



جامعة  
المنارة

HAMARA UNIVERSITY

الدارات المنطقية  
النظام الثنائي  
Binary Systems

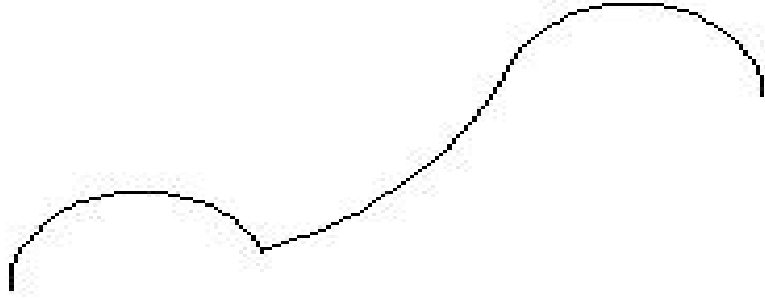
جامعة  
المنارة  
HARAMA UNIVERSITY

- يعرف النظام التمثيلي بقيم مستمرة مثل
- مقياس الحرارة الزئبقي والعين البشرية

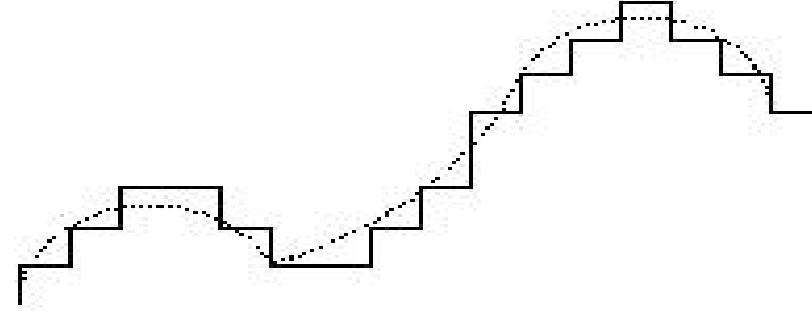
- يعرف النظام الرقمي بمجموعة من القيم المتقطعة (التغير الفجائي)

مقياس الحرارة الرقمي Digital Thermometer  
الكاميرا الرقمية Digital camera

# مميزات استخدام الرقمي



إشارة تمثيلية Analog signal



إشارة رقمية Digital signal



- دارات رخيصة نسبياً.
- سهولة المعايرة والضبط.
- مقاومة للضجيج: صور وصوت أكثر وضوحاً

# النظام الثنائي Binary System

• النظام الثنائي يسمح بتمثيل عناصر المعلومات بخانات ثنائية bits.

$$\text{مثال : } (09)_{10} = (1001)_2$$

$$(15)_{10} = (1111)_2$$

السؤال: لماذا نتجه إلى الرقمي بدلاً من التمثيلي:

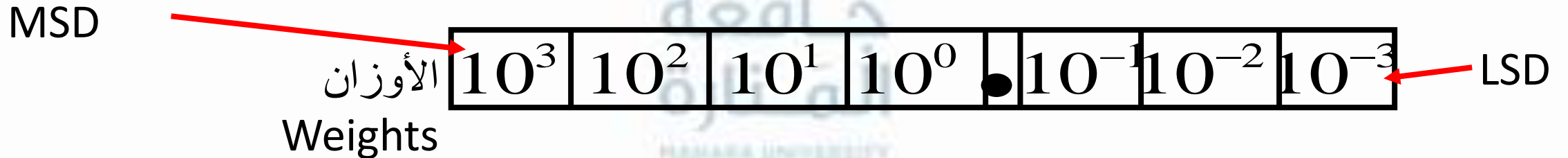
معظم الأجهزة الرقمية تتمتع بخاصية قابلية إعادة برمجتها مما يسمح باستخدام نفس البنية المادية hardware بتطبيقات مختلفة.

# الترميز الثنائي Binary Code

□ تذكير بالنظام الرقمي العشري decimal number system :

الأساس (10) أي الأرقام (0,1, ... 9).

من أجل الأرقام أكبر من 9 نضيف مرتبة إلى يسار الرقم مثل:  $19 > 9$ .  
كل مرتبة لها وزن.



✓ إذا أردنا كتابة رقم كسري مثل 1936.25، على شكل سلسلة أساس مرفوع إلى قوة تصبح كما يلي:

$$1 \times 10^3 + 9 \times 10^2 + 3 \times 10^1 + 6 \times 10^0 + 2 \times 10^{-1} + 5 \times 10^{-2}$$

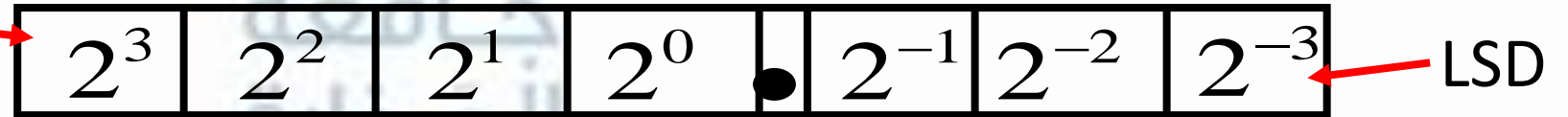
# نظام العد الثنائي Binary number system

✓ If we write 10111.01 using a decimal power series we convert from binary to decimal: □ نظام العد الثنائي.

- الأساس 2 عناصر مجموعته (0,1) symbols
- يطلق عليها اسم عناصر ثنائية Binary Digits (Bits).
- من أجل الأرقام أكبر من 1 نضيف مرتبة جديدة إلى اليسار مثل:  $10 > 1$ .
- ولكل مرتبة وزن (بالترميز العشري).

MSD

الأوزان:  
Weights:



✓ إذا أردنا كتابة رقم كسري مثل 1011.11، على شكل سلسلة أساس مرفوع إلى قوة تصبح كما يلي:

$$1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} =$$
$$= 1 \times 16 + 0 \times 8 + 1 \times 4 + 1 \times 2 + 1 \times 1 + 0 \times 0.5 + 1 \times 0.25 = 23.25$$

# نظام العد الثنائي Binary number system

□  $(110000.0111)_2 = ( ? )_{10}$

الجواب: 48.4375

□ في علوم الحاسوب  $2^{10} = 1024$  تطلق عليها تسمية K = kilo

$2^{20} = 1048576$  تطلق عليها تسمية M = mega

$2^{30} = ?$

$2^{40} = ?$

□ ماهو عدد البايتات في ذاكرة سعتها 16 Gbyte؟





# نظامي العد الثماني والست عشري Octal/Hex

□ نظام العد الثماني.

- الأساس 8 ← الأعداد هي 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

$$✓ (236.4)_8 = (158.5)_{10}$$

$$2 \times 8^2 + 3 \times 8^1 + 6 \times 8^0 + 4 \times 8^{-1} = 158.5$$

□ نظام العد الست عشري

- الأساس 16 ← الأرقام العشرة الأولى هي نفسها في النظام العشري وتقوم الأحرف A, B, C, D, E, F مقام الأرقام 10, 11, 12, 13, 14, 15

$$✓ (D63FA)_{16} = (877562)_{10}$$

$$13 \times 16^4 + 6 \times 16^3 + 3 \times 16^2 + 15 \times 16^1 + 10 \times 16^0 = 877562$$

# التحويل من عشري إلى ثنائي

- إذا مثلنا كل خانة ثنائية bit في العدد الثنائي بمتحول وموقع هذه الخانة بدليل المتحول، عندها نعبر عن العدد الثنائي كما يلي:

$$(110)_2 = (a_2 a_1 a_0)_2$$

ونحسب المكافئ العشري كما يلي:

$$(1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0)_{10} = (a_2 \times 2^2 + a_1 \times 2^1 + a_0 \times 2^0)_{10}$$

ولابد من تقسيم الرقم إلى جزء صحيح وآخر كسري ونقوم بتحويل الجزء الصحيح من العدد العشري بالتقسيم التكراري على 2 وأخذ باقي القسمة كالمبين في الشريحة التالية:

# التحويل من عشري إلى ثنائي

✓ أوجد العدد الثنائي المكافئ للعدد 37.

$2 \overline{)37}$	$= 18 + 0.5$	1	← LSB
$2 \overline{)18}$	$= 9 + 0$	0	
$2 \overline{)9}$	$= 4 + 0.5$	1	
$2 \overline{)4}$	$= 2 + 0$	0	
$2 \overline{)2}$	$= 1 + 0$	0	
$2 \overline{)1}$	$= 0 + 0.5$	1	← MSB

$37_{10} = 100101_2$

□  $53_{10} = \underline{\quad? \quad}_2$     ANS:  $53_{10} = 110101_2$

# التحويل من عشري إلى ثنائي

□ تحويل الجزء الكسري من العشري إلى الثنائي:  
يتم تطبيق نفس الإجراءات مع اختلاف وحيد حيث نستخدم الضرب بدلاً من القسمة.

✓ حول  $(0.8542)_{10}$  إلى الثنائي ضع الإجابة ب 6 أرقام بعد الفاصلة.

$$0.8542 \times 2 = 1 + 0.7084 \quad a_{-1} = 1$$

$$0.7084 \times 2 = 1 + 0.4168 \quad a_{-2} = 1$$

$$0.4168 \times 2 = 0 + 0.8336 \quad a_{-3} = 0$$

$$0.8336 \times 2 = 1 + 0.6672 \quad a_{-4} = 1$$

$$0.6675 \times 2 = 1 + 0.3344 \quad a_{-5} = 1$$

$$0.3344 \times 2 = 0 + 0.6688 \quad a_{-6} = 0$$

$$(0.8542)_{10} = (0.a_{-1}a_{-2}a_{-3}a_{-4}a_{-5}a_{-6})_2 = (0.110110)_2$$

□  $(53.8542)_{10} = ( \quad ? \quad )_2$

# التحويل من عشري إلى ثماني

- نقوم بالتحويل من خلال التقسيم على 8 ونأخذ الباقي على أنه الخانة الأقل أهمية LSB . ونتابع بتقسيم ناتج القسمة على 8 وأخذ الباقي على أنه الخانات التالية الأكثر أهمية من العدد الثماني، كما يوضح المثال التالي:



✓ حوّل 1122 إلى الثماني.

$$8 \overline{)1122} = 140 + 0.25 \quad R2 \quad \longleftarrow \text{LSB}$$

$$8 \overline{)140} = 17 + 0.5 \quad R4$$

$$8 \overline{)17} = 2 + 0.125 \quad R1$$

$$8 \overline{)2} = 0 + 0.25 \quad R2 \quad \longleftarrow \text{MSB}$$

$$1122_{10} = 2142_8$$

# التحويل من عشري إلى ثماني

✓ حوّل العدد  $(0.3152)_{10}$  إلى ثماني (نكتفي بأربع خانات بعد الفاصلة).

$$0.3152 \times 8 = 2 + 0.5216 \quad a_{-1} = 2$$

$$0.5216 \times 8 = 4 + 0.1728 \quad a_{-2} = 4$$

$$0.1728 \times 8 = 1 + 0.3824 \quad a_{-3} = 1$$

$$0.3824 \times 8 = 3 + 0.0592 \quad a_{-4} = 3$$

$$(0.3152)_{10} = (0.a_{-1}a_{-2}a_{-3}a_{-4})_2 = (0.2413)_8$$

□  $(1122.3152)_{10} = ( \quad ? \quad )_8$

جدول يبين الأرقام من 1 حتى 16  
بنظم العد الثنائي والثماني  
والعشري والستعشري

<b>Decimal</b>	<b>Hex</b>	<b>Binary</b>	<b>Octal</b>
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0000</b>	<b>00</b>
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0001</b>	<b>01</b>
<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0010</b>	<b>02</b>
<b>3</b>	<b>3</b>	<b>0011</b>	<b>03</b>
<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0100</b>	<b>04</b>
<b>5</b>	<b>5</b>	<b>0101</b>	<b>05</b>
<b>6</b>	<b>6</b>	<b>0110</b>	<b>06</b>
<b>7</b>	<b>7</b>	<b>0111</b>	<b>07</b>
<b>8</b>	<b>8</b>	<b>1000</b>	<b>10</b>
<b>9</b>	<b>9</b>	<b>1001</b>	<b>11</b>
<b>10</b>	<b>A</b>	<b>1010</b>	<b>12</b>
<b>11</b>	<b>B</b>	<b>1011</b>	<b>13</b>
<b>12</b>	<b>C</b>	<b>1100</b>	<b>14</b>
<b>13</b>	<b>D</b>	<b>1101</b>	<b>15</b>
<b>14</b>	<b>E</b>	<b>1110</b>	<b>16</b>
<b>15</b>	<b>F</b>	<b>1111</b>	<b>17</b>

# التحويل باستخدام الجدولة

يلعب التحويل من وإلى الثنائي والثماني والستعشري دوراً مهماً في الحواسيب الرقمية. □

بملاحظة أن  $2^3 = 8$  وأن  $2^4 = 16$

نجد أن: كل رقم ثماني يوافق 3 أرقام ثنائية  
 وكل رقم ستعشري يوافق 4 أرقام ثنائية.

✓  $(010\ 111\ 100 . 001\ 011\ 000)_2 = (274.130)_8$

✓  $(0110\ 1111\ 1101 . 0001\ 0011\ 0100)_2 = (6FD.134)_{16}$

باستخدام الجدولة



# المتتمات Complements

□ تستخدم المتتمات في الحواسيب الرقمية لإنجاز عمليات الطرح والعمليات المنطقية.

الأرقام العشرية ← المتتم العشري 10's complement والمتتم التسعي 9's complement

الأرقام الثنائية ← المتتم الثنائي 2's complement والمتتم الأحادي 1's complement

يعطى المتتم التسعي بالعلاقة  $N = (10^n - 1) - N$  (حيث  $N$  عدد عشري)

يعطى المتتم العشري بالعلاقة  $N = 10^n - N$  (حيث  $N$  عدد عشري)

يعطى المتتم الأحادي بالعلاقة  $N = (2^n - 1) - N$  (حيث  $N$  عدد ثنائي)  
يمكن الوصول إلى المتتم الأحادي بقلب كل 0 إلى 1 وكل 1 إلى 0.

نحصل على المتتم الثنائي بإبقاء الخانات الصفرية الأقل أهمية أصفاراً حتى أول خانة تأخذ قيمة الواحد ومن ثم نستبدل ما بصفر وكل صفر بواحد في جميع الخانات الأكثر أهمية.

ويمكننا الحصول على المتتم الثنائي بإضافة واحد إلى المتتم الأحادي.

# المتممات Complements

□ يعطى المتمم التسعي بالعلاقة  $N = (10^n - 1) - N$  (حيث  $N$  عدد عشري)

$$12345 = (10^5 - 1) - 12345 = 87654 \quad \checkmark \text{المتمم التسعي للعدد}$$

$$012345 = (10^6 - 1) - 012345 = 987654 \quad \checkmark \text{المتمم التسعي للعدد}$$

□ يعطى المتمم العشري بالعلاقة  $N = 10^n - N$  (حيث  $N$  عدد عشري)

$$739821 = 10^6 - 739821 = 260179 \quad \checkmark \text{المتمم العشري للعدد}$$

$$2500 = 10^4 - 2500 = 7500 \quad \checkmark \text{المتمم العشري للعدد}$$

□ أوجد المتمم التسعي والعشري للعدد 00000000

الجواب 99999999 and 00000000

# المتماثل الأحادي والثنائي

## 1's and 2's Complements

نحصل على المتماثل الثنائي بإبقاء الخانات الصفرية الأقل أهمية أصفاً حتى أول خانة تأخذ قيمة الواحد ومن ثم نستبدل ما بصفر وكل صفر بواحد في جميع الخانات الأكثر أهمية. □

يعطى المتماثل الأحادي بالعلاقة  $N = (2^n - 1) - N$  (حيث  $N$  عدد ثنائي) يمكن الوصول إلى المتماثل الأحادي بقلب كل 0 إلى 1 وكل 1 إلى 0.

$$1101011 = 0010100$$

✓ المتماثل الأحادي للعدد

$$0110111 = 1001001$$

✓ المتماثل الثنائي للعدد

أوجد المتماثلين الأحادي والثنائي للعدد 10000000 □

الجواب: 01111111 و 10000000

# الطرح باستخدام المتتمات

□ طرح عددين مؤلفين من  $n$  رقم غير ذوي إشارة هو  $M-N$  حيث الأساس  $r$  ينجز بالشكل التالي:

1. إضافة  $M$  إلى المتتم  $r$  للعدد  $N$ :  $M + (r^n - M)$
2. إذا كانت  $M < N$  فإن المجموع سينتج منقولاً للمرتبة بعد النهائية والذي يمثل بدوره  $r^n$  مما يسمح بإهماله وتكون النتيجة  $M - N$ .
3. إذا كانت  $M \geq N$  لن تنتج عملية الجمع أي منقول للمرتبة ما بعد النهائية ويكون المجموع مساوي لـ  $r^n - (N - M)$ .

# الطرح العشري باستخدام المتممات

✓ إ طرح 2100 - 150 باستخدام المتمم العشري

$$\begin{array}{r} M = 150 \\ N = + 7900 \\ \hline \text{Sum} = 8050 \end{array}$$

لا يوجد منقول للمرتبة بعد الأخيرة أي العدد سالب

$$\text{الجواب } - (10\text{'s complement of } 8050) = -1950$$

✓ إ طرح 3049 - 7188 باستخدام المتمم العشري

$$\begin{array}{r} M = 7188 \\ \text{10's complement of } N = + 6951 \\ \hline \text{Sum} = 14139 \end{array}$$

$$\text{Discard end carry } 10^4 = -10000$$

$$\text{Answer} = 4139$$

# الطرح الثنائي باستخدام المتممات

نفس الإجراءية العشرية السابقة. □

✓ نفذ  $1010100 - 1000011$  باستخدام المتمم الثنائي:

$$\begin{array}{r} A = \quad 1010100 \\ 2\text{'s complement of } B = + \underline{0111101} \\ \text{Sum} = \quad 10010001 \\ \text{Discard end carry} = - \underline{10000000} \\ \text{Answer} = \quad 0010001 \end{array}$$

→ end carry

□ نفذ  $1000011 - 1010100$  باستخدام المتمم الثنائي:

$$\text{Answer} = - 0010001$$

# الطرح الثنائي باستخدام المتممات

✓ نفذ  $1010100 - 1000011$  باستخدام المتمم الأحادي

$$\begin{array}{r} A = \quad 1010100 \\ 1\text{'s complement of } B = + \quad \underline{0111100} \\ \text{Sum} = \quad 10010000 \\ \text{End-around carry} = + \quad \underline{\quad 1} \\ \text{Answer} = \quad 0010001 \end{array}$$

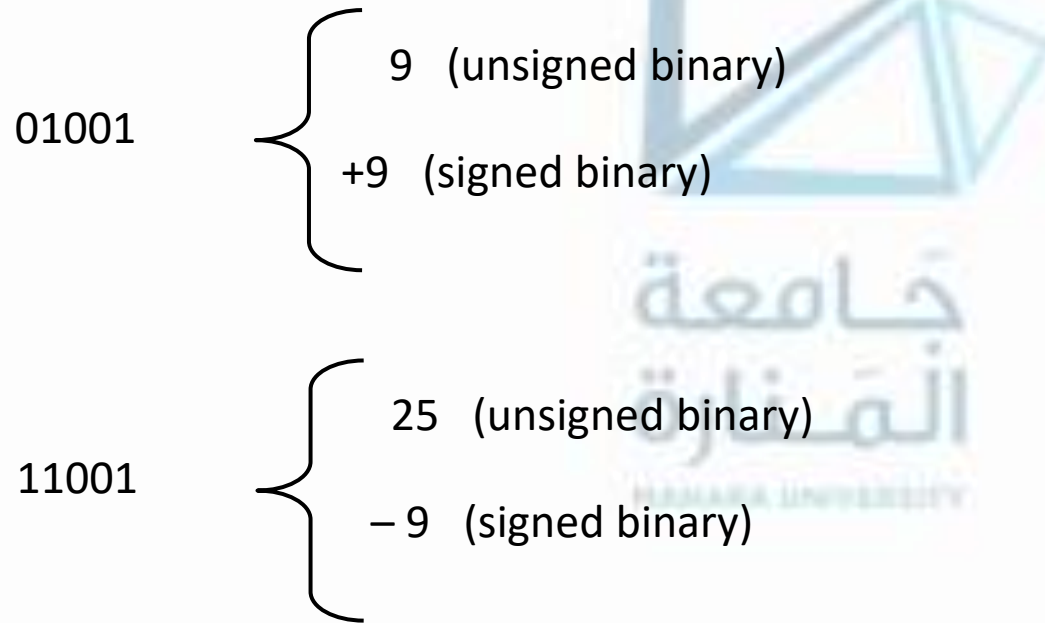
□

نفذ العملية  $1010100 - 1000011$  باستخدام المتمم الأحادي

$$\text{Answer} = - 0010001$$

# الأعداد الأحادي ذات الإشارة Signed binary numbers

تمثل الأعداد السالبة عادةً بجعل خانة خاصة للإشارة تأخذ القيمة 1 (تأخذ خانة الإشارة sign bit القيمة 0 من أجل الأعداد الموجبة).





# الجمع الرياضي Arithmetic addition

يجب أن تكزن الأعداد السالبة ممثلة بالمتعم الثنائي وإذا كان ناتج الجمع سالباً فيجب أن يكون ممثلاً أيضاً بالمتعم الثنائي .

$$\begin{array}{r} + 6 \quad 00000110 \\ +13 \quad 00001101 \\ \hline +19 \quad 00010011 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} -6 \quad 11111010 \\ +13 \quad 00001101 \\ \hline +7 \quad 00000111 \end{array}$$

□ Add -6 and -13

*Answer* = 11101101

# ترميزات أنظمة العد

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

x = don't care  
2C = 2's complement form

# الأعداد ذات الإشارة

Decimal Value	Signed 2C Binary	Sign-Magnitude Binary
-8	1000	n/a
-7	1001	1111
-6	1010	1110
-5	1011	1101
-4	1100	1100
-3	1101	1011
-2	1110	1010
-1	1111	1001
0	0000	0000, 1000
1	0001	0001
2	0010	0010
3	0011	0011
4	0100	0100
5	0101	0101
6	0110	0110
7	0111	0111