جامعة الزقازيق – كلية الهندسة – قسم هندسة الحاسبات والمنظومات

# CSE100

# الحاسبات والبرمجة 1

د/ محمد نورعبدالجواد

mnahmed@eng.zu.edu.eg

https://mnourgwad.github.io/CSE100

## المحاضرة 2 : تمثيل البيانات داخل الحاسب

# المحاضرة الثانية

## تمثيل البيانات داخل الحاسب

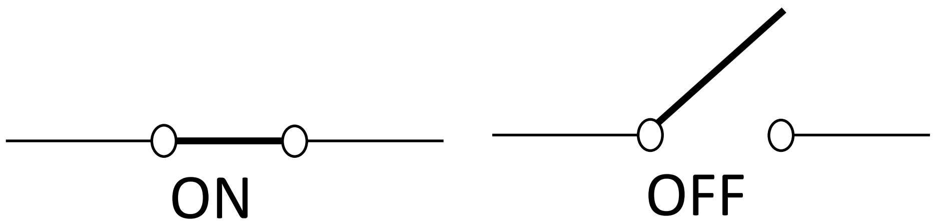
1. مقدمة
2. تمثيل الأعداد في الحاسب (الأنظمة العددية)
3. التحويل من أي نظام إلي النظام العشري
4. التحويل من أي النظام العشري إلي أي نظام
5. الخلاصة

# مقدمة


ادخال حرف B
B
الحاسوب يفهم الحرف
بانه مجموعة من
Bits 0 , 1
1000010
1000010
B
الحاسوب يعيد
عرض الحرف
بشكل مفهوم
للانسان

## مقدمة

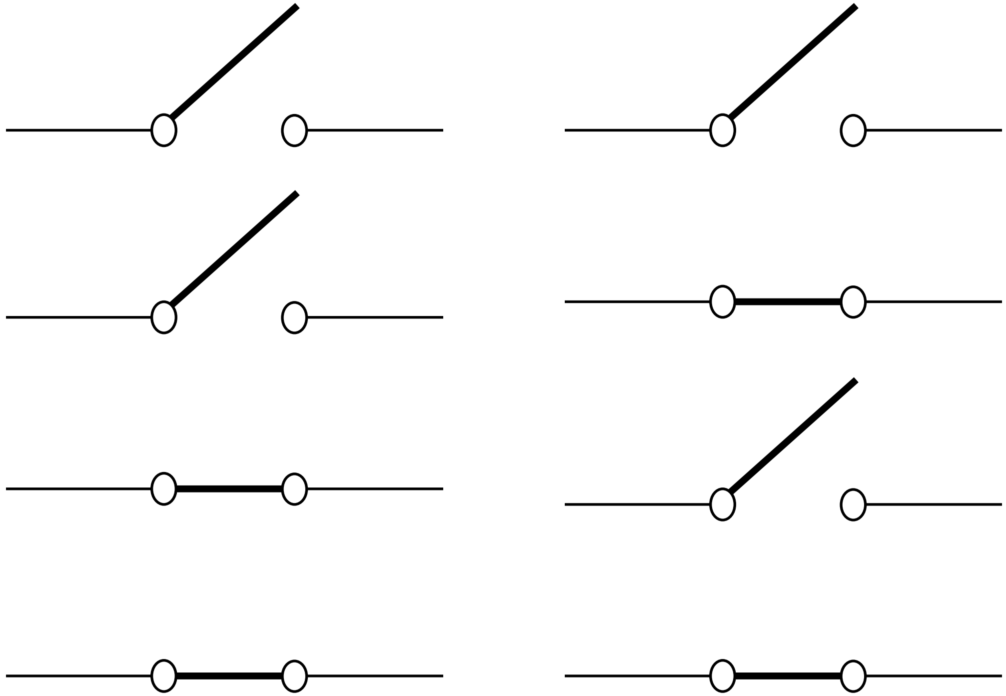
- وحدة تخزين العنصر داخل الحاسب عبارة عن *electronic switches* .
- كل مفتاح لديه عدد 2 حالة **(0) *off* or (1) *on*:**




- سوف نستخدم الـ Bit ( 0 or 1 ) لكي نعبر عن حالة المفتاح.

## مثال

لدينا 2 مفتاح لتمثيل 4 قيم



**0 (00)**

**1 (01)**

**2 (10)**

**3 (11)**

عموما : لو ان لدينا ***N* bits** فسوف نستطيع تمثيل $2^N$ حاله مختلفه.

| No. of bits n | No. of values to represent $2^n$ | values |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 0, 1 |
| 2 | 4 | 00, 01, 10, 11 |
| 3 | 8 | 000, 001, 010, …, 110, 111 |
| 4 | 16 | 0000, 0001, 0010, …, 1111 |

إذا كان لديناعدد **M** لقيم مختلفه فسوف نحتاج لعدد**Bits** $\lceil \log_2 M \rceil$

| Values M | No. of bits n |
|---|---|
| 32 | 5 |
| 64 | 6 |
| 1024 | 10 |
| 40 | 6 |
| 100 | 7 |

# تمثيل الأعداد في الحاسب (الأنظمة العددية)

# الأنظمة العددية

Decimal

Octal

Binary

Hexadecimal

# الأنظمة العددية

| النظام | الأساس | العناصر |
|---|---|---|
| العشري | 10 | 0,1,2,3, …, 8,9 |
| الثنائي | 2 | 0, 1 |
| الثماني | 8 | 0,1,2, …, 7 |
| السداسي عشر | 16 | 0,1,2,3, …,9, a, b, c, d , e, f |

# النظام العشري Decimal System

- أكثر أنظمة العد استعمالاً من قبل الإنسان
- سمي **بالعشري** لأن أساس النظام **عشرة** ويتكون من عشرة أرقام (0.. 9).

**أساس(Base)** أي نظام عددي يساوي عدد الأرقام المستعملة لتمثيل الأعداد فيه, وهو يساوي كذلك أكبر رقم في النظام مضافاً إليه واحد.

- تمثل الأعداد في النظام العشري بواسطة قوى الأساس 10 وهذه تسمي بدورها أوزان خانات العدد

$$N = a_n\, r^n + a_{n-1}\, r^{n-1} + \ldots + a_1\, r^1 + a_0\, r^0$$

# Decimal System النظام العشري

أمثله: النظام العشري

$$N = 278$$

Hundreds = 2 ;  Tens = 7 ;  Ones = 8

$$278 = \underbrace{(2 \times 10^2)}_{\text{Hundreds}} + \underbrace{(7 \times 10^1)}_{\text{Tens}} + \underbrace{(8 \times 10^0)}_{\text{Ones}}$$

$$N = a_n r^n + a_{n-1} r^{n-1} + \ldots + a_1 r^1 + a_0 r^0$$

$$r = 10,\ n = 2;\ a_2 = 2,\ a_1 = 7,\ a_0 = 8$$

# Decimal System النظام العشري

**أمثله: النظام العشري**

**ومثال ذلك العدد العشري N=7129.45**

**يمكن كتابته على النحو التالي :**

$$N = 7 \times 10^3 + 1 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 9 \times 10^0 + 4 \times 10^{-1} + 5 \times 10^{-2}$$

# النظام الثنائي Binary System :

- الأساس المستعمل في النظام الثنائي هو 2
- يتكون هذا النظام من رقمين فقط هما 0و1 ويسمى كل منهما رقماً ثنائياً Binary Digit
- من الشائع أطلاق اسم Bit على الخانة التي يحتلها الرقم داخل العدد الثنائي.

$$N = a_n r^n + a_{n-1} r^{n-1} + \dots + a_1 r^1 + a_0 r^0$$

$$N = (1001)_2$$

$$(1001)_2 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0$$

# النظام الثماني Octal System :

- الأساس في النظام الثماني هو 8
- يتكون هذا النظام من ثمانية ارقام فقط هي:

**0 1 2 3 4 5 6 7**

$$N = a_n r^n + a_{n-1} r^{n-1} + \ldots + a_1 r^1 + a_0 r^0$$

$$N = (263)_8$$

$$(263)_8 = 2 \times 8^2 + 6 \times 8^1 + 3 \times 8^0$$

# Hexadecimal System النظام السداسي عشر

- الأساس في النظام السداسي عشر هو 16
- يتكون هذا النظام من 16 رقم وهي:

**0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F**

**أمثله: النظام السداسي عشر**

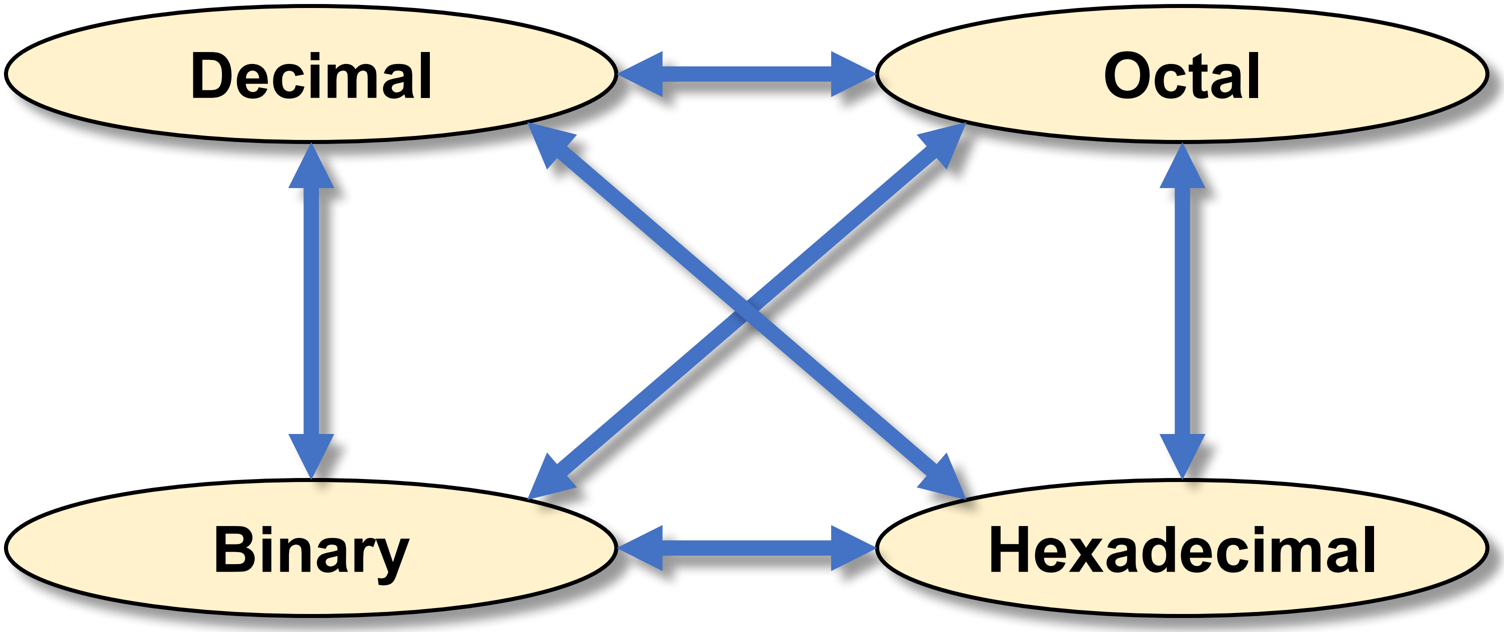
$$N = (263)_{16}$$

$$(263)_{16} = 2 \times 16^{2} + 6 \times 16^{1} + 3 \times 16^{0}$$

| Decimal | Binary | Octal | Hexadecimal |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 10 | 2 | 2 |
| 3 | 11 | 3 | 3 |
| 4 | 100 | 4 | 4 |
| 5 | 101 | 5 | 5 |
| 6 | 110 | 6 | 6 |
| 7 | 111 | 7 | 7 |
| 8 | 1000 | 10 | 8 |
| 9 | 1001 | 11 | 9 |
| 10 | 1010 | 12 | A |
| 11 | 1011 | 13 | B |
| 12 | 1100 | 14 | C |
| 13 | 1101 | 15 | D |
| 14 | 1110 | 16 | E |
| 15 | 1111 | 17 | F |
| 16 | 10000 | 20 | 10 |

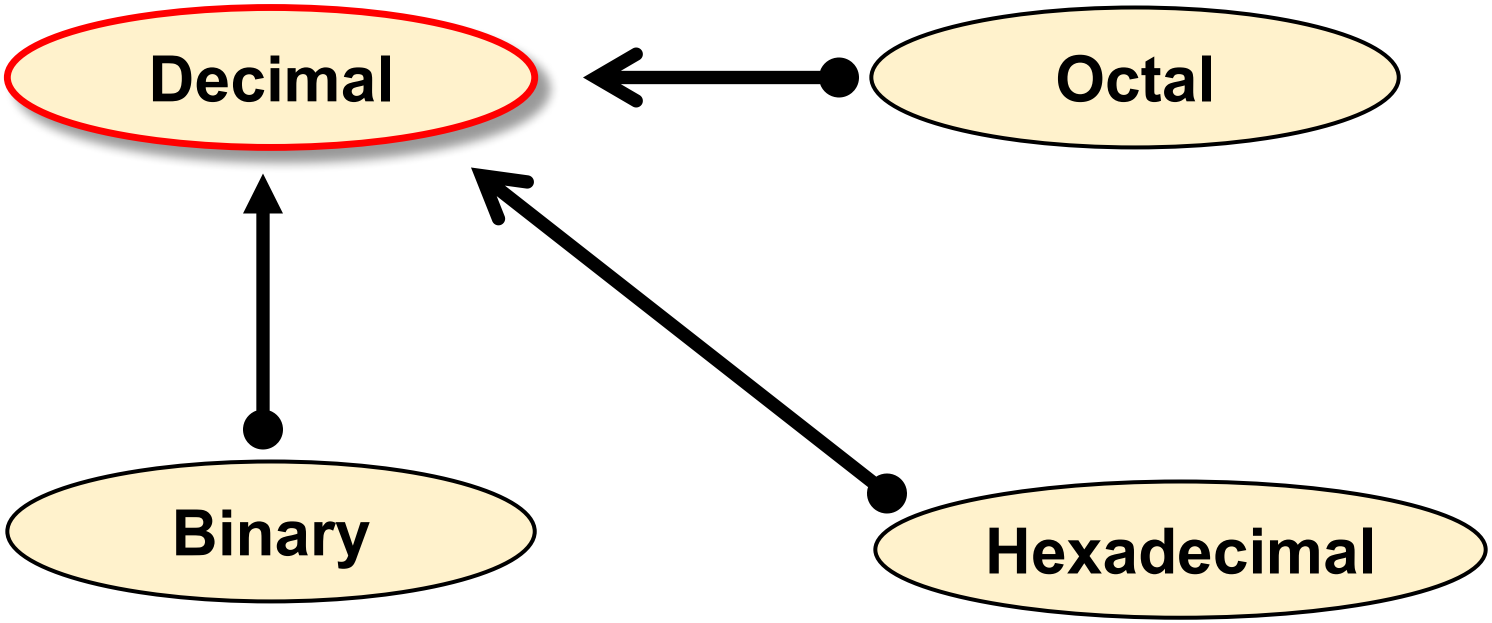
# التحول بين الأنظمة العددية

# التحول بين الأنظمة العددية



# التحول بين الأنظمة العددية

## 1) التحويل من أي نظام إلي العشري:




$$(25)_{10} = (11001)_{2} = (31)_{8} = (19)_{16}$$

# الثنائى/ العشري

**خطوات عملية التحويل:**

- ضرب كل خانه (Bit) في $2^n$ , علما بأن n تمثل وزن الخانه.
- وزن الخانه عباره عن رقم (مكان) الخانه ويبدأ من اليمين ويبدأ برقم صفر.
- جمع النتائج.

$$N = a_n r^n + a_{n-1} r^{n-1} + \ldots + a_1 r^1 + a_0 r^0$$

## مثال

$$(1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 1)_2$$

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **ON/OFF** | ON | OFF | OFF | ON | ON |
| **Exponent:** | $2^4$ | $\cancel{2^3}$ | $\cancel{2^2}$ | $2^1$ | $2^0$ |

**Calculation:** $16 + 0 + 0 + 2 + 1 =$

$$(19)_{10}$$

**مثال**

$$
\begin{array}{lrcll}
101011_2 \Rightarrow & 1 \times 2^0 & = & 1 \\
 & 1 \times 2^1 & = & 2 \\
 & 0 \times 2^2 & = & 0 \\
 & 1 \times 2^3 & = & 8 \\
 & 0 \times 2^4 & = & 0 \\
 & 1 \times 2^5 & = & \underline{32} \\
 & & & 43_{10}
\end{array}
$$

# الثمانى/ العشري

**خطوات عملية التحويل:**

- ضرب كل خانه (Bit) في $8^n$ , علما بأن n تمثل وزن الخانه.
- وزن الخانه عباره عن رقم (مكان) الخانه ويبدأ من اليمين ويبدأ برقم صفر.
- جمع النتائج.

$$N = a_n r^n + a_{n-1} r^{n-1} + \ldots + a_1 r^1 + a_0 r^0$$

# الثمانى/ العشري

مثال

$$(1\ \ 4\ \ 7)_8$$

**Exponent:** $8^2$ $8^1$ $8^0$

64 8 1

$$64 + 32 + 7 =$$

$$(103)_{10}$$

## مثال

$$
\begin{array}{llr}
724_8 \Rightarrow & 4 \times 8^0 = & 4 \\
& 2 \times 8^1 = & 16 \\
& 7 \times 8^2 = & \underline{448} \\
& & 468_{10}
\end{array}
$$

# السداسي عشر/ العشري

**خطوات عملية التحويل:**

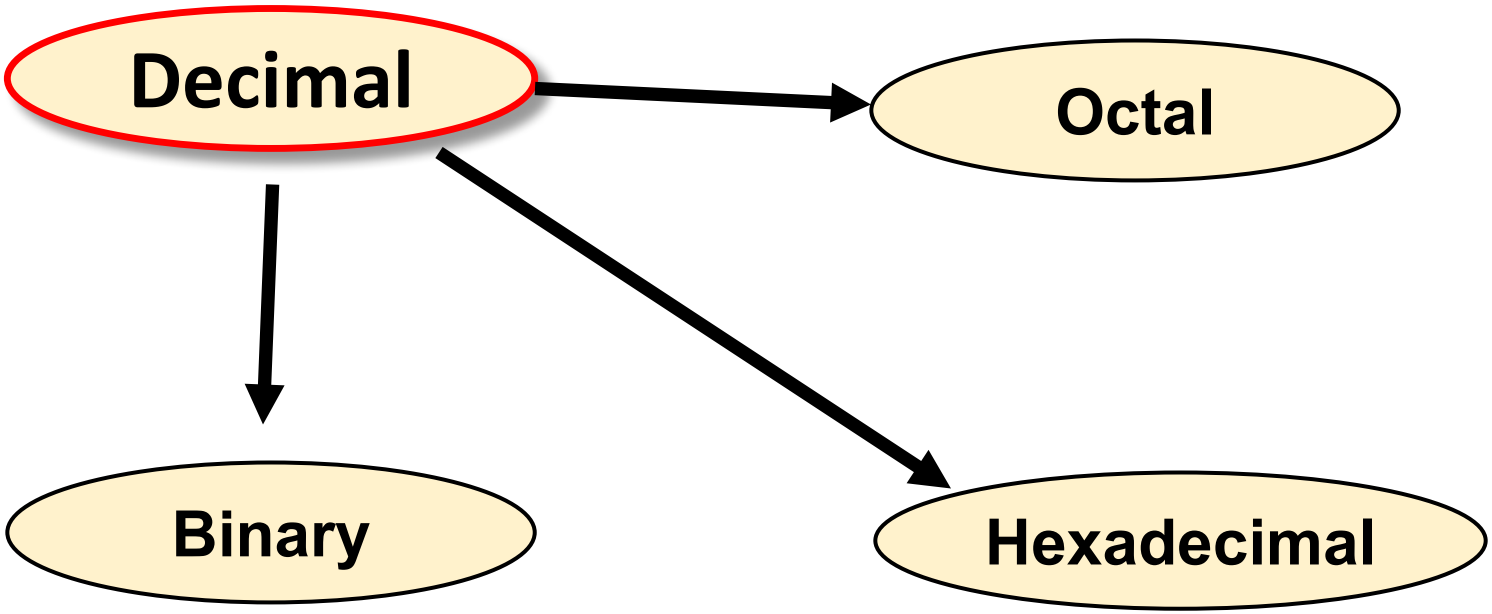
- ضرب كل خانه (Bit) في $16^n$ , علما بأن n تمثل وزن الخانه.
- وزن الخانه عباره عن رقم (مكان) الخانه ويبدأ من اليمين ويبدأ برقم صفر.
- جمع النتائج.

$$N = a_n\, r^n + a_{n-1}\, r^{n-1} + \ldots + a_1\, r^1 + a_0\, r^0$$

# Example

$$ABC_{16} \Rightarrow \begin{array}{lllllllll} C & \times & 16^0 & = & 12 & \times & 1 & = & 12 \\ B & \times & 16^1 & = & 11 & \times & 16 & = & 176 \\ A & \times & 16^2 & = & 10 & \times & 256 & = & 2560 \\ \hline & & & & & & & & 2748_{10} \end{array}$$

# من النظام العشري لأي نظام اخر



## تمثيل الأرقام العشريه بالنظام الثنائي

مجموع الأوزان | بالقسمة علي 2

## تمثيل الأرقام العشريه بالنظام الثماني

مجموع الأوزان | بالقسمة علي 8

## تمثيل الأرقام العشريه بالنظام السداسي عشر

مجموع الأوزان | بالقسمة علي 16

باستخدام القانون العام

بالقسمة علي أساس النظام

# من النظام العشري لأي نظام اخر

## أمثله

باستخدام طريقة مجموع الأوزان حول الأعداد العشريه التاليه إلي مقابلها الثنائي؟

*a)* *9*

*b)* *16*

*c)* *0.25*

*d)* *12.5*

$$N = a_n 2^n + a_{n-1} 2^{n-1} + \dots + a_1 2^1 + a_0 2^0$$

$$(9)_{10} = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = (1001)_2$$

# أمثله

**باستخدام طريقة القسمة علي الاساس حول الأعداد العشريه التاليه إلي مقابلها الثماني والسداسي عشر؟**

- **9**
- **16**
- **33.25**

# من العشري للثنائي (باستخدام القسمه علي الاساس)

خطوات عملية التحويل:

- أقسم الرقم علي أساس النظام, سجل باقي القسمه.
- أول باقي يكون لـ(LSB, least-significant bit)
- ثاني باقي يكون لـ 1 bit.
- وهكذا.

# من النظام العشري لأي نظام اخر

## من العشري للثنائي (باستخدام القسمة علي الاساس)

**خطوات عملية التحويل:**

- أقسم الرقم علي **2** , سجل باقي القسمه.
- أول باقي يكون لـ bit 0 (LSB, least-significant bit)
- ثاني باقي يكون لـ bit 1.
- و هكذا.

**Example**

$(125)_{10} = (?)_2$

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 125 | |
| 2 | 62 | 1 |
| 2 | 31 | 0 |
| 2 | 15 | 1 |
| 2 | 7 | 1 |
| 2 | 3 | 1 |
| 2 | 1 | 1 |
| | 0 | 1 |

$125_{10} = \boxed{1111101_2}$

# Exercise – Convert …

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 29 | |
| 2 | 14 | 1 |
| 2 | 7 | 0 |
| 2 | 3 | 1 |
| 2 | 1 | 1 |
| | 0 | 1 |

**$29_{10} = 11101_2$**

The fractional part of number is found by multiplying by the basis

| | | |
|---|---|---|
| 0.8 x 2 | = 1.6 | 1 |
| 0.6 x 2 | = 1.2 | 1 |
| 0.2 x 2 | = 0.4 | 0 |
| 0.4 x 2 | = 0.8 | 0 |
| 0.8 x 2 | = 1.6 | 1 |
| … | … | … |

**$0.8_{10} = 0.11001100110_2$**

**$29.8_{10} = 11101.11001100110_2$**

# من النظام العشري لأي نظام اخر

## من العشري للثماني(باستخدام القسمة علي الاساس)

**خطوات عملية التحويل:**

- أقسم الرقم علي **8** , سجل باقي القسمة.
- أول باقي يكون لـ bit 0 (LSB, least-significant bit)
- ثاني باقي يكون لـ bit 1.
- و هكذا.

## من العشري للسداسي عشر (باستخدام القسمة علي الاساس)

**خطوات عملية التحويل:**

- أقسم الرقم علي **16** , سجل باقي القسمة.
- أول باقي يكون لـ bit 0 (LSB, least-significant bit)
- ثاني باقي يكون لـ bit 1.
- و هكذا.

# Exercise – Convert … Don't use a calculator!

| Decimal | Binary | Octal | Hexadecimal |
|---|---|---|---|
| 29.8 | | | |
| | 101.1101 | | |
| | | 3.07 | |
| | | | C.82 |

# Exercise – Convert …

**Answer**

| Decimal | Binary | Octal | Hexadecimal |
|---|---|---|---|
| 29.8 | 11101.110011… | 35.63… | 1D.CC… |
| 5.8125 | 101.1101 | 5.64 | 5.D |
| 3.109375 | 11.000111 | 3.07 | 3.1C |
| 12.5078125 | 1100.10000010 | 14.404 | C.82 |

# تمثيل الأعداد الموجبة والسالبة

# تمثيل الأعداد الموجبه والسالبه

## طرق تمثيل إشارة الرقم

- متمم الواحد
  1’s Complement
- متمم الاثنين
  2’s Complement
- الاشارة والقيمة
  Sign& Magnitude

**Examples:**

8 bits binary number

| S | $b_6$ | $b_5$ | $b_4$ | $b_3$ | $b_2$ | $b_1$ | $b_o$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sign bit | 7 bits for magnitude (value) | | | | | | |

Sign bit 0 => +ve   1 => -ve

a) $+7 = \underline{\mathbf{0}}\ \underline{0}\ \underline{0}\ \underline{0}\ \underline{0}\ \underline{1}\ \underline{1}\ \underline{1}$

$(-7 = \mathbf{1}0000111_2)$

b) $-10 = \underline{\mathbf{1}}\ \underline{0}\ \underline{0}\ \underline{0}\ \underline{1}\ \underline{0}\ \underline{1}\ \underline{0}$

$(+10 = \mathbf{0}0001010_2)$

ii) 6 bits binary number

$$\_\_\ \underbrace{\_\_\ \_\_\ \_\_\ \_\_\ \_\_}_{\text{5 bits for magnitude (value)}}$$

Sign bit

0 => +ve 1 => -ve

a) +7 = **0** 0 0 1 1 1

(-7 = **1** 0 0 1 1 $1_2$)

b) -10 = **1** 0 1 0 1 0

(+10 = **0** 0 1 0 1 $0_2$)

## Example:

Convert **−5** into ones complement representation (8 bit)

Solution:

- First, obtain +5 representation in 8 bits ⇒ 00000101
- Change every bit in the number from 0 to 1 and vice-versa.
- $-5_{10}$ in ones complement is $\mathbf{11111010_2}$

## Exercise:

Get the representation of ones complement (6 bit) for the following numbers:

i) $+7_{10}$

ii) $-10_{10}$

**Solution:**

$(+7) = 000111_2$

**Solution:**

$(+10)_{10} = 001010_2$

So,

$(-10)_{10} = 110101_2$

# Twos complement

- Similar to ones complement, its **positive number is same as sign-and-magnitude**
- Representation of its **negative number** is obtained by **adding 1 to the ones complement of the number.**

## Exercise:

- Obtain representation of twos complement (6 bit) for the following numbers

i) $+7_{10}$ ii) $-10_{10}$

**Solution:**

$(+7) = \mathbf{0}00111_2$
(same as sign-magnitude)

**Solution:**

$(+10)_{10} = 001010_2$

$(-10)_{10} = 110101_2 + 1_2$
$= 110110_2$

So, twos compliment for -10 is $110110_2$

## Exercise:

Obtain representation for the following numbers

| Decimal | Sign-magnitude | Twos complement |
|---|---|---|
| +7 | | |
| +6 <br> 4 bits | | |
| -4 | | |
| -6 | | |
| -7 | | |
| +18 | | |
| -18 <br> 8 bits | | |
| -13 | | |