

Práctica 3 — Representación digital de la información

Esta práctica abarca los siguientes temas:

- El bit. Almacenamiento de la información como colección de bits. Bytes, palabras y sus múltiplos.
- Representaciones de números enteros. Bases para representación de números enteros positivos: números decimales, binarios, octales y hexadecimales. Enteros negativos: representación con signo y magnitud, inconvenientes. Representaciones en complemento a la base y complemento a la base reducida. Complemento a 2 y complemento a 1. Representación sesgada.
- Representaciones de números reales. Representación de punto fijo. Representación de punto flotante: signo, exponente y mantisa. El standard IEEE 754. Aritmética en punto flotante. Limitaciones en las representaciones normalizadas y excepciones. Errores en la representación: error absoluto y relativo, epsilon de una representación. Redondeo y truncamiento.

Bibliografía:

- S. Sciutto, *Apunte de cátedra* (2010)
- L. Null y J. Lobur, *Essentials of computer organization and architecture*, Jones and Bartlett, Sudbury, EEUU (2003), cap. 2.
- W. Stallings, *Computer organization and architecture* (6ta ed.), Prentice Hall, New Jersey (2003), cap. 9.

Problema 1. Bits y bytes.

- Consideremos una página de texto que contenga 45 líneas por página y 60 caracteres por línea. ¿Cuántos bits y bytes ocupará una página de texto si se utiliza una codificación de 7 bits por carácter? ¿Y con una de 8 bits por carácter? ¿Cuántas páginas podrían almacenarse en 1 MiB?
- ¿Qué capacidad tiene el disco rígido de su computadora? ¿Cuántas páginas de texto podrían almacenarse (a 8 bits por carácter)?
- Conteste la pregunta anterior pero para el caso de la memoria de su celular.

Problema 2. Bases aritméticas.

- Expresar los siguientes números en base 10: $(1001101011)_2$, $(F3A5)_{16}$, $(7324)_8$. Controle sus respuestas con Octave/Matlab (vea la documentación de las funciones `hex2dec`, `dec2hex`, `dec2bin`, `bin2dec`, `dec2base`).
- Escriba los siguientes números en base 2, 8 y 16: 256, 127, 65535, 3029.

- c) Escriba una función en Matlab para convertir números binarios a decimales. Para evitar complicaciones, puede utilizar un vector para almacenar los dígitos binarios (aunque se trata de una representación bastante ineficiente en cuanto a espacio).
- d) Escriba una función para realizar la conversión contraria (decimal a binario). Puede devolver los dígitos binarios en un vector.

Problema 3. Representación de enteros.

- a) Represente los siguientes números decimales en *magnitud y signo* y en *complemento a 2*, utilizando registros de 8 bits: 18, 119, 79, -49, -3, -18.
- b) Realice las siguientes operaciones en registros de 8 bits y complemento a 2 (señale si existe desborde):

25 + 100	110 - 30
5 - 43	-10 - 6
-100 - 150	

- c) Normalmente Octave/Matlab utilizan una representación de punto flotante para números reales, pero es posible crear variables que utilicen representaciones enteras de distintas longitudes (8, 16, 32 y 64 bits) con o sin signo, mediante las funciones `int16`, `uint16`, etc. Observe las expresiones que siguen e intente predecir el resultado (tenga en cuenta la posibilidad de desborde). Obtenga luego los resultados con el intérprete.

```

a=int16(2^12)
2*a
4*a
8*a+2
10-a
b=uint16(2^12)
2*b
8*b+2
8*a==8*b
10-b
b=uint16(2^16-2)
b+1
b+2
10-b

```

Problema 4. Representación de números reales.

- a) Expresar $(123,51)_{10}$ en binario y hexadecimal.
- b) Expresar $(101111010,011)_2$ en decimal y hexadecimal.
- c) Escriba todos los valores posibles de una palabra de 4 bits e indique qué número representa cada uno interpretados como enteros sin signo, enteros con magnitud y signo, enteros complemento a 2, enteros con sesgo 8 y reales de punto fijo (2 bits de mantisa).
- d) Represente el número π en punto fijo con mantisa de 8 bits. ¿Cuál es el error relativo para esta representación?

Problema 5. Examine el siguiente fragmento de código Octave/Matlab. ¿Qué salida esperaría obtener? Ejecute el código y compruebe como se comporta el intérprete. Explique el comportamiento.

```
a=1e15;
if a!=a+1 printf("No son iguales\n"); end
b=1e20;
if b==b+1 printf("Si son iguales!\n"); end
```

Problema 6. Representación en punto flotante.

- a) Considere una representación para números sin signo con 3 bits de mantisa y dos de exponente. ¿Cuál es el mayor número representable? Ordene los números representables en la recta real.
- b) Calcule la precisión y el rango de los sistemas de representación de punto flotante IEEE 754 de simple y doble precisión.
- c) Represente en IEEE 754 y sume -720 , $+0,645$.
- d) Represente el número 0.4 en IEE 754 y en un formato con base 2, exponente sesgado de 4 bits y mantisa de 7 bits. Diga cuál es el error relativo en cada una de esas representaciones.

Problema 7. En la siguiente tabla se muestra una representación en simple y doble precisión de una serie de números reales (en base hexadecimal). Examinando esos valores determine la base utilizada, la posición y longitud de los campos de signo, exponente y mantisa, el sesgo del exponente y los valores de ϵ y el rango de números positivos representables.

Número real	Simple precisión	Doble precisión
0.00000	00000000	0000000000000000
1.00000	3F800000	3FF0000000000000
-1.00000	BF800000	BFF0000000000000
2.00000	40000000	4000000000000000
1.50000	3FC00000	3FF8000000000000
1.25000	3FA00000	3FF4000000000000
1.12500	3F900000	3FF2000000000000
1.06250	3F880000	3FF1000000000000
1.03125	3F840000	3FF0800000000000