

**Unidad  
didáctica 9**

**Dispositivo final  
de carrera**

**El dibujo como medio  
de comunicación  
en el aula**



**DEL CLAVO  
AL ORDENADOR**

# **DEL CLAVO AL ORDENADOR**

## **Unidad didáctica 9**

**Dispositivo final de carrera**

**El dibujo como medio  
de comunicación en el aula**



---

**Ministerio de Educación y Cultura**

---

Secretaría General de Educación y Formación Profesional

---

*Programas de Nuevas Tecnologías de la Información y de la Comunicación*

---

*Son autores de esta unidad didáctica:*

Sagrario Julián Martín  
Dimas Carrera Moreno

*Coordinación pedagógica:*

Carmen Candiotti López-Pujato

*Fotografía:*

Emilio Lerena  
Sagrario Julián Martín



---

**Ministerio de Educación y Cultura**

---

Secretaría General de Educación y Formación Profesional

---

*Programas de Nuevas Tecnologías de la Información y de la Comunicación*

---

Edita: Centro de Publicaciones. Secretaría General Técnica

N.I.P.O.: 176-96-069-5

I.S.B.N.: 84-369-2948-9

Depósito legal: M. 40.009-1996

Imprime: Fareso, S. A.

Paseo de la Dirección, 5  
28039 Madrid

## I. Introducción





# 1. Objetivos



Véase vídeo de apoyo a esta unidad.

Esta unidad didáctica y su vídeo de apoyo tienen por objeto ayudar al desarrollo de las capacidades de los profesores en los siguientes conceptos:

- Análisis y construcción de los operadores tecnológicos básicos utilizados en la ejecución de la propuesta de trabajo (interruptor fin de recorrido y realimentación). Comprensión y aplicación de los principios básicos en los que se fundamenta cada una de las soluciones a la propuesta de trabajo presentada.
- Análisis e identificación del sistema de control que rige un determinado proceso.
- Análisis de estrategias metodológicas que propician el desarrollo de las capacidades comunicativas de los alumnos.
- Utilización adecuada de la lija en los trabajos de acabado de la madera.



## 2. Contenidos

<b>I. Introducción</b> .....	3
1. Objetivos .....	5
2. Contenidos .....	7
3. Conocimientos previos .....	9
<b>II. Formación tecnológica</b> .....	11
1. Materiales: la madera .....	13
1.1. Introducción .....	13
1.2. Estructura microscópica de la madera .....	13
1.3. Tipos de madera .....	15
1.4. Propiedades de la madera .....	17
1.5. Defectos y alteraciones .....	18
1.6. Técnicas de protección .....	18
1.7. Preparación de la madera para su uso .....	21
1.8. Aplicaciones de la madera .....	27
2. Operadores tecnológicos: final de carrera .....	33
2.1. Introducción .....	33
2.2. Concepto: funciones que cumple .....	34
2.3. Tipos y sus aplicaciones .....	34
2.4. Elementos que lo forman .....	35
<b>III. Fundamentación científico-técnica</b> .....	39
1. Introducción .....	41
2. Sistemas de control .....	43
2.1. Sistemas de control en bucle abierto .....	43
2.2. Sistemas de control en bucle cerrado .....	45
3. Componentes de un sistema realimentado .....	49
4. Variables .....	53
5. Diagrama funcional .....	55
6. Otros principios físicos que intervienen en las máquinas de la presente unidad .....	59

<b>IV. Manos a la obra</b> .....	63
— Propuesta de trabajo: maquina retroalimentada .....	65
<b>V. Con nuestros alumnos y alumnas</b> .....	77
— La comunicación mediante el dibujo .....	79
<b>VI. Entre máquinas y herramientas</b> .....	89
1. La lija .....	91
1.1. Descripción y tipos .....	91
1.2. El papel de lija .....	91
1.3. Utilización .....	92
2. El motor para lija .....	93
<b>VII. Lecturas comentadas</b> .....	95
<b>VIII. Glosario</b> .....	99
<b>IX. Soluciones a las actividades propuestas</b> .....	103

### 3. Conocimientos previos

Los conceptos que aparecen en el desarrollo de esta unidad son muy sencillos y para comprenderlos basta conocer de forma muy superficial la teoría vectorial, la cinemática de la partícula, la composición de un circuito eléctrico y la representación de sus componentes.





## **II. Formación tecnológica**



# 1. Materiales: la madera

## 1.1. Introducción

La madera fue uno de los primeros materiales de construcción empleados por el hombre.

Además de ser utilizada como combustible o para fabricar instrumentos de uso cotidiano (aperos de labranza, utensilios de cocina o armas), sirvió para construir defensas contra la intemperie a los primeros pobladores de la tierra. El árbol inspiró, ingeniosamente, la idea de la columna que, a lo largo de la historia, fue perfeccionándose hasta alcanzar las cotas de perfección y belleza de la columna griega, que desde entonces ha sido imitada en la arquitectura.

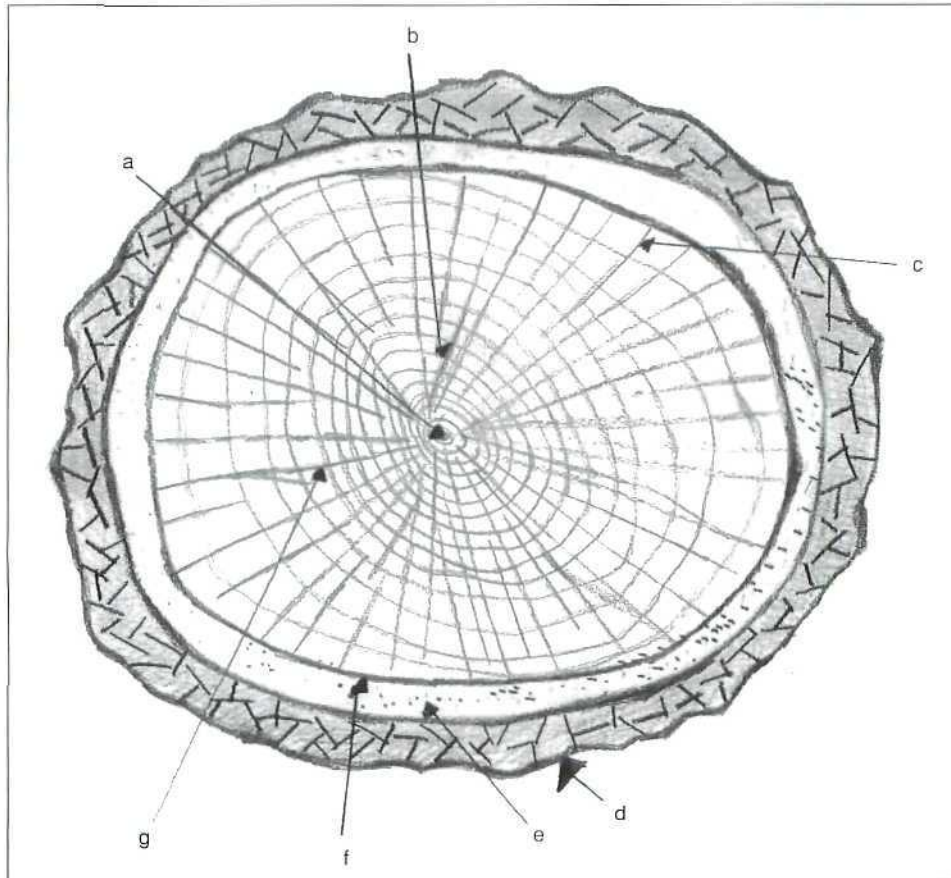
La madera, al ser de naturaleza orgánica, tiene una vida mucho más corta que los demás materiales de construcción; puede ser destruida por el fuego, los ciclos de humedad y sequedad provocan en ella contracciones e hinchamientos, y el ataque de los hongos, microorganismos e insectos acaban con ella. Las técnicas modernas de tratamiento de la madera han conseguido alargar su vida útil y ampliar su utilización a campos distintos de la construcción o la carpintería.

## 1.2. Estructura microscópica de la madera

Para analizar la estructura microscópica de la madera lo mejor es examinar una sección transversal del tronco de un árbol en la que pueden distinguirse los siguientes elementos:

- a) **Médula.** Es la parte central del árbol y está constituida por un tejido poroso. El tamaño de esta zona va disminuyendo al envejecer el árbol.
- b) **Duramen.** Es la madera de la parte interior del tronco; su coloración es más oscura que la del exterior y también son mayores su resistencia mecánica y durabilidad. Las capas de la zona exterior se convierten en duramen con el paso del tiempo.
- c) **Albura.** Es la madera más reciente. Se encuentra en la región externa del tronco, bajo la corteza, y su coloración es más clara que la del duramen. La forman un número variable de los últimos anillos formados. Cada uno de los anillos que pueden apreciarse en la sección de un tronco corresponde a una determinada época de crecimiento anual. Se deben al crecimiento de la actividad vegetativa que se produce durante la primavera y parte del verano. Si se observa con detalle la sección, puede apreciarse cómo cada uno de esos anillos consta a su vez de otros dos: uno de color claro y aspecto poroso formado en primavera y otro de aspecto más denso y coloración más oscura formado en el otoño, cuando cesa la actividad de la vida vegetal.

- d) **Corteza.** Es la capa más exterior, envuelve al tronco y protege al árbol.
- e) **Líber.** Es la parte interna de la corteza. Tiene poca resistencia.
- f) **Cambium.** Es la capa situada entre la albura y la corteza. Esta capa constituye la base para el crecimiento del tronco en espesor, ya que sus células pueden desdoblarse en nuevas células. En esta capa se originan dos tipos de células, las que corresponden a la parte interior, conocida como madera o xilema, y las exteriores, conocidas como líber, que forman la capa siguiente.
- g) **Radios medulares.** Son láminas delgadas formadas por un tejido cuyas células se desarrollan en dirección radial. Las bandas con forma de sector circular que forman este tipo de células almacenan y distribuyen la materia nutritiva que aporta la savia descendente. El radio medular es una formación más blanda que el resto de la masa leñosa.



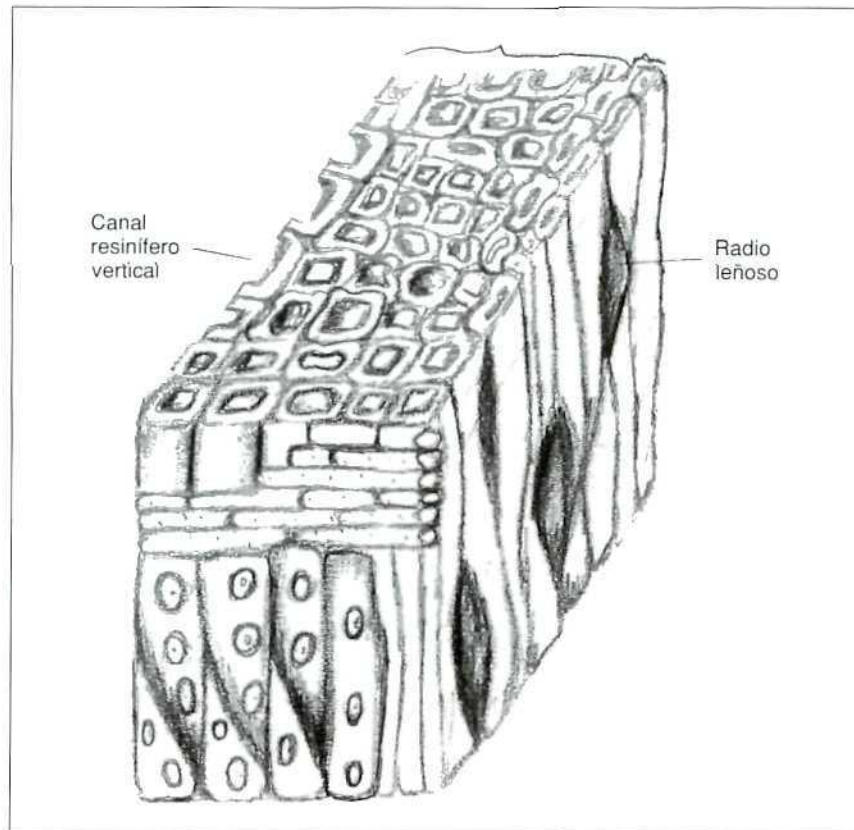
*Estructura microscópica de la madera.*

## 1.3. Tipos de madera

En la naturaleza existen dos tipos principales de plantas que tienen características arbóreas y que, por tanto, pueden ser utilizadas para extraer madera. Estos dos tipos son las Coníferas, que forman parte de las Gimnospermas, y las Frondosas, que forman parte de las Angiospermas.

### 1.3.1. Coníferas

Las Coníferas proporcionan las maderas de mayor calidad para la construcción, debido a su gran resistencia mecánica y al gran tamaño que alcanza este tipo de árboles (hasta 112 metros de altura y 6 metros de diámetro en la sequoia gigante).



*Estructura de la madera de una Conífera.*



La madera de coníferas ha tenido siempre en España un uso muy importante en construcción y carpintería a causa de su abundancia.

Las coníferas más empleadas en España son:

- Pino silvestre (*Pinus sylvestris*). Se localiza en Cuenca, Soria, Gredos, Guadarrama, Pirineo aragonés y Cataluña. Es la madera española más empleada en carpintería y construcción por su facilidad de trabajo. Se ha empleado en entramados, cimentaciones, obras hidráulicas (norias y molinos de agua) y traviesas.
- Pino laricio (*Pinus laricio*). Se localiza en Cuenca, Guadalajara, Soria, Teruel, Burgos, Guadarrama, Gredos y Cataluña. Es muy apreciada por su grano fino, que facilita el trabajo. Se utiliza para la obtención de piezas pequeñas y en construcción naval.
- Pino negral (*Pinus pinaster*). Se localiza en el Sistema Ibérico. Es la especie española más resinosa, por lo que resiste muy bien las cargas estáticas. Se utiliza, por ello, en construcción.
- Otras coníferas son: el Pino tea (*Pinus rígida*) y el Pinabet (*Abies pectinata*).

### 1.3.2. Frondosas

Las frondosas son más adecuadas por su aspecto y calidad para su uso en ebanistería y artesanía. Existen innumerables especies de frondosas. Entre ellas pueden citarse:

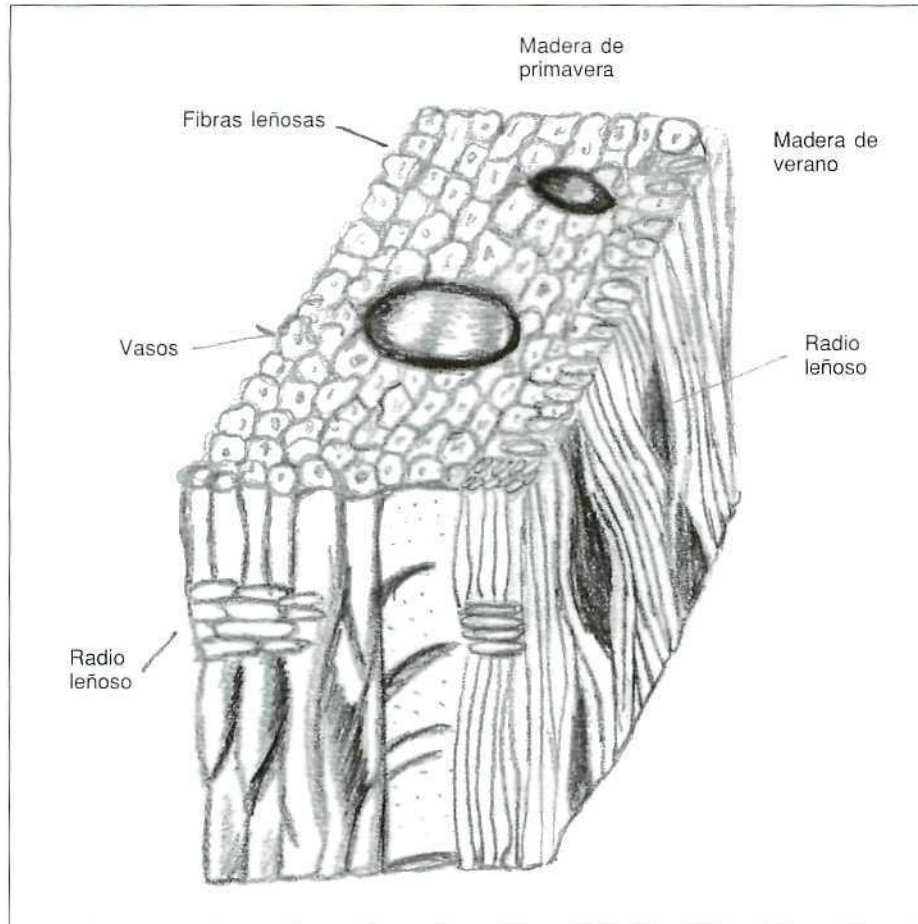
- Roble. Se localiza en Asturias, Galicia y Cataluña. Es la madera que mejor resiste los cambios de humedad, pero se resquebraja y es propensa al ataque de insectos. Se emplea en construcción, sobre todo para puentes, y en carpintería fina.
- Haya. Se localiza en Asturias y Pirineo aragonés. Resiste mal los cambios de humedad. Se deforma fácilmente y se pudre con facilidad. Se utiliza en carpintería, ebanistería y tornería. Puede utilizarse en traviesas y construcciones marítimas.
- Nogal. Se localiza en Aragón y Cataluña. Por su belleza, es la madera más apreciada en España para ebanistería.
- Otras frondosas utilizadas comúnmente son: el olmo, el chopo, el sauce y el castaño.

Existe un grupo de frondosas propio de las zonas tropicales que da maderas muy apreciadas. Las más conocidas son el ébano, empleado en instrumentos de música y marquetería; la caoba, la madera de ebanistería de mayor calidad y precio, y la balsa, la más ligera que se conoce, pero de gran resistencia, por lo que se emplea en aviación.



La madera procedente de las CONÍFERAS es muy adecuada para su uso en construcción debido a su resistencia mecánica.

Por su aspecto y calidad, la madera de las FRONDOSAS es más adecuada para ebanistería y artesanía.



## 1.4. Propiedades de la madera

**Anisotropía.** La madera es un material anisótropo, es decir, sus propiedades no son las mismas en todas las direcciones que pasan por un punto determinado.

**Humedad.** La humedad es la propiedad de la madera que más influye en el resto de sus propiedades. La humedad es mayor en el interior de una pieza de madera que en su exterior. Además el contenido de agua en la madera es mayor en verano que en invierno.

**Deformabilidad.** La madera sufre un hinchamiento al aumentar su humedad y una contracción al disminuir ésta, es decir, el volumen de la madera cambia en función de su contenido de humedad.



## 1.5. Defectos y alteraciones

El defecto que con mayor frecuencia se presenta en la madera es el de los nudos. Se producen cuando el árbol aumenta de diámetro. Por esta razón las bases de las ramas van quedando envueltas por el tronco; la porción de rama que queda encerrada en el interior del tronco es lo que se conoce como nudo.

Los nudos modifican las propiedades de la madera y hacen que ésta pierda calidad.

## 1.6. Técnicas de protección

Una de las tareas que despierta mayor interés en todos los sectores relacionados con la madera es la conservación y prolongación de su vida útil. La duración depende de cada especie, del uso al que se destine y de las condiciones de trabajo a que esté expuesta.

Ya se ha comentado con anterioridad la gran cantidad de alteraciones que puede sufrir la madera, por lo que resulta indispensable tomar la mayor cantidad de precauciones posible para evitar que las alteraciones provoquen su destrucción total.

Las precauciones deben comenzar desde que la madera se recoge en el bosque, hasta llegar, a través de todos los tratamientos intermedios que recibe para mejorar su durabilidad, al uso final de la madera.

Ninguna de las precauciones que se tome dota a la madera de una inmunidad absoluta frente al deterioro, pero cuantas más precauciones se tomen sobre la madera, mayor garantía de durabilidad se tendrá.

Para asegurar una mejor conservación, interesa cortar los árboles cuando la vida vegetativa está más apaciguada, es decir, en invierno, cuando la circulación de la savia es menor. Esta precaución, según demuestra la experiencia, no tiene influencia sobre la resistencia mecánica de la madera, aunque sí sobre su conservación.

Si la madera se apea en verano, su albura contendrá mucha savia, lo que facilita las alteraciones por descomposición de la savia y el ataque a través de organismos destructores. En estos casos interesa eliminar la savia lo antes posible. Para eliminar la savia se somete la madera a un proceso denominado desaviado que consiste en eliminarla mediante un lavado interno de la madera por el que se disuelven las materias albuminoides contenidas en la savia.

Otro tipo de protección al que puede ser sometida la madera es el proceso de secado. Con el secado se busca estabilizar la madera lo máximo posible para que, una vez utilizada para un fin determinado, su deformación sea lo más pequeña posible.

El secado evita el progreso de pudriciones y hongos que necesitan para vivir humedades superiores al 20 %.

Algunos insectos viven solamente en árboles vivos, por el secado también evita su ataque.

El secado de la madera reduce su peso, factor que debe tenerse en cuenta si se la quiere transportar a grandes distancias; generalmente resulta antieconómico transportar la madera sin secar, de hecho conviene, en la mayor parte de los casos, realizar el secado cerca del punto de extracción.

La mayor parte de las propiedades resistentes de la madera aumentan cuando ésta pierde agua.

El secado se realiza, como en otros materiales, evaporando el agua superficial y haciendo que la situada en las capas internas de la pieza pase a su superficie, donde puede eliminarse más fácilmente.

Las piezas de madera se disponen en un túnel por el que circula aire seco y caliente; el aire, al pasar entre las piezas de madera, va eliminando gradualmente el contenido de humedad de la madera. Durante este proceso, el aire va enfriándose y va aumentando su humedad. Los factores que influyen en el proceso de secado son la humedad, la temperatura y la velocidad del aire y la cantidad y la humedad de la madera.

Es evidente que cuanto más caliente y más seco sea el aire empleado en el proceso de secado, mayor velocidad de secado se obtendrá. La velocidad de secado, o sea la velocidad en que la madera va perdiendo su humedad, es decreciente, por lo que llega un momento en el que la madera ya pierde más agua aunque se prolongue el secado. Es decir, se alcanza un estado de equilibrio entre el grado de humedad de la madera y la del aire que la rodea. La humedad que tiene la madera en este estado se denomina humedad límite de la madera.

Si, como se ha dicho, uno de los fines del secado es evitar los movimientos de la madera durante su uso, la humedad límite a la que se debe llegar durante el secado debe ser aproximadamente la correspondiente a las condiciones ambientales del lugar en el que vaya a emplearse. Detener el secado cuando la madera ha alcanzado un grado de humedad del necesario es inútil, puesto que durante su uso absorberá o eliminará humedad y experimentará las deformaciones correspondientes, hinchándose o contrayéndose.

## Secado natural

El procedimiento más sencillo de secado es el secado natural o al aire. Consiste en disponer las piezas de madera que se van a secar en pilas, de forma que el aire pueda circular con libertad alrededor de cada una de las piezas. Por este procedimiento, sin embargo, la madera pierde sólo parte de su humedad.

El piso sobre el que vaya a disponerse la madera a secar debe estar nivelado y dotado de los correspondientes drenes para evitar humedades. Es preferible que esté solado para evitar el desarrollo de vegetación que pueda permitir la germinación de las esporas de los hongos.

Realizar un apilado correcto es un factor de gran importancia en el éxito del secado por este procedimiento, ya que la posición y orientación de las pilas tienen una influencia notable en la circulación del aire. Las pilas deben quedar separadas del suelo y para ello pueden descansar sobre trozos de madera macizos, de ladrillo u hormigón.

Deben evitarse pilas muy altas porque, al aumentar la altura, aumentan los gastos de manipulación, al necesitarse grúas más potentes.



Para asegurar la circulación de aire entre las pilas deben colocarse unos listones espaciadores entre las distintas capas de cada pila para mantener separadas unas pilas de otras.

La duración del secado por este procedimiento es de un año por cada centímetro de espesor en la maderas duras y en las maderas blandas el proceso puede reducirse a la mitad.

El secado por este procedimiento requiere una fuerte inmovilización de capital, un gran espacio y exige una vigilancia constante para evitar la proliferación de hongos.

## Secado artificial

Como acabamos de ver, el secado natural es lento y con él no pueden reducirse las cifras de humedad hasta los niveles deseados. Esto ha hecho necesario buscar métodos capaces de activar la eliminación de agua para conseguir grados de humedad más reducidos en un tiempo menor.

Dentro del secado artificial existen varias técnicas: secado por aire, secado por alta frecuencia, secado mediante rayos infrarrojos y secado químico.

## Envejecimiento artificial

Este tratamiento consiste en acelerar artificialmente la transformación de los componentes de la madera hasta alcanzar las condiciones de estabilidad de las maderas antiguas.

## Carbonización

Es un tratamiento superficial que se aplica a maderas que van a estar en contacto con el suelo o enterradas.

Con este tratamiento se consigue eliminar todos los gérmenes orgánicos que pueden producir alteraciones en la madera y que están situados en la parte exterior de la pieza. Otro de sus efectos es el endurecimiento de la capa superficial de la madera, aunque no se llegue a impermeabilizarla totalmente.

## Pintado

La aplicación sobre la madera de una delgada capa de pintura es capaz de dotarla de una cierta impermeabilidad al agua y a los agentes destructores.

Este tratamiento presenta la ventaja de ser barato y de poder repetirse periódicamente cuando se crea que su eficacia ha disminuido.

En interiores, las pinturas al óleo dan buenos resultados al igual que en exteriores, si se renuevan con frecuencia. En el exterior también es muy usada la protección con alquitrán.

## Revestimiento con clavos

Para proteger a la madera del ataque de organismos marinos se recurre a clavar en la superficie del elemento correspondiente gran cantidad de clavos de cabeza grande que, al oxidarse, forman una capa de herrumbre que protege a la madera.

Existen otros tratamientos que se emplean como antiséptico de la madera. Estos tratamientos suelen consistir en la inmersión o inyección de la madera con productos químicos.

## 1.7. Preparación de la madera para su uso

La primera operación que se realiza en el proceso de obtención de la madera es el apeo o tala de los árboles. El apeo puede realizarse a mano o mecánicamente. En cualquiera de los dos casos, se hace un corte o entalladura en el lado hacia el que se desea que caiga el árbol al ser derribado. Este corte irá seguido de otro en el lado opuesto del tronco y un poco más arriba del anterior para debilitar el tronco en dicho punto.

Después de haber derribado el árbol, es necesario quitarle las ramas y la corteza antes de transportarlo al aserradero.

La cubicación de la madera obtenida de cada árbol puede realizarse considerando el tronco, que tiene forma de cono truncado como un cuerpo cilíndrico con base igual a la sección media del tronco.

La operación de transporte comienza en el monte. Para ello se disponen caminos forestales por los que, con tracción animal o mecánica, se transportan los troncos hasta carreteras, ferrocarriles o vías de agua para conducirlos hasta su destino final.

*Cuando las condiciones topográficas lo permiten, en lugar de caminos, se construyen deslizaderos con fuerte pendiente en los que se aprovecha la fuerza de la gravedad para transportar los troncos hasta caminos de fácil acceso.*

Hay ocasiones en las que la madera puede ser empleada tal y como se obtiene del árbol, independientemente de los tratamientos de conservación a los que deba ser sometida; otras veces, sin embargo, sufre una gran transformación desde que está en el árbol hasta su uso. El conjunto de los procesos que son necesarios para disponer las maderas para su aplicación inmediata para la construcción o la industria se conoce como labra.

En cualquier caso, la madera que ha sido transportada hasta el aserradero se divide en piezas de dimensiones menores para ser distribuida a los carpinteros y ebanistas con las dimensiones adecuadas al uso que se le vaya a dar.

El fraccionamiento de la madera se realiza mediante una sierra que puede ser manual o mecánica.

La sierra mecánica más simple es la formada por una hoja animada de un movimiento de vaivén. Es decir, la imitación mecánica del serrado a mano.



*Sierra mecánica de cinta.*

*La sierra de cinta presenta mayor capacidad de trabajo que la de una sola hoja y la terminación del usureado es más perfecta. Esta sierra consta de una cinta de sierra continua que va montada sobre dos grandes volantes, uno de los cuales es motor. Para el labrado de piezas grandes, la alimentación se realiza mediante un carro dotado de movimiento automático.*

Otro tipo de sierra es la de disco. Se trata de una máquina sencilla que realiza su trabajo con rapidez y que ocupa poco espacio. No permite el corte de piezas de gran espesor y tampoco realizar cortes según líneas curvas.



El mecanismo que constituye esta sierra es un disco dentado que asoma por una ranura practicada en una mesa y que gira a gran velocidad alrededor de un eje horizontal situado debajo de la mesa. Sobre la mesa está situada una guía paralela al plano del disco, de modo que la distancia de la guía al disco determina el grosor de la pieza que se quiere obtener. La alimentación del material se hace a mano.

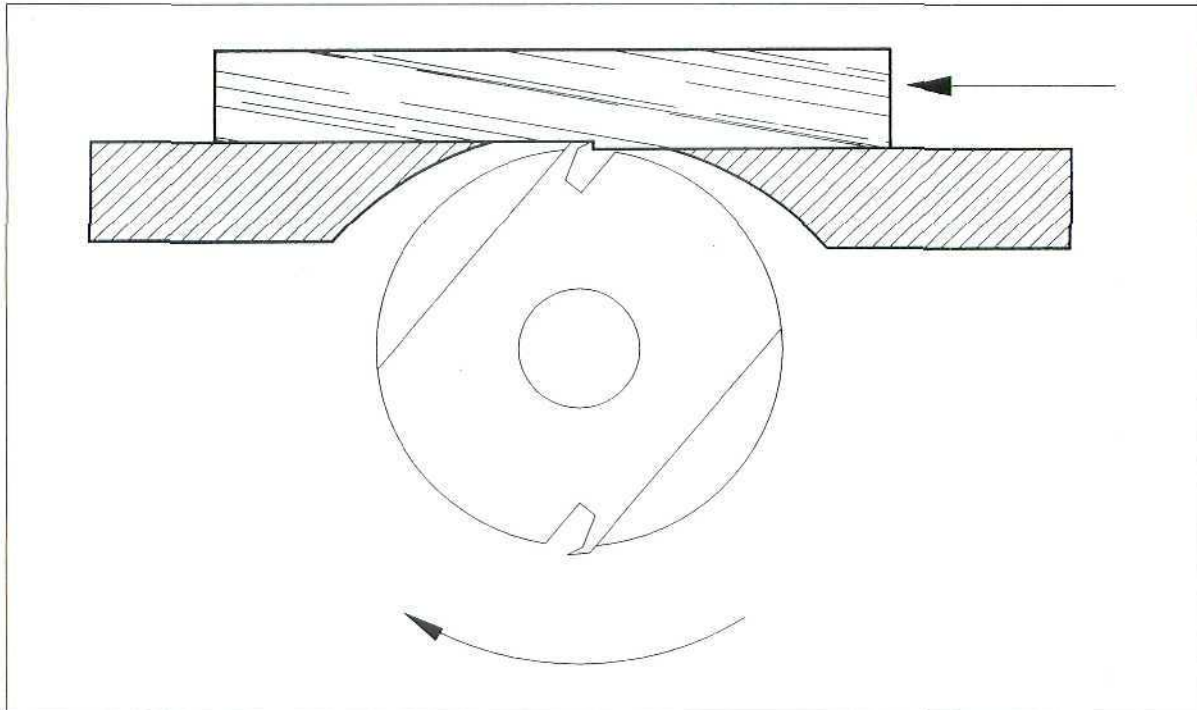


*Sierra de disco.*

Las máquinas anteriormente descritas, que se utilizan en las grandes serrerías para despiezar la madera en rollo, se utilizan también en pequeños talleres para adaptar piezas grandes a tamaños más pequeños.

Otro tipo de máquinas son las cepilladoras, cuya misión es dejar planas las superficies de madera que han sido labradas con sierra.

La cepilladora está formada por un árbol cilíndrico que lleva sujetas unas cuchillas; las cuchillas actúan sobre la madera a través de la abertura que dejan entre sí dos mesas por las que la madera se desliza. Al actuar las cuchillas en la madera, le quitan a ésta una capa cuyo espesor depende de la posición de la primera mesa a la que accede la madera respecto al árbol portacuchillas. La madera, al seguir avanzando, apoya la parte ya cepillada sobre la siguiente mesa, cuya prolongación es tangente a la superficie cilíndrica ideal que engendra el filo de las cuchillas al girar.



Cepilladora.

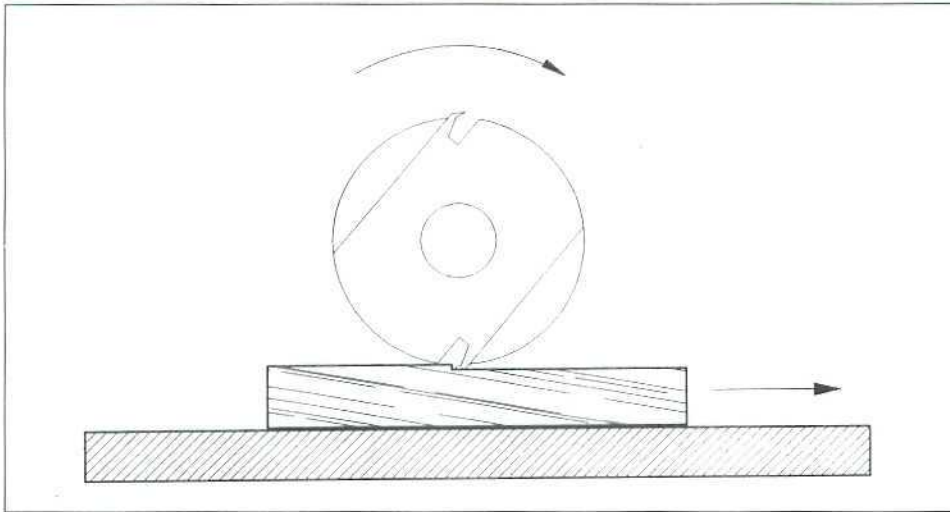
Con la operación anterior se consigue una superficie plana en la pieza de madera. Si se desliza esta superficie plana a lo largo de una guía cuyo plano sea perpendicular al de las mesas, se obtendrá una superficie también plana, pero perpendicular a la anterior. Con esta máquina se pueden obtener, por tanto, piezas prismáticas con sus caras paralelas y perpendiculares entre sí.

Para obtener piezas prismáticas de dimensiones transversales exactas se utiliza, en primer lugar, la cepilladora para obtener dos caras planas perpendiculares y, a continuación, una máquina llamada regresadora, cuyo esquema se representa en la figura de la página siguiente.

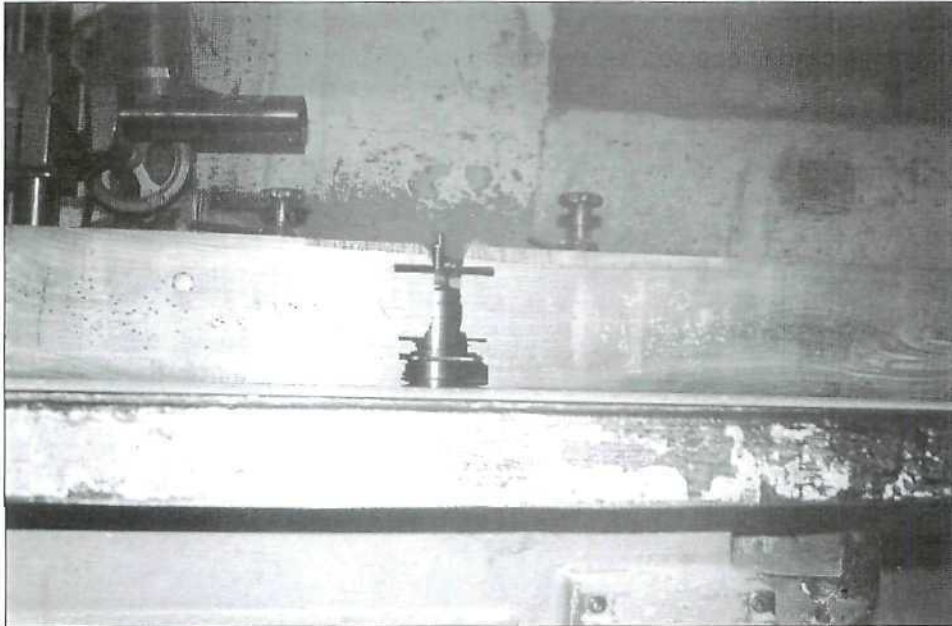
En la siguiente figura puede verse cómo el elemento de corte actúa por encima de la pieza, al contrario de como lo hace en la cepilladora. La cara plana ya obtenida apoya sobre la mesa y el árbol con las cuchillas actúa por encima para producir una superficie plana paralela a la superficie inferior y a una distancia exacta de ella. La alimentación de esta máquina es automática.

Para obtener perfiles especiales y molduras se utiliza una máquina llamada tupí que está formada por una mesa horizontal inclinable en cuyo centro tiene un orificio por el que sale un árbol vertical que gira a gran velocidad. Este árbol tiene una ranura diametral en la que se encaja la cuchilla con la forma de la moldura que se desea obtener.



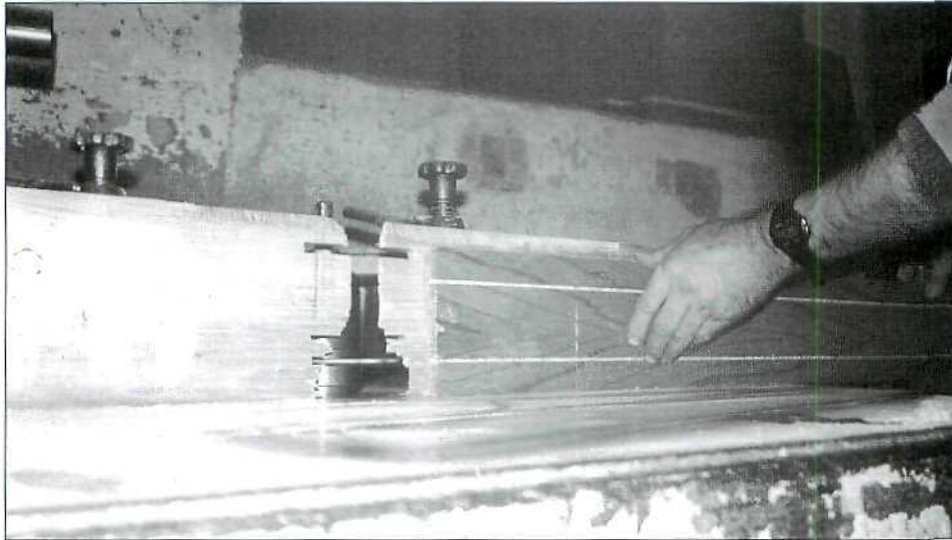


*Reguesadora.*



*Máquina tupí.*

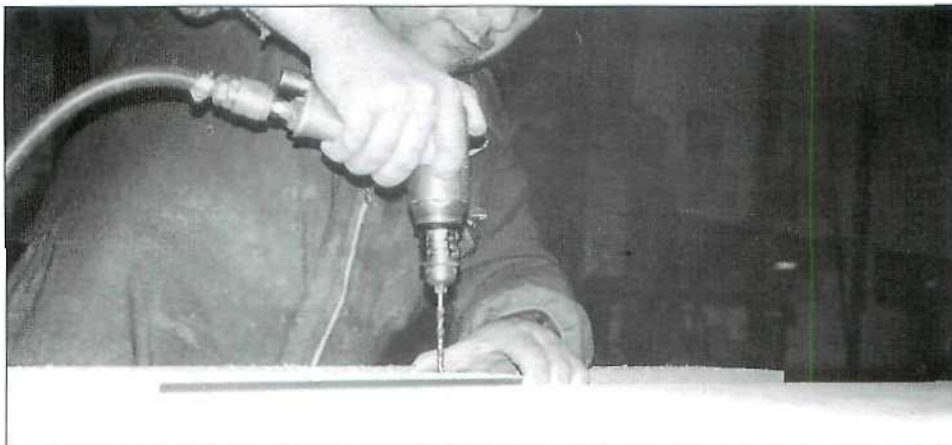
La alimentación es manual, como puede apreciarse en la siguiente figura, en la que aparece la máquina de la figura anterior alimentada con un tablero al que ya se le han practicado dos ranuras.



*Alimentación de una tupí.*

Aparte de las máquinas citadas que son las de uso normal en un taller de carpintería, se emplean otras para trabajos especiales. Entre éstas se pueden citar la taladradora, el torno, la espigadora, la pulidora y la escopleadora.

La siguiente figura muestra una taladradora.



*Taladradora.*

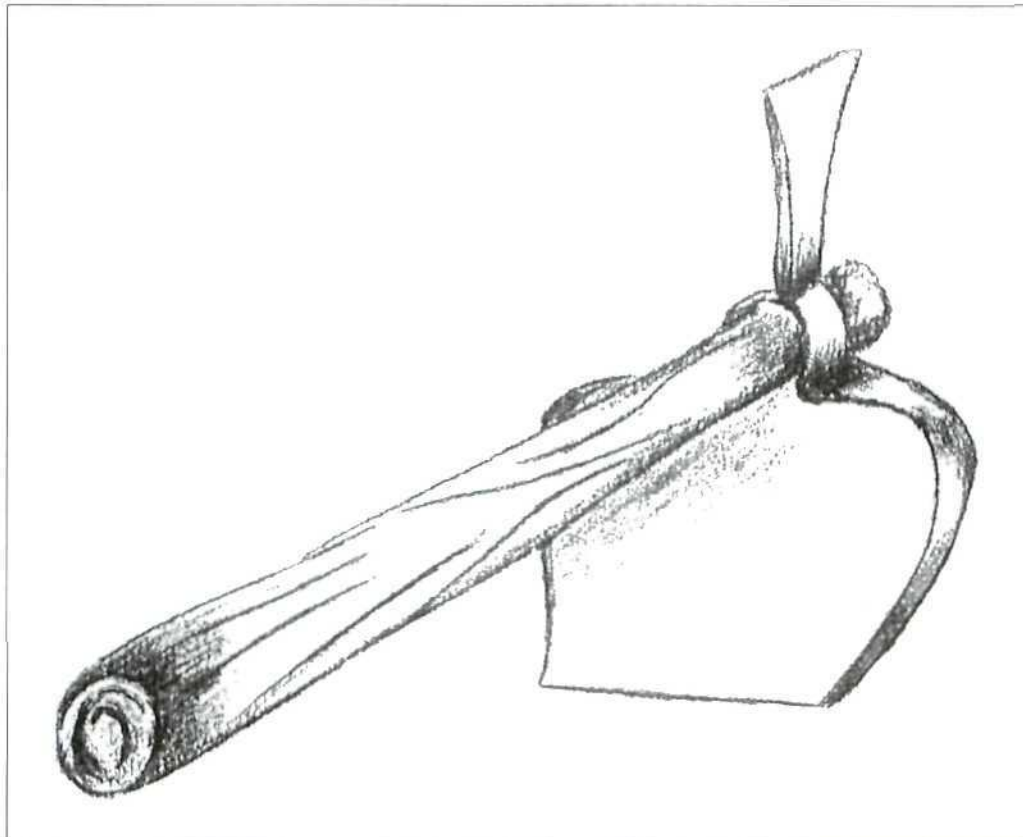


Para aumentar la calidad y resistencia de la madera es necesario protegerla. Una de las protecciones más indicadas es la de reducir el agua contenida en la madera y protegerla contra la humedad.

## 1.8. Aplicaciones de la madera

### Carpintería de armar

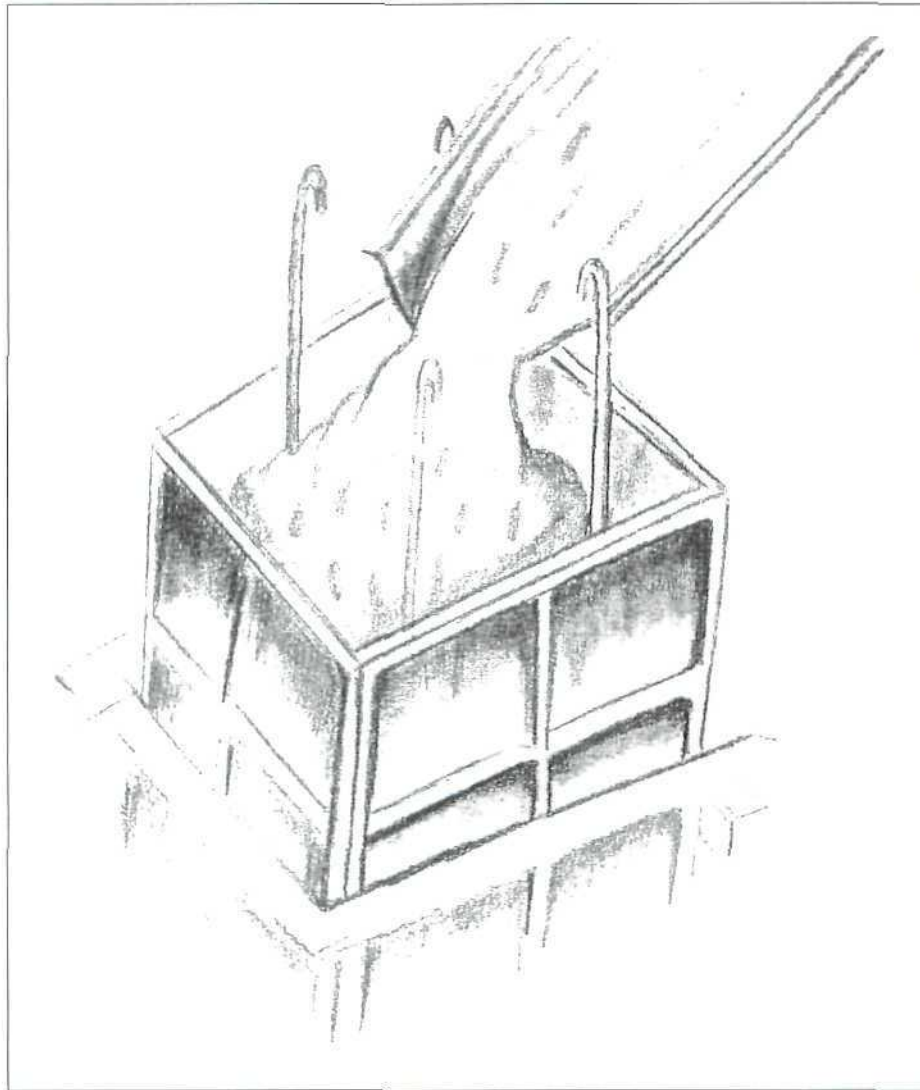
La carpintería de armar se caracteriza por la simplicidad de sus elementos y porque no es necesario que éstos tengan formas completamente regulares y superficies bien acabadas, ya que su uso no lo requiere. La madera utilizada se labra con hacha, azuela o sierra.



*Azuela.*

Dentro de este tipo de carpintería se incluyen:

- Postes para líneas eléctricas, telegráficas o telefónicas. Generalmente se hacen de madera de pino sometida a un tratamiento de conservación.
- Elementos de construcción como vigas, andamios, encofrados.



*Encofrado de madera.*



## Carpintería de taller

Los trabajos de los que se encarga este tipo de carpintería requieren piezas de madera de formas y dimensiones exactamente definidas, con superficies planas y bien acabadas y uniones entre piezas sin holguras. Para garantizar estas características es necesario que la madera sea sometida a operaciones realizadas con herramientas y máquinas más complejas que un hacha o una sierra.

Los productos más habituales son:

- Puertas. Se fabrican habitualmente en madera de pino de buena calidad para interiores, y en pino mellaste y roble para exteriores.
- Ventanas y balcones. Suelen construirse en madera de pino, que debe estar bien seca para evitar deformaciones.
- Persianas y pavimentos de parquet.
- Muebles. Se pueden fabricar en tipos de madera muy distintos. Desde madera de aglomerado hasta madera de gran calidad como la de haya o la de caoba se emplean, con frecuencia, en la fabricación de muebles.

El proceso de fabricación de los productos anteriores hace uso de máquinas de gran calidad. Algunas de ellas se muestran en las páginas siguientes.

## Cortadora automática

Es una sierra que se utiliza para cortar los grandes tableros que llegan a la fábrica en piezas más pequeñas, del tamaño requerido en cada caso. La máquina está dotada de un ordenador a través del cual la máquina ejecuta el corte de forma automática, según las órdenes de una sola persona que está al cargo de esta máquina.

## Máquina montadora

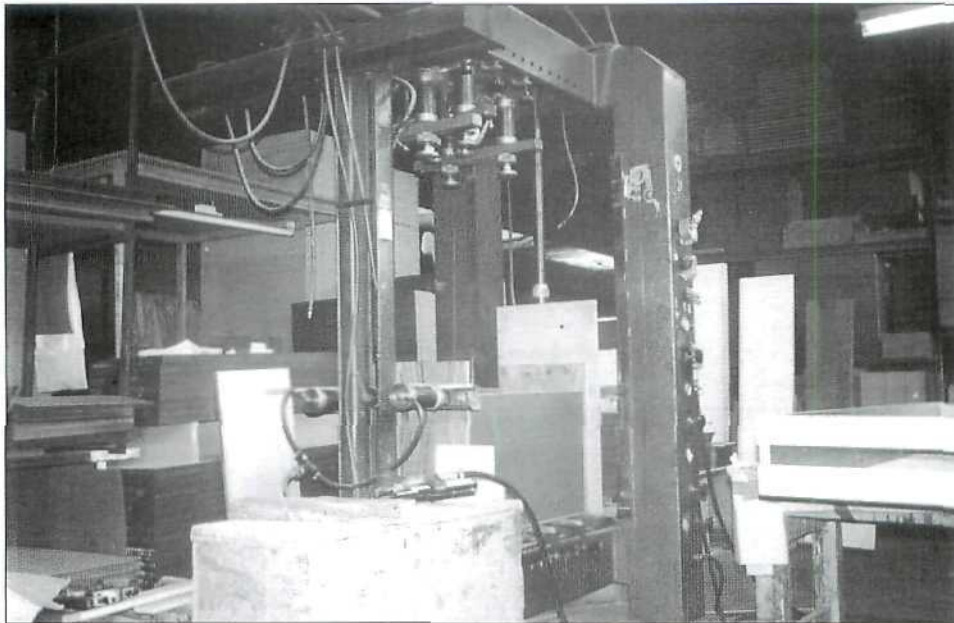
Esta máquina, tal y como muestra la fotografía siguiente, sirve para montar un mueble formado por varios módulos.

## Barnizadora

La barnizadora es capaz de barnizar en tres segundos un tablero de 1 m de longitud por 0,5 m de ancho. Esto supone un gran ahorro de tiempo y mano de obra en el proceso de barnizado de las piezas.



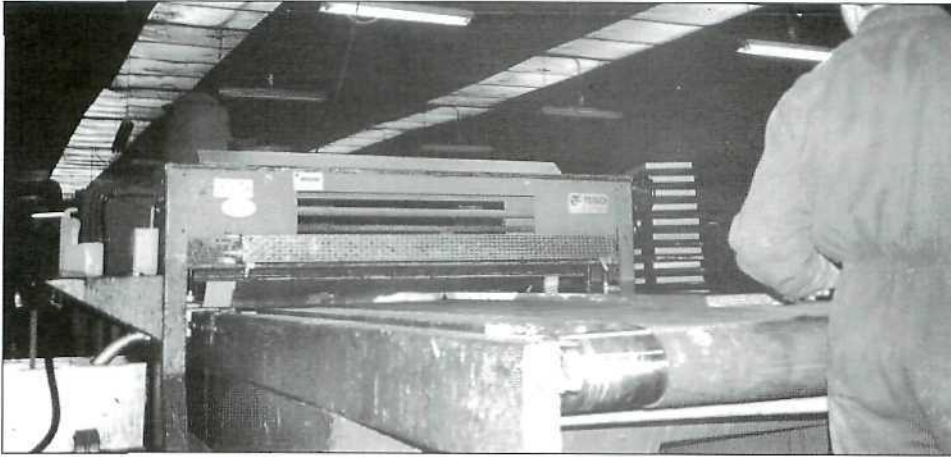
*Cortadora automática.*



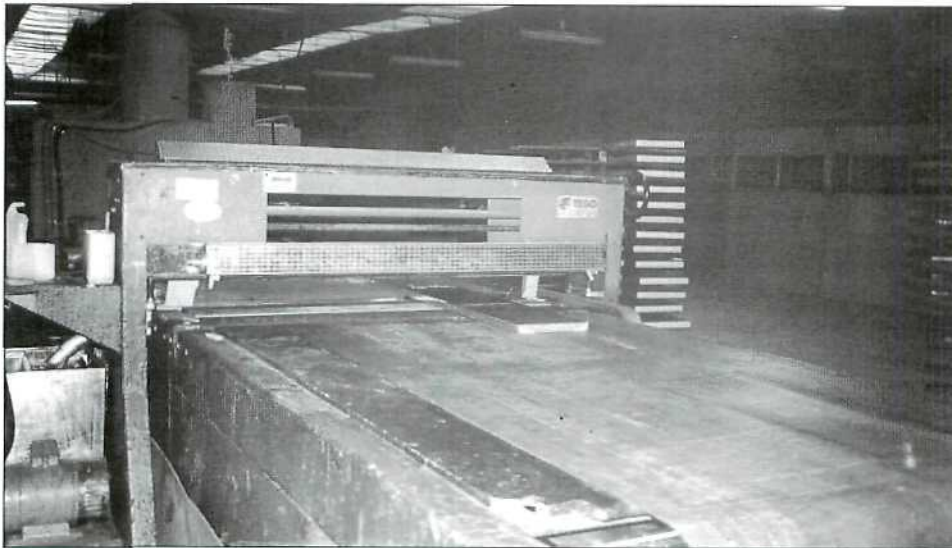
*Máquina montadora.*

En las dos fotografías siguientes aparece una barnizadora. La primera de ellas muestra la parte posterior de la máquina; desde ella se lleva a cabo la alimentación de la barnizadora de forma manual. En la segunda de las fotografías aparece la parte anterior de la máquina por la que salen los tableros barnizados.

En la figura puede apreciarse la cortina de barniz que suelta la máquina, que es capaz de barnizar en dos segundos un tablero.



*Parte anterior de una barnizadora.*



*Parte posterior de una barnizadora.*



### Actividad recomendada

Averigua de qué árbol procede la madera que compone cada uno de los muebles de tu casa incluidos en la lista siguiente:



- Mesa del salón.
- Mobiliario de la cocina.
- Sillas del salón.
- Armario de tu dormitorio.
- Tabla para cortar los alimentos.
- Parquet.

## 2. Operadores tecnológicos: final de carrera

### 2.1. Introducción

El interruptor fin de carrera es un elemento muy empleado en el control de máquinas eléctricas.

El nombre más extendido con el que se conoce este interruptor es interruptor fin de recorrido o final de carrera y así es como se ha denominado en esta unidad; sin embargo, es más adecuado denominarlo interruptor de posición.

Durante muchos años la maniobra y control de las máquinas eléctricas se realizó con ayuda de interruptores manuales que debían ser conectados o desconectados por un operario especializado de acuerdo con la secuencia de trabajo que se necesitase para conseguir un determinado movimiento. El operario tenía que vigilar atentamente el comportamiento de la máquina, con objeto de corregir con rapidez las anomalías que pudieran producirse, tales como sobrecargas o movimientos indeseados. Es indudable que tal forma de proceder requería de una gran experiencia y un considerable esfuerzo de atención por parte del personal. Además, se unía a ello el inconveniente de tener que actuar directamente sobre el circuito principal de la máquina por controlar lo que, en algunos casos, podía presentar para el operario un serio riesgo físico, sobre todo cuando el equipo de maniobra no estaba suficientemente protegido.

A partir de la Segunda Guerra Mundial la industria fue incorporando máquinas más complejas para hacer más rentable el proceso productivo. Ejemplo de ello son la industria del automóvil y las siderúrgicas, en las que es precisa la colaboración de un gran número de motores para realizar una función determinada, supervisada por un único operador desde un puesto de control o central de operaciones. Es indudable que este tipo de trabajo es difícil de conseguir con interruptores o cualquier otro elemento de gobierno que precise de un mando manual directo debido a que el operador no tendría tiempo material de accionar los circuitos correspondientes necesarios en cada caso. Estos y otros problemas similares fueron solventados con el llamado **control electromagnético**.

El control electromagnético se define como el gobierno de un determinado sistema mediante electroimanes, relés o contactores. De todos estos elementos, el contactor es el más empleado en la maniobra de motores.

Existe una gran cantidad de procesos industriales que requieren un funcionamiento automático. La automatización de estos procesos se lleva a cabo mediante control electromagnético. Este control se inicia con el accionamiento automático mediante un interruptor **fin de carrera** de cada uno de los sistemas de cada proceso concreto que estén automatizados. Los interruptores **fin de carrera** son dispositivos capaces de manejar la pequeña energía eléctrica necesaria para alimentar los electroimanes llamados contactores que, como antes se indicó, son los elementos más empleados en la actualidad en la maniobra de motores.

## Recuerda



La complejidad de las máquinas empleadas en los procesos de fabricación obligó a desarrollar un control a distancia y automático. Los interruptores fin de carrera se utilizan para accionar los contactores, elementos muy empleados en el control electromagnético.

## 2.2. Concepto: funciones que cumple

Los interruptores fin de carrera se utilizan como dispositivos capaces de modificar el circuito de una máquina o equipo. El interruptor fin de carrera suele instalarse por medio de un enlace mecánico directo o indirecto en la máquina accionada. Puede actuar parando un motor en sus límites normales de carrera o recorrido y ofrecer una protección contra excesos de carrera en el caso de que el motor trate de rebasar los límites establecidos. El interruptor fin de carrera también puede enclavar y regular la sucesión de movimientos de las distintas piezas de una transmisión interconectada, o iniciar otras funciones tales como la inversión, la transferencia o la periodicidad de un proceso.

Un ejemplo de aplicación de este tipo de dispositivo se halla en un aparato tan cotidiano como el ascensor. Estos aparatos llevan incorporado un interruptor fin de carrera que debe ser capaz de detener el ascensor cada vez que la posición de la caja del ascensor coincida con la de un piso que haya sido seleccionado previamente.

Hay numerosos modelos y construcciones de interruptores fin de carrera adecuados a muchas clases de trabajo.

## 2.3. Tipos y sus aplicaciones

El dispositivo de fin de recorrido puede ser un mecanismo eléctrico, mecánico o magnético. En las soluciones a la propuesta de trabajo de esta unidad se han empleado interruptores de fin de recorrido de tipo mecánico. A continuación se indican las ventajas y los usos más adecuados de algunos de los diferentes tipos de interruptores fin de carrera que existen en el mercado.

### Interruptores magnéticos

Presentan importantes ventajas respecto a los interruptores electromecánicos:

- Admiten velocidades de accionamiento muy altas o muy bajas.
- Pueden emplearse en ambientes muy agresivos sin que se corran riesgos.



- Son resistentes a ambientes con humedad elevada.
- Presentan elevada resistencia frente a agentes químicos corrosivos.

## Iniciadores

Los iniciadores son captadores de proximidad de piezas metálicas y su naturaleza es electrónica. Se emplean básicamente como fin de carrera electrónico y funcionan sin necesidad de que exista un contacto físico del iniciador con la pieza que lo acciona. Su conmutación, conexión o desconexión se efectúa por proximidad. Estos interruptores fin de carrera son más conocidos con el nombre de células fotoeléctricas.

Al carecer de contactos físicos y actuadores mecánicos, tiene una duración de vida prácticamente ilimitada, aunque sujeta siempre a la fiabilidad de los semiconductores, circuitos y componentes que lo forman.

El uso de los iniciadores es más indicado que el de los interruptores mecánicos en los casos siguientes:

- Dificultades de contacto por las características del ambiente.
- Fuerza de accionamiento débil o inexistente.
- Alta cadencia de funcionamiento (muchas maniobras por minuto).
- Necesidad de larga duración de vida.
- Presencia de grandes vibraciones u oscilaciones.
- Cuando haya que evitar reacciones mecánicas o magnéticas, como es el caso de las básculas.

## Actividad recomendada



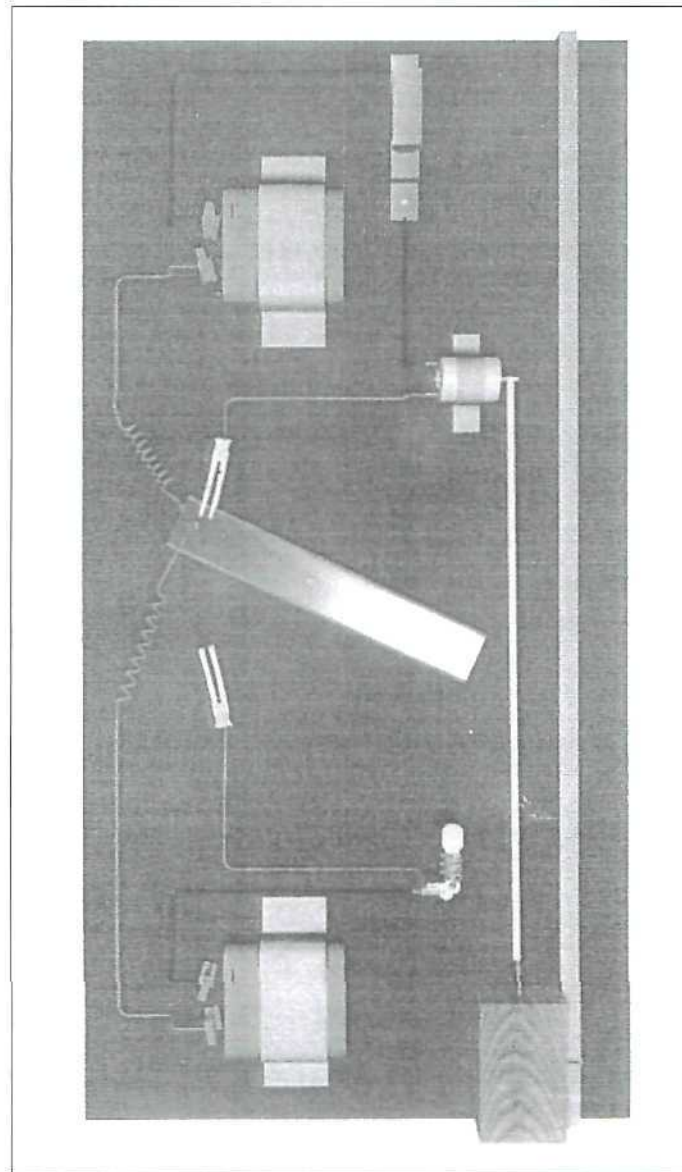
Busca aplicaciones de interruptores fin de carrera.

## 2.4. Elementos que lo forman

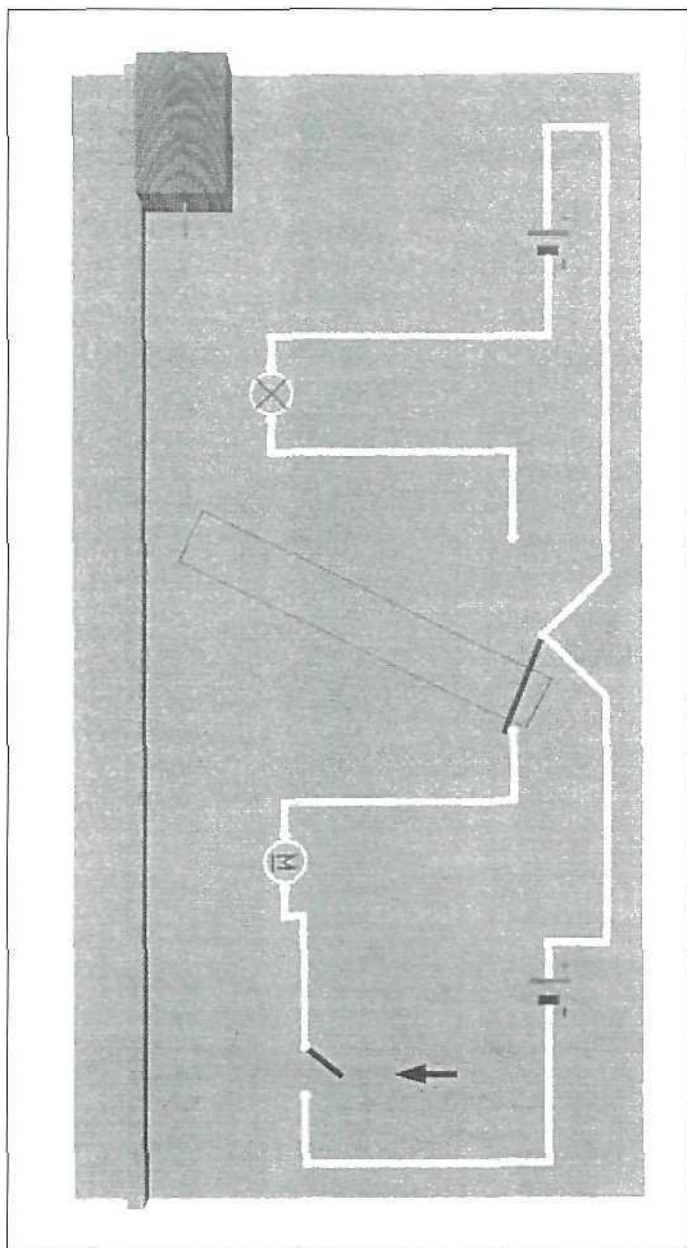
Para presentar de forma más clara los elementos que constituyen este tipo de dispositivos se recurre a la figura de la página siguiente, en la que aparecen:

- Una fuente de alimentación.
- Un motor que activa el elemento móvil del interruptor.

- Una bombilla que funciona como testigo avisador alimentada por una pila a través de un circuito independiente al del interruptor.
- Un circuito que conecta todos los elementos anteriores.



*Esquema de un dispositivo fin de carrera.*



Montaje de un interruptor fin de carrera.



### **III. Fundamentación científico-técnica**





# 1. Introducción

El concepto más importante de los aplicados en las máquinas que se presentan en esta unidad es el de realimentación. Este concepto es esencial en la teoría de los sistemas de control.

La teoría de la regulación automática, conocida como teoría de control en la literatura anglosajona, estudia el comportamiento dinámico de un sistema frente a las perturbaciones u órdenes de mando.

Se denomina sistema a un conjunto de elementos relacionados entre sí de tal forma que las modificaciones o alteraciones en las magnitudes de uno de ellos pueden provocar perturbaciones en las magnitudes de los demás elementos. A las magnitudes que definen el comportamiento de un sistema se las conoce como «variables del sistema» y su naturaleza es la que determina el carácter del sistema al que están asociadas. Si las variables son de tipo físico se tendrá un sistema físico; de igual modo, existen sistemas económicos, biológicos o sociológicos.

La búsqueda de una unificación en el tratamiento teórico de sistemas tan dispares como un sistema de transmisión de datos, un proceso químico, un vehículo espacial, una central hidroeléctrica y tantos más ha llevado a la teoría de sistemas a basarse fundamentalmente en modelos matemáticos abstractos, que representan y describen con una aproximación adecuada el comportamiento del sistema en cuanto a sus relaciones causa-efecto. Este tipo de modelo matemático fue concebido inicialmente para realizar el análisis del comportamiento dinámico de sistemas físicos, pero se utiliza igualmente para realizar la síntesis de sistemas que, en general, deban adaptarse a un comportamiento prefijado.

Los modelos más sencillos utilizados en la teoría de sistemas pueden integrarse, en principio, en dos grupos fundamentales: modelos axiomáticos y modelos empíricos. Los primeros se obtienen a partir de las ecuaciones físico-matemáticas que caracterizan el comportamiento dinámico del sistema y pueden considerarse, en su sentido más amplio, como una generalización de las leyes de Newton. Los modelos empíricos representan el conocimiento adquirido acerca del sistema, mediante datos experimentales obtenidos de su propio comportamiento a través de relaciones entrada-salida. Esta última concepción está relacionada muy directamente con la representación clásica del sistema como una «caja negra».

Es importante señalar que el concepto de «caja negra» se ha introducido de tal forma en la tecnología que prácticamente se ha olvidado que para determinados condicionamientos y estudios dicho método puede conducir a un callejón sin salida, especialmente cuando se trata de sistemas de gran envergadura y complejidad. Kallman fue el primer científico que hizo notar que, para este tipo de sistemas, el método de descripción basado únicamente en el comportamiento entrada-salida no era suficiente y demostró que era necesario tener en cuenta determinados aspectos de su estructura interna para conseguir una representación correcta de dichos sistemas.

La teoría clásica del control se desarrolló durante la Segunda Guerra Mundial y se caracteriza por la introducción del concepto de «función de transferencia» por el análisis y el diseño mediante métodos de cálculo basados en una transformación. La transformación es una correspondencia que asigna a los elementos de un determinado conjunto A, elementos de otro conjunto B con los que resulta más sencillo trabajar. La teoría

moderna del control se ha desarrollado como consecuencia de la aparición de los ordenadores dotados de gran velocidad de cálculo. La teoría moderna se caracteriza por la introducción del concepto de «variables de estado» y utiliza en gran medida el álgebra matricial.

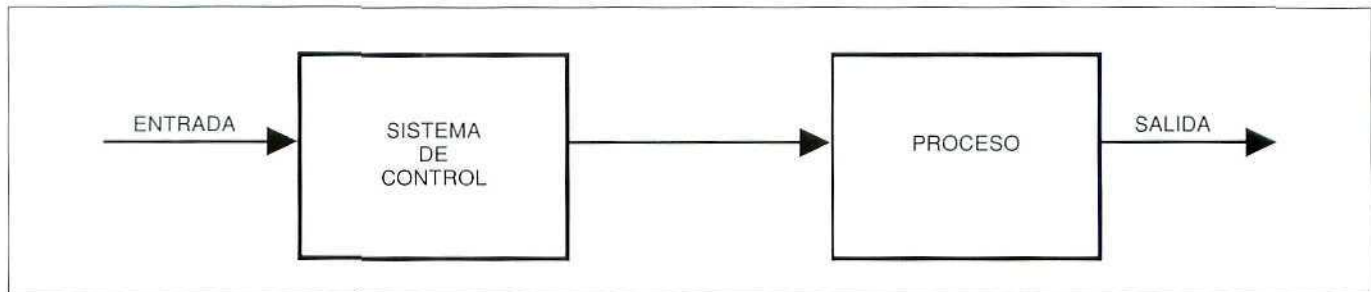
La teoría clásica, en comparación con la teoría moderna, tiene la ventaja de hacer menos énfasis en las técnicas matemáticas y más énfasis, por el contrario, en la comprensión clara del comportamiento físico del sistema. Por otra parte, en determinadas circunstancias, la solución clásica no sólo es la más sencilla, sino la más adecuada.

## 2. Sistemas de control

Dentro de las técnicas de control existen dos tipos de sistemas claramente diferenciados cuyo comportamiento se rige por principios diferentes: los denominados «sistemas de control en bucle abierto» y los «sistemas de control en bucle cerrado».

### 2.1. Sistemas de control en bucle abierto

En estos sistemas, la señal de entrada actúa directamente sobre los elementos que se encargan de controlar el comportamiento del sistema sin que la salida del sistema actúe sobre la señal de entrada, tal como se representa en el diagrama de bloques de la siguiente figura.



Un ejemplo de este tipo de sistemas es el dispositivo de control que tienen instaladas algunas bibliotecas a su salida. La salida de este sistema de control es una emisión sonora que es activada cuando se produce una variación del campo electromagnético que forma parte del sistema. Cuando la puerta de salida es rebasada por un libro de los que llevan instalada una lámina magnética, el campo electromagnético varía. La salida del sistema, una emisión sonora, no influye en la entrada al propio sistema que es la presencia del libro en el campo magnético.

Los sistemas de control en bucle abierto carecen de detector de señal de error y de controlador, por ello en un sistema de este tipo la variación con el tiempo de la señal de entrada ha de ser programada de forma que la variación con el tiempo de la señal de salida resulte la deseada; todo ello en ausencia de perturbaciones incontroladas.

En este tipo de sistemas es necesaria una función de gobierno del sistema para que, en condiciones de no perturbación, el sistema cumpla el cometido que le ha sido asignado. Un ejemplo clásico de un sistema de control en bucle abierto lo constituye el control de una lavadora automática. La lavadora automática, mediante su



programador y temporizador, realiza las funciones de lavado con la duración y secuencia previstas, sin que en ningún momento influya sobre la acción de gobierno la señal de salida, que en este caso sería la limpieza de la ropa. La calidad y eficacia del sistema dependen, lógicamente, de la exactitud con que cada uno de los elementos de la cadena de mando cumpla su misión; concretamente de su precisión: si existiesen perturbaciones en el sistema, éste incumpliría la función que se le encargó y, por tanto, no sería utilizable. En consecuencia, la condición que debe cumplirse para que un sistema de regulación en bucle abierto sea utilizable es que sean estables y conocidas las relaciones entre la entrada y la salida y que en el sistema no existan perturbaciones ni internas ni externas.

Otro ejemplo de un sistema de control en bucle abierto puede ser el circuito de calentamiento de agua en un tanque mediante un intercambiador de calor sumergido y en el que el intercambio de agua se realice a través de una resistencia. En este sistema los datos de partida serán la tensión de alimentación, la temperatura del agua a la entrada, las condiciones externas y una demanda de caudal de agua constante. Con estos datos de partida la temperatura de salida del agua permanecerá constante.

El esquema de control del nivel de agua en un depósito constituye otro ejemplo de sistema de control en bucle abierto. El control se realiza mediante un sensor que mide la presión ejercida por el agua en cada instante y, a partir de ella, determina la cota. El sensor envía la medida recibida al dispositivo de control. Este dispositivo compara la medida recibida con un nivel máximo, por encima del cual el agua no debe subir. Cuando la cota del agua alcanza el nivel máximo se enciende una luz. Esta última acción es la salida del sistema.

Otros ejemplos de control en bucle abierto son los siguientes:

- Sistema de alarma de una vivienda que consista en la activación de un timbre cuando se abra una puerta o una ventana.
- La barrera de acceso a un aparcamiento.
- La apertura automática de la puerta de acceso a un garaje.

### Actividad recomendada



Busca ejemplos de dispositivos que lleven instalados sistemas de control en bucle abierto.



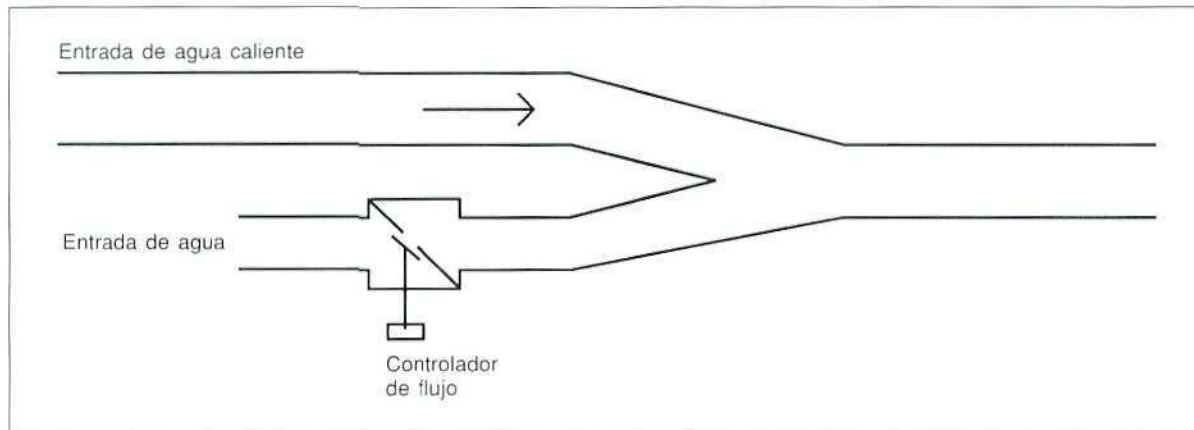
Cuando hayas encontrado lo que te solicitan en la actividad anterior ponte en contacto con tu tutor.



## Actividad 1

Analiza el sistema de control que a continuación se presenta y descubre si se trata o no de un sistema de control en bucle abierto, explicando por qué.

La figura muestra un sistema de calentamiento de agua. El agua que se desea calentar accede al circuito por la tubería inferior que lleva incorporado un sistema de control de flujo que permitirá controlar el caudal de entrada de agua a este sistema. El agua caliente que se prevé mezclar con la fría, para elevar la temperatura de esta última, accede al circuito por la tubería superior.

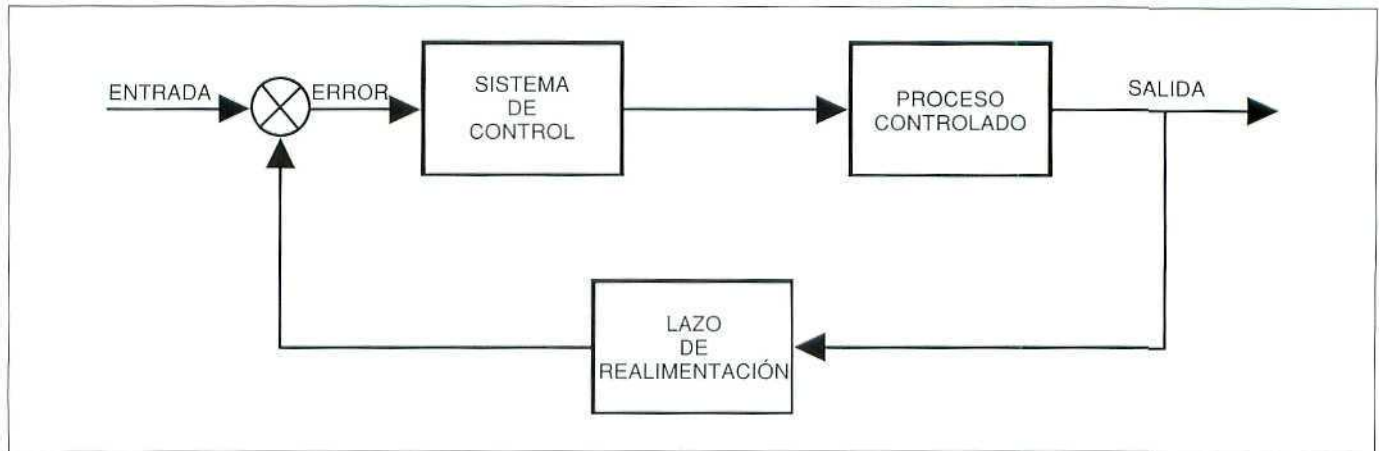


## 2.2. Sistemas de control en bucle cerrado

Parece lógico pensar que, salvo en casos muy concretos, hay que contar con que todo sistema por su propia naturaleza se ve sometido a perturbaciones, por lo que deben existir sistemas capaces de anular o reducir a un mínimo el efecto de las perturbaciones que puedan surgir. A tal principio responden los sistemas de regulación en bucle cerrado, en los que la entrada antes de ser introducida en los elementos de control es modificada en función de los valores que se van adquiriendo a la salida, tal como se muestra en el esquema de la siguiente figura.

En el esquema anterior puede verse cómo se realimenta el sistema mediante la señal de salida que debe pasar por un detector de error en el que la señal de salida es restada de la señal de entrada, de forma que sea la diferencia de ambas, llamada error, la que actúe sobre los elementos de control para reducir el error a cero.

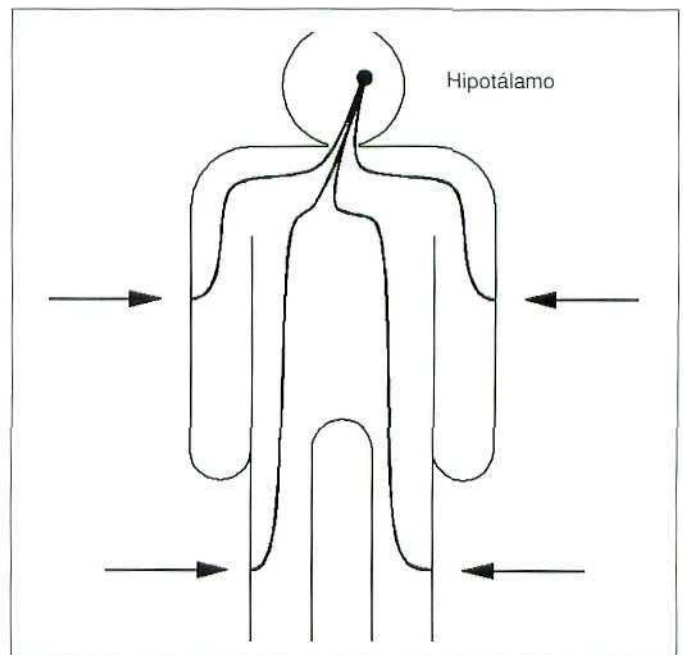




y llevar la salida a su valor correcto. Se trata, pues, de una verdadera regulación, cuya misión consiste en mantener constante, o hacer variar según un programa prefijado, una determinada magnitud física del proceso, independientemente de las perturbaciones que puedan afectarlo. Para ello es necesario que la magnitud sometida a regulación, la salida, sea medida continuamente con el fin de poder compararla con una referencia, de forma que cuando exista una discrepancia entre ambas el sistema reaccione para anularla.

Un curioso ejemplo de sistema realimentado, por tanto de control en bucle cerrado, es el sistema de control de temperatura de nuestro propio organismo. El control de nuestra temperatura corporal funciona del modo siguiente: el cuerpo humano detecta la temperatura ambiental y manda una señal al hipotálamo con la información recibida. Si en el exterior se ha producido un incremento de temperatura elevado, se inicia automáticamente la sudoración corporal; si por el contrario el cuerpo se enfría demasiado, se reduce el flujo de sangre hacia la epidermis y comienzan a producirse escalofríos. El esquema de funcionamiento de este sistema es el que se indica en la figura adjunta.

En principio, todo sistema cuya misión sea mantener la magnitud por regular en un valor constante se denomina «sistema de regulación». Un ejemplo de un sistema de esta índole puede ser una caldera de vapor en la que se necesita que la presión del vapor permanezca constante, cualesquiera que sean las condiciones de trabajo de la instalación. Cuando la función de



un sistema es constatar en el tiempo los valores que va adquiriendo una señal de referencia se le denomina «servosistema» o «servomecanismo». Este es el caso del dispositivo de direccionamiento de un cañón que, ante la aparición de un blanco móvil, ha de apuntar constantemente hacia él, teniendo en cuenta su trayectoria.

## Recuerda



Los sistemas de regulación en bucle abierto son muy sensibles a las perturbaciones, mientras que los sistemas en bucle cerrado son prácticamente insensibles a ellas.

La estabilidad puede lograrse con facilidad en los sistemas en bucle abierto; en los de bucle cerrado, por el contrario, la estabilidad puede dar lugar a problemas importantes por tratarse de sistemas realimentados. En cuanto a la precisión lograda en la salida, no cabe duda de que los sistemas de bucle cerrado son más precisos, pero a pesar de ello, debido a las propias características internas del sistema, la salida puede presentar un cierto error permanente. Debido a lo anteriormente expuesto puede decirse, de forma general, que el diseño de un sistema de regulación realimentado consiste en llegar a un compromiso entre dos factores contrapuestos: la estabilidad y la precisión del sistema.

Los sistemas de regulación pueden clasificarse atendiendo a distintos criterios, pero quizá en una primera aproximación lo más adecuado sea hacerlo de forma tal que queden descritas con claridad las características y comportamiento del sistema, ya sea por su propia configuración y forma de trabajo o por el carácter de sus variables.

Si la clasificación se basa en el comportamiento de los elementos integrantes del sistema, éste puede ser «lineal» o «no lineal». Un sistema será lineal si todos sus componentes son lineales, basta con que exista un solo componente no lineal para que el sistema sea no lineal. Los sistemas lineales se caracterizan por cumplir el principio de superposición. Sean  $r_1(t)$  y  $r_2(t)$  las respuestas del sistema a dos entradas  $x_1(t)$  e  $x_2(t)$  diferentes, sean  $a_1$  y  $a_2$  dos constantes. El sistema será lineal si la respuesta a la señal de entrada,  $x(t)$ , dada por la expresión (I) coincide con la expresión (II) de la señal  $r(t)$  para cualquier valor de  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $a_1$ ,  $a_2$ . Si esta condición se cumple solamente en un determinado intervalo de valores el sistema será lineal en ese intervalo:

$$(I) \text{ señal de entrada: } x(t) = a_1 x_1(t) + a_2 x_2(t)$$

$$(II) \text{ señal de salida: } r(t) = a_1 r_1(t) + a_2 r_2(t)$$

En el mundo físico que nos rodea, los sistemas lineales en sentido estricto prácticamente no existen, pues cualquier sistema físico real presenta comportamientos no lineales de algún tipo. A pesar de todo, si los valores de las señales de entrada quedan comprendidos en un intervalo dentro del cual los componentes del sistema pueden considerarse como lineales, éste podrá ser tratado como lineal en dicho intervalo. Este es el caso que se da con mayor frecuencia en la práctica. El sistema constituido por los ingredientes de una cafetera y la propia cafetera constituye un ejemplo de sistema lineal, pues si se le añade el doble de agua se obtiene el doble de café y si a una cantidad de agua se le añade el doble de café de lo habitual podría decirse que el café obtenido es el doble de fuerte.



Los sistemas de regulación de tipo lineal representan un grupo de gran importancia dentro de los sistemas de regulación, ya que, por un lado, son los más utilizados y, por otro, los métodos matemáticos de cálculo más potentes se han desarrollado precisamente para este tipo de sistemas. A ello contribuye también el que el comportamiento de determinados elementos no lineales y su influencia sobre el sistema, en numerosos casos, solamente pueda ser estudiado aproximando dichos elementos a otros de comportamiento lineal.

Los elementos de regulación no lineales tienen un comportamiento más complejo que los lineales y requieren un estudio especial según el tipo de no linealidad que presenten.

Un ejemplo típico de sistema no lineal lo constituye un simple interruptor, ya que admite dos únicas entradas, abierto o cerrado, para las que pueden existir, sin embargo, innumerables salidas, como ocurre en el caso de un interruptor que regule la intensidad de la luz.

Los sistemas también pueden clasificarse desde el punto de vista del número de variables que lo componen. Esta clasificación da lugar a dos grupos: los sistemas multivariantes son aquellos en los que existen varias entradas y varias salidas; los sistemas univariantes son aquellos en los que existe una sola variable de entrada y una variable de salida. Un sistema lineal multivariable puede ser tratado como si estuviera constituido por varios sistemas de una sola variable de acción superpuesta.

### Recuerda



Los sistemas de regulación pueden clasificarse en lineales y no lineales.

Otra clasificación posible es la que diferencia entre sistemas multivariantes y univariantes.

### Actividad recomendada



Indica qué elementos serían necesarios añadir al esquema que se incluye en la Actividad 1 de esta unidad para transformarlo en un sistema de control en bucle cerrado o realimentado.

### Actividad recomendada



Cuando hayas analizado las máquinas que se presentan en esta unidad, intenta descubrir si llevan sistemas en bucle abierto o cerrado y si son multivariables o no.

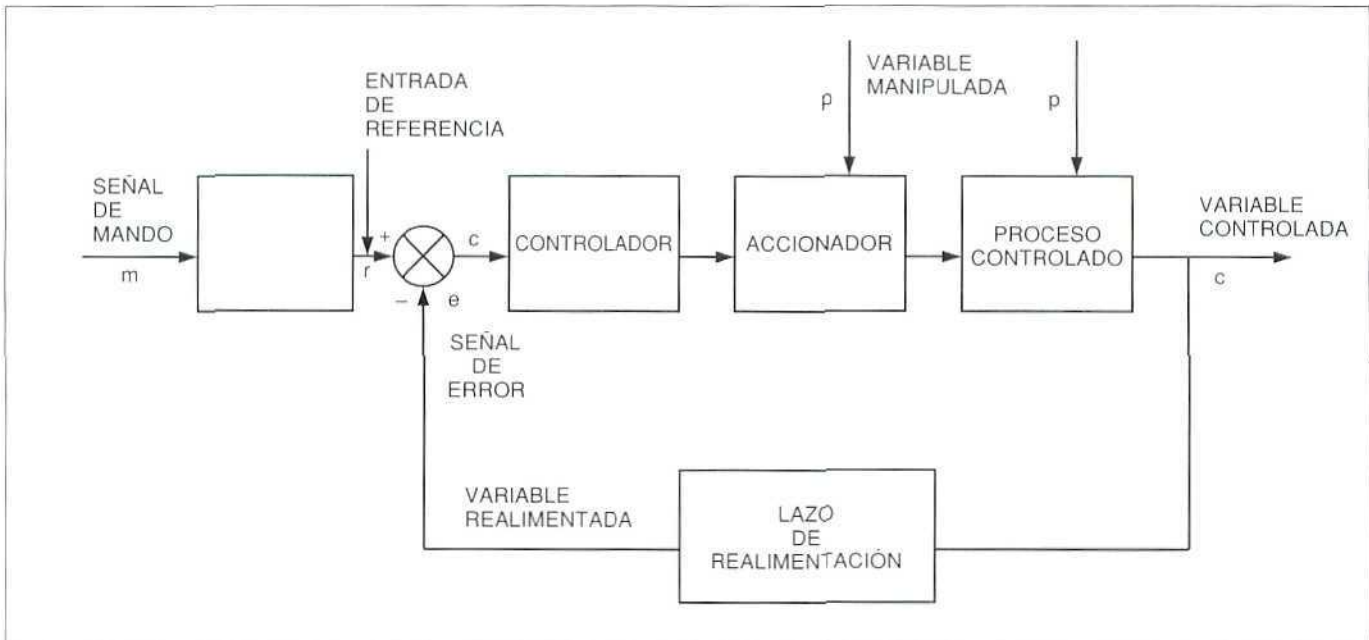


Comenta con tu tutor las soluciones que hayas encontrado para las dos actividades anteriores.

### 3. Componentes de un sistema realimentado

La configuración básica de un sistema en bucle cerrado o realimentado viene dada por:

El elemento de partida, que es a la vez centro de todo el sistema en el proceso que se quiere regular. El control del sistema actuará de forma que una determinada variable se vea obligada a sufrir una variación en función del tiempo que se ajuste a una ley prefijada. Por ejemplo, para que alcance un determinado valor y se mantenga en él aunque se produzcan ciertas perturbaciones en la marcha del proceso. La variable «c» que aparece en el esquema y constituye la señal de salida del sistema se denomina «variable controlada».



Dentro del propio sistema, o en su exterior, se originan **perturbaciones «p»** que afectan a la variable controlada y la obligan a adquirir valores diferentes a los previstos. Para que la variable controlada retorne al valor correcto y se mantenga en él, es preciso captar la variable mediante un dispositivo de medida adecuado y dirigirla, a través de un elemento de realimentación, hacia un comparador. A menudo, la variable controlada suele transformarse en otra magnitud física de más fácil manejo como por ejemplo una tensión o una intensidad de corriente eléctrica. Por ejemplo, si como señal de salida se tiene el número de revoluciones de un eje mecánico, dicha salida es transformada mediante un taco generador en una tensión eléctrica proporcional a ese número de revoluciones.



A la señal de salida del elemento de realimentación se la denomina «**variable realimentada**». Dicha variable da una indicación de los valores que va tomando la variable controlada, de forma que la variable controlada pueda ser comparada constantemente con una señal de referencia «*r*» en el comparador. A **la señal de salida del comparador «c»** obtenida según la diferencia  $c = r - e$  se la denomina error o señal de error; dicha señal tiene, como principal característica, que es de fácil tratamiento. Si la señal de error es nula, la variable controlada tendrá un valor que coincidirá exactamente con el previsto. Si no lo fuera, el error actuaría sobre un regulador o corrector que proporciona a su salida una señal o variable de control «*s*», que influirá a través de un accionador sobre el proceso para que el error tienda a reducirse a cero. A la señal de entrada al proceso, «*a*», procedente del accionador se la denomina «variable manipulada o de acción».

La señal de referencia, que es la que fija la ley de variación de la salida del sistema en función del tiempo, se obtiene a partir de una entrada o señal de mando «*m*», debe ser preparada con anterioridad en el selector de referencia para poder compararla con la variable realimentada.

Dentro del sistema de regulación, el regulador es el elemento que determina el comportamiento de todo el bucle de realimentación, por lo que ha de ser un componente dotado de gran precisión y fácilmente accesible para el diseñador. Igual sucede con el selector de referencia y los elementos de realimentación. La misión de estos tres dispositivos es la de elaborar y cuidar la calidad de la señal de control. Los niveles de potencia utilizados por los tres dispositivos son bajos. El accionador, por el contrario, suele ser un elemento de potencia cuya configuración vendrá fijada por el tipo de proceso o planta a regular. Las perturbaciones se producen a menudo en el accionador o en el propio proceso.

Puede decirse que los objetivos del sistema de regulación son dos: anular la acción de las perturbaciones sobre la variable controlada y hacer que ésta siga exactamente las variaciones de la señal de mando.

## Recuerda



El objetivo de un sistema realimentado es controlar el valor de una variable, de forma que su evolución siga un camino prefijado. Para conseguirlo es necesario insertar un comparador en el proceso de control.

La señal de mando es una señal física que puede presentarse mediante un dispositivo mecánico, térmico o eléctrico. Por tanto, en primer lugar se necesita un captador de señal o sensor que pueda tomar la señal y mantenerla en la misma forma energética que ha sido captada o bien, como es normal en los sistemas de regulación, convertirla en una señal eléctrica mediante un transductor. Una vez captada la señal procedente del sensor y convertida a su correspondiente magnitud eléctrica, lo normal es amplificar la señal mediante los amplificadores operacionales junto con el resto de circuitos que pudieran ser necesarios.

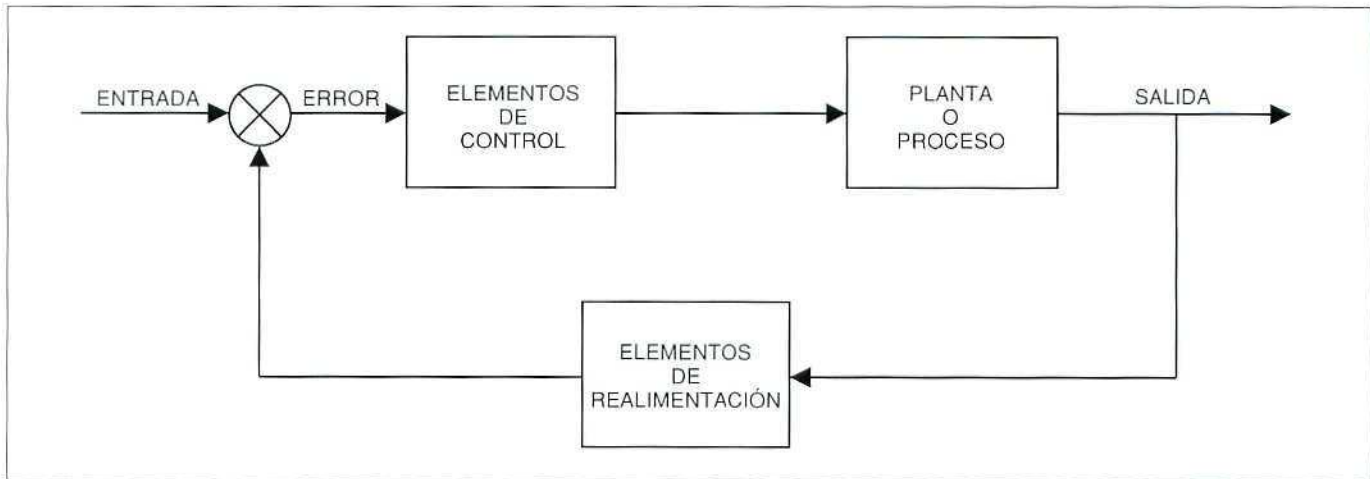
La señal procedente del regulador actúa sobre el proceso si la comparación con una señal de referencia sobrepasa ciertos límites. Si la señal sobrepasa esos límites han de funcionar los actuadores que influyen en el proceso para devolverlo a sus límites normales, cambiando el tipo de señal física si fuese necesario.

Las perturbaciones introducidas en el sistema pueden deberse a los elementos mecánicos, si los hubiere, o a ruidos debidos a la frecuencia de trabajo de los componentes electrónicos. Estos ruidos de origen eléctrico pueden eliminarse mediante la adición de filtros.

### Actividad recomendada



Señala los componentes del sistema que se presenta en el esquema de la siguiente figura:



El esquema muestra el sistema del control del rumbo de un barco. Está constituido por un servomecanismo que lleva incorporado un giróscopo náutico. La función de dicho giróscopo es la de mantener constante el rumbo. El giróscopo acciona un servomotor que actúa, a su vez, sobre el timón del barco y lo dirige en el sentido necesario para mantener el rumbo deseado.

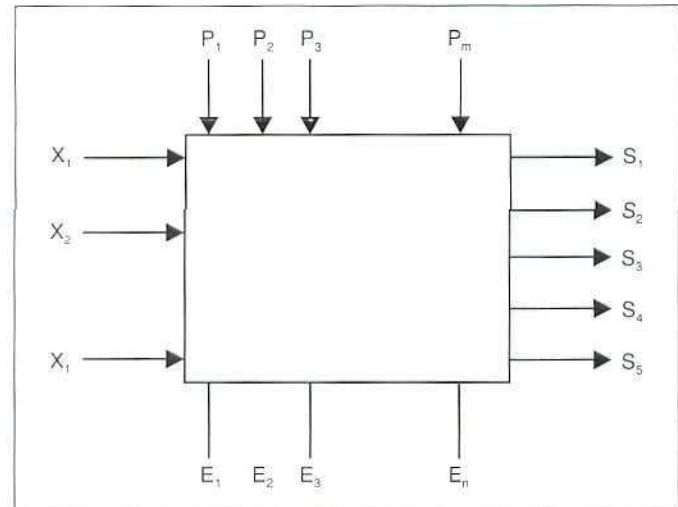




## 4. Variables

Para poder realizar el análisis de cualquier sistema interesa conocer la relación entre determinadas «entradas» o excitaciones y ciertas «salidas» o respuestas. En la figura que se presenta más adelante se ha representado un sistema mediante un bloque en el que se incluyen las variables que actúan sobre el sistema. Para ello se han utilizado flechas que representan el sentido de la circulación.

En el esquema anterior pueden distinguirse cuatro tipos de variables distintas. Las variables  $x_i$ , denominadas «variables de entrada» o de excitación, y las variables  $p_i$  o «perturbaciones». Ambas influyen sobre el sistema desde el exterior; las primeras pueden ser elegidas libremente, pero no las segundas, ya que su actuación sobre el sistema se realiza de forma incontrolada. Un segundo grupo de variables lo constituyen las variables  $s_i$ , denominadas «variables de salida» o respuesta del sistema, y las  $e_i$ , «variables de estado». Estas últimas son el conjunto mínimo de variables del sistema, tal que conocido su valor en un instante dado permiten conocer la respuesta del sistema ante cualquier señal de entrada o perturbación. Tanto las variables de salida como las de estado facilitan información sobre el comportamiento del sistema. Las primeras son accesibles, por lo que pueden ser medidas; las segundas, por el contrario, no siempre pueden medirse.



La teoría clásica del control estudia el comportamiento dinámico del sistema ante perturbaciones, a partir de las relaciones existentes entre las variables de entrada y las de salida, y lo caracteriza por su comportamiento externo. La teoría de control moderna caracteriza el sistema mediante las variables de estado, es decir, por su comportamiento interno.

El estudio de los sistemas físicos se lleva a cabo mediante una representación por componentes ideales cuyo comportamiento pueda ser definido mediante expresiones matemáticas. La elección del modelo más adecuado para representar correctamente un determinado sistema físico no es un problema simple, ya que entraña un compromiso importante entre la complejidad del modelo seleccionado y el rigor con que ese modelo representa el comportamiento del sistema real. Cuando el modelo utilizado es demasiado simple, los resultados obtenidos pueden no coincidir exactamente con la realidad física; pero sí, por el contrario, fuese demasiado complejo, su estudio podría encerrar demasiada dificultad y complejidad.

Las variables que intervienen en el grupo de ecuaciones que define el comportamiento de los diversos bloques de un diagrama estructural pueden tener dimensiones totalmente diferentes debido a las diversas tecnologías utilizadas en el sistema de regulación; a continuación se dan algunos ejemplos de variables:

Corriente, tensión, potencia eléctrica.

Desplazamiento, velocidad, fuerza.

Temperatura, caudal, dosificación.

Valor del pH, concentración, cromatografía.

Si estas variables se mantuvieran con sus valores originales, se complicarían de forma innecesaria los cálculos por realizar, debido a la disparidad dimensional de las ecuaciones. Por este motivo es aconsejable normalizar todas las magnitudes haciéndolas adimensionales. El camino más sencillo para hacerlo es dividir cada magnitud por su unidad correspondiente; para un caudal  $q$ , por ejemplo, se emplearía la magnitud adimensional,  $q_1 = q / (\text{m}^3/\text{s})$ .

Una vez que han sido normalizadas las ecuaciones del sistema, el siguiente problema es de la linealización.

Los sistemas físicos en la práctica son no lineales, por lo menos en alguno de sus componentes. Sin embargo, los métodos de cálculo más desarrollados han sido pensados para sistemas lineales, por lo que lo más útil, desde el punto de vista del diseño para el análisis de dichos sistemas no lineales, es tratar de obtener un modelo linealizado de los sistemas al que puedan aplicársele los métodos generales de cálculo de los sistemas lineales.

## Recuerda



Para poder estudiar un sistema es necesario conocer:

- Sus variables de entrada.
- Sus variables de salida.
- Las perturbaciones.
- Las variables de estado.

## 5. Diagrama funcional

Las técnicas de control de sistemas han recurrido a un artificio matemático muy útil, conocido como función de transferencia, que simplifica mucho el estudio de un sistema.

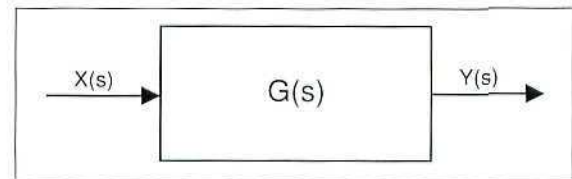
Una de las ventajas que presenta la introducción del concepto de función de transferencia es la posibilidad de representar el comportamiento de cada uno de los componentes de un sistema mediante un «bloque funcional» caracterizado por su función de transferencia. De este modo el sistema queda configurado como un conjunto de bloques unidos entre sí mediante flechas que indican el sentido de circulación del flujo de señal.

Un diagrama de este tipo permite extraer de un modo claro la operación matemática que se realiza sobre la señal de entrada hasta obtener la señal de salida. Los bloques, tal como se ha dicho, están unidos entre sí por flechas, que indican el sentido en el que pueden circular las señales. El valor de la señal de salida de cada bloque se obtiene multiplicando su señal de entrada por la función de transferencia del bloque, tal como se indica en la siguiente figura:

$X(s)$ : señal de entrada.

$Y(s)$ : señal de salida.

$G(s)$ : función de transferencia del sistema.



La ventaja principal que ofrecen los diagramas de bloques es que, al quedar representado el sistema de regulación por los elementos de los bloques o conjuntos autónomos que lo componen conectados entre sí, la función de transferencia del conjunto puede ser deducida con relativa facilidad a partir de las funciones de transferencia parciales, cuyo cálculo, por otra parte, es mucho más sencillo.

En los diagramas funcionales, además de los bloques definidos mediante su función de transferencia, intervienen con mucha frecuencia los denominados «comparadores» o «detectores de error». Dichos elementos se representan mediante los símbolos incluidos en la figura que a continuación se presenta. Su misión consiste en efectuar la suma o diferencia de señales, según el signo que se indique en las entradas.

En la siguiente figura aparecen los símbolos, cuyo significado se detalla a continuación:

$X(s)$ : señal de entrada.

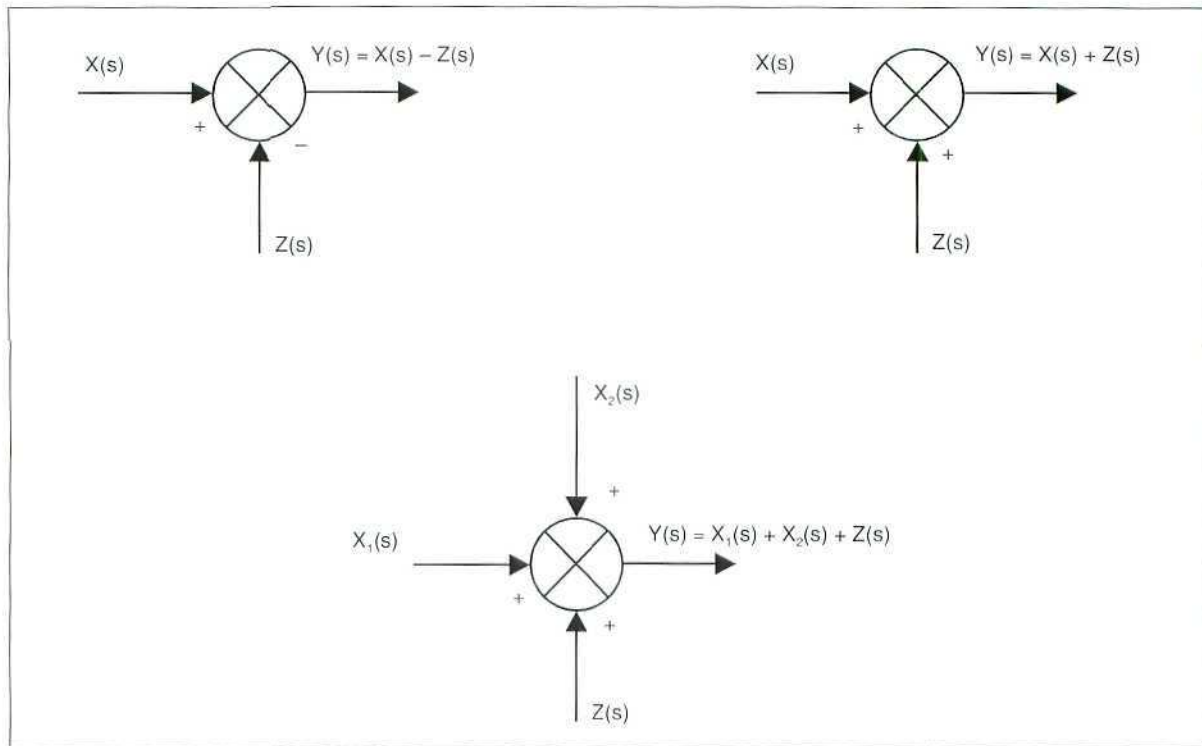
$Z(s)$ : señal de entrada.

$Y(s)$ : señal de salida.

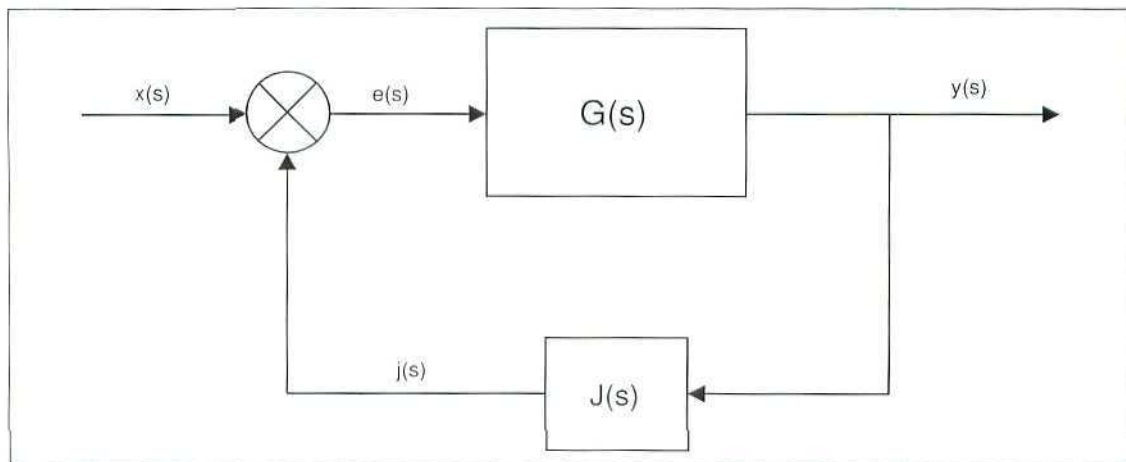
$X_1(s)$ : señal de entrada.

$X_2(s)$ : señal de entrada.





Físicamente un comparador puede ser un componente como por ejemplo un potenciómetro, un amplificador diferencial o un giroscopio; desde un punto de vista abstracto no representa más que un punto de entrada y salida de señales con su signo.



EJEMPLO: Calcular la función de transferencia del sistema que aparece en la figura anterior.

El sistema consta de un proceso  $G(s)$ , una realimentación  $H(s)$  y un comparador.

Sean:

$x(s)$ : señal de entrada.

$y(s)$ : señal de salida.

$e(s)$ : señal de error de la realimentación.

$j(s)$ : señal a la salida del bloque de realimentación.

Sea  $e(s)=x(s)-j(s)$  la señal de error de la realimentación,  $y(s)=G(s)*e(s)$  y  $j(s)=H(s)*y(s)$ . Operando entre las tres ecuaciones se llega a la siguiente ecuación que constituye la función de regulación en bucle cerrado:

$$\frac{y(s)}{x(s)} = \frac{G(s)}{1+G(s)\cdot H(s)}$$



## Actividad 2

Basándote en lo que se ha expuesto en esta unidad acerca del control, localiza los bloques básicos del sistema de control que gobierna el proceso que a continuación se detalla; para ello intenta descubrir en primer lugar si se trata de un sistema de control en bucle cerrado o en bucle abierto:

Proceso de apertura de una puerta corredera que lleva instalado un sensor de rayos infrarrojos.

## Actividad recomendada



Identifica el lazo de realimentación en el proceso de regulación de la frecuencia que se lleva a cabo en una central hidroeléctrica.



Ponte en contacto con tu tutor y coméntale lo que se te haya ocurrido acerca de la actividad anterior.



### Actividad 3

Distingue cuáles de las siguientes afirmaciones son ciertas:

- Todo proceso de funcionamiento que lleve incorporado un termostato es un proceso realimentado.
- Los sistemas en bucle abierto son sistemas realimentados.

## 6. Otros principios físicos que intervienen en las máquinas de la presente unidad

Entre todos los principios físicos que intervienen en el desarrollo de las máquinas que se presentan como solución a la propuesta de trabajo de esta unidad se ha considerado importante destacar, además del tema de control de sistemas, los siguientes principios:

- 1<sup>er</sup> principio de la dinámica.
- Equilibrio inestable.
- Transformación de movimiento.
- Movimiento relativo, absoluto y de arrastre.

### 1<sup>er</sup> principio de la dinámica

Este es uno de los tres principios básicos en los que se apoya la Dinámica. Los tres principios fueron enunciados por Isaac Newton (1642-1727) en su célebre obra «Philosophiae Naturalis Principia Mathematica».

«Todo cuerpo permanece en estado de reposo o movimiento rectilíneo uniforme mientras sobre él no actúe ninguna fuerza o la resultante de todas las fuerzas que sobre él actúan sea nula.»

La primera parte de este principio se entiende fácilmente, ya que estamos acostumbrados a observar estos fenómenos. La segunda parte de este principio no se comprende con tanta facilidad, pues todos hemos observado que cuando un cuerpo está en movimiento siempre termina por detenerse, lo que parece estar en contradicción con este principio.

La explicación a este hecho debe buscarse, para poder seguir en concordancia con este principio, en la existencia de alguna fuerza que en principio debemos haber obviado. En efecto, existe una fuerza que es la responsable de detener el cuerpo, la fuerza de rozamiento.

A continuación se describen fenómenos que ponen en evidencia este principio:

Una bola de billar apoyada sobre el tablero de una mesa de juego permanece en reposo mientras nadie la golpee. Basta aplicarle una fuerza mediante un taco de billar, por ejemplo, para que la bola abandone su estado de reposo.

Imaginemos una bola fabricada con un material muy liso, cuyo rozamiento con el hielo sea prácticamente nulo y que esté moviéndose a velocidad constante y en línea recta sobre una pista de hielo. Si el rozamiento fuese nulo y la pista fuese indefinida, la bola seguiría moviéndose a velocidad constante sin parar.



Para entender cómo un cuerpo permanece en su estado de reposo indefinidamente cuando la resultante de las fuerzas que actúan sobre él es nula, basta imaginar una lámpara colgada de un hilo. El esquema de las fuerzas que actúan sobre este cuerpo se indica en la figura.

$T$ : tensión que soporta el hilo.

$m$ : masa de la lámpara.

$g$ : aceleración de la gravedad.

$m \cdot g$ : peso de la lámpara.

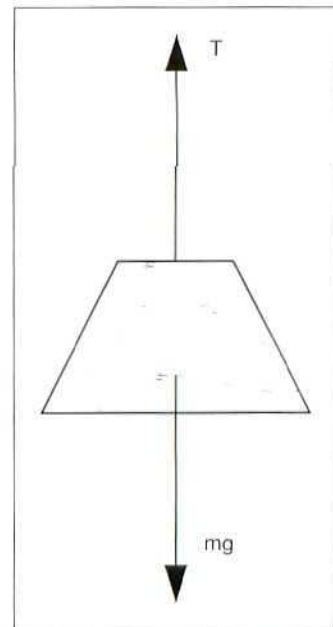
Mientras la lámpara está colgada existe un equilibrio entre las fuerzas, « $m \cdot g$ » y « $T$ », es decir « $m \cdot g$ » es igual a « $T$ » y la lámpara permanece en reposo.

La lámpara abandona su estado de reposo si las fuerzas actuantes se desequilibran. El desequilibrio corresponderá a uno de los casos siguientes:

- $T > m \cdot g$ . En este caso la lámpara tiende a ascender.
- $m \cdot g > T$ . La lámpara tiende a descender.
- $m \cdot g$  mucho mayor que  $T$ . Se rompe el hilo y la lámpara cae.

Este principio nos ayudará a entender el concepto de equilibrio de un cuerpo que es otro principio que se manifiesta en las máquinas que se presentan como solución a la propuesta de esta unidad.

La manifestación del 1<sup>er</sup> Principio de la Dinámica es más clara cuando las condiciones en las que se basa este principio dejan de cumplirse, que cuando se están cumpliendo todas ellas. Vamos a analizar este principio en el caso de la primera máquina que se presenta en este capítulo. En ella aparece un elemento con forma de jirafa que se halla situado en equilibrio en el extremo superior de una barra. Cuando la jirafa se encuentra en esa posición actúa sobre ella un conjunto de fuerzas cuya resultante es nula. La resultante de las fuerzas actuantes deja de ser nula cuando el elemento «jirafa» recibe un pequeño toque, momento en que comienza a descender, ya que las condiciones por las que el 1<sup>er</sup> Principio de la Dinámica establece que un cuerpo permanece en reposo dejan de cumplirse, pues la resultante de las fuerzas que actúan ya no es nula. Más adelante descubriremos que el tipo de equilibrio en el que ese cuerpo se hallaba era inestable.

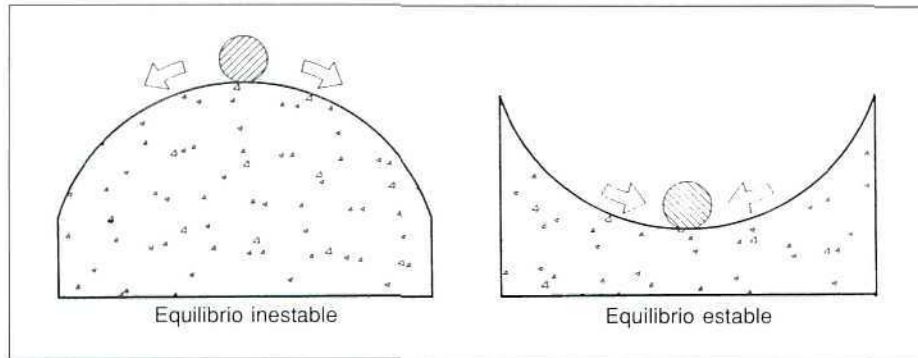


## Equilibrio inestable

Se dice que un cuerpo permanece en equilibrio inestable cuando, al dotarlo de un desplazamiento infinitesimal respecto de su posición inicial, el cuerpo no es capaz de recuperar la situación primitiva. Si el cuerpo fuese capaz

de recuperar la posición primitiva después de darle un desplazamiento infinitesimal, se diría que el cuerpo se encontraba en equilibrio estable.

Las figuras que se presentan a continuación aclaran este concepto.



Este concepto se ha puesto de manifiesto en la primera máquina que se presenta en esta unidad. La figura en forma de jirafa que cierra el circuito se halla dispuesta en equilibrio inestable sobre una varilla vertical. Su condición de equilibrio inestable es la que permite que con un simple toque que se le dé la «jirafa» empiece a descender y no sea capaz que permanecer por sí sola en su posición primitiva.

## Transformación de movimiento

Desde tiempos inmemoriales el hombre ha empleado dispositivos capaces de transformar el movimiento. Estos dispositivos surgen porque muchas veces las máquinas de las que se dispone son capaces de generar energía a través de un movimiento determinado que no se adapta a las necesidades del momento. El problema que se plantea en este caso es que se dispone de la energía, pero no se dispone de ella en la forma adecuada para poder aprovecharla. Por esta razón, se necesita transformar el movimiento generado por la máquina en otro movimiento. Un ejemplo claro de esta situación es el que aparece en la segunda máquina que se presenta en esta unidad, la máquina de las canicas.

En la máquina de las canicas aparece un motor que hace girar un sistema de poleas reductoras. Una de las poleas que forman este sistema lleva asociado un eje excéntrico que permite transformar el movimiento circular generado por las poleas en un movimiento lineal que mueve, según una trayectoria rectilínea, el gancho que aparece en la parte superior del panel sobre el que aparece montada esta máquina.



## Movimiento relativo, absoluto y de arrastre

Los conceptos de movimiento absoluto, movimiento relativo y movimiento de arrastre son conceptos que aparecen no sólo en esta unidad, sino que están presentes en muchos momentos de nuestra vida. Es importante aclarar estos conceptos lo antes posible.

Piénsese en la imagen que nos llegaría si estuviésemos observando, desde el andén de una estación de metro o de tren, la partida de un tren en el que viaja una persona que está caminando a lo largo de ese tren en su sentido de avance. El observador, que está situado en una posición fija en el andén, verá avanzar al viajero señalado con una velocidad que será suma de la velocidad de avance del tren y la velocidad de avance del viajero respecto del tren. La velocidad con la que se ve avanzar a ese viajero será distinta, superior, a la velocidad con la que un viajero que esté detenido en el interior del tren ve avanzar al viajero que se mueve del mismo tren.

A continuación, se van a identificar los conceptos que se han tratado aclarar en este apartado y que intervienen en el ejemplo que se ha expuesto anteriormente.

- Velocidad absoluta: es la velocidad con la que, desde el andén, se vería avanzar al viajero que se desplaza sobre el tren. Esta velocidad es suma de la velocidad relativa y velocidad de arrastre que más adelante se identifican.
- Velocidad de arrastre: es la velocidad con la que se vería avanzar el tren.
- Velocidad relativa: es la velocidad con la que vería avanzar al viajero que está en movimiento un observador que estuviese en el mismo tren que el viajero móvil.

Los conceptos anteriores se manifiestan en el funcionamiento de la máquina de las jirafas. Esta máquina dispone de un eje giratorio vertical que arrastra en su movimiento un brazo encargado de lanzar un grupo de canicas. El movimiento relativo de este brazo respecto del eje vertical es nulo, pero no así su movimiento absoluto respecto a un observador que sea ajeno al movimiento del eje vertical y para el que el brazo que se encarga de lanzar canicas está dotado de un movimiento giratorio.



### Actividad 4

Identifica, en la situación que a continuación se expone, los conceptos de movimiento relativo, movimiento de arrastre y movimiento absoluto; calcula el valor de la velocidad asociada a cada uno de ellos:

- Ana está situada sobre las escaleras mecánicas de una estación de la red del metropolitano de Madrid. Las escaleras se mueven en sentido ascendente a una velocidad de 0,6 km/h. Tú que eres el observador estás sentado en uno de los bancos de la estación.
- Repite la actividad suponiendo que ahora Ana no sólo se deja llevar por la escalera, sino que además ella misma va subiendo escalones por su cuenta. La velocidad con la que asciende la escalera sigue siendo de 0,6 km/h. Ana asciende con una velocidad de 0,5 km/h respecto a la escalera.

## **IV. Manos a la obra**







## Propuesta de trabajo: máquina retroalimentada

La propuesta de trabajo que se plantea en esta unidad es construir una máquina secuencial en la que exista algún dispositivo posterior que ejerza algún efecto sobre un suceso ocurrido con anterioridad. La propuesta de trabajo estará sujeta a las siguientes condiciones:

- Debe ser una máquina retroalimentada.
- La máquina debe diseñarse de forma que ocupe el mínimo espacio posible.
- Todas las máquinas deben llevar incorporado un interruptor fin de recorrido.

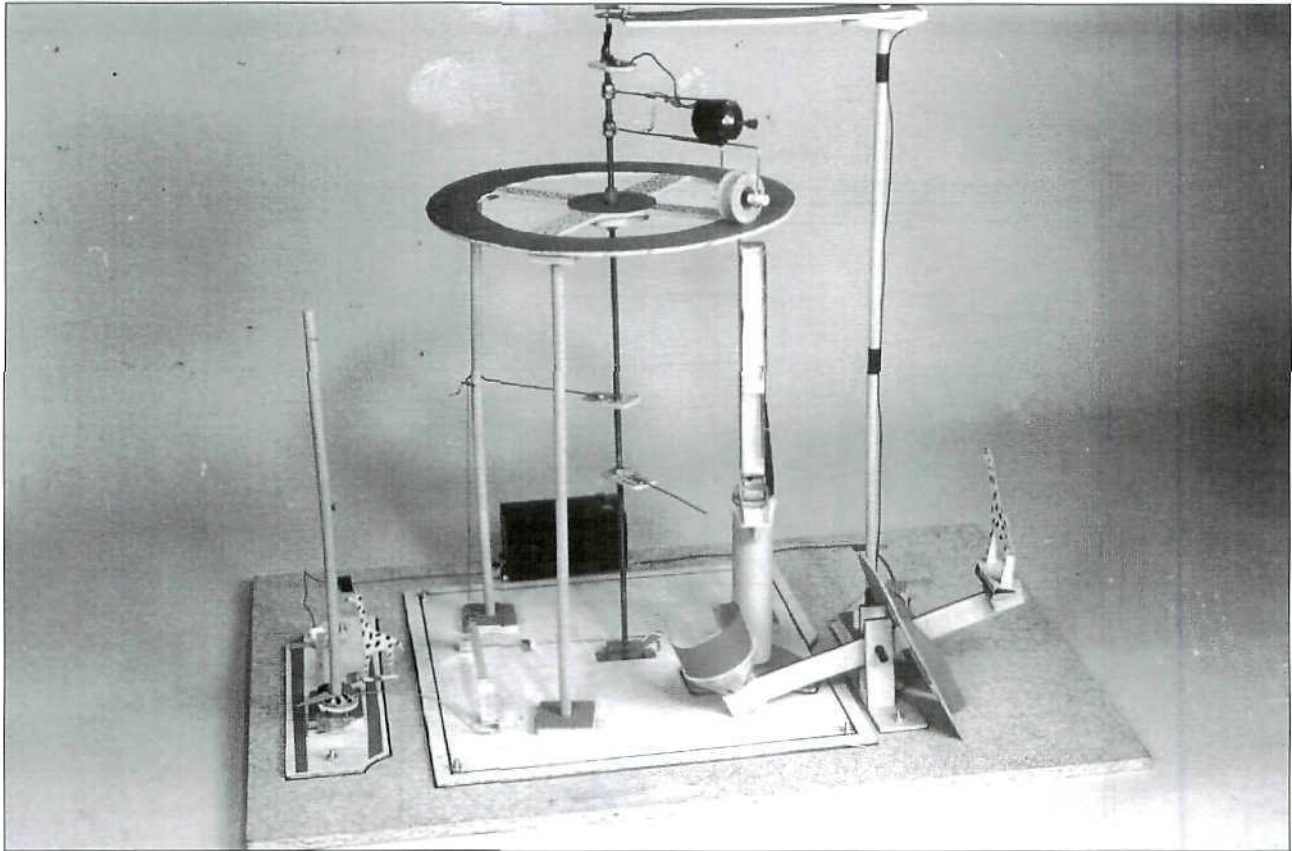
A continuación, se presentan dos posibles soluciones al problema planteado. No debemos olvidar que todo problema técnico presentará varias soluciones posibles y que la elección de la más adecuada depende de los condicionantes que se le añadan al problema.



Véase vídeo de apoyo a la UNIDAD 10.



## Máquina nº 1: máquina de «las jirafas»

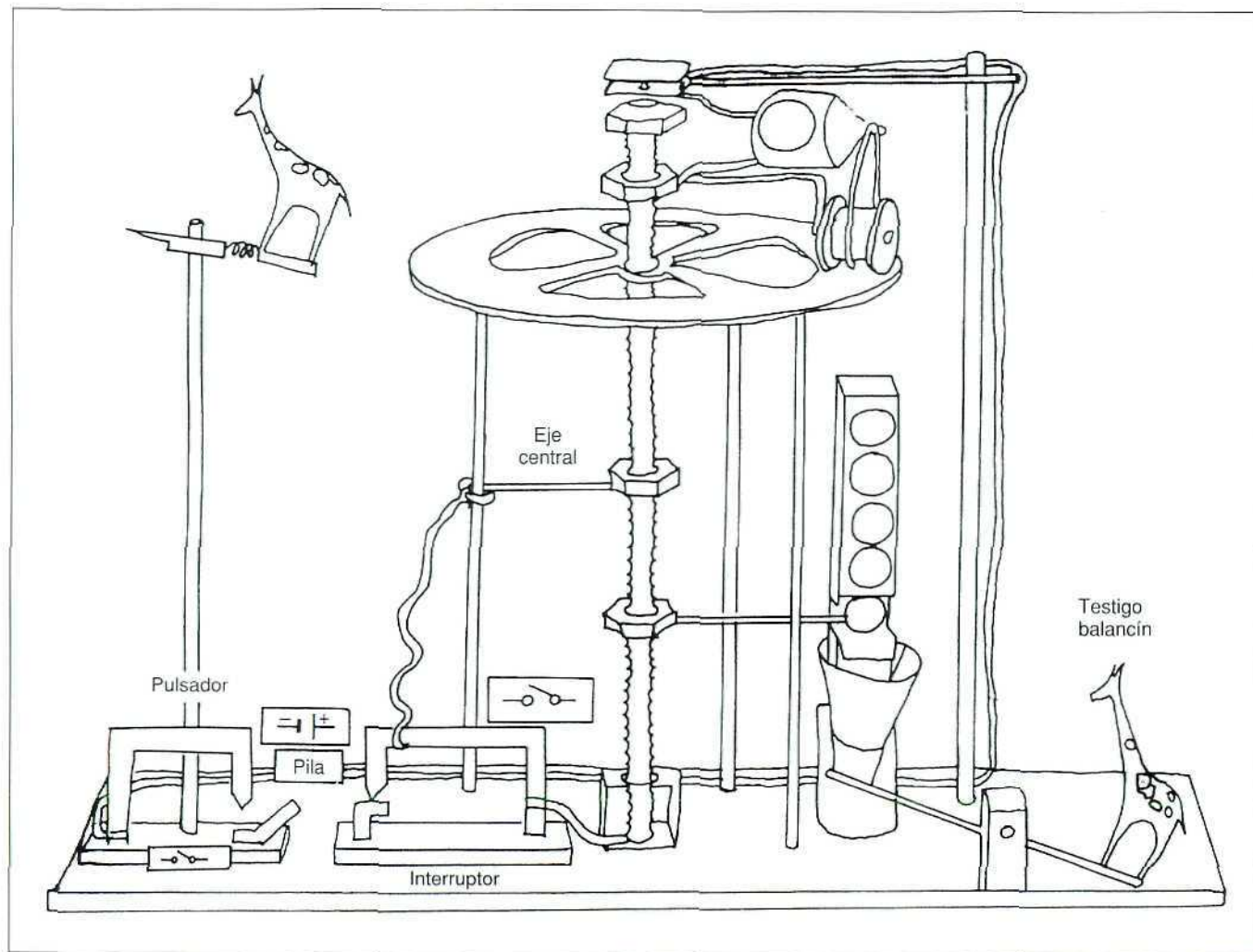


*Máquina de las jirafas.*

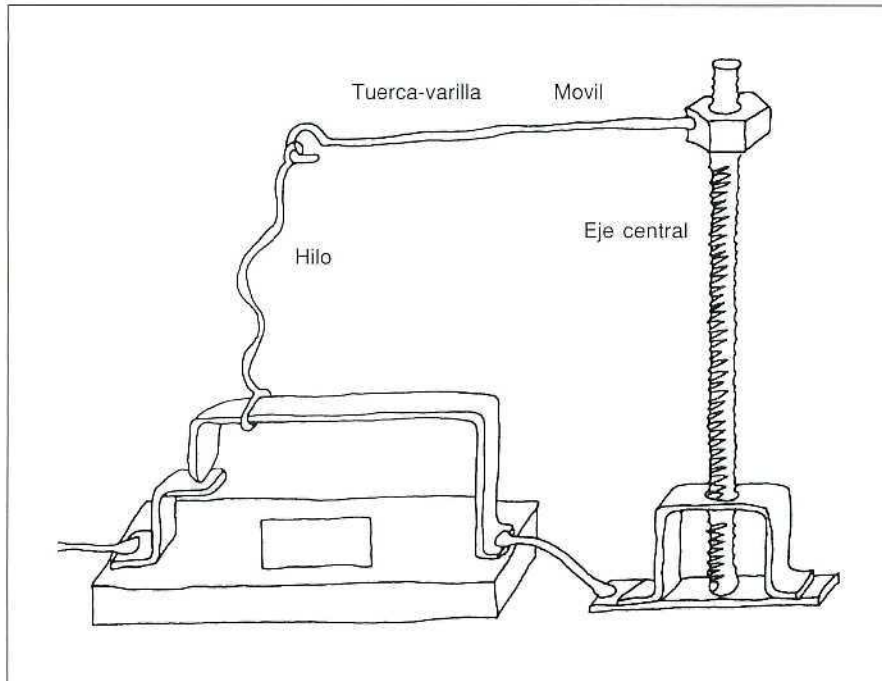
### 1. Descripción general

Se trata de una máquina retroalimentada. La realimentación se lleva a cabo mediante el siguiente dispositivo: una tuerca, que lleva un hilo enganchado, va ascendiendo a causa del movimiento de giro que sufre el eje vertical en el que la tuerca va roscada. A la vez que la tuerca asciende, el hilo que va enganchado a ella va tensándose. Cuando la tuerca ha ascendido hasta una corta altura, la tensión que alcanza el hilo es tal que éste levanta el interruptor que hasta ese momento cerraba el circuito. Al levantarse el interruptor, el circuito queda abierto y se detiene el motor.





*Croquis de la máquina.*



Esta máquina consta básicamente de los siguientes elementos:

— Un circuito eléctrico representado en el esquema general de la máquina que se ha incluido en la página anterior. El circuito parte de los polos de la pila que actúa como fuente de alimentación. De cada uno de los polos de la pila parte un cable que llega hasta el motor. Para que se pueda seguir el recorrido de los cables desde que salen de la pila hasta que llegan al motor, cada uno de ellos aparece coloreado, uno en color rojo y otro en verde.

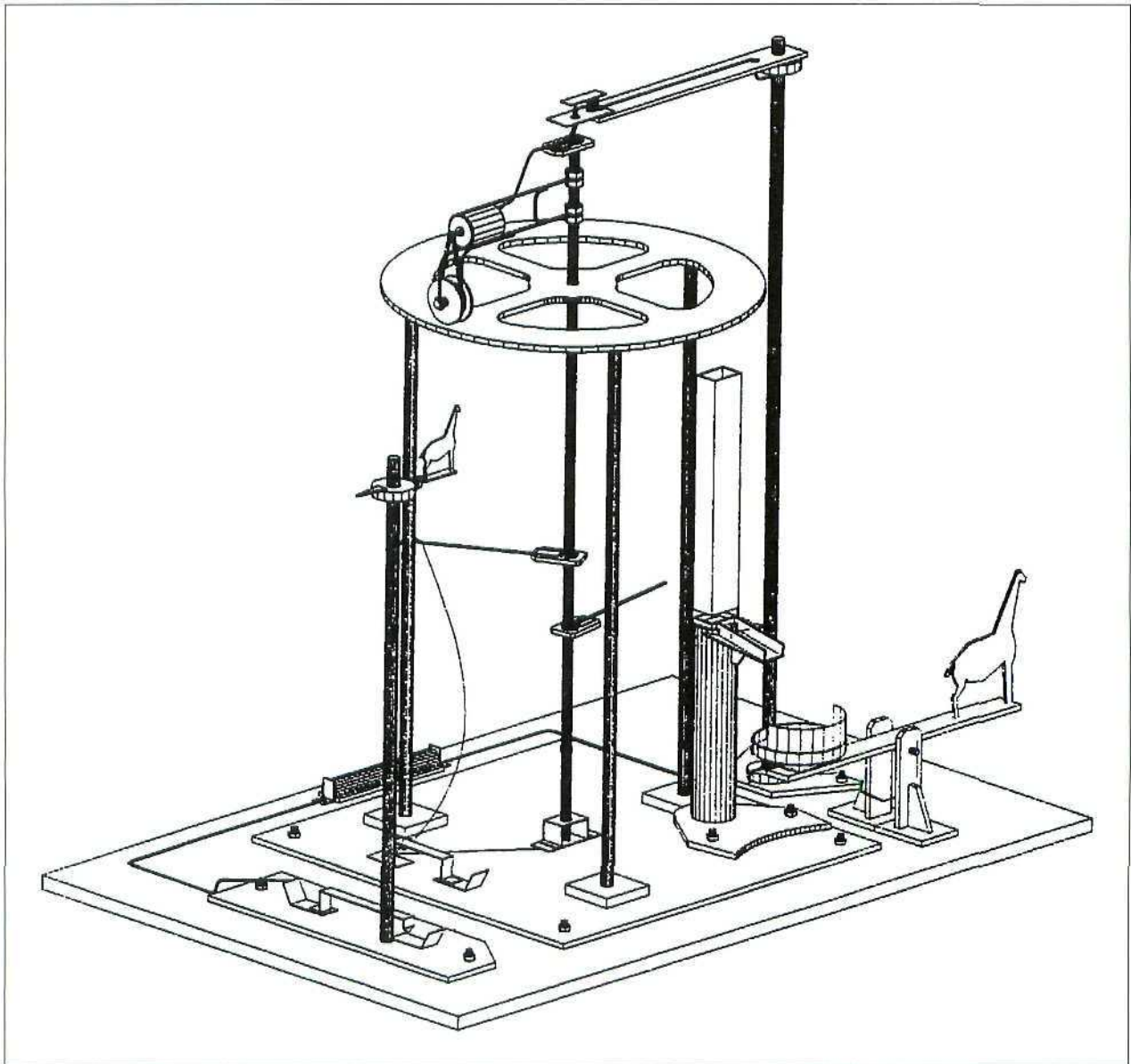
— Un elemento regulable que aparece representado en la siguiente figura. Está formado por una tuerca móvil que lleva adherida una varilla y asciende por un eje vertical. La regulación está marcada por la posición de la tuerca, que cuando alcanza una altura prefijada tensa el hilo que abre el interruptor.

## 2. Puesta en funcionamiento de la máquina

La máquina se pone en funcionamiento cuando un elemento en forma de jirafa cae sobre un pulsador y cierra el circuito. Cuando el circuito se ha cerrado pasa corriente por el motor y éste empieza a girar.

### 3. Funcionamiento de la máquina

Mientras el circuito permanece cerrado se mantienen en funcionamiento dos dispositivos:



Un dispositivo que actúa como interruptor de fin de recorrido. Este dispositivo está constituido por una tuerca que permanece en movimiento desde el momento de conexión del circuito hasta que la tuerca alcanza una cierta altura predeterminada en el tornillo de eje, momento en el que se produce la desconexión del circuito.

La tuerca va ascendiendo como consecuencia del movimiento de giro que sufre el tornillo en el que va enroscada.

El segundo dispositivo es un testigo avisador:

Este dispositivo consiste en una tuerca que lleva fijada una varilla. La tuerca gira de forma simultánea con el tornillo de eje y la varilla soldada a ella va lanzando en cada vuelta una de las canicas que están situadas una sobre otra en el interior de una caja rectangular que se ha dispuesto verticalmente.

Las canicas lanzadas son recogidas en un recipiente troncocónico situado en uno de los extremos de un brazo basculante. Cuando han caído todas las canicas en el recipiente, el brazo basculante se inclina hacia el extremo en el que se encuentra el recipiente troncocónico y se eleva entonces el otro extremo del brazo en el que se halla dispuesta otra figura en forma de jirafa.

La elevación de la «jirafa» debe coincidir con la desconexión del circuito, ya que su función es precisamente indicar que el circuito ha sido desconectado.

## 4. Cierre del circuito

El circuito se cierra por medio de una tuerca fija que está enroscada en el tornillo que actúa como eje y que aparece en la siguiente figura conectando el cable.

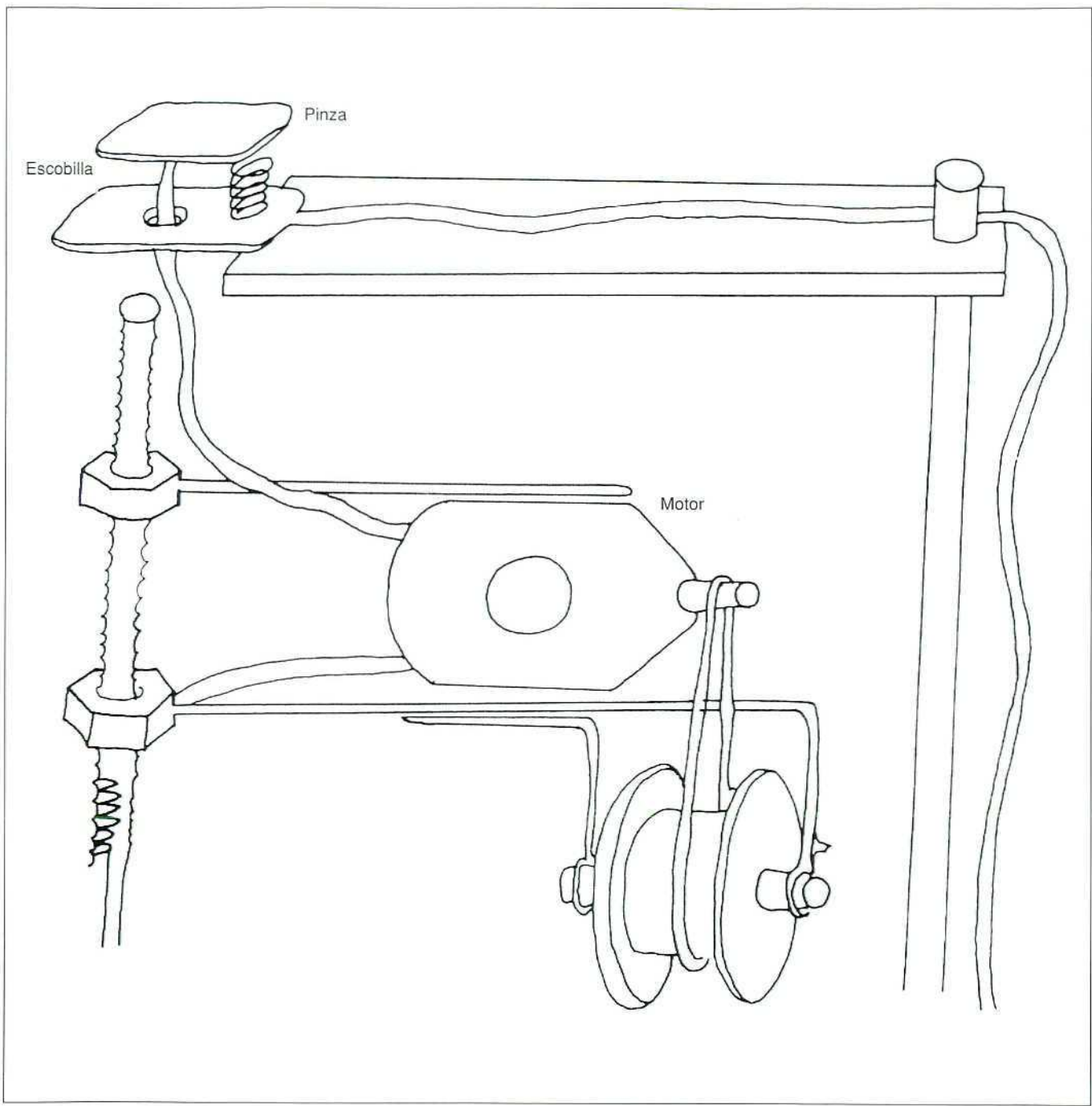
## 5. Cilindro amarillo

El motor hace girar el cilindro amarillo que aparece en la vista general de la máquina incluida al inicio de la presentación. El cilindro amarillo es el que hace girar al eje vertical, ya que ambos están rígidamente unidos. La trayectoria que describe el cilindro amarillo al moverse es una circunferencia.

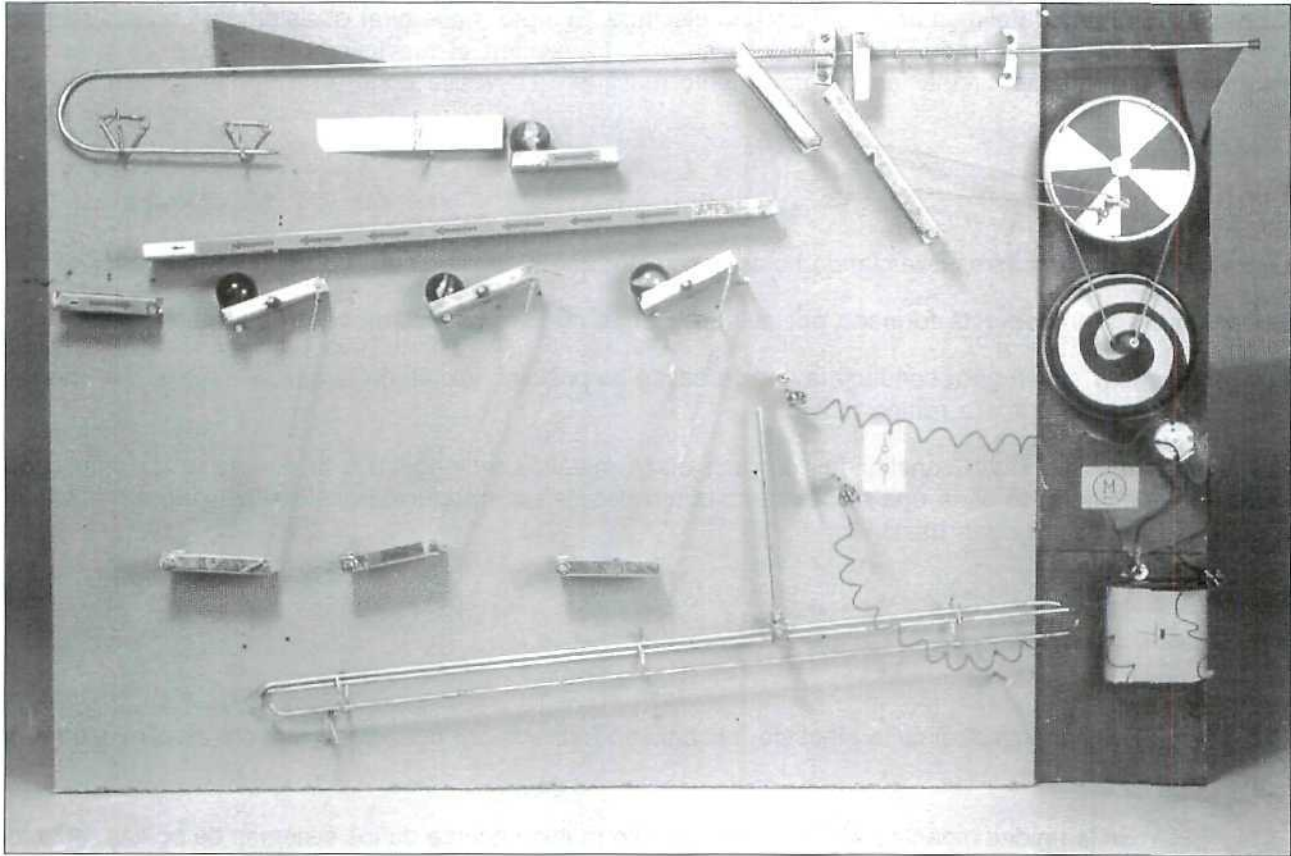
## 6. Trébedes

Las trébedes son el soporte del camino de recorrido que debe seguir el cilindro amarillo.





## Máquina nº 2: cascada de canicas



### 1. Descripción

Se trata de una máquina de tipo mural, como puede apreciarse en la figura anterior. Desde el punto de vista del funcionamiento consta de dos elementos claramente diferenciados, uno de ellos lo integra la parte electro-mecánica del montaje y el otro corresponde al conjunto de rampas que se ha dispuesto.

## Estructura electromecánica

Es la parte encargada de iniciar todo el proceso. Está formada por la pila, el motor, un sistema de poleas reductoras y una aguja de punto doblada en forma de gancho.

La pila es la fuente de alimentación del circuito eléctrico. El motor hace girar el sistema de poleas reductoras mientras el circuito está cerrado. Las poleas, a su vez, transmiten el movimiento a una varilla y consiguen transformar el movimiento circular en un movimiento rectilíneo. La varilla pone en movimiento una canica.

## Conjunto de rampas

La misión de las rampas es ir lanzando bolas al colector que se halla dispuesto en la parte inferior del panel.

El conjunto de rampas está formado por seis pequeñas rampas basculantes y tres rampas fijas.

Las rampas fijas sirven para conducir la canica desde su posición inicial, en la que se sitúa sobre una rampa fija pequeña, hasta la primera rampa móvil.

Las rampas móviles están constituidas por una pieza metálica rectangular a la que se le ha practicado un agujero. Por el agujero de cada una de las rampas móviles se ha introducido un tornillo fijado en el panel, de forma que las rampas puedan bascular.

## 2. Funcionamiento de la máquina

Una vez que se conecta el circuito eléctrico, el conjunto formado por las poleas reductoras comienza a girar.



En la unidad didáctica nº 2 encontrarás información acerca de los sistemas de poleas reductoras.

El motor, a través de las poleas reductoras, pone en movimiento el eje excéntrico que va insertado en el disco superior del conjunto de poleas. A través de este eje excéntrico, el movimiento circular que el motor transmite a las poleas se transforma en un movimiento rectilíneo que es el que sufre la varilla terminada en punta situada en la parte superior del panel. La función de esta varilla es empujar, sin que llegue a explotar el globo, la canica que se encuentra próxima a la punta de la varilla.

Cuando la canica cae sobre la primera rampa se rompe el equilibrio de ésta y la canica, que estaba situada sobre esta rampa, cae sobre la siguiente. Ahora vuelve a repetirse el proceso; la segunda canica rompe el equilibrio de la segunda rampa y la canica que estaba situada sobre esta rampa cae sobre la última rampa y

rompe su equilibrio. Una vez que las canicas caen sobre cada una de las rampas para desequilibrarlas son lanzadas directamente al colector situado en la parte inferior del panel.

Cuando el colector ha recogido las cuatro canicas presentes en el panel se produce un desequilibrio del colector y éste empieza a girar alrededor de su eje, lo que provoca la desconexión del circuito.

### Actividad recomendada



Recuerda cuál es el fin de un sistema de poleas reductoras.

### Actividad recomendada



Analiza situaciones de la vida cotidiana en las que se presenten mecanismos de transformación del movimiento.



Cuando hayas trabajado la actividad anterior ponte en contacto con tu tutor y coméntale tu investigación.





**V. Con nuestros alumnos y alumnas**



## La comunicación mediante el dibujo

Uno de los objetivos más importantes de la Educación Secundaria Obligatoria es que los alumnos y alumnas adquieran la capacidad de expresarse con corrección. La forma más habitual de comunicación es el lenguaje verbal, pero no hay que olvidar que la forma escrita de transmisión de este lenguaje se realiza mediante símbolos gráficos. Además de la simbología y de las reglas que permiten plasmar gráficamente el lenguaje verbal, existen otras formas de expresión gráfica que posibilitan la comunicación, una de ellas es el dibujo.

El conocimiento y desarrollo de las diferentes formas de expresión mediante las que el ser humano puede comunicarse proporciona al individuo una mayor capacidad para asimilar información y poder también transmitirla. Esto le facilita el avance en el conocimiento de sí mismo, de sus posibilidades, de sus limitaciones, de los demás y del medio en el que se desenvuelve. En consecuencia, podrá aprender a respetar, a comprender y a integrarse en la sociedad actual, así como a asimilar los cambios que, en virtud de los avances tecnológicos, cada vez se producen más rápidamente.

Dentro de la expresión gráfica se puede considerar que el dibujo tiene dos vertientes: una artística, que permite desarrollar las inquietudes estéticas; y otra técnica, que proporciona las herramientas necesarias para poder plasmar los objetos de una manera más formal.

En este capítulo se pretende abordar la metodología y la didáctica que se ha considerado más apropiada para que el alumnado de Educación Secundaria adquiera los conocimientos y las habilidades necesarias para poder comunicarse mediante el dibujo técnico y conseguir, en consecuencia, la motivación necesaria para este fin.

Desde un punto de vista global, la estrategia metodológica a seguir para el aprendizaje del dibujo técnico dentro del área de Tecnología puede resumirse en los siguientes puntos:

### 1. Transmisión de información

Para este fin, el profesor será únicamente un vehículo mediador de la información. Los contenidos conceptuales constituyen la herramienta necesaria para abordar con autonomía los procedimientos. Estos conceptos pueden llegar al alumnado por diferentes vías. Se parte de una transmisión directa de la información, para lo que se recurre a diversas técnicas (explicaciones magistrales, explicaciones murales, empleo de recursos audiovisuales, etc.). Sin embargo, esto puede resultar insuficiente y es conveniente recurrir a la búsqueda de información por parte del alumnado, aunque serán necesarias algunas directrices y sugerencias del profesor.

Es imprescindible, para el buen desarrollo del aprendizaje, realizar una secuenciación de contenidos que parta siempre de lo más esencial e intuitivo para poder abordar, posteriormente, aspectos más complejos.



## 2. Realización de actividades y problemas

Cuando el alumnado ha conseguido entender un determinado número de conceptos es necesario afianzarlos para su asimilación comprensiva y su memorización. Para ello se trabajan esos mismos contenidos de forma procedimental, teniendo siempre en cuenta que es en este punto donde se consigue la auténtica consolidación del aprendizaje.

Con el fin de intentar conseguir lo expuesto anteriormente, deben proponerse actividades que conecten directamente con situaciones reales y con las necesidades de los alumnos.

## 3. Solución de los problemas

En el momento en que un alumno está realizando una actividad o resolviendo un problema es cuando está poniendo en práctica los conceptos previamente adquiridos que, aun cuando los haya comprendido perfectamente, pueden presentar dificultades en su aplicación. Estos pueden deberse a una incorrecta secuenciación de los pasos a seguir, a falta de la destreza suficiente para su ejecución o a una mala interpretación de los mensajes, entre otras muchas posibilidades.

Es ésta, por tanto, una fase crucial para la buena marcha del proceso de aprendizaje, en la que el docente llega a conocer más en profundidad las necesidades educativas particulares de cada alumno.

El profesor debe atender individualmente los requerimientos del alumnado y aprovechar esta situación para obtener una *información personalizada* que será conveniente que, de forma simultánea, vaya anotando en una ficha individual. Esta técnica constituye una herramienta muy útil para detectar los diferentes niveles, las dificultades individuales y las más generalizadas, los conceptos que no han sido asimilados o cualquier otra información que pueda observarse. Además, fruto de esta labor, se consigue hacer un seguimiento del grado de trabajo, del esfuerzo individual, de la marcha del cuaderno, etc., y, posteriormente, poder evaluar de una forma más objetiva.

Tras la atención personalizada de dudas, conviene resolver los ejercicios en la pizarra, proponiendo varias soluciones y haciendo mención a los fallos más generalizados para así prevenir que se pueda incurrir en ellos de nuevo.

Al terminar esta fase se vuelve al punto 1 (transmisión de la información) para continuar avanzando en el tema, y así sucesivamente, hasta la conclusión del mismo.

No puede pasar por alto que este tema es interdisciplinar con el área de Educación Plástica y Visual, por lo que se hace imprescindible el contacto habitual con los componentes de este departamento para complementar y secuenciar adecuadamente los contenidos. Debido a la propia naturaleza del área de Tecnología, los alumnos y alumnas tienen que idear, diseñar y plasmar gráficamente diferentes objetos, mecanismos, máquinas, etc., que habrán de construir a continuación, por lo que resulta de gran utilidad introducir a principio de curso los contenidos que doten al alumnado de la capacidad de expresarse correctamente a través del dibujo.

## El material de dibujo

Es probable que la mayoría de los alumnos y alumnas ya posean el material necesario al haberlo adquirido en cursos anteriores. De cualquier manera, es conveniente que lo vayan completando poco a poco para que no se encuentren coartados a la hora de realizar un trabajo por no tener los instrumentos suficientes. La adquisición del material de dibujo no constituye una gran carga económica, ya que ésta se puede hacer paulatinamente y sin necesidad de invertir en materiales de alta calidad. Bastará con una calidad media e ir adquiriendo los hábitos de conservación y buen uso del instrumental de trabajo.

Básicamente, el material de dibujo para los requerimientos del área de Tecnología consta de los elementos que se citan y que aparecen representados en la figura 1:

- Lápiz o portaminas de dureza media (HB).
- Lápiz o portaminas de mina dura (2H o 3H).
- Sacapuntas o afilador de minas.
- Goma de borrar.
- Regla graduada (es conveniente que no tenga una medida inferior a veinte centímetros).

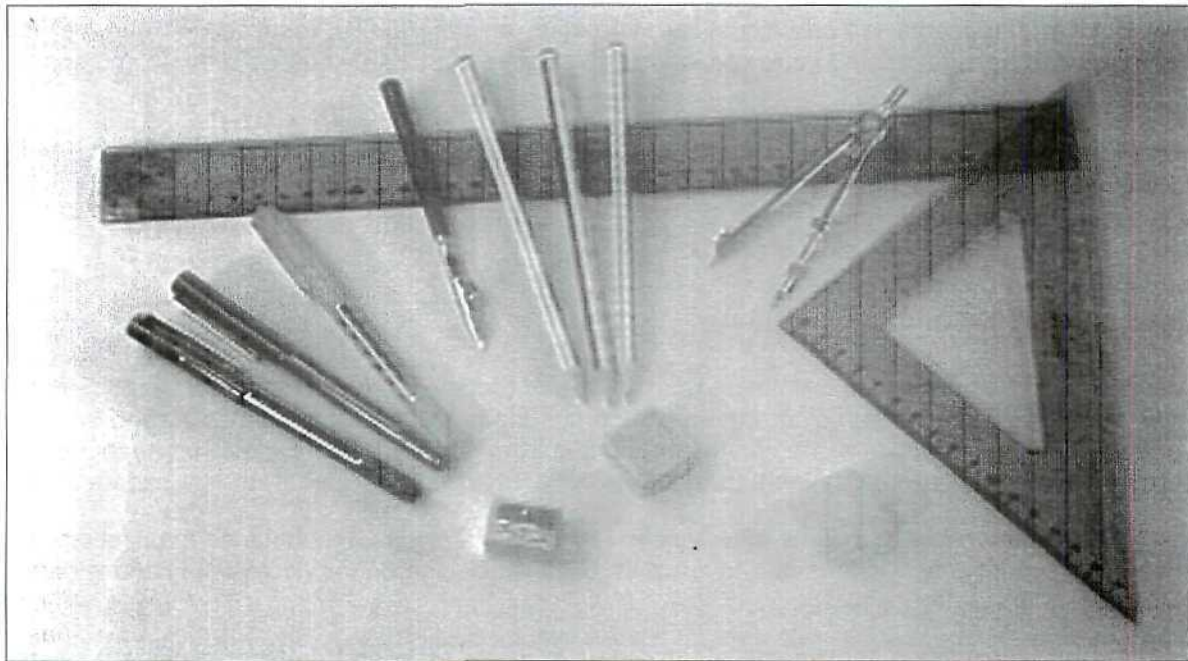


Fig. 1.—Material esencial de dibujo técnico.



- Escuadra y cartabón.
- Compás.
- Transportador de ángulos.

Los alumnos y alumnas que muestren un interés o una aptitud especial por el dibujo técnico deberán ser orientados para que, si lo desean, puedan conocer o adquirir otros instrumentos específicos de dibujo como plantillas, escalímetros, estilógrafos o tramas; o bien las características y marcas que ofrezcan una mejor calidad.

## Recursos didácticos y secuencia de contenidos

### 1. Introducción al dibujo técnico

Interesa, para comenzar, conseguir la motivación del alumnado haciéndoles ver las ventajas que el conocimiento de técnicas de dibujo puede tener. Una forma es, en primer lugar, intentar transmitirles verbalmente información sobre un determinado objeto, aparato o máquina que se prevea que no conozcan muy bien, por ejemplo, un taladro de sobremesa. Al preguntarles si han entendido la información, en general, lo más habitual es que sólo se hayan hecho una idea. Si a continuación se proyectan unas transparencias en las que aparezcan esquemas sencillos del funcionamiento, una representación de la máquina, vistas, despieces; en definitiva, dibujos que definan claramente las características del objeto en cuestión, el resultado es que los alumnos y alumnas comprenden perfectamente lo que con lenguaje verbal sólo les había llevado a una comprensión parcial o errónea de dicho objeto.

Seguramente, con algún recurso como el citado acompañado de la conveniente justificación sobre la importancia de expresarse correctamente de distintas formas, será suficiente para generar un ambiente inicial de interés y preocupación por este tema.

### 2. Técnicas de representación de objetos

Tras dar a conocer las diferentes formas de representación (bocetos, croquis, dibujo delineado), resulta positivo que los alumnos y alumnas se vayan familiarizando con las prácticas habituales de diseño en Tecnología, ideando y realizando un croquis de algún objeto sencillo que ellos mismos elijan. Es éste un buen momento para que el docente vaya tomando nota de las habilidades y de la capacidad de expresión que cada alumno posea.

A partir de este momento se pueden ir introduciendo paulatinamente las diferentes normas del dibujo técnico, intercalando con frecuencia actividades que favorezcan la consolidación de los contenidos conceptuales por vía procedimental.

Una práctica que dinamiza notablemente el ritmo de las clases es que el profesor conciba previamente las actividades que desee proponer y las recoja en hojas que, fotocopiadas, puedan suministrarse al alumnado en

el momento adecuado. Si se realiza esta práctica, es fundamental disponer además de otros dos cuadernillos de actividades: uno para aquellos alumnos que tengan una gran dificultad para asimilar los contenidos y otro para aquellos alumnos a los que el nivel medio seguido les resulte demasiado sencillo. De esta manera se posibilita en cualquier caso la consecución de objetivos mínimos sin modificar la cantidad de contenidos. Este tipo de adaptación curricular facilita que los alumnos y alumnas avancen en la secuencia de contenidos a un ritmo semejante, quedando, salvo casos excepcionales que requieran un tratamiento especial, perfectamente atendida la diversidad.

Se propone a continuación una secuencia que la experiencia docente ha demostrado que, didácticamente, da buenos resultados. No se descarta, por supuesto, que alguna otra concepción de la secuencia de contenidos pueda tener igualmente un resultado óptimo.

### **A) Representación de objetos a través de sus vistas**

En ocasiones, cuando se explica la representación de objetos a través de sus vistas mediante proyecciones cilíndricas ortogonales, se genera cierto grado de confusión debido a las diferentes capacidades de resolución espacial que presenta el alumnado. Por esta razón es muy útil recurrir a símiles que faciliten la comprensión. Por ejemplo, una analogía es imaginar que un objeto se ubica dentro de una vitrina cúbica transparente y se fotografía desde cada una de las caras. Después, cada una de estas fotos se sitúa según una regla (Sistema Europeo). Otra forma de ilustrarlo consiste en situar un dado en el interior de una caja de cartulina y dibujar con un rotulador, en el exterior de cada lado de la caja, un cuadrado con el mismo número que el de la cara del dado con la que confronte en su interior. A continuación se recorta la caja por las aristas convenientes para realizar un despliegue que asemejará la representación de vistas deseada.

Cuando los alumnos y alumnas hayan comprendido la forma adecuada de representar a través de vistas, es conveniente que realicen algunos ejercicios. Para comenzar se puede proponer la obtención de las vistas (en representación simplificada: alzado principal, perfil izquierdo y planta superior) de piezas que vayan aumentando progresivamente su grado de dificultad. Seguidamente se ilustra un ejemplo de una posible actividad:

Representa en tu cuaderno la planta, el alzado y el perfil de las siguientes piezas (fig. 2). Como puedes ver, se han cuadrículado para que, aprovechando la cuadrícula de las hojas de tu cuaderno, puedas representarlas con las mismas medidas.

Tras la realización de estos ejercicios es el momento propicio para ir facilitando información sobre el manejo de la escuadra y del cartabón; así, los alumnos y alumnas más aventajados podrán realizar las siguientes actividades en hojas blancas haciendo uso de estos útiles.

### **B) Representación de objetos en perspectiva**

Al haber trabajado previamente con el sistema de representación de vistas, se han ido desarrollando simultáneamente otras capacidades. Por ejemplo, el hecho de analizar piezas representadas en perspectiva para obtener sus vistas desarrolla la visión espacial. Además, probablemente, se haya ido adquiriendo también la



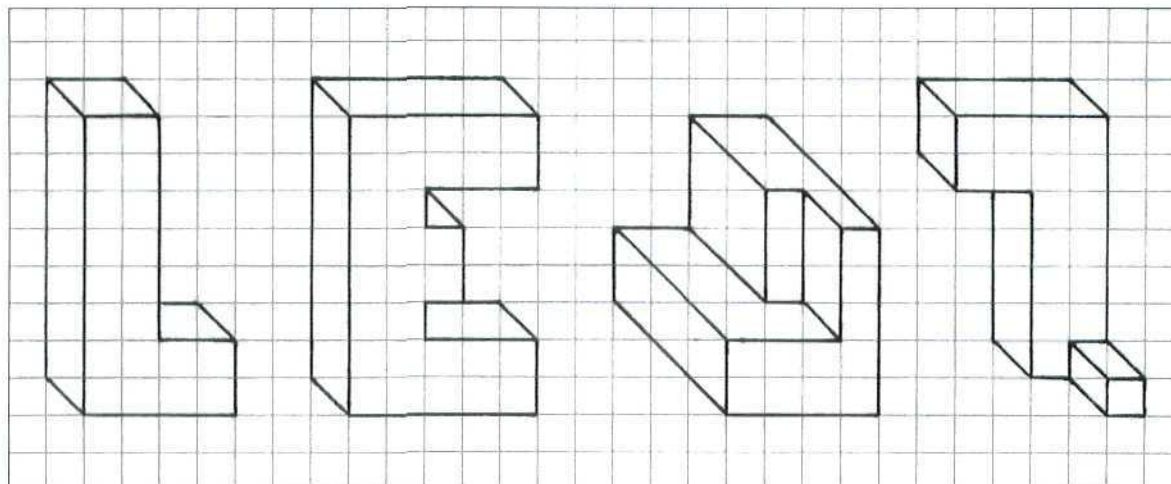


Fig. 2.—Piezas sencillas para representaciones de vistas.

capacidad de representar otras figuras análogamente, aún sin saber qué técnica concreta de representación se está llevando a cabo. Esto facilita notablemente la comprensión y aceptación de las normas a seguir para dibujar en perspectiva.

Aunque la representación en perspectiva no siempre define de forma tan concisa todas las características de las que consta un objeto como mediante la representación de sus vistas, sí es el método más apropiado para forjarse una idea clara del aspecto real del objeto en cuestión.

El sistema de representación en perspectiva que más fácilmente comprenden los alumnos y alumnas es la perspectiva caballera. Éste constituye el sistema más apropiado desde el punto de vista de las necesidades prácticas que plantea el área de Tecnología, ya que, además de su sencillez, permite la visualización del objeto representado desde diferentes posiciones con tan sólo variar el ángulo de fuga.

La práctica inicial más simple es la representación a mano alzada de piezas poco complicadas en el cuaderno. La razón estriba en que el trazado de los ejes y de la pieza (siempre que las líneas de ésta sean ortogonales entre sí) se realizan siguiendo bien la líneas de la cuadrícula, bien las diagonales de los cuadrillos. Con este fácil sistema se pueden hacer representaciones con los siguientes ángulos de fuga:  $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $135^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $225^\circ$ ,  $270^\circ$  y  $315^\circ$ . En la figura 3 se recogen dos ejemplos de la representación de ejes sobre papel cuadrulado; y en la figura 4, dos representaciones de un número tridimensional, también sobre cuadrícula. Nótese que, en este último caso, ni tan siquiera es necesario trazar los ejes previamente.

Al avanzar en la representación de objetos más complicados, hay que hacer comprender la necesidad de tomar como alzado la vista que más información proporcione o bien aquélla que geoméricamente ofrezca mayor complicación, como por ejemplo que contenga figuras curvas. De esta forma, se simplifica mucho la ejecución.

Por otro lado, resulta de gran interés que los alumnos y alumnas comprendan el efecto óptico de reducción que la perspectiva produce sobre las cotas de profundidad y, en consecuencia, la necesidad de utilizar coeficientes de reducción. Se ofrecen a continuación dos métodos para ilustrarlo, que pueden ayudar a la consecución del fin mencionado.

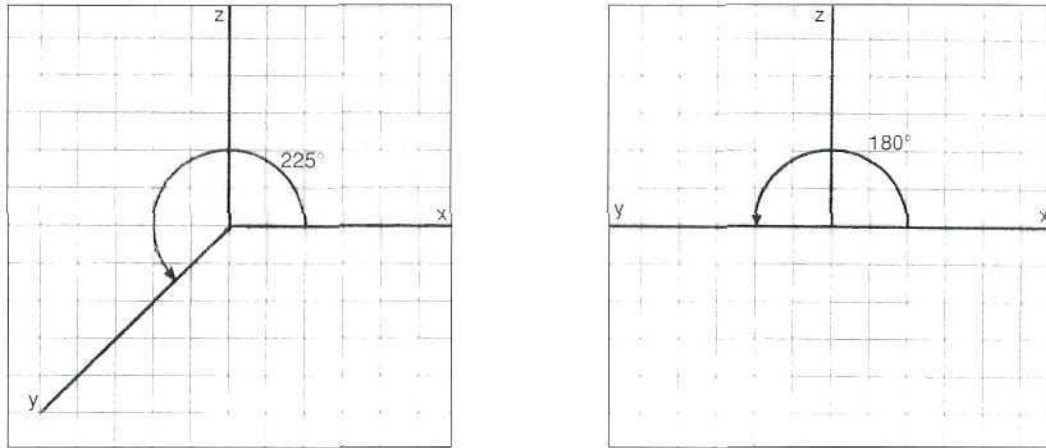


Fig. 3.—Representación de ejes sobre papel cuadrulado.

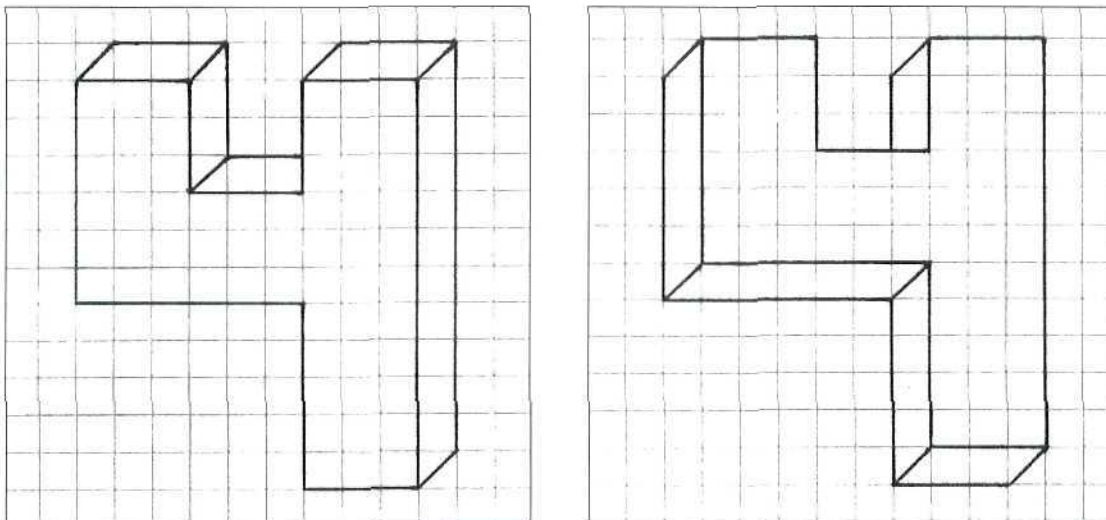


Fig. 4.—Representación de una figura en perspectiva caballera utilizando papel cuadrulado.

El primero de ellos consiste en proponer a los alumnos que dibujen un cubo en perspectiva, algo que generalmente ya han hecho con cierta frecuencia. Seguidamente, se les insta a medir los lados del alzado y comparar las medidas con las de las aristas contenidas en las líneas de fuga. El resultado es que ellos mismos han dibujado estas líneas de menor longitud para que el cubo tuviera una apariencia proporcionada. A continuación, se les propone dibujar otro cubo en el que la medida de sus aristas sea siempre la misma. Al observarlo, se darán cuenta que el aspecto del cubo es el de una figura más alargada, como puede apreciarse en la figura 5.

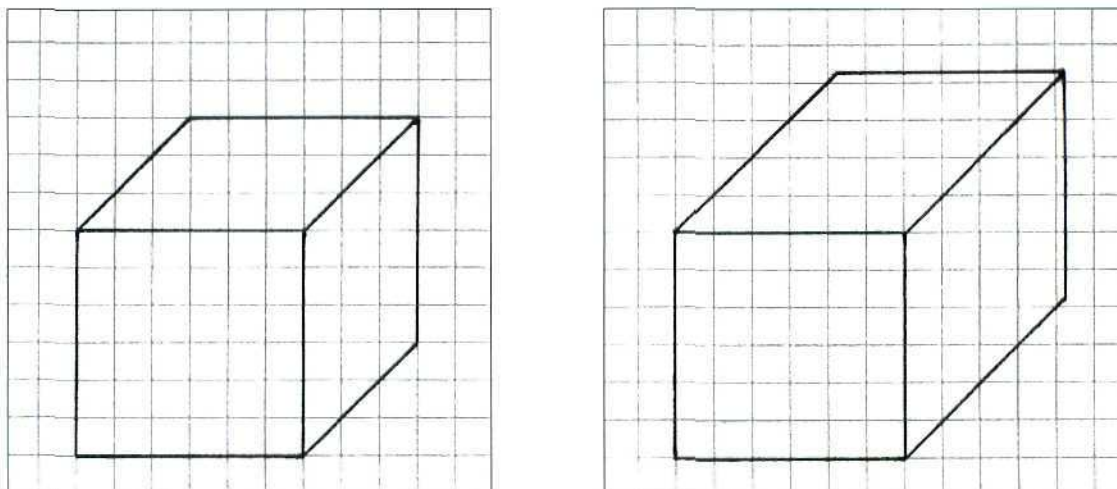


Fig. 5.—Representación de un cubo en perspectiva caballera con y sin la aplicación de coeficiente de reducción.

El segundo método consiste en tomar una regla de unos cincuenta centímetros, sujetándola longitudinalmente entre ambas manos. Se ofrece al alumnado una vista frontal y ellos mismos pueden comprobar que las manos distan una de otra la medida de la regla. A continuación, se aleja una de las manos del cuerpo situándose la regla de forma oblicua respecto a la visión frontal. En este momento los alumnos y alumnas comprueban que, aunque la distancia entre las manos sigue siendo la medida de la regla, desde su punto de vista una mano dista de la otra mucho menos. En la figura 6 se ilustran las dos posiciones de la regla desde el punto de observación de los alumnos.

La capacidad de representación de objetos a través de la perspectiva caballera es suficiente para el nivel de diseño requerido en el área de Tecnología. Sin embargo, no está de más potenciar otras capacidades recurriendo a la introducción de tipos diferentes de perspectiva como la axonométrica (concretamente la isométrica) y la cónica.

Respecto a la perspectiva cónica, serán suficientes unas nociones generales para no extenderse innecesariamente en el tema. En cuanto a la perspectiva isométrica, resulta de fácil asimilación cuando ya se conocen los fundamentos de la caballera. Análogamente al caso de ésta, para facilitar el trabajo de los alumnos y alumnas



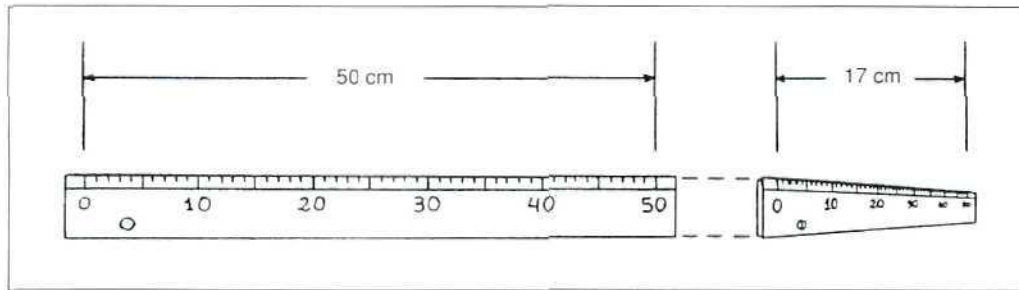


Fig. 6.—Reducción de las medidas de profundidad por efecto de la perspectiva.

a la hora de representar en perspectiva isométrica es de gran utilidad que éstos realicen en una hoja en blanco una cuadrícula especial.

Para conseguir el entramado que sirva de soporte para una representación en perspectiva isométrica bastará con trazar líneas paralelas que disten entre sí cinco milímetros, tal y como aparece en la figura 7. En esta misma figura puede observarse además un ejemplo sencillo de representación. Al concluir, cada alumno sacará varias fotocopias del entramado realizado, sobre las que podrá hacer representaciones en perspectiva isométrica de forma muy sencilla e incluso a mano alzada.

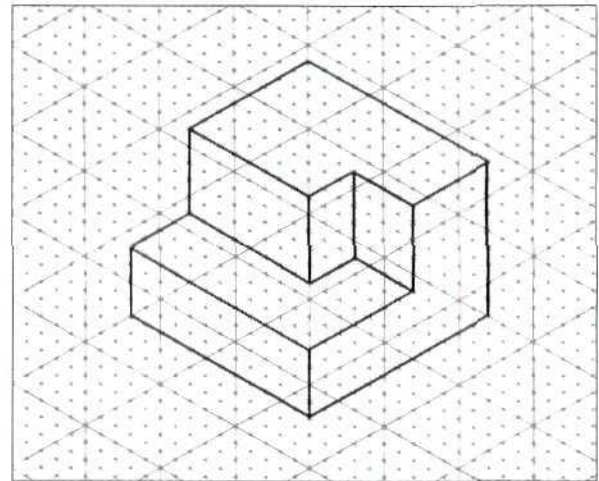


Fig. 7.—Entramado para dibujar en perspectiva isométrica.

### C) Normas de acotación y empleo de escalas

Para acotar correctamente es necesario conocer un abundante número de normas que, memorizar directamente, pueden convertirlo en una labor tediosa y desmotivante. Por esta razón, la mejor manera de aprender consiste en observar acotaciones formales de piezas tras conocer la normativa y, posteriormente, acotar los diferentes diseños que se realicen intentando reproducir las directrices previas, para comprobar después que se han realizado en la forma correcta. Como ya se ha comentado con anterioridad, la práctica es el mejor método de consolidar el conocimiento.

Para concluir con los contenidos de dibujo técnico, resulta provechoso introducir al alumnado en el empleo de escalas, ya que, en la mayoría de los casos, las medidas de los componentes de los objetos que vayan a construir en los diferentes proyectos tecnológicos son desproporcionadas respecto al tamaño de las hojas en las que se plasma previamente dicho proyecto (generalmente DIN A4).





### Actividad 1

Realiza una secuencia de contenidos de dibujo técnico que consideres adecuada para tercero de E.S.O.

Asigna un determinado número de actividades a cada bloque temático y estima el tiempo global necesario de ejecución.



Envía una copia de tu propuesta a la tutoría para poder comentarla con posterioridad.



Ponte en contacto con la tutoría para comentar las dudas o inquietudes que se te hayan generado al término de este apartado.

## **VI. Entre máquinas y herramientas**



# 1. La lija

A través del vídeo y de este documento se presenta la utilidad de la lija. Se trata de un material de papel o cartón en el que una de sus caras está constituida por una superficie rugosa y dotada de cierta aspereza.

El área en la que más se utiliza la lija es en el acabado de los trabajos. La lija consigue mejorar de un modo notable el acabado de algunos trabajos hasta el punto de que, a veces, es más importante lijar una tablilla que pintarla.

## 1.1. Descripción y tipos

En esta unidad se va a analizar el lijado de materiales. El desarrollo se va a centrar en el papel de lija, elemento más utilizado en el lijado de la madera. Asimismo, se hará mención a la lija que se utiliza para trabajar las piezas metálicas.

## 1.2. El papel de lija

Se fabrica en diversas graduaciones, a cada una de las cuales se le asigna un número que sirve para diferenciarlas entre sí. El número que le corresponde a cada tipo de papel de lija está relacionado con el tamaño de grano máximo del correspondiente papel.

La numeración del papel lija que se debe escoger es función del tipo de trabajo por realizar. A continuación, se expone una lista que contiene una relación de los trabajos para los que es más adecuado utilizar cada tipo de grano.

Denominación	Numeración	Usos más indicados
BASTO	0-2	Lijado preliminar de superficies no cepilladas; para eliminar la pintura vieja y el óxido.
MEDIO	3-4	Para realizar el primer lijado de superficies lisas, como, por ejemplo, puertas; para abrir el poro de la pintura vieja bien conservada, antes de pintar de nuevo la superficie que se hallaba pintada.
FINO	5-6	Para el afinado de la madera y los tableros, así como para el lijado intermedio después del emplastecido o de una primera mano de pintura.
EXTRAFINO	7	Para el afinado de la pintura, para mateado y capas de pintura aplicadas sobre madera y metal.



Otro de los elementos que se utiliza para lijar la madera es la tela de lija. La tela de lija se distingue del papel en la resistencia del soporte, que es mayor en la tela que en el papel. Por tanto, la tela no se rompe con tanta facilidad como el papel. El inconveniente de la tela de lija es que resulta más cara que el papel. La tela es indispensable cuando hay que lijar en presencia de agua, cuando hay que revestir de nuevo una pintura vieja y en las reparaciones de la carrocería de los coches. Al comprar lija de este tipo hay que tener en cuenta que existen dos clases: una de ellas indicada para trabajos en seco y otra propiamente llamada lija de agua.

## 1.3. Utilización

### Cómo utilizar el papel lija

Al lijar con la mano es muy difícil realizar una presión regular sobre la superficie de madera o tablero con el que se trabaja. Se lija mejor si se emplea un taco de madera (que puede hacérselo uno mismo) recubierto de papel de lija o un taco de material plástico que se puede comprar en un comercio especializado.

Cuando haya que lijar **cantos redondeados** conviene poner la lija sobre una esponja de plástico duro.

También se fabrican tacos de gomaespuma recubiertos de lija. Cada una de las cuatro caras del cubo recubierta con lija tiene una graduación distinta. Cuando se emplee un taco de este tipo es aconsejable lavarlo con agua para eliminar el polvo que queda adherido a él cuando se lija.

### Lijado de superficies de madera natural

Las superficies de madera natural sólo deben lijarse a contraveta en los trabajos de desbaste. En otros casos hay que hacerlo siempre a favor de las vetas.

Antes de lijar las superficies de madera natural puede mojarse la madera para que se abran los poros que hayan quedado aplastados por la sierra o el cepillo. Al abrirse los poros, las fibras de la madera se endurecen y, de este modo, se puede conseguir un acabado mucho más perfecto. Este procedimiento no es apropiado para los tableros de aglomerado.

## 2. El motor para lija

En esta unidad el equipo redactor ha querido poner de manifiesto la gran versatilidad que tienen los mecanismos que rigen el funcionamiento de la gran diversidad de máquinas que existen en el mercado y que todos usamos a diario.

En este caso se ha aprovechado el motor de la bomba de desagüe de una lavadora para construir con él una máquina lijadora.

En la adaptación de este motor se ha prestado una atención especial al respeto de las condiciones de seguridad que deben tenerse en cuenta durante el manejo de cualquier herramienta.

Antes de comentar de forma detallada cuáles han sido los dispositivos de seguridad empleados se van a revisar los principios físicos que rigen el funcionamiento de esta máquina lijadora.

### Principios físicos básicos

Los principales elementos físicos que intervienen en el proceso de funcionamiento de esta máquina son la fuerza de rozamiento y el concepto de momento.

En el vídeo se ha podido escuchar una afirmación que dice que, al presionar con algún elemento las partes exteriores del círculo, la máquina lijadora se frena antes que si se presiona sobre sus partes interiores. Esto es debido simplemente a que el momento de frenado que se genera cuando la presión se realiza sobre el exterior del círculo es mayor, para una presión igual, que el que se origina si la presión se ejerce sobre la zona que está más próxima al centro del disco.

Mediante la fórmula general  $M = F \cdot d$ , en la que:

- **M**: representa el momento de frenado que sufre el disco cada instante.
- **F**: es la fuerza aplicada.
- **d**: en el caso de un disco con un único punto fijo es la distancia entre el punto de aplicación de la fuerza y el punto fijo del cuerpo al que se le aplica la fuerza, se va a facilitar la comprensión del principio que rige el proceso de funcionamiento de la máquina lijadora.

Basta tener en cuenta que la distancia **d** y el momento que se origina al aplicar una fuerza a una distancia **d** del punto fijo son, según la fórmula expuesta, directamente proporcionales entre sí. De este modo, cuanto menor sea la distancia entre el punto de aplicación de la fuerza y el punto fijo del disco, menor será el momento y viceversa; esto justifica que cuando el cuerpo que se quiere lijar se dispone en la parte más externa del disco, el disco se frena antes que cuando el cuerpo se dispone en la parte interna, ya que en el primer caso la distancia a la que se aplica la fuerza es mayor que en el segundo.



## **VII. Lecturas comentadas**





- DISEÑO Y TECNOLOGÍA. James Garrat. Ediciones Akal (1993).
- ELECTRICIDAD Y ELECTRODOMÉSTICOS. Santiago Pey Estrany. Ediciones CEAC (1984).
- CAMBRIDGE ILUSTRADO. Ciencia y Tecnología. Grijalbo (1988).
- MÁQUINAS, UNA HISTORIA ILUSTRADA. Sigvard Strandh. Herman Blume Ediciones.

En el capítulo 7, «La aparición de los sistemas de control», se realiza una exposición interesante del tema de control de sistemas, por lo que constituye un apoyo para aquellos que necesiten adentrarse en este tema.



## VIII. Glosario





- ALBURA: Capa blanda, de color blanquecino, que se halla inmediatamente debajo de la corteza en los tallos leñosos.
- AZUELA: Herramienta de carpintería utilizada para desbastar.
- CONTACTOR: Interruptor automático que sirve para restablecer los enlaces entre distintos circuitos o aparatos eléctricos.
- CUBICAR: Acción que consiste en medir el volumen de un cuerpo y su capacidad para expresarlos en unidades cúbicas.
- ELECTROIMÁN: Imán artificial formado por una barra de hierro dulce sobre la que va colocado un arrollamiento aislado por el que pasa una corriente eléctrica.
- ENCOFRADOS: Revestimiento de madera que se emplea para hacer el vaciado de una cornisa o para sostener la tierra en las galerías de las minas.
- ESCOPLADORA: Maquinaria de hierro acerado, con mango de madera y boca formada por un bisel, que se utiliza para hacer un corte o agujero en la madera.
- ESPIGADORA: Máquina que se utiliza para hacer la espiga en aquellas maderas que deben ser introducidas en otras.
- GIROSCOPIO: Aparato que consiste en un disco circular simétrico que gira rápidamente sobre un eje libre situado en el centro de gravedad. Con esto se consigue que se mantenga inmóvil el centro de rotación. Fue ideado por Foucault en 1852. Se utiliza en sustitución de la brújula en los aviones y barcos; en las embarcaciones sirve, además, para evitar las oscilaciones naturales de la nave.
- MOMENTO: Producto de un vector por su distancia a un punto a una recta.
- MOVIMIENTO GIRATORIO: Es el cambio de posición de un cuerpo cuya trayectoria es una línea circular.
- PULIDORA: Máquina que se emplea para alisar y quitar la rusticidad a la madera.
- SEMIPLANO: Cada una de las dos porciones de plano limitadas por cualquiera de sus rectas.
- SENSOR: Dispositivo que detecta variaciones en una magnitud física y las convierte en señales útiles para un sistema de medida o control.
- TALADRADORA: Máquina eléctrica utilizada para agujerear.
- TORNO: Máquina que se utiliza para redondear piezas de metal o madera. La pieza que se desea trabajar se hace girar a gran velocidad. Un elemento de corte, montado sobre un soporte, va moldeando la forma deseada. El torno también se utiliza para practicar orificios en piezas de madera o metal, para fabricar tornillos y para pulir objetos de metal o de madera.

- TRANSDUCTOR: Un transductor es un dispositivo que convierte unos tipos de señal en otros diferentes. Los tipos de señal que existen son señales mecánicas, térmicas, magnéticas, eléctricas, ópticas y químicas.
- TRAVIESA: Es una pieza de madera, o de otro material, que se dispone perpendicularmente al trazado de una vía férrea para asentar sobre ella los raíles.
- TUPÍ: Es una máquina utilizada en el trabajo de la madera cuya función es similar al de las fresadoras en el trabajo de los metales.

## **IX. Soluciones a las actividades propuestas**





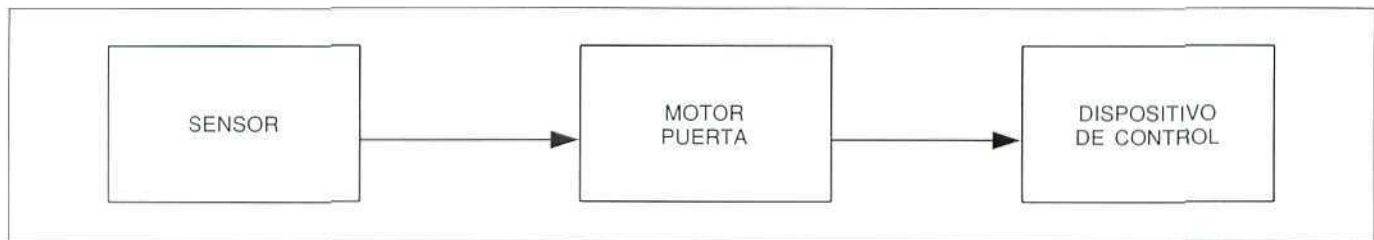
## Actividad 1

El sistema de control incluido en la actividad 1 es un sistema de control en bucle abierto, ya que la señal de salida, temperatura del agua a la salida, no influye en la señal de entrada, la temperatura del agua caliente que se introduce en el circuito.

## Actividad 2

El proceso que se describía en esta actividad es un proceso de control en bucle abierto, ya que la señal de salida, que es la puesta en funcionamiento del motor de apertura de la puerta corredera, no puede influir en ningún momento en la función de entrada, que será la señal captada por el sensor de rayos infrarrojos.

Un sencillo ejemplo de diagrama de bloques capaz de representar el sistema descrito es el que a continuación se expone:



## Actividad 3

La primera de las afirmaciones que aparecen en esta actividad es cierta. Un termostato es un aparato que se emplea para controlar la temperatura de un determinado proceso o elemento. Su funcionamiento debe ser tal que se mantenga la temperatura del proceso regulado en un determinado valor y para ello deberán activarse los mecanismos oportunos en función de la temperatura que marque la salida del sistema. De este modo, si se ha dispuesto un termostato para mantener constante la temperatura de una habitación y, en un determinado momento, el termómetro marca una temperatura inferior a la deseada, será necesario activar los mecanismos de la calefacción de tal manera que la temperatura de la habitación alcance el valor deseado. Con este ejemplo se pretende aclarar la repuesta que se ha dado a la afirmación de que todo proceso que lleve incorporado un termostato lleva necesariamente un lazo de realimentación, ya que la señal de salida o temperatura que se alcanza en un determinado instante se comparará siempre con la temperatura deseada y el termostato; después de realizar esta comparación deberá actuar sobre los mecanismos oportunos o entrada al sistema para que la salida sea la temperatura deseada.

La segunda de las afirmaciones es falsa, ya que un sistema de control en bucle abierto se caracteriza porque en él la regulación se realiza sin que la salida del sistema influya sobre la entrada y lo que caracteriza a un bucle

de realimentación, y por tanto a todo sistema realimentado, es justamente lo contrario; en un sistema de estas características la entrada es modificada en función de los valores que adquiere su función de salida.

#### Actividad 4

En el primer caso, la velocidad relativa de Ana respecto a las escaleras mecánicas es cero, pues ella va subiendo dejándose llevar por las escaleras. Debido a que en este caso la velocidad relativa es cero coinciden los valores de la velocidad absoluta y la velocidad de arrastre. Recuerda que velocidad absoluta es igual a la suma de velocidad relativa y velocidad de arrastre.

$$\text{Velocidad relativa} = 0$$

$$\text{Velocidad de arrastre} = 0,6 \text{ km/h}$$

$$\text{Velocidad absoluta} = 0,6 \text{ km/h}$$

En el segundo supuesto, la velocidad relativa de Ana respecto de las escaleras es de 0,5 km/h. La velocidad de arrastre sigue siendo de 0,6 km/h; luego, la velocidad absoluta con la que un observador que, como tú, estuviese sentado en el andén vería ascender a Ana sería de 1,1 km/h.

$$\text{Velocidad relativa} = 0,5 \text{ km/h}$$

$$\text{Velocidad de arrastre} = 0,6 \text{ km/h}$$

$$\text{Velocidad absoluta} = 1,1 \text{ km/h}$$









**MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA**

**SECRETARÍA GENERAL DE EDUCACIÓN Y FORMACIÓN PROFESIONAL**

**Programa de Nuevas Tecnologías de la Información y de la Comuni**



DISPOSITIVO FINAL CARRERA DIBUJO  
UV. AR. (5)

84-369-2948-9



9 788436 929485