

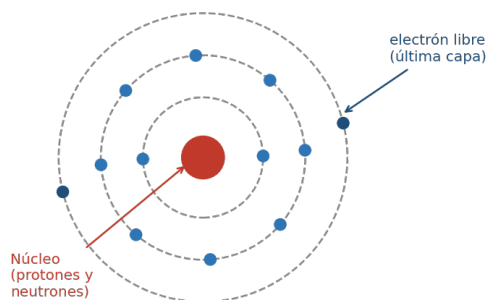
# Repaso de Electricidad y Electrónica

*Fundamentos de electricidad · Electrónica analógica · Electrónica digital — 4º ESO*

## 1. Fundamentos de electricidad

### 1.1 La corriente eléctrica

Toda la materia está formada por átomos, compuestos por un núcleo (protones y neutrones) y una corteza de electrones. En los materiales conductores, algunos electrones de la última capa (electrones libres) pueden desplazarse fácilmente de un átomo a otro. La corriente eléctrica es precisamente ese flujo ordenado de electrones libres a través de un conductor, provocado por una diferencia de potencial (voltaje) entre dos puntos.



*Fig. 1.1 — Estructura de un átomo: núcleo y electrones en capas. Los electrones de la última capa son los que se desplazan como corriente eléctrica.*

Para que exista corriente eléctrica de forma continuada son necesarias tres condiciones: un circuito cerrado, un generador que aporte energía y un material conductor por el que puedan circular las cargas.

Existen dos tipos principales de corriente:

- Corriente continua (CC/DC): los electrones circulan siempre en el mismo sentido y con intensidad constante. Ejemplo: pilas, baterías y placas solares.
- Corriente alterna (CA/AC): los electrones cambian de sentido periódicamente, siguiendo una forma de onda senoidal. Ejemplo: la red eléctrica doméstica (230 V, 50 Hz en España).

Los materiales se clasifican, según su capacidad para conducir la corriente, en conductores (metales como el cobre o el aluminio), aislantes (plástico, vidrio, madera seca) y semiconductores (silicio, germanio), estos últimos con un comportamiento intermedio que los hace fundamentales en electrónica.

## 1.2 Magnitudes eléctricas fundamentales

Las magnitudes básicas que describen un circuito eléctrico son:

| Magnitud                | Símbolo | Unidad             | Instrumento de medida |
|-------------------------|---------|--------------------|-----------------------|
| Tensión o voltaje       | V       | voltio (V)         | Voltímetro            |
| Intensidad de corriente | I       | amperio (A)        | Amperímetro           |
| Resistencia eléctrica   | R       | ohmio ( $\Omega$ ) | Óhmetro               |
| Potencia eléctrica      | P       | vatio (W)          | Vatímetro             |
| Energía eléctrica       | E       | julio (J) / kWh    | Contador eléctrico    |

La resistencia eléctrica de un conductor no solo depende del material (resistividad,  $\rho$ ), sino también de su longitud (L) y de su sección (S):

$$R = \rho \cdot L / S$$

Cuanto más largo y más fino sea un cable, mayor será su resistencia; por eso los cables de las instalaciones eléctricas se fabrican gruesos y del material más conductor posible (normalmente cobre).

## 1.3 Ley de Ohm

La ley de Ohm relaciona la tensión, la intensidad y la resistencia de un circuito:

$$V = I \cdot R$$

De esta expresión se derivan las otras dos formas útiles:

$$I = V / R \quad R = V / I$$

## 1.4 Potencia, energía y efecto Joule

La potencia eléctrica indica la energía consumida o generada por unidad de tiempo:

$$P = V \cdot I = I^2 \cdot R = V^2 / R$$

Cuando la corriente circula por un conductor, parte de la energía eléctrica se transforma en calor debido a la resistencia del material; este fenómeno se conoce como efecto Joule y es la base del funcionamiento de estufas, planchas, hornos y otros electrodomésticos de resistencia.

La energía eléctrica consumida depende de la potencia y del tiempo de uso:

$$E = P \cdot t$$

La energía se mide en julios (J) si el tiempo está en segundos, aunque en las facturas eléctricas se usa el kilovatio-hora (kWh), que resulta de multiplicar la potencia en kW por el tiempo en horas.

## 1.5 Tipos de circuitos: serie, paralelo y mixto

Circuito en serie: los elementos se conectan uno a continuación del otro, formando un único camino para la corriente.

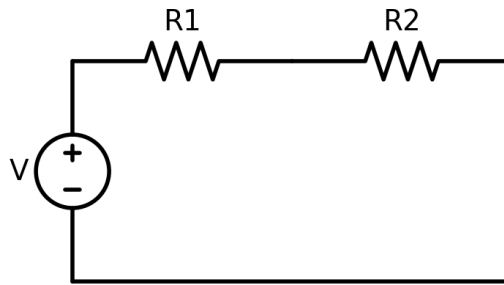


Fig. 1.2 — Circuito en serie: R1 y R2 comparten la misma intensidad.

- La intensidad es la misma en todos los elementos:  $I = I_1 = I_2 = I_3...$
- La tensión total se reparte entre los elementos:  $V = V_1 + V_2 + V_3...$
- La resistencia equivalente es la suma de todas:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + ...$$

Circuito en paralelo: los elementos se conectan compartiendo los mismos dos nudos, ofreciendo varios caminos a la corriente.

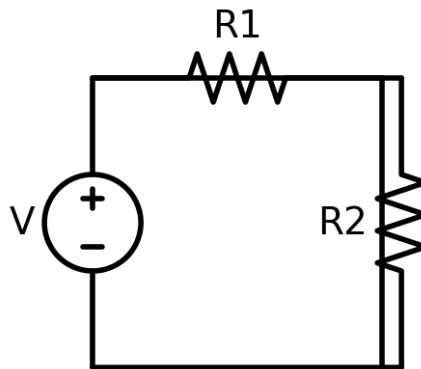


Fig. 1.3 — Circuito en paralelo: R1 y R2 comparten la misma tensión.

- La tensión es la misma en todas las ramas:  $V = V_1 = V_2 = V_3...$
- La intensidad total se reparte entre las ramas:  $I = I_1 + I_2 + I_3...$
- La resistencia equivalente se calcula como:

$$1 / R_{eq} = 1 / R_1 + 1 / R_2 + 1 / R_3 + ...$$

Caso particular de dos resistencias en paralelo:

$$R_{eq} = (R_1 \cdot R_2) / (R_1 + R_2)$$

Circuito mixto: combina tramos en serie y en paralelo. Se resuelve simplificando primero los grupos en paralelo o en serie más sencillos —trabajando "de fuera hacia dentro" o "de dentro hacia fuera" según convenga— hasta obtener una única resistencia equivalente para todo el circuito.

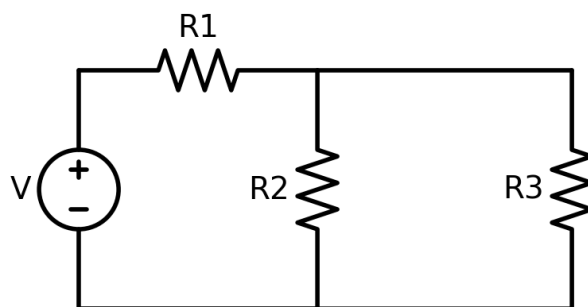


Fig. 1.4 — Circuito mixto: R1 en serie con el conjunto en paralelo de R2 y R3.

## 1.6 Elementos de un circuito eléctrico

Todo circuito eléctrico se compone, como mínimo, de los siguientes elementos:

- Generador: aporta la energía eléctrica al circuito (pila, batería, dinamo, alternador...).
- Conductores: cables que permiten el paso de la corriente entre los distintos elementos.
- Receptores: transforman la energía eléctrica en otro tipo de energía (bombillas, motores, resistencias, altavoces...).
- Elementos de maniobra: permiten abrir o cerrar el circuito de forma voluntaria (interruptores, conmutadores, pulsadores).
- Elementos de protección: protegen la instalación y a las personas frente a sobrecargas o derivaciones (fusibles, interruptores magnetotérmicos, interruptores diferenciales).

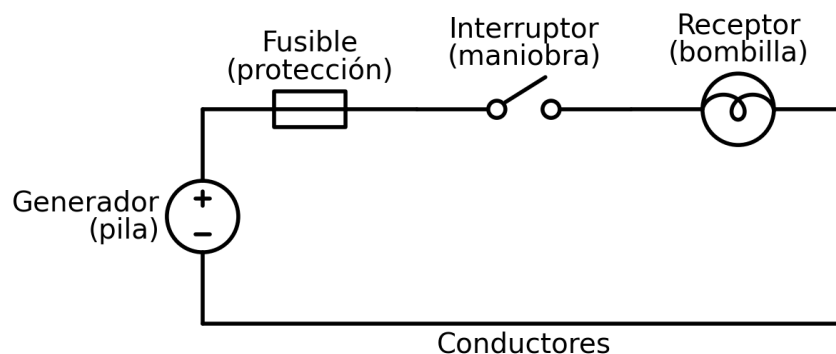


Fig. 1.5 — Elementos de un circuito eléctrico: generador, protección, maniobra y receptor.

## 1.7 Generadores eléctricos: pilas y baterías

Las pilas y baterías transforman energía química en energía eléctrica y son generadores de corriente continua. Cuando se asocian varias pilas entre sí, el resultado depende del tipo de conexión:

- Asociación en serie: se suman las tensiones de cada pila, mientras que la capacidad (mAh) del conjunto es la misma que la de una sola pila.
- Asociación en paralelo: la tensión del conjunto es la misma que la de una sola pila, mientras que las capacidades (mAh) se suman, aumentando la autonomía.

## 1.8 Instrumentos de medida

- Voltímetro: mide la tensión; se conecta en paralelo con el elemento que se quiere medir.
- Amperímetro: mide la intensidad; se conecta en serie dentro del circuito.
- Óhmetro: mide la resistencia de un componente desconectado del circuito.

- Polímetro o multímetro: instrumento que integra voltímetro, amperímetro y óhmetro, entre otras funciones; puede ser analógico (aguja) o digital (pantalla numérica, más preciso y de uso más habitual hoy en día).

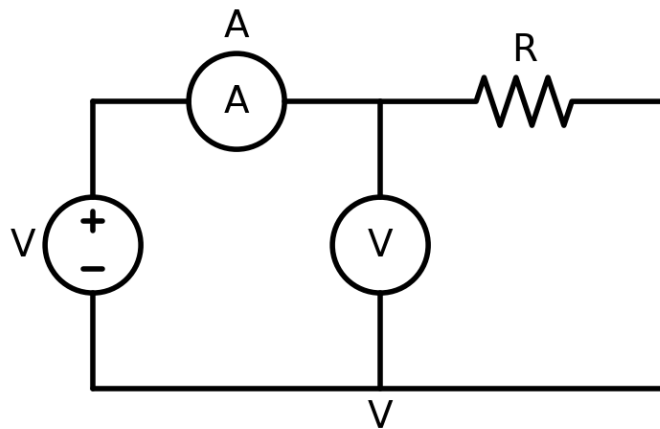


Fig. 1.6 — Conexión del amperímetro (en serie) y el voltímetro (en paralelo).

## 1.9 Seguridad eléctrica

La corriente eléctrica puede resultar peligrosa para las personas si se manipula sin las precauciones adecuadas. Algunas normas básicas de seguridad son:

- No manipular instalaciones o aparatos eléctricos con las manos húmedas ni descalzo sobre suelo mojado.
- Desconectar siempre la alimentación antes de manipular un circuito o instalación.
- Utilizar herramientas con mango aislante y comprobar que los cables no tienen el aislamiento dañado.
- Instalar interruptores diferenciales, que desconectan automáticamente el circuito ante una fuga de corriente (derivación), y magnetotérmicos, que lo hacen ante una sobreintensidad.
- Respetar la toma de tierra de los aparatos, que conduce a tierra las corrientes de fuga y evita descargas.

## 2. Electrónica analógica

---

### 2.1 Señal analógica

Una señal analógica es aquella cuya magnitud (tensión, corriente...) varía de forma continua en el tiempo, pudiendo tomar infinitos valores dentro de un rango. La electrónica analógica trabaja con este tipo de señales, propias de sensores como la temperatura, el sonido, la luz o la presión.

### 2.2 Componentes pasivos

Resistencias: limitan el paso de la corriente. Su valor se identifica mediante un código de colores formado por bandas.

| Color    | Valor (cifra) | Multiplicador         |
|----------|---------------|-----------------------|
| Negro    | 0             | $\times 1$            |
| Marrón   | 1             | $\times 10$           |
| Rojo     | 2             | $\times 100$          |
| Naranja  | 3             | $\times 1.000$        |
| Amarillo | 4             | $\times 10.000$       |
| Verde    | 5             | $\times 100.000$      |
| Azul     | 6             | $\times 1.000.000$    |
| Violeta  | 7             | —                     |
| Gris     | 8             | —                     |
| Blanco   | 9             | —                     |
| Dorado   | —             | tolerancia $\pm 5\%$  |
| Plateado | —             | tolerancia $\pm 10\%$ |

Potenciómetro: resistencia variable de forma manual mediante un eje o cursor; se utiliza, por ejemplo, para regular el volumen de un altavoz o la velocidad de un motor.

Resistencias dependientes de magnitudes físicas: la LDR (Light Dependent Resistor) varía su resistencia según la luz que incide sobre ella (muy alta en oscuridad, baja con luz intensa); el termistor NTC disminuye su resistencia al aumentar la temperatura, mientras que el PTC la aumenta. Se emplean como sensores en circuitos de detección de luz o temperatura.

Condensadores: almacenan energía en forma de campo eléctrico. Se miden en faradios (F), aunque habitualmente se usan submúltiplos como el microfaradio ( $\mu\text{F}$ ), ya que el faradio es una unidad muy grande.

Bobinas (inductores): almacenan energía en forma de campo magnético y se oponen a los cambios bruscos de corriente. Se miden en henrios (H).



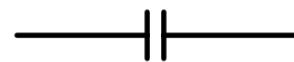
Resistencia

*Resistencia*



Potenciómetro

*Potenciómetro*



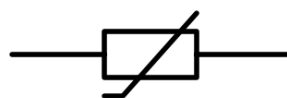
Condensador

*Condensador*



Bobina

*Bobina*



Termistor NTC

*Termistor NTC*



LDR

*LDR (fotorresistencia)*

## 2.3 Componentes activos

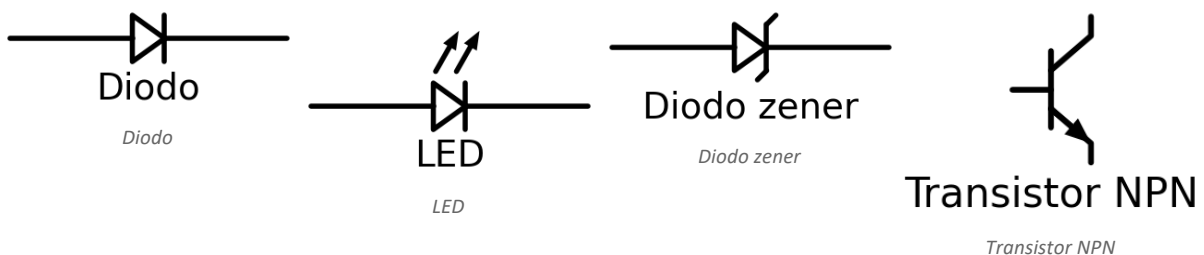
Diodo: componente semiconductor que permite el paso de la corriente en un único sentido (del ánodo al cátodo) y la bloquea en sentido contrario. Se utiliza para rectificar corriente alterna o proteger circuitos frente a conexiones invertidas.

Diodo LED (Light Emitting Diode): diodo que emite luz al circular corriente por él en sentido directo. Necesita siempre una resistencia limitadora en serie para no dañarse, ya que soporta intensidades y tensiones muy bajas.

Diodo zener: diseñado para trabajar en sentido inverso manteniendo una tensión constante en sus extremos (tensión zener); se emplea habitualmente para estabilizar o regular tensiones en una fuente de alimentación.

Transistor: componente semiconductor con tres terminales (base, colector y emisor en los transistores bipolares o BJT) que puede funcionar como interruptor electrónico controlado por una pequeña señal, o como amplificador de señal. Existen dos tipos principales según su construcción interna: NPN y PNP.

Amplificador operacional (ampliación): circuito integrado analógico con dos entradas y una salida, capaz de amplificar la diferencia de tensión entre sus entradas miles de veces. Es la base de multitud de circuitos analógicos (amplificadores de audio, comparadores, filtros...).



## 2.4 Simbología electrónica básica

Para representar los circuitos se emplean símbolos normalizados. Algunos de los más habituales son:

| Componente     | Descripción del símbolo                                                                       |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Resistencia    | Rectángulo alargado (o línea en zigzag) con dos terminales.                                   |
| Condensador    | Dos líneas paralelas separadas, con los terminales perpendiculares a ellas.                   |
| Diodo          | Triángulo apuntando hacia una línea recta (el triángulo indica el sentido de conducción).     |
| LED            | Símbolo del diodo con dos flechas salientes que representan la luz emitida.                   |
| Transistor NPN | Tres terminales (base, colector, emisor) con una flecha en el emisor apuntando hacia fuera.   |
| Pila / batería | Dos líneas paralelas de distinto tamaño (la larga es el polo positivo, la corta el negativo). |
| Interruptor    | Línea con un pequeño segmento inclinado que representa el contacto abierto.                   |

## 2.5 Circuitos analógicos básicos

Resistencia limitadora para un LED: para calcular la resistencia necesaria se emplea la ley de Ohm aplicada a la diferencia entre la tensión de alimentación y la tensión de funcionamiento del LED:

$$R = (V - V_{led}) / I_{led}$$

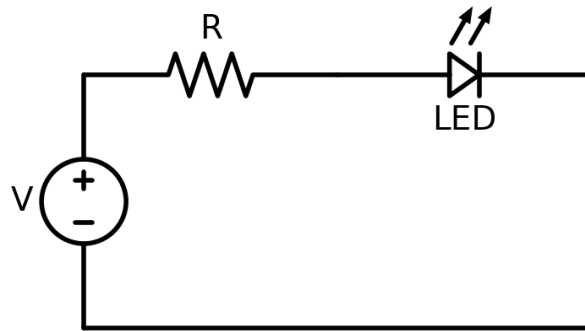


Fig. 2.1 — Circuito de un LED con su resistencia limitadora en serie.

Divisor de tensión: circuito formado por dos resistencias en serie que permite obtener una tensión de salida menor que la de entrada:

$$V_{out} = V \cdot R_2 / (R_1 + R_2)$$

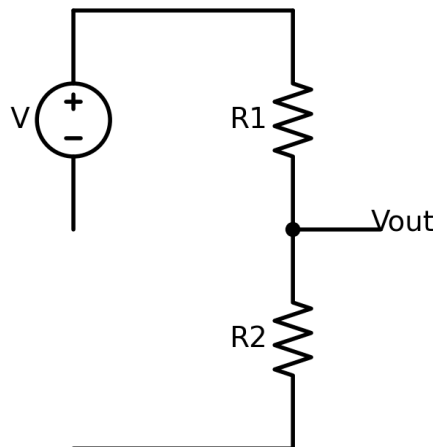


Fig. 2.2 — Divisor de tensión formado por R1 y R2.

Circuito rectificador: utiliza uno o varios diodos para convertir corriente alterna en corriente continua pulsante. En el rectificador de media onda, un único diodo deja pasar solo los semiciclos positivos de la señal alterna; en el rectificador de onda completa (con cuatro diodos en puente) se aprovechan ambos semiciclos, obteniendo una corriente continua más uniforme.

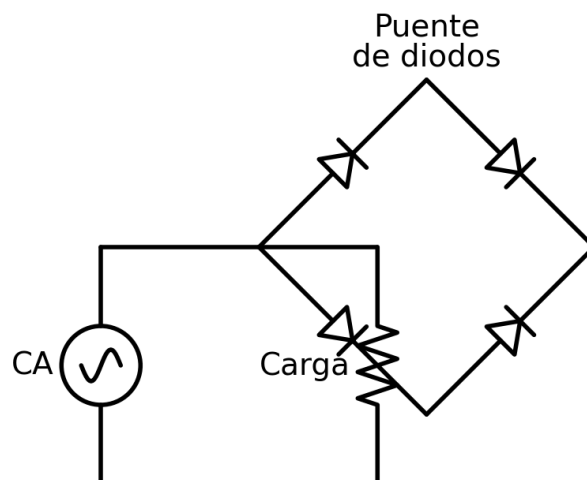


Fig. 2.3 — Rectificador de onda completa en puente de diodos.



## 2.6 Aplicaciones de la electrónica analógica

La electrónica analógica está presente en multitud de dispositivos cotidianos: fuentes de alimentación, amplificadores de audio, sensores de luz y temperatura, cargadores de baterías, emisoras y receptores de radio, entre otros. Su principal ventaja es que procesa directamente magnitudes físicas continuas, aunque resulta más sensible al ruido eléctrico que la electrónica digital.

## 3. Electrónica digital

---

### 3.1 Señal digital y sistemas de numeración

A diferencia de la señal analógica, una señal digital solo puede tomar un número limitado de valores discretos; en electrónica digital se trabaja habitualmente con dos únicos estados: 0 y 1 (sistema binario), que se corresponden con ausencia o presencia de tensión.

Para convertir un número decimal a binario se divide sucesivamente entre 2, anotando los restos, hasta llegar a cociente 0; el número binario se lee de abajo hacia arriba (o bien se descompone en potencias de 2).

Para convertir un número binario a decimal se multiplica cada cifra por la potencia de 2 correspondiente a su posición y se suman los resultados.

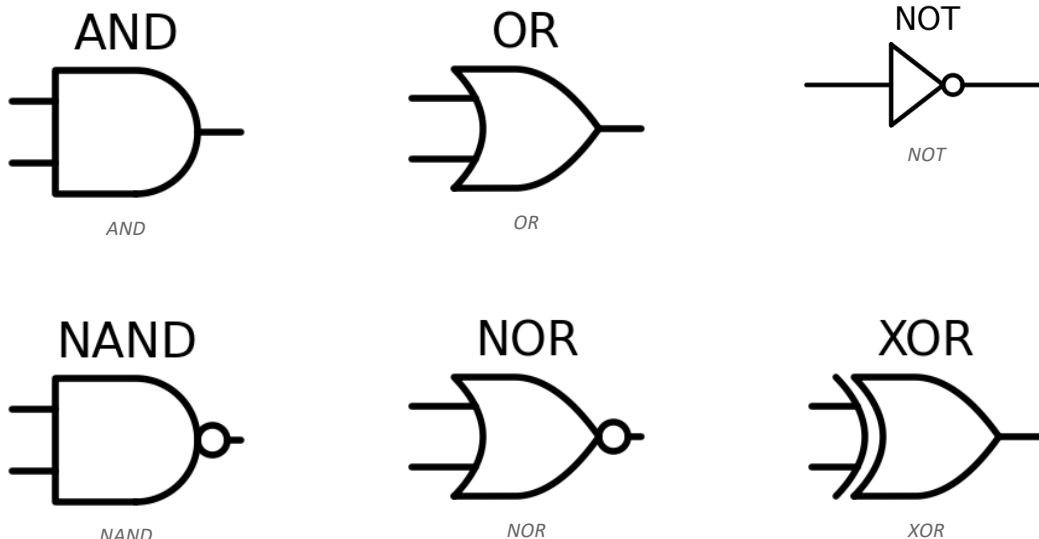
Además del sistema binario, en informática y electrónica se utilizan otros sistemas de numeración relacionados con potencias de 2, que permiten representar números binarios largos de forma más compacta:

| Sistema     | Base | Cifras utilizadas        |
|-------------|------|--------------------------|
| Binario     | 2    | 0, 1                     |
| Octal       | 8    | 0 a 7                    |
| Decimal     | 10   | 0 a 9                    |
| Hexadecimal | 16   | 0 a 9 y A, B, C, D, E, F |

### 3.2 Álgebra de Boole y puertas lógicas

El álgebra de Boole permite operar con variables que solo toman los valores 0 (falso) y 1 (verdadero). Las puertas lógicas son los componentes que implementan físicamente estas operaciones.

| Puerta            | Símbolo operación      | Función                                   |
|-------------------|------------------------|-------------------------------------------|
| AND (Y)           | $A \cdot B$            | Salida 1 solo si todas las entradas son 1 |
| OR (O)            | $A + B$                | Salida 1 si alguna entrada es 1           |
| NOT (NO)          | $\bar{A}$              | Invierte el valor de la entrada           |
| NAND              | $(A \cdot B)^{\bar{}}$ | NOT aplicado a la salida de una AND       |
| NOR               | $(A + B)^{\bar{}}$     | NOT aplicado a la salida de una OR        |
| XOR (O exclusiva) | $A \oplus B$           | Salida 1 si las entradas son distintas    |



Leyes de De Morgan: permiten transformar una operación NAND en una OR de entradas negadas, y una NOR en una AND de entradas negadas. Son muy útiles para simplificar circuitos:

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

### 3.3 Tablas de verdad

Una tabla de verdad muestra la salida de una puerta lógica para todas las combinaciones posibles de sus entradas. Ejemplo con dos entradas A y B:

| A | B | AND | OR | XOR |
|---|---|-----|----|-----|
| 0 | 0 | 0   | 0  | 0   |
| 0 | 1 | 0   | 1  | 1   |
| 1 | 0 | 0   | 1  | 1   |
| 1 | 1 | 1   | 1  | 0   |

### 3.4 Circuitos combinacionales sencillos

Un circuito combinacional se construye conectando varias puertas lógicas entre sí, de manera que la salida depende únicamente del valor de las entradas en ese instante (no tiene memoria). Se analizan obteniendo su tabla de verdad a partir de la expresión booleana del circuito, evaluando cada puerta por orden.

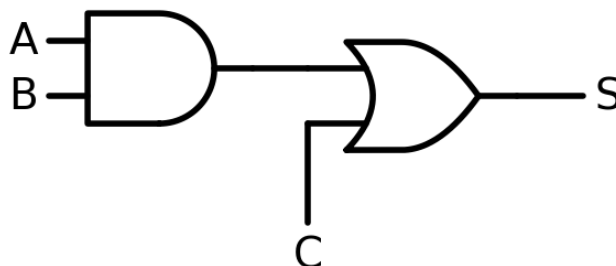


Fig. 3.1 — Circuito combinacional que implementa  $S = (A \text{ AND } B) \text{ OR } C$ .

En ocasiones, aplicando las propiedades del álgebra de Boole (o herramientas gráficas como los mapas de Karnaugh, de ampliación) es posible simplificar la expresión de un circuito, reduciendo el número de puertas necesarias y, por tanto, su coste y complejidad.

Estos circuitos son la base de sistemas automáticos como alarmas, sensores combinados o pequeños sistemas de control.

### 3.5 Circuitos secuenciales: biestables y contadores

A diferencia de los circuitos combinacionales, los circuitos secuenciales sí disponen de memoria: su salida depende no solo de las entradas actuales, sino también del estado anterior del circuito.

El elemento básico de memoria digital es el biestable o flip-flop, un circuito capaz de almacenar un bit (0 o 1) de forma estable hasta que una nueva señal lo modifica. El tipo más sencillo es el biestable tipo D, que almacena en su salida el valor presente en la entrada D en el instante en que llega un pulso de reloj.

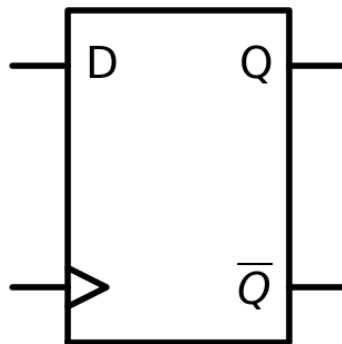


Fig. 3.2 — Biestable tipo D: almacena en Q el valor de la entrada D.

Conectando varios biestables se construyen registros (para almacenar varios bits) y contadores digitales, capaces de contar pulsos y muy utilizados en relojes digitales, temporizadores y sistemas de control.

### 3.6 Sistemas digitales en la vida cotidiana

La electrónica digital está presente en calculadoras, ordenadores, teléfonos móviles, electrodomésticos, semáforos y multitud de sistemas de control. Muchos de estos dispositivos incorporan microcontroladores: pequeños circuitos integrados que combinan procesador, memoria y entradas/salidas en un único chip, y que se programan para ejecutar una tarea concreta (por ejemplo, las placas Arduino, muy utilizadas en el aula, se basan en microcontroladores de este tipo).

Frente a la electrónica analógica, la digital resulta más resistente al ruido eléctrico, más fácil de programar y de combinar con sistemas informáticos, motivo por el cual ha sustituido a la analógica en la mayoría de aplicaciones modernas.