

Electrónica dixital

A electrónica está dividida en dous grandes grupos:

- **Electrónica analóxica:** os parámetros da tensión e da intensidade de corrente dos sinais de entrada e saída varían de forma continua.
- **Electrónica dixital:** empréganse dous valores de tensión que representan dous estados.

Os dous posíbeis niveis que se atopan nun circuito dixital denomínanse:

- x **Nivel baixo, estado lóxico “0”.** Sóse corresponder coa tensión mínima, habitualmente 0 Volts.
- x **Nivel alto, estado lóxico “1”.** Correspóndese coa tensión máxima.

Por que usar a electrónica dixital?.

Imos poñer un exemplo. Imaxina que desexas mandarlle información dun número enteiro a un veciño, non podeses escribir, pola razón que sexa, entón entre os dous deseñades dous sistemas:

- O primeiro consiste en cortar unha cinta cun determinado número de centímetros. A lonxitude será o número a transmitir. Para este método precisades unha regra cada un, un para crear a mensaxe e o outro para lela. Ademais a regra vai limitarvos dalgún xeito o número que podeses enviar, xa que se é máis grande que a regra podes ter problemas á hora de lelo mensaxe. De cada vez que envías a mensaxe creas unha cinta dun tamaño, e precisas cortala con precisión para que non se confunda entre dúas lonxitudes/números.
- O segundo consiste en cortar tantos anacos de cinta coma o número a transmitir.

O primeiro método viría a ser un sistema achegado ao analóxico e o segundo, sen ser dixital, aproxímaselle na idea. Cal cres que é máis apropiado, sinxelo e fiable para enviar o número?.

Algunhas **vantaxes da electrónica dixital respecto da electrónica analóxica.**

1. Os circuitos dixitais son **menos sensíbeis ao ruído**. Só teñen que diferenciar entre dous estados, polo que os sinais poden ser reproducidos máis limpos.
2. A electrónica dixital é máis **facilmente programábel** o que lle confire moita flexibilidade. Este programas dixitais permiten o cambio do software sen ter que mudar o hardware.
3. O almacenamento de **información** é máis sinxelo en dixital que en analóxico debido á inmunidade fronte ao ruído.

Dentro da electrónica dixital distínguense dous tipos de circuitos:

- **Combinacionais.** O valor da saída depende unicamente do valor da entrada.
- **Secuenciais.** O valor da saída depende do valor da entrada e dos valores que tivo a saída en interaccións anteriores.

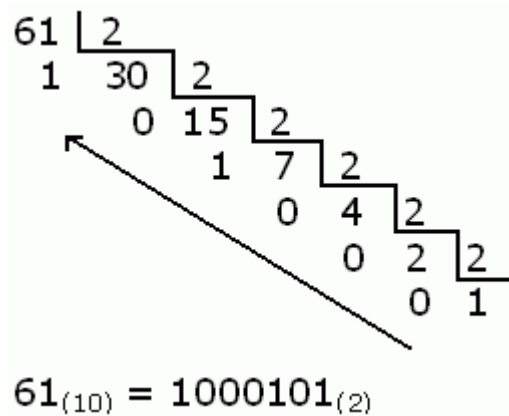
Sistema Binario e códigos de numeración.

O sistema binario ou de base 2 caracterízase por ter só dous díxitos, polo que só precisa dous símbolos. No sistema decimal ou de base 10 precísanse 10 símbolos. No sistema binario empréganse só o 0 e o 1. Con estes dous símbolos podemos codificar todos os números, do mesmo xeito que no sistema decimal con 10 símbolos podemos codificar calquera cifra.

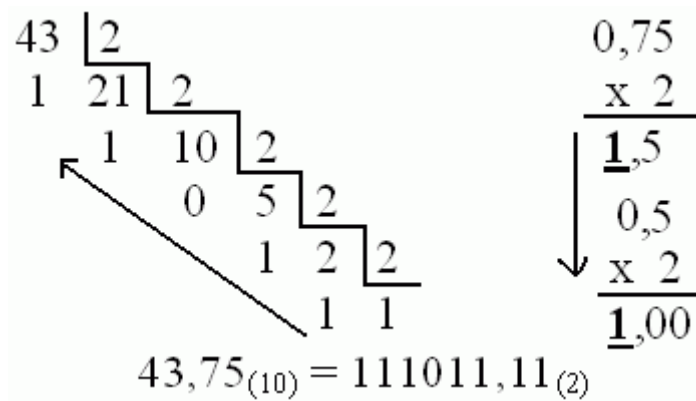
Por exemplo:

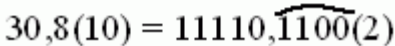
Decimal	Binario
0	0
1	1
2	10
3	11
4	100

Paso de decimal a binario



Agora dois exemplos com decimais.





Paso de binario a decimal.

$$1101 = 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 1 \cdot 8 + 1 \cdot 4 + 0 + 1 = 8 + 4 + 1 = 13$$

[Nota que en decimal é o mesmo $13 = 1 \cdot 10^1 + 3 \cdot 10^0 = 10 + 3$]

Álgebra¹ de Boole

Foi desenvolvida por George Boole no século XIX. Está baseada na natureza binaria dos seus elementos que só poden adoptar os valores “0” ou “1”, e que se poden relacionar mediante tres operacións básicas: a suma lóxica (+), o produto lóxico (.) e a negación (-).

A relación de variables lóxicas coas operacións lóxicas reciben o nome de funcións lóxicas. Unha función lóxica pódese representar:

1. mediante a súa **expresión alxebrica**, por exemplo $F(A,B,C)=A+B+C$;
2. mediante a **táboa de verdade**, que é a presentación nunha táboa dos resultados da función para todas as combinacións das entradas (haberá 2^n combinacións distintas para n entradas);
3. mediante **portas lóxicas**, que son circuitos electrónicos constituídos por transistores, díodos resistencias que realizan unha función lóxica.

Nos siguientes apartados veremos múltiples ejemplos destas representações.

1 A orixe da palabra álgebra ven do árabe al-Jabr que significa transferencia e empregouse por vez primeira en matemáticas no libro *Al-Maqala fi Hisab-al Jabr wa-al-Muqabilab* (“Ensaio da computación de transferencia e da ecuación”) escrito no século IX por Mohammed ibn-Musa al-Khowarizmi.

Postulados da álgebra de Boole.

$$A + 1 = 1$$

$$A + 0 = A$$

$$A \cdot 0 = 0$$

$$A + A = A$$

$$A \cdot A = A$$

$$A + \bar{A} = 1$$

$$A \cdot \bar{A} = 0$$

$$\bar{\bar{A}} = A$$

A álgebra de Boole ten as seguintes propiedades:

Conmutativa:

$$A + B = B + A$$

$$A \cdot B = B \cdot A$$

Asociativa:

$$A + B + C = A + (B + C)$$

$$A \cdot B \cdot C = A \cdot (B \cdot C)$$

Distributiva:

$$A \cdot (B + C) = A \cdot B + A \cdot C$$

$$A + (B \cdot C) = (A + B) \cdot (A + C)$$

E por último ten estes dous teoremas:

Lei de absorción.

$$A + A \cdot B = A$$

$$\text{Demostración : } A + A \cdot B = A \cdot (1 + B) = A \cdot 1 = A$$

$$A \cdot (A + B) = A$$

$$\text{Demostración : } A \cdot (A + B) = A \cdot A + A \cdot B = A \cdot 1 + A \cdot B = A \cdot (1 + B) = A \cdot 1 = A$$

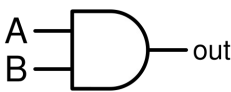
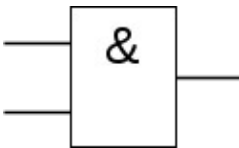
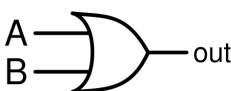
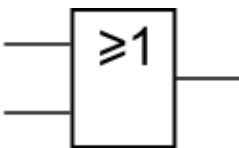
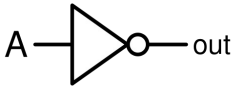
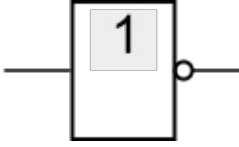
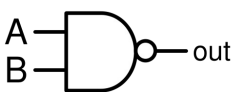
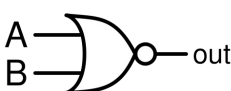
Lei de Morgan.

$$\overline{(A + B)} = \bar{A} \cdot \bar{B}$$

$$\overline{(A \cdot B)} = \bar{A} + \bar{B}$$

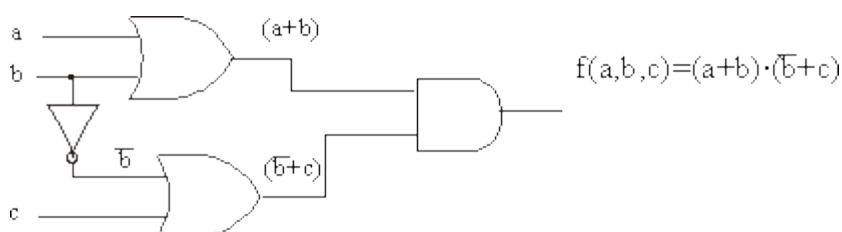
Estas leis e teoremas son útiles para simplificar as funcións e as solucións aos problemas e reducir así o número de circuitos e compoñentes precisos.

Funcións lóxicas

Función	Expresión alxebraica	Símbolo ASA	Símbolo DIN	Táboa de verdade															
AND. Realiza o produto lóxico.	$F(A, B) = A \cdot B$			<table><tr><th>A</th><th>B</th><th>F</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	A	B	F	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1
A	B	F																	
0	0	0																	
0	1	0																	
1	0	0																	
1	1	1																	
OR. Realiza o suma lóxica	$F(A, B) = A + B$			<table><tr><th>A</th><th>B</th><th>F</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	A	B	F	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
A	B	F																	
0	0	0																	
0	1	1																	
1	0	1																	
1	1	1																	
NOT. Realiza a negación da entrada	$F(A) = \bar{A}$			<table><tr><th>A</th><th>F</th></tr><tr><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td></tr></table>	A	F	0	1	1	0									
A	F																		
0	1																		
1	0																		
NAND A AND negada	$F(A, B) = \overline{A \cdot B}$			<table><tr><th>A</th><th>B</th><th>F</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	A	B	F	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
A	B	F																	
0	0	0																	
0	1	1																	
1	0	1																	
1	1	1																	
NOR A OR negada.	$F(A, B) = \overline{A + B}$			<table><tr><th>A</th><th>B</th><th>F</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	A	B	F	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0
A	B	F																	
0	0	1																	
0	1	0																	
1	0	0																	
1	1	0																	

As portas lóxicas **NOR** e **NAND** coñéceselles como **operadores universais** xa que con elas pódense implementar calquera outra porta lóxica.

Podemos realizar un circuíto dixital a partires da expresión alxebraica da función. Por exemplo:



O método de simplificación das funcións do Mapa de Karnaugh.

1. A partir da táboa de verdade represéntase o **diagrama de Karnaugh**. A continuación móstranse para dúas (A, B), tres (A, B e C) e para catro variables (A, B, C e D).

B \ A	0	1
0		
1		

C \ AB	00	01	11	10
0				
1				

AB \ CD	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

2. Agrúpanse os “1” en conxuntos o máis grandes posibles, os elementos que contén o grupo debe ser unha potencia de 2 (1, 2, 4, 8, ...). Hai que ter en conta que os opostos no cadro tamén poden formar grupo.
3. Ao final os “1” desaparellados.
4. Cada grupo represéntase polo **produto das variables que non varíen o seu estado**, tendo en conta que se o seu valor é “1”ponse a variable directa e se é “0”ponse a invertida.
5. A función é a suma dos produtos.

Exemplo.

Nun automóbil de dúas portas acéndense as luces interiores cando se desactiva algún dos actuadores existentes en cada porta, ou cando o condutor pulsa o actuador manual situado preto do retrovisor. Obtén a táboa de verdade, o mapa de Karnaugh e o diagrama lóxico.

Primeiro identificamos as variables do problema e asignámoslle valores aos estados.

Actuador da porta 1 chámolle A: se está desactivado "0" e se está activado "1".

Actuador da porta 2 chámolle B: se está desactivado "0" e se está activado "1".

Actuador manual chámolle C: se está desactivado "0" e se está activado "1".

Fago a táboa de verdade.

A	B	C	F
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

Obteño o mapa de Karnaugh e fago os grupos o maiores posibles en grupos de potencias de 2.

C \ AB	00	01	11	10
0	1	1	0	1
1	1	1	1	1

Fíxate que o grupo azul faise cos elementos dos extremos.

No grupo vermello (o redondeado da esquerda) a variable A non muda de valor, sempre vale "0" en todos os cadradiños do grupo, este grupo danos o A negado. No grupo azul (o que está compartido entre os extremos) o B non muda de valor, en todos os cadradiños vale tamén "0", polo que nos da o B negado. E finalmente no grupo verde (o alongado do fondo) non muda a variable C, que sempre vale "1", polo que nos da o C directo.

A función alxebrica será entón:

$$F(A, B, C) = \bar{A} + \bar{B} + C$$

