Rappresentazione dell'informazione

1 Notazione Posizionale

É consigliato rivedere la parte sulla notazione posizionale specificata nelle slide '1.1 Concetti Base dell'Informatica:Informazione' [1].

Si ricorda che dette $S = \{0, 1, \ldots, b-1\}$ alfabeto e $b = |S|$, il numero rappresentato dalla sequenza di cifre di cui n intere e m frazionarie

$$c_{n-1}c_{n-2}\ldots c_1 c_0.c_{-1}\ldots c_{-m}$$

ha un valore v decimale dato dalla seguente formula posizionale:

$$v = \sum_{k=-m}^{k=n-1} c_k \cdot b^k$$

dove $c_k \in S$ é la cifra del numero di posizione k-esima e b^k é il peso della cifra c_k. Ossia ogni cifra é moltiplicata per la base elevata alla potenza intera, il cui grado rappresenta la posizione relativa della cifra a partire da -m e $n-1$. La formula puó essere riscritta estrapolando la parte intera I e quella frazionaria F:

$$I = \sum_{k=0}^{k=n-1} c_k \cdot b^k$$

$$F = \sum_{k=-1}^{k=-m} c_k \cdot b^k$$

Si ricorda che nella parte intera la cifra meno significativa é c_0 (LSD); la cifra piú significativa é c_{n-1} (MSD); le posizioni si contano da destra a sinistra partendo dalla cifra c_0.

Si fa notare che si usa la notazione $(\ldots)_b$ quando si deve specificare la base del numero e b é espressa in base 10.

La stessa formula posizionale si puó usare per numeri espressi in basi differenti da quella decimale.

Il massimo valore rappresentabile con n cifre é $b^n - 1$.

Problema 1 - Sia b pari a 10, determinare il valore della sequenza 4243.

Soluzione:

Tramite la formula posizionale determinare il valore nella base 10.

$$\begin{aligned}(4243)_{10} &= 4 \times 10^{4-1} + 2 \times 10^{4-2} + 4 \times 10^{4-3} + 4 \times 10^{4-4} = \\ &= 4 \times 10^3 + 2 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 4 \times 10^0 = \\ &= 4 \times 1000 + 2 \times 100 + 4 \times 10 + 4 \times 1 = (4243)_{10}\end{aligned}$$

Si osserva quanto segue:

[1] Ulteriore materiale sará fornito nelle prossime dispense

- una stessa cifra 4 in posizioni diverse possiede valori diversi. Infatti in un caso il valore é dell'ordine delle migliaia, nell'altro delle decine;
- ogni cifra c della sequenza puó assumere i valori 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

La tabella 8 mostra una notazione visuale della notazione posizionale.

10^3	10^2	10^1	10^0
4	2	4	3

Tabella 1: Notazione visuale della notazione posizionale.

Problema 2 - Sia b pari a 5, determinare il valore della sequenza 12.

Soluzione:

Tramite la formula posizionale determinare il valore nella base 10.

$$\begin{aligned}(12)_5 &= 1 \times 5^{2-1} + 2 \times 5^{2-2} = \\ &= 1 \times 5^1 + 2 \times 5^0 = \\ &= 1 \times 5 + 2 \times 1 = (7)_{10}\end{aligned}$$

1.1 Conversione da base 2 a base 10 di numeri interi

Problema 3 - Dato il numero $(101100)_2$ in base 2 su $n = 6$ cifre, effettuare la conversione in base 10.

Soluzione:

Tramite la formula posizionale determinare il valore nella base 10.

$$\begin{aligned}(101100)_2 &= 1_{10} \times 2^5_{10} + 1_{10} \times 2^3_{10} + 1_{10} \times 2^2_{10} = \\ &= 1_{10} \times 32_{10} + 1_{10} \times 8_{10} + 1_{10} \times 4_{10} = \\ &= (44)_{10}\end{aligned}$$

Problema 4 - Dato il numero $(101110101)_2$ in base 2 su $n = 9$ cifre, effettuare la conversione in base 10.

Soluzione:

Tramite la formula posizionale determinare il valore nella base 10.

$$\begin{aligned}(101110101)_2 &= (1 \times 2^8 + 1 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^0)_{10} = \\ &= (256 + 64 + 32 + 16 + 4 + 1)_{10} = \\ &= (373)_{10}\end{aligned}$$

1.2 Conversione da base 2 a base 10 di numeri razionali

Problema 5 - Dato il numero $(101011.1011)_2$ in base 2 su $n = 6$ e $m = 4$ cifre, effettuare la conversione in base 10.

Soluzione:

Tramite la formula posizionale determinare il valore nella base 10.

$(101011.1011)_2 = I_2 + F_2 = (43.6875)_{10}$

$$\begin{aligned}I_2 &= (1 \times 2^5 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0)_{10} = \\ &= (43)_{10}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_2 &= (1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3})_{10} = \\ &= (0.6875)_{10} \end{aligned}$$

Si osserva quanto segue:

- ogni cifra c della sequenza $\in [0, 2-1] = [0, 1]$;
- ogni cifra binaria ha un valore decimale che puó essere calcolato come specificato nella tabella 2.

2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}
1	0	1	0	1	1	1	0	1	1

Tabella 2: Notazione visuale della notazione posizionale.

1.3 Conversione da base 2 a base 16 di numeri interi

Problema 6 - Dato il numero $(1000111101)_2$ in base 2, effettuare la conversione in base 16.

Soluzione:

Applicare la relazione tra basi della stessa potenza. Essendo la base $16 = 2^4$, raggruppare le cifre del numero in base 2 a gruppi di 4 a partire dalla cifra meno significativa (ossia definendo i gruppi da destra verso sinistra) ottenendo:

```
10     0011     1101
 2        3        D
```

Si ottiene $(1000111101)_2 = (23D)_{16}$.

Problema 7 - Dato il numero $(1000101011010101)_2$ in base 2, effettuare la conversione in base 16.

Soluzione:

Applicare la relazione tra basi della stessa potenza.

```
1000     1010     1101     0101
   8        A        D        5
```

Si ottiene $(1000101011010101)_2 = (8AD5)_{16}$.

1.4 Conversione da base 10 a base 2 di numeri interi

Problema 8 - Dato il numero $(565)_{10}$ in base 10, effettuare la conversione in base 2.

Soluzione:

Applicare la formula posizionale per effettuare la conversione, la quale risulta troppo complessa visto che le cifre in base 10 devono essere convertite in base 2:

$$\begin{aligned} (565)_{10} &= 5_{10} \times 10^2_{10} + 6_{10} \times 10^1_{10} + 5_{10} \times 10^0_{10} = \\ &= (101)_2 \times (1010)_2^{10} + (110)_2 \times (1010)_2^1 + (101)_2 \times (1010)_2^0 = \\ &= (101)_2 \times (1100100)_2 + (110)_2 \times (1010)_2 + (101)_2 \times (1)_2 = \\ &= (111110100)_2 + (111100)_2 + (101)_2 = \\ &= (1000110101)_2 = \end{aligned}$$

Per esercizio, applicare l'algoritmo delle divisioni successive.

Problema 9 - Dato il numero $N_{10} = (57)_{10}$ in base 10, effettuare la conversione in base 2.

Soluzione:

Applicare l'algoritmo delle divisioni successive come indicato in tabella 3. Leggendo i resti dal basso verso l'alto, ossia dalla cifra piú significativa a quella meno significativa, si ottiene la rappresentazione del numero in base 2: $(57)_{10} = (111001)_2$.

N_{10}	$Q = \frac{N_{10}}{2}$	R
57	57:2=28	1
28	28:2=14	0
14	14:2=7	0
7	7:2=3	1
3	3:2=1	1
1	1:2=0	1

Tabella 3: Algoritmo delle divisioni successive per la base 2.

Problema 10 - Dato il numero $N_{10} = (573)_{10}$ in base 10, effettuare la conversione in base 2.

Soluzione:

Applicare l'algoritmo delle divisioni successive come indicato nella tabella 4.

N_{10}	$Q = \frac{N_{10}}{2}$	R
573	573:2=286	1
286	286:2=143	0
143	143:2=71	1
71	71:2=35	1
35	35:2=17	1
17	17:2=8	1
8	8:2=4	0
4	4:2=2	0
2	2:2=1	0
1	1:2=0	1

Tabella 4: Algoritmo delle divisioni successive per la base 2.

Si ottiene $(573)_{10} = (1000111101)_2$.

Problema 11 - Dato il numero $N_{10} = (9)_{10}$ in base 10, effettuare la conversione in base 2.

Per esercizio, adottare l'algoritmo delle divisioni successive.

Problema 12 - Dato il numero $N_{10} = (35541)_{10}$ in base 10, effettuare la conversione in base 2.

Per esercizio, adottare l'algoritmo delle divisioni successive.

1.5 Conversione da base 10 a base 16 di numeri interi

Problema 13 - Dato il numero $N_{10} = (573)_{10}$ in base 10, effettuare la conversione in base 16.

Soluzione:

Applicare l'algoritmo delle divisioni successive come mostrato in tabella 6.

Si ottiene $(573)_{10} = (23D)_{16}$.

N_{10}	$Q = \frac{N_{10}}{16}$	R
573	573:16=35	$13 = D$
35	35:16=2	3
2	2:16=0	2

Tabella 5: Algoritmo delle divisioni successive per la base 16.

1.6 Conversione da base 10 a base 2 di numeri razionali

Problema 14 - Dato il numero $N_{10} = (57.6875)_{10}$ in base 10, effettuare la conversione in base 2.

Soluzione:

Dalla sequenza di cifre, estrarre la parte intera e la parte frazionaria. Convertire ciascuna di queste in base 2 utilizzando l'algoritmo delle divisioni successive per la parte intera e l'algoritmo delle moltiplicazione successive per la parte frazionaria. La parte intera si ottiene leggendo i resti dal basso verso l'alto. La parte frazionaria si ottiene leggendo la cifra intera dall'alto verso il basso. La tabella 6 riporta la conversione della parte intera, mentre la tabella 7 riporta quella della conversione della parte frazionaria.

N_{57}	$Q = \frac{N_{10}}{2}$	R
57	57:2=28	1
28	28:2=14	0
14	14:2=7	0
7	7:2=3	1
3	3:2=1	1
1	1:2=0	1

Tabella 6: Algoritmo delle divisioni successive per la base 2.

Si ottiene $(57)_{10} = (111001)_2$.

N_{10}	$Q = \frac{N_{10}}{2}$	R
0.6875	0.6875x2=1.375	1
0.375	0.375x2=0.75	0
0.75	0.75x2=1.5	1
0.5	0.5x2=1.0	1

Tabella 7: Algoritmo delle moltiplicazionii successive per la base 2.

Si ottiene $(0.6875)_{10} = (1011)_2$.

Quindi il valore finale é $(57.6875)_{10} = (111001.1011)_2$.

2 Rappresentazione di numeri interi in modulo e segno

É consigliato rivedere la parte sulla rappresentazione di numeri interi specificata nelle slide '1.1 Concetti Base dell'Informatica:InformazioneII'[2].

Si ricorda che la rappresentazione in modulo e segno di un numero composto da n cifre, positivo o negativo, é tale da utilizzare la cifra piú significativa per il segno ed $n-1$ cifre per il valore assoluto.

Il valore 0 indica il segno $+$, mentre il valore 1 indica il segno $-$.

Nel caso di rappresentazione in modulo e segno binario, é possibile configurare numeri il cui valore é compreso tra $[-2^{n-1}+1), 2^{n-1}-1]$: il valore assoluto é compreso tra $[0, 2^{n-1}-1]$.

Problema 1 - Dire quanti numeri interi sono rappresentabili in modulo e segno binario con $n = 8$ cifre a disposizione.

Soluzione:

$$[-2^{8-1}+1, 2^{8-1}-1] = [-127, 127]$$

Problema 2 - Dire quanti numeri interi sono rappresentabili in modulo e segno binario con $n = 4$ cifre a disposizione.

Soluzione:

$$[-2^{4-1}+1, 2^{4-1}-1] = [-7, 7]$$

Problema 3 - Dato il numero intero positivo $(+50)_{10}$, determinare il numero di cifre n minimo necessarie a rappresentarlo in modulo e segno binario.

Soluzione:

Togliere dalle n cifre complessive la prima cifra per il segno. Usare le altre $n-1$ per il valore assoluto. Essendo $2^5 = 32$, il numero minimo di cifre per avere la rappresentazione in modulo e segno é pari a 7: $(+50)_{10} = (0111010)_2$.

Problema 4 - Dato il numero intero negativo $(-12)_{10}$ rappresentarlo in modulo e segno binario su $n = 8$ cifre.

Soluzione:

Mettere a 1 la cifra piú significativa essendo il numero negativo. Calcolare le rimanenti 7 cifre con il medoto delle divisioni successive per 2, ottenendo $(-12)_{10} = (10001100)_2$.

Problema 5 - Dato il numero intero positivo $(+12)_{10}$ rappresentarlo in modulo e segno binario su $n = 8$ cifre.

Soluzione:

Mettere a 0 la cifra piú significativa essendo il numero positivo. Calcolare le rimanenti 7 cifre con il medoto delle divisioni successive per 2, ottenendo $(+12)_{10} = (00001100)_2$.

[2]Ulteriore materiale sará fornito nelle prossime dispense

Problema 6 - Dato il numero intero negativo $(-105)_{10}$ rappresentarlo in modulo e segno binario su $n = 8$ cifre.

Soluzione:

Mettere a 1 la cifra piú significativa essendo il numero negativo. Calcolare le rimanenti 7 cifre con il medoto delle divisioni successive per 2, ottenendo $(-105)_{10} = (11101001)_2$.

Problema 7 - Dato il numero intero positivo $(+105)_{10}$ rappresentarlo in modulo e segno binario su $n = 8$ cifre.

Soluzione:

Mettere a 0 la cifra piú significativa essendo il numero positivo. Calcolare le rimanenti 7 cifre con il medoto delle divisioni successive per 2, ottenendo $(+105)_{10} = (01101001)_2$.

3 Rappresentazione di numeri interi in complemento a due

É consigliato rivedere la parte sulla rappresentazione dei numeri interi specificata nelle slide '1.1 Concetti Base dell'Informatica:InformazioneII'[3].

Si ricorda che la rappresentazione in complemento a due di un numero composto da n cifre é tale da:

- rappresentare 2^n numeri divisi in due metá, una positiva e una negativa, $\in$ all'intervallo

$$[-2^{n-1}, +2^{n-1} - 1];$$

- rappresentare un numero positivo con la cifra piú significativa pari a 0;
- rappresentare un numero negativo con la cifra piú significativa pari a 1, effettuando il complemento a 2 del numero positivo corrispondente.

Si ricorda anche che per calcolare il complemento a 2 puó essere seguita una delle seguenti **regole pratiche**:

1 dato il valore assoluto del numero in base 2, partendo dalla prima cifra meno significativa del numero, si lascino immutate tutte le cifre fino al primo 1, dopo si invertino le altre cifre, ossia $0 \to 1$ e $1 \to 0$;

2 dato il valore assoluto del numero in base 2, negare i valori delle singole cifre sostituendo 0 con 1 e 1 con 0 (ossia effettuare il complemento a 1), aggiungere 1 al risultato ottenuto e considerare il numero di cifre esatte per la rappresentazione in complemento a 2.

Problema 1 - Date $n = 4$ cifre rappresentare i numeri interi in complemento a 2.

Soluzione:

Applicare la regola pratica 1 su 4 cifre per la rappresentazione in complemento a 2 come indicato nella tabella 8.

Numero−	Compl. a 2	*Numero+*	Compl. a 2
		0	0000
-1	1111	+1	0001
-2	1110	+2	0010
-3	1101	+3	0011
-4	1100	+4	0100
-5	1011	+5	0101
-6	1010	+6	0110
-7	1001	+7	0111
-8	1000		

Tabella 8: Rappresentazione in complemento a 2 di 4 cifre.

[3]Ulteriore materiale sará fornito nelle prossime dispense

Problema 2 - Date $n = 8$ cifre, rappresentare i numeri interi $(-1)_{10}$, $(+0)_{10}$ e $(+2^{n-1} - 1)_{10}$ in complemento a 2.

Soluzione:

$$(00000000)_2 = (+0)_{10}$$

$$(01111111)_2 = (+2^7 - 1)_{10} = (+127)_{10}$$

$$(11111111)_2 = (-1)_{10}$$

Problema 3 - Date $n = 8$ cifre, rappresentare il numero $(-67)_{10}$ in complemento a 2.

Soluzione:

Considerando il valore assoluto del numero, convertirlo in binario (applicando l'algoritmo delle divisioni successive): $(67)_{10} = (01000011)_2$.

A questo punto determinare la rappresentazione del numero in complemento a 2 in uno dei seguenti modi:

- applicando la regola pratica 1, lasciando fisso il primo 1 (a partire dalla destra del numero) e scambiando gli altri: $(-67)_{10} = (10111101)_2$.
- applicando la regola pratica 2, procedendo come segue:
  - invertire gli 0 e 1 del numero binario: $(01000011)_2 \rightarrow (10111100)_2$;
  - sommare 1: $(10111100)_2 + 1_2 = (10111101)_2$
  - considerare solo le cifre necessarie a rappresentare il numero $n = 8$.

Problema 4 - Date $n = 8$ cifre, rappresentare il numero $(-27)_{10}$ in complemento a 2.

Soluzione:

Considerando il valore assoluto del numero, convertirlo in binario (applicando l'algoritmo delle divisioni successive): $(27)_{10} = (00011011)_2$.

A questo punto determinare la rappresentazione del numero in complemento a 2 in uno dei seguenti modi:

- applicando la regola pratica 1, lasciando fisso il primo 1 (a partire da destra del numero) e scambiando gli altri: $(-27)_{10} = (11100101)_2$.
- applicando la regola pratica 2, procedendo come segue:
  - invertire gli 0 e 1 del numero binario: $(00011011)_2 \rightarrow (11100100)_2$;
  - sommare 1: $(11100100)_2 + 1_2 = (11100101)_2$
  - considerare solo le cifre necessarie a rappresentare il numero $n = 8$.

Problema 5 - Dato un numero su 8 cifre rappresentato in complemento a 2 $(11100101)_2$, determinare il numero di partenza in base 10.

Soluzione:

Considerare la cifra del segno: se é pari a 1 il numero é negativo, altrimenti é positivo. In questo caso il numero é negativo essendo la cifra del segno pari a 1.

Determinare il valore assoluto usando la regola pratica 2:

- invertire gli 0 e 1 del numero binario: $(11100101)_2 \rightarrow (00011010)_2$;
- sommare 1: $(00011010)_2 + 1_2 = (00011011)_2$.

Convertire in base 10: $(00011011)_2 = (27)_{10}$.

Aggiungere il segno $-$: $(-27)_{10}$.

4 Operazioni Aritmetiche

4.1 Operazioni di somma e sottrazione tra numeri interi

Si ricorda che dati due numeri binari, la loro somma é ottenuta applicando le seguenti regole alle cifre di medesima posizione:

```
0+0=0
0+1=1
1+0=1
1+1=0 con riporto di 1
```

Si ricorda che dati due numeri binari, la loro sottrazione é ottenuta applicando le seguenti regole alle cifre di medesima posizione:

```
0-0=0
0-1=1 con prestito di 1 dalla cifra di sinistra
1-0=1
1-1=0
```

Problema 1 - Effettuare la somma di $(110110)_2 = (54)_{10}$ con $(000110)_2 = (6)_{10}$.

Soluzione:

```
  11(riporti)
110110 +            54 +
000110 =             6 =
------              --
111100              60
```

Problema 2 - Effettuare la somma di $(110)_2 = (6)_{10}$ con $(10)_2 = (2)_{10}$.

Soluzione:

```
 1(riporti)
 110 +             6 +
  10 =             2 =
----               -
1000               8
```

Problema 3 - Effettuare la somma di $(00010110100)_2 = (180)_{10}$ con $(00001110101)_2 = (117)_{10}$.

Soluzione:

```
00010110100 +           180 +
00001110101 =           117 =
-----------             ---
00100101001             297
```

Problema 4 - Effettuare la somma di $(110110)_2 = (54)_{10}$ con $(001010)_2 = (10)_{10}$ su $n = 6$ cifre.

Soluzione:

```
   110110 +            54 +
   001010 =            10 =
---------              --
[1]000000               0
```

Si osserva che in questo caso la somma supera la capacitá massima disponibile, ossia $2^6 - 1 = 63$. Si verifica quindi il fenomeno dell'overflow, che fa perdere di significato l'operazione. Per esprimere il risultato corretto é necessario aggiungere una cifra.

Per esercizio, calcolare il massimo numero rappresentabile con $n = 6$ cifre.

Problema 5 - Effettuare la sottrazione di $(1110)_2 = (14)_{10}$ con $(11)_2 = (3)_{10}$.

Soluzione:

```
  11(prestito)
1110 -            14 -
  11 =             3 =
----              --
1011              11
```

Problema 6 - Effettuare la sottrazione di $(11011001)_2 = (217)_{10}$ con $(10101010)_2 = (170)_{10}$.

Soluzione:

```
11011001 -          217 -
10101010 =          170 =
--------            ---
00101111             47
```

Per esercizio, individuare i prestiti della sottrazione.

4.2 Operazioni di somma e sottrazione tra numeri nella rappresentazione in modulo e segno

Si ricorda che:

- l'operazione di somma tra due numeri binari puó avvenire solo se i segni dei due numeri sono gli stessi, ossia la cifra piú significativa é pari a 0 o a 1. La somma si effettua escludendo la cifra del segno. Il numero risultante é ottenuto aggiungendo la cifra di segno alle cifre ottenute dalla somma.
- l'operazione di sottrazione tra due numeri binari puó avvenire solo se i segni dei due numeri sono diversi, ossia la cifra piú significativa é pari a 0 e a 1. La sottrazione si effettua escludendo la cifra del segno. Il numero in valore assoluto piú grande si sottrae a quello piú piccolo in valore assoluto. Il numero risultante é ottenuto aggiungendo la cifra di segno del numero in valore assoluto piú grande.

Problema 7 - Effettuare la somma di $(0010)_2 = (+2)_{10}$ con $(0011)_2 = (+3)_{10}$ con $n = 4$ cifre.

Soluzione:

Effettuare la somma senza considerare la cifra piú significativa, ossia la cifra 0.

```
010+
011=
---
101
```

Il numero risultante é $(0101)_2 = (+5)_{10}$.

Problema 8 - Effettuare la somma di $(1001)_2 = (-1)_{10}$ con $(1110)_2 = (-6)_{10}$ con $n = 4$ cifre.

Soluzione:

Effettuare la somma senza considerare la cifra piú significativa, ossia la cifra 1.

```
001-
110=
---
111
```

Il numero risultante é $(1111)_2 = (-7)_{10}$.

Problema 9 - Effettuare la somma di $(0010)_2 = (+2)_{10}$ con $(1110)_2 = (-6)_{10}$ con $n = 4$ cifre.

Soluzione:

Effettuare la sottrazione come segue.

```
110-
010=
---
100
```

Il numero risultante é $(1100)_2 = (-4)_{10}$.

Problema 10 - Effettuare la somma di $(001100)_2 = (+12)_{10}$ con $(100001)_2 = (-1)_{10}$ con $n = 6$ cifre.

Soluzione:

Effettuare la sottrazione come segue.

```
01100-
00001=
-----
01011
```

Il numero risultante é $(001011)_2 = (+11)_{10}$.

4.3 Operazioni di somma e sottrazione tra numeri nella rappresentazione in complemento a 2

Si ricorda che l'operazione di somma e di sottrazione avviene applicano le solite regole di somma e sottrazione a tutte le cifre compreso quella del segno.

Inoltre si ricordi che l'elaboratore utilizza tre flag per verificare che l'operazione di somma a complemento a 2 sia corretta o meno:

- overflow flag, operazione somma non valida, se le cifre piú significative dei due numeri sono uguali ma quello risultante della somma é diverso da essi;
- sign flag, operazione somma negativa, se la cifra piú significativa della somma é pari a 1;
- zero flag, operazione somma zero, se la somma é pari a 0.

Problema 11 - Effettuare la somma tra due numeri in complemento a 2 su $n = 4$ cifre: $(0010)_2 = (+2)_{10}$ e $(0100)_2 = (+4)_{10}$.

Soluzione:

```
0010+
0100=
----
0110
```

Il numero risultante é $(0110)_2 = (+6)_{10}$.

Problema 12 - Effettuare la somma tra due numeri in complemento a 2 su $n = 4$ cifre: $(0101)_2 = (+5)_{10}$ e $(0100)_2 = (+4)_{10}$.

Soluzione:

```
0101-
0100=
----
1001
```

Il numero risultante é $(1001)_2 = (-7)_{10}$. Si é verificato overflow, visto che il numero risultante in complemento a 2 é negativo pari a $(-7)_{10}$ invece che a $(+9)_{10}$.

Problema 13 - Effettuare la somma tra due numeri in complemento a due su $n = 4$ cifre: $(1110)_2 = (-2)_{10}$ e $(1100)_2 = (-4)_{10}$.

Soluzione:

```
   1110-
   1100=
------
[1]1010
```

Il numero risultante é $(1010)_2 = (-6)_{10}$.

Problema 14 - Effettuare la somma tra due numeri in complemento a due su $n = 4$ cifre: $(1011)_2 = (-5)_{10}$ e $(1100)_2 = (-4)_{10}$.

Soluzione:

```
   1011-
   1100=
-------
[1]0111
```

Il numero risultante é $(0111)_2 = (7)_{10}$. Si é verificato overflow, visto che il numero risultante in complemento a 2 é positivo e pari a $(+7)_{10}$ invece che $(-9)_{10}$.

Problema 14 - Effettuare la somma tra due numeri in complemento a due su $n = 4$ cifre: $(0010)_2 = (+2)_{10}$ e $(1100)_2 = (-4)_{10}$.

Soluzione:

```
0010+
1100=
----
1110
```

Il numero risultante é $(1110)_2 = (-2)_{10}$.

Problema 15 - Effettuare la somma tra due numeri in complemento a due su $n = 4$ cifre: $(1011)_2 = (-5)_{10}$ e $(0111)_2 = (+7)_{10}$.

Soluzione:

```
   1011+
   0111=
-------
[1]0010
```

Il numero risultante é $(0010)_2 = (+2)_{10}$.