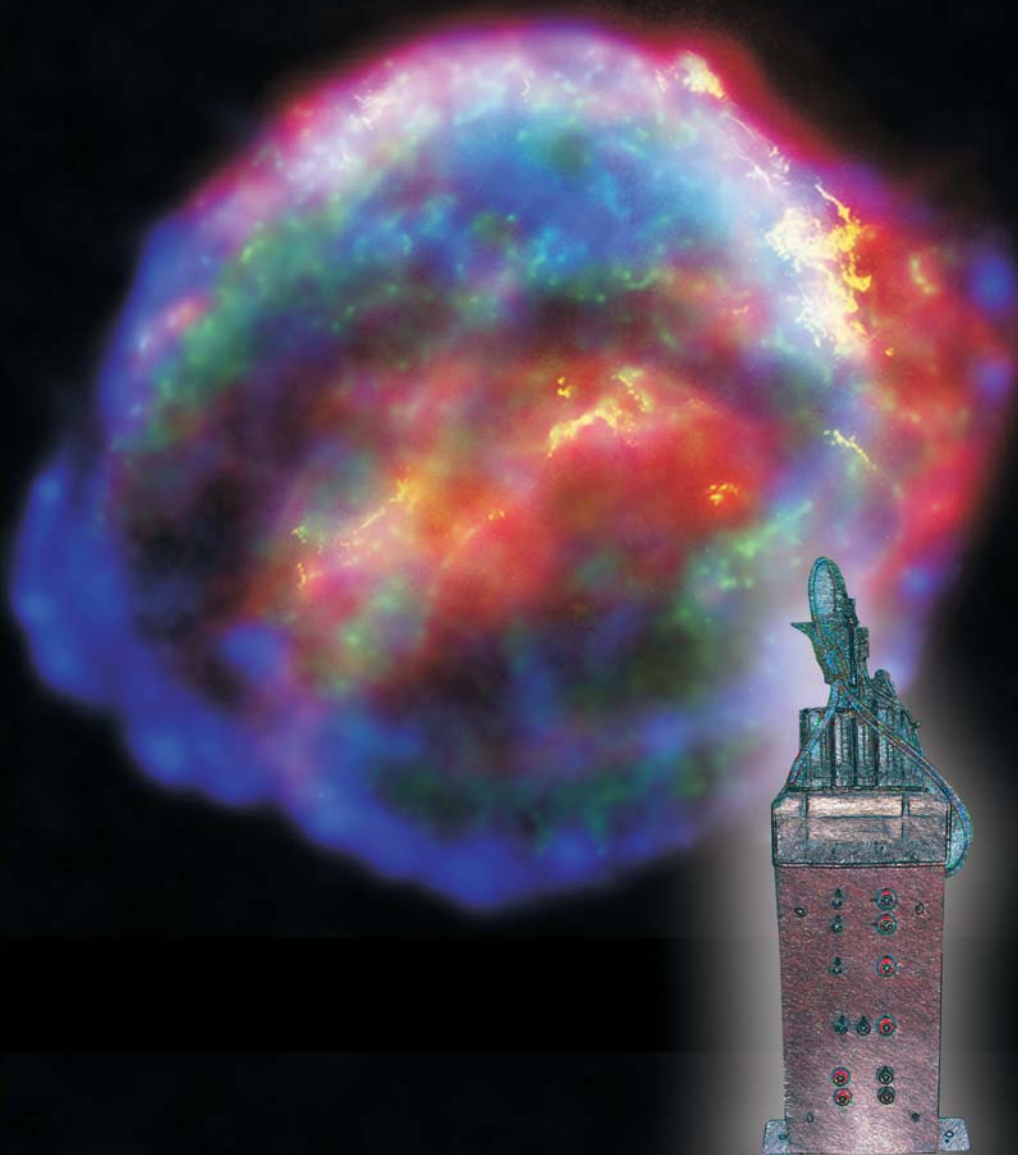




# Cargador semiautomático para máquinas a CNC de accionamiento electro neumático





# Serie: Recursos didácticos

Tapa:  
Imagen combinada de la Supernova Remnant captada  
por el telescopio Hubble - NASA.



# a u t o r i d a d e s

---

PRESIDENTE DE LA NACIÓN

**Dr. Néstor Kirchner**

MINISTRO DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA

**Lic. Daniel Filmus**

SECRETARIO DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA

**Prof. Alberto E. Sileoni**

DIRECTORA EJECUTIVA DEL INSTITUTO NACIONAL DE  
EDUCACIÓN TECNOLÓGICA

**Lic. María Rosa Almandoz**

DIRECTOR NACIONAL DEL CENTRO NACIONAL DE  
EDUCACIÓN TECNOLÓGICA

**Lic. Juan Manuel Kirschenbaum**



# Cargador semiautomático para máquinas a CNC de accionamiento electroneumático

Mariano Fóppoli

Colección Serie "Recursos didácticos".  
Coordinadora general: Haydeé Noceti.

Distribución de carácter gratuito.

Queda hecho el depósito que previene la ley n° 11.723. © Todos los derechos reservados por el Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología - Instituto Nacional de Educación Tecnológica.

La reproducción total o parcial, en forma idéntica o modificada por cualquier medio mecánico o electrónico incluyendo fotocopia, grabación o cualquier sistema de almacenamiento y recuperación de información no autorizada en forma expresa por el editor, viola derechos reservados.

Industria Argentina.

ISBN 950-00-0525-5

Fóppoli, Mariano

Cargador semiautomático para máquinas a GNC de accionamiento electroneumático / Mariano Fóppoli; coordinado por Juan Manuel Kirschenbaum. - 1a ed. - Buenos Aires: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación. Instituto Nacional de Educación Tecnológica, 2005. 104 p.; 22x17 cm. (Recursos Didácticos; 17)

ISBN 950-00-0525-5

1. Electroneumática. 2. Semiautomatismo. 3. GNC.  
I. Kirschenbaum, Juan Manuel, coord. II. Título

CDD 621.51

Fecha de catalogación: 3/11/2005

Impreso en Gráfica Pinter S. A., México 1352 (C1097ABB), Buenos Aires,  
en noviembre 2005

Tirada de esta edición: 3.000 ejemplares



Serie: “**Recursos didácticos**”

- 1 Invernadero automatizado
- 2 Probador de inyectores y motores paso a paso
- 3 Quemador de biomasa
- 4 Intercomunicador por fibra óptica
- 5 Transmisor de datos bidireccional por fibra óptica, entre computadoras
- 6 Planta potabilizadora
- 7 Medidor de distancia y de velocidad por ultrasonido
- 8 Estufa de laboratorio
- 9 Equipamiento EMA -Características físicas de los materiales de construcción-
- 10 Dispositivo para evaluar parámetros de líneas
- 11 Biodigestor
- 12 Entrenador en lógica programada
- 13 Entorno de desarrollo para programación de microcontroladores PIC
- 14 Relevador de las características de componentes semiconductores
- 15 Instalación sanitaria de una vivienda
- 16 Equipamiento para el análisis de estructuras de edificios
- 17 Cargador semiautomático para máquinas a CNC de accionamiento electropneumático
- 18 Biorreactor para la producción de alimentos
- 19 Ascensor
- 20 Pila de combustible

---

# LAS METAS, LOS PROGRAMAS Y LAS LÍNEAS DE ACCIÓN DEL INSTITUTO NACIONAL DE EDUCACIÓN TECNOLÓGICA

---

El Instituto Nacional de Educación Tecnológica -INET- enmarca sus líneas de acción, programas y proyectos, en las metas de:

- Coordinar y promover programas nacionales y federales orientados a fortalecer la educación técnico-profesional, articulados con los distintos niveles y ciclos del sistema educativo nacional.
- Implementar estrategias y acciones de cooperación entre distintas entidades, instituciones y organismos –gubernamentales y no gubernamentales-, que permitan el consenso en torno a las políticas, los lineamientos y el desarrollo de las ofertas educativas, cuyos resultados sean considerados en el Consejo Nacional de Educación-Trabajo –CoNE-T– y en el Consejo Federal de Cultura y Educación.
- Desarrollar estrategias y acciones destinadas a vincular y a articular las áreas de educación técnico-profesional con los sectores del trabajo y la producción, a escala local, regional e interregional.
- Diseñar y ejecutar un plan de asistencia técnica a las jurisdicciones en los aspectos institucionales, pedagógicos, organizativos y de gestión, relativos a la educación técnico-profesional, en el marco de los acuerdos y resoluciones establecidos por el Consejo Federal de Cultura y Educación.
- Diseñar y desarrollar un plan anual de capacitación, con modalidades presenciales, semipresenciales y a distancia, con sede en el Centro Nacional de Educación Tecnológica, y con nodos en los Centros Regionales de Educación Tecnológica y las Unidades de Cultura Tecnológica.
- Coordinar y promover programas de asistencia económica e incentivos fiscales destinados a la actualización y el desarrollo de la educación técnico-profesional; en particular, ejecutar las acciones relativas a la adjudicación y el control de la asignación del Crédito Fiscal –Ley N° 22.317–.
- Desarrollar mecanismos de cooperación internacional y acciones relativas a diferentes procesos de integración educativa; en particular, los relacionados con los países del MERCOSUR, en lo referente a la educación técnico-profesional.

Estas metas se despliegan en distintos programas y líneas de acción de responsabilidad de nuestra institución, para el periodo 2003-2007:

**Programa 1.** Formación técnica, media y superior no universitaria:

- 1.1. Homologación y validez nacional de títulos.
- 1.2. Registro nacional de instituciones de formación técnica.
- 1.3. Espacios de concertación.
- 1.4. Perfiles profesionales y ofertas formativas.
- 1.5. Fortalecimiento de la gestión institucional; equipamiento de talleres y laboratorios.
- 1.6. Prácticas productivas profesionalizantes: Aprender emprendiendo.

**Programa 2.** Crédito fiscal:

- 2.1. Difusión y asistencia técnica.
- 2.2. Aplicación del régimen.
- 2.3. Evaluación y auditoría.

**Programa 3.** Formación profesional para el desarrollo local:

- 3.1. Articulación con las provincias.
- 3.2. Diseño curricular e institucional.
- 3.3. Información, evaluación y certificación.

**Programa 4.** Educación para el trabajo y la integración social.

**Programa 5.** Mejoramiento de la enseñanza y del aprendizaje de la Tecnología y de la Ciencia:

- 5.1. Formación continua.
- 5.2. Desarrollo de recursos didácticos.

**Programa 6.** Desarrollo de sistemas de información y comunicaciones:

- 6.1. Desarrollo de sistemas y redes.
- 6.2. Interactividad de centros.

**Programa 7.** Secretaría ejecutiva del Consejo Nacional de Educación Trabajo –CoNE-T–.

**Programa 8.** Cooperación internacional.

Los materiales de capacitación que, en esta ocasión, estamos acercando a la comunidad educativa a través de la serie “Recursos didácticos”, se enmarcan en el Programa 5 del INET, focalizado en el mejoramiento de la enseñanza y del aprendizaje de la Tecnología y de la Ciencia, uno de cuyos propósitos es el de:

- Desarrollar materiales de capacitación destinados, por una parte, a la actualización de los docentes de la educación técnico-profesional, en lo que hace a conocimientos tecnológicos y científicos; y, por otra, a la integración de los recursos didácticos generados a través de ellos, en las aulas y talleres, como equipamiento de apoyo para los procesos de enseñanza y de aprendizaje en el área técnica.

Estos materiales didácticos han sido elaborados por especialistas del Centro Nacional de Educación Tecnológica del INET y por especialistas convocados a través del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo –PNUD– desde su línea “Conocimientos científico-tecnológicos para el desarrollo de equipos e instrumentos”, a quienes esta Dirección expresa su profundo reconocimiento por la tarea encarada.

***María Rosa Almandoz***

Directora Ejecutiva del Instituto Nacional de Educación Tecnológica.  
Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología

---

# LAS ACCIONES DEL CENTRO NACIONAL DE EDUCACIÓN TECNOLÓGICA

---

Desde el Centro Nacional de Educación Tecnológica –CeNET– encaramos el diseño, el desarrollo y la implementación de proyectos innovadores para la enseñanza y el aprendizaje en educación técnico-profesional.

El CeNET, así:

- Es un ámbito de desarrollo y evaluación de metodología didáctica, y de actualización de contenidos de la tecnología y de sus sustentos científicos.
- Capacita en el uso de tecnología a docentes, profesionales, técnicos, estudiantes y otras personas de la comunidad.
- Brinda asistencia técnica a autoridades educativas jurisdiccionales y a educadores.
- Articula recursos asociativos, integrando a los actores sociales involucrados con la Educación Tecnológica.

Desde el CeNET venimos trabajando en distintas líneas de acción que convergen en el objetivo de reunir a profesores, a especialistas en Educación Tecnológica y a representantes de la industria y de la empresa, en acciones compartidas que permitan que la educación técnico-profesional se desarrolle en la escuela de un modo sistemático, enriquecedor, profundo... auténticamente formativo, tanto para los alumnos como para los docentes.

Una de nuestras líneas de acción es la de diseñar y llevar adelante un sistema de capaci-

tación continua para profesores de educación técnico-profesional, implementando trayectos de actualización. En el CeNET contamos con quince unidades de gestión de aprendizaje en las que se desarrollan cursos, talleres, pasantías, conferencias, encuentros, destinados a cada educador que desee integrarse en ellos presencialmente o a distancia.

Otra de nuestras líneas de trabajo asume la responsabilidad de generar y participar en redes que vinculan al Centro con organismos e instituciones educativas ocupados en la educación técnico-profesional, y con organismos, instituciones y empresas dedicados a la tecnología en general. Entre estas redes, se encuentra la Red Huitral, que conecta a CeNET con los Centros Regionales de Educación Tecnológica -CeRET- y con las Unidades de Cultura Tecnológica –UCT– instalados en todo el país.

También nos ocupa la tarea de producir materiales de capacitación docente. Desde CeNET hemos desarrollado distintas series de publicaciones –todas ellas disponibles en el espacio web [www.inet.edu.ar](http://www.inet.edu.ar)–:

- *Educación Tecnológica*, que abarca materiales que posibilitan 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.

- *Desarrollo de contenidos*, nuestra segunda serie de publicaciones, que nuclea fascículos de capacitación en los que se profundiza en los campos de problemas y de contenidos de las distintas áreas del conocimiento tecnológico, y que recopila, también, experiencias de capacitación docente desarrolladas en cada una de estas áreas.
- *Educación con tecnologías*, que propicia el uso de tecnologías de la información y de la comunicación como recursos didácticos, en las clases de todas las áreas y espacios curriculares.
- *Educadores en Tecnología*, serie de publicaciones que focaliza el análisis y las propuestas en uno de los constituyentes del proceso didáctico: el profesional que enseña Tecnología, ahondando en los rasgos de su formación, de sus prácticas, de sus procesos de capacitación, de su vinculación con los lineamientos curriculares y con las políticas educativas, de interactividad con sus alumnos, y con sus propios saberes y modos de hacer.
- *Documentos de la escuela técnica*, que difunde los marcos normativos y curriculares que desde el CONET –Consejo Nacional de Educación Técnica- delinearon la educación técnica de nuestro país, entre 1959 y 1995.
- *Ciencias para la Educación Tecnológica*, que presenta contenidos científicos asociados con los distintos campos de la tecnología, los que aportan marcos conceptuales que permiten explicar y fundamentar los problemas de nuestra área.
- *Recursos didácticos*, que presenta contenidos tecnológicos y científicos,

estrategias –curriculares, didácticas y referidas a procedimientos de construcción– que permiten al profesor de la educación técnico-profesional desarrollar, con sus alumnos, un equipamiento específico para integrar en sus clases.

Desde esta última serie de materiales de capacitación, nos proponemos brindar herramientas que permitan a los docentes no sólo integrar y transferir sus saberes y capacidades, sino también, y fundamentalmente, acompañarlos en su búsqueda de soluciones creativas e innovadoras a las problemáticas con las que puedan enfrentarse en el proceso de enseñanza en el área técnica.

En todos los casos, se trata de propuestas de enseñanza basadas en la resolución de problemas, que integran ciencias básicas y tecnología, y que incluyen recursos didácticos apropiados para la educación técnico-profesional.

Los espacios de problemas tecnológicos, las consignas de trabajo, las estrategias de enseñanza, los contenidos involucrados y, finalmente, los recursos didácticos están planteados en la serie de publicaciones que aquí presentamos, como un testimonio de realidad que da cuenta de la potencialidad educativa del modelo de problematización en el campo de la enseñanza y del aprendizaje de la tecnología, que esperamos que resulte de utilidad para los profesores de la educación técnico-profesional de nuestro país.

**Juan Manuel Kirschenbaum**

Director Nacional del Centro Nacional de Educación Tecnológica.  
Instituto Nacional de Educación Tecnológica

# LA SERIE “RECURSOS DIDÁCTICOS”

Desde esta serie de publicaciones del Centro Nacional de Educación Tecnológica, nos proponemos:

- Poner a consideración de los educadores un equipamiento didáctico a integrar en los procesos de enseñanza y de aprendizaje del área técnica que coordinan.
- Contribuir a la actualización de los docentes de la educación técnico-profesional, en lo que hace a conocimientos tecnológicos y científicos.

Inicialmente, hemos previsto el desarrollo de veinte publicaciones con las que intentamos abarcar diferentes contenidos de este campo curricular vastísimo que es el de la educación técnico-profesional.

En cada una de estas publicaciones es posible reconocer una estructura didáctica común:

**1 Problemas tecnológicos en el aula.** En esta primera parte del material se describen situaciones de enseñanza y de aprendizaje del campo de la educación técnico-profesional centradas en la resolución de problemas tecnológicos, y se presenta una propuesta de equipamiento didáctico, pertinente como recurso para resolver esas situaciones tecnológicas y didácticas planteadas.

**2 Encuadre teórico para los problemas.** En vinculación con los problemas didácticos y tecnológicos que constituyen el punto de partida, se presentan conceptos

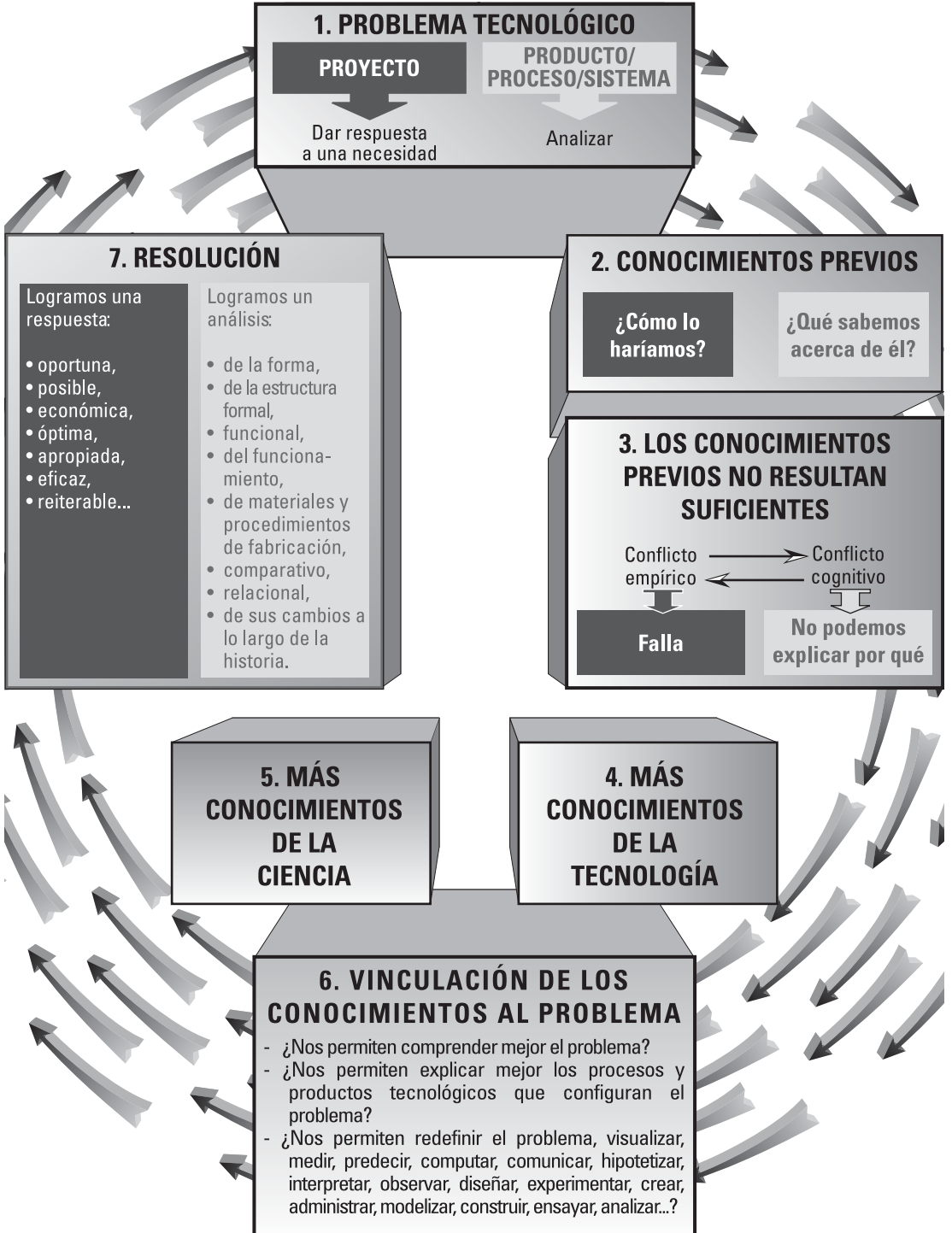
tecnológicos y conceptos científicos asociados.

**3 Hacia una resolución técnica. Manual de procedimientos para la construcción y el funcionamiento del equipo.** Aquí se describe el equipo terminado y se muestra su esquema de funcionamiento; se presentan todas sus partes, y los materiales, herramientas e instrumentos necesarios para su desarrollo; asimismo, se pauta el “paso a paso” de su construcción, armado, ensayo y control.

**4 El equipo en el aula.** En esta parte del material escrito, se retoman las situaciones problemáticas iniciales, aportando sugerencias para la inclusión del recurso didáctico construido en las tareas que docente y alumnos concretan en el aula.

**5 La puesta en práctica.** Este tramo de la publicación plantea la evaluación del material didáctico y de la experiencia de puesta en práctica de las estrategias didácticas sugeridas. Implica una retroalimentación –de resolución voluntaria– de los profesores destinatarios hacia el Centro Nacional de Educación Tecnológica, así como el punto de partida para el diseño de nuevos equipos.

Esta secuencia de cuestiones y de momentos didácticos no es azarosa. Intenta replicar –en una producción escrita– las mismas instancias de trabajo que los profesores de Tecnología ponemos en práctica en nuestras clases:



Es a través de este circuito de trabajo (problema-respuestas iniciales-inclusión teórica-respuestas más eficaces) como enseñamos y como aprenden nuestros alumnos en el área:

- La tarea comienza cuando el profesor presenta a sus alumnos una **situación codificada en la que es posible reconocer un problema tecnológico**; para configurar y resolver este problema, es necesario que el grupo ponga en marcha un proyecto tecnológico, y que encare análisis de productos o de procesos desarrollados por distintos grupos sociales para resolver algún problema análogo. Indudablemente, no se trata de cualquier problema sino de uno que ocasiona obstáculos cognitivos a los alumnos respecto de un aspecto del mundo artificial que el profesor –en su marco curricular de decisiones– ha definido como relevante.
- El proceso de enseñanza y de aprendizaje comienza con el planteamiento de esa situación tecnológica seleccionada por el profesor y con la construcción del espacio-problema por parte de los alumnos, y continúa con la búsqueda de **respuestas**.
- Esta detección y construcción de respuestas no se sustenta sólo en los conocimientos que el grupo dispone sino en la **integración de nuevos contenidos**.
- El enriquecimiento de los modos de “ver” y de encarar la resolución de un problema tecnológico –por la adquisición de nuevos conceptos y de nuevas formas técnicas de intervención en la situación

desencadenante– suele estar **distribuida materialmente** –en equipamiento, en materiales, en herramientas–.

No es lo mismo contar con este equipamiento que prescindir de él.

Por esto, lo que intentamos desde nuestra serie de publicaciones es acercar al profesor distintos recursos didácticos que ayuden a sus alumnos en esta tarea de problematización y de intervención –sustentada teórica y técnicamente– en el mundo tecnológico.

Caracterizamos como **recurso didáctico** a todo material o componente informático seleccionado por un educador, quien ha evaluado en aquél posibilidades ciertas para actuar como mediador entre un problema de la realidad, un contenido a enseñar y un grupo de alumnos, facilitando procesos de comprensión, análisis, profundización, integración, síntesis, transferencia, producción o evaluación.

Al seleccionar los recursos didácticos que forman parte de nuestra serie de publicaciones, hemos considerado, en primer término, su potencialidad para posibilitar, a los alumnos de la educación técnico-profesional, configurar y resolver distintos problemas tecnológicos.

Y, en segundo término, nos preocupó que cumplieran con determinados rasgos que les permitieran constituirse en medios eficaces del conocimiento y en buenos estructurantes cognitivos, al ser incluidos en un aula por un profesor que los ha evaluado como perti-



nentes. Las cualidades que consideramos fundamentales en cada equipo que promovemos desde nuestra serie de publicaciones "Recursos didácticos", son:

- Modularidad (puede adaptarse a diversos usos).
- Resistencia (puede ser utilizado por los alumnos, sin peligro de romperse con facilidad).
- Seguridad y durabilidad (integrado por materiales no tóxicos ni peligrosos, y durables).
- Adaptabilidad (puede ser utilizado en el taller, aula o laboratorio).
- Acoplabilidad (puede ser unido o combinado con otros recursos didácticos).
- Compatibilidad (todos los componentes, bloques y sistemas permiten ser integrados entre sí).
- Facilidad de armado y desarmado (posibilita pruebas, correcciones e incorporación de nuevas funciones).
- Pertinencia (los componentes, bloques funcionales y sistemas son adecuados para el trabajo con los contenidos curriculares de la educación técnico-profesional).
- Fiabilidad (se pueden realizar las tareas preestablecidas, de la manera esperada).
- Coherencia (en todos los componentes, bloques funcionales o sistemas se siguen las mismas normas y criterios para el armado y utilización).
- Escalabilidad (es posible utilizarlo en proyectos de diferente nivel de com-

plejidad).

- Reutilización (los diversos componentes, bloques o sistemas pueden ser desmontados para volver al estado original).
- Incrementabilidad (posibilidad de ir agregando piezas o completando el equipo en forma progresiva).

**Haydeé Noceti**

Coordinadora de la acción "Conocimientos científico-tecnológicos para el desarrollo de equipos e instrumentos".  
Centro Nacional de Educación Tecnológica





# 17. Cargador semiautomático para máquinas a CNC de accionamiento electroneumático

Este material de capacitación fue desarrollado por:

**Mariano Fóppoli.**

Es Técnico Electromecánico (Consejo Nacional de Educación Técnica), Técnico Superior en Administración Educativa y Técnico Superior en Conducción Educativa.

**Coordinación general:**

Haydeé Noceti

**Diseño didáctico:**

Ana Rúa

**Administración:**

Adriana Perrone

**Monitoreo y evaluación:**

Laura Irurzun

**Diseño gráfico:**

Tomás Ahumada

Karina Lacava

Alejandro Carlos Mertel

**Diseño de tapa:**

Laura Lopresti

Juan Manuel Kirschenbaum

Con la colaboración  
del equipo de profesionales  
del Centro Nacional  
de Educación Tecnológica



# Índice

Las metas, los programas y las líneas de acción del Instituto Nacional de Educación Tecnológica .....	IV
Las acciones del Centro Nacional de Educación Tecnológica .....	VI
La serie “Recursos didácticos” .....	VII

<b>1 Problemas tecnológicos en el aula</b> .....	4
• El recurso didáctico que proponemos	
<b>2 Encuadre teórico para los problemas</b> .....	8
• ¿Qué es un cargador semiautomático para máquinas a CNC de accionamiento electroneumático?	
• Decisiones acerca del accionamiento neumático	
1. Abastecimiento de energía.	
2. Elementos de entrada (sensores).	
3. Elementos de procesamiento (procesadores)	
4. Elementos de maniobra y de accionamiento (actuadores)	
• Automatización	
• Control numérico por computadora	
<b>3 Hacia una resolución técnica. Manual de procedimientos para la construcción y el funcionamiento del equipo</b> .....	43
• El producto	
• Los componentes	
• Los materiales, herramientas e instrumentos	
• La construcción	
• El armado	
• El ensayo y el control	
• La superación de dificultades	
<b>4 El equipo en el aula</b> .....	59
<b>5 La puesta en práctica</b> .....	64

# 1. UN PROBLEMA TECNOLÓGICO EN EL AULA

Aproximadamente veinticinco años después del nacimiento del control numérico, en 1968, se crea una máquina-herramienta polivalente que tiene como función realizar una serie de operaciones -distintos tipos de mecanizado- en piezas de diferente tamaño.

En ese mismo año comienza a funcionar en Gran Bretaña un taller flexible que dispone de un centro de mecanizado con máquinas de control CNC.

**El control numérico por computadora -CNC- o máquina de control CNC es aquella máquina comandada por órdenes de letras y números (alfanuméricas).**

Básicamente, las máquinas de CNC son similares a las máquinas-herramientas convencionales; no obstante, existen diferencias constructivas entre unas y otras. Una de las

Las máquinas-herramientas creadas con esta misión se denominan **centros de mecanizado** y constituyen pasos determinantes hacia un taller flexible. Los centros de mecanizado, mediante un cambio de herramientas, pueden fresar, agujerear, roscar y rectificar; es decir, sobre una misma pieza pueden efectuar una serie de operaciones que, tradicionalmente, requería de una línea de máquinas-herramientas.

particularidades es que, para mecanizar una pieza en máquina convencional, el trabajador debe mover de forma manual los carros, con ayuda de los volantes, de modo de conseguir el perfil deseado; es el operario quien controla la velocidad de corte, el giro de la herramienta, la refrigeración y el avance de los carros. En cambio, en las máquinas a control numérico, todos los carros de los ejes van provistos de motores de avance propio que no requieren girar ningún volante a mano.

El CNC es, entonces, un sistema para controlar con precisión la operación de una máquina, mediante una serie de instrucciones codificadas, símbolos que la unidad de control puede comprender. Estas instrucciones se convierten en pulsos eléctricos de corriente que los motores y controles de la máquina siguen, para llevar a cabo las operaciones sobre una pieza de trabajo.

Los números, letras y símbolos son instrucciones codificadas que refieren a distancias, posiciones, funciones o movimientos específicos que la máquina puede comprender al mecanizar la pieza. Los dispositivos de medición y de registro incorporados en las máquinas-herramientas de control numérico por computadora aseguran que la pieza que está manufacturándose sea exacta, minimizándose el error humano.

El CNC ha crecido con una velocidad cada

vez más rápida y su uso seguirá creciendo, dadas las muchas ventajas que le ofrece a la industria: mayor seguridad del operador, mayor eficiencia del operado, reducción de desperdicio, tiempos de entrega más cortos, elevado grado de precisión, ejecución de operaciones complejas de maquinado, menores costos de herramental, mayor productividad y menores requisitos de espacio.

Entre las desventajas de las máquinas a CNC es posible señalar su gran inversión inicial.

Lo invitamos a analizar distintas situaciones de enseñanza y de aprendizaje que transcurren en aulas y talleres de la educación técnico-profesional y que remiten a este tipo de control:



En una escuela técnica de *Electromecánica*, profesores y alumnos están realizando el análisis tecnológico de distintos tipos de líneas de producción, desde las más sencillas -pequeños talleres metalmecánicos de producción de piezas mecanizadas en máquinas de CNC-, hasta las más complejas, representadas por líneas de montaje de autopartes o líneas de envasado de fluidos -en estas últimas, el punto de partida es la construcción del envase, y se completan con su llenado y etiquetado, para ser puestos a la venta-.

Los alumnos experimentan con el estudio de las variables que, en cada caso, se consideran para que la línea de producción alcance el objetivo propuesto: tiempos de carga y descarga de material después del maquinado, y repetitividad de esas acciones para poder generar la mayor productividad con el menor esfuerzo; consideran distintos tipos de resolución con distintas tecnologías intervinientes y, también, estudian los márgenes de variación aceptables del sistema que tienen relación directa con el tipo de semiautomatización elegida.

Los alumnos de "Orientación en montaje electromecánico" han asumido la tarea de diseñar y desarrollar el modelo productivo para una empresa de inyección de piezas en plástico con mecanizado final en máquinas automáticas de CNC.

Esta empresa, a fin de optimizar su proceso productivo, ha decidido reemplazar el actual abastecimiento y carga manual de su línea de elaboración por un sistema semiautomático que ha de mejorar el tiempo, y la calidad y cantidad del producto terminado.

Los alumnos, entonces, se abocan a la tarea de analizar las variables intervinientes:

- Tiempos de producción.
- Adaptación de la línea actual a una semiautomática, a través de la cual llega el material a ser mecanizado en un torno CNC, por medio de un cargador semiautomático.

Encaran la búsqueda de información relativa a los dispositivos utilizables: distintos tipos de accionamiento -manual, semiautomático y automático-, diferente construcción y funcionalidad, particularidades en sus sistemas de accionamiento -conformación neumática, eléctrica o electroneumática-.

Su proyecto prevé el reemplazo de la carga manual de material por un sistema semiautomático, ya que es necesario que las máquinas de CNC estén abastecidas de material constantemente, para no ocasionar demoras en el programa de mecanizado.

En un centro de formación técnico-profesional se plantea a los alumnos del último año analizar distintos tipos de automatismos que se encuentran en líneas de envasado y de mecanizado de productos.

Para estudiar las líneas de envasado, consideran tres diseños tecnológicos: Envasado de yogures, envasado de galletitas y llenado de bebidas gaseosas. Para indagar en el mecanizado de piezas, consideran procesos de torneado en CNC con diferentes materiales, fresado en CNC también con distintos materiales y -el más completo- un centro de mecanizado.

El análisis determina variables de distinta índole: tiempos de fabricación, necesidad de optimización de producción, características técnicas de las diferentes posibilidades para poder identificar cuál y por qué es la más aconsejable, distintas resoluciones técnicas con particulares tecnologías aplicadas: manualmecánica, semiautomática con la utilización de neumática o electroneumática, o bien totalmente automática con distintos manipuladores y /o PLC -controladores lógicos programables-.

Cumplida esta etapa inicial de estudio de líneas de producción existentes, los alumnos se abocan a:

### **Cómo mejorar el abastecimiento de material para máquinas a CNC**

Proyectar, diseñar y construir un equipo para alimentar la carga a una línea de mecanizado automatizado de alta capacidad operativa, en una industria metalmecánica que fabrica distintos accesorios para instalaciones sanitarias.

Los requerimientos de este equipo:

- Funcional a la línea de fabricación, con traslado de la carga desde un nivel superior y con abastecimiento por un brazo mecánico que la coloca en el plato del CNC.
- Operación electromecánica del sistema, controlada por sensores ópticos; éstos deben dejar caer un solo material por vez.
- Tablero de control independiente.
- Integrar por lo menos dos tipos de materiales para la construcción.

Cuando los alumnos desarrollan el equipo, su profesor les acerca un nuevo desafío:

### **Automatización de un sistema de carga manual**

A efectos de mejorar el rendimiento en tiempo, cantidad y calidad del proceso productivo, la misma empresa se propone reemplazar el sistema manual de carga de resolución vertical por uno semiautomático.

Dados los requerimientos planteados:

- Identifiquen por lo menos dos alternativas de solución.
- Justifiquen la elección de una de ellas.
- Realicen el diseño del sistema.
- Ejecuten el módulo a escala.
- Realicen la prueba piloto.
- Compatibilicen la adecuación a la línea de producción en función de tiempo-cantidad-calidad.
- Realicen el informe técnico.



Luego del análisis de varias líneas de montaje, la primera descripción del producto a la que arriba un grupo de alumnos es:

- *Diseño y construcción de una cinta cargadora en forma horizontal por la cual llegará el material a la máquina de CNC; un robot tendrá que colocar el material en el plato, para ser mecanizado.*

Otro grupo propone:

- *Desarrollo de un cargador vertical.*

Entonces, se escucha la voz de uno de los integrantes del grupo:

- *Pero... estas dos soluciones son básicamente mecánicas. No cumplen con el requerimiento de control eléctrico por sensores de proximidad. Pensemos en otra cosa...*

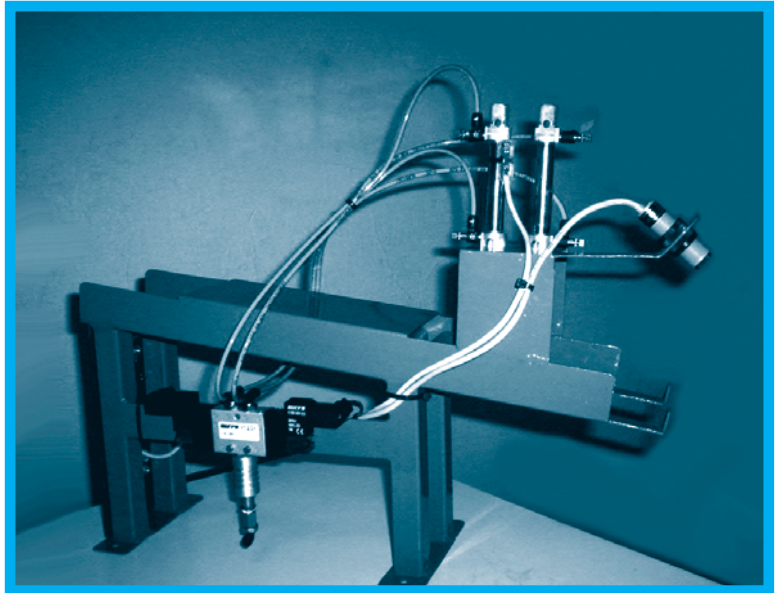
## El recurso didáctico que proponemos

El **cargador semiautomático para máquinas a CNC de accionamiento electroneumático** que proponemos construir es un equipo que puede alimentar un centro de mecanizado automatizado de alta capacidad operativa.

Es un recurso didáctico eficaz para que los alumnos se capaciten en dar respuestas a los problemas tecnológicos que le hemos planteado y a todo otro que requiera:

El cargador semiautomático para máquinas a CNC de accionamiento electroneumático permite abarcar y desarrollar contenidos referentes a la automatización industrial básica, interrelacionando la mecánica clásica con la neumática, la electroneumática y la electricidad; a partir de su integración como recurso didáctico, los alumnos pueden desarrollar distintos modelos de automatización industrial electroneumática básica.

- compatibilizar los parámetros tiempo-calidad-cantidad en distintos métodos de fabricación, ya sea semiautomáticos o automáticos, identificando tipos de líneas de envasado y fabricación;
- optimizar los tipos de abastecimiento y de carga de material existentes en las líneas de producción manuales, mecánicas o automáticas.

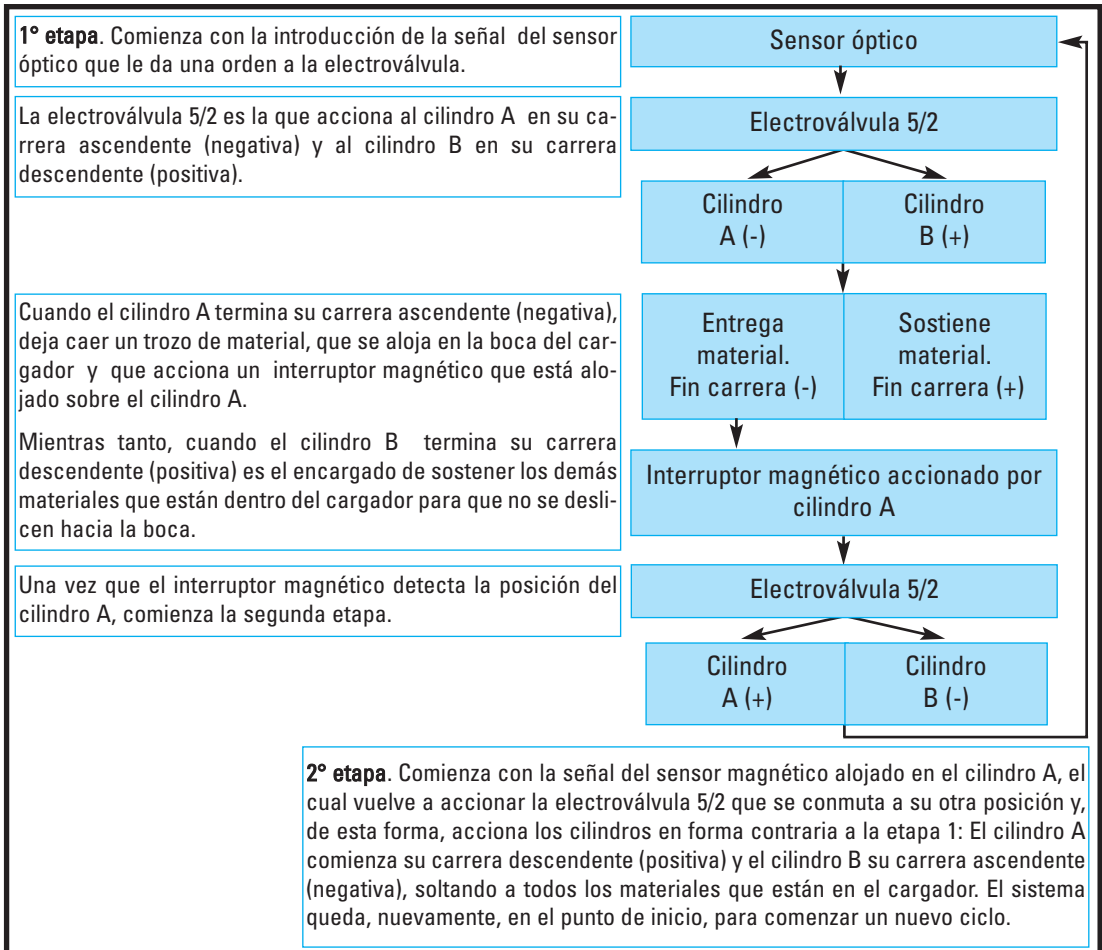


## 2. ENCUADRE TEÓRICO PARA LOS PROBLEMAS

### ¿Qué es un cargador semiautomático para máquinas a CNC de accionamiento electroneumático?

Es un sistema por el cual se abastece a una máquina a CNC -control numérico computarizado- de material en bruto a ser trabajado. Es necesario obtener del cargador semiautomático de accionamiento electroneumático

un solo trozo de material por vez, lo que efectivamente sucede cuando un brazo robótico encargado de colocar el material en el plato del torno es sentido por un sensor óptico de movimiento que da inicio al ciclo.

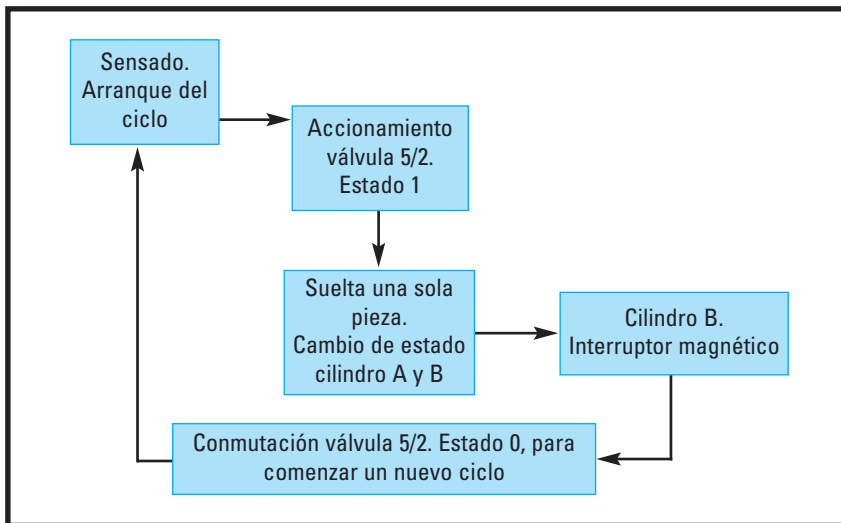


El ciclo se inicia con la acción del sensor óptico de movimiento que, por reflexión, detecta el paso de brazo robótico. Dicho sensor convierte un haz de luz en un pulso eléctrico, el que comanda a una electroválvula que da apertura a un cilindro neumático que es el que deja caer el primer material a depositarse en el lugar adecuado para ser tomado por el brazo y, simultáneamente, da cierre a otro cilindro neumático encargado de contener los demás trozos de material alojados en el cargador.

clásicos -los manualmecánicos- hasta los semiautomáticos, accionados éstos por distintas tecnologías, por ejemplo, la neumática.

Dentro del grupo de los abastecedores semiautomáticos de accionamiento neumático o electroneumático, encontramos tres grupos:

- los de comportamiento horizontal,
- los verticales,
- los oblicuos (planos inclinados).

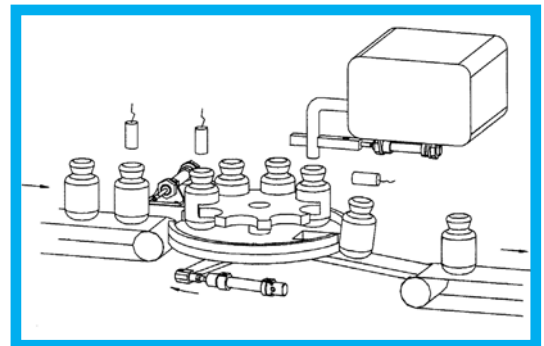


Los de **comportamiento horizontal** son aquellos dispositivos en los que la carga de material es horizontal; por ejemplo, en un carrusel de una línea de llenado de líquidos, los envases se desplazan de este modo:

La concatenación de acciones sincronizadas logra una mayor capacidad operativa.

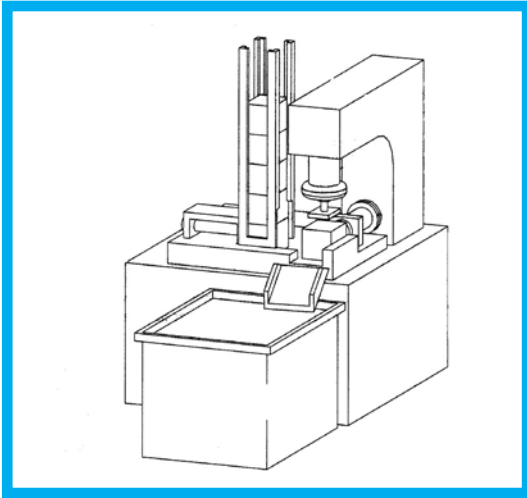
Para poder desarrollar su capacidad al máximo, cada máquina necesita, además, estar en óptimas condiciones de preparación. Porque si, por ejemplo, no se carga de material en tiempo y forma, la máquina no cumple con su operación, retardándose los pasos a seguir en la línea de producción.

En la industria, encontramos distintos tipos de abastecedores de material, desde los más

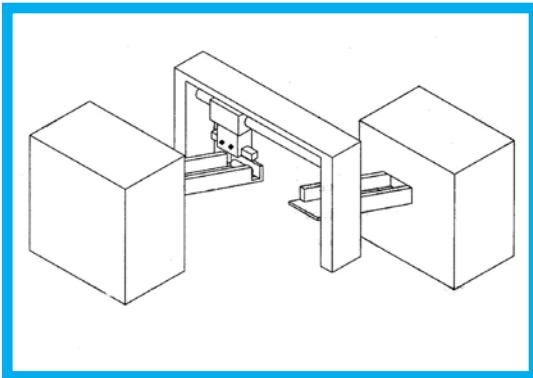


Los **verticales** son aquellos por los cuales el material o el envase llega desde un plano vertical; se utilizan en máquinas etiquetadoras o

colocadoras de tapas:



Los **oblicuos** adoptan esta forma porque se incorporan al sistema central y no cuentan con demasiado espacio; esta posición de plano inclinado favorece a la caída del envase o del material, mejorando su toma por el manipulador (robot):



## Referencia histórica

Algunos conceptos clave para comprender los procesos neumáticos:

### Referencia histórica

### Hidroestática

### Hidrodinámica

### Aire comprimido

Los griegos, en la búsqueda de la verdad, fueron cautivados por los cuatro elementos, el agua el aire el fuego y la tierra. El aire, por su naturaleza volátil

y su presencia transparente, les resultó la más fina expresión de la materia -casi el alma; *pneuma*, en el idioma griego-

La técnica que utiliza el aire como vehículo de energía se llama, así, **pneumática**.

Paralelamente a la expansión de la aplicación de la técnica neumática -sobre todo, en aquellas en las que la velocidad de actuación debe ser elevada y la seguridad primordial-, acontece la progresiva involución de la utilización del vapor.

El inventor de la máquina neumática fue Otón de Guericke, a mediados del siglo XVII; esta invención le sirvió para realizar la prueba clásica de los *Hemisferios de Magdeburgo*, -llamados así en honor a Otón, que era burgomaestre de aquella ciudad- y demostrar que la atmósfera, al envolver la Tierra, ejerce sobre la superficie terrestre una presión proporcional al peso del aire en todas direcciones.

En los EEUU, George Westinghouse, preocu-

pado por la seguridad, patenta el freno de aire, en 1869. Este freno consiste en una bomba instalada en la locomotora, y en un sistema de distribución y alimentación de aire comprimido que actúa sobre pistones alojados en cilindros que presionan las zapatas de freno contra las ruedas del tren, cuando se da salida al aire comprimido. Éste es un ejemplo claro de la utilización del aire comprimido y la aplicación de la ley de los gases perfectos, y sirvió de base para el desarrollo moderno de la aplicación de esta tecnología en, por ejemplo, el movimiento y el traslado de materiales.



Un ejemplo concreto es el cargador semiautomático de accionamiento electropneumático que le proponemos modelizar, que genera un mayor rendimiento en los sistemas productivos modernos.



## Hidroestática

Vamos a recordar, inicialmente, algunos rasgos de los **fluidos en reposo**.

La denominación fluido incluye tanto a líquidos como a gases, a pesar de sus diferencias en cuanto a que:

- Un líquido se adapta a la forma del recipiente que lo contiene; pero, tiene un volumen definido. Un gas ocupa todo el volumen del recipiente, por grande que éste sea.
- Un líquido es prácticamente incompresible. Resulta fácil comprimir un gas.
- La viscosidad -facilidad con que puede fluir- de los gases es muy inferior a la de los líquidos.

Un fluido ejerce "fuerzas" sobre las paredes y éstas ejercen "fuerzas" directamente opuestas sobre el fluido encerrado.

El valor de la presión en un punto se define como:

$$p = dF / dA$$

(Diferencial de fuerza / Diferencial de área)  
Fuerza por unidad de área

En el sistema internacional -SI-, la unidad para la presión es newton/m<sup>2</sup> (N/m<sup>2</sup>), que recibe el nombre de Pascal:

$$\text{Pascal} \Rightarrow 1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

La presión de 101 325 N/m<sup>2</sup> = 1,01325.10<sup>5</sup> Pa, se denomina atmósfera.

El matemático, físico y filósofo Blaise Pascal (1623-1662) estableció el principio que lleva su nombre: Toda presión ejercida en un punto de un líquido se transmite íntegramente y en todo sentido.

Este principio puede determinarse como consecuencia del teorema general de la hidrostática. En efecto, para un líquido sometido a presión exterior  $p_0$ , la existente a la profundidad  $h$  se obtiene por la fórmula:

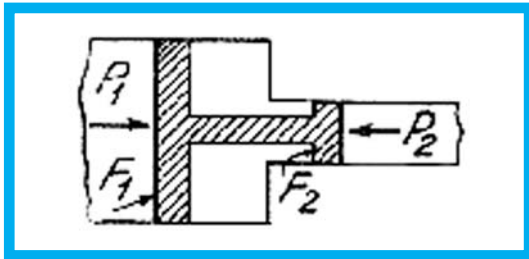
$$p = p_0 + \gamma h$$

Es decir que la presión que se ejerce en un punto cualquiera puede considerarse como producida por dos causas: primero, por la acción de  $p_0$ , que actúa desde el exterior (primer sumando); y, segundo, por la presión

proveniente del peso del líquido (segundo sumando). Por lo tanto, se deduce que la presión exterior  $p_o$  se ha transmitido íntegramente y, además, en todo sentido, pues la aplicación de la expresión se refiere a cualquier punto de la masa líquida.

El principio de Pascal, también se extiende a los gases. Se utiliza en varias aplicaciones técnicas, tales como la prensa, el ascensor, el acumulador hidráulico, etc.

Consideremos esta figura:

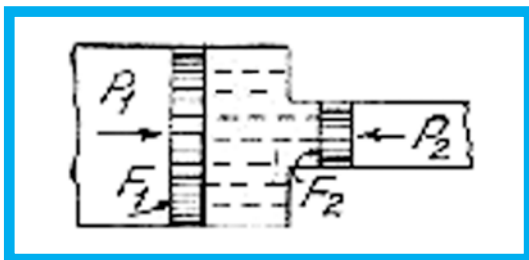


Al transmitir un esfuerzo a través de un cuerpo sólido para mantener el sistema en equilibrio, resulta:

$$P_1 = P_2$$

Vale decir que, en el cuerpo sólido, se ha transmitido íntegramente una fuerza.

En cambio, en la figura siguiente:



Según el principio de Pascal, si separamos los émbolos de sección  $F_1$  y  $F_2$  mediante un líquido, son las presiones las que transmiten íntegramente y, por lo tanto:

$$P_1 / F_1 = P_2 / F_2 \quad (\text{N} / \text{m}^2 \text{ o } \text{N} / \text{cm}^2)$$

Donde:

- $P_1$  y  $P_2$  son los esfuerzos que actúan.
- $F_1$  y  $F_2$ , las áreas de las secciones de los émbolos.

De lo anterior:

$$P_1 = P_2 \times F_1 / F_2$$

Y, entonces, resulta:

$$P_1 > P_2$$

Pudiendo obtenerse mayores esfuerzos en el émbolo mayor.



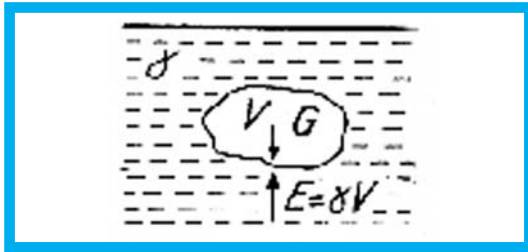
El principio de Pascal se debe tener en cuenta cuando se dimensiona un sistema neumático, ya que la relación presión-fuerza en los émbolos de los cilindros neumáticos debe ser la adecuada; porque, como en todo sistema neumático, se está transformando una energía neumática en energía mecánica.

En nuestro cargador semiautomático de accionamiento electroneumático, resolvimos esta relación con dos cilindros de 12 mm de diámetro de cámara, un vástago de 4 mm de diámetro y una carrera de 40 mm de largo. Este tamaño de cilindro es adecuado, ya que la función que cumple en el dispositivo no es la de aplicar fuerza sino la de sostener los materiales en fila, en espera de ser utilizados.



El matemático y físico Arquímedes (287-212 a.J.C.) enunció el principio que lleva su nombre: Todo cuerpo sumergido en un líquido recibe un empuje de abajo hacia arriba igual en magnitud al peso del volumen del líquido desalojado.

Este principio puede establecerse aplicando las leyes del equilibrio de los cuerpos. Suponiendo limitada una porción de líquido que ocupa un volumen:



Su peso es  $G$  y, como el fluido se encuentra en equilibrio, la resultante  $E$  de las presiones que el resto del líquido ejerce sobre el volumen  $V$  debe ser igual y contraria a  $G$ ; vale decir, que equivale a una fuerza dirigida de abajo hacia arriba igual al peso del volumen del líquido desalojado.

Por lo tanto:

$$E = G = \gamma V$$

Donde:

-  $\gamma$  es el peso específico del líquido.

Si en lugar del volumen  $V$  se encuentra sumergido un cuerpo sólido de una sustancia cualquiera y el sistema se encuentra en equilibrio, la acción del resto del líquido no puede variar y, cualquiera fuere la sustancia del sólido, en todos los casos, la resultante de las presiones verticales es una fuerza dirigida

de abajo hacia arriba e igual al peso del volumen del líquido desalojado por el cuerpo, lo cual confirma el enunciado de Arquímedes, que también se extiende a los gases:

Todo cuerpo en el seno de un gas recibe un empuje, de abajo hacia arriba, igual al peso del gas que desaloja.

Las aplicaciones de este principio son numerosas: constituye el fundamento de la flotación y de la ascensión en globos, y se utiliza para determinar el peso específico de los cuerpos sólidos y líquidos. Muchas veces, hemos observado con qué rapidez ascienden los globos de papel; otras, hemos visto escapársele a un niño un globo "inflado con gas" (hidrógeno, nitrógeno). En ambos casos, ¿por qué se produce ese ascenso? Porque también en los gases se cumple el principio de Arquímedes.

Por ejemplo: Si el empuje que recibe un cuerpo es de  $12 \text{ kg}\vec{g}$  y el peso de ese cuerpo es de  $0,500 \text{ kg}\vec{g}$ , resulta que  $12 \text{ kg}\vec{g} - 0,500 \text{ kg}\vec{g} = 11,500 \text{ kg}\vec{g}$ , los que representan la fuerza con la que asciende el cuerpo.

La fuerza ascensional es la diferencia entre el empuje recibido y el peso del cuerpo.



Para el desarrollo de nuestro equipo es necesario tener en cuenta la base teórica de la hidrostática, que permite dimensionar los operadores neumáticos.

Porque, una mala determinación va a generar un mal rendimiento y una inadecuada funcionalidad del sistema proyectado.



## Hidrodinámica

La hidrodinámica estudia el movimiento de los líquidos. Éste puede realizarse en los cursos de agua o en canales, en los cuales actúa la presión atmosférica sobre la superficie libre; también, en las tuberías a presión o conductos forzados, en los cuales existe una presión variable, que depende de las condiciones en que se realiza la circulación.

En el momento de iniciarse el movimiento de un líquido, entre sus distintas capas se genera una resistencia debida al rozamiento interno producido por la viscosidad del fluido, que se opone al deslizamiento y que persiste mientras éste continúa.

Al realizarse el movimiento, se vence esta resistencia, lo que se logra consumiendo una cantidad de trabajo -o sea, gastando energía en la circulación-.

Se llama **líquido real** a aquel cuyo comportamiento es similar al que se presenta en la práctica; así, es viscoso y gasta una cantidad de energía para vencer la resistencia que se opone al deslizamiento -o sea, la resistencia de rozamiento interno-.

Interesa a la hidrodinámica el estudio de estos líquidos; pero, este estudio no puede realizarse directamente, debido a la complejidad que presenta; por esto, se admiten hipótesis que, simplificando el problema, permiten llegar a resultados bastante concordantes con los exactos; cuando ello no sucede, con la ayuda de coeficientes de corrección -determinados, generalmente, en forma experimental- se aproximan las condi-

ciones del movimiento a las de los líquidos reales.

Una hipótesis introducida en la hidrodinámica es la del líquido perfecto. Se denomina así al **líquido ideal**, caracterizado por su incompresibilidad y porque sus partículas pueden deslizarse unas sobre otras sin consumir energía. Ello equivale a establecer que no existe ninguna clase de rozamiento interno y que, por lo tanto, el fluido carece de viscosidad.

La noción del **líquido perfecto** es una hipótesis ideal similar a la del punto material o a la de la continuidad de la estructura de la materia, ya que no es posible suponer, en realidad, un líquido no viscoso.

Al iniciarse el movimiento, en todos los líquidos aparece una resistencia de rozamiento interno que persiste mientras continúa la circulación.

En el aire, la falta de cohesión es característica; se registra la ausencia de una fuerza entre las moléculas, en circunstancias usuales; su forma cambia a la más mínima fuerza y, además, ocupa el volumen máximo disponible. Así, para utilizar el aire como medio de trabajo hay que comprimirlo y generar un trabajo mecánico con él. Esta característica es descrita por la **Ley Boyle-Mariotte**.

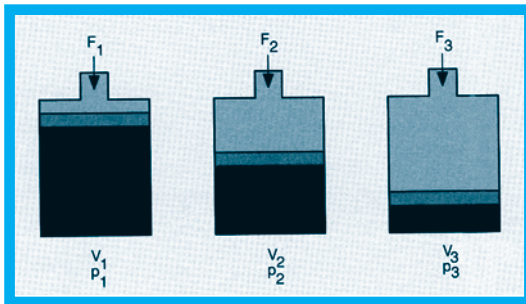
**LEY DE BOYLE-MARIOTTE.** Expresa que: Los cambios de estado de un gas perfecto que se realicen a temperatura constante mantendrán constante los productos de la presión por el volumen de cada estado:



$$p_i \cdot V_i = p_f \cdot V_f$$

Si en un recipiente provisto de un pistón encerramos un gas, tenemos determinados valores de presión y volumen; manteniendo constante la temperatura, aplicamos una fuerza sobre el pistón, y obtenemos valores de presión y volumen; aplicamos más fuerza sobre el pistón, y tenemos otro nuevo valor de presión y volumen.

Si revisamos los productos de los tres pasos realizados, vemos que son coincidentes.



Es importante el estudio de la hidrodinámica y sus leyes para poder analizar qué es lo que sucede dentro de los cilindros neumáticos, ya que estamos transformando energía hidrodinámica en energía mecánica y necesitamos precisar los rasgos del sistema a construir.

**PRIMERA LEY DE GAY-LUSSAC.** Por su parte, plantea: Los cambios de estado de un gas perfecto realizados a presión constante, mantendrán constantes los cocientes entre el volumen y la temperatura de cada estado.

En un recipiente provisto de un pistón, encerramos un gas, mantenemos constante la presión y registramos volumen y temperatura; si damos calor al sistema, hay variación del volumen del gas y cambio en la temperatura; si aumentamos la cantidad de calor, hay desplazamiento del pistón por el aumento del volumen del gas y el aumento de temperatura.

Observamos, así, que -a presión constante-, a medida que el sistema incorpora calor, aumentan la temperatura y el volumen del gas.

Para el desarrollo de nuestro equipo es necesario tener en cuenta la base teórica de la hidrostática, que permite dimensionar los operadores neumáticos.

Porque, una mala determinación va a generar un mal rendimiento y una inadecuada funcionalidad del sistema proyectado.

**SEGUNDA LEY DE GAY-LUSSAC.** Expresa: Los cambios de estado de un gas perfecto que se realicen a volumen constante, mantendrán constantes los cocientes entre la presión y la temperatura de cada estado.

Si encerramos un gas en un recipiente cerrado de volumen constante, tendremos un determinado valor de temperatura y presión; si adicionamos calor, hay un aumento de la temperatura y de la presión en el sistema; agregando más calor, registramos más aumentos en la presión y en la temperatura.

Llegamos, así, a la ecuación general de los gases perfectos: Los cambios de estado de un gas perfecto mantendrán constante, para

cada estado, el producto de la presión por el volumen, divididos por la temperatura:

$$\frac{p_i \cdot V_i}{T_i} = cte$$

$$\frac{p_f \cdot V_f}{T_f} = cte$$



Dentro del dispositivo que proponemos es necesario tener en claro la relación:

### presión, caudal y volumen

de los fluidos. Esta relación permite ajustar los operadores neumáticos; caso contrario, la errónea determinación de algunos de los factores puede ocasionar el sobredimensionamiento de los componentes y acarrear un costo excesivo para la instalación.



## Aire comprimido

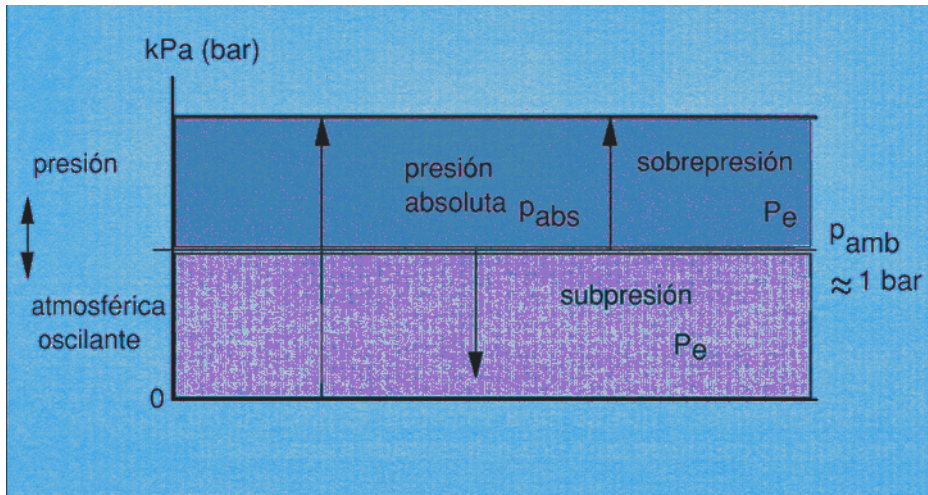
El aire es una mezcla de gases -principalmente, nitrógeno y oxígeno-; una de sus propiedades es que es compresible.

El aire que nos rodea está sometido a la presión atmosférica que designamos como la unidad bar. Cualquier presión superior a un bar es denominada sobrepresión y toda menor recibe el nombre de depresión.

Técnicamente, llamamos presión relativa o efectiva a la presión atmosférica.

Presión absoluta, por su parte, es aquella presión que toma como referencia el cero absoluto.

Por convención, se establece el volumen normal del aire en las condiciones de un bar de presión y 0 °C de temperatura (273 °K)



# Decisiones acerca del accionamiento neumático

La tecnología neumática juega un papel importante en las resoluciones mecánicas desde hace mucho tiempo; es incluida cada vez más en el desarrollo de aplicaciones automatizadas para la detección de estados mediante sensores, para el procesamiento de información a través de procesadores, para el accionamiento de actuadores, para elementos de control, y para la ejecución de trabajos y de actuadores.

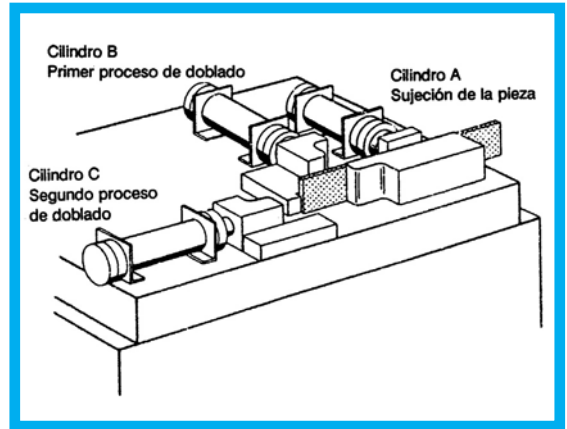
Si lo desea, puede consultar:

Pellegrino, Graciela (2002) *Tecnología neumática*. Instituto Nacional de Educación Tecnológica. Ministerio de Educación. Buenos Aires.

Su versión digital está disponible en el sitio web del INET:

[www.inet.edu.ar](http://www.inet.edu.ar)

Consideremos el ejemplo concreto de una máquina dobladora de chapas. Las chapas son colocadas a mano en la máquina; después de activar el pulsador de puesta en marcha, el cilindro A sujeta la pieza. El cilindro B avanza, dobla la pieza y retrocede. A continuación, el cilindro C continúa con el proceso de doblado. Cuando el cilindro retrocede a su posición normal, el cilindro A suelta la pieza.



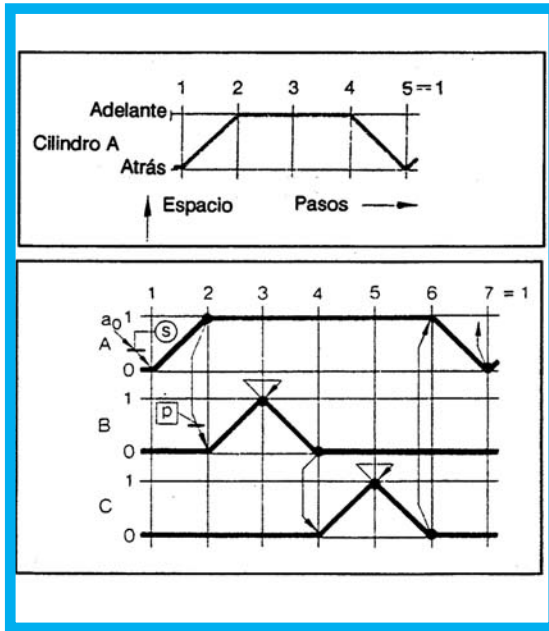
Para controlar máquinas y equipos, suele ser necesario efectuar una concatenación lógica y compleja de estados y conexiones, mediante la actuación conjunta de sensores, procesadores, elementos de accionamiento y actuadores incluidos en un sistema neumático o parcialmente neumático.

Elemento de trabajo	Proceso de trabajo
Cilindro A	Sujeción de la pieza
Cilindro B	Primer proceso de doblado
Cilindro B	Retorna a su posición
Cilindro C	Segundo proceso de doblado
Cilindro C	Retorna a su posición normal
Cilindro A	Suelta la pieza

Paso	Signo	Movimiento del cilindro A: Sujetar	Movimiento del cilindro B: Primer doblado	Movimiento del cilindro C: Segundo doblado
1	A +	Avanza	--	--
2	B +	--	Avanza	--
3	B -	--	Retrocede	--
4	C +	--	--	Avanza
5	C -	--	--	Retrocede
6	A -	Retrocede	--	--

**Avance = + (positivo) Retroceso = - (negativo)**

El diagrama espacio-tiempo para esta máquina dobladora de chapas es:



Resulta eficaz el uso de cilindros neumáticos como elementos de accionamiento lineal, por ser unidades de bajo costo, de fácil instalación, simples y robustas, y, además, por encontrarse disponibles en los tamaños más diversos, cuyas características son:

- Diámetros → desde 6 mm hasta 320 mm.

- Carrera → desde 1 mm hasta 2000 mm.
- Fuerza → desde 2 N hasta 50000 N.
- Velocidad del émbolo → desde 0.02 m/s hasta 1 m/s.

Con los elementos neumáticos se logran distintos tipos de accionamiento que permiten realizar movimientos: lineales, horizontales y verticales, giratorios y rotativos.

Y, con la combinación de éstos, las siguientes operaciones:

Técnicas de manipulación	Técnicas especializadas	Técnicas de fabricación
Sujeción de piezas	Emballar	Perforar
Desplazamiento de piezas	Llenar	Tornear
Posicionamiento de piezas	Dosificar	Fresar
Orientación de piezas	Bloquear	Cortar
Bifurcación del flujo de materiales	Accionar ejes	Acabar
	Abrir y cerrar puertas	Deformar
	Transportar materiales	Controlar
	Girar piezas	
	Separar piezas	
	Apilar piezas	
	Estampar y prensar piezas	



Para todo proyecto de automatización neumática se tienen que tener en cuenta estos cuatro parámetros; porque, de acuerdo con el tipo de material, se determina el tipo de cilindro con su carrera, su fuerza y su velocidad.

Para nuestro **Cargador semiautomático para máquinas a CNC de accionamiento electropneumático** hemos determinado cilindros de 12 mm de diámetro, con una carrera de 40 mm y una fuerza de

2 N, que trabajan a 4 bar de presión de aire.

Para esta elección hemos tenido en cuenta los catálogos comerciales de distintas empresas fabricantes de operadores neumáticos. Una vez determinados los operadores mediante los cálculos empíricos, los comparamos con las determinaciones comerciales y, finalmente, optamos por el operador más conveniente.



Para decidir el accionamiento de un sistema, se estudian, y evalúan las ventajas y desventajas de la aplicación de la neumática:

<b>Ventajas del accionamiento neumático</b>	
Cantidad	En prácticamente cualquier lugar se dispone de cantidades ilimitadas de aire.
Transporte	Facilidad de transportar aire a grandes distancias, a través de tuberías.
Almacenamiento	Posibilidad de almacenar aire comprimido en acumuladores, desde los que se puede abastecer el sistema. Además, el acumulador (botella) puede ser transportado.
Temperatura	El aire comprimido es prácticamente indiferente a oscilaciones de temperatura. De este modo, es posible obtener un funcionamiento fiable, incluso en condiciones extremas.
Seguridad	El aire comprimido no alberga riesgos en relación con fuego o explosión.
Limpieza	El aire comprimido no lubricado no contamina el medio ambiente.
Composición	Los elementos de trabajo son de composición sencilla y, por lo tanto, su precio es relativamente bajo.
Velocidad	El aire comprimido es un medio de trabajo rápido, puesto que permite obtener elevadas velocidades del movimiento del émbolo con tiempos cortos de conmutación.
Sobrecarga	Las herramientas y los elementos neumáticos pueden funcionar hasta que estén totalmente detenidos, por lo que no resultan sobrecargados.

<b>Desventajas del accionamiento neumático</b>	
Acondicionamiento	El aire comprimido tiene que ser acondicionado ya que, de lo contrario, puede producirse un desgaste precoz de los elementos neumáticos por efecto de partículas de suciedad y de agua condensada.
Compresión	El aire comprimido no permite obtener velocidades homogéneas y constantes de los émbolos.
Fuerza	El aire comprimido es económico solamente hasta determinados niveles de fuerza. El límite se ubica entre 20000 y 30000 newton, según la carrera y la velocidad, y suponiendo el uso de presiones comunes que oscilan entre 6 y 7 bar (600 y 700 kPa)
Aire de escape	El escape del aire produce mucho ruido. Sin embargo, este problema puede ser resuelto de modo bastante satisfactorio utilizando materiales que lo atenúan e, incluso, silenciadores.

Estas ventajas y desventajas están presentes en todo proyecto que contenga un sistema de automatismo de base neumática.

Por esto, antes de optar por el uso de sistemas neumáticos de mando y de trabajo, es oportuno efectuar una comparación de la neumática con tecnologías de otra índole.

La evaluación correspondiente debe referirse al sistema completo, empezando por las señales de entrada (sensores), pasando por los componentes de mando (procesadores), y llegando hasta los órganos de maniobra y los actuadores.

## Selección del sistema

En la práctica, no siempre es sencillo elegir el sistema más adecuado. Además de las exigencias que plantea la aplicación concreta, es necesario tomar en cuenta las condiciones generales imperantes, tales como el lugar de aplicación, las influencias del medio ambiente, los recursos humanos disponibles para el mantenimiento del sistema, etc.; con frecuencia, estas circunstancias están en franca contradicción con la solución teóricamente ideal del problema e inciden, por tanto, en la solución por la que se opte.

A continuación, identificamos los medios de trabajo con los criterios para la elección del sistema que, a su vez, comparamos con los distintos medios de trabajo:

Medios de trabajo:

- Neumática: Gases
- Hidráulica: Fluidos.
- Electricidad: Corriente eléctrica.

Criterios de selección:

- Fuerza / potencia.
- Distancia.
- Tipos de movimiento (lineal, giratorio, rotativo).
- Velocidad.
- Dimensiones.
- Vida útil.
- Sensibilidad.
- Seguridad.
- Costo de energía.
- Regularidad.
- Manejabilidad.
- Capacidad de acumular.

**Cuadro comparativo entre los medios de trabajo**

Criterios	Neumática	Hidráulica	Electricidad
<b>Fuerza lineal</b>	Fuerza limitada por la baja presión y por los diámetros de los cilindros.	Fuerza elevada por la alta presión.	Bajo grado de eficiencia, fuerzas reducidas.
<b>Fuerza giratoria</b>	Máximo par de giro, marcha en vacío; no consume energía.	Máximo par de giro, marcha en vacío; máximo consumo de energía.	Mínimo par de giro.
<b>Movimiento rotativo o basculante</b>	Motores neumáticos; logran altas revoluciones, bajo grado de eficiencia y altos costos.	Motores hidráulicos; tienen menos revoluciones que los neumáticos; buen grado de eficiencia.	Excelente grado de eficiencia en motores giratorios.

**Cuadro comparativo entre los medios de trabajo**

<b>Criterios</b>	<b>Neumática</b>	<b>Hidráulica</b>	<b>Electricidad</b>
<b>Regularidad</b>	Fácil regularidad de fuerza mediante reguladores de presión y de la velocidad por medio de válvulas de estrangulamiento.	Buena regularidad de la fuerza y de la velocidad, incluso en velocidades bajas.	Regularidad limitada y complicada.
<b>Acumulación de energía y transporte</b>	Fácil acumulación y transporte sencillo por conductos.	Acumulación limitada; transporte factible por tuberías.	Acumulación sumamente difícil y complicada; transporte sencillo por conductores eléctricos.
<b>Influencias en el medio ambiente</b>	Insensible a cambios de temperaturas; sin peligro de explosión.	Sensible a los cambios de temperatura. En caso de fugas, peligro de incendio,	Insensible a los cambios de temperatura. En zonas de peligro, requiere adoptar medidas de seguridad contra incendio y explosión.
<b>Costos energéticos</b>	Elevados, comparados con la electricidad.	Elevados, comparados con la electricidad.	Costos energéticos mínimos.
<b>Manejo</b>	Montaje y puesta en marcha relativamente sencillos y sin peligro.	Más difícil que la neumática, debido a las altas presiones.	Aplicable sólo con conocimientos técnicos.

La elección de uno u otro tipo de sistema está fuertemente condicionada por el tipo de industria.

La **neumática** es adoptada por casi la mayoría de las líneas de empaquetado y llenado de mercadería; integra sistemas utilizados en la industria farmacéutica y en la industria de los alimentos. En la industria farmacéutica, es normal encontrar dispositivos neumáticos de *emblistado* de pastillas y llenado de tubos de cremas; en la industria de los alimentos, también es común implementar este tipo de sistema llenando envases de leche y de yogur, ya que una de las cualidades que tienen los

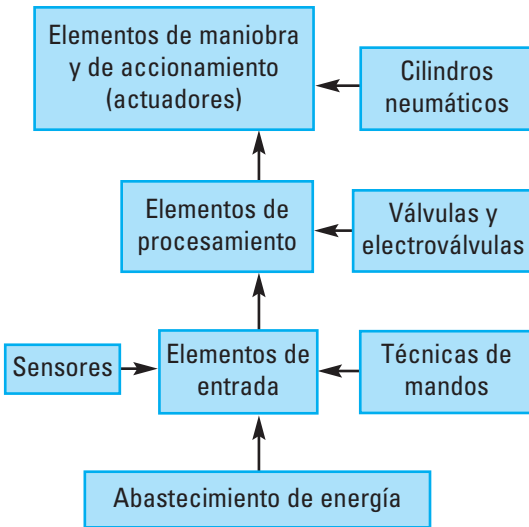
sistemas neumáticos es la limpieza y la disponibilidad de un ambiente inocuo de trabajo.

Los sistemas neumáticos están compuestos por una concatenación de diversos grupos de elementos.

Estos grupos de elementos conforman una vía para la transmisión de las señales de mando, desde las emisiones de señales (entradas) hasta la ejecución del trabajo (salida).

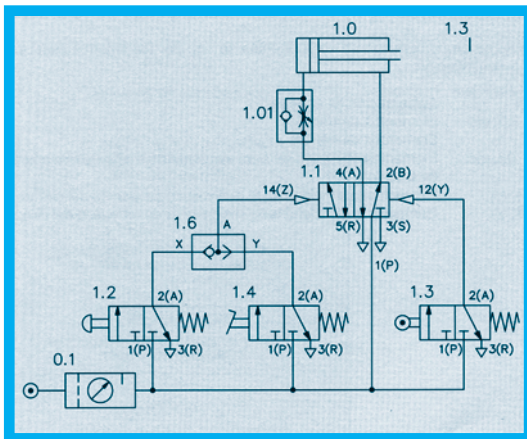
Los órganos de maniobra se encargan de con-

trolar los elementos de trabajo o de accionamiento, en función de las señales que reciben los elementos procesadores.



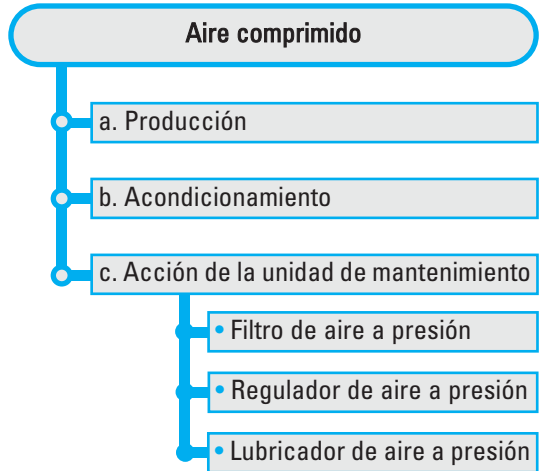
Análogamente, un sistema de control neumático está compuesto por los siguientes grupos:

1. Abastecimiento de energía.
2. Elementos de entrada (sensores).
3. Elementos de procesamiento (procesadores).
4. Elementos de maniobra y de accionamiento (actuadores).



En el recurso didáctico que estamos proponiendo podemos identificar estos cuatro grupos de elementos, desde el abastecimiento realizado por un compresor de aire, pasando por las señales de entrada que efectúa el sensor óptico, que provee una señal a la electroválvula, la que procesa y da accionamiento a los cilindros neumáticos.

## 1. Abastecimiento de energía



### a. Producción de aire comprimido

Al comprimir el aire -es decir, al reducir su volumen- estamos, por ende, aumentando su energía interna, lo que nos permite producir un trabajo mecánico.

Las máquinas que realizan esta operación se llaman compresores. Entre ellos, se distinguen dos grupos:

- los compresores de desplazamiento positivo, que consiguen el aumento de pre-




sión disminuyendo el volumen de una determinada masa del gas;

- los compresores dinámicos, que son los que logran el aumento de presión con el aumento de la energía cinética que transfieren al gas

Los compresores de desplazamiento positivo son de acción rectilínea a pistón; su funcionamiento simple consiste en encerrar en el cilindro una determinada cantidad de aire ingresado por la válvula de admisión, comprimir su volumen por el desplazamiento del pistón y entregarlo mediante la válvula de escape. Los compresores pueden ser monocilíndricos o bicilíndricos con refrigeración intermedia, horizontales o verticales en v, w, opuestos, pendulares.


Los compresores a pistón secos actúan sin lubricación, para evitar la posible contaminación por aceite o productos húmedos. Tienen una posibilidad operativa muy amplia, desde presiones moderadas y caudales insignificantes, hasta grandes presiones y grandes caudales.

En todo dispositivo o sistema neumático se debe incluir un compresor de aire; no importa cuál de los distintos tipos comerciales sea, pero sí teniendo en cuenta su autonomía y el tipo de proceso al que debe suministrar el aire comprimido.



Para nuestro modelo, es suficiente con un compresor individual de desplazamiento positivo (a pistón seco).

Para evaluar cuál conviene en el equipo cargador que usted y sus alumnos están desarrollando, tenga en cuenta el espacio, y la instalación dentro del aula o del taller en donde va a estar colocado.



## b. Acondicionamiento del aire comprimido

En el aire hay pequeñas cantidades de agua en forma de vapor, que varían en relación con la temperatura: A mayor temperatura, mayor cantidad de agua absorbida -que llega a un límite que se llama saturación-.

Como el aire incorpora agua fácilmente, evaluamos que, para ciertas condiciones de temperatura y presión, el contenido varía entre cero -para el aire seco- y toda la que pueda contener el aire saturado de humedad. Para esto, tenemos en cuenta la humedad relativa que relaciona la cantidad de agua que tiene el aire con la que podría tener si estuviera saturado. Esta relación resulta del cociente entre el cien por cien de humedad absoluta y la humedad de saturación.

Si tomamos una muestra cualquiera de aire y la sometemos a un enfriamiento sin variar su contenido de agua, llega un momento en el que se satura. Esto es lo que llamamos punto de rocío. La temperatura en la que este fenómeno se verifica se llama temperatura del punto de rocío.

Si ejercemos presión, hay variación de la humedad de saturación; por tanto, hay variación del punto de rocío.

Si tenemos una cantidad de aire -en determinadas condiciones de temperatura y de humedad relativa- y la comenzamos a comprimir, sucede que:

- si la muestra no está saturada, la humedad absoluta permanece constante, la humedad de saturación disminuye, la

humedad relativa aumenta y el punto de rocío, también; pero,

- una vez que alcanzó la saturación, la humedad absoluta disminuye, la humedad de saturación también disminuye, la humedad relativa es constante e igual al cien por cien, el punto de rocío es constante y se elimina el exceso de agua al estado líquido.

Así, llegamos a la conclusión de que es más conveniente realizar el tratamiento del aire una vez que lo hayamos comprimido.

Ahora, el aire que se aspiró es el que se comprime; por tanto, no varía la cantidad de agua contenida. Si provocamos un enfriamiento, al pasar a otro estado en el que la temperatura es menor sin variar la presión, obtenemos una disminución del contenido de agua.

En todo sistema neumático, el aire comprimido -una vez generado y antes de pasar a ser utilizado- se acondiciona. Este acondicionamiento del aire a presión es realizado por las unidades de mantenimiento, antepuestas al mando neumático.

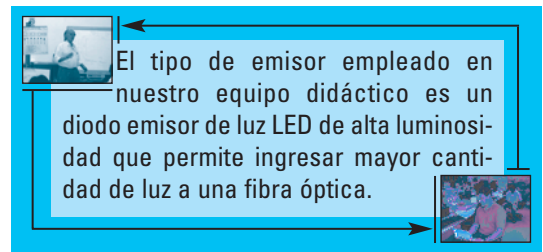
## c. Acción de la unidad de mantenimiento

La unidad de mantenimiento está compuesta por:

- Filtro de aire a presión.
- Regulador de aire a presión.
- Lubricador de aire a presión.

**FILTRADO DEL AIRE A PRESIÓN.** El condensado, las impurezas y demasiada cantidad de aceite pueden ser motivo de desgaste de piezas móviles y de juntas de elementos neumáticos. Estas sustancias pueden contaminar el medio ambiente a través de fugas en el sistema; por eso, si no se utilizan filtros, es posible que los productos queden inutilizados por efecto de la suciedad (por ejemplo, en el caso de la producción de alimentos, o de productos farmacéuticos o químicos).

El abastecimiento de aire a presión de buena calidad en un sistema neumático depende, en gran medida, del filtro que se adopte.




**REGULACIÓN DEL AIRE A PRESIÓN.** El nivel de la presión del aire comprimido generado por el compresor no es constante. Las oscilaciones de la presión en las tuberías pueden incidir negativamente en las características de conmutación de las válvulas y en la velocidad de los cilindros. En consecuencia, es importante que la presión del aire sea constante para que el equipo no ocasione problemas.

El nivel de la presión debe regirse siempre por las exigencias que plantea la parte correspondiente del sistema.

Las presiones de trabajo que generan mayor rendimiento en los sistemas neumáticos son:


- 6 bar en la sección de operación,
- 4 bar en la sección de mando.



Si la presión de trabajo es más elevada, no se aprovecha debidamente la energía; y, además, el desgaste es mayor y puede ocasionar -específicamente, para nuestro cargador- que, al ser tan rápida la conmutación de los operadores neumáticos, no deje pasar el trozo de material a la boquilla del cargador.

Si la presión es menor o no constante, disminuye la eficiencia del sistema, lo cual también ocasiona dificultad para el cargador.

Como síntesis: El aire a presión debe ser regulado, para que todos los ciclos de trabajo empleen los mismos tiempos de conmutación de los operadores neumáticos.



**LUBRICACIÓN DEL AIRE A PRESIÓN.** En términos generales, el aire a presión no se lubrica. No obstante, si las partes móviles de válvulas y cilindros requieren de lubricación, debemos enriquecer constantemente el aire a presión, con una cantidad suficiente de aceite. Un valor orientativo es de 1 hasta 10 gotas, por metro cúbico de aire a presión.

Todo sistema neumático debe contar con una unidad de mantenimiento que acondicione el aire a presión que da al sistema una mayor eficacia y vida útil.


## 2. Elementos de entrada (sensores)



Nuestro dispositivo, **el cargador semi-automático para máquinas a CNC de accionamiento electroneumático**, se compone de dos instancias:

- una de mando, que realiza los esfuerzos "cerebrales",
- otra de trabajo, que realiza los esfuerzos "musculares".

La de mando es una etapa eléctrica; en ella, el sensor da una señal eléctrica que acciona el electroimán de la electroválvula, conmutándola y accionando el circuito de trabajo.

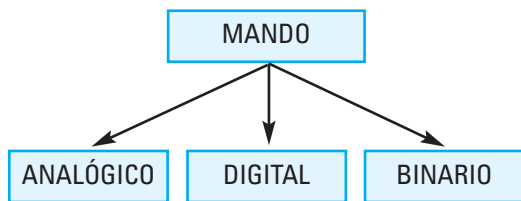


Sin la **técnica de mandos**, la tecnología no hubiera podido alcanzar los niveles actuales; no hay especialidad tecnológica que pueda prescindir de los mandos. Para que los técnicos de diversas especialidades (neumática, hidráulica, electricidad y electrónica) cooperen entre sí, es indispensable que hablen un idioma común. Esto significa que dispongan de definiciones precisas de los conceptos, con criterios básicos aceptados por todos.

La técnica de mandos se refiere a aquel proceso dentro de un sistema que tiene como consecuencia que una o varias magnitudes de entrada incidan sobre una o varias magnitudes de salida, a raíz de una lógica intrínseca del sistema.

Estos fundamentos de la técnica de mandos tienen validez general, independientemente de la energía de control o de trabajo que se

utilice y, también, con prescindencia de la configuración técnica del mando en cuestión.



El **mando analógico** es un mando con procesamiento de señales primordialmente analógicas. Este tipo de señal ofrece diversas informaciones en cada uno de los puntos comprendidos por un margen de valores continuo (por ejemplo, variaciones de temperaturas, variaciones de luminosidad). Las señales son procesadas, principalmente, con elementos de funcionamiento continuo y se miden con aparatos analógicos: termómetros, voltímetros, manómetros, etc.

El **mando digital** actúa durante el procesamiento de las señales y, generalmente, procesa informaciones numéricas. Dichas señales son utilizadas mediante unidades funcionales digitales (por ejemplo, contadores, unidades registradoras, memorias y unidades de cálculo). La información suele estar representada mediante un código binario. Las señales digitales son de naturaleza discreta; por ejemplo: un interruptor eléctrico que abre o cierra un circuito, dejando pasar o no la corriente (no importa el valor de la corriente).

Desarrollaremos con más detalle el **mando binario**. Las computadoras digitales emplean el sistema numérico binario que tiene dos dígitos: 0 y 1. En las computadoras digitales, la información se representa en grupos de bits. Mediante la aplicación de diversas técni-

cas de codificación, se pueden hacer grupos de símbolos discretos. A través del uso prudente de disposiciones binarias para formar códigos binarios, los grupos de bits se utilizan para elaborar conjuntos de instrucciones completos que se encarguen de efectuar cálculos con diversos tipos de datos.

A un dígito binario se lo conoce como **bit**.

Los circuitos digitales son componentes de hardware que manipulan información binaria. Los circuitos se constituyen con partes electrónicas -transistores, diodos y resistores-. Cada circuito recibe el nombre de *compuerta*. El diseñador de un sistema digital no tiene que ocuparse de la construcción interna de las compuertas individuales, sino sólo de sus propiedades lógicas externas. Cada compuerta realiza una operación lógica específica, y la salida de una compuerta se aplica a las entradas de otras compuertas, en secuencia, para formar el circuito digital requerido.

A fin de describir las propiedades operacionales de los circuitos digitales, es necesario presentar una notación matemática que especifique la operación de cada compuerta. Este sistema matemático es un sistema lógico binario que se conoce como **álgebra booleana**, en honor del matemático inglés George Boole que, en 1854, publicó un libro donde presentaba la teoría matemática de la lógica. Hoy en día, el álgebra booleana se utiliza para describir la interconexión de compuertas digitales y para transformar diagramas de circuitos en expresiones algebraicas.

La lógica binaria tiene que ver con variables que asumen dos valores discretos y con

operaciones que asumen un significado lógico. A los dos valores que toman las variables se les puede dar nombres diferentes; pero, para nuestros fines, conviene pensar en términos de valores binarios, y asignar 1 y 0 a cada variable.

La lógica binaria se parece a la aritmética binaria; las operaciones AND y OR, por su parte, tienen similitudes con la multiplicación y la adición o suma, respectivamente. De hecho, los símbolos que se utilizan para AND y OR son los mismos que se emplean para la multiplicación y la adición.

Sin embargo, la lógica binaria no debe confundirse con la aritmética binaria. Se debe comprender que una variable aritmética designa un número que puede constar de muchos dígitos; una variable lógica, en cambio, es siempre un 1 ó un 0.

Consideremos las **funciones lógicas de base**:

- Célula "O".
- Célula "Y".

**CÉLULA "O"**. Cuando una señal de presión está presente en uno de los orificios de ingreso (a o b), el émbolo 1 se desplaza, permitiendo que el fluido salga libremente por el orificio de utilización S.

Cuando sobre el interior de la válvula actúan, simultáneamente, las señales a y b con diferente presión, la salida S tiene el nivel correspondiente a la mayor de las presiones.

Como vemos, la señal de utilización S se

produce cuando está presente una u otra señal de entrada; por lo tanto, se realiza la función:

$$a + b = S$$

La suma lógica de dos o más variables equivale a la realización eléctrica en paralelo.

Los posibles valores binarios de la operación "O" u "OR" lógica son los siguientes:

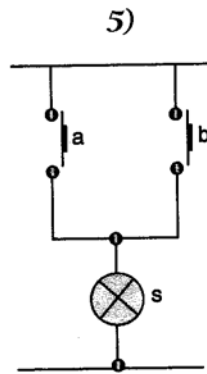
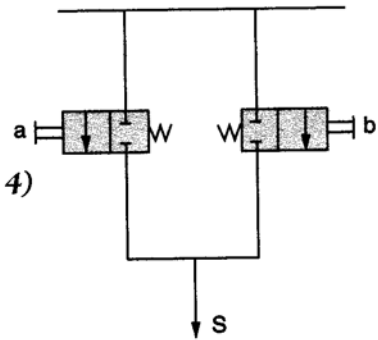
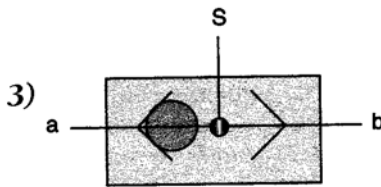
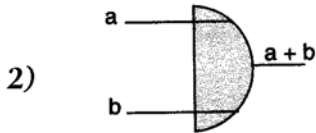
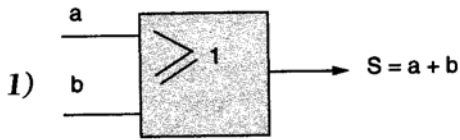
$$\begin{aligned} 0 + 0 &= 0 \\ 0 + 1 &= 1 \\ 1 + 0 &= 1 \\ 1 + 1 &= 1 \end{aligned}$$

Esta tabla es una forma de esquematizar las diferentes operaciones de una válvula o sistema, y representa la lógica de Boole; constituye un proceso directo para obtener las funciones de los operadores electrónicos, por ejemplo.

Estas operaciones se asemejan a la suma binaria -excepto en la última operación-. En la lógica binaria se tiene  $1 + 1 = 1$  (que se lee "uno o uno es igual a uno"); pero, en la aritmética binaria se tiene  $1 + 1 = 10$  (que se lee "uno mas uno es igual a dos").

Para evitar ambigüedad, a veces se emplea el símbolo **V** para denotar la operación OR en reemplazo del signo +; pero, en tanto no se mezclen las operaciones aritméticas y lógicas, cada una puede utilizar el signo + con su significado independiente.

En la figura vemos cinco esquemas de representación de la célula lógica "O":



- 1) símbolo,
- 2) símbolo lógico universal,
- 3) símbolo neumático equivalente,
- 4) equivalencia neumática,
- 5) equivalencia eléctrica.

**CÉLULA "Y".** Este elemento está confeccionado de manera que sólo hay fluido de utilización S, cuando existen las dos señales de presión a y b. Se puede utilizar, también, como selector de presiones, pues opta siempre por la entrada binaria con menor nivel de presión. Esto es debido a que la entrada con mayor presión cierra su propia comunicación con S.

Como se deduce, tienen que estar ambas señales -a y b- para que se produzca la salida S; por lo tanto, se cumple la función:

$$a \cdot b = S$$

El producto lógico de dos o más variables equivale a la realización eléctrica de contactos en serie.

Los posibles valores binarios de la operación "Y" o "AND" son:

$$0 \cdot 0 = 0$$

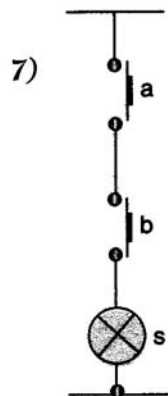
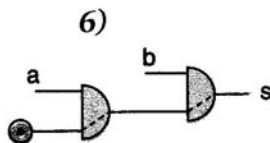
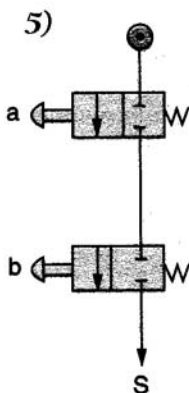
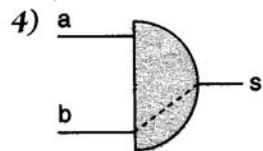
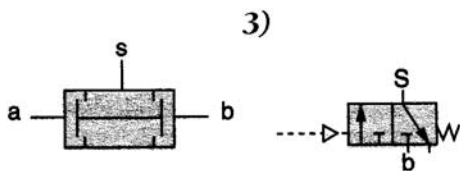
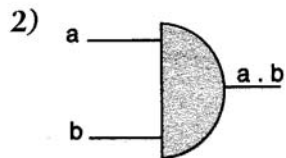
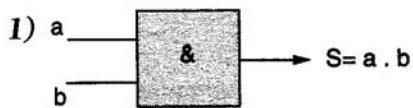
$$0 \cdot 1 = 0$$

$$1 \cdot 0 = 0$$

$$1 \cdot 1 = 1$$

Ésta es idéntica a la multiplicación binaria, siempre que se use sólo un bit. La operación AND lógica se conoce, a veces, como multiplicación lógica; la operación OR lógica como adición o suma lógica.

Veamos siete representaciones de la célula "Y":



- 1) símbolo,
- 2) símbolo lógico universal,
- 3) símbolos neumáticos equivalentes,
- 4) representación en los esquemas neumáticos (no normalizada),
- 5) equivalencia neumática,
- 6) esquema lógico neumático (no normalizado),
- 7) equivalencia eléctrica.

La señal binaria (señal de dos puntos) es una señal digital de un parámetro relacionado a dos márgenes de valores. Este tipo de señal contiene dos informaciones (por ejemplo: sí-activo, no-inactivo).

Para evitar yuxtaposiciones, es necesario tener un margen de seguridad entre los valores 0 y 1.

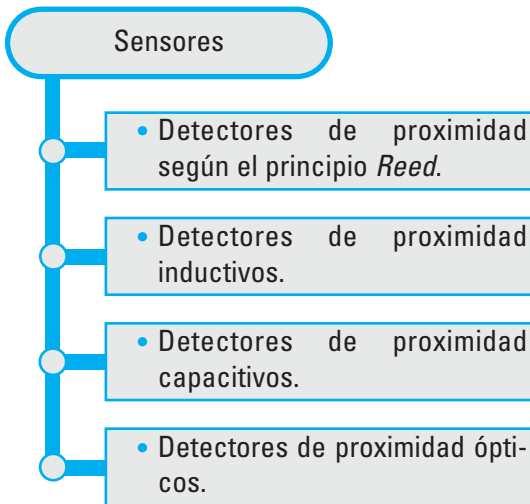
Por ejemplo:

Señal 0 (inactiva) = 0 a 5 volt.

Señal 1 (activa) = 10 a 20 volt.

Margen de seguridad = 5 volt.

Nos hemos estado refiriendo hasta aquí a los mandos. Centremos, ahora, nuestro análisis en los sensores que componen los elementos de entrada de este sistema de control neumático que estamos analizando.

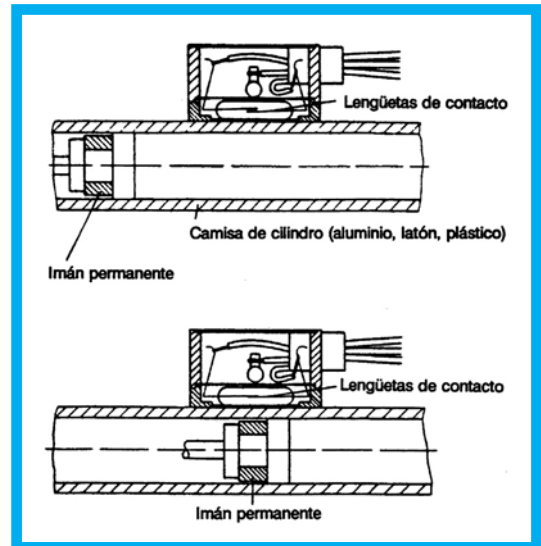


**DETECTORES DE PROXIMIDAD SEGÚN EL PRINCIPIO REED.** Este detector de proximidad está compuesto por un contacto reed

fundido en un bloque de resina sintética. Este contacto cierra cuando se acerca a un campo magnético (por ejemplo, un campo magnético permanente en el émbolo de un cilindro) y emite una señal eléctrica. Las conexiones eléctricas también están fundidas en el bloque de resina.

Un diodo luminoso indica el estado de conmutación; en estado de excitación, se ilumina el diodo amarillo.

Los detectores de proximidad ofrecen múltiples ventajas; especialmente, en caso de numerosos procesos de conmutación, cuando el espacio es demasiado reducido para el montaje de interruptores mecánicos o cuando las condiciones del medio ambiente así lo exigen (polvo, arena, humedad).



Es recomendable no instalar cilindros con detectores de proximidad magnéticos en las cercanías de campos magnéticos fuertes (como los que son originados, por ejemplo, por máquinas de soldadura por resistencia).



Asimismo, debe tomarse en cuenta que no todos los cilindros son apropiados para que se coloque sobre ellos un detector de proximidad sin contacto.

sin desgaste de contactos y sin fuerza de accionamiento.

Los detectores de proximidad sin contacto son utilizados, preferentemente:

### Valores y parámetros característicos de un detector de proximidad accionado por efecto de campos magnéticos

<b>Medio</b>	Campo magnético.
<b>Construcción</b>	Emisor de señales eléctricas para indicación de posición sin contacto, mediante campo magnético.
<b>Capacidad máxima de conmutación</b>	Corriente continua 24 W Tensión alterna 30 V
<b>Intensidad máxima de conmutación</b>	1,5 A
<b>Tensión máxima de conmutación</b>	220 V
<b>Picos de tensión máxima</b>	500 V
<b>Resistencia</b>	100 Ω
<b>Exactitud reproducible</b>	± 0,1 mm
<b>Frecuencia</b>	Máxima 500 Hz
<b>Tiempo de conmutación</b>	= 2 minutos
<b>Margen de temperatura</b>	-20 °C hasta + 60 °C +10 °C hasta +120 °C

- si no se dispone de fuerza para el accionamiento,
- si es necesario contar con una vida útil larga,
- si en el sistema se producen fuertes vibraciones o trepidaciones,
- si las condiciones del medio ambiente son difíciles.

**DETECTORES DE PROXIMIDAD INDUCTIVOS.** Los elementos accionados sin contacto se usan cada vez más frecuentemente en la técnica de mandos. Estos elementos están compuestos por una parte sensora y por otra que procesa las señales. Si la parte procesadora de señales produce señales binarias, entonces se trata de detectores de proximidad o iniciadores. También están muy difundidos los sensores que generan señales analógicas para la determinación analógica de valores de medición.

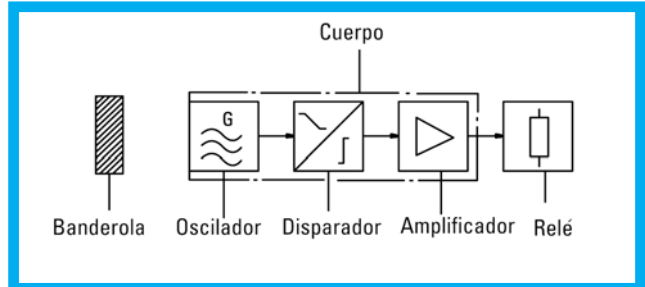
Los interruptores de final de carrera electrónicos (detectores de proximidad) funcionan sin contacto directo, lo que significa que conmutan por aproximación, silenciosamente, sin rebotar y sin efecto retroactivo,

Resultan consideraciones útiles:

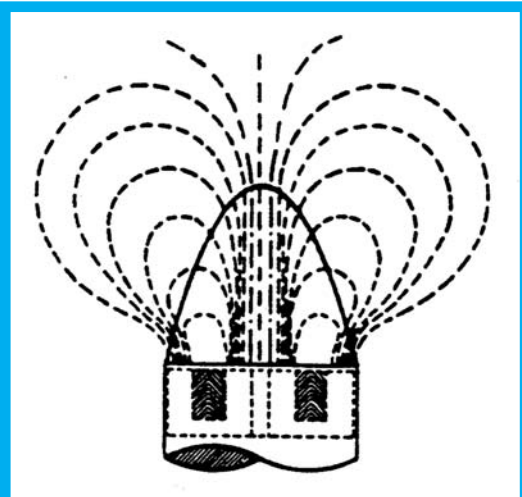
- Los detectores de proximidad tienen que ser alimentados con corriente eléctrica (para lo que suele recurrirse al circuito de corriente del mando).
- La distancia de conmutación (es decir, la distancia de respuesta del detector) depende del material del objeto que se "aproxima" al detector.
- Los detectores varían según se trate de circuitos de corriente continua o alterna.
- La humedad y la temperatura ambiente suelen influir ligeramente en la distancia de respuesta; los detectores inductivos son menos sensibles a estos factores.

- Dado que los detectores pueden provocar interferencias recíprocas, es necesario acatar una distancia mínima entre ellos.
- Deben respetarse, también, determinadas prescripciones para el montaje, definidas por los fabricantes. Estas prescripciones son importantes; especialmente, en aquellos casos en los que los detectores son montados a ras o empotrados.

la amplitud de las oscilaciones libres, por lo que se emite una señal mediante una etapa disparadora.



**Diagrama de bloques de un sensor inductivo**

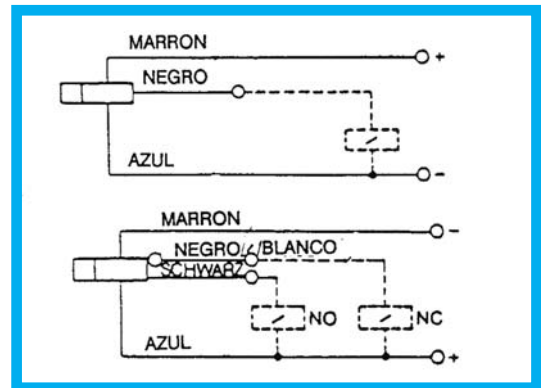


**Campo magnético de un transmisor inductivo**

Los detectores de proximidad para corriente continua están concebidos para tensiones de trabajo de aproximadamente 10 V hasta 30 V. Tienen un iniciador que registra la variación de las amplitudes del oscilador, cuando son amortiguadas por un metal. Dicho iniciador activa, asimismo, un amplificador a transistores que también se encuentra en el detector; el amplificador, por su parte, actúa sobre un relé o un contactor electromagnético. Estos transmisores poseen, por lo menos, 3 conexiones y, con frecuencia, tienen 4 (conexiones tri o tetrafilares).

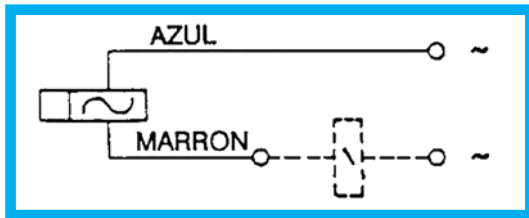
Si en un transmisor inductivo se aplica una tensión, el oscilador produce un campo magnético de alta frecuencia mediante una bobina oscilante; este campo es la zona de conmutación activa. Si un objeto metálico penetra en esta zona de conmutación, le sustrae energía al oscilador. Este proceso tiene un efecto amortiguador sobre

Los detectores de proximidad inductivos sólo reaccionan frente a objetos metálicos.



Los detectores de proximidad para corriente alterna están concebidos para tensiones de

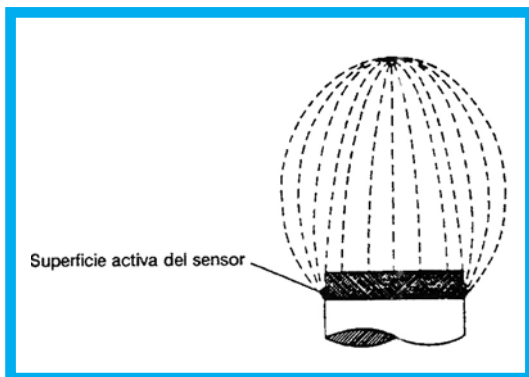
trabajo de 20 V hasta 250 V. Están provistos, adicionalmente, de un tiristor; permiten conectar, directamente, la corriente alterna y acoplar en serie el relé respectivo. En consecuencia, constituyen una versión bifilar.



### DETECTORES DE PROXIMIDAD CAPACITIVOS.

Los detectores de proximidad inductivos son capaces de sustituir fácilmente a los interruptores mecánicos de final de carrera; aunque, sus aplicaciones y su montaje exigen ciertos conocimientos técnicos. Por otro lado, la teoría y las aplicaciones prácticas de los detectores de proximidad capacitivos son mucho más complicadas, debiéndose tener en cuenta muchas diferencias más; para que funcionen debidamente es absolutamente indispensable contar con conocimientos precisos sobre su funcionamiento y sobre las prescripciones para su montaje.

Sus fallos de conmutación pueden producirse, especialmente, por humedad en la superficie activa.



Al igual que los iniciadores inductivos, los detectores de proximidad capacitivos funcionan con un oscilador; no obstante, éste no está activo constantemente en los capacitivos.

Si se acerca un objeto metálico a la superficie activa del sensor, aumenta la capacidad eléctrica entre la conexión con tierra y esta superficie activa. Cuando se rebasa determinado valor, empieza a excitarse el oscilador, el que suele tener una sensibilidad regulable. Las oscilaciones son evaluadas por un amplificador. Los pasos consecuentes son iguales a los de los sensores inductivos; así, las salidas funcionan con interruptores normalmente abiertos, normalmente cerrados o con una combinación de los dos, según la versión.

Para que responda el indicador, basta con acercar el medio que debe ser detectado a la superficie activa del sensor. No es necesario que se produzca un contacto directo. El medio en cuestión debe alcanzarse tanto más, cuanto menor sea su constante dieléctrica. Los medios que disponen de una constante dieléctrica grande (agua, cemento) pueden ser detectados a través de capas delgadas (por ejemplo, a través de revestimientos aislantes de los sensores).

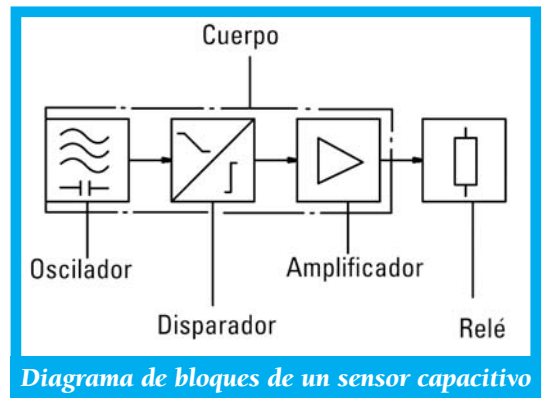


Diagrama de bloques de un sensor capacitivo

Los detectores de proximidad inductivos sólo responden cuando se les aproximan objetos metálicos o de muy buena conducción eléctrica; en cambio, los sensores capacitivos también reaccionan si se les acercan materiales aislantes con una constante dieléctrica superior a 1. En consecuencia, son ideales para ser usados como detectores de niveles de depósitos que contienen granulados, harina, azúcar, cemento, yeso o líquidos, para el conteo de objetos metálicos y no metálicos, y para la detección de orillos de cintas de plástico, de papel o de correas impulsoras.

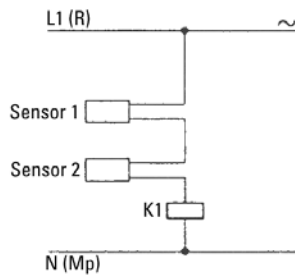
climáticas, no se forme una película de humedad sobre el iniciador, ya que ésta provocaría su reacción. Los sensores inductivos son mucho menos sensibles a la humedad.

Si es inevitable recurrir a sensores capacitivos -a pesar de que existe el problema de la humedad-, es necesario evitar dicho depósito de humedad sobre la superficie activa del sensor mediante calefacción, irradiación de calor o ventilación con aire caliente.

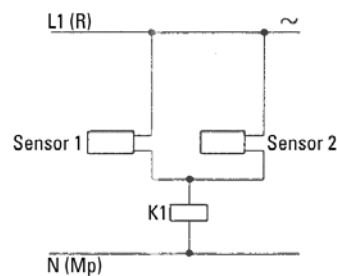
Debe ponerse cuidado en que, por razones

### Conexión de los sensores

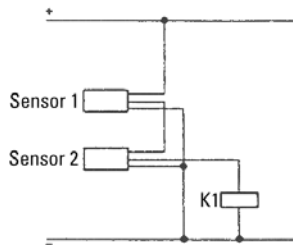
Conexión en serie



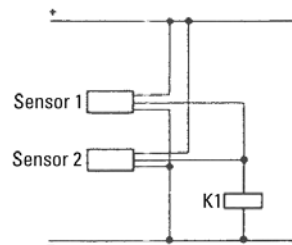
Conexión en paralelo



Corriente alterna



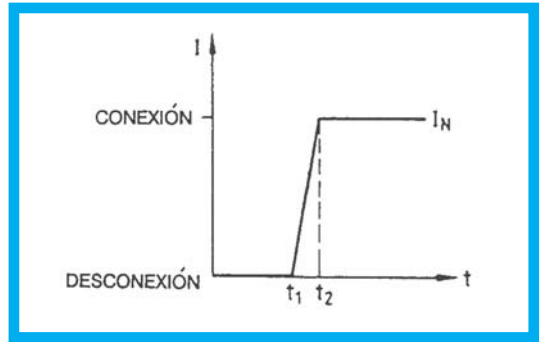
Corriente alterna



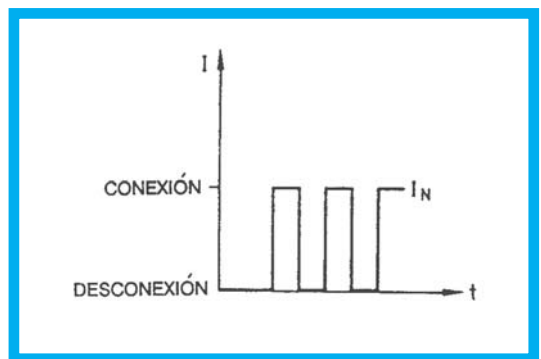
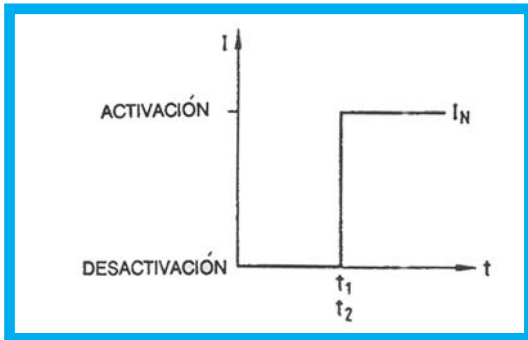
Corriente continua

Corriente continua

Hace aproximadamente 20 años aparecieron los detectores de proximidad sin contactos directos. Durante mucho tiempo no fueron más que una alternativa para los interruptores de final de carrera mecánicos puesto que, a raíz de las pocas cantidades fabricadas, eran sumamente costosos. Rápidamente surgieron muchas variantes según especialidad y rama industrial. Por ejemplo, versiones cilíndricas de roscas M12, M13, M14, M16 y M18. Con el transcurrir del tiempo mejoraron las versiones electrónicas, aparte de las mecánicas. Entretanto, el mercado se ha estabilizado y los usuarios han empezado a coordinarse entre sí para obtener cierta compatibilidad y, en consecuencia, disminuir la gran cantidad de versiones diferentes.



Los contactos mecánicos rebotan varias veces a gran velocidad hasta que permiten el paso total de la corriente, circunstancia que puede provocar una detección falsa de señales. Su tiempo de conmutación es de milisegundos, lo que significa que son 1.000 veces más lentos.



El detector de proximidad electrónico sin contacto directo ofrece una velocidad de conmutación casi ideal ( $t_2 - t_1$ , por lo general, es de microsegundo). Además, el aumento de la corriente es continuo, mientras que los interruptores mecánicos producen puntos de inversión.

**Conmutar** significa seleccionar entre dos estados de servicio (activo o desactivado, 1 ó 0); es decir, crear estados de tensión o de corriente digitales.

**DETECTORES DE PROXIMIDAD ÓPTICOS.** El iniciador optoelectrónico reacciona sin contacto directo frente a todo tipo de materiales -vidrio, madera, plásticos, láminas, cerámicas, papel, líquidos y metales-.

El detector de proximidad óptico emite una luz cuya reflexión varía en función del material. De este modo, es factible seleccionar materiales que producen reflexiones diferentes. Este tipo de detectores funciona sin

problema a través de cristales o líquidos y, al igual que todos los detectores de proximidad, es insensible a las vibraciones, estanco al agua y no se desgasta. Otras posibles aplicaciones son la detección de piezas de dimensiones muy pequeñas, medición de niveles de llenado, detección en zonas expuestas al peligro de explosión, etc.

Los módulos semiconductores son optoelectrónicos si emiten señales luminosas (mediante diodos luminosos, por ejemplo), si reciben señales luminosas (por ejemplo, fotodiodos o fototransistores) o si transforman señales luminosas en señales eléctricas (por ejemplo, fotocélula o fotoelementos).

Pueden distinguirse los siguientes tipos de detectores de proximidad ópticos:

- Barreras de luz con emisor y receptor separados (BL emisor/receptor).
- Barrera de reflexión -compuesta de emisor y receptor incorporados en una sola caja- y reflector.
- Detectores de luz de reflexión. Al igual que las barreras anteriores, estos detectores están compuestos de emisor y receptor incorporados en una sola caja, aunque funcionan con distancias más cortas que las barreras con reflector -ya que utilizan como "reflector" al objeto que detectan-.

El sensor está constituido por un diodo luminoso (1), un fototransistor, un elemento de sincronización (3) y un amplificador (4). El diodo luminoso emite centellos de luz infrarroja; si se produce una reflexión, la luz es captada por el fototransistor incorporado. El elemento de sincronización procesa la señal recibida y actúa sobre la salida a través de un amplificador.

Hay versiones con fotodiodos en lugar de fototransistores.

El amplificador del receptor es selectivo (para luz infrarroja), de modo que las ondas de luz diferentes no tienen influencia alguna.

Conectando un cable conductor de luz apropiado al detector de proximidad optoelectrónico es factible, por ejemplo, controlar el paso de materiales en lugares inaccesibles o en zonas de temperaturas altas (máx. + 200 °C).

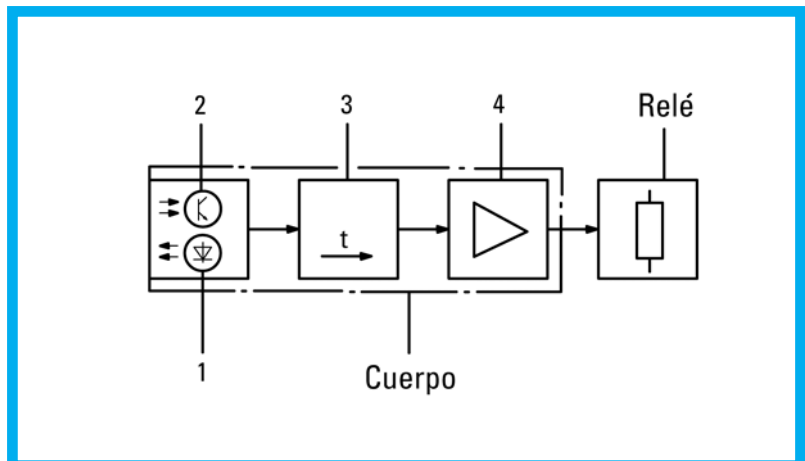


Diagrama de bloques de un detector de proximidad óptico



Después de considerar los distintos tipos de sensores y sus particularidades, optamos por incluir, en el cargador, un sensor óptico reflectivo de 150 mm de alcance, que nos permite utilizar distintos tipos de materiales en nuestro cargador, sin limitarnos a materiales ferrosos.



### 3. Elementos de procesamiento (procesadores)

Las válvulas son unidades para controlar o regular el arranque, el paro, la dirección, la presión y el paso del medio proveniente de una bomba o de un acumulador.

El concepto de válvula es genérico y, en concordancia con su uso en el ámbito internacional, se aplica a todo tipo constructivo - válvulas de corredera, de bola, de plato, grifos, etc.-.



Vamos a detenernos en las válvulas de vías, ya que éste es el tipo de válvula utilizado en el cargador semiautomático.

Específicamente, en nuestro dispositivo utilizamos una válvula de 5/2 vías con doble pilotaje eléctrico -de ahí su denominación de válvula 5/2 vías electroneumática-.

La denominación de una válvula depende de la cantidad de las conexiones controladas y de la cantidad de posiciones. El primer dígito de la especificación indica la cantidad de vías -es decir, la cantidad de conexiones controladas-, el segundo dígito indica la posición de la válvula. Para nuestro ejemplo, 5/2 vías equivale a 5 conexiones controladas y 2 posiciones.



En las válvulas de vías, incide la dirección del flujo de aire; especialmente, en las funciones de arranque, parada y paso.

Según la aplicación, es factible equipar a las válvulas con los más diversos tipos de accionamiento: palancas, rodillos, electroimán, aumento de presión, etc.



Para nuestro cargador, hemos adoptado una válvula electroneumática; esto implica que el tipo de accionamiento es por medio de electroimán con un arrollamiento activo, que produce la conmutación de posiciones cuando por el arrollamiento circula energía eléctrica.

Para este caso, es de doble accionamiento eléctrico; pero, puede haber diferentes combinaciones de distintos accionamientos.



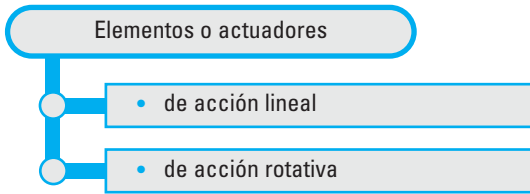
### 4. Elementos de maniobra y de accionamiento (actuadores)

Los actuadores que permiten efectuar la transformación de la energía de presión transmitida por el aire en energía mecánica -es decir, en trabajo- se denominan actuadores neumáticos.

Los **hidráulicos** están presentes en la industria metalmecánica pesada; como, por ejemplo, en máquinas inyectoras de plásticos, guillotinas, cizallas, dobladoras de caños, trenes de laminación, etc. Con este tipo de sistema se logra mayor fuerza/potencia y no se requiere que el medio de trabajo esté sometido a cuidados especiales de higiene.

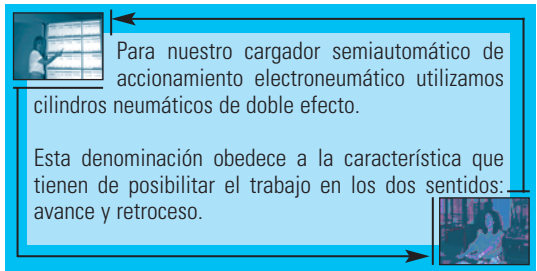
Los **eléctricos**, por su parte, son utilizados en las etapas de sensado y control de dispositivos neumáticos e hidráulicos, y están presentes en casi todos los dispositivos automáticos y semi-automáticos.

Existe una clásica división, entre los elementos de trabajo neumático, basada en sus posibilidades de actuación:



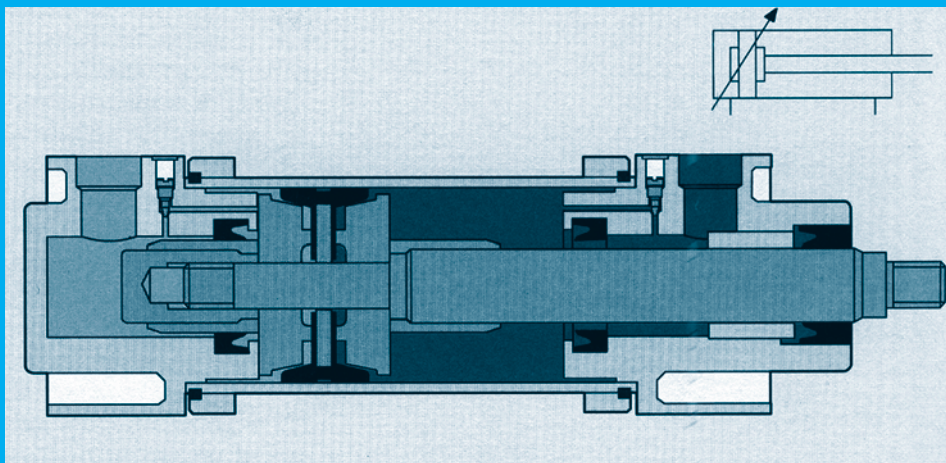
Cuando nos sentamos a diseñar cómo generar un movimiento rectilíneo sin que se origine en un movimiento de rotación, vemos bastante limitado nuestro campo de acción. Entre los elementos que quedan, después de un prolijo análisis, se encuentran:

- el electroimán,
- el resorte,
- el plano inclinado (aprovechamiento de la aceleración de la gravedad) y, finalmente,
- la energía de presión.



El cilindro neumático de doble efecto es el tipo de actuador más usado en automatización neumática, pues es muy versátil en sus aplicaciones y muy sencillo de controlar. Su recorrido -es decir, su carrera- puede ser desde unos pocos milímetros hasta los 2 a 3 metros, según la ejecución y considerando que su diámetro lo admita.

Siempre es necesario saber qué fuerza debe realizar el cilindro, ya que uno de los factores que limitan su carrera es el pandeo. La fuerza que desarrolla durante el movimiento depende de la presión de alimentación y de la carga que debe mover.





Una caracterización sencilla, pero eficaz, de pandeo es: Deformación lateral que sufre una barra solicitada a la compresión, cuya esbeltez  $\lambda$  supera un valor determinado. Naturalmente, nuestra "barra" es un cilindro y como tal, no sólo se extiende sino también presenta diferentes formas de sujeción o vinculación; si el pandeo se acentúa, habrá que tener en cuenta que se irá deteriorando la camisa del cilindro.



Si analizamos los actuadores utilizados en el cargador, nos damos cuenta que cumplen con su cometido:

- su carrera es de 40 mm; de esta forma, es capaz de atrapar y de contener el material en la rampa;
- su diámetro es de 12 mm; también podría haber funcionado con un actuador de 10 mm de diámetro -pero, para nuestra decisión por éste, consideramos que es mejor pasar al modelo comercial siguiente y sobredimensionarlo un poco-



## Automatización

El concepto de automatización se viene estudiando desde 1955. Desde entonces, se han producido varias definiciones -o demasiado amplias o demasiado simples-; por esto, antes de entrar en la definición propiamente dicha de automatización, es conveniente conocer cómo se ha llegado a ella:

- El hombre ha trabajado -y aún hoy en día lo hace- de forma manual. En este proceso manual, a través de un esfuerzo y con una herramienta, hace un trabajo -por ejemplo, el limado de un material con la

clásica lima plana-

- A continuación, empieza a plantear cambios respecto del trabajo manual e introduce ciertas máquinas-herramientas (trabajo mecanizado); así, sustituye su potencia muscular para un trabajo dado, por una potencia proveniente de una fuerza exterior de energía, a la que gobierna con un pequeño esfuerzo -esto sucede, por ejemplo, en el torneado en un torno paralelo-
- Posteriormente, desarrolla la automatización parcial, en la que el hombre programa sobre una máquina el trabajo a realizar y ésta lo ejecuta -es lo que realiza, por ejemplo, un torno automático-
- A continuación en el desarrollo tecnológico, se procede a la automatización total; de allí los nombres de autómeta, automatismo y, por fin, automatización.

La palabra **autómata** proviene del griego y se refiere al aparato o instrumento que tiene dentro de él un mecanismo que realiza ciertos movimientos.

La palabra **automatismo** significa la ejecución de diversos actos o movimientos sin la participación de la voluntad.

Y **automatización** implica la sustitución del hombre -en trabajos que antes, parcial o totalmente realizaba- por mecanismos que actúan sin poder de decisión y según una planificación previamente programada.

Las variables fundamentales que inciden en la bondad de un automatismo son:

- productividad,
- dificultad,

<sup>1</sup> La esbeltez  $\lambda$  se obtiene mediante la expresión matemática:  $\frac{l_c}{i}$  siendo  $l_c$  luz de cálculo e  $i$ , el radio de giro de la sección.

- precisión,
- rapidez,
- reducción de controles,
- reducción de desechos.

## Sistemas automáticos de fabricación

Los autómatas son parte de un sistema automático de fabricación.

Un **sistema automático** puede ser definido como el que sustituye al operador humano -tanto en sus tareas físicas como mentales- por máquinas o dispositivos.

Todo sistema automático de producción industrial tiene por objetivo dar un valor añadido a materiales, piezas, etc., aumentando la calidad, reduciendo el costo y logrando, por tanto, aumentar la competitividad del producto final.

El operador humano realiza tareas sobre la base de una información que consigue a través de los sentidos y que, luego, procesa. En un sistema automático, el proceso es análogo: La información de que se sirve la unidad de control es recogida por un conjunto de elementos denominados sensores o captadores; por otra parte, la unidad de control genera órdenes que se transmiten a la

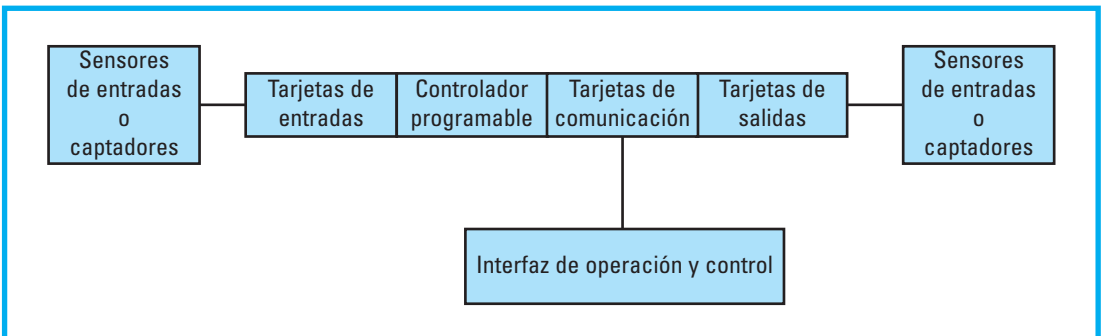
máquina o proceso, a través de accionadores o actuadores. En definitiva, se trata de un sistema en lazo cerrado en el que existe un continuo flujo de información.

La información recibida en el controlador se trata y elabora según el algoritmo de control del sistema, del que se obtienen las acciones que conducen al funcionamiento de la máquina o proceso. El operador puede intervenir en el desarrollo del control o puede tomar el mando total -el sistema pasa a control manual-, mediante la interfaz de operación y control.

Ejemplos de la intervención en el proceso del operador pueden ser:

- Órdenes de puesta en marcha o parada.
- Manejo del sistema en modo manual.
- Modificación de los valores de temporización.
- Modificación de los valores asignados a la consigna del proceso para temperaturas, presiones, etc.
- Reconocimiento de alarmas y rearmes.

Las partes de un sistema automático de fabricación:





Un proceso de mecanizado en CNC es abastecido de material por un robot. Este material puede llegar por una cinta transportadora o ser alojado en un cargador -como el que vamos a sugerirle diseñar-. Si el material no es alojado por el robot en el plato del torno a CNC, no se puede cumplir con el cometido del sistema programado.

Este proceso que modeliza el cargador, consta de tres bloques:

Cargador semiautomático de accionamiento electroneumático



Manipulador (robótico)



Maquinado a CNC



La automatización de la producción puede realizarse con mayor o menor grado de flexibilidad. Así, podemos hablar de:

- **Automatización rígida.** Es rentable en la producción de grandes series de productos iguales (productos de gran demanda). El costo de la instalación suele ser elevado; pero, es amortizado gracias a la pro-

ducción del número de piezas.

- **Automatización flexible.** Permite cambiar el producto, variando las órdenes de control del sistema, con alteraciones mínimas o nulas en el sistema de fabricación en sí. En determinadas ocasiones, incluso, se desarrollan sistemas de automatización flexible con adaptación al nuevo producto, sin paradas en la producción.



Nuestro recurso didáctico permite un proceso de automatización flexible, ya que puede estar alojado y subordinado a distintas máquinas y procesos automáticos, cumpliendo su función.

Además, en él se pueden alojar distintos tipos de material. Esto significa que si a la máquina a la cual se está abasteciendo se le cambia el programa (por ejemplo, una trayectoria de torneado) y el tipo de material (pasando de ferroso a no ferroso), lo único que es necesario contemplar es que el cargador tenga el material que corresponde para el programa a trabajar.

El cargador que proponemos:

- es un operador semiautomático que siempre está asociado a un proceso productivo automático;
- cuenta con un accionamiento por acción de un sensor óptico; este sensor óptico es un agente externo; el cargador nunca se accionará por sus propios medios;
- desarrolla cada ciclo de entrega de material a la espera de una orden externa, ya sea del manipulador asociado o del programa al cual está sometido.



# Control numérico por computadora

En el marco de las políticas mundiales de mercados abiertos y de globalización, surge la necesidad de adecuar las industrias a fin de que puedan satisfacer los retos de productividad. Una alternativa frente a esta exigencia es la reconversión de las industrias, introduciendo automatizaciones, absorbiendo gradualmente la nueva tecnología en un tiempo adecuado, y considerando los factores de rendimiento de la inversión y la capacidad de producción.

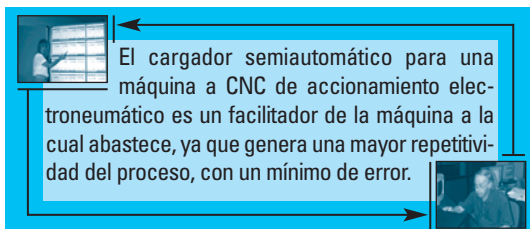
Uno de los componentes importantes dentro de estos procesos de automatización son las máquinas-herramientas de control numérico computarizado.

## ¿Cuándo emplear el CNC?

Normalmente, el tipo de control implicado en un CNC se ejerce a través de una computadora; la máquina está diseñada a fin de obedecer las instrucciones de un programa dado.

El CNC se ejerce a través del siguiente proceso:

- Dibujo del procesamiento.
- Programación.
- Interfaz.
- Máquinas-herramientas CNC.

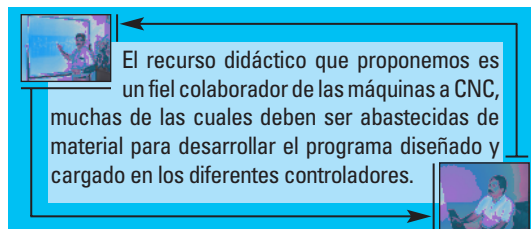


La interfaz vincula el programador (por ejemplo, software de programación de operaciones) y la máquina de CNC; también puede tratarse de una cinta perforada y codificada con la información del programa que es decodificada por la máquina que posee una lectora de la cinta. Este segundo caso ya está reemplazado por los programadores computarizados dentro de los mismos controladores o bien asociados a computadoras personales.

La alternativa de usar CNC se decide en términos de producción:

- Cuando se tienen altos volúmenes de producción.
- Cuando la frecuencia de producción de un mismo artículo no es muy alta.
- Cuando el grado de complejidad de los artículos producidos es alto.
- Cuando se realizan cambios en un artículo, a fin de darle actualidad o de brindar una variedad de modelos.
- Cuando es necesario un alto grado de precisión.

Hoy en día, en la industria metalmecánica encontramos una variedad de máquinas a CNC, desde tornos, fresadoras, cizallas, pantógrafos, hasta los grandes centros de mecanizado.



### 3. HACIA UNA RESOLUCIÓN TÉCNICA

## Manual de procedimientos para la construcción y el funcionamiento del equipo

### El producto

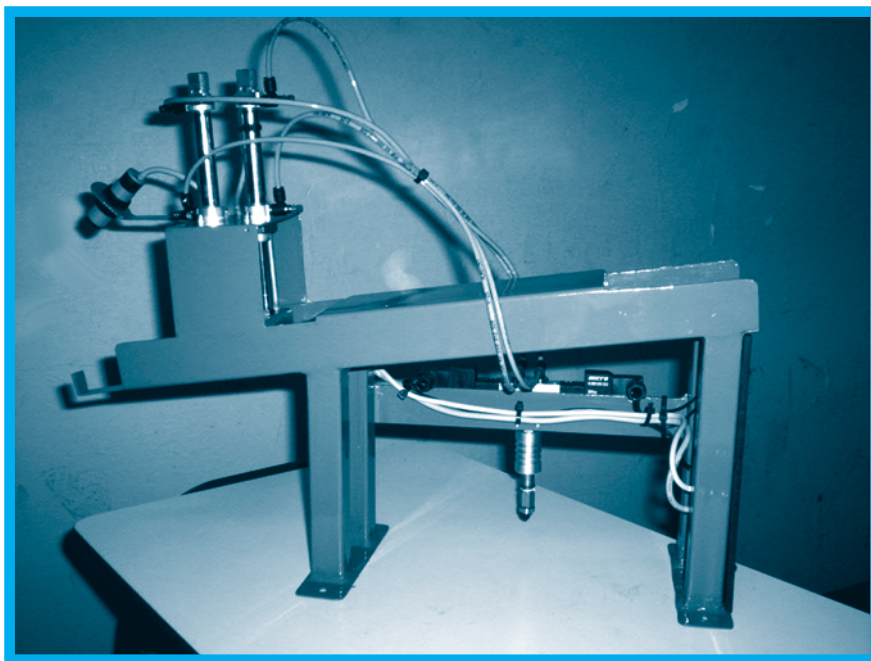
Se trata de un dispositivo **cargador semiautomático para máquinas a CNC de accionamiento electropneumático**. Consiste en un plano inclinado por el cual el material a trabajar espera ser tomado por un brazo robótico, para ser alojado en el plato del torno a control numérico que tiene un sistema electropneumático por el cual sólo cae un material por vez.

Este plano inclinado está soportado por cuatro patas que se montan de acuerdo a la máquina a utilizar.

Un sensor óptico de movimiento es el encargado de comenzar el ciclo. Al ser leída la posición del brazo robótico, se

produce la apertura del cilindro neumático, el cual deja salir un trozo de material; simultáneamente, se acciona el segundo cilindro encargado de detener todos los demás trozos de material que se encuentran en el cargador.

La automatización que se incorpora permite controlar el abastecimiento de material; si no estuviera, la caída de material fuera del cargador sería inevitable.



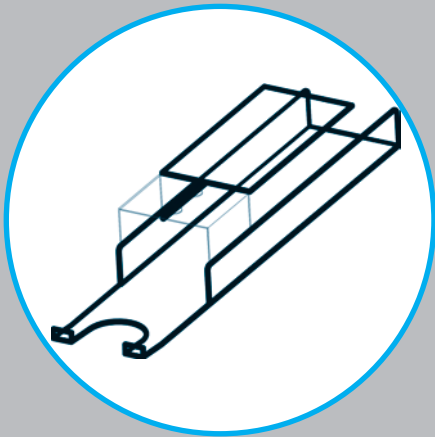
# Los componentes

En el dispositivo cargador semiautomático para máquinas a CNC de accionamiento electroneumático podemos identificar tres partes componentes. Precisarlas nos ayudará, luego, en las diferentes etapas de la construcción:

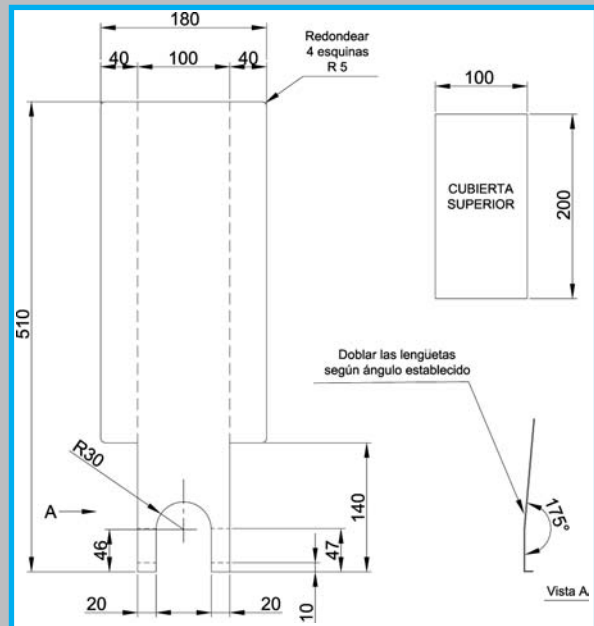
- Base y estructura.

- Mecanismo y dispositivo de control.
- Tablero de control.

La **base y estructura** de nuestro dispositivo está conformada por elementos metálicos, realizados en caño estructural. Es la que nos permite contener el material y su dispositivo de control; integra, además, el tablero de control individual que posibilita la alimentación del sistema.



Vista de la rampa



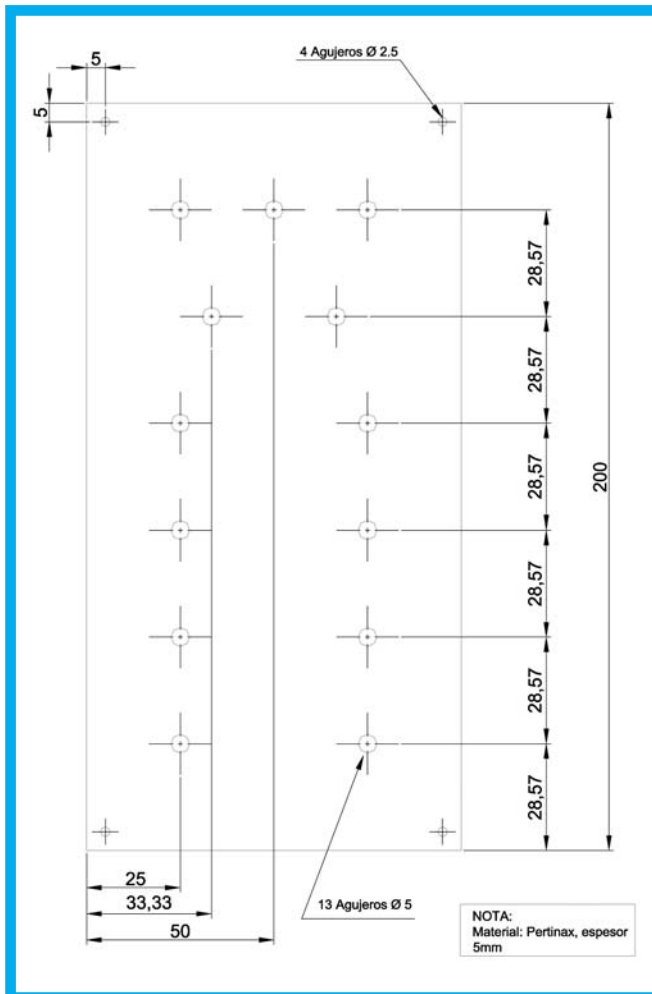
Desarrollo de la rampa

Los **mecanismos y dispositivos de control** son todos aquellos elementos de mando o respuesta mecánica que permiten que el brazo robótico tome solamente un material. Abarcan los cilindros neumáticos y el sensor óptico de movimiento.

El **tablero de control** es el encargado de contener los circuitos de alimentación y conexas, además de la válvula direccional por la que se comanda la acción de los cilindros neumáticos.

## Los materiales, herramientas e instrumentos

Detallamos el listado de aquellos utilizados en la construcción de nuestro equipo, dejando a su criterio la posibilidad de reemplazar los que considere convenientes o los que no consiga en su lugar de trabajo, por otros que cumplan con la misma función o funcionalidad que los que le presentamos.



Materiales:

- 0.50 metros de longitud de caño estructural de hierro de 40 mm x 100 mm x 2 mm de espesor.
- 1 metro de longitud de caño estructural de hierro de 25 mm x 25 mm x 2 mm de espesor.
- 0.50 metros de longitud de chapa de hierro de 30 mm x 2 mm de espesor.

Componentes neumáticos y electroneumáticos:

- 2 cilindros neumáticos de doble efecto con imán D12 - M5.
- 4 reguladores de caudal tipo banjo M5.
- 1 electroválvula 5/2 (biestable) doble pilotaje eléctrico.
- 1 sensor óptico reflector BOS R10.
- 1 colizante 1/8.
- 1 interruptor magnético de movimiento DMRC.

- 2 racor orientable en T para tubo de 4 mm - 1/8.
- 1 racor recto para tubo de 4 mm - 1/8.
- 1 racor orientable en L para tubo de 4 mm - 1/8

Materiales eléctricos:

- 3 metros de cable unipolar de 0.50 mm<sup>2</sup> de sección.
- 10 fichas bananas.
- 10 conectores hembra banana.

Herramientas:

- Punta de trazar.
- Punto de marcar.
- Martillo.
- Arco portasierra.
- Escuadra con sombrero.
- Soldadora eléctrica.
- Agujereadora de banco.
- Pinzas de fuerzas (universal).
- Alicata.
- Destornilladores planos.
- Destornilladores Philips.
- Llaves fijas.
- Llaves tubos.
- Morza.
- Limas planas de 6" grano medio.
- Compás de puntas secas.
- Mechas acero rápido (varias medidas).
- Amoladora de banco.

- Amoladora manual.
- Tijera corta chapa.
- Máquina fresadora universal.

Instrumentos:

- Calibre pie de rey.
- Regla metálica.
- Cinta métrica.

## La construcción

Vamos a dividir la construcción en tres etapas que, una vez cumplidas, van a permitir el armado final de nuestro cargador semiautomático para máquinas a CNC de accionamiento electroneumático. El orden en que usted y sus alumnos encaren estas etapas de construcción no tiene importancia; sin embargo, la secuencia que aquí disponemos ha facilitado nuestra tarea de armado final.

- Etapa 1: Construcción de la base y estructura del cargador (plano inclinado).
- Etapa 2: Montaje de los componentes neumáticos sobre el cargador.
- Etapa 3: Construcción, ensamblado y montaje del tablero de mando.

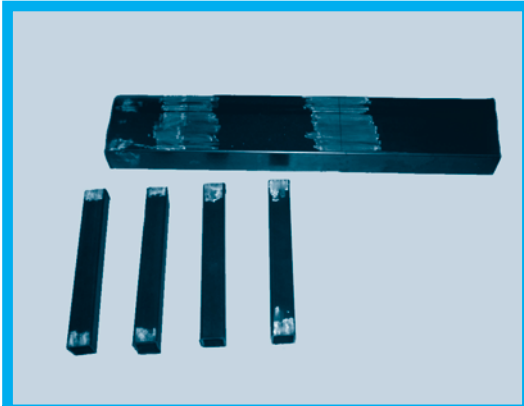
### Etapa 1: Construcción de la base y estructura del cargador (plano inclinado)

#### 1.1. Trazado y corte de materiales



Medimos, trazamos y cortamos el caño estructural de 40 mm x 100 mm x 2 mm de espesor a la medida final 500 mm.

Medimos, trazamos y cortamos el caño estructural de 25 mm x 25 mm x 2 mm de espesor a la medida final 200 mm.



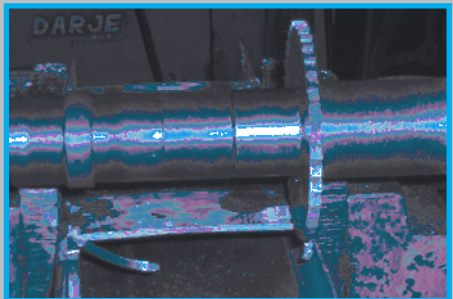
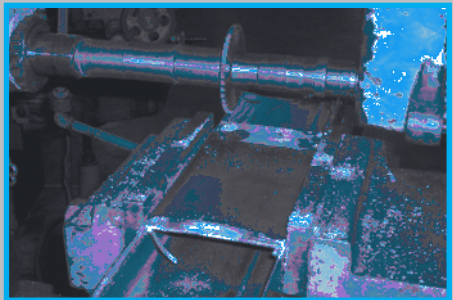
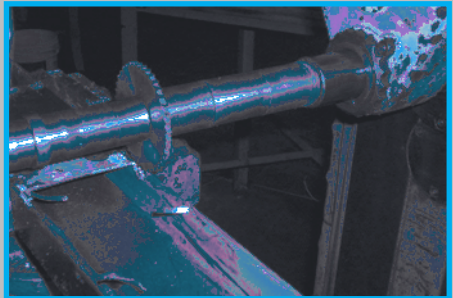
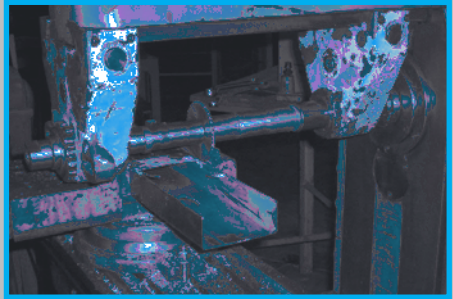
*Marcado de material*

## 1.2. Fresado de la parte superior del cargador

Sobre el caño estructural de 40 mm x 100 mm x 2 mm de espesor y 500 mm de largo, realizamos dos trazados:

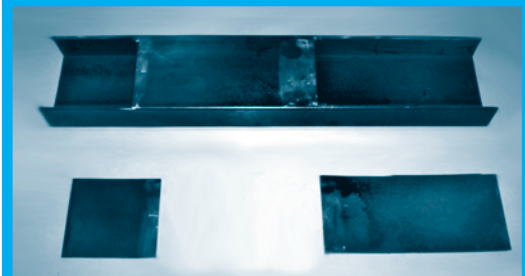
- El primero, desde un extremo hacia adentro hasta 200 mm de largo.
- El segundo, desde el otro extremo hacia adentro, hasta 100 mm.

Éstos son los cortes que debe realizar la fresa de 5 mm, longitudinalmente a los bordes del material, para poder producir los vacíos. Los maquinamos en una fresadora universal.



*Fresado*

Una vez terminado el fresado, procedemos a retirar toda la rebaba al material con amoladora angular de mano y a darle terminación con lima plana.

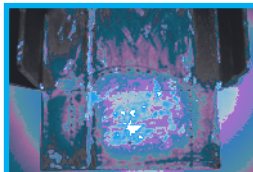


*Terminación del fresado*

### 1.3. Realización de la boca del cargador

Trazamos, marcamos y cortamos con arco de sierra los dos laterales de la boca del cargador. Una vez realizado el corte, lo ajustamos a lima plana.

Trazamos y marcamos la base de la boca del cargador, por el cual el manipulador robótico toma el material del cargador.



*Trazado de la base de la boca*

Una vez punteado el arco en la base de la boca del cargador, perforamos con mecha de 5 mm de acero rápido, para poder separar el material sobrante y, de esta forma, dejar libre la boca del cargador.

Una vez hechos todos los agujeros, cortamos con arco de sierra, en recta, por la línea punteada, en forma transversal, llegando a la línea de puntos.

Sólo nos queda cortar entre los radios de los agujeros. Para ello, utilizamos un punzón con filo; de esta forma, desprendemos el sobrante de material y nos queda la boca despejada. Ajustamos con lima plana.



*Agujereado*



*Cortado*

#### 1.4. Construcción del soporte del plano inclinado

Trazamos, marcamos y cortamos los cuatro soportes del plano inclinado:

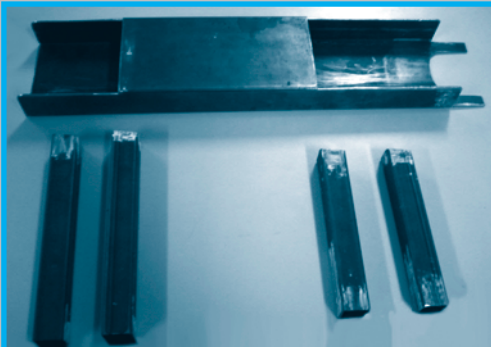
- Dos tienen la misma medida: 150 mm de altura.
- Los otros dos: 170 mm de altura.

Una vez cortados los soportes, trazamos con

falsa escuadra el ángulo por el cual queda uno más alto que el otro y el plano inclinado perfectamente apoyado sobre ellos.

De esta forma, procedemos a soldarlos en su posición: Los más altos, a 10 mm del extremo superior; y, los más bajos, a 190 mm del extremo inferior.

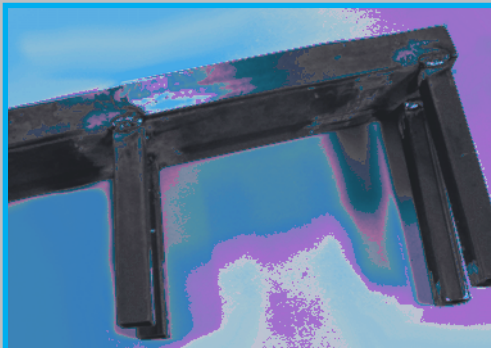
Damos terminación a la soldadura con amoladora angular y lima plana.



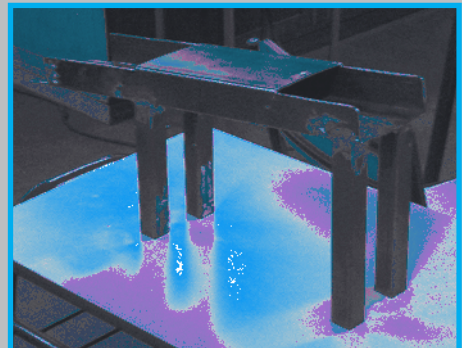
*Trazado y corte de los soportes*



*Soldadura eléctrica*



*Soldadura eléctrica de los soportes*



*Primera vista de la terminación*

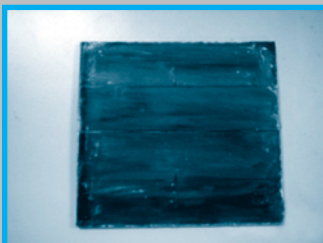
## Etapa 2: Montaje de los componentes neumáticos sobre el cargador

### 2.1. Construcción del soporte de los cilindros neumáticos

Trazamos, marcamos y cortamos la chapa soporte de los cilindros neumáticos. La chapa, de 2 mm de espesor, tiene 100 mm largo x 70 mm de ancho.

Marcamos dos puntos para ser agujereados con distintas mechas de acero rápido, hasta llegar a una medida definitiva de 16 mm de diámetro (ésta es la medida que el fabricante da a la cabeza del cilindro). En estos orificios se alojan los cilindros, que quedan sujetos por la tuerca M16 que traen de fábrica.

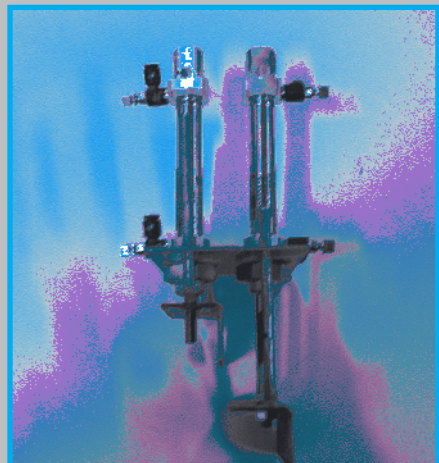
Trazamos, marcamos y cortamos las dos chapas de montaje de la chapa soporte sobre el cargador.



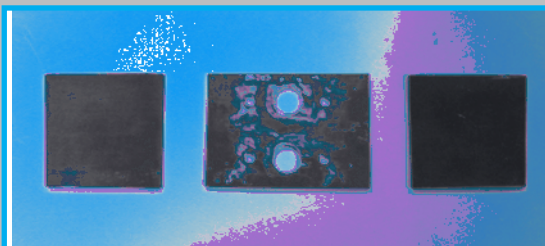
*Trazado del alojamiento de los cilindros*



*Agujereado con mecha de 16 mm*



*Cilindros con tuercas de fijación*



*Vista de los agujeros para los cilindros*



*Otra vista de los cilindros*

## 2.2. Construcción de los ángulos soportes de material que serán accionados por los cilindros neumáticos y sus guías antiguo

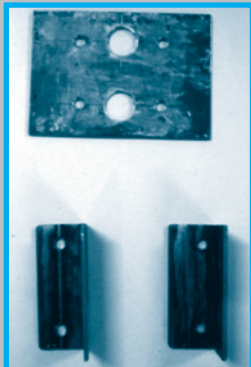
Trazamos, marcamos y cortamos dos pedazos de hierro ángulo de 25 mm de ala x 70 mm de largo y 2 mm de espesor.

Trazamos y agujereamos los hierros ángulos. Buscamos sus centros en forma transversal y les realizamos un punto, para agujerear con mecha de 8 mm de acero rápido. Para uno de los ángulos, la distancia en forma longitudinal es de 10 mm de borde del ala perpendicular; para el otro, de 16 mm.

Sobre el eje de simetría longitudinal de ambos, trazamos un punto de cada lado, a 10 mm de distancia del borde perpendicular. Agujereamos con mecha de 5.5 mm para acero rápido. Este trazado y este agujereado son realizados para las guías antiguo, que son dos trozos de varilla redonda de 5 mm de diámetro por 110 mm de largo, por cada cilindro neumático.

Soldamos las dos varillas al hierro ángulo, con soldadura eléctrica.

Además, soldamos el soporte del sensor óptico.



*Trazado, cortado y agujereado del hierro ángulo*



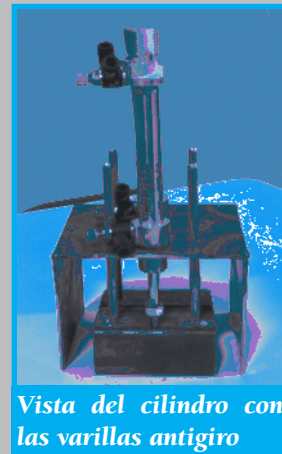
*Trazado y cortado de la varilla antiguo*



*Soldado de la varilla antiguo*



*Vista de los cilindros*



*Vista del cilindro con las varillas antiguo*

### 2.3. Construcción del soporte de la válvula 5/2

Trazamos y cortamos una planchuela de hierro de 31 mm x 1/8 de espesor de 250 mm de largo. Esta planchuela tiene como objetivo soportar a la válvula de accionamiento electroneumático, colocada entre las dos patas soportes del plano inclinado.

Trazamos, agujereamos y roscamos esta

planchuela. Trazamos la mitad y copiamos los agujeros de soporte que la válvula trae de fábrica. Luego, realizamos el agujereado con mecha de 3.25 mm, para poder practicarle el roscado con macho de roscar NF 5/32. Además, realizamos dos escotes con lima mediacaña grano medio, para lograr un mejor apoyo de la válvula sobre la planchuela soporte.



*Trazado de la planchuela de 31mm*



*Vista del escote y del roscado de la planchuela*

### **Etapa 3: Construcción, ensamblado y montaje del tablero de mando**

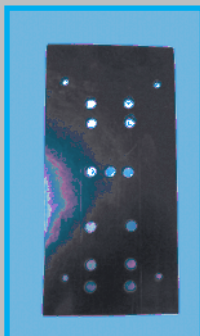
Trazamos y cortamos en un trozo de pertinax rojo de 4 mm de espesor de 100 mm de ancho y 300 mm de largo, que va sujeto a las patas traseras del cargador, con cuatro tornillos de cabeza redonda de 5/32 de pulgada.

Trazamos los futuros agujeros para soportar el tablero, a las dos patas traseras. Los realizamos con mecha de 3.25 mm para, luego, pasar el macho de roscar de 5/32.

Sobre el pertinax, trazamos todos los agujeros que van a alojar a los conectores banana, cuya misión es realizar el circuito.



*Tablero fijado a las patas traseras*



*Agujero para los conectores*



*Conectores sobre el tablero*



*Tablero completo y colocado*

## El armado

Ya desarrolladas las tres etapas de construcción, damos paso al armado final.

Montamos los productos de la etapa 2 sobre los de la etapa 1 -el plano inclinado, la boca del cargador y sus patas soportes-; o sea:

- soldamos el soporte de los cilindros a los bordes del cargador,
- entre las dos patas -una delantera y otra trasera-, soldamos la planchuela soporte de la electroválvula.

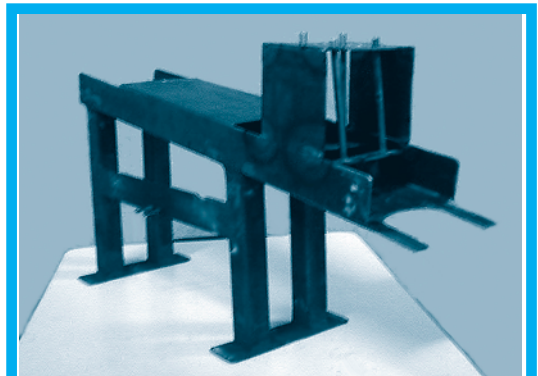
Una vez logrado este montaje, amolamos y damos terminación con lima plana al cargador, para que pueda ser pintado.

Una vez pintado, alojamos los cilindros neumáticos y atornillamos la electroválvula en posición.

Con soldadura blanda, soldamos los cables de la electroválvula, del sensor óptico y del interruptor magnético, a los conectores que están alojados en el tablero de control.

Atornillamos el tablero y lo ubicamos en su posición final.

Sólo nos queda alimentar los elementos neumáticos con la manguera de 4 mm para aire comprimido.

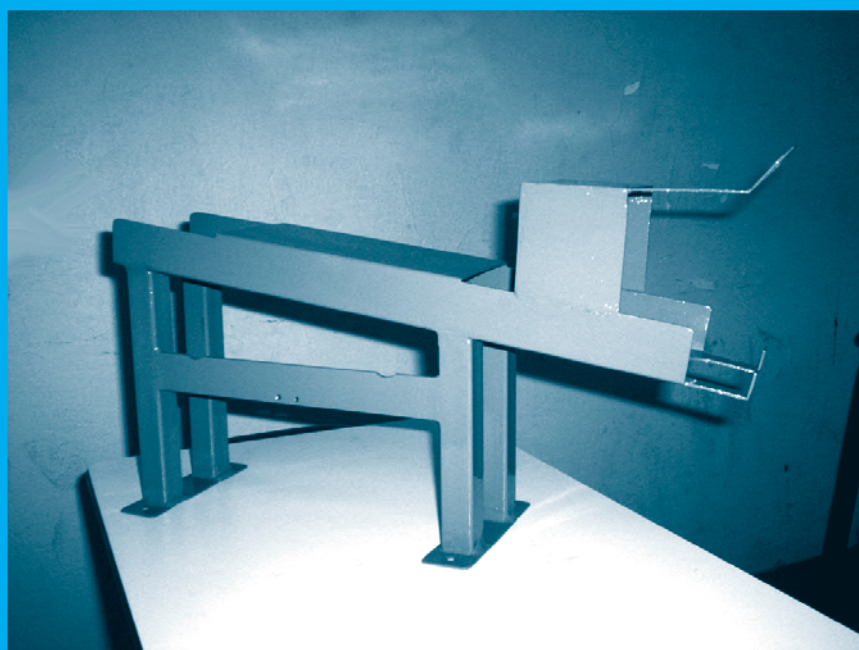


*Soldado del soporte sobre el cargador*

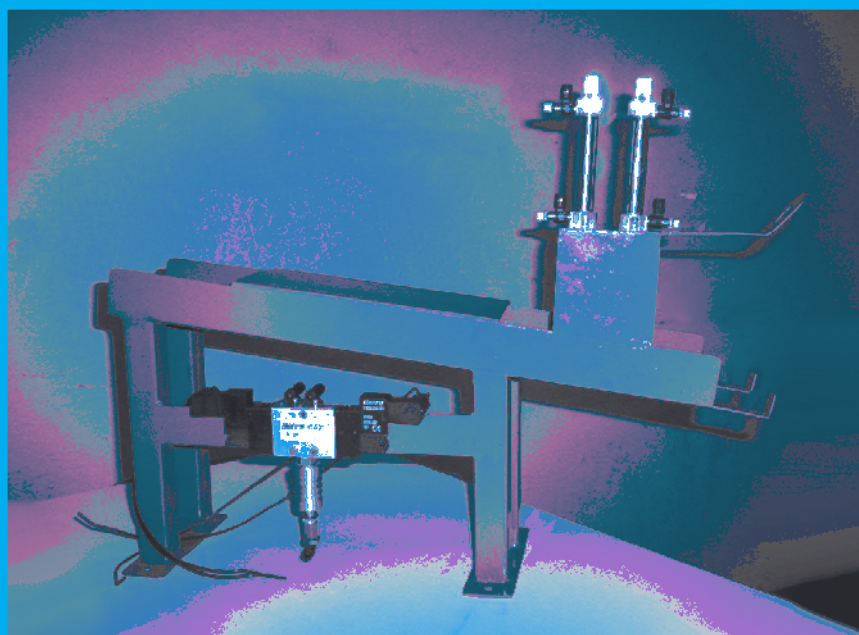
### A la hora de soldar

- Las partes a soldar deben estar totalmente limpias; cuanto más limpias estén, más fácil resulta realizar la soldadura, y más fiable y duradera resulta ésta.
- El soldador debe estar totalmente limpio; cada vez que lo usamos, procedemos a limpiarlo.
- Es preciso usar el soldador con precaución; porque, aún cuando no llegue a ser una herramienta peligrosa, es necesario operarla con cuidado ya que alcanza altas temperaturas y puede producir quemaduras en ciertos materiales o, lo que es peor, en la piel.
- Es necesario dejar enfriar la soldadura para poder manipularla.
- Y nunca hay que soplar; éste es un error muy común que ocasiona que la soldadura se torne frágil y que la salpicadura con estaño pueda provocar lastimaduras.

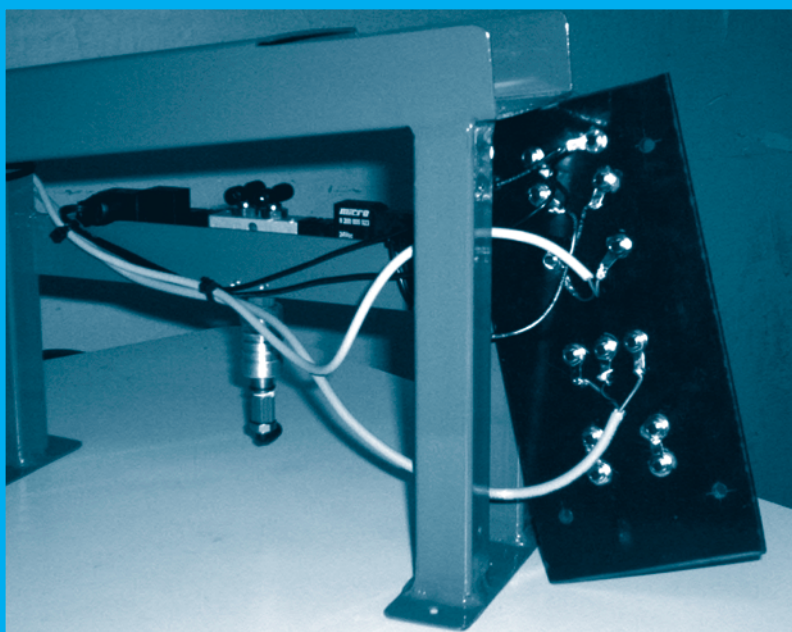




*Pintado del cargador*



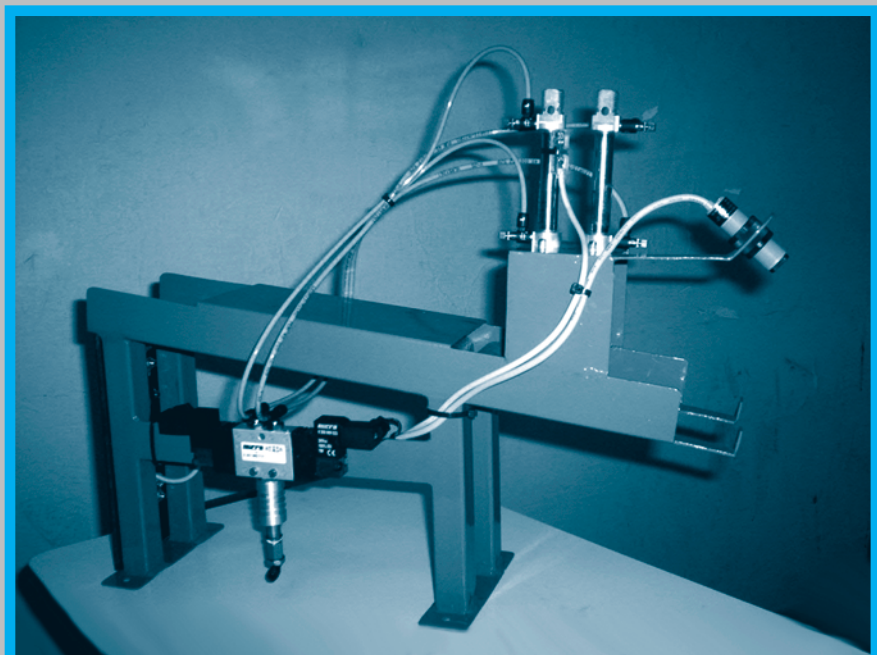
*Ubicación de los cilindros y de la electroválvula*



*Conexión de los componentes*



*Atornillado del tablero*



*Alimentación de aire*

## El ensayo y el control

En el **cargador semiautomático de accionamiento electroneumático** resultan decisivas tres variables:

- repetitividad de ciclo,
- optimización de tiempos de fabricación,
- disposición de distintos materiales sobre el cargador.

Resulta, entonces, necesario someterlo a ensayos que permitan evaluar cada una de estas tres variables.

## La superación de dificultades

Conocemos algunos de los efectos fisiológicos del pasaje de la corriente eléctrica por el cuerpo humano y, alguna vez, hemos leído sobre algún accidente que produjo una muerte por electrocución. Pero, nadie ha sufrido daños por electrocución con una linterna o cambiando las pilas de la radio, aunque con ellos existe contacto directo; esto es porque funcionan con baja tensión. Por lo tanto, para valores bajos de tensión no hay riesgo de daño fisiológico, aunque exista contacto directo con la fuente de tensión.

Tensiones de entre 0 y 24 volt son las que, obligatoriamente, se usan en dispositivos eléctricos de uso público, como así también en configuraciones de circuitos que se integran a la actividad educativa, denominados MBTS -muy baja tensión de seguridad-.

Por esto, nuestro cargador es accionado con 24 volt de corriente continua, en la parte de mando. Ésta llega al tablero de control transformada por un transformador 220 V/24 V - 50 Hz.

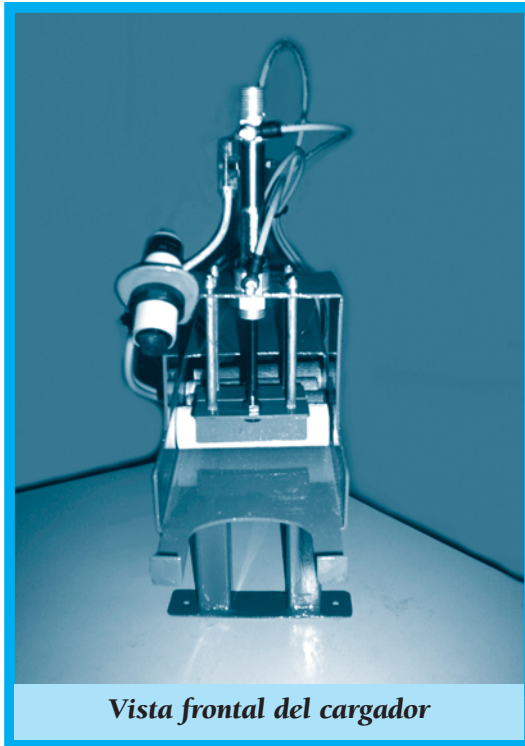
Y la parte de trabajo es accionada por aire comprimido que llega de un compresor de aire.

## 4. EL EQUIPO EN EL AULA

Una vez construido el cargador semiautomático de accionamiento electropneumático, es necesario ponerlo en condiciones de trabajo.

Para esto:

- tomamos un trozo de material, y calibramos la apertura y el cierre de los cilindros neumáticos (parte de trabajo),
- cableamos el circuito de mando (sensor óptico, sensor magnético y válvula 5/2 biestable eléctrica).

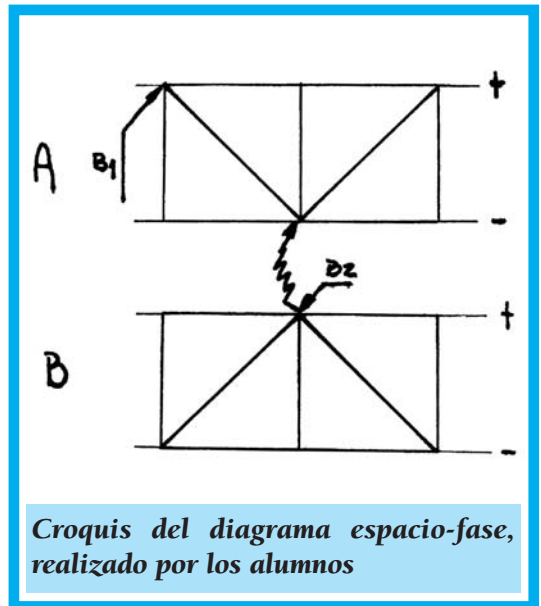


**Vista frontal del cargador**

### Calibrado de cilindros neumáticos

Para comenzar, identificamos las etapas que debe cumplir el cargador para entregar un solo trozo de material a la boquilla.

Realizamos el diagrama espacio-fase correspondiente:



**Croquis del diagrama espacio-fase, realizado por los alumnos**

En este diagrama, vemos cuál es el comportamiento de cada uno de los cilindros, para cumplir con el ciclo planteado y para dejar que caiga un solo material

Con este diagrama identificamos, además, cuáles son los operadores y dónde cumplen su función, para poder comandar los cilindros neumáticos.

## Cableado del circuito de mando



**Vista posterior del cargador**

Para el cableado del circuito de mando, utilizamos el tablero de control ubicado en la parte posterior de cargador.

En este tablero están dispuestas las fichas banana hembras de la siguiente manera (de arriba hacia abajo):

- Sensor óptico (3 fichas), positivo / señal / negativo.
- Sensor magnético (2 fichas), positivo / negativo.
- Electroválvula 5/2 biestable eléctrica (4 fichas), 2 por cada bobina, positivo / negativo.
- Fichas facilitadoras de conexión de la fuente de alimentación (4 fichas), 2 positivas / 2 negativas.

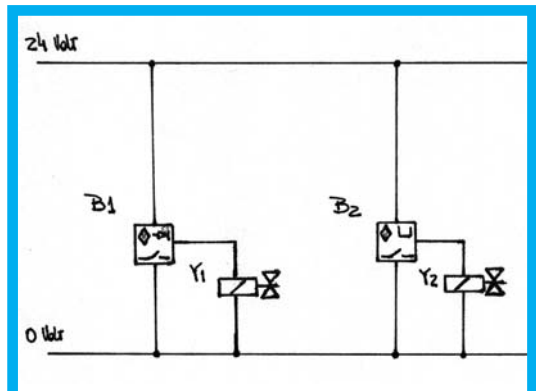
- Fichas de alimentación (2 fichas), positiva / negativas; permiten ingresar la tensión de trabajo 24 vcc.

El ciclo comienza con una señal eléctrica generada por el sensor óptico. Esta señal acciona la electroválvula 5/2 biestable eléctrica.

Va a resultar necesario que usted analice con sus alumnos cómo se conecta el sensor óptico; porque, debe respetarse la polaridad de sus bornes e identificar el borne que emite la señal de proceso.

Por norma, el sensor óptico se conecta de la siguiente manera: al cable marrón se conecta la entrada positiva de la fuente de alimentación; y al cable azul, la negativa. El cable de señal está identificado con color negro; a éste no se le debe conectar nunca el polo positivo, ya que se produciría un cortocircuito que inutilizaría el sensor.

El interruptor magnético y las bobinas de la electroválvula cuentan con dos terminales uno positivo (color marrón) y otro negativo (color azul).



**Croquis del circuito eléctrico, realizado por los alumnos**

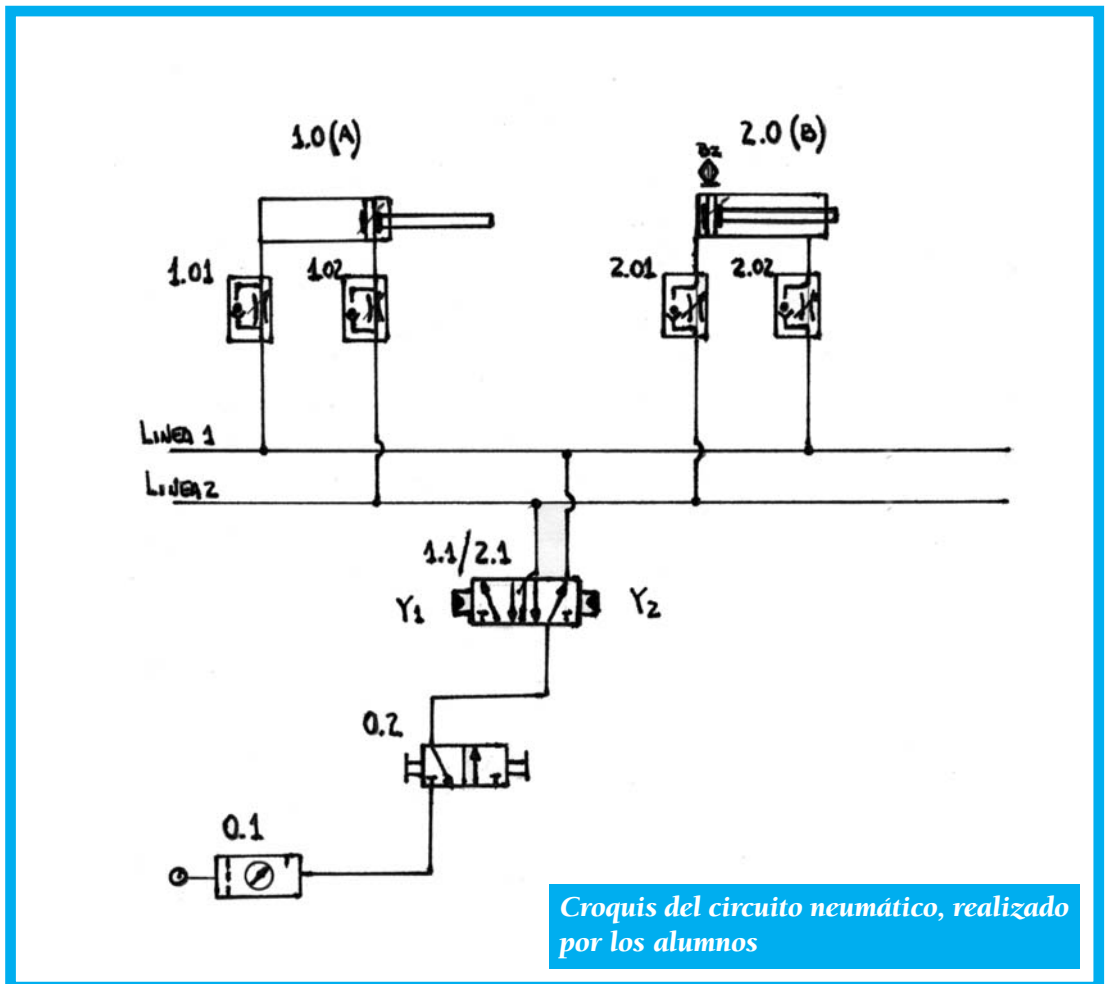
## Circuito de trabajo

Una vez identificada la secuencia del ciclo en el diagrama espacio-fase, concretamos el diagrama de conexión del circuito de trabajo. En él vemos cómo se distribuyen las mangueras que conducen el fluido neumático.

Lo primero que identificamos es que el movimiento del cilindro A es opuesto con respecto al cilindro B; o sea que, cuando un

cilindro está totalmente en su carrera positiva, el otro está totalmente en su carrera negativa.

Hemos colocado en cada una de las conexiones neumáticas de los cilindros un regulador de caudal tipo banjo; éstos nos ayudan a regular las carreras positivas y negativas de los cilindros, y, de esta forma, controlar con más precisión la caída del material en la boca del cargador.



## Otras propuestas de actividades

### Análisis de distintos tipos de cargadores utilizados en la industria metalmecánica:

- En la industria metalmecánica automática o semiautomática, ¿qué tipos de cargadores de material podemos encontrar?
- ¿Cómo los clasificarían, basándose en el tipo de accionamiento, en los tiempos de respuestas, en la versatilidad, etc.?
- En los distintos tipos de cargadores, ¿existen sensores? ¿Cuáles y de qué tipo se utilizan? ¿Qué variables sensan? ¿Qué tipo de magnitud física sensa cada uno?
- La información que reciben los sensores, ¿qué tipo de señal constituye?
- ¿Qué obtenemos de la utilización de la tecnología neumática y qué de la tecnología hidráulica? Realicen una comparación entre estas tecnologías y las distintas utilidades en la industria.

### Propuesta de mejora del modelo propuesto:

- Una vez identificado el sistema de mando adoptado, ¿consideran que se puede reemplazar por algún otro tipo de accionamiento? ¿Cuál es? ¿A qué tipo de tecnología responde?
- ¿Cambia de categoría; por ejemplo, de semiautomático a automático?
- ¿Se puede asociar a otro automatismo?

### Cambios en los materiales de construcción del cargador:

En el equipo que presentamos, hemos propuesto un conjunto de materiales tanto estructurales como de fijación, anclajes, componentes eléctricos, neumáticos y electroneumáticos. Consideramos que sería de gran utilidad abordar con los alumnos la posibilidad de emplear otros materiales que puedan suplir a los que aquí sugerimos, encarando todos los aspectos que hacen al diseño, desarrollo, construcción y funcionamiento, ya sea de un modelo didáctico como de un cargador semiautomático de tamaño real.

En nuestro prototipo de cargador semiautomático, hemos utilizado caños de hierro estructural estándar y componentes neumáticos de uso comercial; en la estructura que sus alumnos diseñen, pueden integrar otros tipos de materiales que cumplan con la misma finalidad y que estén dentro de las posibilidades de cada escuela -por ejemplo, perfiles de aluminio, plásticos (grillon, nylon), plásticos termofundibles, etc.-.

### Cambios en los materiales que el cargador entrega:

Una vez que está puesto en marcha el cargador semiautomático de accionamiento electroneumático y vemos que cumple con el cometido de colocar en su boquilla un solo trozo de material para que un robot lo tome y lo coloque, por ejemplo, en un torno de CNC, podemos realizar otras experiencias con nuestros alumnos; por ejemplo, utilizar distintos trozos de materiales -además de



madera, hierro, aluminio- y comparar, en cada caso, los tiempos de conmutación del ciclo, la caída por gravedad de la pendiente del cargador, cómo incide la forma de esos materiales -si son cuadrados o redondos- en cada proceso, la distancia según el ancho del material para la posición de los cilindros, etc.

**Tabla de comparación entre dos tipos de material -uno ferroso y otro no ferroso-**

<b>Tipo de material</b>	<b>Pendiente del cargador</b>	<b>Tiempo de accionamiento de los cilindros (caída del material)</b>
Hierro	Menor	Mayor
Madera	Mayor	Menor

Esta comparación está realizada con dos materiales: hierro 1010 y un trozo de madera de guatambú; los dos tienen el mismo tamaño y la misma sección: 21 mm de diámetro por 100 mm de largo.

## 5. LA PUESTA EN PRÁCTICA

Esta parte final de nuestro módulo de capacitación contiene un cuadernillo para la evaluación del recurso didáctico que le presentamos y, de las experiencias didácticas y contenidos propuestos a partir de él:

Esta evaluación tiene dos finalidades:

- Brindarle a usted, como docente que utiliza este material, la oportunidad de documentar el seguimiento de las actividades que realice con sus alumnos, a partir de nuestras propuestas y, en función de esta memoria de acciones, propiciar una reflexión acerca de los cambios, mejoras o enriquecimiento de su propia tarea de enseñanza.
- Obtener de su parte, como usuario de este material, información sobre todos los aspectos en torno a los cuales gira la propuesta.

Para este relevamiento de información, usted encontrará, a continuación, una serie de cuestionarios organizados básicamente en tablas o matrices para completar. Con los datos que usted exprese en ellos esperamos tener una realimentación que nos permita mejorar todos los componentes de la serie de publicaciones “Recursos didácticos” y enriquecerla con propuestas o documentación complementaria para aquellos docentes que planteen iniciativas, interro-

gantes o dificultades específicas con relación a la construcción del recurso didáctico, a las actividades de aula, a los contenidos científicos y tecnológicos, a la metodología de enseñanza, a los procedimientos incluidos, a la información sobre materiales y a otros aspectos.

Dada la importancia que esta información de retorno tiene para nuestro trabajo de seguimiento, mejora y actualización, le agradecemos que nos remita el cuadernillo con todas las observaciones, comentarios o sugerencias adicionales que nos quiera hacer llegar. Para ello puede remitirnos una copia, a través de correo postal, a

Área de Monitoreo y Evaluación –CeNET–  
Oficina 112  
Saavedra 789. C1229ACE.  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.  
República Argentina.

O, si lo prefiere, solicitarnos el archivo electrónico de las páginas que siguen a [evcenet@inet.edu.ar](mailto:evcenet@inet.edu.ar), enviándonos la versión digitalizada de sus respuestas a través del mismo correo electrónico.

*Desde ya, muchas gracias.*

# Identificación del material:

Las dimensiones que se consideran para la evaluación del módulo de capacitación y del recurso didáctico son:

- 1. Nivel educativo
- 2. Contenidos científicos y tecnológicos
- 3. Componentes didácticos
- 4. Recurso didáctico
- 5. Documentación
- 6. Otras características del recurso didáctico
- 7. Otras características del material teórico
- 8. Propuestas o nuevas ideas

## 1. Nivel educativo en el que trabajó el material:

Nivel educativo	EGB 2	EGB 3	Polimodal (*)			Escuela técnica (*)						Trayecto técnico-profesional (*)	Formación profesional (*)	Otra (*)
			1	2	3	1	2	3	4	5	6			
Nivel en el que usted lo utilizó														

Asignatura/espacio curricular en el que usted lo utilizó:.....  
.....

(\*) Por favor, indique la modalidad, la orientación, la especialidad, etc.  
.....

## 2. Contenidos científicos y tecnológicos trabajados:

--





### 3. Componentes didácticos:

#### 3.1. Testimonios (situaciones problemáticas) presentados en el material

	Sí	No	Otro <sup>1</sup>
a. ¿Le resultaron motivadores para iniciar las actividades propuestas?			
b. ¿Le facilitaron el desarrollo de contenidos curriculares que usted tenía previstos?			
c. A su criterio, ¿están vinculados con el recurso didáctico que se le propone desarrollar?			
d. ¿Le facilitan la organización de situaciones didácticas para el trabajo de los contenidos científicos y tecnológicos propuestos?			
e. El nivel de las situaciones problemáticas que se plantean, ¿es el adecuado al nivel educativo para el que está previsto?			
f. En caso negativo, ¿permiten adecuaciones para ser trabajados en el nivel educativo de sus alumnos o en otro nivel educativo?			
g. Los testimonios iniciales, ¿permiten generar diferentes soluciones (soluciones tecnológicas o didácticas)?			

En caso que su respuesta sea negativa (en cualquier ítem), le pedimos que nos indique por qué (señale el número del ítem a que corresponde su comentario).....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Otro (indique el ítem al que corresponde el comentario): .....

.....

.....

.....

.....

.....

<sup>1</sup> Utilice esta opción para indicar que agregará comentarios al final de este sector de la matriz.

### 3.2. Estrategias

A partir de la utilización de las propuestas de trabajo en el aula contenidas en el material y del recurso didáctico con el que se asocian, le solicitamos que nos indique (tomando como referencia su forma de trabajo anterior a disponer del material), cómo resolvió las actividades consignadas en la tabla siguiente:

3.2.1. Contextualización de la estrategia didáctica Con respecto a su forma habitual de trabajo, usted logró:	Mejor	Igual	No aplicado <sup>2</sup>	Incorporado <sup>3</sup>
a. Determinar las capacidades, habilidades, conocimientos previos necesarios para iniciar las actividades propuestas.				
b. Organizar, asociar, relacionar los conocimientos científicos y tecnológicos para resolver un problema tecnológico.				
c. Recortar (identificar) los contenidos científicos y tecnológicos a trabajar con sus alumnos para el desarrollo de un sistema/producto tecnológico como el propuesto por el material.				
d. Vincular estos conocimientos con los saberes previos de los alumnos.				
e. Establecer la secuencia adecuada de los contenidos científicos y tecnológicos, y de los procedimientos para generar una solución tecnológica (la propuesta por el material u otra diferente).				
f. Organizar una experiencia didáctica integrando conocimientos científicos y tecnológicos, metodología de resolución de problemas y procedimientos propios del trabajo tecnológico.				
g. Otras (que haya incorporado o hecho mejor con el recurso).				

<sup>2</sup> No aplicado: No lo hizo antes ni ahora con este recurso didáctico.

<sup>3</sup> Incorporado: Integró la estrategia a sus clases a partir de la utilización del recurso didáctico propuesto.



3.2.2. Desarrollo de la estrategia didáctica	Mejor	Igual	No aplicado	Incorporado
Con respecto a su forma habitual de trabajo, usted logró:				
h. Encuadrar la tarea a partir de la formulación de uno (o varios) problemas.				
i. Explicitar consignas de trabajo que plantean una situación problemática.				
j. Organizar las actividades de aprendizaje atendiendo a las etapas propias de la resolución de problemas.				
k. Utilizar técnicas de trabajo grupal.				
l. Promover el trabajo colaborativo y cooperativo.				
m. Otras (que haya incorporado o hecho mejor con el recurso).				

3.2.3. Aspectos cognitivos (proceso de aprendizaje de sus alumnos)	Mejor	Igual	No aplicado	Incorporado
Con respecto a su forma habitual de trabajo, usted logró:				
n. Estimular a sus alumnos en la búsqueda de información e investigación en torno al problema eje del material.				
o. Promover la consulta a variadas fuentes de información.				
p. Rescatar, incorporar los aportes del grupo para identificar aspectos o variables críticas del problema.				
q. Evaluar los conflictos cognitivos propios del proceso de aprendizaje.				
r. Detectar, evaluar, la comprensión asociativa.				
s. Promover la reflexión sobre las actividades realizadas y las estrategias utilizadas en cada parte del proceso.				
t. Otras (que haya incorporado o hecho mejor con el recurso).				



4.1.2. ¿Realizó todo el proceso de construcción del recurso didáctico con sus alumnos? (Conteste este apartado en caso de que haya construido un equipo igual al propuesto. En caso contrario, pase al apartado 5 “Documentación”)

Sí	No
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



4.1.3. En caso de que su respuesta sea afirmativa, le pedimos que nos indique:

	Sí	No
a. ¿Pudo seguir sin dificultades los procedimientos indicados en el “Manual de construcción”?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. La secuencia indicada, ¿fue la adecuada para la construcción?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. El grado de complejidad, ¿fue el apropiado para el nivel educativo a que se dirige el recurso?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Los contenidos científicos asociados, ¿son pertinentes para el desarrollo del recurso propuesto?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. Los contenidos tecnológicos asociados, ¿son pertinentes para el desarrollo del recurso propuesto?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. Con sus alumnos, ¿construyó el recurso didáctico siguiendo el proceso y la metodología de resolución de problemas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g. ¿Siguió todos los procedimientos propuestos para la construcción pero incorporó sus propios contenidos científicos y tecnológicos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h. Por el contrario, ¿hizo adaptaciones en los procedimientos de construcción pero mantuvo los mismos contenidos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i. ¿Realizó la construcción siguiendo las actividades de aula propuestas en el material?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
j. ¿Diseñó sus propias experiencias en función de su grupo de alumnos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Sí	No
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¿Completó todas las etapas del proceso de construcción propuesta?

En caso negativo, indíquenos a qué fase llegó:

<b>a.</b> <input type="checkbox"/> <b>Planificación.</b>	<b>b.</b> <input type="checkbox"/> <b>Diseño en dos dimensiones.</b>
<b>c.</b> <input type="checkbox"/> <b>Construcción, armado.</b>	<b>d.</b> <input type="checkbox"/> <b>Ensayo y control.</b>
<b>e.</b> <input type="checkbox"/> <b>Superación de dificultades</b> (evaluación del funcionamiento, siguiendo las indicaciones y la lista de control que brinda el material).	
<b>f.</b> <input type="checkbox"/> <b>Construcción de otro equipo que se adapta más a sus necesidades curriculares</b> (Si marcó esta alternativa, lo invitamos a responder, directamente, el apartado 4.1.5.).	



4.1.4. Complete este ítem sólo si realizó el proceso de construcción del equipo siguiendo los procedimientos indicados en el Manual. Si no fue así, lo invitamos a responder el apartado 4.1.5.

Acerca de los materiales, herramientas e instrumentos:

	Sí	No
a. La especificación de los materiales para la construcción, ¿fue suficiente para conseguirlos?		
b. ¿Utilizó los mismos materiales (en calidad y tipificación) indicados en la documentación?		
c. ¿Reemplazó materiales, instrumentos, componentes, piezas, etc., sin alterar el resultado final previsto en el material?		
d. La especificación de las herramientas a utilizar, ¿le resultó adecuada?		
e. La cantidad de herramientas indicadas, ¿fue la necesaria?		
f. Los instrumentos, ¿estuvieron bien especificados?		
g. El tipo y cantidad de instrumentos, ¿fueron los adecuados para armar el recurso didáctico?		

4.1.5. En caso de que usted haya construido un recurso didáctico diferente al propuesto por el material de capacitación, le pedimos que nos indique si la razón fue:

<p><b>a.</b> <input type="checkbox"/> El propuesto no se ajustaba a sus necesidades curriculares.</p>	<p><b>b.</b> <input type="checkbox"/> No pudo conseguir los materiales o instrumentos indicados.</p>
<p><b>c.</b> <input type="checkbox"/> No pudo interpretar el manual de construcción.</p>	<p><b>d.</b> <input type="checkbox"/> Otra (Por favor, especifíquela).</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>





4.1.6. ¿Qué características específicas destacaría en este recurso didáctico diferente al propuesto por el material, que sus alumnos han construido. (Marque todas las opciones que considere necesarias):

- a.  Se ajusta mejor a los contenidos curriculares que necesita trabajar.
- b.  Es más económico.
- c.  Permite su reutilización (mediante el desarme y armado, en función de necesidades didácticas).
- d.  Es más adaptable (a diversos usos).
- e.  Otra (Por favor, especifique): .....  
.....  
.....  
.....
- f. Descripción del recurso didáctico construido: .....  
.....  
.....  
.....  
.....
- g. Indique las principales diferencias con el equipo propuesto (estructurales, funcionales, didácticas): .....  
.....  
.....  
.....  
.....

4.2. Utilización del recurso didáctico

4.2.1. ¿Cómo utilizó el recurso didáctico (hecho por usted o ya construido), en las experiencias didácticas que concretó? (Puede marcar todas las opciones que crea necesarias)

- a.  Aprovechando todo el proceso y la secuencia de construcción propuestos en el material.
- b.  Aplicándolo (como algo ya completo) a la solución de problemas diferentes al propuesto en el material.
- c.  Utilizándolo como un sistema tecnológico (ya construido) en las funciones para las que está pensado (manejo de las variables, control de operaciones, etc.).
- d.  Otra (Por favor, especifique):

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



4.2.2. Ya sea que haya desarrollado el recurso didáctico con sus alumnos según las especificaciones del material, ya sea que haya construido otro diferente o que haya utilizado un equipo ya construido, en relación con las actividades que usted venía realizando, la utilización del recurso didáctico propuesto por el material le permitió (seleccione la opción que coincida con sus experiencias):

Con respecto a su forma habitual de trabajo, este recurso didáctico le permitió a usted, como docente:	Mejor	Igual	No aplicable <sup>4</sup>	Otro <sup>5</sup>
a. Integrar contenidos científicos y tecnológicos en la solución de situaciones problemáticas de carácter tecnológico.				
b. Diseñar situaciones de enseñanza y de aprendizaje centradas en la resolución de problemas tecnológicos.				
c. Planificar y promover en sus alumnos la organización del trabajo (planificación y secuenciación de tareas), según el proceso tecnológico.				
d. Favorecer la identificación de aspectos o variables críticas de una situación problemática.				
e. Organizar las actividades de manera que facilite la toma de decisiones por parte de los alumnos (determinación y selección de alternativas, opciones de diseño, materiales, etc.).				
f. Organizar la actividad de sus alumnos en función de soluciones diversas a los problemas planteados.				
g. Agregue otras que usted considere haber logrado de una mejor manera con este recurso didáctico				

<sup>4</sup> NA: No aplicable; es una actividad que no realizó antes ni ahora.

<sup>5</sup> Otro: Recuerde utilizar esta opción para indicar que agregará comentarios al final de este sector de la tabla.

Con respecto a su forma habitual de trabajo, este recurso le permitió a los alumnos (habilidades intelectuales):	Mejor	Igual	No aplicable	Otro
Capacidad de planificar				
h. Identificar variables o aspectos fundamentales de un problema tecnológico.				
i. Organizar su trabajo en etapas (identificar y seguir la secuencia de operaciones de un proceso).				
j. Ejecutar las actividades en los plazos o etapas previstas.				
k. Seleccionar materiales, herramientas y piezas, de acuerdo con las necesidades del diseño.				
l. Anticipar y resolver dificultades que podrían surgir en el proceso.				
m. Prever puntos críticos de todo el proceso.				
n. Agregue otras que considere que sus alumnos alcanzaron mejor con este recurso didáctico				
.....				
.....				
.....				
.....				
.....				
.....				
.....				
.....				
.....				
.....				
.....				
.....				





Capacidad de aplicar y transferir	Mejor	Igual	No aplicable	Otro
s. Interrelacionar los datos, técnicas y procedimientos en el diseño de la solución.				
t. Utilizar técnicas de representación adecuadas al equipo que se construye o en el ya construido que se utiliza.				
u. Integrar los conocimientos científicos y tecnológicos en los momentos pertinentes para el diseño de la solución.				
v. Relacionar, ensamblar componentes en la secuencia adecuada.				
w. Utilizar de manera correcta la simbología y los lenguajes propios de la tecnología (representación gráfica, simbólica, etc.).				
x. Transferir conocimientos científicos y tecnológicos en otras actividades similares.				
y. Agregue otras que considere que sus alumnos alcanzaron mejor con este recurso didáctico ..... ..... ..... .....				

Otro (Por favor, exprese aquí los comentarios que tenga, identificando el ítem con la letra que corresponda):

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



## 5. Documentación (Material teórico, manual de procedimientos y propuestas didácticas):



5.1. ¿Cómo calificaría los aportes del material recibido (encuadre y desarrollo teórico, y experiencias propuestas para el aula)?

	MV <sup>6</sup>	V	PV
a. Por su potencialidad didáctica (sugerencias, propuestas de trabajo en el aula, papel motivador, etc.).			
b. Para sus necesidades curriculares (desarrollo de los contenidos y experiencias previstas en su planificación).			
c. Para organizar, planificar, concretar experiencias didácticas relacionadas con problemas de Educación Tecnológica.			
d. Para renovar, actualizar, ampliar (subraye el que se ajusta más a su experiencia) los contenidos que desarrolla en su área/ disciplina.			
e. Para trabajar conocimientos científicos y tecnológicos de manera asociada a un problema tecnológico.			
f. Para organizar experiencias de aprendizaje en torno a la utilización de recursos didácticos.			
g. Para utilizar un recurso didáctico en el marco de experiencias didácticas organizadas en función de la resolución de problemas.			
h. Para integrar mejor contenidos científicos y tecnológicos en la solución de problemas de carácter tecnológico.			
i. Para estimular la generación creativa de otros recursos didácticos.			

Otras (Especifíquelas, por favor)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

<sup>6</sup> Escala= MV: Muy valioso / V: Valioso / PV: Poco valioso



## 5.2. Manual de procedimientos para la construcción y el funcionamiento del recurso didáctico

En caso de que haya seguido los procedimientos contenidos en el Manual (ya sea para hacer un equipo igual o uno diferente al propuesto), le pedimos nos indique si:

	Sí	No	Otro
a. ¿Pudo seguir todos los procedimientos descritos, sin dificultad?			
b. ¿La secuencia descrita le resultó la adecuada?			
c. ¿La secuencia establecida le planteó alternativas según algún criterio (disponibilidad de los materiales, trabajo de contenidos específicos, etc.)?			
d. ¿La finalidad (para qué sirve) del equipo está indicada con claridad?			
e. ¿Se establecen cuáles son los contenidos (científicos o tecnológicos) que se asocian al equipo a construir?			
f. ¿Se determina la relación entre conocimientos implicados, procedimientos a seguir, materiales a utilizar y experiencias posibles de realizar?			
g. ¿Considera que la relación anterior es pertinente (es la que corresponde) para la construcción que se propone?			
h. ¿La descripción de los procedimientos le facilitaron la organización de las experiencias de trabajo con sus alumnos?			
i. ¿Pudo seguir las indicaciones para la puesta en funcionamiento?			
j. ¿Todas las indicaciones para el uso son claras?			

Por favor, fundamente sus respuestas negativas o agregue los comentarios que crea pertinentes (identifique el ítem a que se refiere):

.....

.....

.....

Otro (identifique con la letra que corresponda el ítem sobre el que hace observaciones)

.....

.....

.....





6.2. Técnicas (Por favor, complete tanto si construyó el equipo como si utilizó uno ya construido)

	Sí	No
a. Portabilidad. Puede ser utilizado en el taller, aula, laboratorio.		
b. Modularidad. Puede ser adaptado a diversos usos; para trabajar diversos contenidos curriculares o para realizar diferentes experiencias didácticas; para aprendizaje, demostraciones, análisis, etc.		
c. Reutilización. Posee partes, componentes, bloques o subsistemas que pueden ser desmontados para volver a su estado original, y usados en sí mismos o en forma independiente.		
d. Incrementabilidad. Puede complejizarse agregando piezas o completando el sistema para mejorar su funcionalidad, rendimiento, precisión o calidad.		
e. Aplicabilidad múltiple. Como sistema tecnológico, permite que usted seleccione las variables con las que desea trabajar (algunas de las que maneja el sistema, todas las previstas o agregar otras).		

Si su respuesta es negativa en alguna de ellas, indique por qué, identificando su comentario con la letra correspondiente:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



6.3. Didácticas (Por favor, complete tanto si construyó el equipo como si utilizó uno ya construido)



	Sí	No
a. Congruencia. Tiene relación con los testimonios de realidad incluidos en el módulo de capacitación.		
b. Pertinencia. Los componentes, bloques funcionales y sistemas son adecuados para el trabajo con los contenidos curriculares de la educación técnico-profesional.		
c. Integración. Posibilita el tratamiento asociado de los conocimientos científicos y tecnológicos propuestos en el material.		
d. Escalabilidad. Es posible utilizarlo con proyectos o problemas con diferentes niveles de complejidad.		
e. Complejidad creciente. Las soluciones alcanzadas para una parte del problema, sirven de base para las siguientes o permite que, agregando componentes, sea utilizado como solución a problemas más complejos.		
f. Adaptabilidad. Permite su adaptación a soluciones diversas en torno a las problemáticas planteadas.		



Si su respuesta es negativa en alguna de ellas, indique por qué, identificándola con la letra correspondiente:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## 7. Otras características del material teórico:

¿Cómo calificaría el diseño del módulo escrito (desarrollo de contenidos científicos y tecnológicos, y propuestas de experiencias didácticas)?

	MB <sup>7</sup>	B	R	M
a. Formato gráfico del material (distribución del contenido, márgenes, distribución de texto e imágenes, inserción de gráficos, diseño gráfico global, etc.).				
b. Lenguaje utilizado (claridad, adecuación al destinatario).				
c. Organización (secuencia entre cada parte).				
d. Adecuación al destinatario (evidencia que se toma en cuenta que es un material para ser trabajado en un ámbito escolar).				
e. Pertinencia de los conocimientos científicos con las problemáticas planteadas.				
f. Pertinencia de los conocimientos tecnológicos con las problemáticas planteadas.				
g. Vinculación (pertinencia) del recurso didáctico que propone con las situaciones didácticas planteadas.				
h. Congruencia (vinculación) de los contenidos propuestos con el recurso didáctico.				
i. Aporte metodológico para enriquecer sus estrategias didácticas.				
j. Aporte teórico (en general) para su trabajo docente.				
k. Valor motivador para el trabajo con sus alumnos.				
l. Valor orientador para generar sus propios recursos didácticos.				
m. Concepción innovadora para el trabajo didáctico en la educación técnico-profesional.				

Si marcó la opción “Malo”, le pedimos que nos explique por qué:

.....

.....

.....

<sup>7</sup> Escala= MB: Muy bueno / B: Bueno / R: Regular / M: Malo



## 8. Propuestas o nuevas ideas:

Tanto para los autores de este material, como para el CeNET como institución responsable de su elaboración y distribución, una de las finalidades más importantes es suscitar en los educadores nuevas ideas, aplicaciones o propuestas creativas a partir de la lectura o el trabajo con el módulo.

En función de ello, le solicitamos que nos indique:

Si a partir del módulo (contenido teórico y recurso didáctico) usted, en su calidad de (marque todas las opciones que correspondan):

<b>a.</b> <input type="checkbox"/> docente a cargo de un grupo de alumnos	<b>b.</b> <input type="checkbox"/> directivo
<b>c.</b> <input type="checkbox"/> responsable de la asignatura: .....	<b>d.</b> <input type="checkbox"/> lector del material
<b>e.</b> <input type="checkbox"/> otro (especifique): ..... .....	

ha generado nuevas ideas o propuestas:

Respecto de los contenidos (independientemente del recurso didáctico):

	Sí	No
a. Organización de su asignatura.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Contenidos científicos y tecnológicos (formas de asociarlos, ampliarlos, desarrollarlos, etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Planificación de las experiencias didácticas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Trabajo con resolución de problemas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Otras (Por favor, especifique en qué ámbitos ligados con los contenidos ha generado estas nuevas ideas o propuestas):

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Si su respuesta fue afirmativa le pedimos que la amplíe:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



En relación con el recurso didáctico. Le pedimos que nos relate (libremente) las nuevas ideas o propuestas que el trabajo con este material le ha suscitado:



A series of horizontal dotted lines providing space for writing the response.





Títulos en preparación de la serie “**Recursos didácticos**”.

- Agenda electrónica para personas con disminución visual
- Arquitectura bioclimática
- Auto solar
- Banco de trabajo
- Generador eólico
- Manipulador neumático
- Máquina de vapor
- Matriceria. Moldes y modelos
- Planta de tratamiento de aguas residuales
- Simuladores interconectables basados en lógica digital
- Sismógrafo
- Sistemas SCADA para el control de procesos industriales
- Tren de aterrizaje