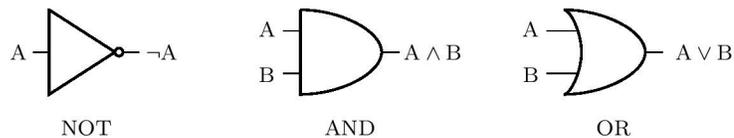


# Circuitos lógicos

*Keywords: matemáticas elementales, enunciados, lógica matemática*

¿Qué hechizo puede encender la luz adecuada en un ascensor repleto, pulsar un botón en una máquina expendedora para hacer un refresco de naranja, apagar las luces del pasillo de una casa después de unos minutos o mover un personaje en la pantalla de un ordenador? De estas y otras muchas actividades de la vida real se encargan los circuitos lógicos que exploraremos con más detalle en la próxima serie de problemas.

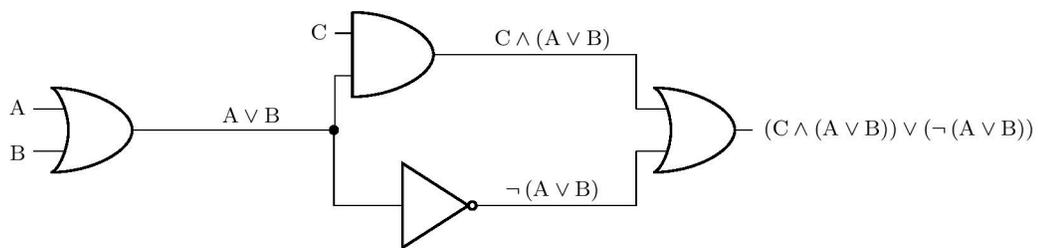
Los circuitos lógicos constan de los llamados miembros lógicos, que implementan operaciones lógicas. En los problemas trabajaremos sólo con tres miembros lógicos básicos NOT (negación), AND (conjunción) y OR (disyunción). La figura muestra sus símbolos respectivos (según la norma americana ANSI/MIL) en los circuitos lógicos. Están orientados de forma que la dirección de entrada es por la izquierda. Las entradas se entienden como enunciados, mientras que las salidas son enunciados compuestos.



**Figura 1:** Símbolos de los miembros lógicos

Los valores de verdad se realizan mediante tensión circuitos lógicos, una tensión baja indica un valor de verdad de 0, un nivel de tensión alto indica un valor de 1. Si, por ejemplo, el componente AND tiene un nivel de tensión bajo en la entrada A y un nivel de tensión alto en la entrada B, la salida es un nivel de tensión bajo. Los valores específicos de los niveles varían según el uso específico del circuito. Por ejemplo, un nivel bajo de aproximadamente 0V y un nivel alto de aproximadamente 5V son comunes.

En la siguiente figura vemos una representación de un circuito lógico más complejo. Para mayor claridad, la figura indica también la composición secuencial de los enunciados, que corresponde a las entradas o salidas de cada miembro. El punto negro indica el nudo en el que el circuito lógico se bifurca. Así, la salida de un miembro puede ser conectada a varias entradas simultáneamente.



**Figura 2:** Ejemplo de circuito lógico

En los siguientes problemas, se pueden incluir interruptores o botones antes de las entradas, y bombillas después de las salidas del circuito lógico. Convengamos en que el valor lógico en la entrada es igual a 1 justo cuando el interruptor está encendido o el botón está pulsado. Del mismo modo, una bombilla se enciende precisamente cuando el valor lógico de 1 está en la salida correspondiente.

**Tarea 1.** En el circuito mostrado en la imagen anterior hay interruptores ante las entradas A, B y C y una bombilla está conectada a la salida. Si el interruptor C no está encendido, ¿en qué posición deben estar los interruptores A y B para que la bombilla se encienda?

**Tarea 2.** Se da el circuito lógico de la figura siguiente, cuyas entradas A, B y C son interruptores y cuya salida Z es una bombilla. ¿Qué interruptores deben estar encendidos para que se encienda la bombilla? Encuentra todas las soluciones al problema. Si los cables se cruzan en el diagrama sin que se muestre un nudo, se supone que en la realidad no hay contacto entre los cables.

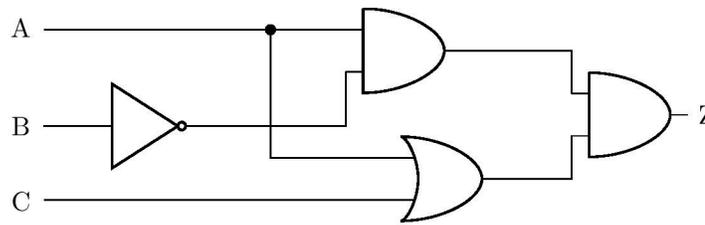


Figura 3: Designación de tareas 2

**Tarea 3.** Diseñar un circuito lógico que, en caso de fallo de una de las dos bombas de agua (o de ambas), encienda una lámpara de aviso a la salida del circuito. Mientras la bomba está en funcionamiento, envía una señal correspondiente a la lógica una a una de las dos entradas del circuito.

**Tarea 4.** Modificar el dispositivo de alerta de la tarea anterior. Las dos salidas tendrán ahora una luz roja y otra verde. Si las dos bombas funcionan, la luz verde estará encendida y la roja apagada. Además, si una bomba falla, la luz roja también estará encendida y si ambas bombas fallan, sólo la luz roja estará encendida. Diseña un circuito lógico correspondiente.

**Tarea 5.** Diseñar un circuito lógico con dos entradas y una salida que simule una operación de equivalencia lógica.

**Tarea 6.** La cafetera puede preparar tres tipos de bebidas: lungo, macchiato y cacao pulsando el botón correspondiente. Las bebidas se preparan mezclando cuatro ingredientes (agua caliente, leche, café y concentrado de cacao), donde cada ingrediente tiene su propia boquilla. Diseñe un circuito lógico con tres entradas (una para cada bebida) y cuatro salidas (una para cada válvula de boquilla) teniendo en cuenta que el lungo se prepara a partir de agua y concentrado de café, el macchiato a partir de agua, leche y concentrado de café, y el cacao a partir de agua y concentrado de cacao. Para simplificar, vamos a suponer que a nadie se le ocurre pulsar varios botones a la vez, por lo que no hay que lidiar con estos casos. Un ingrediente se libera en el vaso justo cuando en la salida correspondiente hay, lógicamente, uno.

Todas estas tareas pueden ilustrarse en diversos simuladores de circuitos lógicos, como el simulador en línea CircuitVerse. En la última figura, el circuito del problema 2 se modela en este simulador.

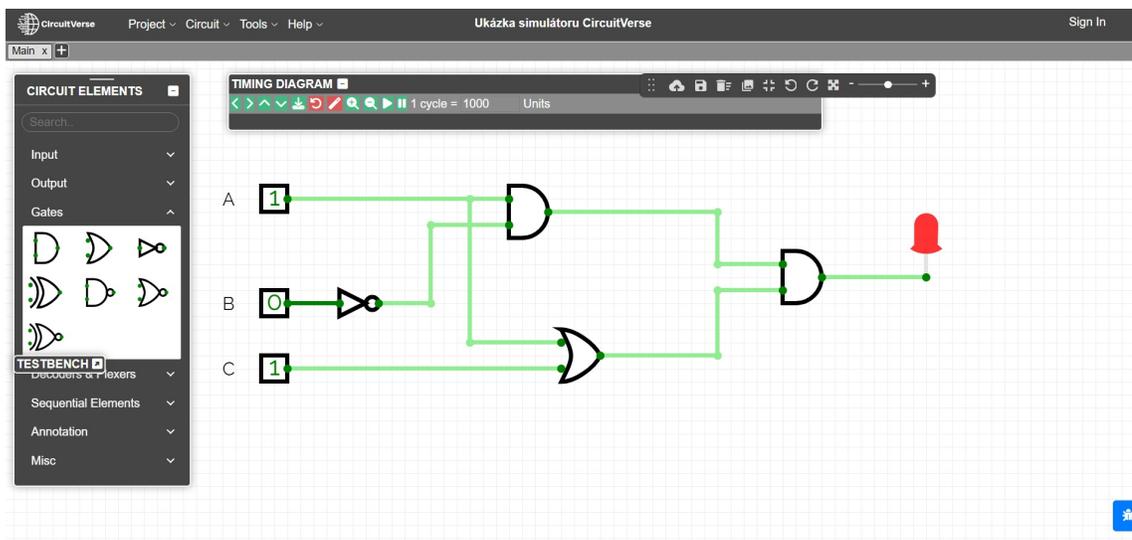


Figura 4: Entorno de simulación en línea CircuitVerse

## Bibliografía

- Perrin J. P., Denouette M., Daclin E. *Logické systémy, díl I. Kombinační logické obvody. Úvod do sekvenčních obvodů*. Praha: SNTL. 1972
- *Online simulátor CircuitVerse*, <https://circuitverse.org/simulator>