الأكاديمية العربية الدولية
Arab International Academy

أنظمة العد في الحاسب

Numbering systems in computers

عبدالقادر العبدالله

كلية العلوم – تخصص تقنية المعلومات

المحاور

1. المقدمة
2. نظام العد العشري
3. نظام العد الثنائي
4. الخانة الثنائية(Bit)
5. استخدام نظام العد الثنائي
6. التحويل من النظام العشري إلى النظام الثنائي
7. تحويل الأعداد الكسرية إلى نظام العد الثنائي
8. التحويل من النظام الثنائي إلى النظام العشري
9. المكمل الثاني
10. العمليات الحسابية على نظام العد الثنائي
11. نظام العد الثماني
12. استخدامات نظام العد الثماني
13. التحويل من النظام العشري إلى النظام الثماني
14. التحويل من النظام الثماني إلى النظام العشري
15. العمليات الحسابية على النظام الثماني
16. نظام العد السداسي عشري
17. التحويل من النظام العشري إلى النظام السداسي عشري
18. التحويل من النظام السداسي عشري إلى النظام العشري
19. العمليات الحسابية على النظام السداسي عشري
20. التحويل من النظام الثنائي إلى النظام الثماني
21. التحويل من النظام الثنائي إلى النظام السداسي عشري
22. استخدام الأنظمة العددية في التشفير
23. استخدام الأنظمة العددية في الحوسبة
24. استخدام الأنظمة العددية في معالجة الإشارات

المخرجات المتوقعة من الدرس

- أن يكون الطالب قادراً على تعريف أنظمة العد وإدراك مفهومها
- ان يكون قادراً على التفريق بين أنظمة العد المختلفة
- أن يكون قادراً على التحويل بين انظمة العد
- أن يكون قادراً على إجراء العمليات الحسابية بإستخدام أنظمة العد المختلفة
- أن يكون قادراً على حل الإختبارات القصيرة المرفقة في المحاضرة

المقدمة

- **ما هي أنظمة العد؟**

- أنظمة العد هي طرق لتمثيل الأعداد باستخدام مجموعة محدودة من الرموز أو القيم أو الأرقام. تعتمد هذه الأنظمة على قواعد رياضية تُحدد كيفية كتابة الأعداد وتمثيلها وإجراء العمليات الحسابية عليها.

- نستخدم في الحياة اليومية نظام العد العشري الذي يعتمد على الارقام من 0 إلى 9 وبه نقوم بإجراء العمليات الحسابية وعمليات العد والفهرسة والترتيب وغيرها.

- طور البشر نظام العد العشري إعتماداً على عدد الأصابع في اليدين ولكن مع ظهور الحاسب الآلي كان لابد من تطوير نظم عد مختلفة يمكن للآلة التعامل معها , ليظهر نظام العد الثنائي , الثماني , والسداسي عشري

نظام العد العشري

نظراً لأن النظام العشري هو الأقدم استخداماً ومألوفاً لدينا لذا فإننا سنبدأ بدراسته كتمهيد الدراسة كل النظم العددية الأخرى.

ويطلق على النظام العشري اسم نظام الأساس عشرة (10) أو منظومة الأساس (10) ويشار إليه بالأساس (10) لأنه يعتمد في تكوينه على عشرة رموز مختلفة وهي 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9

وللنظام العشري خاصية مرتبة الرقم (Positional Weight فعلى سبيل المثال العدد (128)

نجد أن الرقم الأول (8) يقع في المرتبة الأولى مرتبة خانة الآحاد) وتكون عبارة عن حاصل ضرب الرقم الذي يمثل هذه المرتبة في 1 (8) = 1 × (8) ، أما الرقم الثاني (2) فإنه يقع في المرتبة الثانية (مرتبة العشرات وقيمته أو وزنه عبارة عن حاصل ضرب الرقم الذي يحتل هذه المرتبة في 10 20 = 10 × (2) ،

أما الرقم الثالث (1) فإنه يقع في المرتبة الثالثة (مرتبة المئات وقيمته أو وزنه عبارة عن حاصل ضرب الرقم الذي يحتل هذه الخانة في 100) فإذا جمعنا قيمة أو وزن كل خانة من الخانات السابقة نحصل على القيمة التي يمثلها العدد، أي أن:

(1×100)+(2×10)+(8×1)=100+20+8 = 128

نظام العد الثنائي

يطلق على النظام الثنائي اسم نظام الأساس اثنين (2) ويشار إليه بالأساس (2) لأنه يعتمد على رمزين اثنين فقط هما (1) و 0).

ومراتب الخانات في النظام الثنائي من اليمين إلى اليسار تمثل قوى العدد (2) أي أن:

$2^4\ 2^3\ 2^2\ 2^1\ 2^0$

16 8 4 2 0

وعلى ذلك فإن العدد الثنائي $(11001)_2$ يكافئ ما يلي:

$1*16 + 1*8 + 0*4 + 0*2 + 1*1 = 25$

الخانة الثنائية (bit)

الخانة الثنائية (Bit) هي اختصار لكلمتي Binary Digit والتي تعني الخانة الثنائية أو الرقم الثنائي ويستخدم هذا المصطلح للتعبير عن عدد الأرقام (الخانات) التي يتكون منها العدد الثنائي، فمثلاً العدد (1001) يتكون من 4-bits أو أربع خانات ثنائية وكذلك العدد $(1101101)_2$ يتكون من 7-bits أو سبع خانات ثنائية وهكذا.

إستخدام نظام العد الثنائي

تعتمد الحواسيب والالات في عملياتها بشكل أساسي على نظام العد الثنائي حيث يمكن للدارات الكهربائية التفاعل مع هذا النظام على إعتبار أن الرقم 0 يعبر عن دارة مفتوحة (غير نشطة ولا تسمح للتيار بالعبور) والرقم 1 يعبر عن دارة مغلقة (نشطة وتسمح للتيار بالعبور)

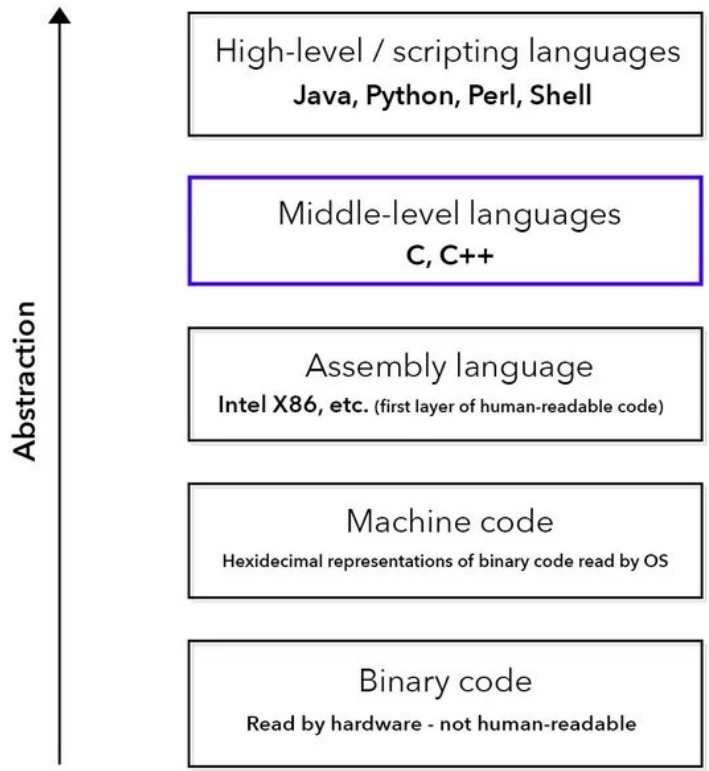
حتى يتم تشغيل أي برنامج أو نظام على اي جهاز حاسوب لابد من تحويل الاوامر البرمجية المضمنة في البرنامج أو النظام إلى الشكل العددي الموافق لنظام العد الثنائي.

لا يمكن إعطاء الحاسوب امر دون تحويله إلى نظام العد اللثنائي ولغات البرمجة تعتبر لغات قريبة من لغة البشر نسبةً إلى لغة الحواسيب

يتم ترجمة الاوامر البرمجية المكتوبة بلغات البرمجة إلى تسلسلات رقمية تتمثل بالأرقام 0 و 1 ثم يتم تمريرها للمعالجات الحاسبة لتقوم بتنفيذها

إستخدام نظام العد الثنائي

في الصورة المجاورة يتم توضيح سلسلة الإنتقالات من كتابة البرنامج وصولاً إلى تنفيذه من قبل الحاسوب



- يظهر لدينا في الطبقة العليا لغات البرمجة الشائعة والتي تعتبر لغات المستوى العالي
- في الطبقة التالية نرى اللغات التي تصنف على انها متوسطة المستوى (اقرب للغة الحاسب)
- ثم طبقة لغة Assembly وهي لغة التعامل مع المعالج في معظم اجهزة الحاسوب
- ثم طبقة لغة الآلة والتي تعتمد نظام العد السداسي عشري
- ثم نهايةً طبقة الرمز الثنائي التي تعتمد نظام العد الثنائي والذي لا يمكن للبشر قراءته بشكل مباشر وإنما يتم تحليله من قبل العتاد الصلب للجهاز (هاردوير)

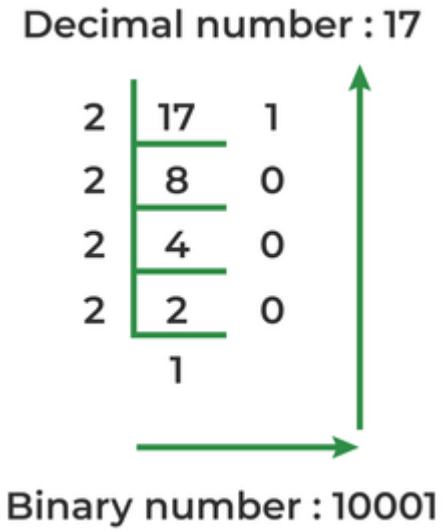
التحويل من النظام العشري إلى النظام الثنائي

هناك طريقتان للتحويل من النظام العشري إلى الثنائي الطريقة الأولى وهي طريقة جمع الأوزان (Sum of Weights Method)

والطريقة الثانية يطلق عليها طريقة تكرار القسمة على 2 (Repeated Division-by-2 Method)

وسوف نتناول الطريقة الثانية حيث إنها الأسهل والأكثر شيوعاً في الإستخدام.

- طريقة تكرار القسمة على 2 :



لتحويل العدد العشري الصحيح 17 إلى عدد ثنائي نقوم بتقسيم العدد على 2 لنحصل على نتيجة 8 وباقي قسمة = 1

ثم نعيد تقسيم نتيجة القسمة 8 على 2 لنحصل على نتيجة 4 وباقي قسمة = 0

ونكرر العملية حتى الوصول إلى نتيجة قسمة أصغر من 2

وهنا يمكننا الحصول على العدد الثنائي بواسطة ترتيب بواقي القسمة مرتبة من الاسفل إلى الاعلى

تحويل الأعداد الكسرية إلى نظام العد الثنائي

لتحويل الاعداد الكسرية مثل 17.3125 نقوم بعزل العدد الصحيح (17) وتحويله إلى النظام الثنائي بإستخدام طريقة تكرار القسمة على 2 ثم نحول العدد الكسري (0.3125) عن طريق ضرب العدد ب 2 بشكل متكرر ونقتطع منه الجزء الناتج يسار الفاصلة (وهو ما يعتبر الجزء الصحيح من الناتج)، واضعين إياه في المرتبة الأولى يمين الفاصلة لتشكيل العدد الثنائي، ونكرر العملية حتى يصبح ما يبقى يمين الفاصلة من العدد العشري كله أصفارا. (سيتم إرفاق رابط لمقطع مرئي)[1]

0 <– 0.625 = 2*0.3125

1 <-- 1.25 = 2*0.625

0 <-- 0.5 = 2*0.25

1 <-- 1.00 = 2*0.5 وصلنا إلى تصفير الخانات بعد الفاصلة وبالترتيب من اعلى إلى اسفل (عكس الترتيب للأعداد الصحيحة) سنحصل على العدد الثنائي 0101

ليصبح العدد بعد التحويل : 10001.0101

التحويل من النظام الثنائي إلى النظام العشري

كما ذكرنا فإن الخانات أو الارقام التي تمثل العدد الثنائي تحمل قيمتها بناءً على موضعها مرتبة من اليمين إلى اليسار ولهذا فمن الممكن تحويل العدد الثنائي إلى عدد عشري عن طريق ضرب خانات العدد الثنائي بالوزن او القيمة التي تقابلها القيم أو الاوزان التي تقابل الخانات تعتمد على موضع الخانة على إعتباره أس للعدد 2 ولتحويل عدد ثنائي مثل 10001 إلى عدد عشري فيجب ضرب الخانات بهذه الطريقة :

$$1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 1$$

$$X$$

$$2^4 \quad 2^3 \quad 2^2 \quad 2^1 \quad 2^0$$

ليصبح الرقم 17

ولتحويل الاعداد الكسرية يتم اتباع نفس النمط ولكن بأسس سالبة تبدأ من -1 (إبتداءً من العدد المجاور للفاصلة وصولا إلى الابعد عنها):0.3125

$$0. \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 1$$

$$0. \quad 2^{-1} \quad 2^{-2} \quad 2^{-3} \quad 2^{-4}$$

المكمل الثاني

الإشارة الموجبة:

في النظام الثنائي، الأعداد الموجبة تُمثل بشكل مباشر باستخدام الأرقام الثنائية.

المثال: العدد 5 يُكتب بالنظام الثنائي 0101

الإشارة السالبة:

يتم تمثيل الأعداد السالبة باستخدام المكمل الثاني

لتحويل عدد موجب إلى سالب:

عكس كل بتات الرقم (0 يصبح 1، و1 يصبح 0).

أضف 1 إلى الناتج.

المثال:

العدد 5 بالنظام الثنائي : 0101

عكس البتات: 1010

أضف (1) : 1011 النتيجة النهائية تمثل -5.

ميزة المكمل الثاني:

يتيح تمثيل الأعداد السالبة والموجبة بسهولة في نفس البنية.

يسهل تنفيذ عمليات الجمع والطرح في المعالجات.

كويز – 1

1. ما هو تعريف أنظمة العد؟
2. ماذا يطلق على النظام العشري؟
3. كم رمزًا يحتوي عليه النظام العشري؟
4. ما هي خاصية مرتبة الرقم (Positional Weight) في النظام العشري؟
5. على ماذا يعتمد النظام الثنائي؟

الأجوبة – 1

1. طرق لتمثيل الأعداد باستخدام مجموعة محدودة من الرموز
2. نظام الأساس عشرة
3. عشرة رموز
4. تحديد قيمة الرقم بناءً على موضعه
5. رمزين فقط هما 0 و1

العمليات الحسابية على نظام العد الثنائي

عمليات الجمع:

0 + 0 = 0
1 + 0 = 1
1 + 1 = 10 → 1 مع ترحيل

عمليات الطرح:

0 - 0 = 0
1 - 0 = 1
1 - 1 = 0

يجب استخدام المكمل الثاني (2 's complement) عند طرح الأرقام السالبة.
الضرب: عملية مشابهة للنظام العشري، تعتمد على تكرار الجمع.
القسمة: مشابهة للنظام العشري، مع تجزئة القسمة.
يتم تطبيق العمليات باستخدام بوابات منطقية في المعالجات .

نظام العد الثماني

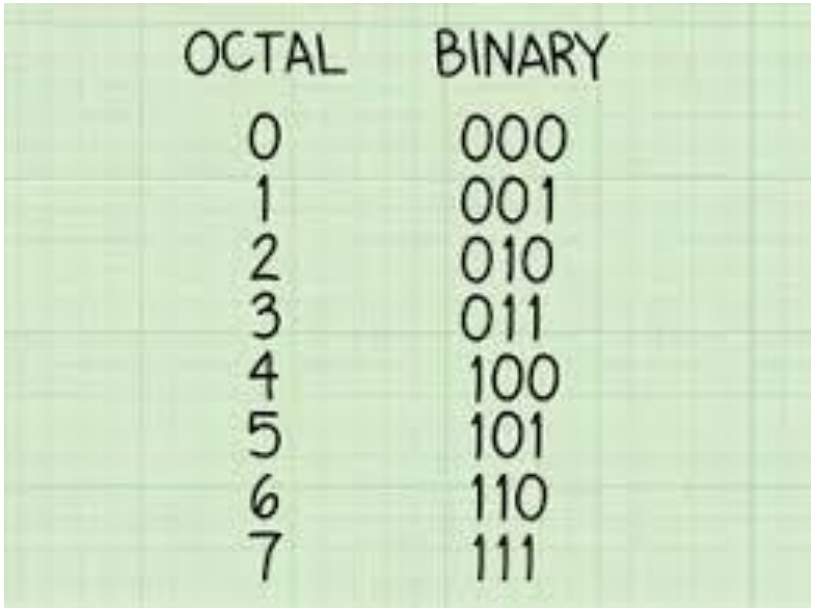
يطلق على النظام الثماني نظام الاساس 8 لانه يحتوي على ثمانية رموز وهي (0-1-2-3-4-5-6-7)

لأن التعامل مع الأعداد الثنائية الطويلة يجعل الأنسان عرضة للوقوع في الأخطاء من ناحية الكتابة او النسيان يتم إستخدام النظام الثماني للتعامل مع النظام الثنائي بشكل غير مباشر عن طريق التحويل بين النظام الثنائي والثماني عند الحاجة

يعتمد النظام الثماني على مبادئ شبيها بتلك التي يعتمد عليها النظام الثنائي لذا بعد إتقان مبادئ الأعداد الثنائي يصبح من السهل التعامل مع الأعداد الثمانية .

إستخدامات نظام العد الثماني

العمليات الحسابية في النظام الثماني تُستخدم في البرمجيات المضمنة.
الأنظمة الثمانية تُسهل العمل مع الأجهزة منخفضة الموارد.



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

هذه العمليات تُستخدم أيضًا في أنظمة Unix القديمة .
يمكن ايضا إستخدام النظام الثماني لتسهيل التعامل مع النظام الثنائي

التحويل من النظام العشري إلى النظام الثماني

كما هو الحال في النظام الثنائي يتم إتباع عملية القسمة المتكررة ولكن على 8 بحيث نقوم بإستخلاص بواقي القسمة على العدد 8 لكتابة العدد الثماني

وأيضا لتحويل العدد الكسري من النظام العشري نقوم بضرب العدد بعد الفاصلة ب 8 للوصول إلى تصفير العدد بعد الفاصلة او للوصول إلى عدد الخانات المطلوب

لتحويل العدد 45 إلى عدد ثماني يجب تقسيم العدد 45 على 8 بشكل متكرر حتى نصل إلى نتيجة اصغر من 8

$45 / 8 = 5 \rightarrow 5$

$5 / 8 = 0 \rightarrow 5 \rightarrow (45)_{10} = (55)_8$

التحويل من النظام الثماني إلى النظام العشري

لتحويل عدد ثماني إلى نظيره العشري يتم ضرب خانات العدد الثماني بقوة العدد 8 بالترتيب من اليمين إلى اليسار حيث نبدأ من الأس 0 للأساس 8 (8^0 - 8^1 – 8^2 – 8^3 – 8^4 ....) (1- 8 - 64 - 512 ...)

لتحويل العدد 55 من النظام الثماني إلى النظام العشري نقوم بالتالي :

$5x8^0 = 5$

$5x8^1 = 40$

بحيث يصبح المجموع 45 كعدد عشري

يتم التعامل مع الاعداد الكسرية عن طريق الضرب بالقوة السالبة للعدد 8 من اليسار لليمين بشكل متسلسل إبتداءً من 1-

العمليات الحسابية على النظام الثماني

يتم إجراء الجمع والطرح بنفس طريقة النظام العشري، لكن مع الأساس 8.
مثال:
5 + 7 بالنظام الثماني = 14 يعني 1 (ترحيل) و4.

الضرب: يتم ضرب القيم كما هو بالنظام العشري، ثم تحويل النتيجة إلى ثماني.

القسمة: تتم بتقسيم العدد بالنظام الثماني مباشرة .

نظام العد السداسي عشري

يطلق على النظام السداسي عشري اسم نظام الأساس 16 لأنه يحتوي على 16 عشر رمز

(0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-A-B-C-D-E-F) بحيث تأتي الاحرف من A-Z كناية عن الأعداد من 10 إلى 15

يتيح النظام السداسي عشري تقليص عدد الخانات المستخدمة لتمثيل عدد معين مشكل بالنظام الثنائي او الثماني

ويظهر لنا هنا إتصال النظام الثنائي والثماني والسداسي عشري مع بعضهم في عمليات التوظيف حيث تجدر الإشارة إلى كون الرقم 8 هو أحد قوة العدد 2 كما الحال بالنسبة للعدد 16 :

$2^3 = 8$

$2^4 = 16$

التحويل من النظام العشري إلى النظام السداسي عشري

لتحويل عدد عشري صحيح إلى عدد سداسي عشري يتم إتباع طريقة القسمة المتكررة على 16 حتى نصل إلى ناتج قسمة اصغر من 16 لتشكل لنا بواقي القسمة العدد بالنظام السداسي عشري مرتبة من اسفل إلى اعلى بشكل متوافق مع ترتيب خانات العدد من اليمين لليسار

لتحويل العدد العشري 45 إلى عدد سداسي عشري :

45/16 = 2 → 13 (= D)

2 / 16 = 0 → 2 → $(45)_{10} = (2D)_{16}$

التحويل من النظام السداسي عشري إلى النظام العشري

لتحويل عدد من النظام السداسي عشري إلى النظام العشري يتم ضرب خانات العدد بقوة العدد 16 من اليمين لليسار إبتداءً من الأس 0 ($16^0 - 16^1 - 16^2$- ...)

ويتم إتباع نفس الطريقة المتبعة في الأنظمة العددية السابقة بالنسبة للإعداد الكسرية بحيث نضرب الأعداد الكسرية بالترتيب من اليسار لليمين بالقوة السالبة للعدد 16

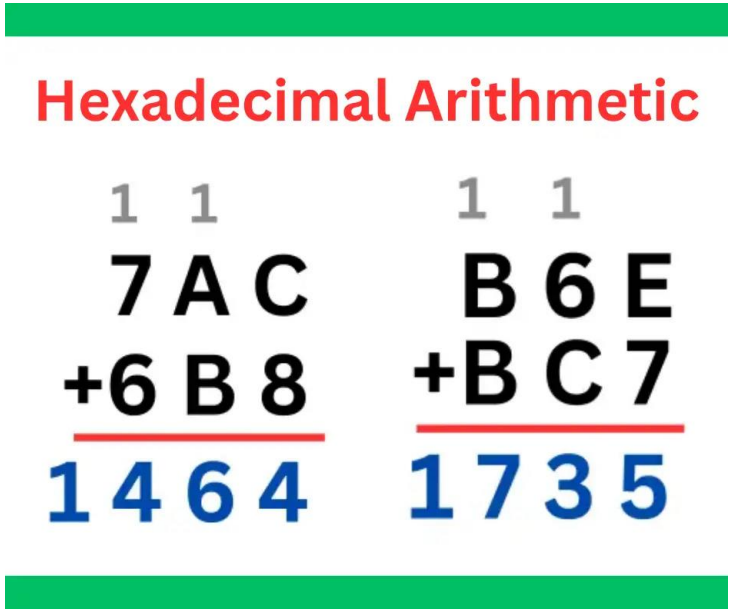
لتحويل العدد 2D إلى النظام العشري :

$D \times 16^0 = 13 \times 1 = 13$

$2 \times 16^1 = 32$

→ 13 + 32 = 45

العمليات الحسابية على النظام السداسي عشري



الجمع يتم باستخدام القيم السداسية عشرية مباشرة.

مثال في الصورة :

سيتم إرفاق رابط لمقطع مرئي [2]

الطرح يتم بنفس الطريقة، مع استخدام المكمل عند الطرح من قيم أكبر.

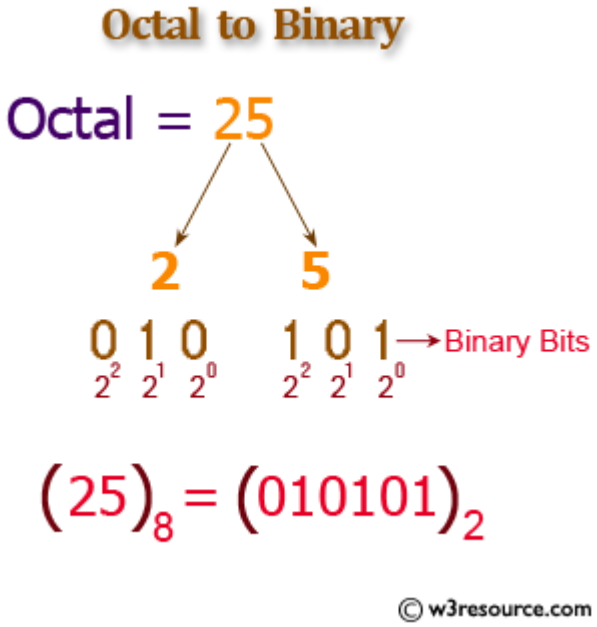
الضرب والقسمة يتم باستخدام العمليات الرياضية المعتادة، مع تحويل النتائج .

التحويل من النظام الثنائي إلى النظام الثماني

للتحويل بين الأنظمة المختلفة يمكن جعل النظام العشري أساسا للتحويل بحيث نحول العدد من اي نظام إلى النظام العشري اولا ثم نعيد تحويله إلى النظام المطلوب ولكن هذه الطريقة قد تحتاج إلى وقت وجهد وحسابات معقدة نسبياً

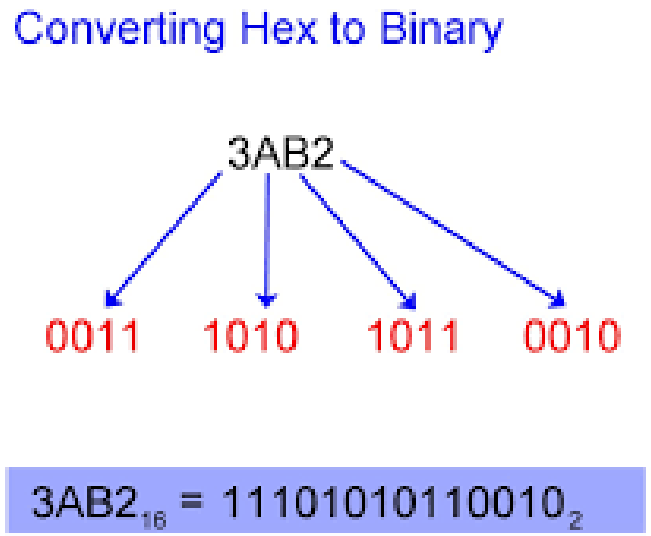
لذلك نقوم بإستخدام التحويل إلى النظام الثنائي بشكل مباشر :

يتم تقسيم الرقم الثنائي إلى مجموعات مكونة من ثلاث خانات (بدءًا من اليمين).
كل مجموعة من الثلاث خانات تُحول إلى قيمة واحدة بالنظام الثماني.
إذا لم تكن الخانات مكتملة، يتم إضافة أصفار إلى اليسار.
مثال: الرقم الثنائي 110101 يُقسم إلى 110 و101.
يتم تحويل 110 إلى 6 و101 إلى 5، ليصبح الرقم 65 بالنظام الثماني.
هذا النوع من التحويل شائع في معالجة البيانات الرقمية .



التحويل من النظام الثنائي إلى النظام السداسي عشري

يتم تقسيم الرقم الثنائي إلى مجموعات مكونة من أربع خانات.
كل مجموعة من الأربع خانات تُحول إلى رقم بالنظام السداسي عشري.
إذا لم تكن الخانات مكتملة، يتم إضافة أصفار إلى اليسار.
الرقم الثنائي110101001 :
يُقسم من اليمين إلى اليسار إلى مجموعات مكونة من 4 بتات:
المجموعة الأولى: 1001
المجموعة الثانية: 1010
المجموعة الثالثة: 0001 (مع إضافة صفر إلى اليسار لإكمال المجموعة).
الآن، نحول كل مجموعة إلى رقم سداسي عشري:
1001 = 9
1010 = A
0001 = 1
الناتج بالنظام السداسي عشري: 1A9



استخدام الأنظمة العددية في التشفير

- التشفير يعتمد على الأنظمة الثنائية والسداسية عشرية لتخزين البيانات.
- خوارزميات التشفير مثل AES و RSA تُنفذ بتمثيل ثنائي.
- يتم تحويل النصوص إلى أرقام لتسهيل العمليات الرياضية.
- الأنظمة العددية تُساعد في تصميم مفاتيح التشفير المعقدة.
- الأنظمة السداسية عشرية تُستخدم لتمثيل المفاتيح بشكل مختصر.
- تُستخدم لتحسين الكفاءة وتقليل حجم البيانات.
- هذه التقنيات تُحمي البيانات في الإنترنت والبنية التحتية الرقمية .

استخدام الأنظمة العددية في الحوسبة

- الأنظمة العددية تُعتبر أساس الحوسبة الرقمية.
- النظام الثنائي يُمثل البيانات كإشارات كهربائية (0 و1).
- العمليات الحسابية في المعالجات تُنفذ باستخدام الأنظمة الثنائية.
- النظام السداسي عشري يُستخدم لتبسيط قراءة التعليمات البرمجية.
- تُستخدم الأنظمة العددية في تخصيص عناوين الذاكرة.
- الحوسبة السحابية تعتمد على تمثيل البيانات الثنائي لتقليل الأخطاء.
- تُستخدم في تخزين البيانات، معالجتها، ونقلها .

استخدام الأنظمة العددية في معالجة الإشارات

- تُستخدم الأنظمة الثنائية لتمثيل الإشارات الرقمية.
- الإشارات التناظرية تُحول إلى رقمية باستخدام تقنيات التكميم.
- الأنظمة العددية تُساعد في تحسين كفاءة تحليل الإشارات.
- تُستخدم في مجالات مثل ضغط الصوت والفيديو.
- تُساعد الأنظمة الثنائية في اكتشاف وتصحيح الأخطاء.
- الأنظمة العددية تُستخدم أيضًا في معالجة الصور الرقمية.
- تُسهل العمليات الحسابية مثل التحويلات الموجية .

كويز – 2

1. كيف يتم تمثيل الأعداد السالبة باستخدام المكمل الثاني؟
2. ما هي القاعدة الأساسية للجمع في النظام الثنائي؟
3. ما الهدف من استخدام النظام الثماني؟
4. ما هي الرموز المستخدمة في النظام الثماني؟
5. كيف يتم تحويل العدد 45 من النظام العشري إلى النظام الثماني؟

الأجوبة – 2

1. عكس كل البتات ثم إضافة 1
2. 1زائد 1 يساوي 10
3. تسهيل التعامل مع النظام الثنائي
4. 0 إلى 7
5. 55

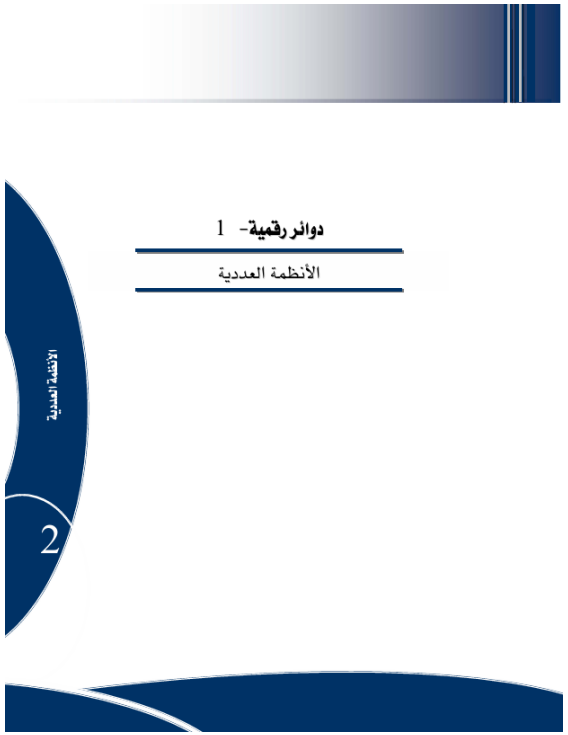
روابط خارجية

عنوان الفيديو	الرابط
أسهل طريقه لتحويل الكسور من النظام العشرى إلى النظام الثنائي أو العكس	https://youtu.be/fyoObJ7djAA?si=7FW6e2PReZiEiSTy
رياضيات الحاسوب - العمليات الحسابية في النظام السادس عشر	https://youtu.be/Gueemyy41Mc?si=bLH0tSNX3xreKqkk

المراجع

- كتاب دوائر رقمية - انظمة العد

https://books.makktaba.com/2013/12/Book-Numerical-systems.html



شكرا لكم