**Esercizio 1**
Effettuare i seguenti cambiamenti di codifica su numeri naturali:

- $\texttt{123}_{10} = x_2$ [ $1111011_2$ ]
- $\texttt{011101}_2 = x_{10}$ [ $29_{10}$ ]
- $\texttt{23}_{10} = x_5$ [ $43_5$ ]
- $\texttt{123}_5 = x_{10}$ [ $38_{10}$ ]
- $\texttt{123}_{10} = x_H$ [ $7B_{16}$ ]
- $\texttt{A1}_H = x_{10}$ [ $161_{10}$ ]
- $\texttt{91}_H = x_Q$ [ $221_8$ ]
- $\texttt{141}_4 = x_{10}$ [ impossibile ]

**Esercizio 2**
Effettuare i seguenti cambiamenti di codifica su numeri relativi considerando numeri binari da 6 bit:

- $\texttt{+13}_{10} = x_{MS}$ [ $001101_{MS}$ ]
- $\texttt{-13}_{10} = x_{MS}$ [ $101101_{MS}$ ]
- $\texttt{+32}_{10} = x_{MS}$ [ non rappresentabile in codifica MS su 6 bit ]
- $\texttt{-32}_{10} = x_{MS}$ [ non rappresentabile in codifica MS su 6 bit ]
- $\texttt{+13}_{10} = x_{CA2}$ [ $001101_{CA2}$ ]
- $\texttt{-13}_{10} = x_{CA2}$ [ $110011_{CA2}$ ]
- $\texttt{+32}_{10} = x_{CA2}$ [ non rappresentabile in codifica CA2 su 6 bit ]
- $\texttt{-32}_{10} = x_{CA2}$ [ $100000_{CA2}$ ]
- $\texttt{010001}_{MS} = x_{10}$ [ $+17_{10}$ ]
- $\texttt{010001}_{CA2} = x_{10}$ [ $+17_{10}$ ]
- $\texttt{100001}_{MS} = x_{10}$ [ $-1_{10}$ ]
- $\texttt{100001}_{CA2} = x_{10}$ [ $-31_{10}$ ]

**Esercizio 3**
Effettuare le seguenti operazioni considerando numeri binari da 6 bit ed indicando sempre se si è verificato errore e di quale tipo:

- (binario puro) `010101 + 000111` [ 011100, ok ]
- (binario puro) `010101 + 010001` [ 100110, ok ]
- (binario puro) `010101 - 000111` [ 001110, ok ]
- (binario puro) `010101 - 011001` [ 111100, overflow: borrow su MSB ]
- (CA2) `010101 + 000111` [ 011100, ok ]
- (CA2) `010101 + 010001` [ 100110, overflow: cambio di segno ]
- (CA2) `010101 - 000111` [ 001110, ok ]
- (CA2) `010101 - 011001` [ 111100, ok ]
- (binario puro) `010101` $\ll$ `1` [ 101010, ok ]
- (binario puro) `010101` $\ll$ `2` [ 010100, overflow: scarto di un bit a 1 ]
- (binario puro) `110101` $\gg$ `1` [ 011010, troncamento: scarto di un bit a 1 ]
- (CA2) `001101` $\ll$ `1` [ 011010, ok ]
- (CA2) `010101` $\ll$ `1` [ 101010, overflow: cambio di segno ]
- (CA2) `010101` $\ll$ `2` [ 010100, overflow: cambio di segno al primo passo ]
- (CA2) `110101` $\gg$ `1` [ 111010, troncamento: scarto di un bit a 1 ]

**Esercizio 4**
Indicare la precisione assoluta dei seguenti numeri decimali:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $n_{10} =$ | 15 | 30 | 15.0 | 30.0 | 15.4 | 15.44 |
| $\varepsilon_{10}(n) =$ | [ 1 ] | [ 1 ] | [ 0.1 ] | [ 0.1 ] | [ 0.1 ] | [ 0.01 ] |

**Esercizio 5**
Indicare la precisione assoluta binaria e decimale dei seguenti numeri binari:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $n_2 =$ | 0 | 10 | 1.1 | 1.01 | 1.001 | 1.0001 |
| $\varepsilon_2(n) =$ | [ 1 ] | [ 1 ] | [ 1/2 ] | [ 1/4 ] | [ 1/8 ] | [ 1/16 ] |
| $\varepsilon_{10}(n) =$ | [ 1 ] | [ 1 ] | [ 1 ] | [ 1 ] | [ 1 ] | [ 0.1 ] |

**Esercizio 6**
Effettuare le seguenti conversioni in binario puro con la precisione decimale indicata:

- $\texttt{0.9}_{10} = x_2 \quad (\varepsilon = 0.1)$ [ $0.1110_2$ ]
- $\texttt{12.5}_{10} = x_2 \quad (\varepsilon = 0.01)$ [ $1100.1000000_2$ ]
- $\texttt{12.63}_{10} = x_2 \quad (\varepsilon = 0.001)$ [ $1100.1010000101_2$ ]

**Esercizio 7**
Effettuare la seguenti conversioni mantenendo la stessa precisione assoluta:

- $\texttt{10.011}_2 = x_{10}$ [ $2_{10}$ ]
- $\texttt{10.0110}_2 = x_{10}$ [ $2.3_{10}$ ]
- $\texttt{0.0101001000}_2 = x_{10}$ [ $0.320_{10}$ ]

**Esercizio 8**
Discutere applicabilità, vantaggi e svantaggi delle seguenti codifiche nel caso di un sensore digitale di temperatura che deve operare nel campo -20°...+44° C:

- numeri da 6 bit in binario puro, MS e CA2;
- numeri da 8 bit in binario puro, MS e CA2.

*[ L'esercizio richiede di codificare 65 temperature diverse (20 negative, 44 positive e la temperatura zero).*
*Poiché con numeri da 6 bit si possono codificare al più* $2^6$ *(ossia 64) oggetti diversi, ne consegue che non si può usare nessuna codifica basata su 6 bit.*
*Le tre codifiche su 8 bit possono invece tutte essere teoricamente utilizzate perché in grado di rappresentare* $2^8$ *(ossia 256) oggetti diversi.*
*La codifica in complemento a due su 8 bit è quella più diretta perché è in grado di rappresentare tutti i numeri interi relativi nell'intervallo:*

$$-2^{8-1}\ldots+2^{8-1}-1 \quad \textit{ossia} \quad -128\ldots+127$$

*Le operazioni di codifica e decodifica sono però complesse ed il loro prezzo è più facilmente giustificabile se poi si dovessero svolgere dei calcoli sulle temperature (es. calcolo della media).*
*La codifica in modulo e segno su 8 bit è in grado di rappresentare tutti i numeri interi relativi nell'intervallo:*

$$-2^{8-1}-1\ldots+2^{8-1}-1 \quad \textit{ossia} \quad -127\ldots+127$$

*Le operazioni di codifica e decodifica sono semplici ma si deve fare attenzione al doppio zero (*$+0$ *e* $-0$*). Nel caso si debbano svolgere dei calcoli sulle temperature (es. calcolo della media) allora è da sconsigliare perché le operazioni aritmetiche su questa codifica spono complesse.*
*La codifica in binario puro su 8 bit è in grado di rappresentare tutti i numeri interi nell'intervallo:*

$$0\ldots2^{8-1} \quad \textit{ossia} \quad 0\ldots255$$

*Non può quindi essere usata direttamente per rappresentare le temperature indicate ma sarebbe necessario effettuare una codifica "eccesso 20" ossia:*

$$n(T) = T + 20$$

*ove T è la temperatura registrata e n il numero che la rappresenta. A seguito di questa codifica anche le eventuali operazioni aritmetiche che si dovessero svolgere diventerebbero semplici (perché svolte su numeri interi positivi). ]*

**Esercizio 9**
Convertire il numero decimale $-3.25$ in binario con le codifiche specificate, indicando anche la precisione assoluta decimale del numero binario risultante:

- binario fixed-point CA2 4I + 4F [ $1100\,1100, \varepsilon = 10^{-1}$ ]

**Esercizio 10**
Per ciascuna delle seguenti codifiche binarie, indicare l'intervallo di valori numerici rappresentabile (in modo naturale, senza particolari ipotesi o accorgimenti) e la precisione assoluta:

- binario puro su 6 bit [ $0 \ldots 63, \varepsilon = 1$ ]
- modulo e segno su 6 bit [ $-31 \ldots +31, \varepsilon = 1$ ]
- complemento a due su 6 bit [ $-32 \ldots +31, \varepsilon = 1$ ]
- fixed-point 6I + 3F [ $0 \ldots 63.875, \varepsilon_{10} = 1, \varepsilon_2 = 1/8$ ]
- fixed-point complemento a due 6I + 3F [ $-32 \ldots +31.875, \varepsilon_{10} = 1, \varepsilon_2 = 1/8$ ]

**Esercizio 11**
Indicare le basi in cui valgono le seguenti uguaglianze:

- $201_x + 33_x = 351_x$ [ *nessuna base* ]
- $201_z - 33_z = 135_z$ [ 7 ]

*Le soluzioni saranno pubblicate sul sito web del corso al termine delle lezioni.*