

Ejercicios Resueltos Tecnología 3 de ESO 2026 / 2027

48 ejercicios con la solución explicada paso a paso, y la teoría de los 19 temas que trae esta selección.

Lo que vas a practicar

La electrónica básica: componentes y magnitudes · Intensidad en miliamperios, potencia disipada y sensores que cambian de resistencia **(ejercicios 1, 2, 3)**

El código de colores y la tolerancia de una resistencia · Leer y escribir los cuatro anillos, y decidir si una medida cae dentro de la tolerancia **(ejercicios 4, 5, 6)**

El diodo y el LED: polaridad y resistencia limitadora · Calcular la resistencia limitadora, la potencia que disipa y qué pasa con varios LED **(ejercicios 7, 8, 9)**

El divisor de tensión y los sensores resistivos · Repartir la tensión entre dos resistencias y convertir luz en una lectura **(ejercicios 10, 11, 12)**

Los símbolos de la electrónica y el esquema de un montaje · símbolos de la resistencia, el potenciómetro, el diodo, el LED y los sensores **(solo teoría)**

De la señal analógica a la señal digital · Niveles, bits, resolución y lo que ocupa una serie de medidas **(ejercicios 13, 14, 15)**

El diseño asistido por ordenador en dos y tres dimensiones · capas, restricciones, extruir y revolucionar, y el historial de operaciones **(solo teoría)**

La fabricación digital: la impresión en tres dimensiones · Capas y tiempos, gramos de material con su coste, y qué cambia al afinar la capa **(ejercicios 16, 17, 18)**

Los sistemas de control: entradas, salidas y realimentación · Medir una distancia, mover un servomotor y distinguir el lazo abierto del cerrado **(ejercicios 19, 20, 21)**

Umbral, histéresis y el programa de un automatismo · Recorrer una serie de lecturas con dos umbrales y ver qué cambia al ensanchar la banda **(ejercicios 22, 23, 24)**

El diagrama de bloques de un sistema de control · consigna, comparador, error, actuador, proceso y realimentación **(solo teoría)**

La robótica: ruedas, giros y tiempos · Perímetro de rueda, vueltas, pulsos del encoder y tiempo de un recorrido **(ejercicios 25, 26, 27)**

Las variables y los tipos de datos · Seguir asignaciones paso a paso, distinguir los tipos e intercambiar dos valores **(ejercicios 28, 29, 30)**

Las condiciones y las decisiones · Combinar condiciones, ordenar condiciones encadenadas y negar

una condición compuesta (**ejercicios 31, 32, 33**)

Los bucles y los contadores · Seguir un bucle paso a paso, contar vueltas y ver qué hacen dos bucles anidados (**ejercicios 34, 35, 36**)

Las listas y las funciones · Recorrer una lista, contar posiciones desde cero y sustituir código repetido por una función (**ejercicios 37, 38, 39**)

Las redes: elementos, direcciones y protocolos · Cuántos aparatos caben en una red, cuántos bits ocupa una dirección y quién está en qué red (**ejercicios 40, 41, 42**)

La transmisión de datos: velocidad, tiempo y compresión · Pasar de bytes a bits, calcular tiempos de envío y comparar dos enlaces (**ejercicios 43, 44, 45**)

Internet de las cosas y la inteligencia artificial · Lo que envía un aparato conectado y cómo se mide si un programa que aprende acierta (**ejercicios 46, 47, 48**)

Material propio de solucionario.es. Los enunciados y las soluciones están escritos por nosotros. La versión al día, con más ejercicios y de todos los cursos, está siempre en:

solucionario.es

Qué entra en esta selección y qué no. La materia se llama **Tecnología y Digitalización**, y el Real Decreto 217/2022 publica **una sola lista de saberes para los tres primeros cursos de la ESO**, sin repartir por curso; y deja que cada administración decida el curso en el que se imparte. Así que el reparto de esta página es una **decisión editorial nuestra**, tomada junto con las páginas de 1º y de 2º para que las tres encajen sin repetirse. A 3º le hemos dejado lo que se apoya en lo anterior: la **electrónica básica** (resistencias con su código de colores, diodos, LED, sensores que cambian de resistencia y el divisor de tensión), la **digitalización de una señal**, el **diseño asistido por ordenador** y la **fabricación digital**, los **sistemas de control** con sus umbrales, la **robótica**, la **programación** con variables, condiciones, bucles, listas y funciones, y las **redes y la transmisión de datos**, incluidos el internet de las cosas y la inteligencia artificial. **Tres de los diecinueve temas vienen con su teoría explicada y sin ejercicios**, porque para practicarlos hay que dibujar o hay que tener el programa delante, y esta página no puede poner ni el dibujo ni la pantalla: son **Los símbolos de la electrónica y el esquema de un montaje**, **El diseño asistido por ordenador en dos y tres dimensiones** y **El diagrama de bloques de un sistema de control**. Se estudian aquí y se practican en el cuaderno o delante del ordenador. **Quedan fuera**, por estar en el reparto de 2º de ESO, la ley de Ohm y los circuitos en serie y en paralelo, que aquí se dan por sabidos y solo se usan como herramienta; las escalas y las vistas; las estructuras y los esfuerzos; y las palancas, las poleas y los engranajes. **Quedan fuera por decisión de esta página** y no porque una norma lo mande, la electrónica analógica avanzada, la electrónica digital con sus puertas, el transistor y la neumática: el currículo los nombra en la materia de **4º de ESO** llamada solo «Tecnología», y para los tres primeros cursos publica una sola lista de saberes sin repartirla por curso, así que dónde cae cada componente lo decide quien escribe el temario. ▲ La página anterior anunciaba ejercicios de transistores y de transformadores: ninguna de esas dos palabras aparece en el texto del real decreto. **Los precios, las velocidades y los tamaños de los ejercicios son inventados** y se dice dentro de cada enunciado, para que no envejezcan. Esto sirve para ver por dónde flojea el curso con lápiz, papel y calculadora; no sustituye al libro, ni al taller, ni a las clases.

La electrónica básica: componentes y magnitudes

Lo que hay que saber

Un circuito **electrónico** es un circuito eléctrico que, además de los receptores conocidos, lleva componentes que **tratan la señal**: la dejan pasar en un solo sentido, la limitan o cambian con la luz y con la temperatura.

La **ley de Ohm** se estudia en el curso anterior y aquí se da por sabida: $V = I \times R$, con la tensión en voltios (V), la intensidad en amperios (A) y la resistencia en ohmios, que se escriben con la omega mayúscula, Ω . En electrónica las corrientes son pequeñas y se manejan en **miliamperios**.

La **resistencia fija** limita la corriente que pasa. El **potenciómetro** es una resistencia que se cambia a mano con un mando, y sirve para regular.

Dos componentes cambian con lo que pasa alrededor: la **LDR** baja su resistencia cuando le da la luz. Y la **NTC** la baja cuando sube la temperatura. Los dos convierten algo del entorno en un valor que el circuito puede usar.

Un componente disipa energía mientras trabaja. Y esa **potencia** sale de $P = V \times I$ o de $P = I^2 \times R$. Se mide en vatios (W) y en electrónica se trabaja con fracciones de vatio.

▲ Cada componente tiene un valor máximo que conviene no pasar: la corriente en un LED, la potencia en una resistencia. Pasarse no siempre rompe el componente en el acto, y ese es el problema: el montaje parece funcionar y dura poco.

- 1 Una resistencia de 450Ω queda conectada a 9 V. Calcula la intensidad que la recorre, en amperios y en miliamperios, y la potencia que disipa.

Solución

Intensidad, despejando de la ley de Ohm: $I = (9 \text{ V}) \div (450 \Omega) = \mathbf{0,02 \text{ A}}$. En unidades, $V \div \Omega$ deja A.

En miliamperios: $(0,02 \text{ A}) \times 1.000 = \mathbf{20 \text{ mA}}$, que es el orden de magnitud con el que se trabaja en estos montajes.

Potencia: $P = V \times I = (9 \text{ V}) \times (0,02 \text{ A}) = \mathbf{0,18 \text{ W}}$.

Comprobación de la potencia por la otra fórmula, que es un camino independiente: $P = I^2 \times R = (0,0004 \text{ A}^2) \times (450 \Omega) = 0,18 \text{ W}$. Coincide.

Comprobación de la intensidad deshaciendo la cuenta: $(0,02 \text{ A}) \times (450 \Omega) = 9 \text{ V}$, la tensión de partida.

- 2 Una resistencia está marcada para disipar como mucho 0,25 W y se quiere conectar a 5 V. Calcula la intensidad máxima que admite sin pasarse de esa potencia y el valor mínimo de resistencia que hay que montar.

Solución

Despejando la intensidad de la fórmula de la potencia: $I = (0,25 \text{ W}) \div (5 \text{ V}) = \mathbf{0,05 \text{ A}}$, es decir 50 mA. Un vatio dividido entre un voltio da un amperio.

Con esa intensidad y esa tensión, la ley de Ohm da el valor de la resistencia: $R = (5 \text{ V}) \div (0,05 \text{ A}) = \mathbf{100 \Omega}$.

Es un valor **mínimo**: con una resistencia menor pasaría más corriente y la potencia subiría por encima de los 0,25 W.

Comprobación por la tercera fórmula de la potencia, que no usa la intensidad calculada antes: $P = V^2 \div R = (25 \text{ V}^2) \div (100 \Omega) = 0,25 \text{ W}$, justo el límite. Sí usa la resistencia, así que lo que comprueba es que las dos últimas cuentas encajan entre sí.

▲ Quedarse justo en el límite no es buena idea en un montaje real, porque la resistencia se calienta y el valor marcado se mide en condiciones favorables. Se suele elegir el doble de potencia, no el mínimo.

3

En un montaje alimentado a 5 V hay una LDR que vale 500 Ω cuando le da la luz y 10.000 Ω a oscuras. Los dos valores son datos de este ejercicio. Calcula la intensidad que la recorre en cada caso, en miliamperios, y cuántas veces mayor es una que otra.

Solución

Con luz: $I = (5 \text{ V}) \div (500 \Omega) = 0,01 \text{ A}$, es decir **10 mA**.

A oscuras: $I = (5 \text{ V}) \div (10.000 \Omega) = 0,0005 \text{ A}$, es decir **0,5 mA**.

La intensidad con luz es $(10 \text{ mA}) \div (0,5 \text{ mA}) = \mathbf{20 \text{ veces mayor}}$.

Comprobación por una ruta que no repite ninguna de las dos divisiones: al no cambiar la tensión, la razón entre las intensidades tiene que ser la inversa de la razón entre las resistencias, y $(10.000 \Omega) \div (500 \Omega) = 20$. Sale el mismo número.

▲ Esa proporción inversa se apoya en que la pila no cambia entre una medida y otra. Con dos pilas distintas, comparar resistencias no diría nada sobre las intensidades.

El código de colores y la tolerancia de una resistencia

Lo que hay que saber

El valor de una resistencia pequeña no se escribe con cifras: se marca con **anillos de color**. En las de **cuatro anillos**, que son las de esta página, los dos primeros son cifras, el tercero es el **multiplicador** y el cuarto es la **tolerancia**. Las hay de cinco y de seis anillos, y entonces ese orden cambia.

Cada color vale una cifra: negro 0, marrón 1, rojo 2, naranja 3, amarillo 4, verde 5, azul 6, violeta 7, gris 8 y blanco 9. Es la parte que hay que aprenderse de memoria.

El tercer anillo multiplica por una potencia de diez, y usa los mismos colores: marrón multiplica por 10, rojo por 100, naranja por 1.000 y amarillo por 10.000. Con esos colores es lo mismo que añadir ceros detrás de las dos cifras. El dorado y el plateado también pueden ir ahí, pero multiplican por 0,1 y por 0,01, así que bajan el valor en vez de subirlo.

El cuarto anillo da la **tolerancia**, que es lo que el valor real puede apartarse del escrito: **dorado es $\pm 5\%$** y **plateado, $\pm 10\%$** . Una resistencia sin cuarto anillo tiene una tolerancia mayor.

Con la tolerancia salen los dos extremos del intervalo: el valor menos su porcentaje y el valor más su porcentaje. Una medida que caiga dentro de ese intervalo no indica que el componente esté estropeado.

▲ Los valores que se fabrican están en series normalizadas, así que no todo número redondo existe. Al calcular una resistencia sale un número cualquiera y hay que quedarse con el valor fabricado más próximo, sabiendo hacia qué lado se ha redondeado.

4

Un compañero te dicta por teléfono los cuatro anillos de una resistencia, en orden: marrón, negro, rojo y dorado. Calcula su valor nominal y los dos extremos del intervalo de tolerancia.

Solución

Los dos primeros anillos son cifras: marrón es 1 y negro es 0, así que las cifras son **10**.

El tercero es el multiplicador: rojo multiplica por 100. Valor nominal: $(10) \times 100 = \mathbf{1.000 \Omega}$, es decir **1 k Ω** .

El cuarto es la tolerancia: dorado es $\pm 5\%$. El 5% de 1.000Ω es $(1.000) \times 0,05 = 50 \Omega$.

Extremos del intervalo: $1.000 - 50 = \mathbf{950 \Omega}$ y $1.000 + 50 = \mathbf{1.050 \Omega}$.

Comprobación de la anchura del intervalo: $1.050 - 950 = 100 \Omega$, que es el 10% de 1.000Ω . Tiene que salir el doble de la tolerancia, porque el margen se reparte hacia los dos lados.

▲ Esa comprobación mira el porcentaje, no el multiplicador: si el tercer anillo se hubiera leído mal, el intervalo seguiría siendo coherente consigo mismo y la anchura seguiría dando el doble de la tolerancia. El color del multiplicador hay que repasarlo aparte.

5

Hay que marcar una resistencia de $47.000\ \Omega$ con una tolerancia del 10 %. Di qué cuatro colores llevan sus anillos, en orden, y calcula los dos extremos del intervalo.

Solución

Primero separo las dos cifras del multiplicador: $47.000 = 47 \times 1.000$.

Las cifras son 4 y 7, que en el código son **amarillo** y **violeta**.

El multiplicador es 1.000, y el color que multiplica por 1.000 es el **naranja**. La tolerancia del 10 % es el **plateado**.

Los cuatro anillos son, en orden: **amarillo, violeta, naranja y plateado**.

Extremos: el 10 % de $47.000\ \Omega$ son $4.700\ \Omega$. Así que el intervalo va de **$42.300\ \Omega$** a **$51.700\ \Omega$** .

Comprobación de la anchura: $51.700 - 42.300 = 9.400\ \Omega$, que es el 20 % de $47.000\ \Omega$, o sea el doble de la tolerancia. Cuadra.

6

Una resistencia cuyos anillos son rojo, rojo, rojo y dorado se mide con un polímetro y marca $2.310\ \Omega$. Calcula su valor nominal y di si la medida está dentro de la tolerancia.

Solución

Cifras: rojo es 2 y rojo es 2, así que son **22**. Multiplicador: el tercer rojo multiplica por 100.

Valor nominal: $(22) \times 100 = \mathbf{2.200\ \Omega}$. Tolerancia: dorado, $\pm 5\ \%$.

El 5 % de $2.200\ \Omega$ es $(2.200) \times 0,05 = 110\ \Omega$. Así que el intervalo va de $2.090\ \Omega$ a **$2.310\ \Omega$** .

La medida es $2.310\ \Omega$, que coincide exactamente con el extremo superior: **está dentro, justo en el límite**.

Comprobación calculando la desviación en tanto por ciento, que es un camino distinto de comparar con los extremos: $(2.310 - 2.200) \div 2.200 = 110 \div 2.200 = 0,05$, es decir un 5 % clavado.

▲ Estar en el límite no significa que la resistencia esté mal, porque la tolerancia es precisamente el margen que el fabricante admite. Lo que sí conviene es no fiarse de esa resistencia para un montaje que necesite precisión.

El diodo y el LED: polaridad y resistencia limitadora

Lo que hay que saber

El **diodo** deja pasar la corriente en un sentido y la frena en el otro. Cuando la deja pasar se dice que está en **polarización directa**; al revés está en inversa, y entonces se parece mucho a un interruptor abierto.

Mientras conduce, el diodo se queda con una **caída de tensión** que apenas cambia aunque cambie la corriente. Ese valor depende del componente, así que en estos ejercicios viene dado dentro del enunciado.

El **LED** es un diodo que emite luz cuando conduce. Tiene **polaridad**: en los LED corrientes, mientras nadie les haya recortado las patillas, la larga es el **ánodo** y va hacia el polo positivo. Montado al revés no luce, y eso no significa que esté roto.

Un LED conectado directamente a la pila dejaría pasar demasiada corriente. Por eso se le pone en serie una **resistencia limitadora**, que es la que fija la intensidad del montaje.

El método para calcularla no cambia: de la tensión de la pila se resta la caída del LED. Y lo que queda es la tensión que soporta la resistencia; dividida entre la corriente que se quiere, da su valor en ohmios.

▪ Sin resistencia limitadora el LED puede durar muy poco. No es un adorno del montaje: es lo que decide cuánta corriente circula.

7

Un LED con una caída de tensión de 2 V, dato de este ejercicio, tiene que funcionar a 20 mA alimentado por una pila de 9 V. Calcula la resistencia limitadora que hay que poner en serie con él.

Solución

El LED se queda con 2 V. Así que a la resistencia le toca lo que sobra: $9\text{ V} - 2\text{ V} = 7\text{ V}$.

Por los dos pasa la misma corriente, porque van uno detrás de otro: $20\text{ mA} = 0,02\text{ A}$.

Resistencia: $R = (7\text{ V}) \div (0,02\text{ A}) = 350\ \Omega$.

Comprobación deshaciendo la cuenta y cerrando el reparto de la tensión: $(0,02\text{ A}) \times (350\ \Omega) = 7\text{ V}$, y $7\text{ V} + 2\text{ V} = 9\text{ V}$, la tensión de la pila.

▲ Si se olvida restar la caída del LED y se divide 9 V entre 0,02 A, salen 450 Ω . El montaje luciría igualmente, y por eso el error no se nota: lo que cambia es la corriente, que quedaría por debajo de la buscada.

8

Ese mismo LED, con una caída de 2 V, se conecta ahora a una pila de 5 V y se quiere que lo recorran 15 mA. Calcula la resistencia limitadora y la potencia que disipa esa resistencia.

Solución

Tensión que le queda a la resistencia: $5\text{ V} - 2\text{ V} = 3\text{ V}$.

Intensidad: $15\text{ mA} = 0,015\text{ A}$. Resistencia: $R = (3\text{ V}) \div (0,015\text{ A}) = 200\ \Omega$.

Potencia disipada por la resistencia: $P = V \times I = (3\text{ V}) \times (0,015\text{ A}) = 0,045\text{ W}$.

Comprobación de la potencia por la otra fórmula: $P = I^2 \times R = (0,000225\text{ A}^2) \times (200\ \Omega) = 0,045\text{ W}$. Coincide.

Comprobación de tamaño, que decide qué componente comprar: 0,045 W queda muy por debajo de 0,25 W. Así que una resistencia de un cuarto de vatio sobra de largo.

La potencia del LED sería aparte: $(2\text{ V}) \times (0,015\text{ A}) = 0,03\text{ W}$. Y las dos suman 0,075 W, que es lo que entrega la pila.

9

Se quieren poner dos LED en serie, con una caída de 2 V cada uno, alimentados por una pila de 9 V y recorridos por 20 mA. Calcula la resistencia limitadora. Después di qué ocurriría si se intentara el mismo montaje con tres LED iguales y una pila de 5 V.

Solución

Los dos LED en serie se quedan con $(2) \times (2 \text{ V}) = 4 \text{ V}$ entre los dos.

A la resistencia le toca $9 \text{ V} - 4 \text{ V} = 5 \text{ V}$.

Resistencia: $R = (5 \text{ V}) \div (0,02 \text{ A}) = 250 \Omega$.

Comprobación del reparto: $(0,02 \text{ A}) \times (250 \Omega) = 5 \text{ V}$, y $5 \text{ V} + 2 \text{ V} + 2 \text{ V} = 9 \text{ V}$, la tensión de la pila.

Con tres LED iguales harían falta $(3) \times (2 \text{ V}) = 6 \text{ V}$ para llegar a la caída que da el enunciado, y la pila da 5 V. **El montaje no daría los 20 mA buscados**, y no por estar mal montados: la pila no llega.

▲ Ahí no hay resistencia que valga, porque el resultado de restar sería negativo. Una resistencia negativa es la señal de que el montaje no es posible tal como está planteado, no de que haya que cambiarle el signo.

El divisor de tensión y los sensores resistivos

Lo que hay que saber

Dos resistencias conectadas en serie entre los dos polos reparten la tensión entre ellas. A ese montaje se le llama **divisor de tensión**. Y el punto donde se juntan las dos es el **punto medio**.

El reparto es proporcional: la tensión que se queda una resistencia es la tensión total multiplicada por esa resistencia y dividida entre la suma de las dos. Las dos partes suman la tensión de partida.

Sustituyendo una de las dos resistencias por una **LDR** o por una **NTC**, la tensión del punto medio cambia con la luz o con la temperatura. Así, una magnitud del entorno se convierte en una tensión que una entrada analógica puede leer.

Cuanto mayor es una de las dos resistencias, mayor es la parte de tensión que se queda ella. Con eso se sabe hacia dónde se mueve la lectura sin hacer la cuenta.

Para que la lectura se mueva en un tramo amplio conviene que la resistencia fija se parezca al valor medio del sensor. Si es mucho mayor o mucho menor, la tensión del punto medio apenas cambia.

▲ Un divisor no sirve para alimentar nada: si del punto medio se cuelga un receptor que consuma corriente, el reparto deja de cumplirse y la cuenta anterior se va al traste.

10

Un divisor de tensión se forma con una resistencia de 2.000Ω y otra de 4.000Ω , conectadas en serie a una tensión de 9 V. Calcula la tensión que se queda cada una.

Solución

Suma de las dos resistencias: $2.000 \Omega + 4.000 \Omega = 6.000 \Omega$.

Tensión en la de 2.000Ω : $(9 \text{ V}) \times (2.000 \Omega) \div (6.000 \Omega) = 3 \text{ V}$.

Tensión en la de 4.000Ω : $(9 \text{ V}) \times (4.000 \Omega) \div (6.000 \Omega) = 6 \text{ V}$.

Comprobación del reparto: $3 \text{ V} + 6 \text{ V} = 9 \text{ V}$, la tensión de partida. Si las dos partes no suman el total, alguna está mal.

Comprobación de la proporción, que es independiente de la suma anterior: la segunda resistencia es el doble de la primera. Así que su tensión tiene que ser el doble. Y 6 V es el doble de 3 V.

11

Una LDR y una resistencia fija de $1.000\ \Omega$ forman un divisor conectado a 5 V. La LDR queda del lado del polo positivo y la lectura se toma sobre la resistencia fija. La LDR vale $1.000\ \Omega$ con luz y $9.000\ \Omega$ a oscuras, datos de este ejercicio. Calcula la lectura en los dos casos.

Solución

Con luz, la suma de las dos resistencias es $1.000\ \Omega + 1.000\ \Omega = 2.000\ \Omega$.

Lectura con luz: $(5\text{ V}) \times (1.000\ \Omega) \div (2.000\ \Omega) = \mathbf{2,5\text{ V}}$.

A oscuras, la suma es $9.000\ \Omega + 1.000\ \Omega = 10.000\ \Omega$. Lectura: $(5\text{ V}) \times (1.000\ \Omega) \div (10.000\ \Omega) = \mathbf{0,5\text{ V}}$.

Comprobación del caso de luz sin hacer la cuenta: las dos resistencias son iguales, así que la tensión tiene que repartirse por mitades, y 2,5 V es la mitad de 5 V.

Comprobación del sentido en el caso de oscuridad: al subir la resistencia de la LDR, la parte de tensión que se queda ella crece y la que llega a la fija baja. Y 0,5 V es menos que 2,5 V.

La lectura se mueve entre 0,5 V y 2,5 V. Así que el valor con el que decida el programa tendrá que caer dentro de ese tramo.

12

En ese mismo divisor, con 5 V y la resistencia fija de $1.000\ \Omega$, se quiere que la lectura sobre la resistencia fija sea de 2 V. Calcula qué valor tiene entonces la LDR.

Solución

Planteo el reparto con la LDR como incógnita: $(5\text{ V}) \times (1.000\ \Omega) \div (1.000\ \Omega + R) = 2\text{ V}$.

Multiplico los dos lados por $(1.000 + R)$ y queda $5.000 = 2 \times (1.000 + R)$, con las resistencias en ohmios.

Desarrollo: $5.000 = 2.000 + 2R$, de donde $2R = 3.000$ y **$R = 1.500\ \Omega$** .

Comprobación metiendo el resultado en el reparto: $(5\text{ V}) \times (1.000\ \Omega) \div (2.500\ \Omega) = 2\text{ V}$, la lectura pedida.

Comprobación de tamaño: 2 V queda entre los 2,5 V de la luz y los 0,5 V de la oscuridad. Así que la resistencia tenía que salir entre $1.000\ \Omega$ y $9.000\ \Omega$. Y $1.500\ \Omega$ está en ese tramo, cerca del extremo de luz.

Los símbolos de la electrónica y el esquema de un montaje

Lo que hay que saber

Un **esquema** no dibuja los componentes como son: los sustituye por **símbolos** y los une con líneas rectas que representan el cable. Como los símbolos están normalizados, un esquema se entiende sin traducción.

El curso anterior trae los símbolos básicos de la electricidad: la pila, la lámpara, el interruptor, el motor y los aparatos de medida. Los que se añaden aquí son los de los componentes que tratan la señal.

La **resistencia fija** es un rectángulo alargado atravesado por la línea del circuito. El **potenciómetro** es ese mismo rectángulo con una flecha que apunta a su centro. Y esa flecha es el cursor que se mueve.

El **diodo** es un triángulo cuya punta toca una raya perpendicular. La corriente pasa en el sentido de la punta y se detiene en la raya. Así que el propio dibujo indica el sentido.

El **LED** es ese mismo triángulo con dos flechas pequeñas que salen hacia fuera, y esas flechas son la luz que emite. El **fotodiodo** lleva las flechas apuntando hacia dentro, porque recibe luz en vez de darla.

La **LDR** y la **NTC** se dibujan como el rectángulo de la resistencia dentro de un círculo o con una raya en diagonal encima. Y al lado se escribe qué las hace cambiar: una letra para la luz y una t para la temperatura.

Un **divisor de tensión** se reconoce en el esquema por su forma: dos rectángulos uno encima del otro entre los dos polos, con un cable que sale justo del punto donde se juntan. De ahí sale la lectura.

Dos líneas que se cruzan en un esquema no están unidas. Si lo están, se pinta un **punto grueso** en el cruce. Y ese punto es la diferencia entre dos ramas separadas y un empalme.

▪ Este tema **no trae ejercicios**. Un símbolo es un dibujo: describirlo con palabras dentro de un enunciado sería dar la respuesta, y pedir que se trace no se podría corregir en una página de texto. Los montajes de los demás temas se describen con palabras, componente a componente, y se calculan igual.

De la señal analógica a la señal digital

Lo que hay que saber

Una señal **analógica** puede tomar cualquier valor dentro de un margen, sin escalones. Una señal **digital** solo toma valores de una lista cerrada.

Convertir una señal analógica en digital consiste en medirla cada cierto tiempo y quedarse, en cada medida, con el valor más próximo de esa lista. A cada medida se la llama **muestra**.

El número de valores de la lista depende de los bits que se usen para guardarlos: con **n bits** se distinguen **2 elevado a n** valores. Cada bit que se añade duplica la cantidad.

La **resolución** es lo que vale cada escalón: el margen de medida dividido entre el número de escalones. Cuanto más pequeño es el escalón, más se parece la señal guardada a la original.

Más bits significan más precisión y también más espacio ocupado, y más muestras por segundo, lo mismo. Elegir es un reparto entre las dos cosas, y depende de para qué se vaya a usar el dato.

En una placa programable, una **entrada digital** solo distingue dos estados. Y una **entrada analógica** devuelve un número dentro de su escala. Conectar un sensor que da un valor continuo a una entrada digital tira toda la información menos una pregunta de sí o no.

13

Una entrada analógica trabaja con 8 bits y mide tensiones entre 0 V y 5,12 V. Ese margen es un dato de este ejercicio. Calcula cuántos escalones distingue y cuánto vale cada escalón, en voltios y en milivoltios.

Solución

Número de valores distintos: $2^8 = 256$.

Resolución: el margen dividido entre el número de escalones, $(5,12 \text{ V}) \div 256 = 0,02 \text{ V}$.

En milivoltios: $(0,02 \text{ V}) \times 1.000 = 20 \text{ mV}$. Ese es el tamaño del escalón: dos tensiones separadas por

menos de eso pueden caer en el mismo escalón y salir con el mismo número.

Comprobación deshaciendo la división: $(256) \times (0,02 \text{ V}) = 5,12 \text{ V}$, el margen del enunciado.

Comprobación de tamaño: con más bits el escalón tendría que ser más pequeño. Con 9 bits habría 512 escalones y cada uno valdría 0,01 V, la mitad, que es lo esperable.

- 14** Una entrada analógica tiene que poder distinguir al menos 1.000 valores distintos. Calcula cuántos bits hacen falta como mínimo y cuántos valores sobran con esa elección.

Solución

Voy probando potencias de dos, porque con n bits se distinguen 2^n valores.

Con 9 bits: $2^9 = 512$, que no llega a 1.000.

Con 10 bits: $2^{10} = 1.024$, que pasa de 1.000. Hacen falta **10 bits**.

Valores que sobran: $1.024 - 1.000 = 24$.

Comprobación por los dos lados, que es lo que convierte la respuesta en segura: con 9 bits faltan $1.000 - 512 = 488$ valores, y con 10 sobran 24. El mínimo está en 10.

▲ Los bits son enteros: no existe una entrada de nueve bits y medio. Por eso la respuesta es la primera potencia de dos que llega, y lo normal es que sobren valores.

- 15** Un registrador toma 200 muestras por segundo y guarda cada muestra en 2 bytes. Usa los prefijos del SI, en los que 1 kB son 1.000 B. Calcula lo que ocupa un minuto de medidas.

Solución

Bytes por segundo: $(200 \text{ muestras}) \times (2 \text{ B por muestra}) = 400 \text{ B}$ en cada segundo.

En un minuto, que son 60 s: $(400 \text{ B}) \times 60 = 24.000 \text{ B}$.

Con los prefijos del SI, eso son $(24.000 \text{ B}) \div (1.000 \text{ B por kilobyte}) = 24 \text{ kB}$.

Comprobación deshaciendo los dos pasos: $(24.000 \text{ B}) \div (60 \text{ s}) = 400 \text{ B por segundo}$, y $(400 \text{ B por segundo}) \div (2 \text{ B por muestra}) = 200 \text{ muestras por segundo}$, los datos del enunciado.

▲ Bajar a 100 muestras por segundo dejaría la mitad de espacio. Pero también dejaría pasar los cambios rápidos de la señal. El reparto entre precisión y espacio se decide mirando qué se va a medir, no el tamaño del archivo.

El diseño asistido por ordenador en dos y tres dimensiones

Lo que hay que saber

El **diseño asistido por ordenador**, conocido por las siglas inglesas CAD, sustituye el papel por un programa. Lo que se guarda no son trazos: son medidas exactas, y por eso se puede fabricar a partir de ellas.

En **dos dimensiones** se trabaja como en un plano, con líneas, arcos y cotas. Las **capas** separan los tipos de línea y se pueden apagar y encender. Así que en un mismo archivo caben el mobiliario y la instalación eléctrica sin estorbarse.

Las **restricciones** son la diferencia de fondo con dibujar a mano: se le dice al programa que dos líneas son paralelas o que un segmento mide 40 mm, y él lo mantiene aunque el dibujo se mueva.

En **tres dimensiones** se parte de un boceto plano y se le da volumen. **Extruir** empuja el boceto en línea recta; **revolucionar** lo gira alrededor de un eje. Después se le quitan agujeros y se le redondean aristas.

Las operaciones se guardan en orden, una detrás de otra. Así que cambiar una medida del principio rehace la pieza entera sin volver a dibujarla. Ese historial es lo que convierte el modelo en algo que se puede corregir.

De un modelo en tres dimensiones el programa saca solo las vistas, las secciones y el despiece: se dibuja una vez y se obtienen todas, y además coherentes entre sí.

Para fabricar, el modelo se exporta a un formato de intercambio. Uno de los que se usan en el taller guarda la superficie de la pieza como una **mallado de triángulos**, que es lo que después se corta en capas.

Un programa de CAD no sustituye a saber dibujar. Si las vistas están mal elegidas o la acotación está incompleta, el ordenador reproduce ese error con mucha precisión.

- Este tema **no trae ejercicios**. Usar un programa de CAD es mover el ratón sobre una pantalla y mirar lo que sale, y esta página no puede poner ni la pantalla ni la pieza. La explicación se estudia aquí y se practica delante del ordenador.

La fabricación digital: la impresión en tres dimensiones

Lo que hay que saber

En la **fabricación digital**, una máquina fabrica la pieza a partir del archivo del modelo, sin moldes y sin utillaje. De la misma familia son el corte por láser y la fresadora de control numérico.

La **impresión en tres dimensiones** añade material capa a capa. El corte por láser y la fresadora hacen lo contrario: quitan material de una plancha o de un bloque.

Un programa llamado laminador corta el modelo en capas y calcula el recorrido de cada una. La **altura de capa** decide el acabado y, sobre todo, el tiempo: el número de capas es la altura de la pieza dividida entre la altura de capa.

El **relleno** es el porcentaje de material que se deposita en el interior de la pieza. Con poco relleno la pieza pesa menos, gasta menos material y aguanta menos; las paredes exteriores se imprimen macizas aparte.

En las impresoras de las que habla este tema el material se vende en hilo y se mide en metros o en gramos; otras trabajan con polvo o con resina. Lo que gasta una pieza sale del volumen que de verdad se imprime multiplicado por la densidad del material.

- ▲ Antes de imprimir conviene pensar en qué posición se coloca la pieza. La misma pieza tumbada o de pie tiene distinto número de capas, distinto tiempo y distinta resistencia, porque las capas se despegan antes de lo que se rompe el material.

16

Una pieza de 48 mm de altura se imprime con una altura de capa de 0,2 mm, y cada capa tarda 18 s. Calcula el número de capas y el tiempo total, en horas y minutos.

Solución

Número de capas: $(48 \text{ mm}) \div (0,2 \text{ mm por capa}) = \mathbf{240 \text{ capas}}$.

Tiempo: $(240 \text{ capas}) \times (18 \text{ s por capa}) = \mathbf{4.320 \text{ s}}$.

En minutos: $(4.320 \text{ s}) \div (60 \text{ s por minuto}) = 72 \text{ min}$, es decir **1 h 12 min**.

Comprobación de la conversión, pasando primero a horas: $(4.320 \text{ s}) \div (3.600 \text{ s por hora}) = 1,2 \text{ h}$, y 0,2 h son 12 min. Esto comprueba el paso a horas y minutos, no los 4.320 s: si el total estuviera mal, las dos formas darían la misma cifra equivocada.

Comprobación de tamaño: 240 capas a 18 s cada una tenían que dar algo más de una hora, porque 240×18 se parece a $240 \times 15 = 3.600 \text{ s}$, que es una hora justa.

17

Esa misma pieza tiene un volumen exterior de 60 cm^3 . Las paredes macizas ocupan 12 cm^3 y el interior, que son 48 cm^3 , se imprime con un relleno del 20 %. El material tiene una densidad de $1,25 \text{ g/cm}^3$ y cuesta 25 € el kilogramo, precio inventado para este ejercicio. Calcula los gramos de material que gasta y lo que cuesta.

Solución

Material del interior: $(48 \text{ cm}^3) \times 0,2 = \mathbf{9,6 \text{ cm}^3}$. El resto del interior queda hueco.

Volumen impreso en total: $12 \text{ cm}^3 + 9,6 \text{ cm}^3 = \mathbf{21,6 \text{ cm}^3}$.

Masa: $(21,6 \text{ cm}^3) \times (1,25 \text{ g/cm}^3) = \mathbf{27 \text{ g}}$. Las unidades cuadran, porque cm^3 multiplicado por g/cm^3 deja gramos.

Coste: 27 g son 0,027 kg, y $(0,027 \text{ kg}) \times (25 \text{ € por kilogramo}) = \mathbf{0,675 \text{ €}}$.

Comprobación de tamaño del volumen: si la pieza fuera maciza gastaría 60 cm^3 . Y con este relleno gasta $21,6 \text{ cm}^3$, poco más de un tercio de eso. Un resultado mayor que 60 cm^3 sería imposible.

▲ Subir el relleno al 100 % no multiplica el gasto por cinco: las paredes ya van macizas pase lo que pase. Pasaría de $21,6 \text{ cm}^3$ a 60 cm^3 , que es menos del triple.

18

La misma pieza de 48 mm se imprime ahora con una altura de capa de 0,1 mm. El enunciado mantiene los 18 s por capa. Calcula el nuevo tiempo y compáralo con el de 0,2 mm. Di también qué pasa con el material.

Solución

Capas: $(48 \text{ mm}) \div (0,1 \text{ mm por capa}) = \mathbf{480 \text{ capas}}$, el doble que antes.

Tiempo: $(480 \text{ capas}) \times (18 \text{ s por capa}) = \mathbf{8.640 \text{ s}}$, es decir 144 min o **2 h 24 min**.

Comparado con las 1 h 12 min anteriores, el tiempo se ha **duplicado**: $(8.640 \text{ s}) \div (4.320 \text{ s}) = 2$.

El material **no cambia**: el volumen de la pieza es el mismo y el relleno también, así que siguen siendo 27 g. Lo que cambia es el acabado y el tiempo.

Comprobación de la proporción: la altura de capa se ha dividido entre dos y el número de capas se ha multiplicado por dos, que es el comportamiento propio de dos magnitudes inversamente proporcionales.

▲ Los 18 s por capa son un dato de este enunciado para poder comparar. En una impresora real el tiempo de una capa depende del recorrido y de la velocidad, y no solo de su altura. Así que ese factor dos es el de este enunciado, no una regla de la máquina.

Los sistemas de control: entradas, salidas y realimentación

Lo que hay que saber

Un **sistema de control** tiene tres partes: las **entradas**, que son los sensores; el **controlador**, que decide; y las **salidas**, que son los actuadores.

Un **sensor** convierte algo del mundo en un dato: luz, temperatura, humedad, distancia o contacto. Unos devuelven un número dentro de una escala y otros solo dicen si algo ocurre o no ocurre.

Un **actuador** convierte una orden en un efecto: motores, servomotores, lámparas, zumbadores y electroválvulas. El controlador no mueve nada por sí mismo.

En **lazo abierto** el controlador actúa sin mirar el resultado, como un tostador que tuesta el rato que se le ha marcado, salga el pan como salga. En **lazo cerrado** mide el resultado y corrige, como un depósito que deja de llenarse en cuanto el agua toca la marca.

La **placa programable** es el controlador: tiene entradas y salidas, digitales y analógicas, y ejecuta su programa una y otra vez mientras esté encendida.

Un **servomotor** de los que se usan en clase se coloca en un ángulo concreto y se queda ahí; un motor corriente gira mientras se le da corriente. Elegir uno u otro depende de si hace falta llegar a una posición o simplemente moverse.

- 19** Un sensor de ultrasonidos lanza un pulso de sonido y recibe el eco 12 ms después. La velocidad del sonido en el aire es de 340 m/s, dato de este ejercicio. Calcula a qué distancia está el obstáculo.

Solución

Paso el tiempo a segundos: $12 \text{ ms} = (12) \div 1.000 = 0,012 \text{ s}$.

Recorrido del sonido en ese tiempo: $(340 \text{ m/s}) \times (0,012 \text{ s}) = \mathbf{4,08 \text{ m}}$. Un metro por segundo multiplicado por un segundo deja metros.

Ese recorrido es de ida y vuelta, porque el pulso llega al obstáculo y regresa. La distancia es la mitad: $(4,08 \text{ m}) \div 2 = \mathbf{2,04 \text{ m}}$.

Comprobación deshaciendo los dos pasos: $(2,04 \text{ m}) \times 2 = 4,08 \text{ m}$ de recorrido, y $(4,08 \text{ m}) \div (340 \text{ m/s}) = 0,012 \text{ s}$, los 12 ms del enunciado.

▲ Olvidar la división entre dos da 4,08 m, el doble de lo correcto, y **no salta a la vista**: 4,08 m es una distancia perfectamente creíble dentro de una habitación. Es el error propio de este sensor y hay que buscarlo a propósito.

- 20** Un servomotor recorre 180° en 0,6 s girando siempre a la misma velocidad, dato de este ejercicio. Calcula su velocidad de giro en grados por segundo y lo que tarda en moverse 45° . Calcula después el tiempo de una secuencia que va de 0° a 90° , luego a 30° y luego a 120° .

Solución

Velocidad: $(180^\circ) \div (0,6 \text{ s}) = \mathbf{300 \text{ grados por segundo}}$.

Tiempo de 45° : $(45^\circ) \div (300 \text{ grados por segundo}) = \mathbf{0,15 \text{ s}}$.

Los tres tramos de la secuencia recorren 90° , después 60° al bajar de 90 a 30 , y después 90° al subir de 30 a 120 . En total $(90 + 60 + 90) = \mathbf{240^\circ}$.

Tiempo de la secuencia: $(240^\circ) \div (300 \text{ grados por segundo}) = \mathbf{0,8 \text{ s}}$.

Comprobación del recorrido, sumando los tres tramos por separado: $0,3 \text{ s} + 0,2 \text{ s} + 0,3 \text{ s} = 0,8 \text{ s}$. Lo que comprueba es que los 240° están bien contados; las dos formas usan la misma velocidad de giro. Así que un error en ella no saldría aquí.

▲ Lo que cuenta es el ángulo recorrido, no la posición final. Ir de 90° a 30° es moverse 60° , aunque el número de la posición baje.

Un invernadero automático tiene estos cinco elementos. Clasifica cada uno como entrada o como salida y di, al final, qué partes del conjunto funcionan en lazo cerrado y cuáles en lazo abierto. a) Un sensor de humedad del suelo. b) Una electroválvula que abre el riego cuando el suelo está seco. c) Un ventilador que se pone en marcha cuando hace calor. d) Un sensor de temperatura. e) Un reloj que enciende la luz de apoyo todos los días a la misma hora.

Solución

- a) El sensor de humedad mide algo del mundo y se lo da al controlador: es una **entrada**.
 - b) La electroválvula recibe una orden y actúa sobre el riego: es una **salida**.
 - c) El ventilador también recibe una orden y actúa: es una **salida**.
 - d) El sensor de temperatura mide: es una **entrada**.
 - e) El reloj no mide el resultado de nada. Pero le da al controlador el dato con el que decide: es una **entrada**, aunque de otra clase, porque lo que aporta es la hora y no el estado del invernadero.
- El riego funciona en **lazo cerrado**, porque el sensor de humedad mide justo lo que la electroválvula cambia; lo mismo la ventilación con el sensor de temperatura. La luz de apoyo funciona en **lazo abierto**: se enciende a su hora sin mirar cuánta luz hay.

Umbral, histéresis y el programa de un automatismo

Lo que hay que saber

El programa de un automatismo compara el valor que llega del sensor con un **umbral** y decide qué hacer con la salida.

Con un umbral único, la salida se enciende y se apaga sin parar mientras el valor ronda ese número. El sistema funciona, pero el actuador trabaja más de la cuenta.

La **histéresis** son dos umbrales separados: uno para encender y otro para apagar. Entre los dos, el estado se queda como estaba. Por eso el valor tiene que cruzar toda la banda para provocar un cambio.

A la distancia entre los dos umbrales se le llama **banda**. Elegir su anchura es un reparto: por un lado está el trabajo que se le pide al actuador y por otro, lo fino que quede el control.

El **retardo** es la otra forma de evitar los cambios continuos: se exige que la condición se mantenga durante varias lecturas seguidas antes de actuar.

▲ Un automatismo se prueba recorriendo una serie de lecturas a mano, anotando el estado después de cada una. Es más lento que montarlo, y encuentra los fallos antes de gastar componentes.

Un termostato enciende la calefacción cuando la temperatura baja por debajo de 19 °C y la apaga cuando sube por encima de 21 °C. Entre esos dos valores deja el estado como estaba. Partiendo de la calefacción apagada, di en qué estado queda después de esta serie de medidas: 20, 18, 19, 20, 22, 21 y 18 grados.

Solución

Medida 20: está entre 19 y 21, así que no hay cambio. Sigue **apagada**.

Medida 18: baja de 19, así que se **enciende**. Medida 19: no es menor que 19 ni mayor que 21, así que sigue encendida.

Medida 20: tampoco sale de la franja, y sigue encendida.

Medida 22: pasa de 21, así que se **apaga**. Medida 21: no pasa de 21, así que sigue apagada.

Medida 18: baja de 19, así que se **enciende** otra vez. Al terminar la serie, la calefacción queda **encendida**.

Comprobación contando los cambios: solo pueden provocar un cambio las medidas que salen de la franja de 19 a 21, que aquí son 18, 22 y 18. Son tres, y han salido tres cambios, porque ninguna de

las tres repite una orden que ya estuviera en marcha.

23

Un riego automático enciende la bomba cuando la humedad del suelo baja del 30 % y la apaga cuando sube por encima del 45 %. El sensor se lee cada 10 minutos. Partiendo de la bomba apagada, di en qué estado queda y cuántos minutos ha estado regando con estas lecturas: 38, 32, 28, 33, 41, 47, 44 y 26.

Solución

Lecturas 38 y 32: las dos están entre 30 y 45, así que la bomba sigue **apagada**.

Lectura 28: baja de 30, así que se **enciende**. Lecturas 33 y 41: están dentro de la banda, así que sigue encendida.

Lectura 47: pasa de 45, así que se **apaga**. Lectura 44: está dentro, así que sigue apagada.

Lectura 26: baja de 30, así que se **enciende**. El estado final es **regando**.

Tiempo de riego entre la primera lectura y la última: la bomba ha estado encendida durante los intervalos que siguen a las lecturas 28, 33 y 41, que son tres intervalos de 10 minutos, o sea **30 minutos**.

Comprobación de los cambios: las lecturas que salen de la banda de 30 a 45 son 28, 47 y 26, tres en total, y han salido tres cambios de estado. Cuadra porque ninguna de las tres repetía la orden que ya estaba dada.

24

En un alumbrado automático se prueban dos bandas distintas con la misma serie de lecturas de luz: 17, 19, 20, 22, 20, 18 y 23. Con la primera banda la lámpara se enciende por debajo de 19 y se apaga por encima de 21. Con la segunda se enciende por debajo de 18 y se apaga por encima de 22. Partiendo de la lámpara apagada, cuenta los cambios de estado en cada caso.

Solución

Con la banda de 19 a 21: la lectura 17 la enciende, la 22 la apaga, la 18 la vuelve a encender y la 23 la apaga. Las lecturas 19, 20 y 20 quedan dentro de la banda y no cambian nada. Son **4 cambios**.

Con la banda de 18 a 22: la lectura 17 la enciende. La 19, la 20, la 22, la 20 y la 18 quedan dentro de la banda, porque 22 no pasa de 22 y 18 no baja de 18.

Solo la última lectura, 23, pasa de 22 y la apaga. Son **2 cambios**.

Conclusión: con la banda más ancha la lámpara cambia de estado la mitad de veces con las mismas lecturas.

Comprobación contando las lecturas que salen de cada banda: de la primera salen 17, 22, 18 y 23, que son cuatro; de la segunda salen 17 y 23, que son dos. Los dos recuentos coinciden con los cambios contados antes.

▲ Menos cambios no es gratis: con la banda ancha la lámpara sigue encendida con 20 y 22 de luz. Es decir, en situaciones en las que la primera banda ya la habría apagado. Se gana en tranquilidad del actuador y se pierde en ajuste.

El diagrama de bloques de un sistema de control

Lo que hay que saber

Un **diagrama de bloques** describe un sistema con cajas unidas por flechas. Cada caja hace una cosa y cada flecha lleva una señal de una caja a otra.

Las cajas de un sistema de control son la **consigna**, que es lo que se quiere conseguir; el **controlador**, que decide; el **actuador**, que ejecuta; y el **proceso**, que es aquello sobre lo que se actúa. Lo que sale del proceso es la **salida**.

En un sistema de **lazo cerrado** hay además una caja de **medida**, que es el sensor. De la salida sale una flecha que vuelve hacia el principio. Esa flecha de vuelta se llama **realimentación**.

La consigna y la medida se juntan en un círculo pequeño, con un signo en cada entrada: la consigna con más y la medida con menos. De ahí sale el **error**, y ese signo menos es justo lo que hace que el lazo corrija en lugar de dispararse.

El controlador trabaja con ese error, no con la salida: mientras el error no sea cero, sigue actuando. Ahí está la idea entera del lazo cerrado.

En un sistema de **lazo abierto** no hay caja de medida, ni círculo, ni flecha de vuelta. El dibujo es una fila de cajas y se lee de un tirón.

Las flechas tienen sentido, y ese sentido forma parte del dibujo. Un diagrama con una flecha al revés describe otro sistema, no el mismo mal dibujado.

Un diagrama de bloques dice qué información recibe cada parte y sobre qué actúa. Pero no dice **cómo** decide el controlador. Eso se escribe aparte, con el programa.

▪ Este tema **no trae ejercicios**. Un diagrama de bloques hay que dibujarlo, con sus cajas, su círculo comparador y sus flechas, y aquí solo se puede describir con palabras. Se estudia en esta página y se dibuja en el cuaderno.

La robótica: ruedas, giros y tiempos

Lo que hay que saber

Un **robot** es un sistema de control que se mueve: lleva sensores, un controlador y motores, y toma decisiones mientras va.

Un robot con dos ruedas motrices avanza cuando las dos giran igual, describe una curva cuando una gira más que la otra y gira sobre sí mismo cuando giran en sentidos contrarios.

Lo que avanza el robot en cada vuelta completa de rueda es el **perímetro** de esa rueda. Con el perímetro y la distancia que hay que recorrer salen las vueltas, dividiendo.

Un **encoder** cuenta trozos de vuelta y avisa al controlador. Con los pulsos por vuelta y el perímetro se sabe cuánto se ha avanzado sin medir con una regla.

La **velocidad** de avance es la distancia dividida entre el tiempo. Y se suele dar en centímetros por segundo. El tiempo de un recorrido se suma por tramos: lo que tarda avanzando más lo que tarda girando.

▲ Un robot que repite el mismo programa no repite el mismo recorrido: las ruedas patinan, las pilas se descargan y el suelo cambia. Por eso los recorridos largos se corrigen con sensores en vez de calcularse de una vez.

25

Un robot avanza en línea recta a 18 cm/s y tarda 0,8 s en cada giro de noventa grados, durante el cual no avanza. Tiene que recorrer el contorno de un rectángulo de 90 cm por 45 cm y volver al punto de partida, con un giro en cada esquina. Calcula el tiempo total.

Solución

Contorno del rectángulo: $(2) \times (90 \text{ cm} + 45 \text{ cm}) = (2) \times (135 \text{ cm}) = \mathbf{270 \text{ cm}}$.

Tiempo avanzando: $(270 \text{ cm}) \div (18 \text{ cm/s}) = \mathbf{15 \text{ s}}$. La unidad cuadra, porque cm dividido entre cm/s

deja segundos.

El rectángulo tiene cuatro esquinas, así que son cuatro giros: $(4) \times (0,8 \text{ s}) = 3,2 \text{ s}$.

Tiempo total: $15 \text{ s} + 3,2 \text{ s} = 18,2 \text{ s}$.

Comprobación separando otra vez las dos partes: $18,2 \text{ s} - 3,2 \text{ s} = 15 \text{ s}$, y $(15 \text{ s}) \times (18 \text{ cm/s}) = 270 \text{ cm}$. Eso comprueba la suma final y el tiempo de avance; el contorno hay que repasarlo aparte, porque las dos cuentas parten del mismo número.

▲ Los cuatro giros hacen falta para acabar donde empezó y mirando en la misma dirección. Con tres el robot cerraría el recorrido, pero orientado de otra manera.

26

Una rueda de un robot avanza 200 mm en cada vuelta completa. Calcula cuántas vueltas tiene que dar para recorrer 3 m y, si el motor gira a 60 vueltas por minuto, cuánto tarda.

Solución

Paso la distancia a milímetros: $3 \text{ m} = 3.000 \text{ mm}$.

Vueltas: $(3.000 \text{ mm}) \div (200 \text{ mm por vuelta}) = 15 \text{ vueltas}$.

Velocidad de giro: 60 vueltas por minuto son 60 vueltas en 60 s, o sea 1 vuelta por segundo.

Tiempo: $(15 \text{ vueltas}) \div (1 \text{ vuelta por segundo}) = 15 \text{ s}$.

Comprobación deshaciendo la primera cuenta: $(15 \text{ vueltas}) \times (200 \text{ mm por vuelta}) = 3.000 \text{ mm}$, los 3 m del enunciado.

Comprobación de la velocidad de avance, que sale de datos ya calculados: 200 mm en cada segundo son 20 cm/s. Y en 15 s eso da 300 cm, o sea los mismos 3 m.

27

Un encoder da 20 pulsos por cada vuelta de rueda. Y la rueda avanza 200 mm por vuelta. El robot ha contado 450 pulsos y ha tardado 15 s. Calcula lo que ha avanzado, en metros, y su velocidad media en centímetros por segundo.

Solución

Vueltas dadas: $(450 \text{ pulsos}) \div (20 \text{ pulsos por vuelta}) = 22,5 \text{ vueltas}$. Media vuelta es un resultado posible: el encoder cuenta trozos de vuelta.

Distancia: $(22,5 \text{ vueltas}) \times (200 \text{ mm por vuelta}) = 4.500 \text{ mm}$, es decir **4,5 m**.

Velocidad media: la distancia en centímetros es 450 cm, así que $(450 \text{ cm}) \div (15 \text{ s}) = 30 \text{ cm/s}$.

Comprobación deshaciendo la velocidad: $(30 \text{ cm/s}) \times (15 \text{ s}) = 450 \text{ cm}$, la distancia calculada.

Comprobación por un camino independiente: $(450 \text{ pulsos}) \div (15 \text{ s}) = 30 \text{ pulsos por segundo}$. Y cada pulso vale $(200 \text{ mm}) \div 20 = 10 \text{ mm}$. Así que son 300 mm por segundo, o sea 30 cm/s. El mismo valor por otra ruta.

Las variables y los tipos de datos

Lo que hay que saber

Una **variable** es una casilla con nombre donde el programa deja un dato. Y ese dato puede cambiar mientras el programa corre. Ponerle un dato se llama **asignar**.

Asignar no es comparar: asignar cambia la variable, y comparar solo responde que sí o que no sin tocar nada. Cada lenguaje usa un signo para una cosa y otro para la otra, y conviene comprobarlo antes de escribir la primera línea.

Los valores tienen **tipo**: número entero, número con decimales, texto y lógico, que solo vale verdadero o falso. El número 5 y el texto formado por el carácter 5 no son lo mismo.

El tipo decide qué hace cada operación. Sumar dos números da otro número; sumar dos textos los pega uno detrás de otro.

Una **constante** es un valor con nombre que no cambia mientras el programa corre. Poner los valores fijos en constantes ahorra buscarlos luego por el código entero.

▲ El valor de una variable depende del orden de las líneas, porque cada asignación borra la anterior. Para seguir un programa hay que ir anotando el valor después de cada línea, y no hacerlo de memoria.

28

Sigue estas cuatro líneas en orden y di qué valor tienen las variables a y b al terminar. Primera: a toma el valor 3. Segunda: b toma el valor de a más 2. Tercera: a toma el valor del doble de b. Cuarta: b toma el valor de a menos b.

Solución

Después de la primera línea: a vale 3 y b todavía no existe.

Segunda línea: b toma el valor de a más 2, o sea $3 + 2 = 5$. Ahora a vale 3 y b vale 5.

Tercera línea: a toma el doble de b, o sea $(2) \times 5 = 10$. Ahora a vale **10** y b sigue valiendo 5.

Cuarta línea: b toma el valor de a menos b, o sea $10 - 5 = 5$. Al terminar, a vale **10** y b vale **5**.

Comprobación del paso que más se falla: en la tercera línea se usa el b que había en ese momento, que es 5, no el que va a quedar en la cuarta. Anotando el valor después de cada línea, el orden se respeta solo.

▲ Que b acabe valiendo 5, igual que antes de la última línea, es una casualidad de estos números y no una señal de que la cuarta línea sobre. Con a valiendo 12 habría acabado en 7.

29

Clasifica estos valores según su tipo y di qué resultado dan las dos últimas operaciones. a) El valor 7. b) El valor 7,5. c) El valor formado por el carácter 7 escrito entre comillas. d) El resultado de sumar el número 3 y el número 4. e) El resultado de pegar el texto formado por el carácter 3 y el texto formado por el carácter 4.

Solución

a) 7 es un número **entero**: no tiene parte decimal.

b) 7,5 es un número **con decimales**.

c) El 7 entre comillas es un **texto** de un solo carácter. Se escribe igual que el número, y no es el mismo valor.

d) Sumar el número 3 y el número 4 da el número **7**.

e) Pegar el texto 3 y el texto 4 da el **texto 34**, porque con textos el signo más significa pegar uno detrás de otro.

▲ Los apartados d) y e) parten de las mismas cifras y dan resultados distintos. Cuando un programa devuelve algo así sin haber cambiado la cuenta, conviene mirar de qué tipo es lo que llega: muchas veces lo que entra por teclado llega como texto.

30

Un programa tiene dos variables, x con el valor 8 e y con el valor 3, y hay que intercambiar sus valores. Escribe los pasos usando una variable auxiliar y di qué pasaría si se escribiera primero que x toma el valor de y y después que y toma el valor de x .

Solución

Con variable auxiliar, en tres pasos: aux toma el valor de x , así que aux vale 8; después x toma el valor de y , y pasa a valer 3; por último y toma el valor de aux, y pasa a valer 8.

Resultado: **x vale 3 e y vale 8**, que es el intercambio pedido.

Sin variable auxiliar, en el orden propuesto: x toma el valor de y . Así que x pasa a valer 3 y el 8 **se pierde**; después y toma el valor de x , que ya vale 3, así que y también queda en 3.

Resultado del segundo camino: **x vale 3 e y vale 3**. Uno de los dos valores ha desaparecido.

Comprobación que caza ese fallo: en un intercambio, la suma de las dos variables no cambia con un intercambio bien hecho, y al empezar valía $8 + 3 = 11$. En el primer camino sale $3 + 8 = 11$; en el segundo, $3 + 3 = 6$, y esa diferencia delata que se ha perdido un valor.

Las condiciones y las decisiones

Lo que hay que saber

Una **condición** es una pregunta cuya respuesta es verdadera o falsa. Los operadores que se usan son igual, distinto, mayor, menor, mayor o igual y menor o igual.

Una condición se combina con otra usando **y**, que exige las dos; **o**, que se conforma con una; y **no**, que cambia la respuesta por la contraria.

La instrucción **si ... si no** parte el camino en dos y recorre solo uno de los dos. Lo que queda fuera no se ejecuta, por mucho que esté escrito debajo.

Varias condiciones encadenadas se miran **en orden** y el programa se para en la primera que se cumple. Así que las que vienen detrás solo llegan a mirarse cuando las anteriores han fallado.

Negar una condición compuesta no es negar cada parte y dejar el resto igual: al negar una «y» aparece una «o», y al revés. Conviene escribir la negación con palabras antes de programarla.

▲ Cuando una condición con «o» da verdadero, no se sabe cuál de las dos partes lo ha provocado. Al buscar un fallo, lo primero es comprobar las dos partes por separado.

31

Un programa deja entrar a una actividad si se cumplen dos condiciones a la vez: que la edad sea de 13 años o más y que las horas de práctica sean menos de 2. Di qué responde en estos cuatro casos. a) 14 años y 1 hora. b) 12 años y 1 hora. c) 15 años y 3 horas. d) 13 años y 0 horas.

Solución

Miro cada condición por su cuenta en los cuatro casos, que es la forma de no decidir por impresión.

a) Edad 14, que es 13 o más: se cumple. Horas 1, que es menos de 2: se cumple. Las dos, así que la respuesta es **sí**.

b) Edad 12, que no llega a 13: no se cumple. Horas 1: se cumple. Falla una, así que la respuesta es **no**.

c) Edad 15: se cumple. Horas 3, que no es menos de 2: no se cumple. La respuesta es **no**.

d) Edad 13, y la condición dice 13 o más, así que se cumple. Horas 0, que es menos de 2: se cumple. La respuesta es **sí**.

▲ El apartado d) es justo el que separa «13 o más» de «más de 13». Con la segunda redacción ese caso pasaría a ser no. Y el programa cambiaría de comportamiento sin que cambie ni un dato.

32

Un programa clasifica una nota con tres condiciones encadenadas que se miran en este orden: si la nota es menor que 5, escribe insuficiente; si no, si la nota es menor que 7, escribe bien; si no, escribe notable. Di qué escribe con las notas 4, 5, 6,9 y 8. Di después qué ocurriría si las dos primeras condiciones se intercambiaran de orden.

Solución

Nota 4: cumple la primera, porque 4 es menor que 5. Escribe **insuficiente**.

Nota 5: no cumple la primera, porque 5 no es menor que 5. Pasa a la segunda: 5 es menor que 7, así que escribe **bien**.

Nota 6,9: tampoco cumple la primera y sí la segunda, porque 6,9 es menor que 7. Escribe **bien**.

Nota 8: no cumple ninguna de las dos, así que escribe **notable**.

Si se intercambiaran las dos primeras, lo primero que se miraría sería si la nota es menor que 7. Con la nota 4 eso se cumple. Así que el programa escribiría bien y **dejaría de escribir insuficiente**, incluso con un 4: la condición de menor que 5 quedaría tapada por la anterior.

Comprobación del orden probando los valores de los bordes, que son los que lo delatan: 4, 5 y 6,9 bastan para ver el cambio, porque el 4 es el único que distingue los dos órdenes.

33

Escribe la negación de la condición «la temperatura es mayor que 30 y la humedad es menor que 40» y comprueba las dos formas con estos tres casos. a) 32 grados y 35 de humedad. b) 28 grados y 35 de humedad. c) 32 grados y 50 de humedad.

Solución

Al negar una condición unida por «y» aparece una «o». Y cada parte se niega por su cuenta. La negación es: **la temperatura no es mayor que 30 o la humedad no es menor que 40**. Es decir, la temperatura es 30 o menos, o la humedad es 40 o más.

a) 32 y 35. La original: 32 es mayor que 30 y 35 es menor que 40, así que es **verdadera**. La negación: 32 no es 30 o menos, y 35 no es 40 o más, así que es **falsa**.

b) 28 y 35. La original: 28 no es mayor que 30, así que es **falsa**. La negación: 28 sí es 30 o menos, así que es **verdadera**.

c) 32 y 50. La original: 32 es mayor que 30 pero 50 no es menor que 40, así que es **falsa**. La negación: 50 sí es 40 o más, así que es **verdadera**.

Comprobación que vale para los tres casos a la vez: una condición y su negación dan respuestas contrarias en cualquier caso. Aquí salen verdadera y falsa, falsa y verdadera, falsa y verdadera. Si en algún caso coincidieran, la negación estaría mal escrita.

▲ Negar cada parte y dejar la «y» daría «la temperatura es 30 o menos y la humedad es 40 o más», que en el caso b) sale falsa. Como la original también es falsa en b), esa versión no es la negación.

Los bucles y los contadores

Lo que hay que saber

Un **bucle** repite un grupo de instrucciones. Se usa «repetir n veces» cuando se sabe de antemano cuántas vueltas hay, y «mientras se cumpla algo» cuando el número de vueltas depende de los datos.

Un **contador** es una variable que cuenta sucesos. Se pone a cero **antes** de entrar en el bucle y se aumenta dentro; puesto a cero dentro, vuelve a empezar en cada vuelta.

Un **acumulador** guarda una suma que va creciendo. Se prepara igual que el contador. Y su valor inicial suele ser cero para sumar y uno para multiplicar.

Un bucle «desde a hasta b, de uno en uno» da **$b - a + 1$** vueltas. El más uno es la vuelta del valor inicial, y es el descuido que deja un bucle corto o largo por una vuelta.

Un bucle metido dentro de otro ejecuta las instrucciones de dentro **en cada vuelta** del de fuera. Ahí es donde un programa se vuelve lento sin que se note al leerlo.

▲ Un bucle «mientras» en el que se entra y cuya condición no cambia ya no sale. Al escribirlo hay que señalar qué instrucción de dentro acerca el final; si no se encuentra ninguna, el bucle está mal.

- 34** Sigue este algoritmo y di qué valor tiene la variable suma al terminar y cuántas veces llega a ejecutarse la línea del interior. La variable suma toma el valor 0. Después, para i desde 1 hasta 5, de uno en uno, suma toma el valor de suma más el doble de i.

Solución

Antes del bucle, suma vale 0.

Con i valiendo 1, suma pasa a $0 + 2 = 2$. Con i valiendo 2, pasa a $2 + 4 = 6$. Con i valiendo 3, pasa a $6 + 6 = 12$.

Con i valiendo 4, pasa a $12 + 8 = 20$. Con i valiendo 5, pasa a $20 + 10 = 30$.

La línea del interior se recorre una vez por cada valor de i, y esos valores van del 1 al 5: **5 veces**.

Con la cuenta del tema: $5 - 1 + 1 = 5$.

Comprobación por un camino independiente del recorrido: lo que se va sumando es el doble de cada número. Así que el total es el doble de la suma de los cinco primeros naturales, que vale 15: $(2) \times 15 = 30$. Coincide.

▲ La línea que pone suma a 0 está antes del bucle, y ahí tiene que estar. Dentro, cada vuelta borraría lo acumulado y al final quedaría 10, que es solo la última suma.

- 35** Sigue este algoritmo y di qué valores va tomando n y cuánto vale la variable vueltas al terminar. La variable n toma el valor 40 y la variable vueltas toma el valor 0. Mientras n sea mayor que 1, se sustituye n por el cociente entero de n entre 2 y se aumenta vueltas en 1.

Solución

Vuelta 1: n vale 40 y cumple la condición del bucle. Así que pasa a $(40) \div 2 = 20$ y vueltas pasa a 1.

Vuelta 2: n pasa de 20 a 10 y vueltas, a 2. Vuelta 3: n pasa de 10 a 5 y vueltas, a 3.

Vuelta 4: n pasa de 5 a 2, porque el cociente entero de 5 entre 2 es 2, y vueltas pasa a 4.

Vuelta 5: n pasa de 2 a 1 y vueltas, a 5. Con n valiendo 1 ya no se cumple lo que el bucle exige, así que se sale.

Los valores de n han sido **40, 20, 10, 5, 2 y 1**, y al terminar **vueltas vale 5**.

Comprobación contando los pasos en vez de las vueltas: la lista de valores tiene seis números, y entre seis números hay cinco pasos. Cada paso es una vuelta del bucle.

36

Un bucle que va desde 1 hasta 4 lleva dentro otro bucle que va desde 1 hasta 6, y dentro de este segundo hay una sola instrucción. Calcula cuántas vueltas da cada bucle y cuántas veces se ejecuta esa instrucción.

Solución

El bucle de fuera da $4 - 1 + 1 = 4$ vueltas.

El bucle de dentro da $6 - 1 + 1 = 6$ vueltas. Pero las da enteras **en cada vuelta** del de fuera.

La instrucción del fondo se ejecuta, por tanto, $(4) \times (6) = 24$ veces.

Comprobación deshaciendo el producto: $(24) \div 4 = 6$ ejecuciones por cada vuelta del bucle exterior, que es justo lo que da el bucle de dentro.

▲ Sumar en vez de multiplicar daría 10, y es el descuido que hace parecer barato un programa que no lo es: al pasar los dos bucles de 4 y 6 a 40 y 60, las ejecuciones no pasan de 10 a 100, sino de 24 a 2.400.

Las listas y las funciones

Lo que hay que saber

Una **lista** guarda varios valores bajo un mismo nombre. Cada valor se localiza por su **posición**, que se escribe entre corchetes detrás del nombre.

En muchos lenguajes la primera posición es la **0**, y no la 1; en otros de los que se usan en clase, la primera es la 1. Lo primero es saber desde dónde cuenta el que se esté usando, y escribir el número de posición al lado de cada valor.

Recorrer una lista es un bucle que va de posición en posición. Dentro del bucle se puede contar, sumar, buscar el mayor o quedarse con los que cumplen algo.

Una **función** es un trozo de programa con nombre que se puede llamar desde varios sitios. Recibe **parámetros**, hace su trabajo y puede **devolver** un resultado.

Escribir una función evita repetir el mismo código y, sobre todo, deja un solo sitio donde corregirlo. Si el cálculo está copiado en cinco puntos, la corrección hay que hacerla cinco veces.

▲ Las variables creadas dentro de una función no existen fuera de ella. Eso es una ventaja, porque impide que dos partes del programa se pisen. Y a la vez explica por qué un valor calculado dentro se pierde si no se devuelve.

37

Una lista guarda estas siete lecturas de temperatura, en grados: 18, 21, 24, 19, 27, 22 y 16. Calcula el valor mayor, la media y cuántas lecturas pasan de 21.

Solución

Valor mayor: recorriendo la lista y quedándome con el más alto, sale **27**.

Suma de las siete: $18 + 21 + 24 + 19 + 27 + 22 + 16 = 147$.

Media: $(147) \div 7 = 21$ grados.

Lecturas que pasan de 21: son 24, 27 y 22, es decir **3 lecturas**. El 21 no cuenta, porque el enunciado pide las que pasan de 21 y no las que llegan a 21.

Comprobación de la media deshaciendo la división: $(21) \times 7 = 147$, la suma calculada antes.

Comprobación de tamaño: la lectura más baja de la lista es 16 y la más alta, 27. Así que una media bien calculada tiene que caer en ese tramo. Y 21 cae dentro.

38

En esa misma lista de siete lecturas, di qué valor hay en la posición 0, en la posición 3 y en la posición 6, sabiendo que la primera posición es la 0. Explica por qué pedir la posición 7 da error.

Solución

Posición 0: es el primer valor de la lista, **18**.

Posición 3: contando desde 0, es el cuarto valor, **19**.

Posición 6: es el séptimo y último valor, **16**.

La lista tiene siete elementos y las posiciones van de la 0 a la 6. Con la cuenta del tema: $6 - 0 + 1 = 7$ posiciones, que son justo los siete elementos.

Pedir la posición 7 **da error** porque esa posición no existe: la lista se ha acabado en la 6. Lo que pasa entonces depende del lenguaje: lo corriente es que avise del fallo y se pare ahí, en vez de devolver un valor raro.

▲ Confundir la posición con el número de orden es un despiste habitual al empezar con listas. El cuarto valor está en la posición 3. Y el último de una lista de n elementos está en la posición $n - 1$.

39

Un programa calcula el área de un rectángulo en cinco sitios distintos, con tres líneas cada vez. Se sustituye ese cálculo por una función de cuatro líneas que recibe la base y la altura y devuelve el producto. Y en cada sitio queda una sola línea que la llama. Calcula cuántas líneas había antes, cuántas hay después y cuántas se ahorran.

Solución

Antes: $(5 \text{ sitios}) \times (3 \text{ líneas por sitio}) = \mathbf{15 \text{ líneas}}$.

Después: 4 líneas de la función más $(5 \text{ sitios}) \times (1 \text{ línea de llamada}) = 4 + 5 = \mathbf{9 \text{ líneas}}$.

Ahorro: $15 - 9 = \mathbf{6 \text{ líneas}}$.

Comprobación por otro camino: en cada sitio se ahorran $3 - 1 = 2$ líneas. Y en cinco sitios eso son $(5) \times 2 = 10$; a ese ahorro hay que restarle las 4 líneas que ocupa la función, y $10 - 4 = 6$. El mismo número.

▲ El ahorro de líneas es lo de menos. Lo importante es otra cosa. El cálculo queda escrito en un solo sitio: si estaba mal, se corrige una vez en lugar de cinco. Y no queda ninguna copia vieja olvidada por el camino.

Las redes: elementos, direcciones y protocolos

Lo que hay que saber

Una **red** son aparatos unidos para intercambiar datos. La de un aula o la de una casa es una **red local**; internet es una red de redes.

Los elementos que hay que reconocer son el **router**, que une la red local con el exterior; el **conmutador**, que reparte los datos entre los aparatos de casa; y el **punto de acceso**, que da conexión sin cables.

Cada aparato tiene una **dirección IP** dentro de la red. En la versión 4 son cuatro números de 0 a 255 separados por puntos, y en total ocupan 32 bits.

La **máscara** dice qué parte de la dirección identifica a la red y qué parte al aparato. Dos aparatos con la misma parte de red se hablan directamente; si no la comparten, sus mensajes pasan por el router.

En una red hay direcciones del tramo libre que no se le dan a ningún aparato, porque tienen ya un trabajo dentro de la red. Una de ellas es la de **difusión**, que llega a todos los aparatos a la vez.

Un **protocolo** es un conjunto de reglas para entenderse. El **DNS** traduce el nombre que escribimos en la dirección numérica del servidor. Y el protocolo seguro de la web cifra lo que se envía.

40

En una red local, los tres primeros números de la dirección son fijos para toda la red y el último queda libre para los aparatos. Calcula cuántos valores distintos admite ese último número y cuántos aparatos se pueden conectar de verdad.

Solución

El último número va de 0 a 255, así que admite **256 valores** distintos.

De esos 256 hay dos que no se reparten: el primero, el que acaba en 0, identifica a la red entera. Y el último, el que acaba en 255, es la dirección de difusión, que llega a todos a la vez.

Aparatos conectables: $256 - 2 = 254$.

Comprobación contando por el otro extremo: las direcciones utilizables van de la que acaba en 1 a la que acaba en 254. Y eso son $254 - 1 + 1 = 254$ direcciones. El mismo número.

▲ Ese 2 que se resta es el de una red como la del enunciado, y hay tamaños de red donde la cuenta no es esa. Lo importante no es el número: es que aquí esas dos direcciones tienen ya un trabajo asignado. Si se le da a un aparato la que acaba en 255, los mensajes de difusión dejan de funcionar como deben.

41

Una dirección de la versión 4 está formada por cuatro números de 0 a 255. Calcula cuántos bits ocupa cada número, cuántos bits ocupa la dirección entera y cuántas direcciones distintas se pueden formar.

Solución

Cada número toma 256 valores distintos, del 0 al 255, y $256 = 2^8$, así que cada número ocupa **8 bits**.

La dirección entera: $(4) \times (8 \text{ bits}) = 32 \text{ bits}$.

Direcciones distintas: $2^{32} = 4.294.967.296$.

Comprobación por otro camino: también se pueden contar como $(256) \times (256) \times (256) \times (256)$. O sea, 256^4 , y eso da el mismo número.

Segunda comprobación, partiendo el exponente: 2^{32} es $(2^{16})^2$, y $2^{16} = 65.536$. Así que $(65.536) \times (65.536) = 4.294.967.296$.

Ese número, algo más de cuatro mil millones, se quedó pequeño hace años. De ahí que exista una versión más nueva de las direcciones, bastante más larga.

42

Con una máscara que deja fijos los tres primeros números de la dirección, di cuáles de estas cuatro direcciones están en la misma red y cuál no se le puede asignar a un aparato. a) 192.168.1.10. b) 192.168.1.200. c) 192.168.2.10. d) 192.168.1.255.

Solución

Con esa máscara, dos direcciones están en la misma red si coinciden en sus **tres primeros números**.

a) 192.168.1 y b) 192.168.1 coinciden. Así que **a) y b) están en la misma red** y se hablan directamente.

c) tiene 192.168.2 en sus tres primeros números, distinto de 192.168.1. Así que **está en otra red** y sus mensajes tendrían que pasar por el router.

d) coincide en los tres primeros números con a) y b). Así que pertenece a esa misma red, pero acaba en 255: es la **dirección de difusión** y no se le puede asignar a un aparato.

Comprobación mirando solo lo que cambia: basta con comparar el tercer número, que es el único que se diferencia entre unas y otras. En a), b) y d) vale 1, y en c) vale 2.

▲ Que dos direcciones se parezcan mucho no significa que estén en la misma red: c) solo se diferencia de a) en una cifra, y aun así están separadas.

La transmisión de datos: velocidad, tiempo y compresión

Lo que hay que saber

La cantidad de información se mide en **bytes** y la velocidad de transmisión, en **bits por segundo**. Un byte son **8 bits**, así que antes de dividir hay que pasar la cantidad a bits.

Con los prefijos del **SI**, 1 kB son 1.000 B, 1 MB son 1.000 kB y 1 GB son 1.000 MB. Existe otra serie, la binaria, donde el salto es 1.024 y las unidades se llaman KiB, MiB y GiB. ▲ Aquí se usa la del SI y cada enunciado lo repite.

El **tiempo** de una transferencia es la cantidad dividida entre la velocidad, con las dos magnitudes en unidades que casen. Arrastrar las unidades avisa enseguida de haber mezclado bits con bytes.

La velocidad que se anuncia es la máxima del enlace. La real baja con la distancia, con las interferencias y con el número de aparatos que la comparten al mismo tiempo. ■ Las velocidades de estos ejercicios son inventadas y se dice en el enunciado.

Comprimir un archivo reduce lo que hay que enviar. Cuánto se reduce depende del tipo de archivo: un texto se comprime mucho y una foto ya comprimida, casi nada.

▲ Al comparar dos enlaces, el tiempo no baja lo mismo que sube la velocidad en apariencia: el tiempo es inversamente proporcional, así que el doble de velocidad es la mitad de tiempo, no la mitad de espera respecto a lo que uno imagina.

- 43** Hay que enviar un archivo de 240 MB por un enlace de 16 Mbit/s, velocidad inventada para este ejercicio. Usa los prefijos del SI, en los que 1 MB son 1.000 kB. Calcula el tiempo en segundos y en minutos.

Solución

Primero paso el tamaño a bits, porque la velocidad viene en bits por segundo: $(240 \text{ MB}) \times (8 \text{ bits por byte}) = \mathbf{1.920 \text{ Mbit}}$.

Tiempo: $(1.920 \text{ Mbit}) \div (16 \text{ Mbit/s}) = \mathbf{120 \text{ s}}$. La unidad cuadra, porque Mbit dividido entre Mbit/s deja segundos.

En minutos: $(120 \text{ s}) \div (60 \text{ s por minuto}) = \mathbf{2 \text{ min}}$.

Comprobación deshaciendo la cuenta: $(16 \text{ Mbit/s}) \times (120 \text{ s}) = 1.920 \text{ Mbit}$, y $(1.920 \text{ Mbit}) \div 8 = 240 \text{ MB}$, el tamaño del enunciado.

▲ Dividir 240 entre 16 sin pasar a bits da 15 s, ocho veces menos de lo correcto. El resultado es creíble y por eso el error se cuela: la única defensa es arrastrar las unidades y ver que no cuadran.

- 44** El mismo archivo se comprime y queda en 150 MB. El enlace sigue siendo de 16 Mbit/s, velocidad inventada para este ejercicio. Calcula qué porcentaje del archivo se ha quitado y cuánto se tarda ahora en enviarlo.

Solución

Reducción en megabytes: $240 \text{ MB} - 150 \text{ MB} = 90 \text{ MB}$.

Porcentaje: $(90) \div (240) = 0,375$, es decir un **37,5 %** menos.

Tamaño en bits: $(150 \text{ MB}) \times 8 = 1.200 \text{ Mbit}$. Tiempo: $(1.200 \text{ Mbit}) \div (16 \text{ Mbit/s}) = \mathbf{75 \text{ s}}$.

Comprobación por proporción, que no repite la cuenta anterior: el archivo es $(150) \div (240) = 0,625$ del original. Y el tiempo tiene que quedar en esa misma parte: $(120 \text{ s}) \times 0,625 = 75 \text{ s}$. Coincide.

Comprobación del porcentaje: si queda el 62,5 % del archivo, se ha quitado el $100 \% - 62,5 \% = 37,5 \%$.

▲ Cuánto se comprime un archivo depende de lo que lleve dentro. Un texto se reduce mucho y una foto que ya venía comprimida, casi nada: el 37,5 % de este enunciado es un dato del ejercicio, no una regla.

45

Se comparan dos enlaces para enviar un archivo de 1 GB: uno de 8 Mbit/s y otro de 20 Mbit/s, velocidades inventadas para este ejercicio. Usa los prefijos del SI, en los que 1 GB son 1.000 MB. Calcula el tiempo con cada uno y cuánto se ahorra.

Solución

Tamaño en bits: 1 GB son 1.000 MB, y $(1.000 \text{ MB}) \times (8 \text{ bits por byte}) = \mathbf{8.000 \text{ Mbit}}$.

Con el enlace de 8 Mbit/s: $(8.000 \text{ Mbit}) \div (8 \text{ Mbit/s}) = \mathbf{1.000 \text{ s}}$, algo más de un cuarto de hora.

Con el de 20 Mbit/s: $(8.000 \text{ Mbit}) \div (20 \text{ Mbit/s}) = \mathbf{400 \text{ s}}$.

Ahorro: $1.000 \text{ s} - 400 \text{ s} = \mathbf{600 \text{ s}}$, es decir 10 minutos.

Comprobación por proporción inversa: la segunda velocidad es $(20) \div (8) = 2,5$ veces la primera. Así que el tiempo tiene que quedar en la parte correspondiente, y $(1.000 \text{ s}) \div (2,5) = 400 \text{ s}$. Los dos cocientes coinciden.

▲ Multiplicar la velocidad por 2,5 no quita 2,5 minutos: quita el 60 % del tiempo. El tiempo y la velocidad son inversamente proporcionales. Por eso el ahorro es grande al principio y cada vez menor cuanto más rápido es el enlace.

Internet de las cosas y la inteligencia artificial

Lo que hay que saber

El **internet de las cosas** son aparatos corrientes con sensores y conexión: envían lo que miden y reciben órdenes desde lejos. Un sistema de control con conexión deja de ser un sistema aislado.

Un aparato conectado es también una puerta de entrada. Si conserva la contraseña de fábrica y no se le actualizan los programas, queda accesible para cualquiera que sepa buscarlo.

Bajo el nombre de **inteligencia artificial** caben cosas muy distintas. Los programas de los que habla este tema son los que ajustan su comportamiento a partir de muchos ejemplos, en vez de seguir reglas escritas una a una por una persona.

Para preparar uno de esos programas, los ejemplos se reparten: una parte sirve para **entrenar** y otra, apartada desde el principio, para **comprobar** qué tal le va con ejemplos que no ha visto.

El programa repite lo que hay en sus ejemplos, incluidos sus desequilibrios. Por eso, antes de fiarse del resultado, se mira quién está representado en esos datos y quién falta.

▪ Un resultado de un programa de este tipo es una propuesta, no una verdad comprobada. Lo que afecte a personas lo revisa una persona, y eso no es una cautela optativa.

46

Un invernadero conectado envía una medida cada 15 minutos, y cada medida ocupa 24 bytes. Calcula cuántas medidas envía en un día y cuántos bytes suman.

Solución

Medidas en una hora: $(60 \text{ min}) \div (15 \text{ min por medida}) = 4 \text{ medidas}$.

Medidas en un día: $(4 \text{ medidas por hora}) \times (24 \text{ h}) = \mathbf{96 \text{ medidas}}$.

Bytes en un día: $(96 \text{ medidas}) \times (24 \text{ B por medida}) = \mathbf{2.304 \text{ B}}$, es decir poco más de dos kilobytes.

Comprobación deshaciendo las dos cuentas: $(2.304 \text{ B}) \div (24 \text{ B por medida}) = 96 \text{ medidas}$, y $(96 \text{ medidas}) \div 24 = 4 \text{ por hora}$, que es una cada 15 minutos.

▲ Dos kilobytes al día parecen nada. Y lo que cambia la escala no es el tamaño del dato sino el número de aparatos: con mil invernaderos iguales serían 2.304.000 B al día por el mismo concepto.

47

Un conjunto de 2.400 ejemplos se reparte para preparar un programa que aprende: el 75 % para entrenar y el resto, apartado desde el principio, para comprobar. Calcula cuántos ejemplos van a cada parte. Si al comprobar acierta en 522 de los ejemplos apartados, calcula el porcentaje de acierto.

Solución

Ejemplos para entrenar: $(2.400) \times 0,75 = \mathbf{1.800}$.

Ejemplos apartados para comprobar: $2.400 - 1.800 = \mathbf{600}$, que son el 25 % restante.

Porcentaje de acierto sobre los apartados: $(522) \div (600) = 0,87$, es decir un **87 %**.

Comprobación del reparto: $1.800 + 600 = 2.400$, el total del enunciado.

Comprobación del porcentaje deshaciendo la división: $(600) \times 0,87 = 522$, los aciertos del enunciado.

▲ Los 600 ejemplos se apartan **antes** de empezar, no después. Si se eligen al final, es fácil quedarse sin querer con los que mejor salen, y el 87 % dejaría de medir nada.

48

Ese mismo programa, medido sobre los 1.800 ejemplos con los que ha aprendido, acierta en 1.746. Calcula ese porcentaje, compáralo con el 87 % anterior y di con cuál de los dos se decide si el programa sirve.

Solución

Porcentaje sobre los ejemplos de entrenamiento: $(1.746) \div (1.800) = 0,97$, es decir un **97 %**.

Comparado con el 87 % de los ejemplos apartados, hay **10 puntos** de diferencia a favor de los que ya conocía.

El que hay que mirar es el **87 %**, el de los ejemplos apartados, porque son los únicos que el programa no había visto. Acertar en lo que ya se ha estudiado no demuestra que se haya aprendido.

Comprobación deshaciendo la división: $(1.800) \times 0,97 = 1.746$, los aciertos del enunciado.

▲ Una diferencia grande entre los dos porcentajes avisa de que el programa se ha ajustado demasiado a sus ejemplos. Con estos dos números no se puede saber a partir de cuántos puntos la diferencia es preocupante: para eso habría que comparar con otros repartos.
