

1

Sistemas y su control

**Aplicación de los procedimientos de la
Tecnología en el tercer ciclo de la EGB**



*Ministerio de Educación
Ciencia y Tecnología*



**Instituto Nacional de
Educación Tecnológica**

serie/desarrollo de contenidos

colección/electricidad, electrónica y sistemas de control

Autoridades

Presidente de la Nación

Eduardo Duhalde

Ministra de Educación, Ciencia y Tecnología

Graciela Giannettasio

Director Ejecutivo del Instituto Nacional de Educación Tecnológica

Horacio Galli

Director Nacional del Centro Nacional de Educación Tecnológica

Juan Manuel Kirschenbaum

Especialista en contenido:

- Carlos Colombini

serie/desarrollo de contenidos

Colecciones

Autotrónica

Comunicación de señales y datos

Cultura tecnológica

Diseño gráfico industrial

Electricidad, electrónica y sistemas de control

Flúidica y controladores lógico-programables

Gestión de la calidad

Informática

Invernadero computarizado

Laboratorio interactivo de idiomas

Procesos de producción integrada

Proyecto tecnológico

Simulación por computadora

Índice

El Centro Nacional de Educación Tecnológica

La Colección Electricidad, Electrónica y Sistemas de Control

1. Sistemas

¿Qué es un sistema?

Una definición de sistema

Estructuras y funciones en los sistemas

Estudio de los sistemas

Lenguaje de representación. Diagramas en bloques

Sistemas abiertos y sistemas cerrados

Propuesta de integración

2. Sistemas de control

¿Qué es un sistema de control?

Sistemas de control manuales y automáticos

Lazos de control

Más información sobre sistemas de control automático

Lazos de alimentación

a. Realimentación positiva

b. Realimentación negativa

Señales de control

3. Sistemas de control con lógica digital

¿Qué es un sistema de control con lógica digital?

Funciones lógicas

a. Función AND (Y)

b. Función OR (O)

c. Función NOT (Inversor)

Compuertas lógicas

a. Compuerta AND (Y)

b. Compuerta OR (O)

c. Compuerta NOT (Inversor)

En este momento de cierre...

El Centro Nacional de Educación Tecnológica

El Centro Nacional de Educación Tecnológica –CeNET– es el ámbito del Instituto Nacional de Educación Tecnológica destinado a la investigación, la experimentación y el desarrollo de nuevas propuestas en la enseñanza del área en la escuela.

Desde el CeNET venimos trabajando en tres líneas de acción que convergen en el objetivo de reunir a profesores, a especialistas en tecnología y a representantes de la industria y de la empresa, en acciones compartidas que permitan que la Escuela Tecnológica se desarrolle de un modo sistemático, enriquecedor, profundo... auténticamente formativo, tanto para los alumnos como para los docentes que coordinan tareas en el área.

Una de nuestras líneas de acción es la de diseñar, implementar y difundir **trayectos de capacitación y de actualización**. En el CeNET contamos con quince laboratorios en los que se desarrollan cursos, talleres, pasantías, encuentros, destinados a cada educador y a cada miembro de la comunidad que lo desee.

- Autotrónica
- Centro multimedial de recursos educativos
- Comunicación de señales y datos
- Cultura tecnológica
- Diseño gráfico industrial
- Electricidad, electrónica y sistemas de control
- Fluídica y controladores lógico-programables
- Gestión de la calidad
- Gestión de las organizaciones
- Informática
- Invernadero computarizado
- Laboratorio interactivo de idiomas
- Procesos de producción integrada. CIM
- Proyectos tecnológicos
- Simulación por computadora

La de la **conectividad** es otra de nuestras líneas de acción; su objetivo es generar y participar en redes que integren al Centro con organismos e instituciones educativos ocupados en la Educación Tecnológica, y con organismos, instituciones y empresas dedicados a la tecnología, en general. Entre estas redes, se encuentra la que conecta al CeNET con los Centros Regionales de Educación Tecnológica –CeRET– y con las Unidades de Cultura Tecnológica instalados en todo el país.

También nos ocupa la **producción de materiales**. Hemos desarrollado dos series de publicaciones: *Educación Tecnológica*, que abarca materiales (uni y multimedia) que intentan posibilitar al destinatario una definición curricular del área de la Tecnología en el ámbito escolar y que incluye marcos teóricos generales, de referencia, acerca del área en su conjunto y de sus contenidos, enfoques, procedimientos y estrategias didácticas más generales; y *Desarrollo de contenidos*, nuestra segunda serie de publicaciones, que nuclea fascículos de capacitación que pueden permitir una profundización en los campos de problemas y de contenidos de las distintas áreas del conocimiento tecnológico (los quince ámbitos que puntualizábamos y otros que se les vayan sumando) y que recopila, también, experiencias de capacitación docente desarrolladas en cada una de estas áreas.

A partir de estas líneas de trabajo, el CeNET intenta constituirse en un espacio en el que las escuelas, los docentes, los representantes del sistema técnico y científico, y las empresas puedan desarrollar proyectos de innovación que redunden en mejoras para la enseñanza y el aprendizaje de la Tecnología.

Buenos Aires, noviembre de 2002

La Colección Electricidad, Electrónica y Sistemas de Control

El CeNET cuenta con una Unidad de Gestión del Aprendizaje en *Electrónica y Sistemas de Control* que tiene por objetivo el desarrollo de proyectos tecnológicos propios de este campo del conocimiento, en los que se pone en juego la metodología de resolución de problemas que involucran contenidos de la electrónica.

Los módulos de esta Unidad permiten al profesor que está capacitándose desarrollar competencias en materia de diseño y medición de circuitos, y en técnicas analógicas y digitales, poniendo a disposición del docente equipos, dispositivos y sistemas de simulación por computadora para el diseño, la medición y el control de sistemas electrónicos.

Desde esta UGA, además de desarrollarse procesos de capacitación presencial, se lleva adelante la colección de publicaciones *Electrónica y sistemas de control*, basándose en la cual se ha diseñado un sistema de educación a distancia.

Sistemas y su control –Aplicación de los procedimientos de la Tecnología en el Tercer Ciclo de la Educación General Básica– es el primer material de esta colección.

Tiene por objeto presentar al profesor que está capacitándose una secuencia didáctica en la que se integran los procedimientos generales de la tecnología –el proyecto tecnológico y el análisis de producto– y el tratamiento de contenidos conceptuales básicos acerca de los sistemas y de su control.

Porque, esta problemática es central en el campo de cuestiones tecnológicas: estos sistemas actúan sobre máquinas, procesos, equipos e instalaciones de muy variada naturaleza y en áreas tan diferentes como:

- la producción de bienes y, o servicios,
- el hogar,
- la protección de la salud,
- las áreas que tienen que ver con el medio ambiente,
- las comunicaciones,
- el transporte, etc.

Los sistemas automáticos –que son los que gobiernan, en forma autónoma, máquinas, procesos, equipos, instalaciones.– se constituyen, así, en uno de los aportes más significativos de la tecnología de los últimos cincuenta años; su desarrollo ha permitido aplicaciones en ámbitos tan distantes como el de la industria espacial o el de los aparatos domésticos, pasando por toda la gama de los sectores de la producción y de los servicios, tanto en situaciones de normalidad como de emergencia.

Y esta temática, de tanta importancia para la tecnología, es retomada por los Contenidos Básicos Comunes para la Educación General Básica, al incluir bloques conceptuales referidos a control automático.

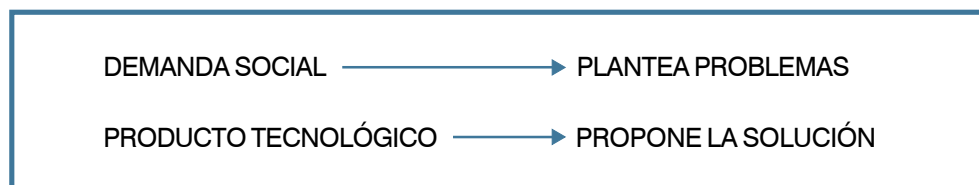
Tecnología

Nace de necesidades, responde a demandas y, mediante el desarrollo de productos tecnológicos, se propone la solución de problemas concretos de las personas, empresas, instituciones o del conjunto de la sociedad. (*Contenidos Básicos Comunes para la Educación General Básica. Tecnología, Bloque 5. Procedimientos relacionados con la tecnología. 1995. Ministerio de Educación de la Nación*)

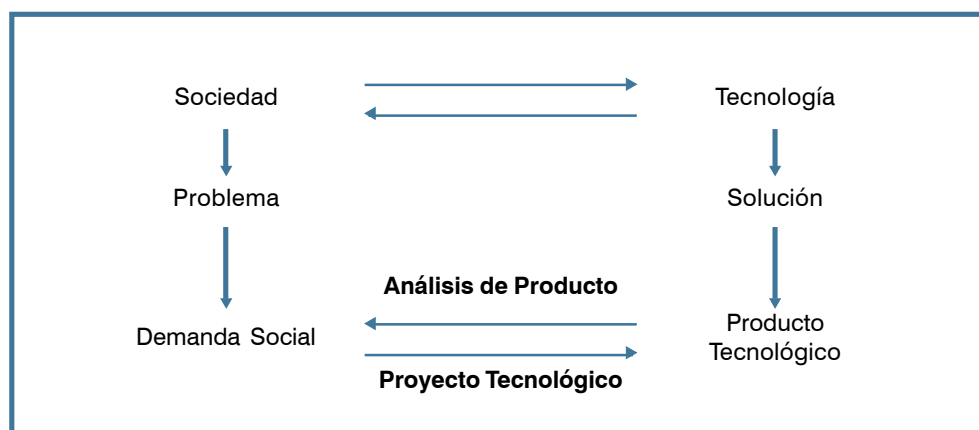
Para trabajar estos contenidos, acudiremos a los procedimientos estructurantes de la Tecnología:

- el proyecto tecnológico y
- el análisis de producto.

Los productos tecnológicos (bienes, procesos o servicios) constituyen, así, las respuestas que brinda la tecnología a las necesidades, deseos o demandas de la sociedad:



La presencia en el aula-taller de tecnología del procedimiento *proyecto tecnológico* y del procedimiento *análisis de producto* permite configurar un circuito integrado de trabajo:



Y de esta forma de trabajo nos ocuparemos en las tres partes que integran este material:

1. Sistemas
2. Sistemas de control
3. Sistemas de control con lógica digital

Comencemos con su desarrollo...

Análisis de Producto

Se parte de un producto tecnológico determinado y, mediante un análisis sistemático, se determina el marco referencial de su creación, la necesidad que se propuso satisfacer, los condicionamientos y posibilidades que influyeron en su diseño, su desarrollo histórico y el impacto que obtuvo. (*Contenidos Básicos Comunes para la Educación General Básica. Tecnología, Bloque 5. Procedimientos relacionados con la Tecnología.* 1995. Ministerio de Educación de la Nación)

Proyecto Tecnológico

Parte del marco referencial que determina la necesidad, la demanda o la oportunidad y, siguiendo el método de proyectos, se arriba al producto tecnológico con el propósito de satisfacer esa demanda, evaluando su adecuación a los objetivos propuestos, y su correspondiente impacto sobre el medio social y natural. (*Contenidos Básicos Comunes para la Educación General Básica. Tecnología, Bloque 5. Procedimientos relacionados con la Tecnología.* 1995. Ministerio de Educación de la Nación)

1. SISTEMAS

¿Qué es un sistema?

Cuando nos referimos a control, es usual apelar a la expresión *sistema de control*.

Entonces, cabe preguntarnos: *¿Qué es un sistema?*

Para avanzar en una respuesta para este interrogante, le proponemos concentrarse en la primera actividad de nuestro material de capacitación –Ficha 1–, diseñada alrededor de uno de los procedimientos generales de la tecnología, el análisis de producto –en este caso, de una linterna–.



FICHA 1 **ANÁLISIS DEL PRODUCTO TECNOLÓGICO LINTERNA**

1. Análisis morfológico:

- ¿Cómo es?
- ¿Qué forma tiene?

2. Análisis funcional:

- ¿Qué función cumple?

3. Análisis estructural:

- ¿Cuáles son sus elementos y cómo se relacionan?

4. Análisis de funcionamiento:

- ¿Cómo funciona?

5. Análisis tecnológico:

- ¿De qué materiales está construida?
- ¿Qué equipos y técnicas se integraron?

6. Análisis económico:

- ¿Qué valor tiene?

7. Análisis comparativo relacional:

- ¿Cómo está relacionada con su entorno?

8. Tareas complementarias:

- Realice un dibujo a escala de la linterna analizada –con vistas y cortes–, para observar la disposición de los elementos que la componen.

- Realice el esquema del circuito eléctrico de la linterna, utilizando la simbología normalizada.
- Encare una respuesta para:
 - ¿Cuál es la función de interruptor? ¿Es un elemento de control?
 - ¿Qué tipo de generador de energía eléctrica se utiliza?
 - ¿Se producen transformaciones de energía? ¿Cuáles son?
 - ¿Cuál es la energía de salida aprovechable en todo el proceso de transformación? ¿Cuál es la que no se aprovecha?

¿Ya desarrolló esta consigna de análisis?

Ahora, le presentamos una respuesta posible.

1. Análisis morfológico:

¿Cómo es?	Objeto de forma volumétrica, de textura levemente rugosa al tacto, de color negro mate y diseño anatómico.
¿Qué forma tiene?	El producto posee tres partes perfectamente definidas; dos son de forma cilíndrica, de distinto diámetro y longitud; la tercera es de forma tronco-cónica y permite la vinculación entre las partes cilíndricas de distinto diámetro y longitud.

2. Análisis funcional:

¿Qué función cumple?	Es un producto que ha sido diseñado para proveer iluminación focalizada, teniendo la particularidad de ser portátil y autónomo.
----------------------	---

3. Análisis estructural:

¿Cuáles son sus elementos y cómo se relacionan?	El producto en análisis consta de las siguientes partes: 1. Contenedor: Es una pieza única; está formada por dos partes cilíndricas –una, de menor diámetro y mayor longitud; otra, de mayor diámetro y menor longitud.– ambas unidas entre sí por una zona tronco-cónica. La parte de mayor diámetro se encuentra roscada, para posibilitar la unión con el aro, soporte del sistema óptico. El contenedor, además, es soporte del muelle espiral de asiento de las pilas eléctricas, del interruptor, de parte del circuito eléctrico y del alojamiento de las dos pilas eléctricas de la linterna. 2. Generador de energía: Está formado por dos pilas del tipo “alcalinas” –generadores electroquímicos– secas, tipo D, de 1,5 v. cada una, conectadas en serie.
---	--

	3. Interruptor: Es el elemento de control; permite el encendido y el apagado de la linterna, mediante el cierre y apertura de sus contactos respectivamente. Tiene característica unipolar, ya que sólo interrumpe uno de los conductores del circuito eléctrico. 4. Dispositivo óptico: Su forma es tronco-cónica, con su parte interior espejada y su zona de menor diámetro agujereada. Es asiento del portalámparas y de la lámpara eléctrica de iluminación. 5. Lámpara: Es del tipo incandescente, de 2,4 v y de 0,7 A, con casquillo especial; Philips, KPR 102. 6. Aro soporte del sistema óptico: Es una pieza cilíndrica de diámetro igual al mayor de la linterna y de corta longitud. Es soporte del disco de vidrio, de la parte delantera de la linterna y contiene al sistema óptico; permite el fijado en posición de todo el dispositivo óptico cuando dicho aro se enrosca en el contenedor. Para garantizar un correcto ajuste entre el aro de cierre y el contenedor, existe –entre ambos– una arandela de plástico que asegura la adecuada unión entre ambas partes.
--	---



4. Análisis de funcionamiento:

¿Cómo funciona?	El generador de energía eléctrica –que está compuesto por dos pilas en serie– tiene su borne negativo (-) haciendo contacto con el muelle metálico interno del contenedor y su borne positivo (+) con el borne central del casquillo de la lámpara. Como el muelle metálico está conectado con uno de los bornes del interruptor, al accionarse éste se cierra o abre el circuito. El borne negativo del generador es aplicado a la parte exterior del casquillo de la lámpara, por lo que la tensión del generador está aplicada a los bornes de la lámpara, estableciéndose la circulación de corriente que produce la incandescencia del filamento y la consiguiente producción de luz. Accionando nuevamente el interruptor, se produce la separación de sus contactos, abriéndose el circuito y –como la lámpara no tiene la tensión aplicada entre sus bornes– no circula corriente, apagándose.
------------------------	--

5. Análisis tecnológico:

¿De qué materiales está construida?	El contenedor y el aro soporte del sistema óptico son de material plástico rígido. La arandela de ajuste entre ambas piezas es de plástico flexible, para permitir un correcto ajuste. El portalámparas, el muelle y los elementos conductores son todos metálicos, ya que es necesario garantizar una muy buena conducción de la corriente eléctrica. El frente de la linterna es de vidrio transparente, para asegurar un buen pasaje de la luz, y para evitar daños y salpicaduras de agua a la lámpara.
¿Qué equipos y técnicas se integraron?	En su construcción intervinieron diversas maquinarias como, por ejemplo: • estampadoras, • extrusoras e inyectoras de plástico, • hornos de tratamiento térmico, • prensas, • cortadoras de vidrio, • líneas de montaje robotizadas, • procesos electrolíticos, entre otras. Consecuentemente, se han empleado técnicas de: • prensado, • inyección, • extrusión, • tratamientos térmicos, • corte, • estampado, • marcado, etc.

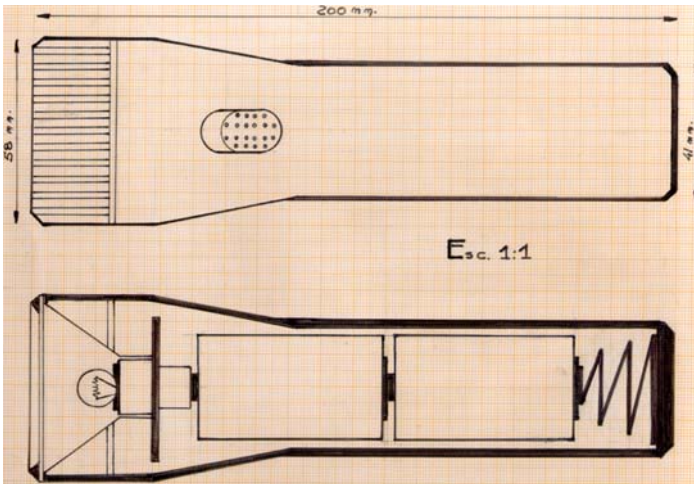
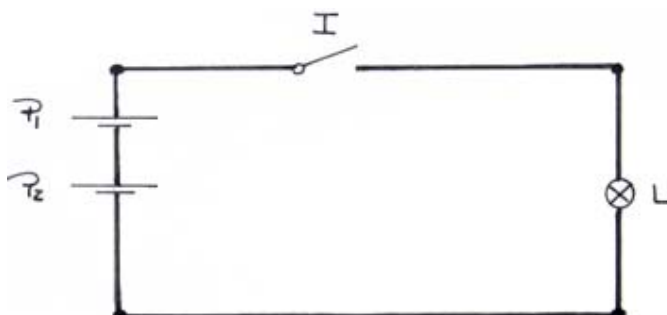
6. Análisis económico:

¿Qué valor tiene?	Es un dispositivo de relativo bajo costo y de buena durabilidad. Algunos elementos internos como, por ejemplo, las pilas deben ser reemplazadas periódicamente, lo que depende de las horas de uso de la linterna; asimismo, con menor frecuencia, se hace necesario el reemplazo de la lámpara incandescente. Es posible señalar que, en la relación costo-beneficio, se trata de un artículo de bajo costo y de alto beneficio, dada la importancia de la función que cumple en situaciones específicas –cortes de energía, zonas mal iluminadas, emergencias, etc.–.
--------------------------	---

7. Análisis comparativo relacional:

¿Cómo está relacionada con su entorno?	La linterna es el más sencillo de los componentes de la familia de los dispositivos autónomos portátiles de iluminación focalizada. Existen otros con mayor cantidad de prestaciones –por ejemplo, iluminación mediante tubo fluorescente, baliza, linterna, baliza intermitente, etc.–, de muy buena utilidad, pero de mayor costo. Hay que tener presente que el dispositivo analizado posee múltiples ventajas frente a otros elementos para iluminación denominados comúnmente “lámparas portátiles” que, si bien permiten una iluminación focalizada, tienen el inconveniente de que se alimentan mediante un cable eléctrico, desde una toma de la red de energía de 220v. 50Hz. o a través de una batería, lo que limita su utilización (ya sea por el cable de conexión –problemas de longitud, molestia del cable, ubicación de las tomas de energía, etc.–, por el valor alto de la tensión –seguridad– o por problemas –rotura de lámpara por golpe, por ejemplo–).
---	--

8. Tareas complementarias:

Realice un dibujo a escala de la linterna analizada –con vistas y cortes– para observar la disposición de los elementos que la componen.									
Realice el esquema del circuito eléctrico de la linterna, utilizando la simbología normalizada.	 Referencias: P₁ y P₂: Pilas alcalinas tipo D, de 1,5 v. I: Interruptor unipolar. L: Lámpara incandescente con casquillo especial, Philips, tipo KPR 102, de 2,4 v.; 7 A. <table border="1"> <tr> <td data-bbox="718 1243 981 1411"> ¿Cuál es la función de interruptor? ¿Es un elemento de control? </td><td data-bbox="981 1243 1431 1411"> La función del interruptor es la de permitir el encendido y el apagado de la linterna; por consiguiente, es un elemento de control y, en este caso, es de accionamiento manual. </td></tr> <tr> <td data-bbox="718 1411 981 1624"> ¿Qué tipo de generador de energía eléctrica se utiliza? </td><td data-bbox="981 1411 1431 1624"> Se trata de un generador electroquímico compuesto por dos pilas alcalinas de 1,5v. cada una, conectadas en serie. Pero, también se pueden utilizar pilas ácidas de la misma tensión y capacidad. </td></tr> <tr> <td data-bbox="718 1624 981 1892"> ¿Se producen transformaciones de energía? ¿Cuáles son? </td><td data-bbox="981 1624 1431 1892"> Las transformaciones de energía que se producen son: - energía química en eléctrica → pilas - energía eléctrica en energía radiante → lámpara → luz - energía eléctrica en energía térmica → lámpara → calor </td></tr> <tr> <td data-bbox="718 1892 981 2078"> ¿Cuál es la energía de salida aprovechable en todo el proceso de transformación? ¿Cuál es la que no se aprovecha? </td><td data-bbox="981 1892 1431 2078"> La energía de salida aprovechable en todo el proceso de transformación es la energía radiante –luz–. La no aprovechable es el calor. </td></tr> </table>	¿Cuál es la función de interruptor? ¿Es un elemento de control?	La función del interruptor es la de permitir el encendido y el apagado de la linterna; por consiguiente, es un elemento de control y, en este caso, es de accionamiento manual.	¿Qué tipo de generador de energía eléctrica se utiliza?	Se trata de un generador electroquímico compuesto por dos pilas alcalinas de 1,5v. cada una, conectadas en serie. Pero, también se pueden utilizar pilas ácidas de la misma tensión y capacidad.	¿Se producen transformaciones de energía? ¿Cuáles son?	Las transformaciones de energía que se producen son: - energía química en eléctrica → pilas - energía eléctrica en energía radiante → lámpara → luz - energía eléctrica en energía térmica → lámpara → calor	¿Cuál es la energía de salida aprovechable en todo el proceso de transformación? ¿Cuál es la que no se aprovecha?	La energía de salida aprovechable en todo el proceso de transformación es la energía radiante –luz–. La no aprovechable es el calor.
¿Cuál es la función de interruptor? ¿Es un elemento de control?	La función del interruptor es la de permitir el encendido y el apagado de la linterna; por consiguiente, es un elemento de control y, en este caso, es de accionamiento manual.								
¿Qué tipo de generador de energía eléctrica se utiliza?	Se trata de un generador electroquímico compuesto por dos pilas alcalinas de 1,5v. cada una, conectadas en serie. Pero, también se pueden utilizar pilas ácidas de la misma tensión y capacidad.								
¿Se producen transformaciones de energía? ¿Cuáles son?	Las transformaciones de energía que se producen son: - energía química en eléctrica → pilas - energía eléctrica en energía radiante → lámpara → luz - energía eléctrica en energía térmica → lámpara → calor								
¿Cuál es la energía de salida aprovechable en todo el proceso de transformación? ¿Cuál es la que no se aprovecha?	La energía de salida aprovechable en todo el proceso de transformación es la energía radiante –luz–. La no aprovechable es el calor.								

Una definición de sistema

En el producto tecnológico analizado es posible señalar los siguientes aspectos:

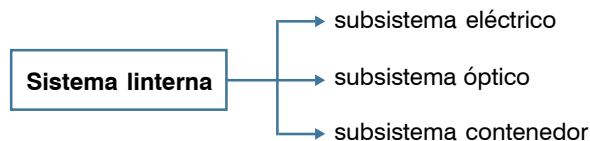
- Cumple una finalidad (la linterna es un dispositivo autónomo portátil para iluminación focalizada).
- Posee elementos (contenedor, pilas, interruptor, óptica, conexionado, lamparita, etc.).
- Cuenta con una organización (cada elemento o componente ocupa un lugar determinado y tiene una función específica en la linterna, para que ésta cumpla con su finalidad).
- Se produce interacción (los elementos –pilas, lamparita, interruptor, conexionado, óptica, etc.– interactúan entre sí para producir un haz de luz).

Generalizando... En todo producto tecnológico –también, por supuesto, en la linterna– es posible identificar:

- finalidad (objetivo),
- elementos,
- organización,
- interacciones.

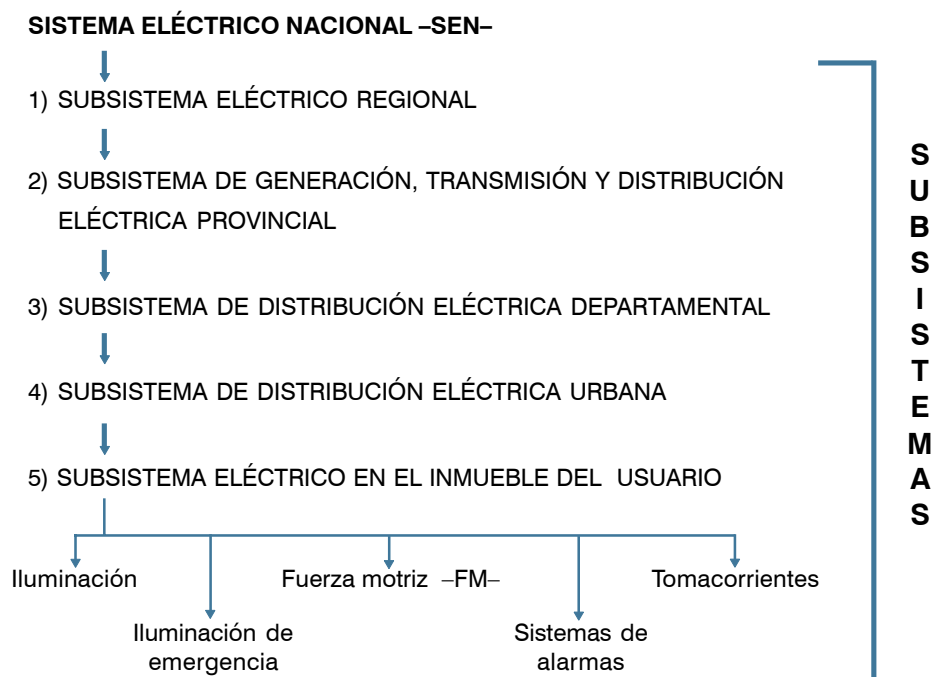
Se trata, así, de sistemas.

Un sistema puede estar compuesto por varios subsistemas. Volviendo a nuestro ejemplo:



Cabe aclarar que, de acuerdo con la complejidad que pueden presentar los sistemas, los subsistemas pueden, a su vez, desagregarse en varios niveles de importancia según lo que se quiera analizar.

Veamos un ejemplo de sistemas y subsistemas:



Sistema

Es un conjunto de elementos en interacción dinámica, organizados en función de un objetivo. (Gay, Aquiles; Ferreras, Miguel. 1997. *La educación tecnológica. Aportes para su implementación*. Prociencia-Conicet. Ministerio de Educación de la Nación)

Como usted puede observar, existen distintos niveles de subsistemas para analizar el SEN.

Pero, si lo que se desea es analizar solamente el subsistema eléctrico del inmueble del usuario, este subsistema se convierte en sistema, pasando a ser subsistemas, por ejemplo: la iluminación, la FM, los tomacorrientes...

Para trabajar con los alumnos

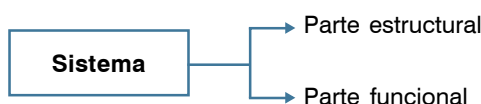
Con el objeto de que los alumnos construyan los conceptos de *sistema* y *subsistema*, a través del procedimiento de análisis de producto, le proponemos trabajar con ellos algunos productos tecnológicos sencillos, de uso doméstico, como podrían ser:

- plancha eléctrica,
- ventilador de techo,
- depósito de agua del baño,
- bicicleta; por ejemplo.

Estructuras y funciones en los sistemas

En el producto tecnológico analizado –la linterna, que es un sistema–, podemos reconocer:

- una parte estructural (contenedor, circuito eléctrico, óptica, aro de cierre, etc.) y
- una parte funcional (los elementos interactuando entre sí, para generar el haz de luz).



En todo sistema podemos reconocer estructuras y funciones:

ESTRUCTURAS	Componentes	Partes, piezas o elementos de un sistema. Pueden conformar diferentes subsistemas dentro del sistema.
	Límites	Bordes que encuadran a un sistema. Fijar los límites es de suma importancia para delimitar el campo de estudio del sistema.
	Depósitos	Lugares de almacenamiento de materia, energía e información.
	Redes de comunicación	Hacen factibles las interacciones entre los componentes y posibilitan los intercambios de materia, energía e información, en un sistema o entre sistemas.

FUNCIONES	Flujos de energía, materia e información	Dan origen o producen transformaciones en los sistemas. Su seguimiento es indispensable para el conocimiento funcional de un sistema.
	Procesos de mando, regulación y control	Están asociados con los flujos y tienen que ver con las operaciones que efectúan sobre un sistema los dispositivos de mando, regulación y control, tales como sensores, válvulas, actuadores, controladores.
	Realimentaciones	Están asociadas al seguimiento de los flujos de información que actúan sobre los dispositivos de mando, regulación y control de un sistema; se ponen en evidencia cuando una señal de la salida de un sistema se compara con la señal de entrada de aquel.

Cabe aquí preguntarnos: Para analizar un sistema, ¿lo podemos hacer divisible estructural y funcionalmente?

En el caso de la linterna sí podemos hacer divisible su parte estructural (pilas, portalámparas, contenedor, óptica, etc.) y analizar cada componente con la amplitud que se requiera. Pero... atención... estamos analizando exclusivamente cada componente; no estamos analizando la linterna.

Esto quiere decir que el sistema linterna es divisible estructuralmente; pero, funcionalmente es indivisible, ya que la organización y la interacción de sus componentes no lo permite; con la división se perderían sus propiedades esenciales: cada elemento aislado pierde las características que tenía en el conjunto original.

Consideremos estos casos:

- Si a un automóvil le sacamos el motor y lo estudiamos separadamente del auto, ¿nos indica ese estudio cómo funciona el auto?
- Si en un equipo de audio, separamos los baffles y los desarmamos, y estudiamos cada uno de los parlantes y divisores de frecuencia, ¿nos explica este estudio cómo funciona el equipo de sonido?

En consecuencia:

**LOS SISTEMAS PUEDEN SER DIVISIBLES
ESTRUCTURALMENTE PERO NO FUNCIONALMENTE.**

Pero un sistema sí puede agruparse con otros para constituir un sistema superior, transformándose en subsistema de uno de orden superior. Pensemos, por ejemplo en el caso del SEN que le planteábamos páginas atrás.

Estudio de los sistemas

Como plantean Gay y Ferreras en la obra que citábamos, los sistemas pueden ser estudiados desde dos puntos de vista:

ANALÍTICO O DIFERENCIADOR



- Se parte del principio de considerar aisladamente y con gran detalle las diferentes partes del sistema.
- Se pierde la visión del conjunto.
- Se presenta como un enfoque válido cuando las variables en juego son pocas o sus relaciones son sencillas; no es útil en problemas complejos.

SISTÉMICO O INTEGRADOR



- Se prioriza la visión del conjunto, aún a costa de perder detalles.
- Se plantean generalizaciones que se refieran a la forma en que están organizados los componentes.
- Se busca:
 - aumentar el nivel de generalidad;
 - similitudes de estructuras y de prioridades;
 - los medios por los cuales los sistemas reciben, almacenan, procesan y recuperan información;
 - la forma en que funcionan; es decir, la forma en que se comportan y se adaptan ante diferentes entradas del medio.

El punto de vista sistémico permite tener una visión más acabada de la forma en que funciona un sistema:

- cuáles son sus entradas y salidas,
- cuáles son los insumos involucrados,
- cómo están interrelacionados sus componentes,
- cuáles son los límites fijados para el estudio del sistema, etc.

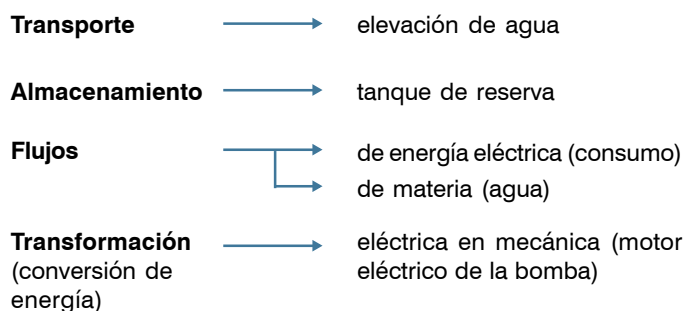
Veamos en funcionamiento el punto de vista sistémico, en tres casos concretos:

1. Sistema de distribución de agua potable en un edificio de departamentos.
2. Sistema de planchado con plancha eléctrica.
3. Sistema de aire acondicionado individual (equipo de aire acondicionado).

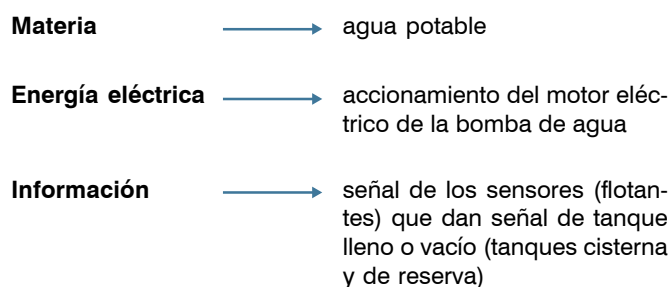
1. Sistema de distribución de agua potable en un edificio de departamentos

Utilizando energía eléctrica para el accionamiento del motor de la bomba de agua, se logra elevar el agua desde el tanque cisterna ubicado en la planta baja hasta el tanque de reserva ubicado en la azotea; y, por medio de cañerías de distribución y la acción de la gravedad, el agua fluye, desde este tanque, hacia los distintos consumidores.

¿Qué operaciones están involucradas?



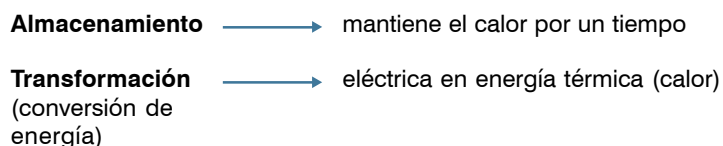
¿Qué insumos se utilizan?



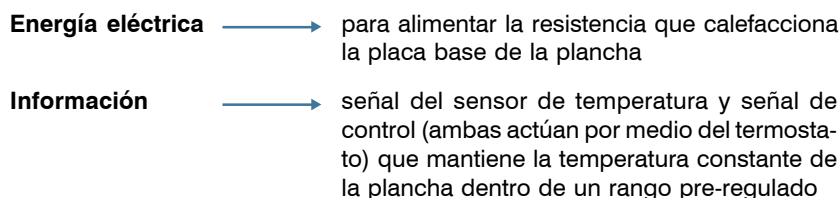
Un segundo ejemplo.

2. Sistema de planchado con plancha eléctrica

¿Qué operaciones están involucradas?

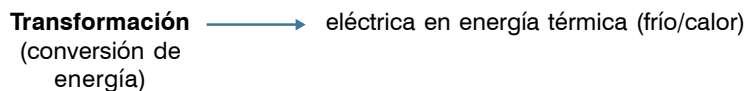


¿Qué insumos se utilizan?



3. Sistema de aire acondicionado individual

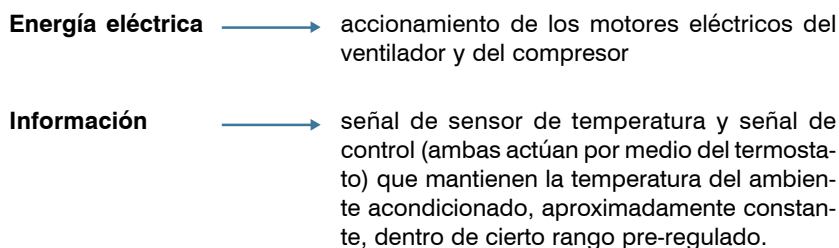
¿Qué operaciones están involucradas en el equipo de aire acondicionado?



Operaciones Involucradas

Todas las formas de la tecnología involucran operaciones de transporte, almacenamiento y, o transformación, de uno o más insumos elementales de todo proceso: materia, energía e información. (*Contenidos Básicos Comunes para la Educación Polimodal*. 1997. Ministerio de Educación de la Nación).

¿Qué insumos se utilizan?



Como podemos concluir a partir de estos ejemplos sencillos, en un sistema está involucrada una serie de elementos, dispositivos, acciones y controles, imprescindibles para un adecuado funcionamiento del equipo, proceso o instalación.

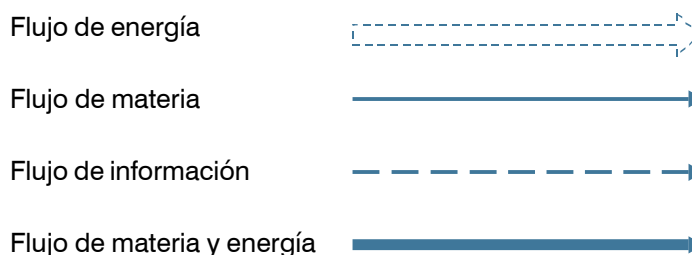
Lenguajes de Representación

Recordemos que la tecnología hace un uso frecuente de los lenguajes de representación a través del dibujo técnico, diagramas, simbologías, diagramas en bloques, tablas, esquemas, representaciones gráficas, etc.

Lenguaje de Representación. Diagramas en Bloques

Teniendo presente que los sistemas pueden llegar a ser bastante complejos, un recurso que nos permite visualizar las relaciones entre sus elementos –a través de los flujos de materia, energía e información– es el uso de representaciones en forma de **diagramas en bloques**.

En las representaciones mediante diagramas en bloques, es usual utilizar los siguientes símbolos para indicar los flujos –tanto entrantes como salientes– de energía, materia e información:

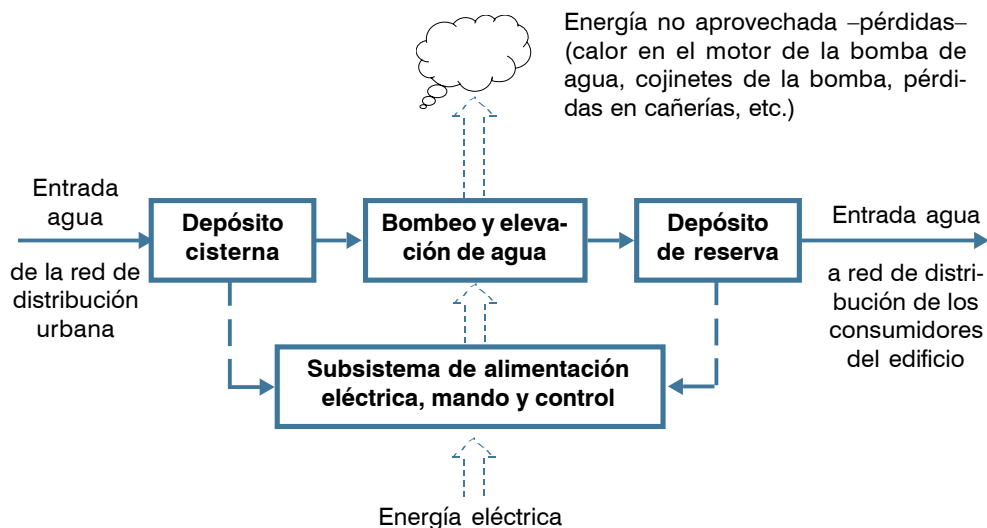


Le proponemos integrar estos símbolos para el desarrollo de una tarea tecnológica.

**FICHA 2:
DIAGRAMA DE BLOQUES**

Realice el diagrama en bloques del sistema de agua potable en un edificio de departamentos, señalando los flujos de entradas y salidas de materia, energía e información.

El diagrama resultante debería parecerse a éste:



Para trabajar con los alumnos

Con el objetivo de que los alumnos se familiaricen con el lenguaje de representación, usted puede proponerles realizar los diagramas en bloque, poniendo de manifiesto los flujos y señalando las conversiones de energía presentes, de los siguientes productos, entre otros:

- tostadora de pan,
- plancha eléctrica,
- bicicleta.

Sistemas abiertos y sistemas cerrados

Si usted retoma los ejemplos de:

- sistema de distribución de agua potable,
- sistema de planchado,
- sistema de aire acondicionado individual,

le va a ser posible advertir que estos sistemas están vinculados con el entorno –medio ambiente–:

- los motores eléctricos producen calor en su funcionamiento –pérdidas–;
- en el equipo de aire acondicionado, su funcionamiento depende de la temperatura ambiente; también irradia calor al medio externo;
- en el proceso de planchado, el medio ambiente influye sobre la tela a planchar –mayor o menor humedad, por ejemplo– y la plancha también incide sobre el medio al irradiar calor.

Para caracterizar esta interacción entre un sistema y su entorno, resulta operativa una clasificación que describe cómo es esa vinculación y que agrupa los sistemas en:

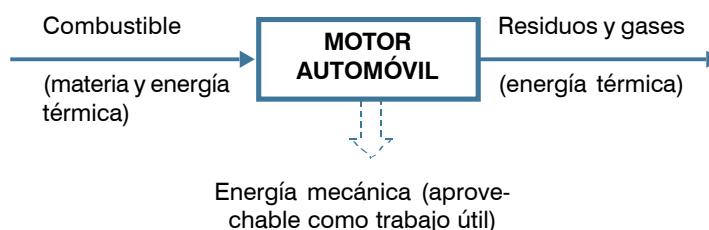
- sistemas abiertos y
- sistemas cerrados.

Sistemas abiertos

“Los sistemas abiertos son aquellos que están en relación con su entorno (con su medio), con el que mantienen un permanente intercambio; este intercambio puede ser tanto de energía, de materia, de información, etc., como residuos, de contaminación, etc. En sistemas abiertos, podemos hablar de entrada y de salida.”



Un ejemplo para concretar este concepto:



Gay, A.; Ferreras, M. Op. cit

Si analizamos el planteo de los autores acerca de los sistemas, vemos que –en el mundo de la tecnología– todo influye sobre el medio, a través de, por ejemplo:

Intercambios de energía, materia, información	• El descubrimiento de la generación de la energía eléctrica, • la máquina de vapor, • la máquina de combustión interna (motor diesel y naftero), • los equipos electrodomésticos (heladera, lavarropa, aire acondicionado, etc.) y los de comunicaciones (teléfono, radio, TV, celulares, etc.), • la informática (equipos y programas), se vinculan con el medio ya que han modificado costumbres y formas de vida de las personas y han posibilitado la ejecución de tareas, trabajos y realizaciones que antes no existían.
Residuos, contaminación	Los sistemas tecnológicos provocan: • ruido (vehículos, aviones, trenes, subterráneos, etc.); • residuos (gases contaminantes, materiales no degradables – sólidos, líquidos y gaseosos–, plásticos, pilas, metales pesados –como, por ejemplo, mercurio, cromo, plomo, etc.–; • efectos de la radiación por uso de la energía atómica y sus desechos.

Sistemas cerrados

“Un sistema cerrado es aquel que está totalmente aislado del mundo exterior, con el que, en consecuencia, no tiene ningún tipo de intercambio. Un sistema cerrado es un sistema que no tiene medio. Ahora bien, un sistema cerrado es una abstracción que no tiene vigencia en la vida real pero que, debido a la simplificación que significa manejarse con datos que están limitados dentro del sistema, ha permitido establecer leyes generales de la ciencia”.



Gay, A.; Ferreras, M. Op. cit

Cuando analizamos el producto tecnológico *linterna*, y estudiamos la función que cumplía, dijimos que era “un sistema autónomo portátil para iluminación focalizada” e indagamos en su funcionamiento, en su comportamiento y en las características del circuito eléctrico y de sus componentes... todo ello independientemente del medio externo. En ese nivel de análisis no nos preocupamos, por ejemplo, de las pilas y de sus contaminantes internos –productos químicos– ni consideramos la producción de residuos plásticos del contenedor. Hicimos un estudio de la linterna como un sistema cerrado, considerándolo desde una perspectiva más parcializada y menos integradora, porque nuestro objetivo era analizar, exclusivamente, la linterna como producto para introducirnos en algunos conceptos interesantes acerca de los sistemas.

Propuesta de integración

A continuación, va usted a encontrar un cuestionario que puede resultarle útil como punto de partida para encarar actividades grupales con sus alumnos, alrededor de la temática de los sistemas e integrando el procedimiento de análisis de producto.

A título ilustrativo, ya que usted o sus alumnos pueden elegir los productos que mejor se adapten a las unidades didácticas de su proyecto de aula, le acercamos una ficha de trabajo que podría aplicarse al estudio de:

- heladera eléctrica doméstica,
- secador de cabello,
- estufa a gas, por ejemplo.

Para trabajar con los alumnos

1. Características relevantes del producto: estructura, dimensiones aproximadas, componentes constitutivos, etc. ¿Es posible descomponerlo en subsistema? ¿Cuáles? Realicen un plano esquemático del equipo, detallando sus partes.
2. ¿Para que sirve? ¿Existen equipos que cumplen distintas funciones?
3. ¿Cómo funciona? ¿Qué tipo de energía requiere su operación? ¿Dispone de algún elemento de control? ¿Es manual o automático? El control, ¿se puede regular?
4. ¿Qué ramas de la tecnología entran en juego en su construcción? ¿Qué productos o materias primas fueron utilizados para la fabricación?
5. ¿Es un sistema abierto o cerrado? ¿Qué vinculaciones tiene con el medio externo?
6. ¿Produce contaminación? Los materiales utilizados en su construcción, ¿son todos biodegradables?
7. Realicen el diagrama en bloques del equipo en estudio.
8. Desde el punto de vista de seguridad, ¿el equipo tiene algún requerimiento especial?
9. Analicen la información producida por el fabricante sobre el producto (catálogo, folletos, etc.).

2. SISTEMAS DE CONTROL

¿Qué es un sistema de control?

El de los sistemas de control es un campo amplio y complejo; está presente en áreas de lo natural y de lo biológico, y en áreas de lo artificial –de lo creado por el hombre– como es la que nos ocupa: la Tecnología.

Centrándonos en el área de la Tecnología, observamos que existen distintos sistemas tecnológicos de uso cotidiano que disponen de sistemas de control.

Veamos algunos ejemplos.

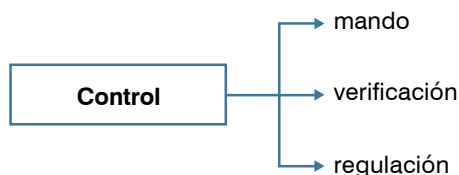
SISTEMA	ELEMENTOS DE CONTROL
Linterna	Interruptor del circuito eléctrico (mando).
Heladera	Termostato (mando, verificación –sensor de temperatura– y regulación manual).
Secador de cabello	Interruptor (mando y regulación manual: aire natural o aire caliente).
Acondicionador de aire	Termostato (mando, ventilación –frío o calor–, verificación –sensor de temperatura– y regulación manual).
Estufa de gas	Llave de encendido de media vuelta –robinete– (mando, verificación y regulación manual); en este caso, la verificación se refiere a la termocupla que da cuenta de la permanencia del encendido.

Como usted puede apreciar, los órganos o elementos de control son subsistemas dentro de un sistema más amplio. La llave de encendido y regulación de la llama en la estufa a gas, por ejemplo, es una parte de un sistema más grande que es la estufa.

Por otra parte, las operaciones de esos elementos de control implican, fundamentalmente: mando, verificación y regulación, aún cuando no todas las operaciones se encuentren siempre presentes en un sistema de control.

Sistema de Control

El objetivo del sistema de control es gobernar –controlar– a un sistema más amplio del cual forma parte.



Sistemas de control manuales y automáticos

Los sistemas de control pueden ser manuales o automáticos.

Podrá usted diferenciarlos con facilidad.

Consideremos el contenido de esta tabla comparativa:

MANUAL	Para obtener una respuesta del sistema, interviene el hombre sobre el elemento de control. La acción del hombre es, entonces, la que actúa siempre sobre el sistema (cierra o abre, acciona un interruptor, aprieta el freno...), para producir cambios en el funcionamiento. Encontramos sistemas de control manuales, por ejemplo, en: • el frenado de un auto, • el encendido y el apagado de las luces en una habitación, • la operación de la hornalla de gas de una cocina, • el control del agua de una canilla.
AUTOMÁTICO	El sistema da respuesta sin que nadie intervenga de manera directa sobre él, excepto en la introducción de condiciones iniciales o de consigna. El sistema “opera por sí solo”, efectuando los cambios necesarios durante su funcionamiento. Así, se reemplaza el operador humano por dispositivos tecnológicos que operan sobre el sistema (relés, válvulas motorizadas, válvulas solenoides, actuadores, interruptores, motores, etc.). Encontramos sistemas automáticos de control en, por ejemplo: • heladeras, • termotanques, • alumbrado público, • piloto automático de un avión, • equipos de aire acondicionado.

Utilicemos estas categorías de análisis de sistemas de control para comprender los procesos de mando y regulación que operan en productos tecnológicos cotidianos.

Para esto, le proponemos que seleccione un producto tecnológico e indague en los requerimientos que hemos incluido en la ficha.

FICHA 3

PROCESOS DE MANDO Y REGULACIÓN

Producto tecnológico seleccionado:

El producto seleccionado está constituido por diferentes componentes. Cuando ya los haya identificado, responda sobre los siguientes aspectos:

1. Mando

1.1. ¿Posee dispositivos de mando?

SI ☐

NO ☐

1.2. El dispositivo de mando es:

Manual ☐

Automático ☐

2. Regulación

2.1. ¿Dispone de sistemas de regulación?

SI ☐

NO ☐

2.2. El sistema de regulación es:

Manual ☐

Automático ☐

2.3. - El proceso de regulación es:

Continuo ☐

Por pasos ☐

2.4. ¿Cuál es la salida del sistema regulada por el dispositivo de control?

temperatura ☐

caudal de aire ☐

tiempo ☐

otros (indicar cuál)

Para trabajar con los alumnos

Le proponemos plantear en su clase una actividad sobre control que puede ser –entre otras– la siguiente:

1. Identifiquen tres productos tecnológicos, de uso cotidiano en el hogar, que dispongan de **control automático** de la variable de salida; indiquen respecto de cada uno de ellos:

- ¿Qué función cumple cada producto seleccionado?
- ¿Cómo funciona cada uno de ellos?
- ¿Cuál es la variable de salida que se controla, automáticamente, en cada producto?

2. Identifiquen tres productos tecnológicos, de uso cotidiano en el hogar, que dispongan de **control manual** de la variable de salida; indiquen:

- ¿Qué función cumple cada producto seleccionado?
- ¿Cómo funciona cada uno de ellos?
- ¿Cuál es la variable de salida que se controla manualmente, en cada producto?

3. Mencionen tres procesos automáticos de producción industrial señalando, además, a qué ramas de la industria corresponden.

4. Indiquen si el cierre y la apertura de puertas en un ómnibus de transporte de pasajeros, se controla en forma manual o automática. Justifiquen su respuesta.

5. Indiquen si el encendido y el apagado del alumbrado público es una instalación controlada en forma manual o automática. Justifiquen su respuesta.

Lazos de control

Ya consideramos una de las particularidades que presentan los sistemas de control, la que nos permitió diferenciarlos entre manuales y automáticos.

Los sistemas de control, además, pueden ser caracterizados por lo que se denomina **lazos de control**.

Consideremos un ejemplo sencillo:

Supongamos que necesitamos hervir el agua fría que llena una cacerola, en una cocina a gas.

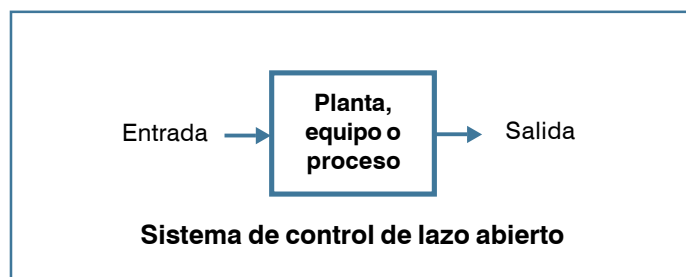
- La primera posibilidad es que encendamos la hornalla de la cocina, regulemos la llama del fuego, coloquemos la cacerola sobre la hornalla y nos retiremos a realizar otras actividades. ¿Qué ocurre, entonces? El agua comienza a calentarse, aumentando su temperatura, hasta que comienza a hervir; cuando llega a la temperatura de ebullición y la llama de la hornalla sigue encendida –como al principio– el agua, tal vez, se desborde de la cacerola, con el consiguiente riesgo –se puede apagar la llama de la hornalla y continuar saliendo gas–.
- La segunda posibilidad es que encendamos la hornalla de gas, regulemos la llama del fuego, coloquemos la cacerola sobre la hornalla y permanezcamos frente a la cocina observando el agua de la cacerola. ¿Qué ocurre, en esta situación? El agua comienza a calentarse, aumentando su temperatura, hasta que comienza a hervir; cuando llega a este punto, actuamos sobre la llave de la hornalla disminuyendo, poco a poco, la llama del gas, hasta que –llegado el punto de ebullición del agua– cerramos totalmente el paso de gas, apagándose, así, la llama de la hornalla.

Podemos detectar que, en la primera situación, el hecho de que el agua esté hirviendo (salida del sistema) no tiene ninguna acción sobre la llama de la hornalla (entrada del sistema).

En cambio, en la segunda posibilidad observamos que, al iniciarse el proceso de ebullición (salida del sistema), la persona presente comienza a actuar sobre la llave de gas de la hornalla, disminuyendo la llama (entrada del sistema) hasta apagarla.

En el primer caso, estamos ante un sistema de control de **lazo abierto**; en la segundo, ante un sistema de control de **lazo cerrado**.

Es usual representar esquemáticamente a los sistemas de control de lazo cerrado y de lazo abierto, mediante diagramas en bloques, de la siguiente forma:



Sistemas de Control de Lazo Abierto

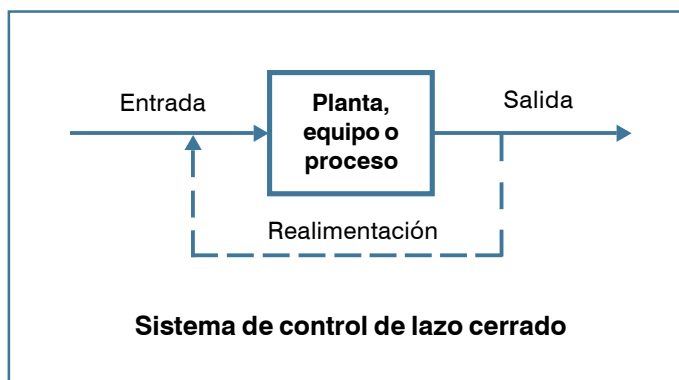
Son aquellos en los que la información que da la salida del sistema no tiene influencia sobre la entrada del mismo. Encontramos sistemas de control de lazo abierto, por ejemplo:

- en una cocina de gas,
- en un ventilador,
- en un secador de cabello,
- en una licuadora...

Sistemas de Control de Lazo Cerrado

Son aquellos en los que la información que da la salida del sistema tiene influencia sobre la entrada del mismo; si existe desviación entre la salida real y la deseada, el sistema de control efectúa los ajustes necesarios para que la salida real se aproxime lo más posible a la salida deseada. En este sistema de control existe realimentación –feed-back–. Lo encontramos:

- en una heladera,
- en una plancha,
- en un termotanque, por ejemplo.



Volvamos al ejemplo del proceso de hervir agua, porque es posible decir algo más acerca de las dos posibilidades para llevarlo a cabo:

La primera posibilidad	Sistema o proceso por accionamiento manual, con sistema de control de lazo abierto.
La segunda posibilidad	Sistema o proceso por accionamiento manual, con sistema de control de lazo cerrado –ya que la acción de control la efectúa una persona (realimentación manual)–.

Nuestro ejemplo ilustra, con sus dos variantes, controles manuales del proceso porque es una persona quien actúa sobre el sistema, regulando y apagando la llama de la hornalla, en el caso de lazo cerrado.

Pero, los mayores aportes efectuados por la tecnología a los sistemas de control, los ha realizado en el campo de los sistemas de control automático –aquellos que se gobiernan solos–, en el marco de los cuales se produjeron verdaderas innovaciones, al integrarse a las diversas áreas de la producción de bienes y de servicios, tales como la industria manufacturera, la educación, el transporte, las comunicaciones, la salud, las finanzas, las agroindustrias, el turismo...

Centrémonos, entonces, en estos sistemas.

Sistema de Control Automático

Un sistema de control automático en un determinado proceso, es aquel en el que un dispositivo, compara el valor efectivo de la salida de ese proceso respecto de un nivel deseado, determinando la desviación (salida real respecto a la salida deseada) que se produce, y generando una señal de control que actuará sobre el sistema para reducir la desviación a cero o a un valor muy pequeño.

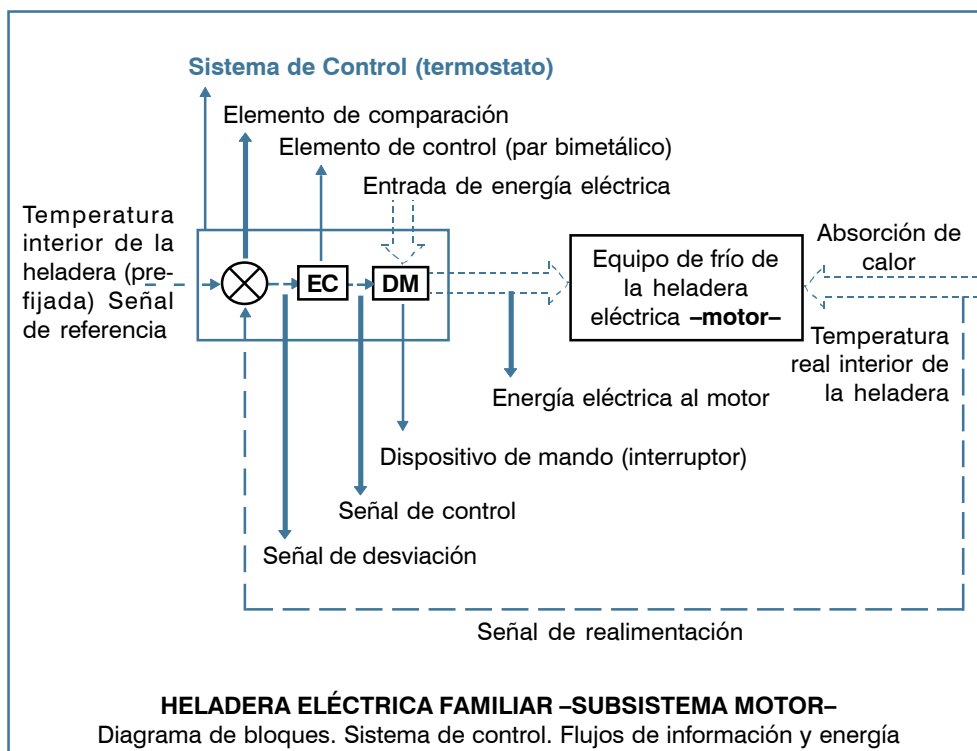
Más información sobre sistemas de control automático

Consideremos, por ejemplo, el subsistema motor, en una heladera eléctrica familiar:

La persona que manipula la heladera selecciona un punto de temperatura interna y acciona manualmente el regulador que se encuentra en el interior del artefacto, que actúa como **señal de referencia**.

Se pone en funcionamiento la heladera y **el sistema de control** que posee el equipo comanda el funcionamiento (paradas y arranques) del equipo de frío, tratando de mantener el valor de la temperatura interna en el valor más ajustado posible al valor prefijado.

Estas operaciones de arranque y parada las efectúa automáticamente, sin intervención del hombre.



El funcionamiento del sistema de control –termostato– es el siguiente:

El **elemento de comparación** compara la temperatura interior prefijada (señal de referencia) con la temperatura real interior (señal de realimentación) y, de acuerdo con estos valores de temperatura, produce una señal de desviación que actúa sobre el **elemento de control** –EC–.

Según sea el valor de la señal de desviación que actúa sobre el EC, éste genera una señal de control que hace operar al **dispositivo de mando** –DM–, haciendo que el motor eléctrico del equipo de frío se ponga en funcionamiento o se detenga, ya que el suministro de energía eléctrica al motor es comandada por el DM.

Sí la temperatura interior prefijada es menor que la temperatura interior real, la señal de control da la instrucción de funcionamiento al equipo, para que se produzca la absorción de calor del interior del cubículo de la heladera y, consecuentemente, baje la temperatura interior real.

En cambio, cuando son iguales o la temperatura interior real es menor que la temperatura interior prefijada, la instrucción es la detención del equipo o que éste permanezca sin funcionar.

Sí T prefijada	$<$	T interior real	→	equipo en funcionamiento
Sí T prefijada	$\equiv$	T interior real	→	equipo sin funcionar
Sí T prefijada	$>$	T interior real	→	equipo sin funcionar

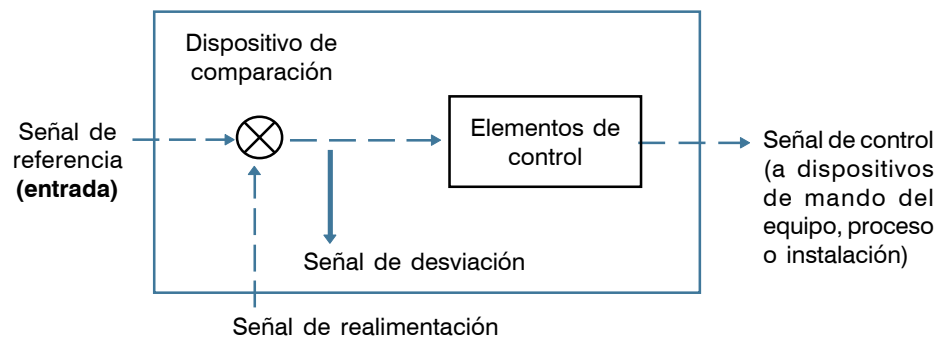
En resumen, cuando la temperatura interna de la heladera (salida real) es igual, muy próxima o menor al valor de la temperatura interior prefijada (entrada), el termostato actúa sobre el equipo de frío (motor) deteniendo la marcha del mismo; caso contrario, lo pone en marcha o lo mantiene funcionando.

En este ejemplo vemos que se trata de un proceso automático con lazo de realimentación: el sistema de control compara la temperatura prefijada con la temperatura real del interior de la heladera y actúa en consecuencia.

En forma similar actúan los sistemas de control automático en:

- equipos de aire acondicionado individual,
- una cafetera eléctrica,
- una plancha,
- algunos sistemas de enfriamiento de agua del radiador de un automóvil,
- el sistema de control de temperatura del agua de una pecera,
- un calefactor eléctrico de ambiente, etc.

En general, y basándonos en el ejemplo visto de la heladera eléctrica, podemos establecer que un sistema de control automático tiene una estructura funcional como ésta:



SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO

Las señales del sistema de control también se conocen con otras denominaciones:

- Señal de referencia —→ **señal de consigna**
 Señal de desviación —→ **señal de divergencia o señal de error**
 Señal de realimentación —→ **señal de retroalimentación o señal de feedback**

Para trabajar con los alumnos

Puede resultar interesante proponer a los alumnos que analicen los sistemas de control de alguno de estos productos tecnológicos, procesos o instalaciones:

- una plancha eléctrica,
- un equipo de aire acondicionado individual,
- la instalación de la luz de pasillo y de iluminación de emergencia de un edificio de departamentos,
- el sistema de distribución y bombeo de agua en un edificio de departamentos,
- el sistema de agua caliente en una pecera,
- el sistema de agua caliente por medio de termotanque a gas, de una vivienda.

Es conveniente que usted requiera al grupo que incluya en el informe el diagrama en bloques del sistema de control y, de ser posible, información (folletos, catálogos, etc.) de la instalación, proceso o producto analizado.

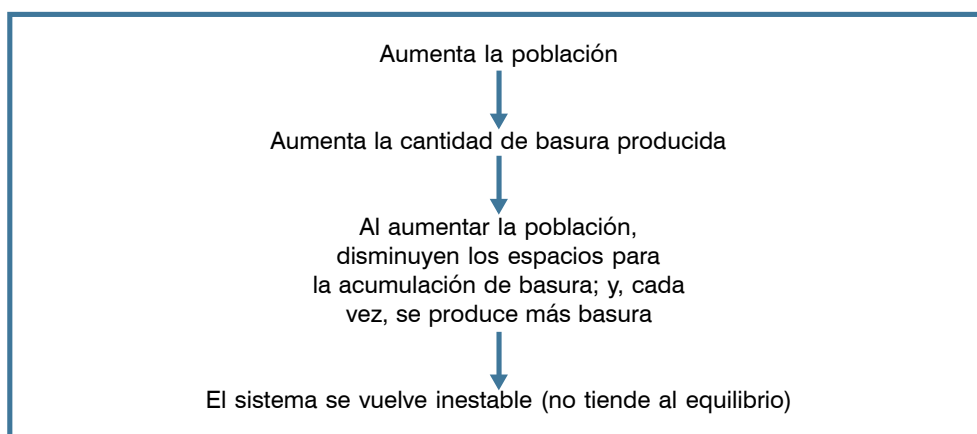
Lazos de realimentación

En los sistemas de control pueden existir dos tipos de lazos de realimentación (Gay, A.; Ferreras, M. Op.cit.):

- lazo de realimentación positiva (aumento de la divergencia)
- lazo de realimentación negativa (convergencia hacia un fin)

a. Realimentación positiva

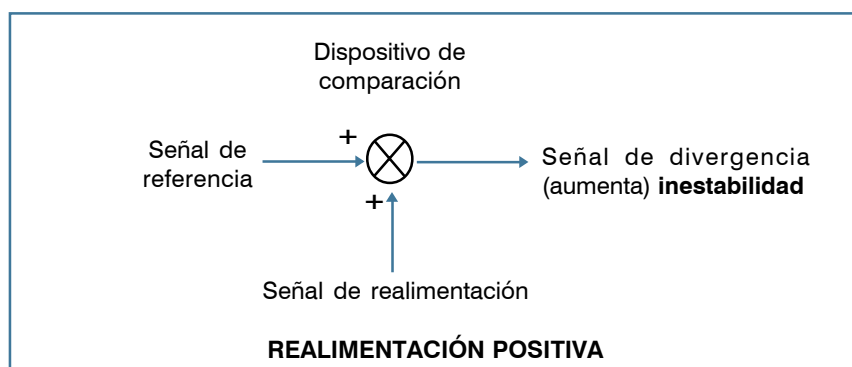
Para comprender este concepto consideremos, inicialmente, el caso de las poblaciones y de la basura que en ellas se produce:



Es éste un caso de realimentación positiva –en el lenguaje común se suele conocer como efecto “bola de nieve”–.

Esto ocurre cuando un aumento de la señal de realimentación produce un aumento en la salida del sistema: la situación final cada vez tiene más divergencia con respecto a la situación inicial.

La representación esquemática en un diagrama en bloques sería:



Realimentación Positiva

La realimentación positiva no puede más que conducir a la destrucción del sistema, ya por explosión, ya por detención de todas sus funciones. Realimentación positiva → aumento de las divergencias. (de Rosnay, Joël. 1977. *El macroscopio. Hacia una visión global*. AC. Madrid)

Realimentación Negativa

En una realimentación negativa, toda variación hacia el *más*, implica una corrección hacia el *menos*; e inversamente. Hay regulación; el sistema oscila alrededor de una posición de equilibrio. Realimentación negativa → convergencia hacia un fin (de Rosnay, Joël. 1977. *El macroscopio. Hacia una visión global*. AC. Madrid)

Lo señalado para el aumento también es válido para la disminución. En cualquiera de los casos, el sistema tiende al desequilibrio (destrucción o bloqueo, respectivamente). Es decir, el sistema tiende al colapso.

Por este motivo, los sistemas de realimentación positiva no tienen campo de aplicación en los sistemas de control automático que se utilizan en los procesos, plantas o equipos, ya que ahí lo que se trata de lograr es el equilibrio de los sistemas.

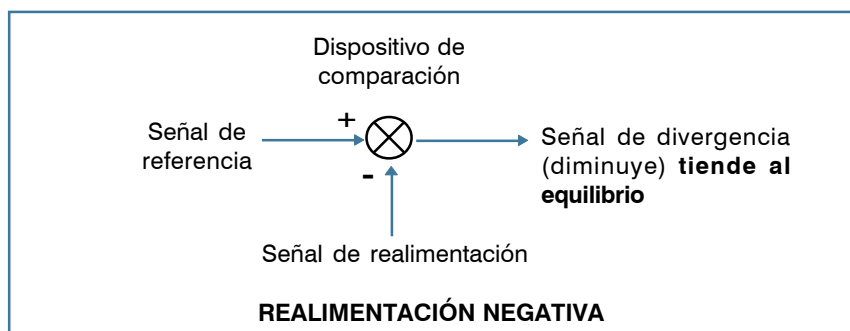
b. Realimentación negativa

El sistema de realimentación negativa es el utilizado en los sistemas de control automático, ya que –en general– se desea que el sistema tienda al equilibrio.

Esto sucede con:

- el control de la temperatura de una plancha,
- el ajuste a la ruta de un avión cuando éste está conducido por un piloto automático,
- el número de r.p.m. en un motor si aumenta o disminuye la carga,
- la regulación de la salida de agua de un dique si aumenta o disminuye el aporte de agua al embalse, etc.

La representación esquemática de un sistema de realimentación negativa mediante un diagrama en bloques es ésta:

**Para trabajar con los alumnos**

1. Indiquen cinco sistemas (productos, procesos o instalaciones) en los que se registre realimentación negativa. Fundamenten su respuesta.
2. Un horno de microondas dispone para su funcionamiento, ¿de un sistema de control de lazo cerrado o de lazo abierto? Justifiquen su respuesta.
3. Trabajen ustedes en el Departamento de Diseño de una fábrica de electrodomésticos. Allí les solicitan diseñar una plancha eléctrica automática.
 - ¿Cuál es la variable que deben controlar?
 - ¿Qué lazo de control seleccionarían para el sistema de control de la plancha? ¿Por qué?
 - ¿Cuál es el tipo de realimentación a que debe responder el sistema de control? ¿Por qué?
 - Realicen el diagrama funcional en bloques, con los flujos de energía e información involucrados en la plancha cuyo diseño les han solicitado.

4. En un regulador de velocidad:
 - ¿Qué tipo de lazo de realimentación se utiliza: abierto o cerrado? ¿Por qué?
 - La realimentación, ¿es positiva o negativa? ¿Por qué?
5. La tarea correcta de conducción de un automóvil:
 - ¿Qué lazo de control implica?
 - Si existe lazo de control ¿qué tipo de realimentación se pone de manifiesto?
6. Un equipo compresor de aire, de los usados en talleres de reparación de chapa y pintura de automóviles:
 - ¿Qué tipo de lazo de control utiliza?
 - El funcionamiento del compresor (puesta en marcha y parada del motor), dispone de un dispositivo de control. ¿Cómo se denomina y que función cumple ese dispositivo de control?
 - ¿Cómo denominarían al tipo de realimentación que utiliza el equipo compresor? ¿Por qué?
 - Realicen el diagrama funcional en bloques, con los flujos de energía, materia e información involucrados en el equipo compresor.

Señales de control

Los sistemas de control operan, en general, con magnitudes de baja potencia, llamadas genéricamente **señales de control** o, simplemente, señales.

Las señales de control gobiernan los accionamientos de potencia (motores, contactores, válvulas de cierre y apertura o regulación, distintos componentes eléctricos y, o mecánicos, etc.) que actúan sobre equipos, plantas o procesos, y que son los que realmente –en forma directa o indirecta– llevan a cabo el aporte energético sobre el sistema.

Las señales que gobiernan los accionamientos de un sistema –señales de control– son producidas a partir de las señales de referencia y de realimentación que llegan al dispositivo de comparación, el cual emite una señal de desviación que actúa sobre el elemento de control y éste sobre el proceso.

Las señales de realimentación son producidas por **sensores** (denominados también **detectores** o **captadores**) que intervienen en el proceso, equipo, planta o sistema. Éstos convierten información física real –como temperatura, presión, nivel de iluminación, velocidad, tiempo, intensidad de la corriente eléctrica, tensión, peso, caudal, cantidad de piezas, etc.–, en una señal de realimentación que, una vez procesada, es utilizada para supervisar y controlar el sistema.

Actúan como sensores:

- el termostato de la heladera, plancha o el del equipo de aire acondicionado,
- el dispositivo de encendido de la luz de emergencia, en pasillos de edificios,
- el dispositivo que no habilita el funcionamiento de ascensores, trenes y subterráneos por puerta abierta,
- el presostato que controla la presión de un tanque de aire comprimido, etc.

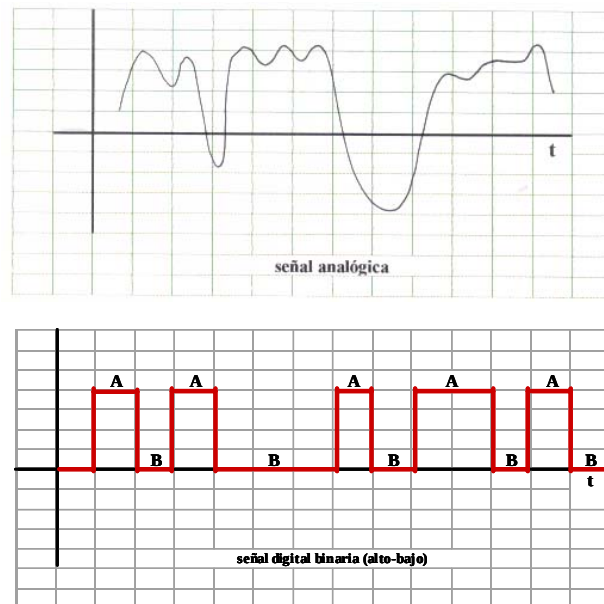
A los sensores se los suelen denominar, frecuentemente, **transductores**, cuando convierten una señal de una naturaleza en una señal de otra naturaleza. Pero, en

aplicaciones industriales se utiliza, en general, la palabra transductor, cuando se quiere señalar una conversión de una señal de cualquier naturaleza en una señal eléctrica.

Son ejemplos de transductores:

- un micrófono, que transforma energía sonora en una señal eléctrica;
- el parlante de un baffle, que actúa de modo inverso al micrófono, ya que transforma una señal eléctrica de audio en energía sonora;
- una termocupla, que transforma una señal de temperatura en una señal eléctrica (estufa a gas, calefón, termotanque, etc.);
- un detector de llama, que transforma una señal luminosa (energía radiante) en una señal eléctrica;
- una dínamo tacométrica, que transforma la velocidad angular del volante del motor de un auto, en una tensión eléctrica que se lee en el taquímetro (voltímetro calibrado en r.p.m.) del tablero del auto como r.p.m.

Las señales producidas por sensores pueden ser **analógicas o digitales binarias**. (Binaria significa con dos estados: dos dígitos; alto, bajo; high – low; 1 – 0)



Las señales analógicas son aquellas que se caracterizan por ser funciones continuas de variables continuas; es decir, funciones que pueden adquirir un número ilimitado de valores, dentro de su rango máximo y mínimo, en un determinado tiempo y, aún, valores menores que cero (por ejemplo, la temperatura). Son funciones donde no se registra un salto entre un valor y otro.

Entre otros dispositivos tecnológicos que suministran una señal analógica, podemos citar:

- termocuplas,
- micrófonos,
- dínamos tacométricas,
- caudalímetros de turbina,
- células fotoeléctricas

Una señal digital binaria se caracteriza por ser una función discreta; solamente puede adquirir dos estados o valores: A o B. Asimismo, estos estados o valores pueden tener distintos tiempos de duración.

Para representar estas señales se utiliza el sistema de numeración binaria, que es un sistema de numeración en **Base 2** (dos dígitos 0 y 1). Por ejemplo, una lámpara encendida –1– y apagada –0–; un interruptor cerrado –1– o abierto –0–.

Entre los dispositivos que suministran una señal digital, se pueden citar:

- termostatos bimetálicos,
- presostatos,
- detectores de nivel de líquido (flotantes),
- sensores para control de apertura y cierre de puertas,
- válvulas solenoide.

Cabe aclarar que existen y son ampliamente utilizados dispositivos denominados **convertidores**, que realizan la conversión de señales analógicas en señales digitales (convertor A/D) y viceversa (convertor D/A).

Para trabajar con los alumnos

Le proponemos plantear a sus alumnos una actividad sobre señales analógicas y digitales:

1. Una heladera eléctrica presenta el siguiente diagrama de funcionamiento, el cual es gobernado por el termostato.



- El diagrama de funcionamiento, ¿es de tipo analógico o digital binario?
 - ¿Cuántos arranques y paradas de la heladera se han producido en una hora?
 - De acuerdo con el diagrama, ¿durante cuánto tiempo estuvo en funcionamiento la heladera?
 - Cuando el equipo está en funcionamiento, ¿en qué estado se encuentra el termostato: 0 o 1?
2. El sonido, ¿es una función analógica o digital binaria?
3. El encendido o apagado de una lámpara de luz mediante un interruptor, ¿a qué tipo de función corresponde: analógica o digital binaria?
4. Los parámetros ambientales como temperatura, presión atmosférica, humedad, ¿a qué tipo de función responden: analógica o digital binaria?
5. Si están viajando en un automóvil que realiza un cierto recorrido por la ciudad y observan la aguja del velocímetro (instrumento que mide velocidad en km/h), ¿podrían señalar a qué tipo de función responde la velocidad de un automóvil? ¿Por qué?

3. SISTEMAS DE CONTROL CON LÓGICA DIGITAL

¿Qué es un sistema de control con lógica digital?

Los sistemas de control que utilizan lógica digital tienen, hoy en día, un vasto campo de aplicación en la producción de bienes y de servicios; el transporte, las comunicaciones, los servicios de salud, el campo de las finanzas los integran hasta tal punto que, en el área de las comunicaciones, se habla ya de la **Generación Digital**.

Retomemos lo ya planteado acerca de señales digitales binarias.

Su rasgo diferencial radica en que son señales que únicamente pueden tener dos estados:

alto - bajo
verdadero - falso
1 - 0
interruptor cerrado (1) - interruptor abierto (0)

Para encarar el estudio de los sistemas de control con lógica digital, acudiremos a un proyecto tecnológico.

Algo más acerca del Proyecto Tecnológico

El proyecto tecnológico es un procedimiento que utiliza la Tecnología para crear y elaborar un producto o un proceso tecnológico que dé respuesta a una demanda o problema. Implica las fases de: identificación y formulación de tal problema, ideación de varias soluciones y elección de la más viable, diseño de un producto o proceso que podría contribuir a resolver ese problema, organización y gestión de una solución, planificación y ejecución del producto o proceso, y evaluación y perfeccionamiento de la resolución.

No deje de experimentar esta modalidad de trabajo...

FICHA 4 UN PROYECTO TECNOLÓGICO

Usted trabaja en una compañía que se dedica al desarrollo, diseño, proyecto y construcción de equipos de accionamiento y control.

Actualmente, la compañía está trabajando en la construcción de un sistema de accionamiento y control para el funcionamiento de máquinas expendedoras de gaseosas en lata.

En el desarrollo de las diferentes partes de este proyecto trabajan distintas áreas de la compañía, ya que se trata de un emprendimiento de gran relevancia, dada la cantidad de equipos que podrán vender a la firma que solicitó el sistema.

En este marco, le han asignado, a usted, la parte que corresponde al diseño del circuito eléctrico lógico de la máquina, que permita la entrega de la gaseosa que el usuario ha elegido.

- La máquina expendedora dispone de cuatro gustos diferentes de gaseosas.
- Las debe poder entregar frías o a temperatura ambiente, por lo que dispone de dos contenedores diferentes.
- El precio es único para cualquier gusto y temperatura.

Su supervisor le ha solicitado un informe en el que debe encarar las siguientes cuestiones:

- ¿Cuál es la función lógica que da solución al problema?
- ¿Cuál es la configuración del circuito eléctrico lógico que satisface esa función?
- Arme un circuito prototipo que, mediante el encendido de una lamparita y utilizando una tensión no superior a 6 v., demuestre que se satisface lo requerido.

Nota: En las representaciones gráficas se requiere utilizar la simbología usual.

Funciones lógicas

El campo de la lógica digital se basa en tres operaciones o funciones básicas, a partir de las cuales se construye toda la lógica combinacional y secuencial, hasta el límite de los microprocesadores.

Las tres funciones básicas son:

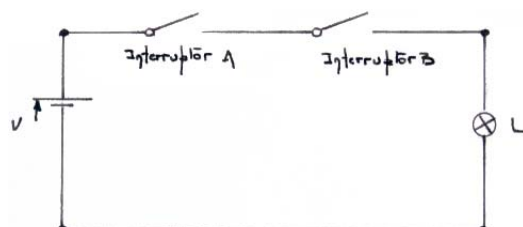
- Función AND (Y) $\longrightarrow$ conjunción
- Función OR (O) $\longrightarrow$ disyunción
- Función NOT (Inversor) $\longrightarrow$ inversión o negación

Para analizar cada una de estas funciones vamos a utilizar ejemplos típicos del área eléctrica; pero, dejamos aclarado que estas funciones –y, por ende, la lógica digital– son de aplicación en otras áreas: la mecánica, la electrónica, la fluídica (la hidráulica, la neumática), la informática, las comunicaciones, el transporte, etc.

Los ejemplos del área eléctrica, por otra parte, nos van a resultar simples de materializar en proyectos tecnológicos con los alumnos, ya que requieren elementos accesibles como pilas, lamparitas, interruptores o pulsadores, cables, portalámparas...

a. Función AND (Y)

Consideremos el siguiente circuito, compuesto por una pila (generador), dos interruptores (dispositivo de mando o de maniobra) y una lamparita (consumo).



Del análisis del circuito podemos señalar que:

- la lamparita L sólo se encenderá (valor verdadero o alto o 1) si y sólo si el interruptor A está cerrado **Y** (AND) el interruptor B está cerrado. Es decir, cuando ambos interruptores están en estado 1.

Debido a que los interruptores son elementos de maniobra o de control, podemos asociar la operación de los interruptores a señales de información, de mando o de control.

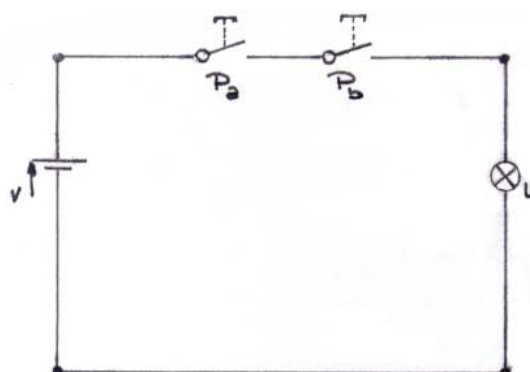
Para este caso, entonces, si ambas señales (interruptor A e interruptor B) son de valor alto (interruptores cerrados), la lamparita (salida) será de valor alto (estará encendida).

Otro elemento importante para analizar en el comportamiento de esta función lógica es lo que se denomina Tabla de Verdad o Tabla de Certeza.

TABLA DE VERDAD		
Interruptor A	Interruptor B	Lámpara L
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Interruptor: (1), cerrado; (0), abierto
Lámpara: (1), encendida; (0), apagada

El circuito correspondiente a la función AND utilizando dos pulsadores –en lugar de dos interruptores– es el siguiente:

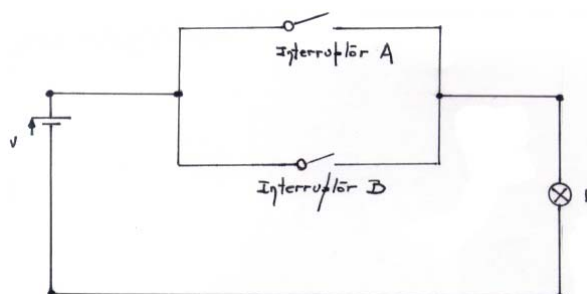


Referencia:
 P_a y P_b : Pulsadores

El pulsador sólo cierra el circuito mientras se ejerce presión sobre el elemento de accionamiento.

b. Función OR (O)

Consideremos el siguiente circuito, compuesto por una pila (generador), dos interruptores (dispositivo de mando o de maniobra) y una lamparita (consumo).



Del análisis del circuito podemos señalar que:

- la lamparita L se encenderá (valor verdadero o alto o 1), si el interruptor A está cerrado **O (OR)** el interruptor B está cerrado. Es decir, cuando uno cualquiera de los dos interruptores esté en estado 1.

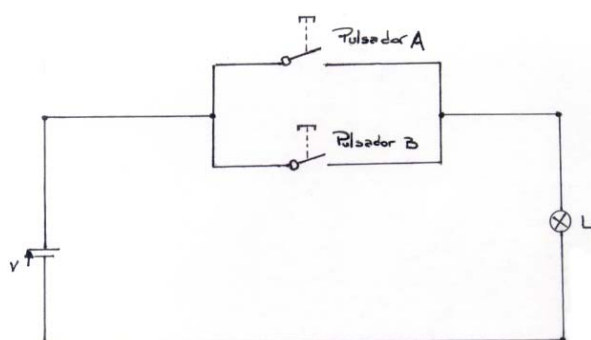
Debido a que los interruptores son elementos de maniobra o de control, podemos asociar la operación de los interruptores a señales de información, de mando o de control.

En este caso, basta que una las señales (interruptor A o interruptor B) sea de valor alto (interruptores cerrados), para que la lamparita (salida) sea de valor alto (esté encendida).

TABLA DE VERDAD		
Interruptor A	Interruptor B	Lámpara L
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Interruptor: (1), cerrado; (0), abierto
Lámpara: (1), encendida; (0), apagada

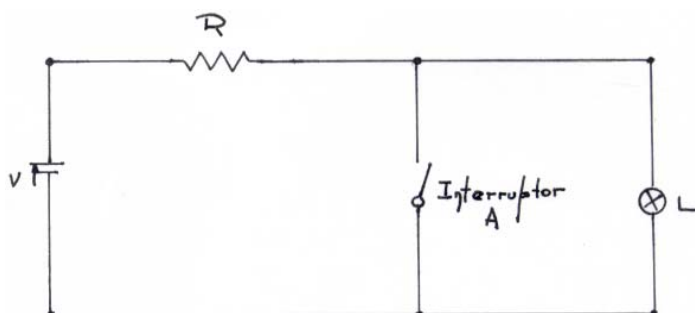
El circuito correspondiente a la función OR –utilizando dos pulsadores, en lugar de dos interruptores– es el siguiente:



c. Función NOT (Inversor)

Consideremos el siguiente circuito, compuesto por una pila (generador), un interruptor (dispositivo de mando o de maniobra) y una lamparita (consumo).

El circuito dispone, además, de una resistencia R que tiene por finalidad evitar un cortocircuito sobre el generador al cerrar el interruptor.



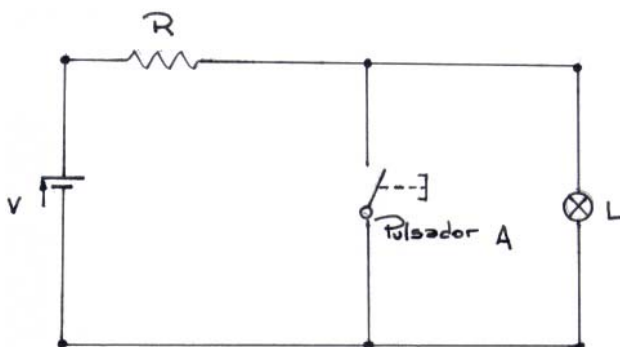
Del análisis del circuito podemos señalar que:

- la lamparita L se encenderá (valor verdadero o alto o 1) si el interruptor A está abierto;
- si el interruptor A está cerrado, la lámpara se apagará, ya que no existe diferencia de potencial entre sus bornes (cero tensión).

TABLA DE VERDAD	
Interruptor A	Lámpara L
0	1
1	0

Interruptor: (1), cerrado; (0), abierto
Lámpara: (1), encendida; (0), apagada

El circuito correspondiente a la función NOT –utilizando pulsador en lugar de interruptor– es el siguiente:



Volvamos ahora a la consigna que le planteábamos en la “Ficha 4: Un proyecto tecnológico”. Allí le presentábamos la necesidad de diseñar el circuito eléctrico lógico de una máquina expendedora de gaseosas en lata, a partir de la respuesta a estos ítem:

- ¿Cuál es la función lógica que da solución al problema?
- ¿Cuál es la configuración del circuito eléctrico lógico que satisface esa función?
- Arme un circuito prototipo que, mediante el encendido de una lamparita y utilizando una tensión no superior a 6 v., demuestre que se satisface lo requerido.

a. Para definir la función lógica:

- Consideramos las cuatro alternativas para el tipo de gaseosa, a saber: gaseosa **A** o gaseosa **B** o gaseosa **C** o gaseosa **D**. Por lo tanto, para la selección de la gaseosa deseada tenemos una función OR.
- Para el caso de la temperatura de la gaseosa, existen 2 alternativas: fría (alternativa **E**) o natural (alternativa **F**). En consecuencia, para la elección de la temperatura de la gaseosa también tenemos una función OR.

- Como el precio es único para cualquier caso (gusto y temperatura), tenemos una única variable que llamamos **G**.

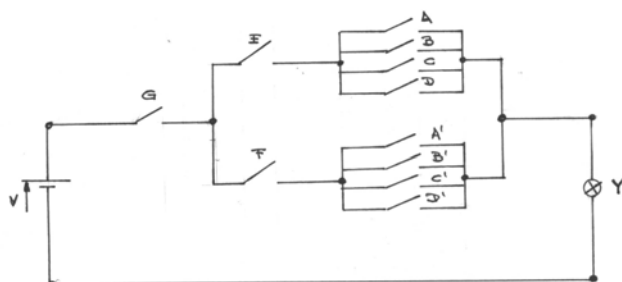
Resumiendo, tenemos la siguiente situación:

Precio G	temperatura	E (fría) F (natural)	gusto	Fría A B C D	Natural A' B' C' D'
				Función OR	

La función lógica del conjunto es:

$$Y = G \text{ AND } \{[E \text{ AND } (A \text{ OR } B \text{ OR } C \text{ OR } D)] \text{ OR } [F \text{ AND } (A' \text{ OR } B' \text{ OR } C' \text{ OR } D')]\}$$

b. El esquema del circuito eléctrico lógico es el siguiente¹



Referencia:
A, B, C, D, A', B', C', D', G: interruptores

c. El armado del prototipo y verificación de lo requerido según el esquema.

Para trabajar con los alumnos

Le acercamos aquí una sugerencia de actividades referidas a funciones lógicas, que puede poner en práctica en su clase.

1. En un tren eléctrico para el transporte de pasajeros, la habilitación para el desplazamiento del tren está vinculada con el cierre de puertas de los vagones. ¿A qué tipo de función lógica corresponde dicha vinculación? Justifiquen su respuesta.
2. Basándonos en la pregunta anterior, ¿cómo sería para el caso de un ascensor de un edificio?

¹ Para los fines didácticos y por simplicidad para su comprensión, usamos en el circuito interruptores como elementos de control; pero, dejamos aclarado que un equipo de uso comercial cuenta con dispositivos de enclavamientos, puesta a cero del sistema, protecciones, dispositivos sensores, etc.

3. Y, ¿para el subterráneo?

4. En una instalación contra incendio de un edificio, ¿qué tipo de función lógica se debe elegir para el funcionamiento del sistema de alarmas? ¿Por qué?

5. ¿Cuál es la función lógica que se debe elegir para el funcionamiento de los detectores de nivel de agua (flotantes) de los tanques de bombeo y reserva de la instalación de distribución de agua potable, de un edificio de departamentos? ¿Por qué?

Compuertas lógicas

A los dispositivos lógicos básicos se los denomina **compuertas**, lo que significa que la señal en la salida tomará un valor dado, según el valor de las señales presentes en las entradas

Las compuertas lógicas son dispositivos que tienen una única salida; pero, las entradas pueden ser varias.

Las compuertas lógicas básicas se pueden combinar para formar sistemas lógicos complejos.

Para analizar las funciones lógicas de diferentes compuertas, se utilizan las Tablas de Verdad que muestran las relaciones entre las variables de entrada y la salida, de manera similar a como lo planteamos respecto de los interruptores.

a. Compuerta AND (Y)



La salida de la compuerta AND será verdadera o alta (1) si y sólo si todas las entradas son verdaderas o altas (1)

Por tratarse de funciones lógicas, en las operaciones con compuertas se utiliza el álgebra de Boole.

TABLA DE VERDAD		
Entrada A	Entrada B	Salida F
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

(1) verdadero, alto high
(0) falso, bajo, low

Para la compuerta AND, la expresión de Boole es ésta:

$$F = A.B$$

que también puede verse escrita de las siguientes formas:

$$F=AB \quad F=A*B \quad F=AxB$$

b. Compuerta OR (O)



La salida de la compuerta OR será verdadera o alta (1), si cualquiera de sus entradas es verdadera o alta (1)

TABLA DE VERDAD		
Entrada A	Entrada B	Salida F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

(1) verdadero, alto high
(0) falso, bajo, low

La expresión de Boole para la compuerta OR es la siguiente:

$$F = A + B$$

c. Compuerta NOT (Inversor)



La salida de la compuerta NOT será verdadera o alta (1) si y sólo si la entrada es falsa o baja (0).

A la inversa, la salida de la compuerta NOT será falsa o baja (0) si y sólo si la entrada es verdadera o alta (1).

A esta compuerta también se la suele llamar **inversor**, porque invierte la entrada.

TABLA DE VERDAD	
Entrada A	Salida F
0	1
1	0

(1) verdadero, alto high

(0) falso, bajo, low

La expresión de Boole de la compuerta NOT es la siguiente:

$$F = \overline{A}$$

Para trabajar con los alumnos

Proponemos realizar la siguiente tarea:

1. Dibujen los circuitos eléctricos equivalentes, con interruptores, de las compuertas de dos entradas AND y OR.
2. Realicen la misma tarea que en 1, pero con pulsadores.
3. Dibujen el circuito eléctrico equivalente, con interruptores, de una compuerta AND de cuatro entradas.
4. Para una cámara frigorífica donde se conservan alimentos, se requiere el diseño de un sistema de control, utilizando compuertas lógicas, que:
 - permita la activación de una alarma cuando la puerta de acceso a la cámara no se encuentre bien cerrada o se interrumpa el suministro de energía eléctrica al equipo de refrigeración, y
 - no ser activada si las condiciones de puerta y suministro de energía eléctrica son correctos.

Los elementos sensores entregan las siguientes señales:

- **sensor de puerta:** mal cerrada "0"; cerrada "1"
- **sensor de suministro de energía eléctrica:** interrumpido "0"; normal "1"

La señal de activación para la alarma es:

- **alarma:** desactivada "0"; activada "1"

Le proponemos una actividad más, que consideramos interesante para ser desarrollada con los alumnos, ya que plantea el desarrollo de un proyecto tecnológico.

Para trabajar con los alumnos**PROYECTO: EQUIPO DE CONTROL DE VOTACIÓN PARA JUNTA DIRECTIVA**

La Presidencia de nuestra compañía, en respuesta al requerimiento de los señores accionistas, ha determinado que las decisiones de la Junta Directiva de Delegados se tomen por votación de sus miembros y por mayoría absoluta (más del 50%), de acuerdo a la proporción de voto que tiene cada uno de los delegados.

La Junta Directiva está formada por cuatro delegados que tienen la siguiente proporción de voto:

Delegado A	38%
Delegado B	32%
Delegado C	20%
Delegado D	10%

En consecuencia, el Gerente General le ha encomendado a usted y a su equipo de colaboradores que conforman el Departamento de Estudios y Proyectos, el diseño y construcción de un equipo eléctrico -prototipo- de registro de las votaciones, que dé respuesta a lo determinado por la Presidencia.

Asimismo, le ha señalado que el equipo en cuestión deberá contar con un interruptor con llave para cada delegado. Este interruptor:

- se acciona para indicar **Sí** y
- no se acciona para indicar **No** en la votación.

Como salida, el sistema debe tener una señal luminosa que se encienda cuando el resultado de la votación sea **Sí** y permanezca apagada cuando la decisión sea **No**.

Por otra parte, se requiere, por razones de seguridad, que el equipo funcione con una tensión no superior a los 6 v.

La resolución del proyecto implica la elaboración del informe correspondiente, el que deberá incluir:

- la justificación del circuito seleccionado,
- el diagrama del circuito, utilizando la simbología usual,
- las especificaciones de los componentes que lo integran,
- la construcción del prototipo y
- fotografías del prototipo construido.

En este momento de cierre

En el desarrollo de las actividades hemos trabajado con los procedimientos generales de la tecnología:

- análisis de producto y
- proyecto tecnológico.

Asimismo, hemos podido apreciar cómo el proyecto tecnológico está estrechamente vinculado con la resolución de problemas, concretos y reales del mundo de lo artificial.

También nos fue posible apreciar cómo el trabajo con los procedimientos generales nos permite la integración de diferentes contenidos que, en nuestro caso, se refirieron al campo tecnológico de los sistemas y del control.

Para que usted tenga ocasión de integrar todos estos componentes, le acercamos esta actividad de cierre:

FICHA 5 UNA NUEVA CONSIGNA

Le proponemos elaborar la consigna de un proyecto tecnológico que implique un problema práctico del campo de los sistemas de control, a resolver por sus alumnos y en el que se requiera la construcción de prototipos que den solución a la situación problemática inicial.