

Práctica EXTRA1. Electrónica digital

La electrónica digital se basa en el sistema de numeración binario, que significa dos estados: 0 (apagado), y 1 (encendido).

En la vida real, se considera cero cuando el potencial que suministra una fuente de alimentación es bajo (digamos, por debajo de 2V), y se considera 1 cuando el potencial es alto (digamos, entre 2 y 5V).

En el simulador, tenemos unos elementos que de forma simple nos suministran un “1 lógico” (hay corriente) o un “cero lógico” (no hay corriente):



Es por esto que a estos elementos se les llama “entrada lógica”.

Cuando pulses el elemento, lanzará una señal (potencial) que se interpreta como un 1, mientras que cuando esté apagado se interpreta como un cero.

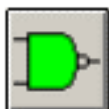
Para ver qué ocurre al final, la forma más sencilla es usar una “salida lógica”, que es un elemento que “mide” si lo que le llega es un 1 o un cero. En la vida real, este final puede ser la conexión de un circuito o cualquier cosa similar.

Cuando sea un 1, se encenderá de rojo, y cuando le llegue un cero, se quedará en blanco:



A su vez, los elementos básicos en circuitería digital son las **puertas lógicas**.

Las puertas lógicas son elementos a los que les llegan señales y, en función de lo que le llegue, emiten otra señal (que será, de nuevo, 0 o 1):



Empecemos por los circuitos más sencillos. El primero es el inversor.

Puerta NOT

Construye el circuito de la figura. Busca los elementos que necesites:

Rellena la siguiente tabla. In significa la entrada, que será 1 cuando está pulsada y 0 cuando no lo esté. En Out se representa la salida, que será 1 si está encendida (rojo), y 0 si está apagada (blanco)

	Salida
<i>In</i> = 0	<i>Out</i> =
<i>In</i> = 1	<i>Out</i> =

¿Cuál es la función de un inversor? ¿Se te ocurre alguna aplicación en la vida real? (recuerda que OUT puede significar cualquier circuito, alarmas, motores, etc.)

Puerta AND

La puerta AND, como su nombre indica, hace referencia a lo siguiente: “Si la entrada A Y la entrada B reciben corriente, circula corriente; si no, no”.

Es decir, la puerta AND sólo funciona si recibe dos unos.

Construye el circuito de la figura. Busca los elementos que necesites:

Rellena la siguiente tabla. Como hay dos fuentes de corriente A y B, habrá en total 4 opciones posibles. Prueba las cuatro e indica las salidas posibles F.

A	B	F

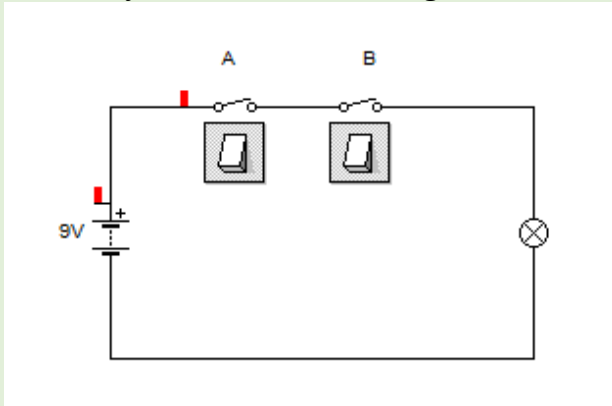
¿Cuál es la función de una puerta AND? ¿Se te ocurre alguna aplicación en la vida real? (recuerda que F puede representar que se encienda algún circuito, del tipo que sea: alarmas, motores, etc.)

Para volver al mundo real, vamos a fabricar la puerta AND usando circuitos corrientes, no puertas lógicas.

Puerta AND (analógica)

Recordemos que una puerta AND de dos entradas supone que, si las dos entradas reciben corriente, la salida mostrará 1, y si no no.

- Construye el circuito de la figura. Busca los elementos que necesites:



- Rellena la siguiente tabla. Como hay dos fuentes de corriente A y B, habrá en total 4 opciones posibles. Prueba las cuatro e indica las salidas posibles F.



A	B	F

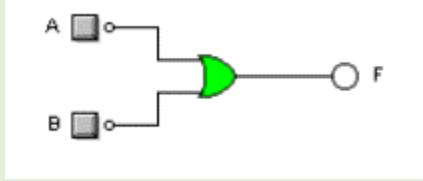
- Explica el funcionamiento de este circuito en comparación con la puerta lógica AND anterior. Fíjate que es lo mismo, salvo que en el caso de la puerta AND se le llama **circuito integrado**, es decir, el circuito mostrado integrado en un aparato generalmente muy pequeño.




Puerta OR


La puerta OR recibe dos entradas, y básicamente hace lo siguiente:
 “Si una O la otra está encendida, circula corriente; si no, no”
 Es decir, con que una de las entradas reciba corriente, dejará pasar la misma.

Construye el circuito de la figura. Busca los elementos que necesites:




Rellena la siguiente tabla. Como hay dos fuentes de corriente A y B, habrá en total 4 opciones posibles. Prueba las cuatro e indica las salidas posibles F. 

A	B	F

¿Cuál es la función de una puerta OR? ¿Se te ocurre alguna aplicación en la vida real? (recuerda que F puede representar que se encienda algún circuito, del tipo que sea: alarmas, motores, etc.) 

Puerta OR (analógica)

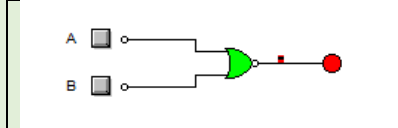
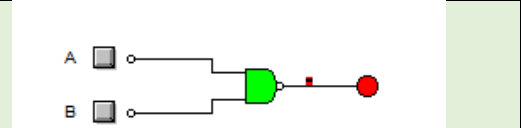
Intenta crear el circuito analógico que lleva dentro una puerta OR. Básate en el ejemplo anterior. Revisa las ideas de paralelo y serie si te pierdes.

Haz una captura de pantalla y pégalo aquí: 

Puertas NOR, NAND

La puerta NOR es una puerta OR pero inversa (fíjate en el círculo que tiene al final), de forma que funciona de forma exactamente opuesta a una OR.
 La puerta NAND es la inversa de una AND.

Construye dos circuitos con puertas NOR y NAND:

NOR	NAND
	

Rellena la siguiente tabla. Como hay dos fuentes de corriente A y B, habrá en total 4 opciones posibles. Prueba las cuatro e indica las salidas posibles F. Haz dos tablas:

NOR				NAND		
A	B	F		A	B	F

¿Cuál es la función de una puerta NAND? ¿Y NOR? ¿Se te ocurre alguna aplicación en la vida real? (recuerda que F puede representar que se encienda algún circuito, del tipo que sea: alarmas, motores, etc.)

Circuitos combinados

En el siguiente ejemplo vamos a construir un circuito que NO FUNCIONA. Esto significa que la luz final nunca se va a encender o nunca se va a apagar.

Construye el siguiente circuito:

Rellena la siguiente tabla. Como hay dos fuentes de corriente A y B, habrá en total 4 opciones posibles. Prueba las cuatro e indica las salidas posibles F:

A	B	F

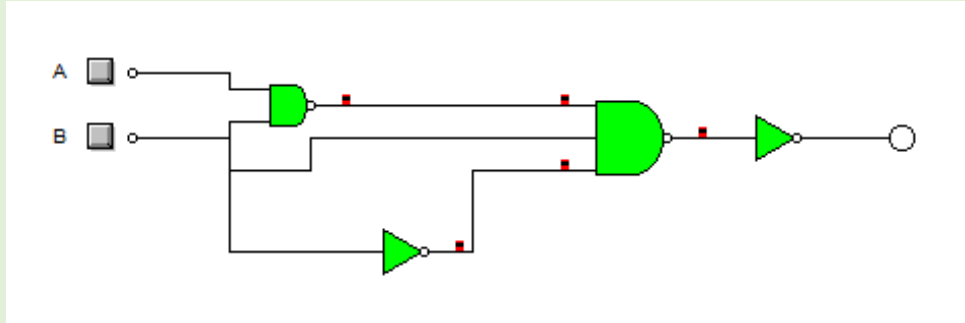
Ahora, trata de explicar lo que está ocurriendo en cada opción, y describe por qué el circuito no funciona. Fíjate que hemos usado una NAND de tres entradas, es decir, **si las tres entradas recibe corriente, transmitirá corriente**, pero al estar negada (el círculo del final) hace lo contrario, es decir, **si las tres entradas recibe corriente, no circula corriente**, pero habrá corriente en el resto de casos.

Intenta explicar lo que ocurre y por qué el circuito no puede funcionar.

Circuitos combinados

En el siguiente ejemplo vamos a construir un circuito que **NO FUNCIONA**. Esto significa que la luz final nunca se va a encender o nunca se va a apagar.

Construye el siguiente circuito:



Rellena la siguiente tabla. Como hay dos fuentes de corriente A y B, habrá en total 4 opciones posibles. Prueba las cuatro e indica las salidas posibles F:

A	B	F

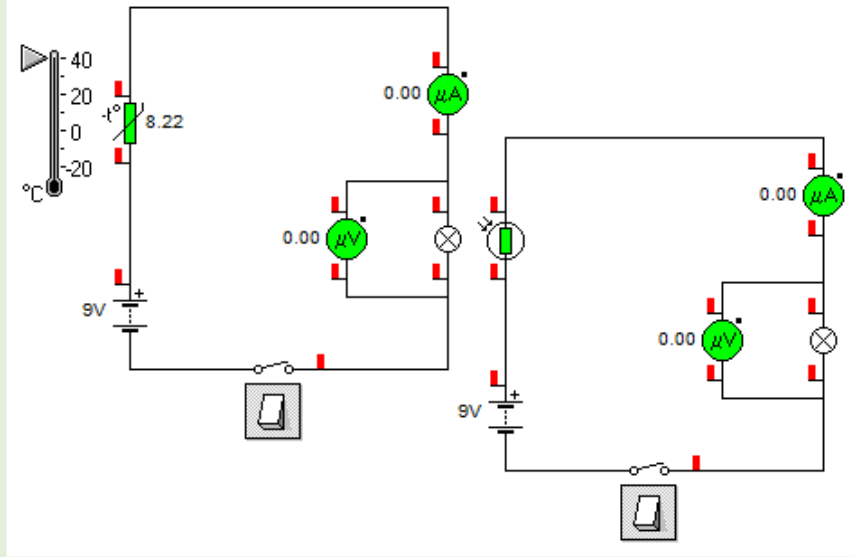


Ahora, trata de explicar lo que está ocurriendo en cada opción, y describe por qué el circuito no funciona.

Fíjate que hemos usado una NAND de tres entradas, es decir, **si las tres entradas recibe corriente, transmitirá corriente**, pero al estar negada (el círculo del final) hace lo contrario, es decir, **si las tres entradas recibe corriente, no circula corriente**, pero habrá corriente en el resto de casos.

Intenta explicar lo que ocurre y por qué el circuito no puede funcionar.

La fotorresistencia

Una fotorresistencia es una resistencia cuyo valor cambia según la luz.

<input type="checkbox"/>	<p>Monta un circuito al lado de los anteriores de la siguiente forma:</p> 
<input type="checkbox"/>	<p>¿Qué ocurre cuando modificas (con los interruptores cerrados) la temperatura del primer circuito? Explícalo detalladamente aquí:</p> 
<input type="checkbox"/>	<p>Fíjate que el circuito es demasiado poco potente como para encender la segunda bombilla. ¿Qué debes hacer para conseguir encenderla? ¿Qué problemas te encuentras al hacer esto? (explícalo detalladamente aquí abajo):</p> 
<input type="checkbox"/>	<p>Guarda el archivo y sube tanto el Word como el archivo crocodile a la tarea de classroom</p>

Implementación de funciones

Como hemos visto, las funciones lógicas son puertas, generalmente mostradas por letras mayúsculas A, B, C, etc. Nombraremos A', B', C' a la negación de las mismas. Es decir, si por ejemplo $A = 1$, entonces $A' = 0$, y si $A = 0$, entonces $A' = 1$.

Veamos algunos elementos claves de las operaciones con números binarios. Esencialmente funcionan igual que los números ordinarios, pero sólo con dos dígitos.

Suma	
En base 10	En base 2
$4+5=9$ No se nos acaban los dígitos, todo va bien.	$1+0=1$ No se nos acaban los dígitos, todo va bien
$6+5=11$ Se nos acaban los dígitos en el 9, así que volvemos a empezar con los dos primeros, el 1 y el 0, 10, y el siguiente serán los dos siguientes, 11. Así pues, $6 + 5 = 6 + 3 + 2 = 9 + 2$	$1+1=10$ Al sumar $1+1$ el resultado no es 2, pues no tenemos este dígito. Igual que en base 10, al acabar con los dígitos que tenemos, volvemos a empezar. Así pues, 10 es 2 en base 2. Igualmente, los siguientes números serán: $3_{10} = 11_2$ $4_{10} = 100_2$ Y así sucesivamente: 101, 110, 111, 1000, 1001 ...

Para la multiplicación haremos algo parecido. Pero aquí vamos sólo a analizar los dos estados básicos, 0 y 1, que son los que nos interesan.

Por supuesto, cualquier multiplicación por 0 dará 0, y cualquier multiplicación por 1 da 1. Así pues, la tabla de multiplicar se resume en la siguiente tabla de forma sencilla:

×	0	1
0	0	0
1	0	1

- Si te fijas, esta tabla ya la hemos usado antes y es una de las puertas lógicas usadas anteriormente. Es por eso que a esa puerta también se le llama **multiplicador**. ¿Qué puerta es?



Funciones lógicas

Construir una función lógica consiste en partir de una serie de puertas e intentar que funcionen de una cierta manera. Por ejemplo, imaginemos la función $f(A, B)$ que depende de dos puertas A y B de la siguiente forma:

$$f(A, B) = A \cdot B + B'$$

Hagamos una tabla para ver qué significa esto:

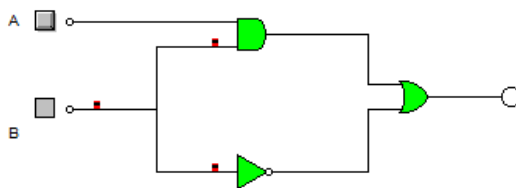
	A = 0	A = 1
B = 0	$f(0,0) = 0 \cdot 0 + 0' = 0 + 1 = 1$	$f(1,0) = 1 \cdot 0 + 0' = 0 + 1 = 1$
B = 1	$f(0,1) = 0 \cdot 1 + 1' = 0 + 0 = 0$	$f(1,1) = 1 \cdot 1 + 1' = 1 + 0 = 1$

De forma que la función queda como:

	A = 0	A = 1
B = 0	1	1
B = 1	0	1

La pregunta ahora es ¿cómo implementar esto con un circuito? Hemos elegido un caso razonablemente sencillo y aun así no es tan simple hacerlo.

El objetivo es buscar una configuración de puertas para que el resultado sea 1 salvo en el caso de que A=0 y B=1. Un ejemplo sería:



- Construye el circuito anterior y comprueba que, pulsando los interruptores (entradas lógicas) A y B generas la tabla anterior.



Si te fijas, no hemos hecho nada espectacular para implementar el circuito. Fíjate en la función:

$$f(A, B) = A \cdot B + B'$$

Por tanto, hemos puesto un multiplicador (puerta AND) conectada por A y B, un inversor en B para fabricar B' , y por último un sumador (puerta OR) que sume ambas salidas.

Es decir, hemos **traducido las matemáticas** en puertas lógicas.

- Ahora, te toca a ti.
Intenta implementar las siguientes funciones lógicas. Deberás hacer dos cosas: por una parte crear la tabla de valores, y por la otra construir el circuito con los elementos anteriores:
- a) $f(A, B) = A + B \cdot A' + B$
- Nota: para hacer tres sumadores puedes sumar primero dos y luego los otros dos, o bien usar la puerta negada NAND de tres entradas.



Para el siguiente ejemplo imaginemos que tenemos un sensor de temperatura (ejemplo sacado de cide@d)

Llamemos:

- A: interruptor manual (0=apagado)
- B: termostato (0 si $T < 30^{\circ}\text{C}$)
- C: detector (0=ventanas cerradas)

La función viene dada por:

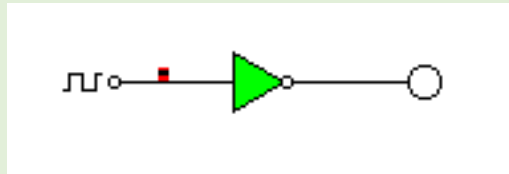
$$b) f(A, B, C) = A' \cdot B \cdot C' + A \cdot B' \cdot C' + A \cdot B \cdot C'$$

Implementala en un circuito, y crea la tabla. Interpretala con algunos ejemplos.

El reloj

El reloj es uno de los dispositivos más interesantes para analizar señales, pues me permite hacer pasar corriente y apagar una entrada lógica.

- Crea cualquiera de los circuitos anteriores usando un reloj. Por ejemplo el inversor NOT:

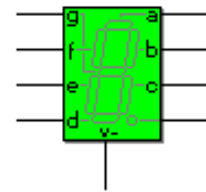


¿Qué está haciendo el reloj?

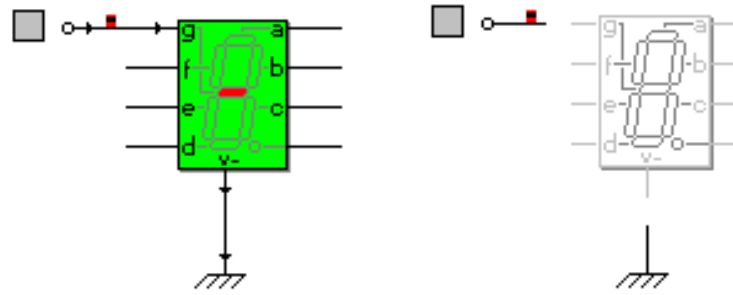
El display de 7 segmentos (7 segments display)

Este artefacto sirve para iluminar segmentos a voluntad. Nosotros vamos a hacerlo de forma muy pedestre (muy manual), aunque lo interesante es colocar bien relojes, bien una cierta programación que permita que se enciendan las luces según lo necesitemos (por ejemplo, para crear una cuenta atrás).

Fíjate que cada entrada abcdefg señala a uno de los segmentos del display, y hay otra entrada marcada con v – que marca la salida de la corriente. La idea es muy simple: si pasa corriente por la entrada a, se encenderá el segmento correspondiente. Si pasa por b, el segmento que señala b, etc. La salida v – podemos conectarla directamente a tierra:



- Realiza el siguiente circuito. Observarás que explota (hemos activado temporalmente la opción “componentes indestructibles” para poner este dibujo, pero NUNCA marques esta opción:



El problema aquí es el siguiente: las entradas lógicas son realmente fuentes de alimentación de 5V (puedes comprobarlo dejando el ratón encima del cable que sale de ella), y el dispositivo no puede recibir tanta intensidad como recibe tal y como está construido.

Utilizando la ley de Ohm: $V = I \cdot R$, trata de solucionar el problema colocando una resistencia por medio.

Debes saber que el dispositivo admite corrientes de entre 17mA (por debajo no funciona), hasta 53mA (por encima de esta corriente explota).

Calcula alguna resistencia válida para colocar entre medias, y coloca tanto esta resistencia como el resto de entradas.

Cálculos:



Ahora ya puedes fabricar un completo dispositivo que señale los números o letras que creas oportuno. Puedes usar también relojes o cualquier otra cosa que consideres.