$$

$$\mathbf{1 \div 0 = ?}$$

$$\mathbf{1 \div 1 = 1}$$

مثال20: اوجد ناتج قسمة العدد $(11000)_2$ على العدد $(100)_2$

$$
\begin{array}{r|l}
 & \ \ 110 \\
\hline
100 & 11000 \\
 & \underline{100} \\
 & 0100 \\
 & \ \underline{100} \\
 & 0000
\end{array}
$$

3) نظام العد الثماني Octal numeral system :

هو نظام عد ذو رقم أساس8 ، ويستخدم الأعداد من 0 إلى 7.

الجدول التالي يحتوي على الأرقام الأساسية المكونة للنظام مع مكافئاتها الثنائية:

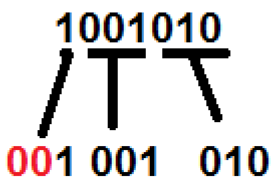
Octal	Binary
0	000
1	001
2	010
3	011
4	100
5	101
6	110
7	111

a) التحويل من النظام الثنائي إلى الثماني

من الممكن التحويل من نظام العد الثنائي بتجميع كل ثلاث أعداد متسلسلة واستبدالها برقم من النظام الثماني.

مثال 21: حول الرقم الثنائي التالي 001001010 إلى مكافئه الثماني.

نقوم بتقسيم الرقم إلى مجموعات من ثلاث أرقام واستبدال كل مجموعة برقم من النظام الثماني فينتج لدينا الرقم 112.



ملاحظة: نبدأ بتقسيم الرقم من اليسار في حالة عدم وجود فاصلة فإن كان الرقم ليس من مضاعفات الرقم 3 نضيف أصفار في أقصى يسار الرقم كما في المثال السابق، أما في حالة وجود فاصلة في الرقم فيبدأ العد من يسار الفاصلة.

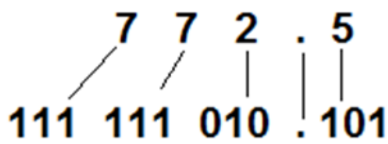
مثال 22: $(16.23)_8$ = 1110 . 01 0 011

b) التحويل من النظام الثماني إلى الثنائي

لتحويل أي عدد ثماني إلى مكافئه الثنائي نستبدل كل رقم من أرقام العدد الثماني بمكافئه الثنائي المكون من ثلاث خانات و بذلك ينتج لدينا العدد الثنائي المكافئ للعدد الثماني المطلوب تحويله.

مثال 23: حول العدد $(772.5)_8$ إلى مكافئه الثنائي.

من الجدول السابق نقوم باستبدال كل رقم بمكافئه الثنائي



4) نظام العد الست عشري Hexadecimal numeral system

إن أساس هذا النظام هو العدد 16 و الجدول التالي يبين رموز(أرقام) هذا النظام و الأعداد العشرية والثنائية التي تكافئها.

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

a) التحويل من النظام الثنائي إلى النظام الست عشري:

1) نضيف أصفارا على اليسار حتى يصبح عدد الخانات مضاعفا لـ 4
2) نجزئ العدد إلى مجموعات مكونة من 4 خانات ابتداء من اليمين
3) نحوّل كل مجموعة إلى الرقم الموافق في النظام الست عشري

مثال 24: لتحويل العدد الثنائي 1011110011 إلى الست عشري نتبع ما يلي :

- نضيف أصفارا على يسار العدد السابق إلى أن تصبح لديك 3 مجموعات كلٌّ منها يحوي 4 خانات هذا يعني :

001011110011

- سوف نجزئ العدد السابق إلى 4 مجموعات كما يلي : 0011 /1111/ 0010
- من الجدول السابق نستبدل كل مجموعة بمكافئها فتصبح على الشكل التالي

3 =0011 / 15= 1111 2=0010 0=0000

ونعلم أن 15 بالنظام الست عشري هو F وبالتالي مع مراعاة الترتيب السابق يصبح الرقم هو: F23

إذن الرقم الثنائي 1011110011 = F23 .

b) قاعدة التحويل من النظام الست عشري إلى النظام الثنائي :

1) نحوّل كل خانة من الرقم الست عشري إلى الرقم الموافق لها في النظام الثنائي
2) نحذف الأصفار الموجودة جهة اليسار

مثال 25: حول الرقم الست عشري F83 إلى مكافئه الثنائي

هنا نقوم بتحويل كل خانة من الرقم السابق إلى ما يوافقها من النظام الثنائي

F=15=1111   3=0011   1000 =8

وبالتالي :

$$(F83)_{16} = (1111\ 0011\ 1000)_2$$

مثال 26: حول الرقم الست عشري AB2.C إلى مكافئه الثنائي

نقوم بتحويل كل خانة من الرقم السابق إلى ما يوافقها من النظام الثنائي من الجدول السابق فيكون الناتج

$$(AB2.C)_{16} = (1010\ 1011\ 0010.1100)_2$$

5) المتممات (المكملات) Complements

يستخدم مفهوم المكملات في الحاسبة في خزن الاعداد السالبة وسنبين ذلك في المواضيع القادمة، والاستخدام الثاني هو للتعويض عن عملية الطرح بعملية جمع متكرر والذي يؤدي بدوره إلى جعل الدوائر الالكترونية المسؤولة عن عملية الجمع بتنفيذ عملية الطرح مع بعض الإضافات للدائرة .

a) المتممات في النظام الثنائي :

هنالك نوعان من المتممات في النظام الثنائي .

1. **المتمم الأحادي** (1's Complement) : مقلوب العدد (أي جعل كل واحد صفر وكل صفر واحد) .
2. **المتمم الثنائي** (2's Complement) : هو المتمم الأحادي مضافا إليه 1 .

مثال27: العدد	المتمم الأحادي	المتمم الثنائي
110111	001000	001001
10010	01101	01110

b) المتممات في النظام العشري :

1. متمم التسعات: ويتم الحصول عليه بعملية الطرح بين العدد ونفس عدد الخانات من الرقم 9 كما في المثال التالي:

مثال28: أوجد متمم التسعات للرقم 15763

نلاحظ أن العدد يتكون من 5 خانات لذلك نضع رقم 9 من خانات

$$\begin{array}{r} 9\ 9\ 9\ 9\ 9 \\ 1\ 5\ 7\ 6\ 3 \\ \hline 8\ 4\ 2\ 3\ 6 \end{array}$$

2. مكمل العشرات: هو نفسه مكمل التسعات مضاف إليه الرقم 1

c) الطرح الثنائي باستخدام المتممات :

فترض أننا نريد أن نحسب الفرق D = A-B

تعتمد خوارزمية الطرح بطر يقة المكملات علي تحويل عملية الطرح الي جمع بتنفيذ الخطوات التالية

1) نبحث عن مكمل التسعات للعدد المطروح B
2) نحسب مكمل العشرات للعدد المطروح B وذلك بأضافة 1 لمكمل التسعات.
3) نجمع العدد المطروح منه A مع مكمل العشرات للعدد B
4) نحصل علي الفرق D بأهمال الواحد الذي يظهر علي أقصي يسار حاصل عملية الجمع السابقة

ملاحظة:

قبل تطبيق خوارزمية الطرح بطريقة المكملات علينا :أن نتأكد أولا ان العدد المطروح B أصغر من المطروح منه A وفي حالة العكس فأننا نستخدم العلاقة الجبرية البسيطة D = A-B = -(B-A)

ثم نطبق الخطوات السابقة علي ما بين القوسين ثم لا ننسي السالب عند كتابة الناتج.

أذا كان عدد ارقام المطروح B أصغر من عدد أرقام المطروح منه A فأننا نزود B بأصفار من جهة اليسار بالقدر الذي يجعل العددين لهما نفس عدد الأرقام وهذه الأصفار لا تؤثر علي قيمة العدد B ولكنها تصحح مكمل التسعات للعددB

مثال 29: أحسب بطريقة المكملات الفرق التالي

-1 D = 325-137

- مكمل التسعات للعدد 137هو

862 =137-999

- مكمل العشرات للعدد 137هو

863=1+862

- نجمع العدد المطروح منه مع مكمل العشرات للعدد 137

325+863 = 1188

- نحصل علي الفرق D بتجاهل الواحد أقصي اليسار188 =D

أحسب بطريقة المكملات الفرق التالي

-1 D = 325-37

نلاحظ أن العدد المطروح منه متكون من ثلاثة أرقام في حين أن العدد المطروح متكون من رقمين ولذلك نزوده بصفر من اليسار قبل أن نحسب مكمل التسعات فيصبح 037

- مكمل التسعات للعدد 037 هو

$$\begin{array}{r} 999 \\ -\ 037 \\ \hline 962 \end{array}$$

- مكمل العشرات للعدد 37 هو مكمل التسعات مضاف اليه واحد فيكون 963
- نجمع العدد المطروح منه مع مكمل العشرات للعدد

$$\begin{array}{r} +325 \\ 963 \\ \hline 1288 \end{array}$$

- نحصل علي الفرق D بتجاهل الواحد أقصي اليسار288 =D

d) الطرح باستخدام المتمم الأحادي :

لطرح عددين ثنائيين باستخدام المتمم **الأحادي** نتبع الخطوات التالية :

1. إكمال مراتب العدد الأقل عددا بالمراتب (المطروح أو المطروح منه) .
2. إيجاد المتمم **الأحادي** للعدد المطروح .
3. جمع المتمم **الأحادي** للمطروح مع المطروح منه .
4. نلاحظ نتيجة الجمع للخطوة 3 وكما يلي :

أ. إذا كان هنالك واحد ظاهر في المرتبة الإضـــافية ، فنقوم بجمعه مع بقية العدد والناتج من عملية الجمع هو ناتج الطرح ويكون موجب .

ب. إذا لم يظهر واحد في المرتبة الإضـــافية (وهو دلالة إن ناتج الطرح ســالب) ويكون ناتج الطرح بأخذ المتمم **الأحادي** لناتج الجمع للخطوة 3 ويكون ناتج العملية هو ناتج الطرح ويكون سالب.

مثال28: اطرح العدد $(110)_2$ من العدد $(1010)_2$ باستخدام طريقة المتمم **الأحادي** :

1 0 1 0	المطروح منه
− 1 1 0	المطروح

الخطوة 1   0 1 1 0   تكملة مراتب المطروح

الخطوة 2   1 0 0 1   المتمم **الأحادي** للمطروح

الخطوة 3

1 0 0 1	المتمم **الأحادي** للمطروح
+ 1 0 1 0	المطروح منه

الخطوة 4

1 0 0 1 1	المرتبة الإضافية ←
+ 1	
0 1 0 0	ناتج الطرح ←

مثال29: اطرح العدد $(10101)_2$ من العدد $(1011)_2$ باستخدام المتمم **الأحادي** :

0 1 0 1 1	المطروح منه
− 1 0 1 0 1	المطروح

0 1 0 1 0	المتمم **الأحادي** للمطروح
+ 0 1 0 1 1	المطروح منه

? 1 0 1 0 1 ⟵ المرتبة الإضافية خالية إذن النتيجة سالبة

0 1 0 1 0 — ناتج الطرح

ثانياً. الطرح باستخدام المتمم الثنائي :

لطرح عدديين ثنائيين باستخدام المتمم **الثنائي** تتبع الخطوات التالية :

1. إكمال مراتب العدد الأقل مراتب .
2. إيجاد المتمم **الثنائي** للعدد المطروح .
3. جمع المتمم **الثنائي** للعدد المطروح مع المطروح منه .
4. نلاحظ نتيجة الجمع للخطوة 3 :

أ. إذا كان هنالك واحد ظاهر في المرتبة الإضافية ، فنقوم بحذف هذا الواحد والباقي هو ناتج الطرح (موجب) .

ب. إذا لم يظهر واحد في المرتبة الإضافية ، فنقوم بأخذ المتمم **الثنائي** لناتج الجمع ويكون هو ناتج الطرح (سالب) .

مثال30: اطرح العدد $(110)_2$ من العدد $(1010)_2$ باستخدام المتمم **الثنائي** :

المطروح منه	1 0 1 0
المطروح	0 1 1 0 —
المتمم **الأحادي** للمطروح	1 0 0 1
	1 +
المتمم **الثنائي** للمطروح	1 0 1 0
المطروح منه	1 0 1 0 +
المرتبة الإضافية تحذف	⟵ **1** 0 1 0 0

مثال31: اطرح العدد $(10101)_2$ من العدد $(1011)_2$ باستخدام المتمم **الثنائي** :

المطروح منه	0 1 0 1 1
المطروح	1 0 1 0 1 —
المتمم **الأحادي** للمطروح	0 1 0 1 0
	1 +
المتمم **الثنائي** للمطروح	0 1 0 1 1
المطروح منه	0 1 0 1 1 +
المرتبة الإضافية خالية إذن النتيجة سالبة	⟵ ? 1 0 1 1 0

ونتيجة الطرح هو بأخذ **المتمم الثنائي** لآخر نتيجة

0 1 0 0 1

1 +

1 0 1 0

إذن ناتج الطرح هو العدد ($-\ 1010$)