UNIDAD VIII

Son autores de esta unidad didáctica:

Dimas Carrera
Juan José Martín Santa Cecilia
Mario García López
Mª. Angeles Matallana Rodríguez

Coordinación pedagógica:

Carmen Candioti López-Pujato

Gráficos:

Juan Raimundo Velasco Romero

I.- INTRODUCCIÓN

I.- INTRODUCCIÓN

PRESENTACIÓN.

Esta unidad didáctica está articulada en torno a uno de los proyectos tecnológicos que, en general, tiene más aceptación entre el profesorado y el alumnado del área de Tecnología: las máquinas de efectos encadenados.

Este tipo de proyecto consiste en elegir o idear una serie de operadores con efectos diferentes y concatenar éstos de tal forma que el efecto del primero sea el mecanismo que accione el segundo, y así sucesivamente hasta llegar al último, el cual no acciona ningún otro.

Esencialmente, es una idea muy sencilla aunque excepcionalmente versátil:

- Permite emplear cualquier tipo de operador (eléctrico, mecánico, mecano-eléctrico).
- Puede complicarse en la medida que se desee.
- Ofrece tantos caminos como la imaginación permita.
- Compendia todas las técnicas de construcción y montaje realizables en una aula-taller.
- Se pone en juego una amplia gama de conceptos.
- En definitiva, permite crear un proyecto adaptado a la mayoría de las necesidades (nivel del grupo, campos de aplicación, complejidad, duración del proyecto, tareas en grupo e individuales). Por todo ello, las máquinas de efectos encadenados son, para los profesores y profesoras de Tecnología, un recurso didáctico de gran utilidad.

Como fundamentación teórica, esta unidad incluye dentro del apartado "Formación Tecnológica", un resumen de los aspectos más relevantes relacionados con los materiales poliméricos, habitualmente reciclados dentro de los proyectos tecnológicos, como puede verse concretamente en la construcción de máquinas de efectos encadenados que se presenta. Así mismo, en el subapartado de "Operadores" se incluyen unos pocos ejemplos de operadores tecnológicos, el último de los cuales (bobina de núcleo móvil), es empleado como un recurso didáctico (explicación mural), dentro del apartado VI, "Con nuestros alumnos y alumnas".

Dentro del campo de la tecnología, se recurre habitualmente al manejo de conceptos básicos de electricidad y magnetismo (como es el caso de la bobina de núcleo móvil). Por esta razón, se ha considerado interesante recordar los aspectos más esenciales relacionados con esta materia, incluyéndolos dentro del apartado III, "Fundamentos Científico-técnicos".

Por último, para contribuir un poco más a la formación integral de un profesor o profesora de Tecnología, se incluye un apartado monográfico del calibre, con el que se espera complementar, en la medida de lo posible, la información disponible hasta ahora acerca de este esencial aparato de medida.

1.- OBJETIVOS.

Esta unidad didáctica tiene como finalidad fundamental que los profesores y profesoras consigan los siguientes objetivos:

1º.- Conocer las posibilidades que ofrece la construcción de máquinas de efectos encadenados dentro de los proyectos tecnológicos.

2º.- Estudiar las posibles interrelaciones entre diferentes operadores para concatenar sus efectos.

3º.- Saber fundamentar y aplicar algunos operadores como el gatillo, la catapulta, el trinquete u otros operadores que se puedan idear o conocer.

4º.- Asumir la importancia de los materiales poliméricos en la sociedad actual conociendo los diferentes aspectos que los rodean. Así mismo, valorar la idea del reciclado y conocer la posibilidad de inculcarla en el ejercicio de la labor docente reutilizando material plástico de desecho (rotuladores y bolígrafos gastados, etc.).

5º.- Saber fundamentar adecuadamente las operaciones que se realicen con un soporte eléctrico, magnético o electromagnético.

6º.- Complementar la formación como docente del área tecnológica mediante el conocimiento de algunas estrategias metodológicas para transmitir los conocimientos dentro del contexto de la tecnología.

7º.- Aplicar el conocimiento y mejorar el manejo de los instrumentos de medida y, concretamente, el de los diferentes calibres.

2.- RESUMEN DE CONTENIDOS.

Esta unidad didáctica está constituida por los siguientes apartados:

I.- INTRODUCCIÓN.

- Presentación.
- Objetivos.
- Resumen de contenidos.

- Conocimientos previos.

II.- FORMACIÓN TECNOLÓGICA.

A. MATERIALES:

MATERIALES POLIMÉRICOS PLÁSTICOS.

B. OPERADORES TECNOLÓGICOS:

- Gatillo.
- Catapulta.
- Trinquete.
- Bobina de núcleo móvil.

III.- FUNDAMENTOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS.

FUNDAMENTOS DE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO.

IV.- MANOS A LA OBRA.

- Propuesta de trabajo:

  Diseñar y construir una máquina de efectos encadenados que contenga un máximo de cinco efectos a partir de uno prefijado.

V.- CON NUESTROS ALUMNOS Y ALUMNAS.

LA TRANSMISIÓN DE CONOCIMIENTOS EN EL ÁREA DE TECNOLOGÍA.

VI.- ENTRE MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS.

EL CALIBRE.

VII.- SOLUCIONES.

Soluciones a las actividades propuestas.

VIII.- GLOSARIO.

IX.- BIBLIOGRAFÍA.

3.- CONOCIMIENTOS PREVIOS.

Se ha pretendido que esta unidad didáctica se autofundamente a todos los niveles, es decir, que las aplicaciones prácticas se encuentren previamente respaldadas por descripciones y gráficos; que los ejercicios propuestos tengan una secuencia de argumentaciones científico-tecnológicas introducidas con anterioridad; y, por último, que cualquier desarrollo teórico parta de lo esencial para poder construir sobre ello.

De cualquier forma, es posible establecer relaciones con unidades didácticas anteriores, aunque, se espera no sea necesario recurrir a ellas para argumentar ningún punto. No obstante, todo conocimiento previo siempre es positivo, contribuyendo a la creación de una visión de conjunto más amplia y creativa.

II.- FORMACIÓN TECNOLÓGICA

II.- FORMACIÓN TECNOLÓGICA.

A.- MATERIALES.

MATERIALES POLIMÉRICOS. PLÁSTICOS.

INTRODUCCIÓN HISTÓRICA.

Durante milenios el hombre ha conocido y hecho uso de materiales plásticos naturales como el asta, el ámbar y el carey. Esto se ha debido principalmente a sus buenas propiedades y a que la única transformación necesaria para hacer uso de ellos, ya sea como herramienta u ornamento, era el conformado mecánico adecuado para obtener la forma del objeto deseado.

Sin embargo, la historia de los plásticos artificiales es relativamente reciente. Se remonta a 1869, fecha en que John Wesley Wyatt, al intentar fabricar bolas de billar de material sintético, descubrió el celuloide. No obstante, los plásticos no tuvieron una gran repercusión sobre la industria hasta que en el año 1907 el Dr. Leo Baekeland patenta el procedimiento de obtención de una resina fabricada a partir de fenol y formaldehído que, en su honor, recibió el nombre de baquelita.

La verdadera naturaleza de los materiales plásticos fue descubierta en 1920 por el alemán Hermann Staudinger (Premio Nobel de Química en 1953) que demostró que estaban constituidos por grandes cadenas formadas por unidades moleculares, denominadas macromoléculas.

Poco tiempo después, entre 1929 y 1937, los estudios llevados a cabo por Wallace Hume Carothers sobre la polimerización dieron un nuevo impulso al conocimiento de los plásticos y su fabricación, se sintetizaron un gran número de ellos, entre los que cabe destacar el primer caucho sintético en 1930 y el nylon en 1937.

A partir de 1937, P. Flory (Premio Nobel en 1974) consigue incluir el estudio de los polímeros como una rama de la ciencia, gracias al establecimiento de sus bases teóricas y argumentaciones científicas.

Como puede verse, entre las dos Guerras Mundiales se produce un gran avance en el conocimiento de los materiales plásticos. Pero es al final de la Segunda Guerra Mundial cuando, con el abaratamiento del petróleo y sus productos derivados, se origina un rapidísimo crecimiento de sus aplicaciones.

Durante las décadas de los cincuenta y sesenta la producción y el consumo de plásticos crece desmesuradamente, siendo el momento de mayor apogeo comercial de este campo. Posteriormente el ritmo de crecimiento de la industria del plástico ya ha sido más moderado.

No obstante, los plásticos se han constituido como un material imprescindible en la sociedad actual. Para comprobarlo basta con observar los objetos de cualquier entorno cotidiano y darse cuenta de que están presentes en la mayoría de los bienes y productos: nuestra vestimenta lleva incorporada un alto porcentaje de fibras plásticas; el acabado estético de multitud de elementos se logra gracias al recubrimiento de materiales plásticos como pinturas y barnices; gran parte del mobiliario es de plástico, o bien está recubierto por láminas de melamina; los envoltorios y embalajes de muchos productos son, o llevan incorporado, material plástico; las carcasas u otras estructuras que no deban soportar cargas o esfuerzos muy elevados, suelen ser enteramente plásticas.

En definitiva, la gran mayoría de los objetos que diariamente encontramos a nuestro alrededor están fabricados entera o parcialmente por componentes de plástico: televisores, carpetas, bolígrafos, mecheros, calculadoras, ordenadores, discos, equipos hi-fi, electrodomésticos, coches, aviones; y así podría hacerse una interminable lista de cosas para las que la tecnología actual recurre al empleo de plásticos.

La gran profusión del empleo de materiales plásticos se debe fundamentalmente a que su precio es muy competitivo, y a que sus propiedades son muy ventajosas respecto a otros materiales a los que sustituyen; incluso, han sido imprescindibles para el desarrollo de algunos procesos técnicos.

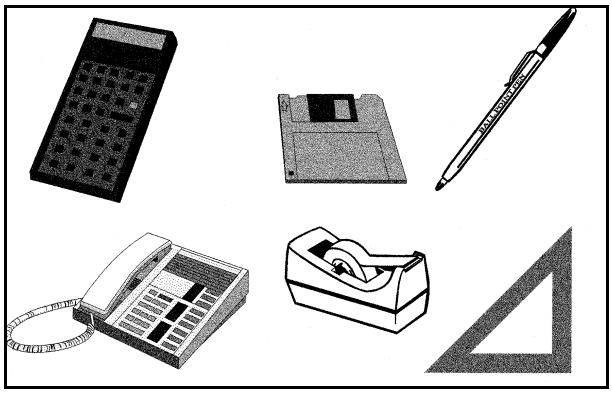


Fig. 1.- Algunos objetos cotidianos fabricados principalmente con plásticos.

Naturaleza de los plásticos.

Los plásticos son materiales orgánicos constituidos por grandes moléculas base carbono en forma de cadenas lineales o ramificadas, denominadas macromoléculas. Éstas se forman por la polimerización de otras moléculas orgánicas más pequeñas, llamadas monómeros. Por esta razón, habitualmente a los materiales plásticos también se los llama polímeros.

Se considera que una macromolécula es aquélla cuyo peso molecular es mayor a 10^3 - 10^4. En cuanto al máximo, las mayores macromoléculas conocidas tienen un peso molecular del orden de 10^8 - 10^9.

Los plásticos pueden ser de origen natural o sintéticos. En función de su origen y de su grado de elaboración se ha venido haciendo una diferencia entre los plásticos y las resinas sintéticas, aunque no hay un criterio muy claro para ello. Una clasificación

denomina resinas sintéticas a los materiales obtenidos a partir de los productos de la hulla y el petróleo, mientras que plásticos son, bien los enteramente naturales, o bien los que se han obtenido a partir de cualquier otra materia prima orgánica, llamados plásticos artificiales. Dentro del marco industrial, la diferenciación entre ambos es de otra naturaleza. Se llama plástico al producto ya elaborado, mientras que resina es el producto sin elaborar.

La denominación de plástico proviene de la propiedad que los caracteriza: la plasticidad, ya sea porque la posea el producto final o bien porque la haya presentado en algún estadio de su elaboración.

Cuando un material se deforma por la acción de una fuerza o de una carga y, al cesar o retirar ésta, el material vuelve, a mayor o menor velocidad, a su forma original, la deformación sufrida es de tipo elástico. Por otro lado, si el material no recupera entera o parcialmente su forma original al cesar el esfuerzo, la deformación que perdura es de tipo plástico. En el primer caso, la deformación producida es proporcional a la carga aplicada; es decir, los materiales elásticos siguen la ley de Hooke. Sin embargo, en los materiales plásticos no existe dicha proporcionalidad, a no ser que el material presente un campo elástico previo al plástico.

Pero no es sólo la plasticidad la propiedad que hace que los plásticos estén tan extendidos en la sociedad; existen otras propiedades igualmente atractivas como son, entre otras, las siguientes:

- Facilidad para ser conformados a bajas temperaturas y bajas presiones, lo que hace que los procesos industriales de fabricación de objetos por moldeo con plásticos se abaraten sensiblemente respecto a aquéllos en los que se emplean otros materiales.

- Fácil maquinabilidad, es decir, se trabaja fácilmente con herramientas que produzcan arranque de material como fresadoras, tornos y limas.

- Alto grado de inalterabilidad ante agentes químicos y elevado grado de resistencia a la corrosión, lo que los hace muy adecuados para revestimientos en industrias químicas, conducciones de fluidos, objetos a la intemperie o en ambientes corrosivos.

- Presentan un bajo peso específico, lo que los hace idóneos para piezas y componentes para la industria del transporte como en aviones, barcos, automóviles o trenes.

- Su conductividad térmica y eléctrica es muy baja por lo que se emplean como aislantes en la mayoría de los componentes o materiales eléctricos y como aislantes térmicos en cámaras frigoríficas o termostáticas, en los muros de las casas, etc.

- Son muy fácilmente coloreables lo que origina, para cualquier aplicación, un acabado muy estético.

Materias primas para la obtención de plásticos.

Los materiales plásticos están constituidos por una resina básica, que es la materia plástica propiamente dicha, y una serie de aditivos naturales o artificiales, cuya misión es mejorar sus propiedades. Estos aditivos pueden ser catalizadores o estabilizadores, cargas, colorantes, plastificantes y lubricantes.

Así pues, considerando tanto la resina como los aditivos, las materias primas empleadas son muy diversas y pueden ser de origen animal, vegetal o mineral: petróleo, hulla, agua, aire, sílice, sal, azufre, leche, madera, paja.

Particularmente, los compuestos a partir de los cuales se obtiene la resina provienen del petróleo, del gas natural y de la hulla.

De las fracciones procedentes del craqueo del petróleo se obtienen, mediante pirólisis, algunas olefinas como etileno, propileno o butadieno. El gas natural contiene etano y propano que, también por pirólisis, producen etileno y propileno. Igualmente, se puede obtener acetileno del gas natural, empleado también para fabricar plásticos.

De la destilación seca de la hulla se obtienen tres fracciones: coque, alquitrán y gas de coquería. Los derivados útiles para la industria del plástico son: etileno que contiene el gas, acetileno obtenido a partir del coque y estireno procedente del benceno que se obtiene, al igual que el fenol, de la destilación del alquitrán.

Aunque son éstas las principales materias primas utilizadas para la obtención de resinas sintéticas, también se utilizan otros recursos, como el reforming de naftas para conseguir benceno y tolueno; o la electrólisis de la sal común, de la que se consigue cloro para la fabricación de plásticos vinílicos; también se emplea celulosa procedente de los linters de algodón o caseína de la leche para obtener galatina, así como otros recursos.

Obtención de polímeros.

Como se comentó con anterioridad, los plásticos están constituidos por grandes moléculas orgánicas, formadas por la unión de muchas moléculas más pequeñas denominadas monómeros. Este proceso de unión se llama polimerización.

Existen tres mecanismos a través de los cuales se puede producir la polimerización: por adición (o simplemente polimerización), por copolimerización y por condensación.

A) Polimerización por adición.

El proceso consiste en la ruptura de dobles o triples enlaces de un solo tipo de monómero, originándose múltiples radicales que se unen entre sí para formar el polímero.
Por ejemplo, partiendo del eteno o etileno se llega al polietileno:

$n\ CH_2 = CH_2 \rightarrow [\![-CH_2 - CH_2 -]\!]_n \rightarrow - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 -... (n)... - CH_2 - CH_2 -$

B) Copolimerización.

El mecanismo es análogo al de polimerización por adición; la diferencia consiste en que en la copolimerización interviene más de un tipo de monómero.

Un caso típico es la copolimerización del cloruro de vinilo con el acetato de vinilo:

$n\ CHCl = CH_2 + m\ CH_3COO - CH = CH_2 \rightarrow ClCH - CH_2 - CH_2OOCH_3 - CH_2 -.....(n+m)$

C) Polimerización por condensación o policondensación.

La policondensación es un proceso de unión de monómeros en el que se obtiene, además del polímero, otros compuestos más sencillos como etanol, cloruro de hidrógeno o, lo más habitual, agua.

En este caso, la unión es entre monómeros polifuncionales, a diferencia de los otros dos en que los monómeros son bifuncionales.

n (monómero A) + n (monómero B) → (polímero C) + n D

Un caso de policondensación es el de la formación del nylon a partir del ácido adípico y la exametilendiamina.

Los polímeros de adición (polimerización y copolimerización) se pueden formar por tres mecanismos:

a) Radical libre:

El radical libre, que es el iniciador de la reacción, puede formarse de forma espontánea, por acción térmica o fotoquímica.

b) Iónica:

El caso más conocido es el de polimerización aniónica, en el que un anión iniciador transfiere un electrón a un monómero que queda como anión - radical. El anión - radical reacciona con otro monómero quedando éste como un bianión, el cual reacciona en cadena con otros monómeros hasta su agotamiento o desactivación de las cadenas por otras sustancias como agua, dióxido de carbono, etc.

c) Coordinativa o Ziegler - Natta:

Para este mecanismo se emplea un catalizador heterogéneo al cual se liga el monómero formando un complejo coordinativo que genera el radical.

Una vez finalizada la reacción el tamaño de la macromolécula está condicionado por el grado de polimerización, que se mide por el cociente entre el peso molecular medio del polímero y el peso molecular del radical del que está formado.

Para concluir el apartado de formación de polímeros, cabe destacar que, dependiendo de la funcionalidad de los monómeros que los originen y del mecanismo de formación que sigan, los polímeros resultantes pueden ser lineales, ramificados, o incluso formar anillos. Esta estructura final del polímero condicionará notablemente sus propiedades.

Tipos de polímeros y clasificación de los plásticos.

Existen diferentes posibilidades de clasificación de los polímeros. Entre las más habituales se pueden encontrar las que siguen.

Atendiendo al mecanismo de polimerización mediante el que se han obtenido, se tienen:

i) Polímeros de adición.

Pueden ser derivados del vinilo: polietileno, polipropileno, poliestireno, cloruro de polivinilo; también derivados del butadieno: polibutadieno, caucho natural, teflón; etc.

ii) Polímeros de condensación.

Éstos incluyen varias familias, como poliamidas, poliésteres, poliuretanos, resinas fenólicas, resinas epoxi, poliéteres, etc. Algunos ejemplos son: nylon, tergal, melamina, baquelita, araldite, etc.

Otra posibilidad es contemplar la similitud química de los productos, obteniéndose un gran número de familias que constituyen la clasificación:

Poliolefínicos, polivinílicos, poliacrílicos, poliésteres, poliéteres, poliuretanos, poliamidas, fenoplastos, aminoplásticos, siliconas, polivinilidénicos, tioplastos, etc.

Además de la similitud, se puede hacer una clasificación según la constitución química. Como la forma de obtención de un polímero condiciona las características químicas de un producto, la clasificación según la constitución incluye la clasificación según el mecanismo de polimerización que se mencionó anteriormente. Por esta razón, no se detallan dentro de esta clasificación. Según este criterio se pueden encontrar cuatro tipos de materias plásticas:

i) Materias plásticas naturales transformadas.

Como por ejemplo los derivados de la celulosa (acetato de celulosa, celuloide, etc.), derivados del caucho (ebonita, pliofilm, etc.), entre otros.

ii) Materias plásticas polimerizadas.

iii) Materias plásticas policondensadas.

iv) Siliconas.

Constituyen un tipo de plásticos en los que el papel del carbono lo desempeñan átomos de silicio. La unión con otras moléculas se realiza a través de átomos de oxígeno.

La clasificación más extendida está relacionada con la estructura macromolecular del polímero, la cual condiciona de forma importante sus propiedades físicas y químicas. Así pues, pueden diferenciarse los siguientes grupos:

i) Polímeros termoendurecibles o termoestables.

Este tipo de polímero, cuando se calienta por primera vez se reblandece, propiedad que se aprovecha industrialmente para moldearlos. Cuando se enfrían, el material experimenta un cambio en sus propiedades físicas y químicas, adquiriendo cierto grado de dureza y rigidez, así como infusibilidad e insolubilidad. Este cambio de propiedades

va unido a la pérdida de la capacidad de reblandecimiento con la temperatura, y se debe a la formación de una estructura macromolecular ramificada tridimensional que impide el movimiento de las cadenas (movimiento microbrowniano). De esta forma, cuando se vuelve a calentar un polímero termoestable, éste no experimenta cambios en sus propiedades físicas, a no ser que se carbonice por exceso de temperatura.

ii) Polímeros termoplásticos.

Su característica principal es que se reblandecen cuando se calientan y al enfriarse recuperan su consistencia original (duros y frágiles). Además, este proceso puede realizarse sucesivas veces con el mismo resultado. Los polímeros termoplásticos tienen una estructura macromolecular de cadenas que pueden estar ramificadas en mayor o menor grado pero, en este caso, las cadenas gozan de cierta movilidad lo que origina estas propiedades características.

iii) Elastómeros o elastoplásticos.

Además de plásticos, los elastómeros pueden considerarse gomas artificiales. Los caracteriza su elasticidad, la cual se debe a la macroestructura molecular que poseen. Ésta consiste en cadenas ramificadas planas unidas entre sí para formar ovillos. Cuanto mayor sea el número de uniones, menor será la elasticidad.

RECUERDA:

El empleo de materiales plásticos ha supuesto un gran avance para la sociedad actual. Las innumerables aplicaciones tecnológicas que presentan se deben principalmente a sus propiedades: facilidad para ser conformados (maquinabilidad y colabilidad), alta resistencia a la corrosión y al ataque por agentes externos, bajo peso específico, baja conductividad térmica y eléctrica, así como una gran variedad de propiedades específicas de cada tipo de plástico.

Los plásticos están constituidos por grandes moléculas orgánicas (macromoléculas) formadas a partir de unidades moleculares más pequeñas (monómeros) mediante un proceso denominado genéricamente polimerización.

Existen diferentes formas de clasificar los polímeros: según su mecanismo de polimerización, constitución química, similitud química, aunque, la más extendida es atendiendo a la estructura macromolecular y a las propiedades que éstas condicionan. De esta forma, se clasifican en polímeros termoplásticos, termoestables y elastoplásticos.

Algunos de los polímeros de empleo más frecuente.

Detallar todos los polímeros que se emplean hoy en día se escapa de las pretensiones de este apartado. Por esta razón, se han recogido los más significativos y se han comentado sin una excesiva profundización. Son, esquemáticamente, los siguientes:

A.- ELASTÓMEROS.

- Caucho natural.
- Caucho regenerado.
- Caucho sintético.

B.- MATERIALES PLÁSTICOS.

1.- TERMOESTABLES.

- Resinas de melamina-formaldehído.
- Resinas de urea-formaldehído.
- Resinas de fenol-formaldehído.
- Poliésteres.
- Poliuretanos.
- Resinas epoxídicas.

2.- TERMOPLÁSTICOS.

a) Derivados de la celulosa.

- Nitrocelulosa.
- Acetato de celulosa.
- Acetoburinato de celulosa.
- Carboximetilcelulosa.
- Etilcelulosa.

b) Derivados del vinilo.

- Polietileno.
- Polipropileno.
- Cloruro de polivinilo.
- Poliacetato de vinilo.
- Polimetacrilato de metilo.

A) ELASTÓMEROS: EL CAUCHO Y SUS DERIVADOS.

El caucho pertenece al grupo de los elastómeros y su principal característica es su elasticidad. Se pueden distinguir tres tipos de caucho:

Caucho natural.

Su constitución química es el resultado de la polimerización del isopreno (2-metil-1,3-butadieno) en isomería cis.

Caucho natural: $[- CH_2 - C(CH_3) = CH - CH_2 -]_n$

El isómero trans se denomina gutapercha y sus propiedades son diferentes a las del isómeros cis, pues no es elástico, si bien sí es extensible.

El caucho se extrae del látex, que es un jugo lechoso procedente de determinados árboles y plantas (la más productiva es la Hevea Brasiliensis). Pocas horas después de su extracción el látex coagula; por esta razón, o bien se separa por precipitación en medio ácido (con ácido fórmico o acético), o bien se estabiliza (con amoníaco) para emplearlo como látex.

Las propiedades del caucho natural no son muy adecuadas para su empleo industrial, ya que carece de la plasticidad adecuada para el moldeo, se oxida al aire, envejece con la luz y la temperatura modifica su textura.

Cuando el caucho reacciona químicamente con el azufre, el polímero rompe sus dobles enlaces y se une mediante átomos de azufre a otras cadenas, lo que mejora notablemente sus propiedades, aumentando su dureza, su resistencia a agentes físicos y químicos, su duración y su resistencia a la tracción.

Este fenómeno fue descubierto en 1839 por Goodyear y redescubierto poco después (1842) por Hancock, el cual le dio el nombre de proceso de vulcanización, que perdura hasta nuestros tiempos. Posteriormente se han descubierto otros agentes vulcanizantes como el cloruro de azufre, polinitrobencenos, peróxido de benzoilo, selenio y telurio, entre otros.

El porcentaje de azufre suele oscilar entre un 5 y un 10%. Cuando se supera el 10% el material se va endureciendo hasta una proporción entre el 25 y el 40%, con la que se obtiene ebonita, material muy duro, resistente y poco elástico.

Caucho regenerado.

Es el que procede el reciclado del caucho de desecho. Su calidad es inferior a la del natural y se obtiene por separación del material insoluble en disolventes orgánicos,

como el benceno, y posterior evaporación de éste, o por tratamiento en solución de sosa cáustica entre otros métodos.

Caucho sintético.

Las dos guerras mundiales fueron las promotoras de la fabricación de caucho sintético. En la primera Alemania, y Estados Unidos en la segunda, se vieron privados del suministro de caucho, lo que obligó a fabricarlo artificialmente.

Los diferentes tipos de caucho sintético se obtienen por polimerización, tanto por adición como por condensación.

Existe gran variedad de cauchos sintéticos y reciben un nombre diferente según el país en que se fabriquen, por ejemplo: en Alemania: Bunas 85, 115, S y N, Perdurens, Vulkollans, Silikon, etc; en Estados Unidos: GR S, A, M e I, Neoprenes, Ameripol SN, Paraplex, Silastic, etc; en la antigua U.R.S.S.: SK, SK-S y A, Sovprene, etc; entre otros ejemplos de más países.

La principal aplicación del caucho es la de la fabricación de neumáticos, aunque existen otra multitud de aplicaciones para este material: correas, cintas transportadoras, juntas, suelas para calzado, cauchutaje de tejidos, etc.

B) MATERIALES PLÁSTICOS.

1.- TERMOESTABLES.

Resinas de melamina-formaldehído.

Pertenecen al grupo de las aminoresinas y son el producto de la policondensación entre la melamina y el formaldehído. Se obtienen en forma de polvo incoloro e inodoro. Su densidad es de 1,5 $g.cm^{-3}$. Comercialmente reciben el nombre de Melopas, Novoplay o Ultrapas.

Se emplean mucho en la fabricación de útiles de cocina, láminas para recubrir superficies y en la fabricación de muebles.

Resinas de urea-formaldehído.

Se obtienen por policondensación de los dos monómeros que le dan el nombre. Al igual que las resinas de melamina-formaldehído, pertenecen al grupo de los aminoplastos. Son incoloras e inodoras, duras y tenaces, y buenos aislantes eléctricos. Su densidad es de 1,5 $g.cm^{-3}$. Reciben los nombres comerciales de Pollopas, Resopal, Cellodal y Resimine.

Se utilizan para fabricar material eléctrico, pantallas transparentes de alumbrado, artículos de cocina, también como adhesivos, colas, lacas, barnices, etc.

Resinas de fenol-formaldehído.

Se consiguen mediante la reacción entre el fenol (ácido fénico) y el formaldehído.

La resina original es un polímero termoplástico denominado Resol (resina A). Es de color miel y es soluble en algunos disolventes como el alcohol y la acetona. Sus principales aplicaciones son como barnices y lacas.

Calentando el Resol por encima de una determinada temperatura, se obtiene Resitol (resina B) que aún conserva sus características termoplásticas. Pero un segundo calentamiento produce su transformación en un material termoestable llamado Resit (resina C). El Resit resiste temperaturas de hasta 300ºC y es un buen aislante eléctrico y térmico, además de resistir el ataque de la mayor parte de los ácidos.

La densidad de las resinas de fenol-formaldehído oscila entre 1,3 y 1,9 gcm^{-3}. Algunos de sus nombres comerciales son Baquelita, Novolaca, Durita y Resiform.

Las aplicaciones de las resinas fenólicas van desde la fabricación de artículos de moldeo (con polvos de moldeo con diversas cargas), como material eléctrico (interruptores, clavijas, carcasas, etc.), hasta barnices, cementos o colas.

Un material parecido al fenol-formaldehído, aunque solidifica más lentamente y es más viscoso fundido, es el fenol furfural. Su ventaja es que se deforma muy poco bajo la acción del calor, por lo que se puede emplear en piezas que necesiten un alto control dimensional.

Poliésteres.

Se obtienen a partir de ácidos saturados, ácidos insaturados y glicoles. Son materiales termoestables de densidad entorno a 1,3 $g.cm^{-3}$. Sus nombres comerciales son: Filón, Lamilux, etc.

Generalmente se emplean reforzados con fibra de vidrio, lo que les otorga una alta resistencia a la tracción.

Se utilizan para hacer recubrimientos; fabricación de tuberías, cascos de embarcaciones, bandejas...; cuando no están reforzados, como barnices y adhesivos; en combinación con otras fibras, para fabricar algunos tejidos como el Tergal.

Poliuretanos.

Dependiendo de la estructura final del polímero que se obtenga, pueden ser termoestables o termoplásticos.

Se emplean para la obtención de determinados productos como correas, cubiertas y membranas; en la industria del calzado; para recubrimientos; como adhesivos.

Sin embargo, el uso más extendido de los poliuretanos se hace en forma de espumas rígidas y flexibles. Las flexibles se emplean para fabricar colchones, cojines, asientos de automóviles, etc. Las espumas rígidas de poliuretano se emplean para fabricar flotadores, embarcaciones, sillas, mesas, etc. Pero su extendido uso se debe a su gran capacidad de aislamiento térmico unido a su bajísima densidad aparente. Así pues, como aislante térmico se emplea en cámaras frigoríficas; en la construcción, para aislar paredes, suelos y techos de edificios; así como otras aplicaciones.

Resinas epoxídicas.

Son polímeros de condensación que generalmente se fabrican con un grado de polimerización bajo en forma de un líquido viscoso el cual, al añadirle un reactivo, completa su polimerización originando un material de excepcional dureza, tenacidad, adherencia y resistencia a la mayoría de los disolventes y agentes químicos.

Las resinas epoxi pueden utilizarse laminadas con refuerzos (tejido sintético, fibras de vidrio o metálicas, etc.), que ofrecen una muy buena relación resistencia-peso. También se emplean como adhesivos, con la gran ventaja de que pueden utilizarse para unir materiales de naturalezas muy diferentes como vidrio, metales, u otros plásticos. Presentan una gran variedad de aplicaciones dentro de la industria eléctrica y también como recubrimientos.

Existen otros polímeros termoestables, aunque ya de menor importancia o con menor cantidad de aplicaciones, tales como las resinas de caseína-formaldehído o de anilina-formaldehído.

2.- TERMOPLÁSTICOS.

a) Derivados de la celulosa.

Nitrocelulosa.

El nitrato de celulosa o nitrocelulosa se obtiene por nitración (con HNO_3) de la celulosa (procedente de los linters de algodón) en presencia de ácido sulfúrico. La nitración debe ser controlada puesto que el exceso de nitrógeno lo hace demasiado inflamable.

La forma más común de emplear la nitrocelulosa es como celuloide, que se obtiene combinando el nitrato de celulosa con alcanfor.

El celuloide es un material muy resistente y fácilmente moldeable, cuyo uso más extendido es para la fabricación de películas fotográficas y cinematográficas.

Acetato de celulosa.

Se obtiene por acetilación de la celulosa con ácido y anhídrido acético en presencia de ácido sulfúrico. Se oxida en presencia de aire caliente, por lo que es necesaria la adición de antioxidantes.

El acetato de celulosa es un material muy transparente, resistente y tenaz. Es menos inflamable que el celuloide, pero es un material higroscópico.

Se emplea en la producción de fibras y, al igual que el celuloide, para fabricar películas. Para esta última aplicación es necesario separar las impurezas metálicas, ya que afectan mucho a la sensibilidad de la emulsión.

Acetoburinato de celulosa.

Es menos denso que el acetato de celulosa e igualmente menos higroscópico; por lo tanto, más adecuado para su empleo en exteriores. Es más compatible con plastificantes no volátiles. Se utiliza en la fabricación de piezas para automóviles.

Carboximetilcelulosa.

Se obtiene por reacción entre el cloroacetato sódico y la celulosa. Tiene usos muy diversos, tales como adhesivo, coloide protector en solución acuosa, como detergente y recubrimiento de papel.

Etilcelulosa.

Se prepara por tratamiento de la celulosa en medio básico (hidróxido sódico) y posterior reacción con cloruro de etilo.

La etilcelulosa es estable frente a diferentes agentes, aunque sí es soluble en algunos disolventes orgánicos.

Posee una densidad más baja que los demás derivados celulósicos (1,14 $g.cm^3$) y su principal característica es que conserva sus propiedades a muy bajas temperaturas. Se emplea en fabricaciones aeronáuticas, revestimientos, rellenos, barnices, lacas y adhesivos.

Existen otros muchos polímeros derivados de la celulosa y con diversas aplicaciones. Tales son: acetoestearato de celulosa (vidrios de seguridad, cajas de baterías); acetoftalato de celulosa (cápsulas de medicamentos); hidroxipropilcelulosa (recubrimientos de alimentos y medicinas, cosméticos, tintas); bencilcelulosa (lacas); etc...

b) Derivados del vinilo.

Polietileno.

El polietileno se obtiene por la polimerización del etileno ($CH_2 = CH_2$). La producción de polietileno puede realizarse por diferentes vías. La primera y más antigua se realiza a altas presiones (1500 atm.) y temperaturas entre 50 y 250 ^{o}C. Otra forma de obtención es a más bajas presiones, en presencia de catalizadores (proceso Ziegler-Natta). Y, por último, también a presiones más moderadas, utilizando otro tipo de catalizadores (procesos Philips y Standard-Oil).

El polietileno es un material de baja densidad (0,93 $g.cm^{-3}$), blando, flexible, de muy buenas propiedades eléctricas, no es atacado ni por ácidos no por bases y es inalterable a la atmósfera.

Sus aplicaciones son diversas: recubrimiento de cables eléctricos, aislamientos de alta tensión, otros recubrimientos de piezas y componentes no eléctricos, envases, cubos, mangos de herramientas y tuberías.

Polipropileno.

Se produce por la polimerización del propileno en presencia de catalizadores (Ziegler-Natta).

Se caracteriza por tener una densidad muy baja (0,9 $g.cm^{-3}$). Presenta más dureza que el polietileno, así como una alta resistencia a la tracción y al impacto. Resiste bien la acción de los disolventes y agentes químicos, pero su mayor defecto es la susceptibilidad para degradarse por oxidación a altas temperaturas.

La combinación de la gran variedad de buenas propiedades que presenta el polipropileno, hace que éste posea una amplia gama de aplicaciones: aislante eléctrico, diversas piezas para automóviles, material sanitario esterilizable, utensilios de cocina, películas, cuerdas, redes, fibras para tejidos.

Cloruro de polivinilo.

El policloruro de vinilo, más conocido como PVC, es el polímero plástico que más éxito tiene desde el punto de vista comercial.

El cloruro de polivinilo se obtiene a partir de acetileno y ácido clorhídrico, en presencia de catalizadores. Es posible obtenerlo de forma que sea un material rígido o bien flexible. En el primer caso, su densidad es del orden de 1,4 $g.cm^{-3}$, mientras que en el segundo, es de 1,2 $g.cm^{-3}$.

Aunque sus propiedades mecánicas no son demasiado buenas, sus propiedades químicas son excepcionales, resistiendo el ataque de la mayoría de los ácidos y bases, así como de una gran variedad de otros productos químicos.

Las aplicaciones del PVC son muy diversas y, en gran parte, ello se debe a que la sustitución de otros materiales por el PVC es muy rentable.

El cloruro de polivinilo rígido se emplea para fabricar tuberías, persianas, paneles para techos y válvulas anticorrosivas. El flexible se emplea para revestimientos de cables eléctricos, fabricación de mangueras y cuero artificial, entre otras aplicaciones.

Poliacetato de vinilo.

Se obtiene por la polimerización del acetato de vinilo en presencia de peróxido de benzoilo. Se emplea mucho como adhesivo de materiales de diferente naturaleza como porcelana, papel o metal. Pero, además, su importancia proviene de que es el punto de partida para la obtención de copolímeros (como el formado con el PVC), o de derivados (como el polialcohol, poliacetal o el poliformal de vinilo); todos ellos con una gran variedad de aplicaciones.

Polimetacrilato de metilo.

Este polímero de metacrilato de metilo basa su importancia en su extraordinaria transparencia, además de sus excelentes propiedades mecánicas. Todo ello, unido a que es tres veces más ligero que el vidrio y mucho más resistente al choque que éste, lo convierte en un sustituto más que idóneo.

Así pues, sus principales aplicaciones son la fabricación de lentes u otros artículos de óptica, acristalados, cristal de relojes y vitrinas.

ACTIVIDAD 1

Recopilar gran cantidad de pequeñas piezas o fragmentos de material plástico. A continuación, investigar de qué tipo de plástico se trata (bibliográficamente, llamando a fábricas, leyendo la composición en etiquetas, etc.). Para concluir, sobre un tablero ligero (por ejemplo de madera contrachapada) fijar los fragmentos o piezas, etiquetando al pie de cada uno su composición.

De esta forma, se consigue un mural muy útil tanto como recurso didáctico en el desarrollo de las clases, como para la formación del docente.

Métodos de conformación de plásticos.

Muchos de los polímeros no necesitan ser conformados debido a que se van a utilizar en forma de adhesivos, barnices, colas, pinturas o lacas; y al ser éstos fluidos más o menos densos, simplemente se envasan.

No es este el caso de los polímeros que se van a emplear en estado sólido para la fabricación de diferentes útiles o piezas. Para ello, se parte de formas semiacabadas (planchas, barras, bloques, etc.) o bien se moldea directamente la resina.

Como ya se comentó, en la elaboración de productos de plástico es frecuente utilizar una serie de aditivos para modificar las propiedades de los polímeros, ya sea durante su conformado o aplicación, ya sea de forma permanente. Estos aditivos pueden ser: endurecedores, estabilizadores, catalizadores, cargas plastificantes, lubricantes, colorantes y disolventes.

Basándose en la termoplasticidad o termoestabilidad del plástico que vaya a ser conformado, se optará por el método de conformación más adecuado. Por ejemplo, aprovechando la propiedad de los polímeros termoplásticos de reblandecerse con la temperatura, el procedimiento más adecuado es el moldeo, recurriéndose en muy pocas ocasiones a otros tipos de conformado, como el mecánico con arranque de material; más propio éste, de materiales termoestables. Sin embargo, los plásticos termoestables también son susceptibles de conformarse por moldeo o colada, ya que no adquieren la estabilidad térmica hasta después de la primera fusión. Tras ésta, se recurre a otras técnicas como el mecanizado, anteriormente mencionado, o al conformado por unión con el empleo de adhesivos o colas apropiadas.

Las técnicas de conformado de plásticos más frecuentes son, de forma resumida, las siguientes:

1.- Conformación por moldeo.

a) Moldeo por compresión.

Se emplea para la fabricación de pequeñas piezas (la presión es el factor limitante) a partir del material, generalmente termoestable, en forma de polvo.

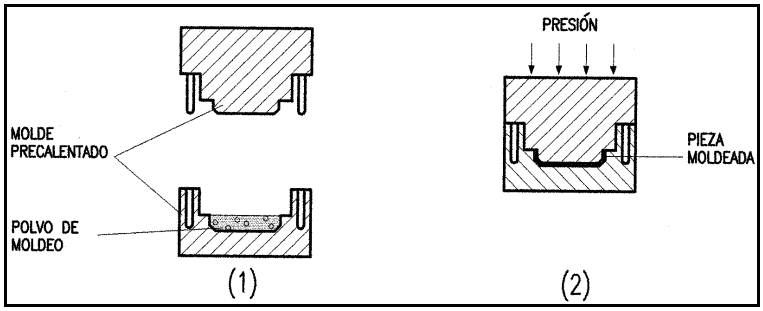


Fig. 2.- Moldeo de una pieza plástica por compresión.

Se lleva a cabo introduciendo el polvo de moldeo en un molde de acero precalentado. El molde macho desciende ejerciendo presión. Bajo la acción de la presión y el calor, al cabo de cierto tiempo, el material se ha endurecido y se puede proceder al desmoldeo.

b) Moldeo por inyección.

Al igual que los siguientes métodos de moldeo, suele emplearse para moldear materiales termoplásticos. Se efectúa reblandeciendo en una primera etapa el material y, posteriormente, mediante una prensa se inyecta el plástico reblandecido en un molde metálico. Cuando el material se enfría, se procede al desmoldeo.

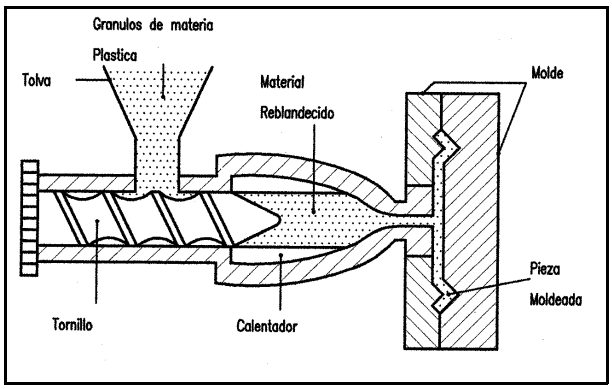


Fig. 3.- Moldeo por inyección de una pieza.

c) Moldeo por extrusión.

Se emplea para obtener productos alargados (como perfiles, barras o tubos). Es una operación sencilla cuya principal ventaja es que se pueden obtener perfiles de geometría complicada. Básicamente, la operación consiste en hacer fluir el material a través de un orificio de una matriz, denominado boquilla.

El proceso suele realizarse en caliente para que el material adquiera la plasticidad adecuada. Un tornillo giratorio o un punzón obliga al material a fluir por el orificio. A la salida es enfriado y cortado con las dimensiones deseadas.

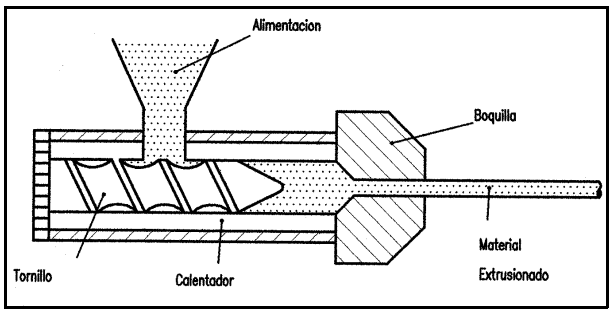


Fig. 4.- Moldeo por extrusión.

d) Otros tipos de moldeo.

Existen otras modalidades de moldeo, aunque ya más específicas. Ejemplo de ello es el **moldeo centrífugo**, en el que se recubre el interior de un molde con material plástico aprovechando la fuerza centrífuga producida al hacerlo girar; o también el **moldeo por inyección de aire a presión**, en el que el material plástico adopta la forma del molde al inyectar en su interior aire a presión; o el **moldeo por transferencia**.

2.- Conformación por colada.

El proceso se realiza de forma análoga al de los metales. Se vierte el plástico fundido en un molde que reproduce la forma del objeto que se quiere obtener. Cuando solidifica, se procede al desmoldeo de la pieza. Se emplean diversos tipos de molde: divididos, flexibles o con núcleo central, entre otros.

Esta forma de conformación se emplea habitualmente con las resinas de fenol-formaldehído.

3.- Conformado mecánico.

a) Sin arranque de material.

Los materiales plásticos susceptibles de ser reblandecidos por la acción del calor, pueden ser conformados por los siguientes métodos:

- Forja.
- Estampación.
- Recalcado.
- Laminado.
- Embutición.
- Doblado.
- Curvado.

b) Con arranque de material.

Se puede aplicar tanto a polímeros termoplásticos como termoestables, aunque preferentemente a estos últimos por presentar más limitaciones que los primeros.

Las técnicas de conformado a las que pueden someterse son las siguientes:

- Fresado.
- Torneado.
- Limado.
- Aserrado.
- Taladrado.
- Punzonado.

4.- Conformado por unión.

Una manera de obtener la forma final de una pieza es uniendo otras piezas que la compongan. Para ello, se pueden emplear varias técnicas como son la **unión mediante adhesivos**, **unión por cohesión** (con calor y presión), o diferentes tipos de **soldadura** (por gas caliente o con útil caliente, por ejemplo).

Consumo de plásticos.

Como ha podido verse a lo largo de las diferentes apartados de este capítulo, la utilización de plásticos hoy en día alcanza una gran gama de aplicaciones y campos de utilización, como en las industrias de construcción, automoción, aeronáuticas, eléctricas, jugueteras, químicas, sanitarias y textiles.

La gran variedad de aplicaciones de materiales plásticos puede llevar a casos tan curiosos como el de un puente construido en el Club de golf de Aberfeldy, en Tayside (Escocia). En este puente de 113 m., fabricado enteramente de composites, los elementos prefabricados, como sus torres (de 17,5 m. de altura) y el tablero, están ensamblados (pegados) con Araldit 2015, de la casa Ciba. Otro caso peculiar es el del volcán inactivo Taco, en Tenerife. En su interior se ha fabricado un depósito de PVC sobre un soporte de poliéster, que se utiliza para almacenar agua.

Parece claro que el consumo de plásticos ocupa un papel fundamental en la sociedad moderna. Para comprobarlo, cabe decir que solamente en España se produjeron 2.080.000 toneladas de plástico en 1990 y que la industria dedicada a su transformación procesó 2.300.000 toneladas.

Un ejemplo muy ilustrativo del consumo de plásticos es el de los automóviles. Como media, un coche contiene más de 1.000 piezas de plástico, lo cual, debido a la baja

densidad de los plásticos, representa gran parte del volumen total del vehículo y un peso aproximado de 100 kilogramos (diez veces más que treinta y cinco años atrás).

Con esta perspectiva, puede parecer preocupante el agotamiento de las materias primas debido al consumo de plásticos. En realidad, y aunque todo contribuye, fijándose en una de las principales materias primas para la obtención de plásticos como es el petróleo, la cantidad destinada a este fin es insignificante respecto a otras aplicaciones: calefacción: 35%; transporte: 29%; energía: 22%; otros: 7%; petroquímica: 7%, de los cuales el 6% se invierte en la producción de plásticos.

Por otro lado, el empleo de plásticos repercute en un ahorro energético. En primer lugar, porque los productos plásticos garantizan una larga duración antes de ser reemplazados. Otro factor de ahorro es que el consumo energético invertido en la obtención de otros materiales a los que los plásticos pueden sustituir, es superior al que produce la obtención del plástico en cuestión. Por último, los plásticos pueden recuperarse por reciclado o bien, obtener energía de sus residuos, como se verá en el próximo apartado.

Residuos plásticos.

Pese a que los productos fabricados con materiales plásticos tienen una gran duración, muchos de ellos, cuando ya han cumplido su función, se convierten en productos de desecho. Vista la gran cantidad de productos de plástico que se emplean hoy en día, cabe hacerse una idea de la cantidad de residuos que generan. Se estima que un 20% del espacio de los vertederos está ocupado por residuos plásticos.

Como consecuencia de este problema, se han diseñado diferentes vías de actuación. La primera de ellas es reducir el origen de los residuos. Para ello, se propone minimizar los envases y embalajes de otros productos, así como comercializar productos de larga duración. La segunda vía de solución es la de recuperación de los residuos.

La recuperación de residuos plásticos puede hacerse de varias maneras:

1.- Reciclado mecánico.

Dependiendo del origen del residuo, éste tiene diferentes tratamientos. Genéricamente, el proceso es el siguiente: recogida, separación selectiva, molido, lavado, centrifugado, secado, mezclado, extrusionado y, por último, tronceado.

El material así obtenido se emplea posteriormente en la fabricación de nuevos productos.

2.- Reciclado energético.

Consiste en recuperar la energía por incineración de los residuos. La importancia de este método se pone de manifiesto simplemente al comparar la producción de energía por combustión de residuos plásticos con otros combustibles. Por ejemplo, respecto al fuel-oil, produce tan sólo un 20% menos.

Aunque esta forma de reciclado pueda parecer una grave agresión medioambiental, estudios de equilibrios ecológicos demuestran que para muchos plásticos, este método es más beneficioso que el reciclado mecánico; incluso países con leyes estrictas sobre contaminación como Suiza, Suecia o Dinamarca, incineran gran parte de sus residuos sólidos urbanos.

3.- Recuperación de los constituyentes iniciales.

Los diferentes procesos de este tipo llevan a la recuperación del propio material plástico o de las materias primas que en principio le dieron origen. Existen diferentes métodos:

- Hidrogenación.

El residuo se trata con hidrógeno a altas presiones y a elevada temperatura en ausencia de oxígeno.

- Pirólisis.

Es una descomposición térmica en ausencia de oxígeno a temperaturas comprendidas entre 400 y 800°C.

- Gasificación.

Se transforma el residuo en monóxido de carbono e hidrógeno por acción de la temperatura en presencia de oxígeno.

- Tratamientos químicos.

Se trata de obtener el monómero original, el cual puede volver polimerizarse y dar lugar al material inicial.

Los procesos químicos que se pueden efectuar son diversos, como la hidrólisis, alcohólisis, glicólisis...

Pese a la existencia de estos métodos de recuperación de residuos plásticos, todavía queda un largo camino por recorrer y es necesaria una mayor concienciación por parte de la Administración, los fabricantes y los consumidores.

Actualmente en España, cada ciudadano produce casi cuarenta kilogramos de residuos plásticos anuales, de los cuales tan sólo un 27% puede llegar a ser reciclado; esto hace que los vertederos cada vez vayan incorporando más cantidad de este tipo de desechos. Así pues, se debe contribuir con una mayor información y haciendo una labor de concienciación para, en un futuro cercano, mejorar notablemente la situación actual.

RECUERDA

Los principales procedimientos de conformado de plásticos son el mecanizado y el moldeo, siendo este último el más generalizado, ya que aprovecha la propiedad de estos materiales de reblandecerse con la temperatura.

Los materiales plásticos provienen de diversas materias primas aunque las principales son el gas natural, la hulla y el petróleo. Tanto desde el punto de vista de ahorro de materias primas como del de generar pocos residuos sólidos, es importante racionalizar el consumo y favorecer la recuperación de residuos plásticos.

Existen tres formas diferentes de recuperar los residuos plásticos: reciclado mecánico, reciclado químico y recuperación de los constituyentes iniciales.

Si tienes la necesidad de comentar algún aspecto referente a los materiales poliméricos, ponte en contacto con la tutoría y serás puntualmente atendido.

B.- OPERADORES.

INTRODUCCIÓN:

Dentro de la construcción de mecanismos (máquinas) y como complemento a la realización de ejercicios propuestos a lo largo de las diferentes unidades didácticas no se podrían olvidar, algunos operadores que han sido a lo largo de la historia de la tecnología y construcción de máquinas y herramientas en general, la base o el puntal en los que se han sostenido muchísimos mecanismos y aún en la actualidad siguen siendo utilizados. Los mecanismos mencionados son: el gatillo, la catapulta y el trinquete.

Si se tuviera que relacionar estos tres operadores en una definición común, podríamos decir que todos ellos son elementos capaces de transmitir un movimiento de manera secuenciada. Aunque cada uno tiene sus propias particularidades bien diferenciadas. Estos operadores junto con algunos otros forman parte de los primeros que consiguen el término automatismos.

A continuación trataremos de definir cada uno de los elementos intentando demostrar su funcionamiento dentro de mecanismos concretos que esperamos sirvan como propuesta sugerente para la construcción de múltiples operadores en el aula y se espera que puedan despertar en los alumnos la capacidad de imaginación llevándoles a descubrir por sí mismos nuevos mecanismos y a entender sus principios de funcionamiento.

Si se parte de que el proceso de aprendizaje de la tecnología propuesto en todas las unidades didácticas nacen a raíz de una necesidad que: o bien surge del propio alumno o bien la incita el profeso, bien se pueden proponer estos operadores como un recurso a utilizar, para lo que el profesor deberá darlos a conocer previamente.

En la actualidad existen muchos mecanismos que están compuestos por la asociación de los tres operadores que nos disponemos a estudiar.

- Taxímetro.
- Contadores de gas.
- Teléfono de disco.
- Telar y en general la mayoría de las máquinas de producción en cadena.

GATILLO.

Este operador como prácticamente todos los conocidos llega al hombre, no como una idea espontánea o fortuita sino, como culminación de un proceso de estudio, investigación a partir de la necesidad de dar solución a un problema planteado con

anterioridad bien sea para crear nuevas máquinas herramientas, o tratando de perfeccionar mecanismos ya construidos.

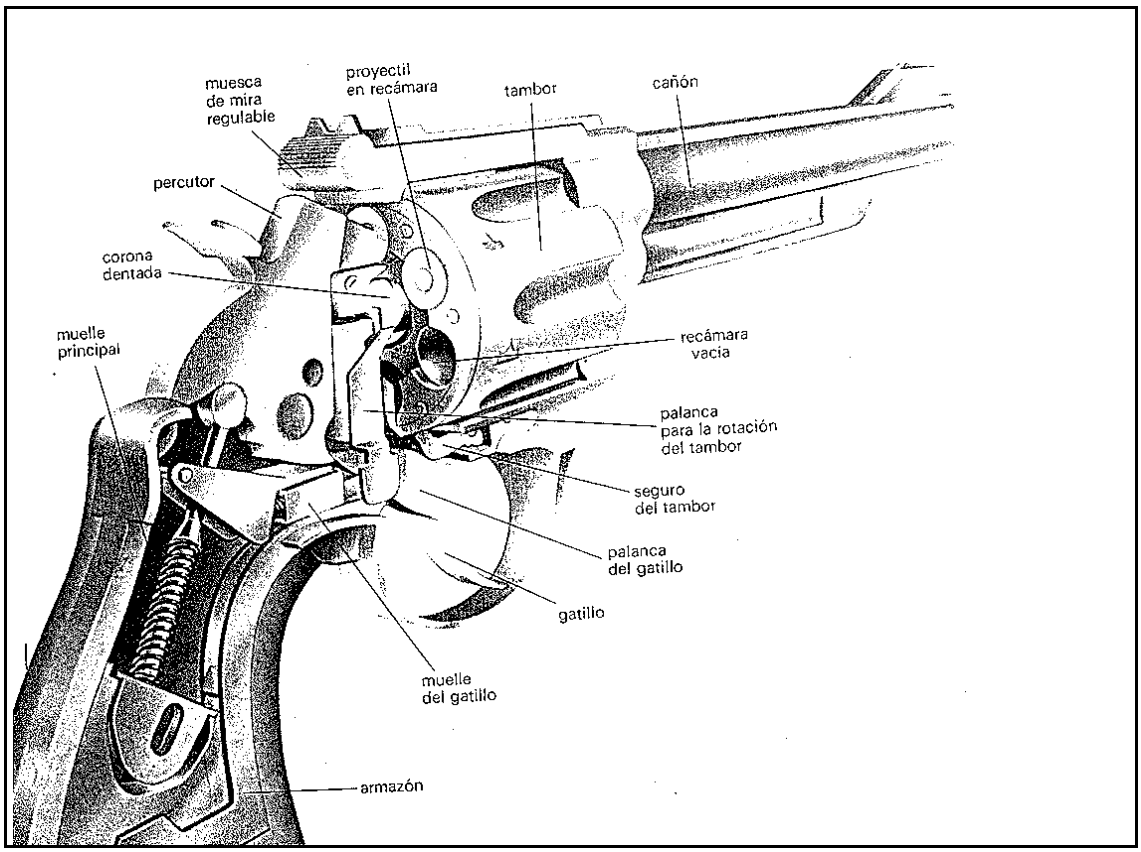


Fig. 5.- Gatillo de una pistola.

El gatillo es pues un dispositivo capaz de liberar una cierta cantidad de energía potencial aplicando una ligera presión sobre el mismo.

Efectivamente, este operador va a intercalarse haciendo de puente transmisor entre un punto que retendrá una fuerza y otro al que será transmitida, en muchos casos, concentrándola en un lugar previamente determinado y calculado, en algunos casos multiplicándola, comportándose en éste como una palanca.

A continuación en la figura 5, se observará cómo se utiliza y cuál es su comportamiento en el sistema más común y conocido, la pistola.

En este caso el gatillo a partir de una ligera presión que se aplica sobre él, va a liberar la energía potencial del muelle que retiene la aguja del percutor para transmitir todo ese potencial hacia la vaina de la bala.

Como puede verse en la figura 5, participa también en la construcción de la pistola, el trinquete que, en este caso, se conoce con el nombre de percutor.

Se puede demostrar a los alumnos, a partir del conocimiento de un operador, como éste puede adaptarse a las necesidades particulares del elemento o máquina que se está construyendo, observando de paso la evolución natural a la que están sometidos la mayoría de los operadores, tanto si son mecánicos como si son eléctricos o electrónicos.

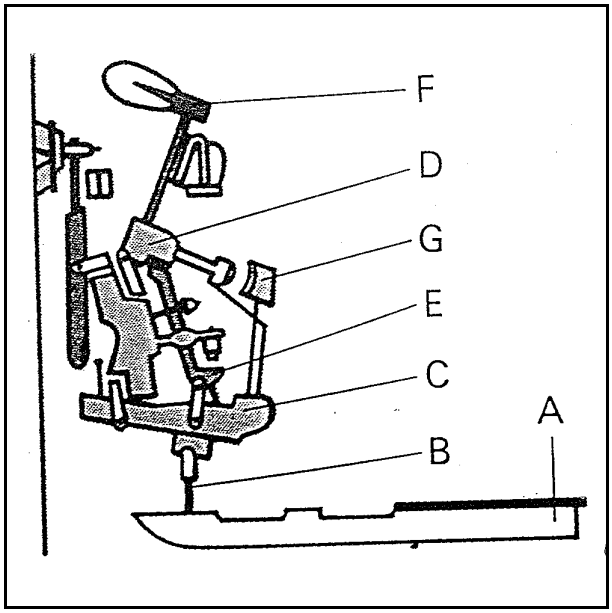


Fig. 6.- Utilización de un gatillo.

En la figura 6, podemos observar la utilización del gatillo para lograr la transmisión de la fuerza aplicada sobre la parte señalada como (A). Cuando aplicamos una fuerza sobre el gatillo (A), el perno (B) actúa sobre la palanca (C) que a su vez moverá un pestillo (D); éste, al moverse sobre el gozne (E) desplazará un martillo (F) hacia una cuerda que bien podría hacer sonar una nota musical.

Un gatillo adaptado a la circunstancia se podría diseñar para liberar la presión de un muelle o amortiguador que una vez liberado impulsase la puerta de una caja musical.

Los operadores mecánicos son elementos que pueden conseguir todo un proceso de trabajo, dado que requieren una adaptación o diseño, algunas adaptaciones o diseños pueden ser:

a) Calcular las dimensiones para adaptarlo al mecanismo en cuestión.
b) Calcular la fuerza que se desea aplicar y la que deberá liberar en el caso del gatillo.
c) Diseñar o dibujar el operador.
d) Dibujarlo antes a escala para realizarlo en el material elegido (patrón).
e) Determinar o elegir el material idóneo para su construcción, madera, metacrilato, metal.
f) Hacerlo encajar (ajustar) en el mecanismo que se está realizando.

Es éste un proceso que implica además, la necesidad de recurrir a los conocimientos adquiridos en otras materias tales como: las matemáticas o la física.

Cumpliendo de esta forma uno de los objetivos generales de la tecnología, la conveniencia de aplicar todo tipo de conocimientos para así comprenderlos mejor aprendiendo a utilizar los por ellos mismos en una aplicación directa dentro de un proceso productivo.

El estudio de los operadores resulta primordial porque permite a nuestros alumnos adquirir nociones básicas e intuitivas sobre la estabilidad y el equilibrio que suelen ser generadas por y desde al experiencia, pero siempre y cuando sean un punto de partida que se afiance conceptual y experimentalmente, gracias a su estudio conseguiremos una familiarización con la base de la construcción maciza y podrán jugar con los principios de acción y reacción entre otros.

Los alumnos, una vez terminados sus proyectos analizarán y comprobarán con mucha facilidad, por ejemplo como en los operadores que estamos estudiando se tranforma unas energías en otras, en efecto, la transformación de las formas de energía es sin duda, la característica más destacada de la misma.

Los proyectos podrán servir para demostrarles como además de presentarse la energía de formas diversas, estas tienen también diferentes calidades**,** explicando que la calidad de una energía viene determinada por el rendimiento alcanzado en la transformación de un tipo de energía en otro diferente pero que en cualquier caso todo proceso de transformación, lleva implícita una pérdida de calidad en mayor o menor grado.

La energía potencial acumulada en una goma elástica en tensión que deberá liberar un trinquete no será aprovechada en su totalidad, puesto que en el proceso de cambio (energía potencial en cinética) se perderá cierta cantidad bajando así la calidad de la primera.

TRINQUETE.

Gracias a este tipo de operadores se consigue que, por ejemplo, una rueda dentada pueda girar en un sentido solamente, ya que el trinquete se interpondrá para evitar el giro en el sentido contrario.

En este caso se ha de regular la tensión de actuación del trinquete con el objeto de que ofrezca únicamente la tensión deseada.

Con este tipo de operadores es conveniente tener cuidado a la hora de colocarlo definitivamente buscando su punto justo al eje del tope para que la separación de éste a la periferia de la rueda sea la adecuada para el caso.

Un ejemplo práctico de actuación sería la utilización de este operador en un sistema de poleas del que frecuentemente se hace uso en la construcción de obras para elevar materiales. Disponiendo el trinquete de forma adecuada podemos evitar realizar un esfuerzo extra de sustentación del peso, conseguimos con ello que sea el trinquete el que realice esta labor sobre el mismo a medida que se elevan los materiales se puede utilizar toda la fuerza para mover la manivela que actúa sobre el sistema de poleas.

El trinquete es utilizado en numerosos aparatos como parte de un sistema de seguridad para evitar que los movimientos de máquinas o herramientas puedan realizar movimientos incontrolados y no esperados por parte del usuario.

El estudio de cualquier mecanismo tecnológico puede surgir, como se ha mencionado en unidades anteriores, de una necesidad; pero no es la única opción de que se dispone para motivar y poner en marcha todo un proceso de estudio e investigación tecnológica. Otra opción válida puede ser, ofrecer a los alumnos operadores, mecanismos, y todo un conjunto de elementos a partir de los cuales se les pide la creación de un aparato o mecanismo con una utilidad bien definida.

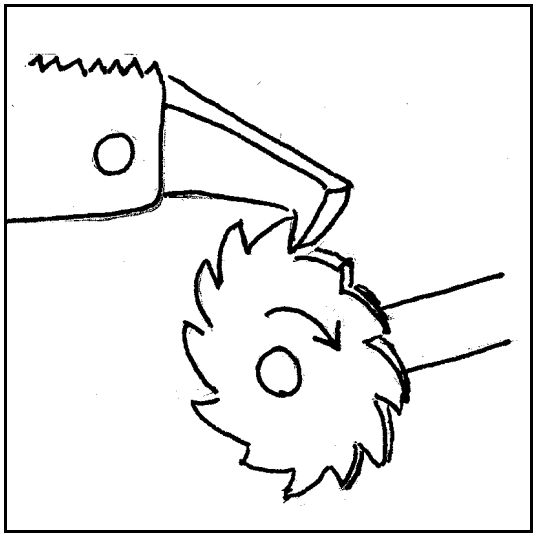


Fig. 7. Trinquete.

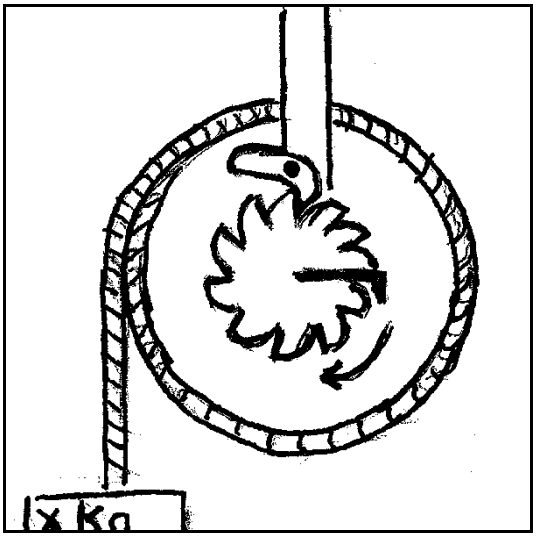


Fig. 8 Polea.

Los elementos de las figuras 7 y 8 podrían ser algunos de los elementos sugerentes que proporcionasen a los alumnos y alumnas la necesidad de completar o perfeccionar un mecanismo de polea simple para que en combinación con los elementos aportados consigan que los pesos soportados por la cuerda no se deslizasen si cesara la fuerza que la sustenta.

El estudio de esquemas de mecanismos construidos pueden servir de apoyo al profesor, profesora para la mejor compresión por parte del alumnado del funcionamiento de cualquier operador.

En ocasiones es muy útil presentar un mecanismo construido antes de cualquier explicación previa para que el grupo realice un estudio científico del mismo pretendiendo que razonen e investiguen hasta sacar una conclusión que posteriormente será analizada por el aula y el profesor analizando los resultados obtenidos.

En la figura 9 podemos analizar el comportamiento del trinquete en lo que perfectamente podría ser un ejercicio que se plantease en el aula.

Como se puede comprobar en este caso el trinquete está dispuesto de tal forma que imposibilita la movilidad en un sentido del sistema pero no en el contrario.

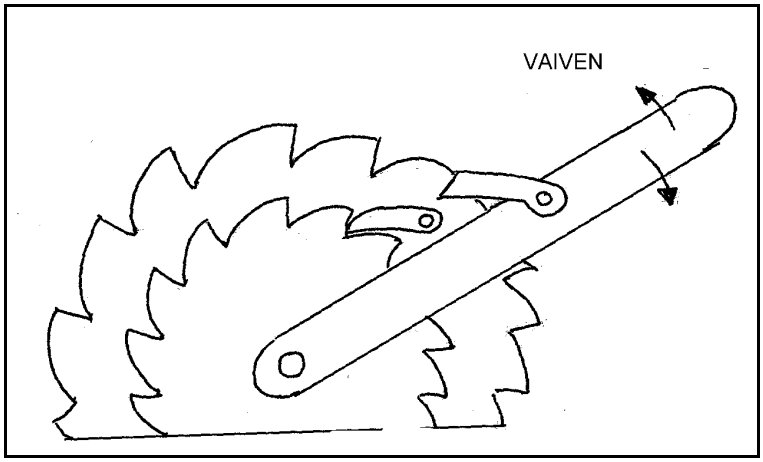


Fig. 9. Ejemplo de un sistema en el que se emplea un trinquete.

CATAPULTA.

Se considera a la catapulta como un operador que sirve para lanzar o bien como mecanismo lanzador que facilita la tarea de despegue de aviones. Lo cierto es que este operador es comúnmente utilizado en infinidad de mecanismos siempre con el objeto de impulsar o lanzar.

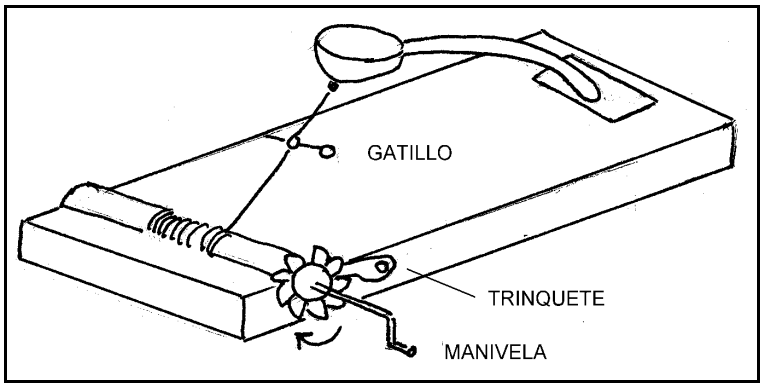


Fig. 10. Catapulta.

Este tipo de operador se suele combinar frecuentemente con el trinquete y o gatillo.

A cualquier alumno se le podría ocurrir diseñar una catapulta para conseguir que en una pista de coches o cualquier otra, los vehículos den un salto en el espacio para incorporarse de nuevo a la pista.

En este caso es muy fácil diseñar una pequeña rampa que tras vencer la resistencia de un resorte, goma elástica, muelle y gracias a la buena disposición de un gatillo y trinquete que liberarán la resistencia del resorte al paso del vehículo impulsándole una fuerza adicional capaz de alzarlo del plano (suelo).

La catapulta más simple estaría compuesta por un árbol o rama del mismo árbol verde de gran flexibilidad, el cual al ser doblado adquiere una energía potencial elástica que servirá perfectamente para lanzar cualquier objeto que apoyemos en su extremo.

ACTIVIDAD 2

Diseña un mecanismo catapulta que sirva para impulsarse en el gimnasio en las actividades de salto.

Procura que en el diseño entren los tres operadores estudiados y envíalo a la tutoría.

RECUERDA

- El trinquete es un garfio que resbala sobre los dientes de una rueda impidiendo que vuelva hacia atrás.
- El gatillo es una pieza donde se apoya el dedo para liberar una fuerza retenida.
- La catapulta es un mecanismo lanzador.

BOBINA DE NÚCLEO MÓVIL.

Se pretende proporcionar información e instrucciones para construir una bobina de núcleo móvil, que desplace dos varillas cuando pase corriente por su devanado. Posteriormente se llevará la propuesta al aula, con el planteamiento didáctico oportuno.

Se realizará un montaje sencillo como el que se indica en la figura 11.

Material necesario:

- Un tubo de plástico o de cartón duro (puede utilizarse un carrete de hilo gastado).
- Hilo de cobre esmaltado.
- Puntas metálicas de 2 ó 3 cm.
- Dos varillas de madera.
- Una pila de 4,5 V.
- Un pulsador. Éste puede ser uno comercial pero es preferible que se utilice alguno que haya sido hecho por algún alumno en proyectos anteriores.
- Un tablero que sirva de soporte para montar el circuito.

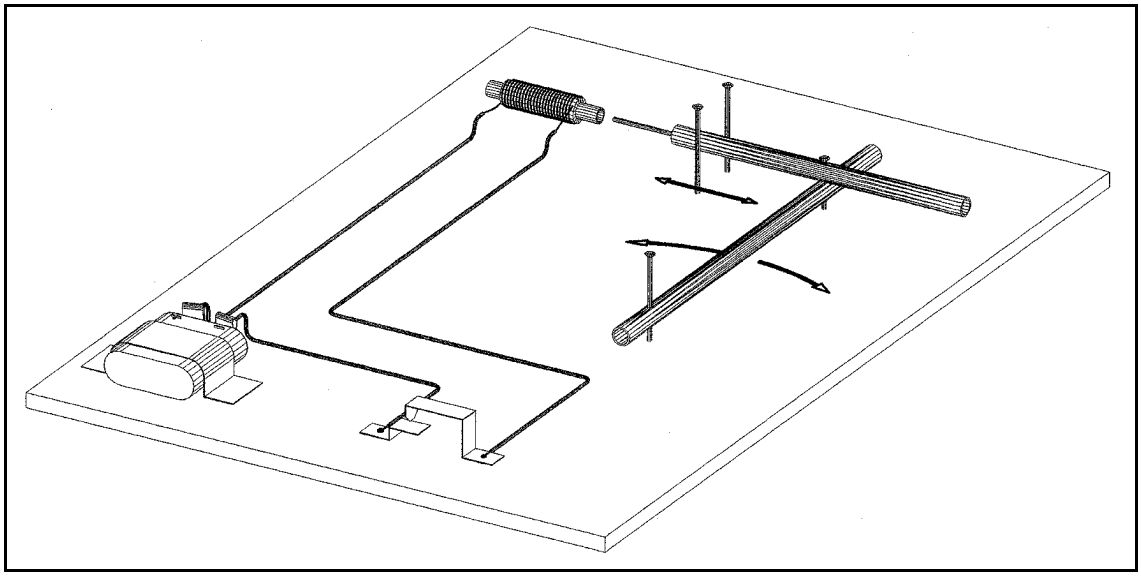


Fig. 11.- Esquema de una bobina de núcleo móvil.

Proceso de montaje.

Pasos:

1.- Construir la bobina. Para ello se precisa enrollar, de forma uniforme y lo suficientemente apretado para que no se deshaga, un hilo de cobre a un tubo. El número de espiras deberá estar comprendido entre 100 y 800.

2.- Conectar la bobina a la pila y al interruptor, como se indica en la figura 11. Recuérdese antes de hacer las conexiones eléctricas que debe eliminarse el barniz (el aislante) de las puntas del hilo de cobre.
3.- Fijar la bobina, el interruptor, la pila y las conexiones al tablero. Un procedimiento rápido es pegarlos con la pistola de cola termofusible.

4.- Coger dos varillas de madera y unirlas con un pasador (una punta), de manera que giren libremente una respecto de la otra, como ocurre en las varillas de un abanico (Fig. 12).

5.-Colocar una punta metálica en el extremo de una de las varillas; dicha punta hará de núcleo de la bobina.

6.-Unir con un clavo el extremo de la otra varilla al tablero, realizando esta unión con la holgura suficiente para que la varilla pueda girar libremente alrededor del clavo.

7.-Colocar las puntas que sirven de guía al núcleo de la bobina, como se aprecia en la figura 11.

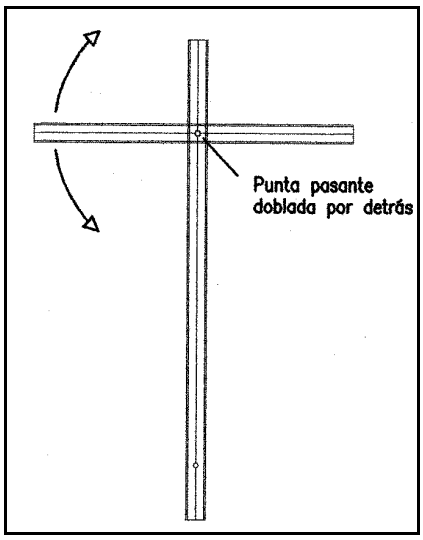


Fig. 12. Unión de las varillas.

Funcionamiento de la bobina.

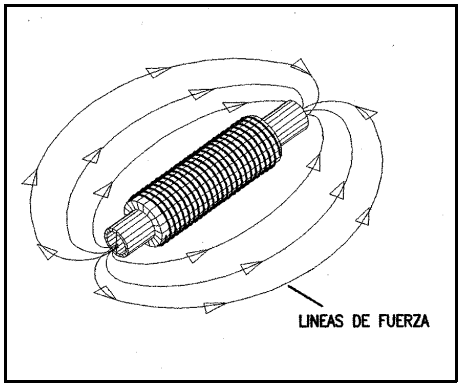


Fig. 13.- Líneas de fuerza generadas por una bobina.

En todo conductor eléctrico, cuando pasa corriente por él, se induce a su alrededor un campo magnético. Si este conductor es enrollado alrededor de un tubo, el campo magnético generado se concentra en su interior, como indican las líneas de fuerza de la figura 13.

Si se coloca un material férrico cerca de la bobina por la que pasa una corriente (puede ser un clavo), las líneas del campo magnético generadas por la bobina, y que fluyen hacia el centro, se concentrarán en el clavo y lo atraerán hacia el centro de la bobina.

Campo eléctrico generado por un campo magnético.

Se ha comprobado que el paso de corriente eléctrica a través de una bobina produce un campo magnético. Para probar si un campo magnético puede inducir un campo eléctrico, se puede proceder a montar un circuito como el de la figura 14.

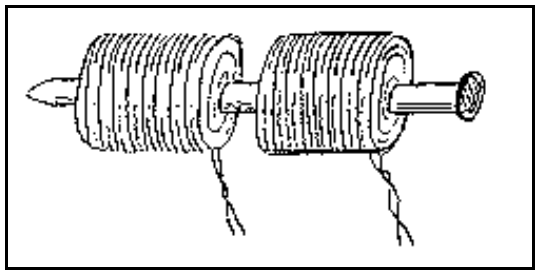


Fig. 14. Transformador.

Material necesario:

- Hilo de cobre esmaltado.
- Una pila de petaca.
- Un motorcillo de 4,5 V.
- Un clavo de 4 ó 5 cm.

Proceso de montaje:

Se enrollan las dos bobinas alrededor de la punta, cada una con 100 espiras, conectando una de ellas al motor y la otra a la pila a través de un pulsador.

RECUERDA

Quitar el esmalte en los extremos del hilo de cobre para poder tener una buena conexión en la pila y en el motor.

Mantener conectada la pila al primer devanado durante el menor tiempo posible. Esto se debe a que la resistencia que ofrece el hilo de cobre es muy pequeña, por lo que la corriente será muy elevada o, lo que es lo mismo, habrá un consumo muy alto.

Funcionamiento:

Cuando pasa corriente por la primera bobina, se induce un campo magnético a través del núcleo en la segunda bobina. La presencia de este campo magnético origina en la segunda bobina una corriente que provoca una tensión entre los extremos de esta segunda bobina.

Conviene recordar que el hilo de cobre está esmaltado, es decir aislado, por lo que la corriente obtenida en la segunda bobina sólo ha podido ser inducida por el campo magnético creado en la primera bobina cuando pasaba corriente por ella.

El montaje anterior en realidad es un transformador. Si se varía la relación de espiras de las bobinas, se puede observar con un voltímetro cómo varía la tensión obtenida en el secundario.

Con lo expuesto anteriormente, se puede intuir fácilmente dos de las aplicaciones más importantes de los transformadores:

1.- Acoplar magnéticamente dos partes del circuito.

2.- Transformar tensiones de entrada.

ACTIVIDAD 3

Montar un electroimán como el de la figura y comprobar cómo atrae a los materiales férricos.

Hacer pruebas con duraciones muy pequeñas de tiempo para evitar descargar la pila.

ACTIVIDAD 4

Indicar posibles aplicaciones de la bobina de núcleo móvil en proyectos tecnológicos.

ACTIVIDAD 5

Explicar el funcionamiento de un timbre.

ACTIVIDAD 6

Medir con el polímetro la resistencia de una bobina, su consumo (intensidad) y razonar si éste es elevado.

Ponte en contacto con la tutoría para comentar los resultados de las actividades, así como para consultar cualquier tipo de duda que se te haya podido plantear.

III.- FUNDAMENTOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS

III.- FUNDAMENTOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS.

FUNDAMENTOS DE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO.

A lo largo de las diferentes unidades didácticas, incluida ésta, se recurre a la descripción o al montaje de diferentes proyectos en los que algunos de sus operadores son eléctricos o magnéticos. Se ha intentado que dichos operadores, como es el caso de la bobina de núcleo móvil en la presente unidad, tengan una entidad propia, estén fundamentados en sí mismos y queden claras sus posibles aplicaciones. Sin embargo, puede quizás echarse en falta un eje articulador entre todos ellos y, posiblemente, éste sea su propia naturaleza, es decir, los fundamentos físicos básicos que rigen los fenómenos eléctricos y magnéticos.

En este apartado no se pretende incluir todos los aspectos relacionados con la electricidad y el magnetismo, sino introducir los conceptos básicos para un mayor acercamiento y comprensión de esta materia por parte del profesorado que se inicia en el área de Tecnología.

Inicialmente, para comprender los fenómenos eléctricos hay que recurrir a la propia naturaleza de la materia.

Todos los sistemas materiales poseen dos propiedades independientes: masa y carga. Mientras que sólo existe un tipo de masa y todos los cuerpos, por el hecho de poseerla, se atraen entre sí; existen dos tipos de carga con propiedades opuestas y que son denominadas arbitrariamente positiva y negativa. Todas las partículas con carga de un mismo tipo se repelen entre sí, mientras que se sienten atraídas por partículas que posean carga contraria.

Para justificar el hecho de que, en condiciones normales, la materia sea neutra y no revele propiedades eléctricas, debemos recurrir a la teoría atómica que señala que la materia no es continua sino que está formada por unidades individuales llamadas átomos, que a su vez están constituidas por partículas menores de las cuales algunas poseen carga. Sin embargo, la cantidad de partículas con carga positiva dentro del átomo es igual al número de partículas cargadas negativamente; de ahí que hablemos de que la materia es neutra.

También es importante reseñar que la carga eléctrica, de cualquier signo, se encuentra cuantizada, lo que significa que su valor en cualquier sistema material siempre será un múltiplo entero de una unidad mínima que es la carga del electrón (en el caso de las de signo negativo) o la carga del protón, numéricamente igual a la anterior, en el caso de la carga positiva.

La fuerza de interacción, antes comentada, que experimentan dos cargas eléctricas puntuales que estén en reposo viene definida mediante la **ley de Coulomb**, según la cual esa fuerza es directamente proporcional al producto de las cargas (**Q** y **q**) e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia (**r**) que las separa. Su expresión matemática es:

$$F = K \frac{Q\ q}{r^2} \qquad (1)$$

donde **K** es una constante que depende del medio en el que estén situadas las cargas y del sistema de unidades de medida en el que se trabaje.

Es importante recalcar que esa fuerza será de atracción si las cargas q_1 y q_2 son de signo contrario, y de repulsión si son del mismo signo. En cualquier caso, la dirección de la fuerza siempre es la de la recta que une las posiciones de ambas cargas.

En el Sistema Internacional de unidades, la distancia entre las cargas viene expresada en metros (**m**), la fuerza de atracción o repulsión en newtons (**N**) y las cargas en culombios (**C**). En este sistema de medida, los valores de las unidades mínimas de carga, electrón y protón, son **- 1,6 x 10^{-19} C** y **+ 1,6 x 10^{-19} C**, respectivamente. En el Sistema Internacional de unidades y cuando el medio es el vacío, la constante **K** tiene un valor de **9 x 10^9 N.m^2/C^2**.

Basándose en experiencias tan sencillas como el hecho de la electrización de los cuerpos por frotamiento, parece claro que todo cuerpo cargado altera el espacio que lo rodea de forma que en ese espacio se ponen de manifiesto fuerzas eléctricas sobre otras partículas cargadas. Dicha perturbación del espacio se explica admitiendo que toda partícula cargada tiene en torno suyo un área de influencia, llamada **campo eléctrico**, de forma que cualquier otra carga situada en esa región experimentará una fuerza eléctrica.

$$E = \frac{F}{q} = K \frac{Q\ q}{r^2\ q} = K \frac{Q}{r^2} \qquad (2)$$

Para poder cuantificar la **intensidad del campo eléctrico** (**E**) creado por una carga puntual (**Q**) en su entorno próximo, se coloca otra carga puntual de prueba (**q**) y se mide la fuerza de interacción experimentada entre ambas aplicando la ley de Coulomb: La dirección de la intensidad del campo es la de la recta que une ambas cargas; y su sentido debe coincidir con el signo de la carga, es decir, se tomará signo positivo cuando la carga que crea el campo también lo sea, y negativo en el caso contrario. Esto es equivalente al convenio que debe seguirse cuando se representa la intensidad de campo mediante un vector: si es una carga positiva la que crea el campo en un punto, el vector debe tener sentido saliente de dicha carga; mientras que si es una carga negativa la que lo origina, el vector intensidad de campo debe tener sentido

entrante hacia esa carga negativa que crea el campo. Basándose en la definición de intensidad de campo eléctrico, sus unidades físicas en el Sistema Internacional serán **N/C**.

ACTIVIDAD 7.

Para comprobar el efecto de la electrización por frotamiento, tómese un bolígrafo de plástico y, tras frotarlo contra un tejido de lana, acérquese poco a poco a pequeños trozos de papel situados sobre una mesa, sin llegar a tocarlos. Se observará cómo éstos son atraídos por el bolígrafo y quedan adheridos a éste.

Teniendo en cuenta lo expuesto hasta ahora, tratar de dar una explicación física al fenómeno que ocurre.

Si se tienen dos cargas cercanas y se dejase libre una de ellas, ésta se pondría en movimiento como consecuencia de la fuerza de interacción eléctrica entre ambas. Este fenómeno implica que, si la carga puede ponerse en movimiento, posee energía cinética; lo que lleva directamente a pensar que la carga poseía una cierta energía al ocupar la posición original dentro del campo eléctrico creado por la otra carga cercana. Esta energía a la que se hace referencia se llama **energía potencial eléctrica**. El comportamiento físico es idéntico al que tendría una masa a una cierta distancia de la superficie de la Tierra: si soltamos esa masa se pondrá en movimiento hacia la superficie debido a la fuerza de atracción gravitatoria existente; la energía que poseía el cuerpo en cuestión, y que le permite caer, se denomina energía potencial gravitatoria.

Para poder definir la energía potencial eléctrica que posee una carga en un punto del campo eléctrico, es necesario establecer en primer lugar un origen de energías, un punto no material donde esa energía sea cero. Por convenio se acepta como origen el infinito, entendiendo éste como un punto lo suficientemente alejado de la carga que altera el espacio para que otra carga situada en ese punto no experimente la acción del campo eléctrico creado por la primera y, por tanto, la fuerza de interacción entre ambas sea nula.

Partiendo de esta premisa, se puede definir la energía potencial eléctrica en un punto de un campo eléctrico como el trabajo realizado al trasladar una carga desde el infinito hasta dicho punto P.

Matemáticamente, aplicando la definición, se obtiene la siguiente expresión:

$$E_P = \int_{\infty}^{P} \overline{F} \cdot d\overline{r} = \int_{\infty}^{P} K \frac{Q\ q}{r^2} \overline{e_r} \cdot d\overline{r} \qquad (3)$$

en la que el producto escalar (**F .** d**r**) es la definición de trabajo físico; $\mathbf{e_r}$ es el vector unitario en la dirección y sentido de la fuerza (**F**) y d**r** es el vector diferencial de desplazamiento realizado por la carga entre el infinito y el punto P. Como el producto escalar $\mathbf{e_r}$ **.** d**r** toma el valor: 1 . dr . cos180^o, de la expresión (3) se obtiene que:

$$E_P = K\ Q\ q \int_{\infty}^{P} - \frac{dr}{r^2} = \frac{K\ Q\ q}{r_P} \qquad (4)$$

donde $\mathbf{r_P}$ representa la distancia de la carga **Q** que crea el campo al punto P considerado.

La energía potencial, en el Sistema Internacional de unidades, se mide en julios (**J**).

En la práctica, la definición física de energía potencial no es más que un concepto abstracto que va a permitir cuantificar posteriormente algo real: la **diferencia de energía potencial** que experimenta una carga al trasladarse entre dos puntos P_1 y P_2 dentro de un campo eléctrico. Esta diferencia de energía se expresa como el trabajo realizado para trasladar la carga entre el punto P_1 y el punto P_2; y será positiva si ese trabajo debe hacerse externamente (trabajo negativo por convenio de signos), y negativa si el trabajo es positivo y lo realiza el campo, es decir, si espontáneamente la carga se traslada desde el punto P_1 al punto P_2.

Cuando más adelante se analicen los fundamentos de la corriente eléctrica, se observará que la causa de que las cargas puedan desplazarse de un punto a otro no va a venir determinada por la diferencia de energía potencial entre dichos puntos, sino por otra magnitud física escalar directamente relacionada con ésta: el **potencial eléctrico**.

Cada punto de un campo eléctrico tiene un valor de potencial (**V**) asociado y que se va a definir como la energía potencial que adquiere una unidad de carga positiva (**q**) cuando se la sitúa en ese punto del campo, o bien como el trabajo que hay que realizar para trasladar la unidad de carga positiva desde el infinito hasta dicho punto. Basándose en la definición de energía potencial, ecuaciones (3 y 4), la expresión del potencial eléctrico en un punto P del campo eléctrico, quedaría:

$$V_P = K \frac{Q}{r_P} \quad (5)$$

En el Sistema Internacional, el potencial eléctrico se mide en **J/C**, unidad que recibe el nombre de voltio (**V**).

Es interesante observar que el potencial en un punto depende de su distancia a la carga creadora del campo (centro de campo); por lo que todos los puntos que estén a la misma distancia del centro del campo tendrán el mismo potencial y formarán lo que se denomina una superficie equipotencial.

Asimismo, el potencial eléctrico tendrá el mismo signo que la carga **Q** que crea el campo, pudiendo ser, al igual que ésta, positivo o negativo.

En la práctica, e igual que ocurría con la energía potencial eléctrica, la magnitud ponderable no va a ser el potencial en un punto, sino la **diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos**, P_1 y P_2, pertenecientes al campo eléctrico. Esta diferencia de potencial se puede definir como el trabajo realizado para trasladar la unidad de carga positiva, **q**, desde un punto al otro. Por tanto:

$$\Delta V = V_{P_2} - V_{P_1} = K\ Q \left(\frac{1}{r_{P_2}} - \frac{1}{r_{P_1}} \right) \quad (6)$$

donde la unidad de medida, en el Sistema internacional, para esta magnitud sigue siendo el voltio.

La diferencia de potencial entre dos puntos dentro de un campo eléctrico puede ser positiva o negativa; lo cual implica que será positiva si el trabajo es negativo y éste se realiza externamente, lo que supone un aumento de la energía potencial entre esos dos puntos. La diferencia de potencial será negativa si el trabajo realizado es positivo, lo que conlleva que la carga se desplace por sí misma desde el punto P_1 al punto P_2, y que la energía potencial de dicha carga disminuya en el desplazamiento entre esos dos puntos.

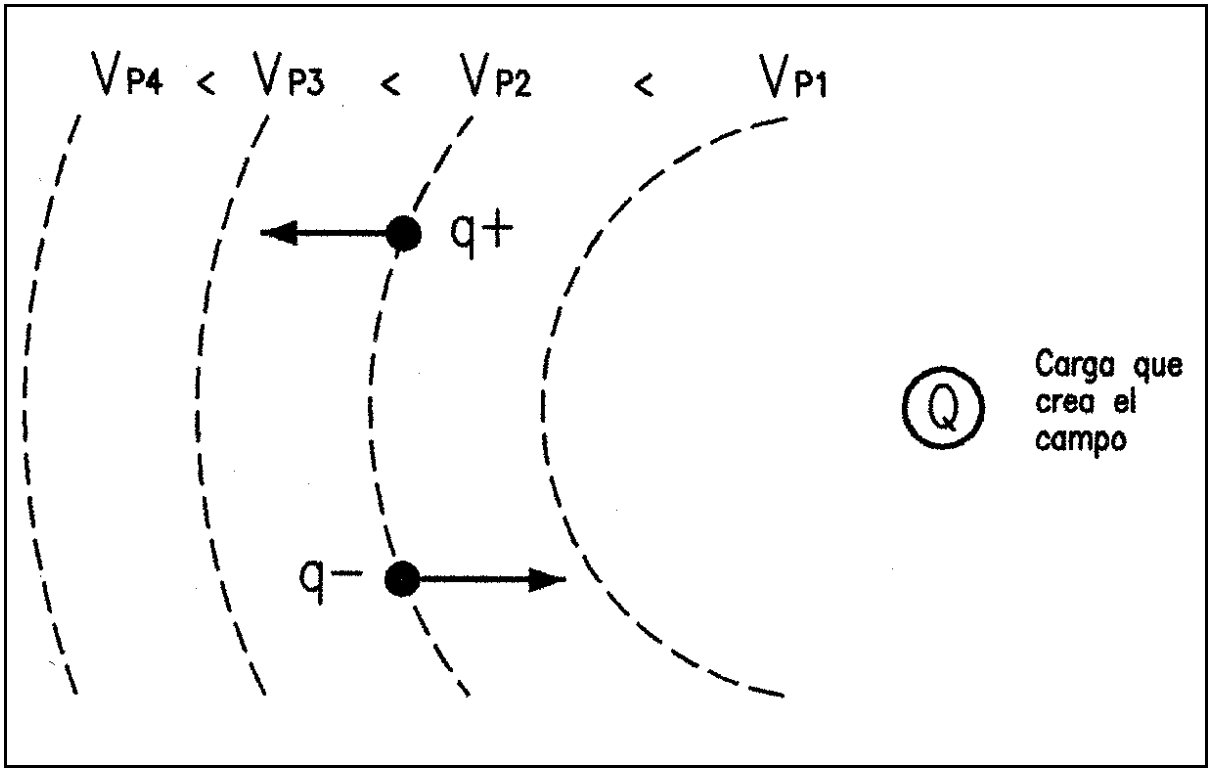


Fig. 15.- Movimiento de cargas entre superficies equipotenciales.

En la Naturaleza, las cargas siempre van a desplazarse espontáneamente en la forma en la que se produzca una disminución de su energía potencial eléctrica. En consecuencia, como puede apreciarse en la figura 15, si la carga es positiva se moverá en el sentido de los potenciales decrecientes; ya que cuanto menor sea el potencial, menor será su energía potencial asociada. Sin embargo, si la carga que se deja en libertad es negativa, tenderá a desplazarse en el sentido de los potenciales crecientes, ya que el signo negativo de dicha carga implica que a

medida que crece el potencial se produce una disminución de su energía potencial.

Resulta interesante observar que, según lo expuesto, entre dos puntos pertenecientes a una misma superficie equipotencial no hay variación de energía potencial. Esto implica que una carga en libertad nunca se pondrá en movimiento en una región del espacio donde los potenciales tengan el mismo valor. Con esto se llega a la condición básica para que pueda producirse corriente eléctrica o movimiento de partículas cargadas: siempre debe mantenerse una diferencia de potencial entre los extremos del conductor.

Durante toda la exposición, se ha supuesto que el campo eléctrico era creado por una única carga; sin embargo, puede ser importante mencionar que si son varias cargas puntuales las que alteran el espacio, la intensidad del campo eléctrico resultante en un

punto se calcula simplemente como la suma vectorial de las contribuciones parciales al campo que realiza cada una de las cargas por separado en dicho punto. Análogamente, se puede calcular el potencial eléctrico en un punto del espacio creado por varias cargas puntuales, sólo que en este último caso se debe tener en cuenta que, al ser el potencial una magnitud escalar, la suma de las contribuciones parciales de potencial que genera cada carga ha de ser algebraica.

Para comprobar la comprensión de los conceptos electrostáticos explicados hasta el momento, se propone a continuación un problema numérico que compendia las magnitudes más relevantes y su tratamiento físico:

ACTIVIDAD 8.

Dos cargas puntuales de $4x10^{-7}$ C y - $3x10^{-7}$ C están separadas una distancia de 20 cm. en el vacío.
Determínese:

a) La fuerza de interacción entre las partículas cargadas.
b) El campo eléctrico creado por ellas en el punto medio (A) de la línea que las une.
c) El potencial en el punto B, situado a 5 cm. de la carga positiva y entre las dos cargas.

Como se ha visto, si dispusiéramos de un conductor metálico y conectáramos dos puntos de dicho conductor que se encuentren a valores distintos de potencial, los electrones del material conductor, al ser partículas cargadas negativamente, se desplazarían de forma espontánea a través de éste en el sentido de los potenciales crecientes. Este movimiento de electrones cesaría en el momento en el que se igualasen los valores de potencial entre ambos puntos del conductor. Lo que se acaba de describir: el movimiento continuo de electrones entre dos puntos a través de un conductor metálico recibe el nombre de **corriente eléctrica continua** (**CC** o **DC**).

Desde el punto de vista tecnológico, interesa que este flujo de electrones o corriente eléctrica no cese, para lo cual es imprescindible mantener una diferencia de potencial constante entre los extremos del conductor metálico. Esto se consigue utilizando unos elementos denominados **generadores de corriente**, como baterías, pilas, fuentes de alimentación, etc.

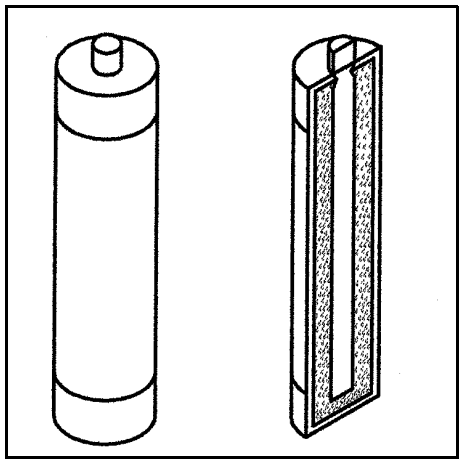


Fig. 16.- Generador de corriente continua.

El caudal de electrones que circula a través de un conductor recibe el nombre de **intensidad de corriente** (**I**), y se define como la cantidad de carga (**Q**) que atraviesa una sección del conductor metálico por unidad de tiempo (**t**).

La expresión de la intensidad de corriente es:

$$I = \frac{Q}{t} \quad (7)$$

En el Sistema Internacional, la intensidad de corriente se mide en culombio/segundo (**C/s**), unidad que recibe el nombre de amperio (**A**).

Llegados a este punto conviene dejar claro que, históricamente, el sentido asignado a la circulación de la corriente eléctrica es el opuesto al movimiento real de los electrones a través del conductor. Esto fue debido al desconocimiento que se tenía sobre la naturaleza de la corriente ya que se atribuía al movimiento de partículas cargadas positivamente en lugar de atribuirlo a electrones. Actualmente se continúa manteniendo este criterio para el sentido de la intensidad de la corriente eléctrica, a pesar de ser físicamente incorrecto.

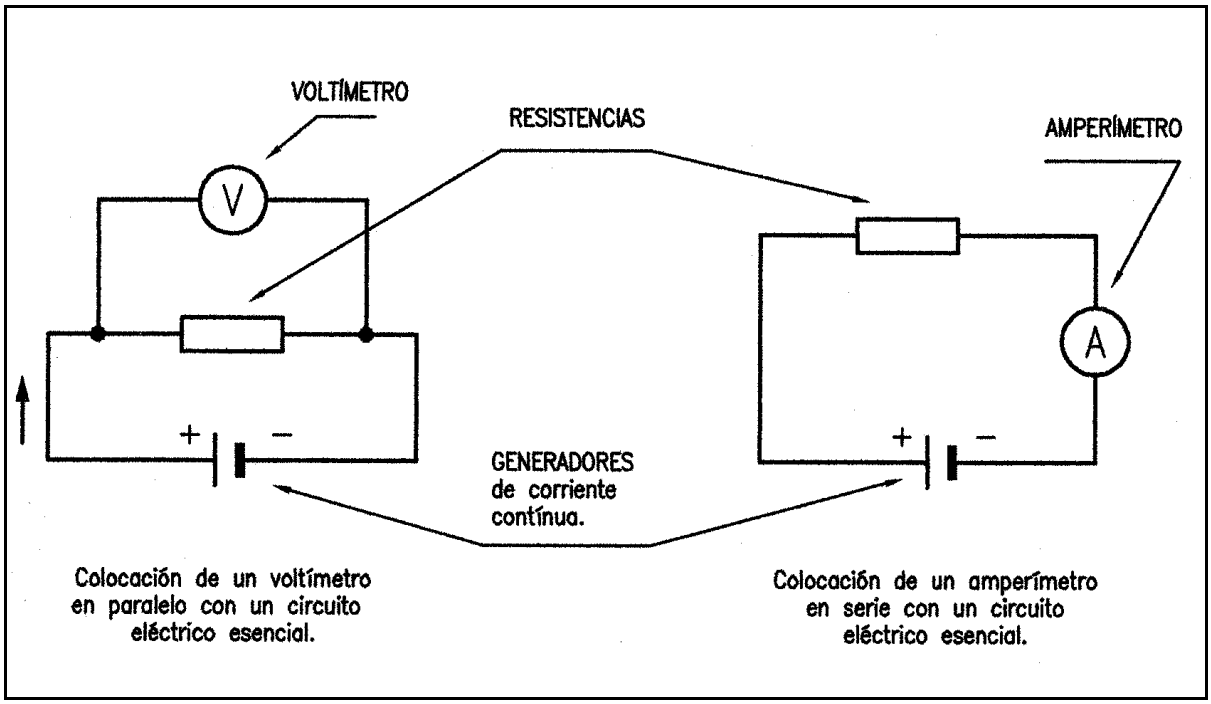


Fig. 17.- Esquema de la colocación de un voltímetro y de un amperímetro en un circuito eléctrico.

Las dos magnitudes implicadas hasta el momento en la corriente eléctrica, diferencia de potencial o tensión e intensidad de corriente, pueden ser cuantificadas mediante dos aparatos de medida: el **voltímetro** y el **amperímetro**. Aunque ambos instrumentos son externamente muy parecidos, el primero mide valores de diferencia de potencial entre dos puntos del conductor, y debe colocarse para ello en paralelo con el circuito. El segundo de ellos cuantifica la intensidad de corriente que atraviesa el circuito, y

debe colocarse en serie para que circule a través del amperímetro toda la intensidad de corriente que recorre el circuito eléctrico y que se pretende medir. Habitualmente ambos aparatos de medida se presentan en uno único, denominado **polímetro**; éste consta de un selector para la elección de la magnitud a cuantificar, varias escalas graduadas y dos terminales para su conexión al circuito eléctrico.

No se puede pasar por alto un hecho importante: los conductores eléctricos son materiales metálicos y todos ellos ofrecen una oposición, que variará según sus propias características, a que los electrones fluyan a través de ellos. Este fenómeno recibe el nombre de **resistencia eléctrica** (**R**). Experimentalmente puede comprobarse que la resistencia que ofrece todo conductor al paso de la corriente es directamente proporcional a su longitud (**l**) e inversamente proporcional a su sección (**s**). Además, depende de una constante característica y diferente para cada tipo de material con el que esté fabricado el conductor; esta constante se denomina **resistividad** (**ρ**) e indica que cuanto mayor sea su valor, más oposición ofrecerá el material al paso de la corriente y, en consecuencia, peor será la calidad como sustancia conductora de dicho material.

Estas comprobaciones experimentales quedan reflejadas en la siguiente expresión:

$$R = \rho \frac{l}{s} \quad (8)$$

La unidad de medida de la resistencia eléctrica en el Sistema Internacional se llama ohmio (**Ω**) (en honor al científico G. S. Ohm); por lo que, para que la ecuación anterior pueda tratarse físicamente como tal, las unidades de la resistividad deben ser ohmio . metro (**Ω . m**).

La existencia de una oposición al paso de la corriente, que depende de las características de cada conductor, fue demostrada empíricamente en 1826 por George Simon Ohm, quien comprobó que la diferencia de potencial existente entre los extremos de un conductor es directamente proporcional a la intensidad de corriente que circula a través de él. El coeficiente de proporcionalidad entre ambas magnitudes es precisamente la resistencia eléctrica del conductor. Esta relación experimental entre estas tres magnitudes implicadas se conoce como **ley de Ohm**, y puede expresarse como:

$$\Delta V = R \cdot I \quad (9)$$

Cuando, como se ha dicho anteriormente, se conecta un generador eléctrico a un circuito, éste, al producir una diferencia de potencial entre los extremos del mismo, está comunicando la energía necesaria que permite el desplazamiento de los electrones a través del conductor. Esta energía que transporta la corriente eléctrica va a ser consumida al intentar vencer las resistencias que opone el circuito al paso de la

corriente. Por tanto, la energía que proporciona el generador o el trabajo eléctrico que realiza el circuito (**W**) va a ser directamente proporcional a la cantidad de carga que lo atraviesa (**Q**) y a la diferencia de potencial existente entre sus bornes o extremos (**ΔV**). Físicamente, se expresa como:

$$W = Q \cdot \Delta V \quad (10)$$

Cuantificar la carga global que recorre un circuito es experimentalmente complejo, mientras que conocer la intensidad de corriente que lo atraviesa es sencillo si se dispone de un amperímetro; así, relacionando ambas magnitudes mediante la definición de intensidad (ecuación 7), y sustituyendo en la ecuación 10, queda:

$$W = I \cdot t \cdot \Delta V \quad (11)$$

Esta será la expresión de la energía que transporta la corriente eléctrica en un determinado intervalo de tiempo t.

Si aplicamos la ley de Ohm (ecuación 9), también se podría expresar el trabajo eléctrico en función de la resistencia total que opone el circuito al paso de la corriente:

$$W = I \cdot t \cdot R \cdot I = I^2 \cdot R \cdot t \quad (12)$$

Normalmente la energía eléctrica que aporta un generador suele venir expresada en función del tiempo que esté proporcionando dicha energía. Por ello, es conveniente introducir el concepto de **potencia eléctrica** (**P**), que se define como el trabajo realizado por el circuito por unidad de tiempo:

$$P = \frac{W}{t} \quad (13)$$

La unidad de medida de la potencia, en el Sistema Internacional, es julio/segundo (**J/s**), unidad que recibe el nombre de vatio (**W**).

Así, sustituyendo en la ecuación 11 o en la 12, se puede expresar la potencia eléctrica en función de magnitudes fácilmente medibles experimentalmente:

$$P = I \cdot \Delta V \qquad ó \qquad P = I^2 \cdot R \quad (14)$$

Una de las situaciones más comunes en las que se utilizan medidas de estas magnitudes eléctricas es en las facturas del consumo de electricidad: En este caso la energía consumida por el usuario viene expresada en kilovatio-hora (**kW . h**); esta forma de medida, producto de las unidades de potencia y tiempo, es por tanto una

unidad de trabajo eléctrico, cuya relación numérica con la unidad correspondiente en el Sistema Internacional, el julio (**J = W . s**), es:

$$1\ kWh <> 1\ kW\ .\ h = 3{,}6\ x\ 10^6\ J$$

Toda la energía eléctrica que transporta la corriente puede transformarse en otras formas de energía, según las necesidades, como por ejemplo en la energía mecánica que permita hacer funcionar un motor eléctrico. Sin embargo, la transformación más usual de la energía eléctrica es en forma de calor: en termos, calentadores, estufas, bombillas, etc.; esto se consigue creando circuitos formados únicamente por generadores y resistencias eléctricas. La causa física de esta transformación energética se denomina **efecto Joule** y se explica admitiendo que la energía eléctrica que proporciona el generador se transforma en energía calorífica debido a los choques entre electrones y entre electrones y átomos del conductor, consecuencia lógica del aumento de la energía cinética que adquieren las partículas cargadas al suministrarles energía. Esta transformación será tanto mayor cuanto mayor sea la resistencia global que presente el circuito. Desde un punto de vista físico, para relacionar cuantitativamente dos formas de una misma magnitud: energía, sólo se precisa un factor numérico:

$$Q\ (en\ calorías) = 0{,}24\ .\ W\ (en\ julios)$$

De esta forma, sustituyendo en las ecuaciones 11 y 12 y basándose lógicamente en el principio de conservación de la energía, se puede calcular el calor desprendido en un circuito eléctrico, como:

$$Q = 0{,}24\ .\ I\ .\ \Delta V\ .\ t = 0{,}24\ .\ I^2\ .\ R\ .\ t \qquad (15)$$

RECUERDA

La naturaleza eléctrica de la materia se manifiesta por las interacciones entre los dos tipos de carga existentes: la positiva y la negativa.

La fuerza de interacción eléctrica entre cargas se mide a través de la **ley de Coulomb** (Ecuación 1).

La región del espacio que se ve perturbada por la acción de cargas eléctricas se denomina **campo eléctrico** y se cuantifica mediante la expresión de la magnitud física **intensidad de campo eléctrico** (Ecuación 2).

Toda partícula cargada que esté dentro de un campo eléctrico tiene siempre una **energía potencial eléctrica** asociada, que se calcula experimentalmente como la **diferencia de energía potencial** que experimenta la carga al trasladarse entre dos puntos del campo.

La magnitud que cuantifica la capacidad de desplazamiento de una carga dentro de un campo eléctrico se denomina **potencial eléctrico**, y está relacionada con la energía potencial que adquiere dicha carga al situarla en cualquier punto del campo (Ecuación 5).

Cuando un conductor metálico se conecta a dos puntos con valores diferentes de potencial, se produce un movimiento de las cargas negativas del conductor (electrones) en el sentido de los potenciales crecientes. Este desplazamiento continuo de los electrones constituye la **corriente eléctrica continua**.

La cantidad de carga que atraviesa un conducto por unidad de tiempo recibe el nombre de **intensidad de corriente** (Ecuación 7).

El sentido de circulación de la corriente eléctrica es el opuesto al movimiento real de los electrones.

La oposición que ofrece el material conductor a la libre circulación de electrones se denomina **resistencia eléctrica** (Ecuación 8).

Existe una proporcionalidad directa entre la diferencia de potencial y la intensidad eléctrica, constituida por el valor de la resistencia eléctrica. Ésta relación empírica se expresa mediante la **ley de Ohm** (Ecuación 9).

Otras magnitudes físicas relacionadas con las anteriores, como el **trabajo** o la **potencia eléctrica**, son fácilmente calculables mediante expresiones sencillas (Ecuaciones 11 a 14).

Hasta el momento se han explicado los conceptos más esenciales que fundamentan la electricidad. Antes de proseguir con el apartado revísalos y, si existe algún tipo de dificultad conceptual o procedimental, ponte en contacto con la tutoría para resolverla.

Hasta este punto han sido expuestos los principios fundamentales de la electrostática y la electrocinética o corriente eléctrica. Se procederá a continuación a describir, desde sus orígenes, los principios básicos de otro tipo de interacciones sin contacto entre cuerpos: el **magnetismo**. Así se llegará más adelante a interrelacionarlos y concluir que ambos fenómenos no son dos aspectos diferentes de una misma propiedad de la materia: la carga eléctrica, y que, por tanto, deben considerarse conjuntamente bajo el nombre general de **interacciones electromagnéticas**.

Las primeras manifestaciones magnéticas se descubrieron en Magnesia (Asia Menor), a partir de la propiedad que presenta un mineral llamado magnetita, de atraer trozos de hierro. Debido a la propiedad mencionada, se consideró este mineral como un imán natural. Existen otras sustancias, como el cobalto, el níquel y el hierro, que también pueden adquirir esta propiedad de una forma artificial, por lo que se les considera como imanes artificiales.

Independientemente del tipo de imán, se puede comprobar que éstos presentan una fuerza de atracción máxima en sus extremos y, entre ambos, una zona neutra en la que no existe atracción. A estas dos zonas de comportamiento diferente se les ha llamado polo norte y polo sur; de tal forma que polos de igual nombre sufren siempre entre sí fuerzas de repulsión, mientras que polos diferentes ejercen mutuamente fuerzas de atracción. Conviene mencionar que no es posible aislar uno solo de los polos o encontrar una partícula que posea un único tipo de magnetismo. Este último hecho marca en sí mismo la primera diferencia notable respecto al comportamiento de las cargas eléctricas, estudiado anteriormente.

Los polos magnéticos han recibido los nombres de norte y sur debido a la orientación que toma un imán cuando interacciona magnéticamente con la Tierra, ya que ésta es un imán natural; así, el polo norte de una brújula señala siempre al norte geográfico, que es donde se encuentra situado el polo sur magnético terrestre. Además, los polos geográficos no coinciden exactamente con los polos magnéticos; lo que hace necesario el uso de factores de corrección para una orientación correcta al usar la brújula.

ACTIVIDAD 9

Tómese un imán en forma de U, y sobre sus polos (los extremos de la U) sitúese una hoja de papel o una lámina similar. Viértanse unas limaduras de hierro sobre la parte de la superficie de la lámina que se encuentra sobre la posición del imán.

¿Qué es lo que ocurre? ¿Por qué?

A continuación, con la ayuda de una brújula determinar cuál es el polo norte y cuál es el polo sur del imán.Según lo expuesto, estamos ante un nuevo tipo de fuerzas a distancia: las fuerzas magnéticas, que se pondrán de manifiesto sólo si en una región del espacio existe un **campo magnético**. Por convenio, este campo magnético tiene siempre la dirección y sentido sur-norte de la brújula y se representa, e incluso puede visualizarse, mediante lo que se denomina líneas de inducción magnética. Las líneas de inducción salen del polo norte del imán y entran por el polo sur, siendo además cerradas.

El primer gran paso en el conocimiento del magnetismo lo dio el científico danés Hans Christian Oersted, en 1819. Observó que una aguja imantada se desviaba al acercarla a un hilo conductor por el que circulaba un corriente eléctrica, y se colocaba perpendicularmente al conductor. Si se aumentaba la intensidad de corriente que atravesaba el hilo, el desplazamiento de la aguja era aún más rápido. Si, posteriormente, se invertía el sentido de la corriente eléctrica, podía comprobarse que también se invertía el sentido en el que se orientaba la aguja imantada. Además, comprobó que si por el hilo conductor no pasaba corriente, la aguja no se desviaba y continuaba orientada al polo norte.

Esto hace suponer que la corriente eléctrica, o lo que es lo mismo, las partículas cargadas en movimiento, son capaces de producir efectos magnéticos y ejercer una fuerza sobre la aguja imantada de una brújula; lo que implica un comportamiento análogo al de un imán.

Experimentalmente se puede predecir y comprobar la dirección y el sentido que marcará la brújula y, como ya se ha dicho, conocer la dirección y sentido del campo magnético creado al acercarlo al hilo conductor rectilíneo por el que circula la corriente eléctrica. Para ello se utiliza lo que se llama "regla de la mano derecha": se sitúa la mano derecha extendiendo los dedos paralelamente al conductor y de forma que

apunten en el mismo sentido que la intensidad de corriente. El dedo pulgar extendido perpendicularmente a los otros nos indicará la dirección y sentido del campo magnético que marcará la brújula.

Los descubrimientos de Oersted marcaron un punto de partida, a partir del cual, se desarrolló un gran interés científico por estudiar las relaciones existentes entre las corrientes eléctricas y los fenómenos magnéticos. El gran adelanto logrado suponía que era posible crear campos magnéticos sin depender de la única materia prima hasta ese momento: el mineral magnetita.

Los científicos franceses Jean Baptiste Biot y Félix Savart realizaron medidas experimentales con el fin de cuantificar el campo magnético producido por una carga móvil y un hilo conductor rectilíneo e indefinido por el que circule corriente.

En el caso de una carga móvil, el resultado fue que el campo magnético (**B**) en un punto del espacio es directamente proporcional a la cantidad de carga eléctrica de la partícula (**q**) y a la velocidad con que se mueve dicha partícula (**v**); además, como en el caso del campo eléctrico, es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia (**r**) entre la partícula cargada y el punto considerado. Sin embargo, y ésta es una diferencia muy importante con el campo eléctrico desde un punto de vista físico, el campo magnético también depende del ángulo (**α**) formado entre la velocidad (tratada vectorialmente) y la distancia entre la carga y el punto del campo (cuya dirección es la de la recta que los une y cuyo sentido está siempre dirigido hacia el punto considerado del campo magnético). Así, la expresión conocida como **ley de Biot y Savart**, queda:

$$B = K' \frac{q\ v}{r^2}\ sen\alpha \qquad (16)$$

donde **K'** es una constante de proporcionalidad que depende del medio y del sistema de unidades elegido.

En el Sistema Internacional, la unidad de medida de la intensidad del campo magnético se llama tesla (**T**); de esta forma, en el mismo sistema de unidades y en el vacío, el valor de **K'** es $\mathbf{10^{-7}}$ **T.m/A**.

Biot y Savart también obtuvieron experimentalmente la relación que permite cuantificar la intensidad del campo magnético en un punto producido por un conductor rectilíneo. Éste es directamente proporcional a la intensidad de corriente (**I**) que circula por el conductor, e inversamente proporcional a la distancia (**r**) entre el punto del espacio considerado y el conductor.

Esta relación puede expresarse como:

$$B = 2\ K' \frac{I}{r} \qquad (17)$$

De una forma práctica, para conocer la dirección y sentido de las líneas de inducción del campo magnético en este caso, se emplea otra "regla de la mano derecha": si se cogiera el hilo conductor con la mano derecha de forma que el dedo pulgar señalase en el sentido de la corriente eléctrica, el resto de los dedos que rodean al conductor indicarían el sentido de las líneas de campo.

ACTIVIDAD 10

Tómese un hilo conductor bastante rígido y atraviésese con él una lámina, cartulina o similar. Conéctense los extremos del conductor a una pila y estírese el cable para que la parte que atraviesa a la lámina sea rectilínea. Seguidamente, viértanse sobre la lámina limaduras de hierro en torno al conductor.

¿Qué distribución toman las partículas de hierro? ¿Por qué?

Con la ayuda de una brújula, determinar el sentido del campo creado por el conductor.

En el caso de que el conductor no sea rectilíneo sino una bobina plana o conjunto de espiras circulares de aproximadamente el mismo radio, la ley de Biot y Savart se expresa de la siguiente forma:

$$B = 2\ \pi\ K' \frac{N\ I}{R} \qquad (18)$$

donde **B** es el campo magnético creado por la bobina, **N** es el número de espiras del que consta la bobina, **I** es la intensidad de corriente que circula por el conductor y **R** es el radio de cada una de las espiras de la bobina.

Para comprobar la forma del campo magnético que genera una bobina y familiarizarse con el cálculo de la magnitud del campo, se propone la siguiente actividad:

ACTIVIDAD 11

Construir con la ayuda de una lámina rígida, un hilo conductor y una pila, una bobina como la que se esquematiza en la figura 18. Es decir, ocho espiras circulares de radio arbitrario (unos dos centímetros), conectadas a una pila. Análogamente a las actividades anteriores, viértanse limaduras de hierro sobre la lámina.

Analícese el paralelismo de las líneas de campo con las que genera un imán plano. Con la ayuda de una brújula, determínese la dirección de las líneas de campo y la situación del polo norte y sur.

Si se dispone de un amperímetro para medir la intensidad de corriente, calcular la intensidad del campo magnético con ayuda de la ecuación de Biot y Savart.

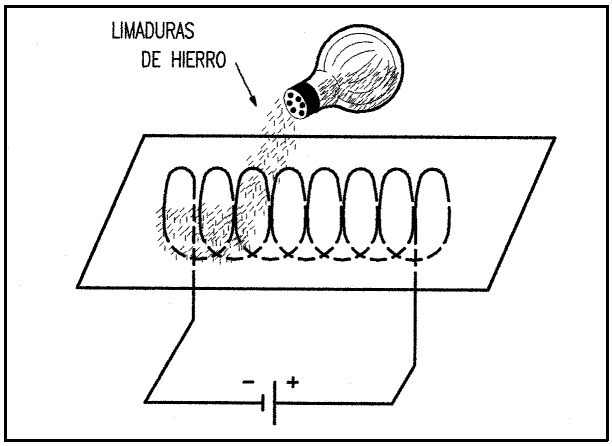


Fig. 18. Esquema del montaje de la actividad 11.

En 1832 Michael Faraday y Joseph Henry descubrieron, simultánea pero independientemente, el efecto opuesto al descubierto por Oersted: la variación de un campo magnético es capaz de producir una corriente eléctrica en un circuito próximo a un imán.

Por su interés tecnológico, se describirán a continuación estas experiencias: Faraday colocó un imán cerca de una espira circular por la que no circulaba corriente unida a un galvanómetro (amperímetro de gran sensibilidad), y observó que al acercar el polo norte del imán a la espira, la aguja del galvanómetro se desviaba indicando el paso de una corriente. Si se acercaba el imán con mayor velocidad, la desviación de la aguja era mayor. Si en lugar de acercar el polo norte del imán a la espira, se alejaba, se podía observar que la aguja del galvanómetro se movía en sentido contrario, indicando que había cambiado el sentido de la corriente en la espira. Si lo que se acercaba o alejaba de la espira era el polo sur del imán ocurría lo mismo, sólo que la aguja del galvanómetro se movía en sentido contrario hacia el que lo hacía con el polo norte del imán. Asimismo, pueden obtenerse los mismos resultados si es la espira la que se acerca o aleja del imán. En cualquier caso, en el

momento en el que cesa el movimiento relativo entre la espira y el imán, cesa la corriente en la espira y la aguja del galvanómetro vuelve al cero.

Si en lugar de una espira se utiliza una bobina unida a un galvanómetro, los resultados experimentales son idénticos.

Faraday repitió los mismos experimentos pero utilizando un electroimán o bobina con generador de corriente en lugar de un imán natural, y obtuvo exactamente los mismos resultados abriendo o cerrando el circuito del electroimán o variando su intensidad de corriente mediante un reostato.

Henry en su experimento situó un conductor rectilíneo entre los polos norte y sur de dos imanes. El conductor, unido en sus extremos para formar un circuito en el que se coloca un galvanómetro, se dispone paralelamente a los imanes y se mueve de forma perpendicular al campo magnético en un sentido. Observó la aparición de una corriente eléctrica en el conductor, marcada por la aguja del amperímetro. También comprobó que si el conductor se movía en el sentido contrario al anterior, la aguja del galvanómetro indicaba un cambio en el sentido de la corriente eléctrica que aparecía en el conductor.

A las corrientes eléctricas producidas de este modo se las denominó **corrientes inducidas**. La explicación física a las experiencias de Faraday se basa en que, al acercar o alejar el imán respecto de la espira, se produce una variación en el número de líneas de inducción magnética del imán que penetra en el interior de la espira, aumentando o disminuyendo respectivamente. El número de líneas de inducción que atraviesa una superficie es un concepto físico que recibe el nombre de flujo magnético (ϕ). Se expresa como:

$$\phi = B \cdot S \qquad (19)$$

donde **B** es la intensidad del campo magnético y **S** es el área de la espira. En unidades del Sistema Internacional, el flujo magnético se mide en webers (**Wb**).

Por tanto, parece claro que es la variación del flujo magnético que atraviesa un circuito cerrado el que provoca en éste la aparición de una corriente inducida. Según la última definición dada, se puede provocar una variación de flujo magnético de tres maneras: aumentando o disminuyendo la intensidad del campo magnético, variando el área del circuito, o bien cambiando la posición relativa entre el campo magnético y el circuito. Queda comprobado también que toda corriente inducida es instantánea y sólo dura mientras lo haga la variación de flujo.

En 1834, el físico alemán H. Lenz formuló la ley que lleva su nombre y que permite justificar el sentido en el que circulan las corrientes inducidas: oponiéndose siempre a la variación de flujo producido; o lo que lo mismo, oponiéndose a la causa que ha originado dicha corriente.

Así, en el experimento de la espira de Faraday, al acercar el polo norte del imán, se inducía en ésta una corriente debido al aumento del flujo magnético experimentado. La corriente en la espira tiende a oponerse a ese aumento, y se producirá en el sentido en que pueda repeler al polo norte del imán; es decir, en sentido antihorario, comportándose como otro polo norte. Nemotécnicamente, el comportamiento magnético de una corriente eléctrica puede conocerse, como se aprecia en la figura 19.

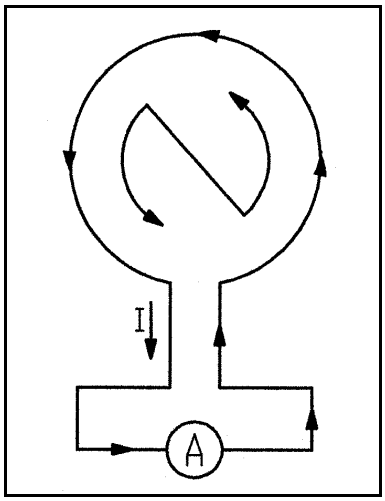


Fig. 19. Sentido de la corriente al actuar como un polo norte magnético.

En cambio, cuando se aleja el polo norte del imán de la espira, la disminución de flujo ocasionada en ésta produce una corriente que tiende a oponerse a esa disminución trayendo al polo norte del imán. Por ello, la corriente inducida tiene sentido horario y actúa como un polo sur magnético, según puede verse en la figura 20.

Físicamente, todas las conclusiones expuestas se resumen en lo que se conoce como la **ley de Faraday-Lenz**, cuya expresión es:

$$\epsilon = - N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \qquad (20)$$

donde **ε** es la fuerza electromotriz (fem) o tensión inducida que producirá la intensidad de corriente inducida (calculable a partir de la ley de Ohm, ecuación 9); **N** es el número de espiras de la bobina sobre la que se induce la corriente; **Δϕ / Δt** representa la variación de flujo producida en un intervalo de tiempo; el signo negativo se refiere al sentido de la corriente inducida.

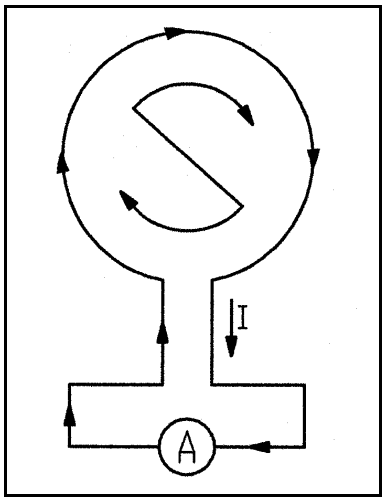


Fig. 20. Sentido de la corriente al actuar como un polo sur magnético.

La fem inducida, al igual que la tensión, se mide en voltios (**V**) en el Sistema Internacional de unidades.

Sin lugar a dudas, la aplicación tecnológica más importante de los fenómenos de inducción electromagnética consiste en la obtención a escala industrial de la corriente eléctrica.

Los generadores industriales de corriente emplean alternadores, formados básicamente por bobinas de espiras que se hacen girar entre los polos de un imán.

De acuerdo con los experimentos de Faraday, sólo aparecerá corriente inducida en las bobinas si éstas giran dentro del campo magnético ya que, como se ha dicho anteriormente, al producirse el giro de las bobinas cambia el flujo a través de ellas (debido al cambio de orientación entre la posición de la bobina y el campo magnético), lo que da lugar a la aparición de corriente eléctrica.

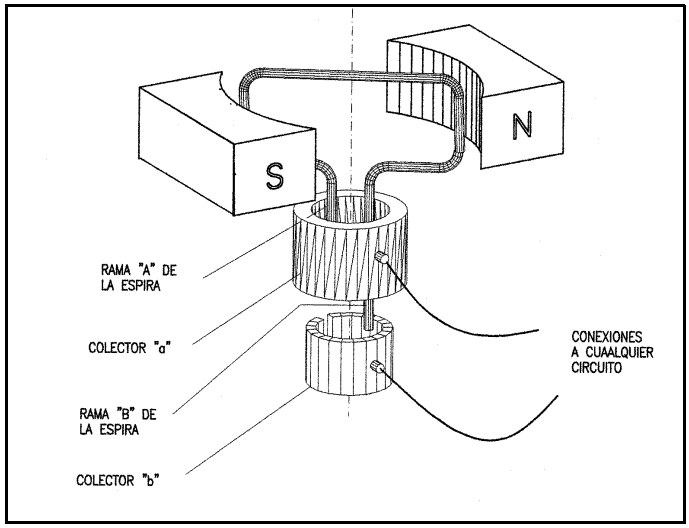


Fig. 21. Esquema de un alternador.

Conviene señalar que la corriente inducida que se obtiene cambia de sentido durante el giro de las bobinas, comportándose matemáticamente como una función periódica; por lo que se trata de generación de corriente eléctrica alterna (**AC**).

Cualquier central eléctrica funciona en sobre la base de estos principios: si por ejemplo es hidroeléctrica, el agua almacenada cae sobre una turbina que adquirirá un movimiento de rotación que, al transmitirlo al alternador, permitirá la rotación de sus bobinas; en el caso de una central térmica, el proceso es idéntico salvo que el movimiento que la turbina transmite al alternador se produce gracias al vapor de agua obtenido al calentar ésta utilizando un combustible o mediante un proceso nuclear.

Basándose en los mismos principios físicos, es posible no sólo producir corriente alterna, como se ha comentado, mediante un alternador. También se puede generar corriente continua, siempre del mismo sentido aunque de intensidad variable, a través de una dinamo.

En la práctica, la única diferencia entre un alternador y una dinamo estriba en las conexiones de los terminales de la espira que gira. Como se puede apreciar gráficamente en la figura 21, en el primer caso una rama de la espira (A) está siempre en contacto con uno de los colectores (a), mientras que la otra rama (B) siempre está en contacto con el otro colector (b). Se consigue así que en el circuito exterior la corriente cambie de sentido a medida que la espira vaya girando. En el caso de una dinamo no varía el sentido de la corriente en el circuito exterior. Para ello se emplea

un único colector dividido por la mitad de forma que cada una de las dos ramas de la espira esté, al girar ésta, alternativamente en contacto con una u otra mitad del colector (figura 22).

Pese a la trascendencia física que supusieron los descubrimientos de Faraday y Henry, fue el científico A. M. Ampère quien sentó los fundamentos del electromagnetismo y estableció que los fenómenos magnéticos eran en esencia también fenómenos eléctricos; dejando planteada la cuestión de cuál era el auténtico origen del magnetismo y cuál la relación que asociaba a ambos tipos de fenómenos.

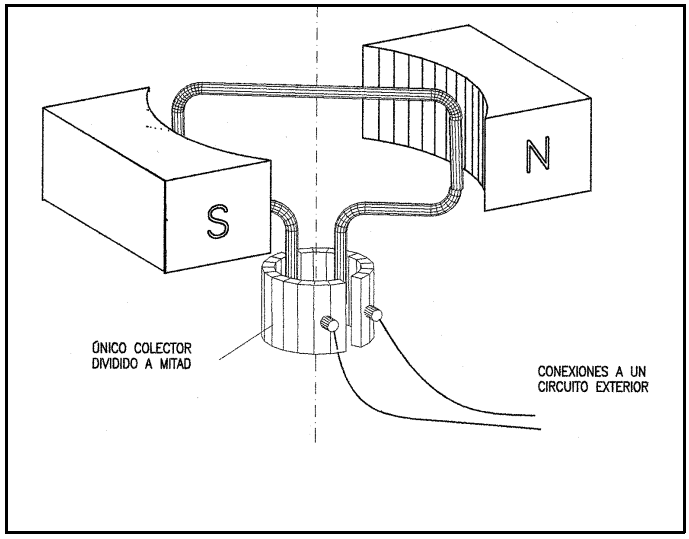


Fig. 22. Esquema de una dinamo.

Con este propósito surgieron, hacia 1845 dos teorías: la teoría de la tensión molecular de Faraday y la teoría de la molécula electrodinámica de Ampère. Sin embargo, el problema quedó sin resolverse hasta que en 1905 Einstein planteó la teoría de la relatividad.

Como consecuencia de todo lo analizado y resumen global de las ideas expuestas, se concluirá este capítulo sintetizando que los fenómenos eléctricos y magnéticos son manifestaciones distintas de una misma propiedad de la materia: la carga eléctrica; debiendo hablar de electromagnetismo para hacerlo con propiedad, y teniendo en cuenta que éste se apoya en los siguientes puntos básicos:

1.- Toda partícula cargada, se encuentre o no en movimiento, genera un campo electrostático que dará lugar a que una segunda partícula cargada, en reposo o en movimiento, experimente una fuerza debida al campo eléctrico.

2.- Únicamente si una partícula eléctrica está en movimiento podrá producir, además de la interacción eléctrica, un campo magnético. Éste sólo actuará ejerciendo una fuerza sobre una segunda carga si ésta está también en movimiento. Por tanto, los fenómenos magnéticos son consecuencia de las fuerzas generadas por cargas eléctricas en movimiento.

3.- El campo eléctrico creado por cargas móviles o por corrientes eléctricas es en general muy pequeño; y en cualquier caso, puede considerarse despreciable en intensidad frente a las fuerzas magnéticas.

4.- Las propiedades magnéticas que presentan los imanes naturales, como la magnetita, son también justificables desde el mismo punto de vista: en cada uno de los átomos que componen la sustancia existen electrones que giran alrededor del núcleo. La resultante de los campos magnéticos que éstos crean debido a sus cargas eléctricas en movimiento, puede dar lugar a un magnetismo permanente y estable que se manifieste exteriormente.

Debido a esta razón, y en función de las fuerzas de atracción que experimentan los diferentes materiales al ser sometidos a la acción de un campo magnético, éstos se suelen clasificar en:

- **Sustancias diamagnéticas**: es, por ejemplo, el caso del cinc y el oro, los cuales, bajo la acción de un campo magnético, son repelidos aunque débilmente.

- **Sustancias paramagnéticas**: este tipo de sustancias son atraídas débilmente por los imanes, y es el caso del aluminio, entre otros.

- **Sustancias ferromagnéticas**: el caso más típico de este tipo de sustancias y ejemplo de las mismas, es el hierro. Los materiales ferromagnéticos experimentan una atracción de gran intensidad cuando son sometidos a la acción de un campo magnético.

RECUERDA

Toda carga eléctrica en movimiento produce efectos magnéticos. La región del espacio que se ve afectada se denomina **campo magnético**.

La intensidad del campo magnético está cuantificada, tanto para una única carga como para un flujo de ellas, por la **ley de Biot y Savart**; la cual es aplicable a cargas puntuales, conductores rectilíneos y bobinas (Ecuaciones 16 a 18).

La variación de **flujo magnético** sobre un conductor (Ecuación 19), produce en éste una corriente eléctrica que se conoce con el nombre de **corriente inducida**.

Según la **ley de Faraday-Lenz** (Ecuación 20), la corriente inducida tiende a oponerse a la causa que la ha provocado.La aplicación tecnológica más importante de los fenómenos de inducción electromagnética es la obtención industrial de corriente eléctrica.

Tanto a nivel industrial como en un aula-taller, la obtención de corriente eléctrica alterna y continua se lleva a cabo mediante el empleo de **alternadores** y **dinamos**.

El magnetismo y la electricidad son manifestaciones diferentes de una misma propiedad de la materia: la carga eléctrica.

Según su comportamiento ante la acción de un campo magnético, los materiales se clasifican en: **diamagnéticos**, **paramagnéticos** y **ferromagnéticos**.

A lo largo de la última parte de este apartado se han tratado los aspectos más relevantes del electromagnetismo. Si, tanto a nivel de actividades como de conceptos, se te ha presentado alguna duda o simplemente quieres comentar la evolución de tu aprendizaje, ponte en contacto con la tutoría.

IV.- MANOS A LA OBRA

IV.- MANOS A LA OBRA.

PROPUESTA DE TRABAJO.

Con la propuesta de trabajo que se presenta en esta unidad didáctica se aborda uno de los temas más repetidos en las aulas de tecnología al plantear problemas tecnológicos para que los alumnos los resuelvan. Se trata de las **"máquinas de efectos encadenados"**.

En este tipo de proyectos de forma rápida y sencilla, se plantean y resuelven una serie de problemas simples que tienen en común el que la solución del primero tiene como efecto inmediato el planteamiento del siguiente, de modo que se forma así una especie de cadena.

La serie puede ser indefinida, pero se suele limitar el número de efectos por desencadenar debido a razones prácticas. En algunas ocasiones se indica el elemento desencadenante; en otras, se deja a la elección de los alumnos. El efecto final puede ser obligatorio y formar parte de las condiciones de la ejecución de la máquina o, simplemente, se determina el número mínimo o máximo de efectos que se tienen que producir.

En esta unidad didáctica el problema se plantea en los siguientes términos:

Diseñar y construir una máquina de efectos encadenados que cumpla las siguientes condiciones:

1 - Se desencadenarán cinco efectos como máximo.

2 - El elemento desencadenante de primer efecto tiene que ser la explosión de un globo.

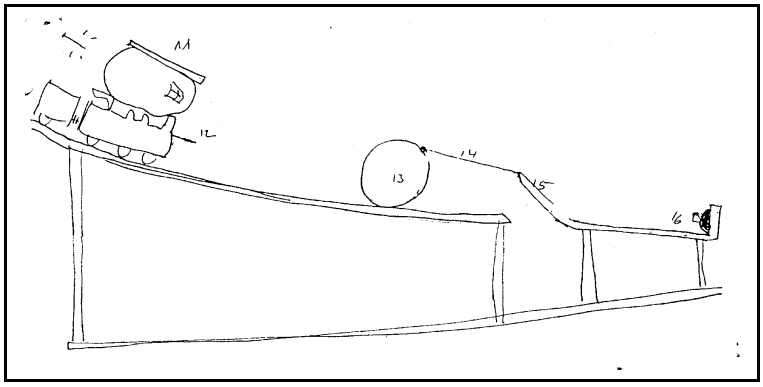


Fig. 23. Primera propuesta.

Se proponen tres soluciones diferentes que resuelven el problema planteado. Cada una de ellas tiene alguna característica propia que permite vislumbrar la riqueza de este tipo de planteamientos para la educación tecnológica.

La primera propuesta (Fig. 23) es una máquina con una estructura y desarrollo sencillo basada en el plano inclinado, puesto que es una rampa por la que se mueve un pequeño vehículo.

La segunda ofrece la solución mediante una serie de operadores más complejos. El conjunto mecánico resuelve el problema (Fig.24) mediante la combinación de una catapulta (A), un balancín (B) y un sencillo motor de goma que mueve un "tiovivo" (C).

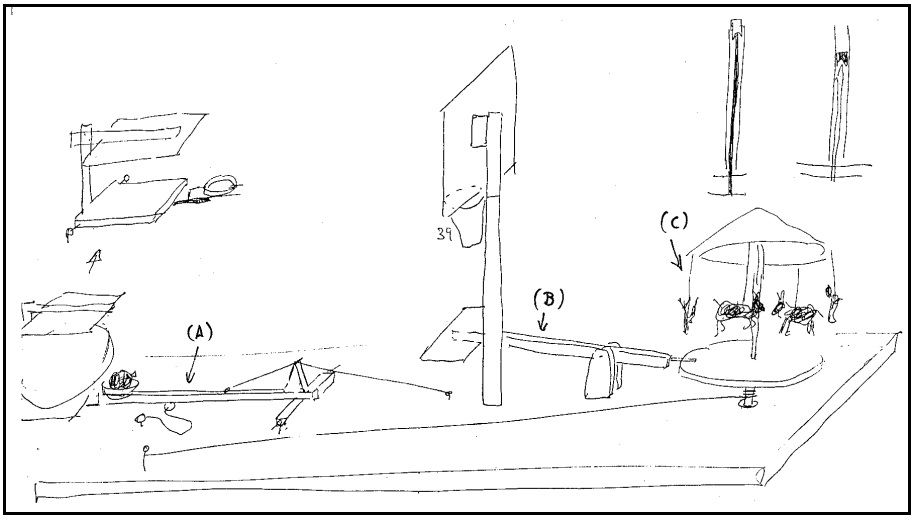


Fig. 24. Segunda propuesta.

Para la tercera solución, se pensó como característica principal construir el sistema técnico casi en su totalidad con carcasas de bolígrafos reciclados (Fig.25).

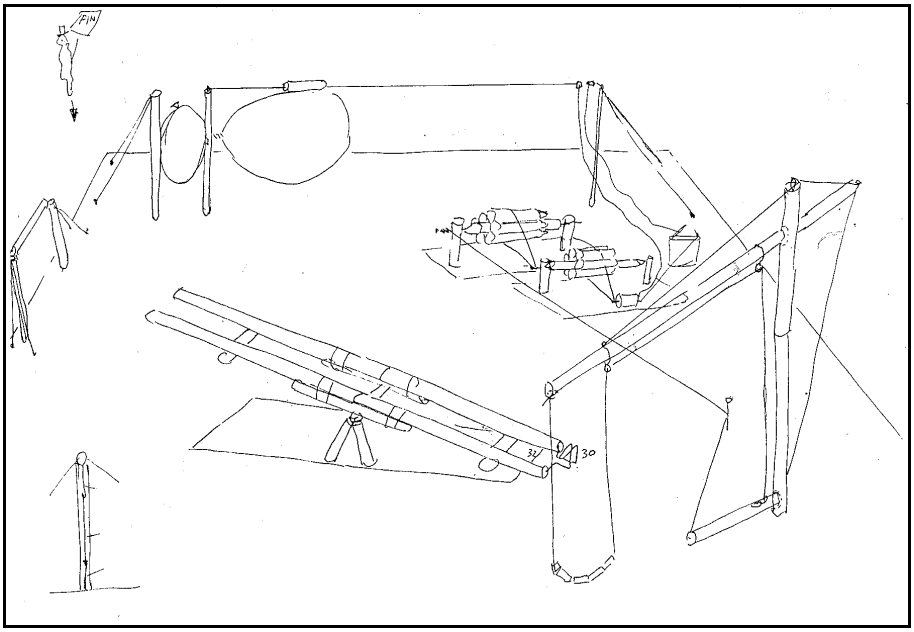


Fig. 25.- Tercera Solución.

PRIMERA SOLUCIÓN:

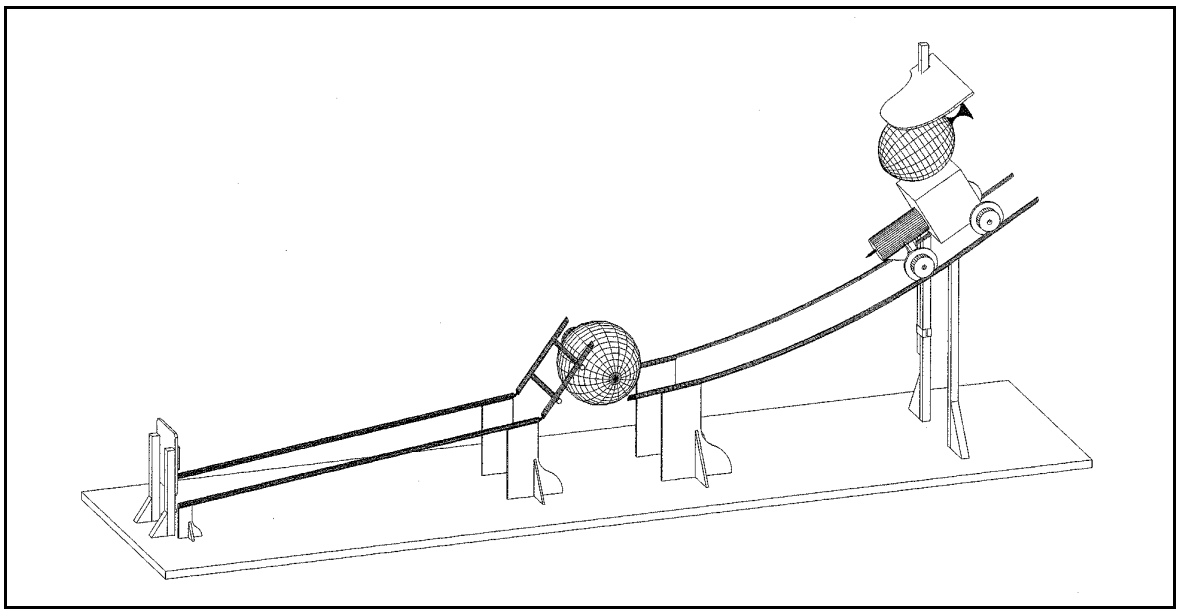


Fig. 26. El trenecillo.

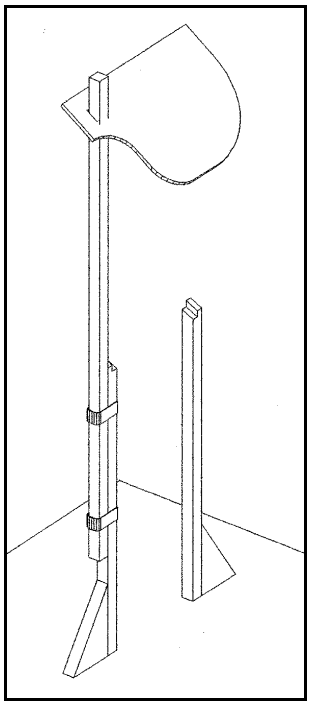


Fig. 27. Sombrerete y sujeción.

Es una rampa, al modo de vía, por la que discurre un trenecillo que va provocando a su paso los efectos deseados (Fig. 26). Está construida en dos módulos independientes cuyas plataformas se unen mediante el acoplamiento de dos piezas de unos cinco centímetros, de listón de 2 x 1 cm.

En la primera plataforma se han pegado las piezas de acoplamiento en los extremos del lado estrecho correspondiente y en la segunda plataforma se fijaron para que encajaran a presión en el espacio interior de la primera. Para que no se desequilibren al colocarlas, se ha pegado otra pieza semejante en el punto central de esta plataforma.

La rampa se ha construido con redondo de madera de 5 mm. que constituye el carril por el que se desliza el cochecillo. Los raíles de redondo están pegados sobre cuatro columnas en cada uno de los lados, de altura descendente. La más alta está construida con cuadradillo de 1 x 1 cm. se ha sujetado a la plataforma con pegamento termofusible reforzando dicha sujeción con escuadras de madera lo que le confieren suficiente resistencia.

En ella se ha instalado el mecanismo de sujeción del globo que produce el efecto inicial. (Fig. 27) Es muy sencillo. Consiste en una especie de sombrerete colocado con

una pequeña inclinación en un listón de 1 x 1 cm., que se introduce en un alojamiento cuadrado de cartón pegado a uno de los lados de la plataforma,
como se puede ver en la figura 27. Se ha construido envolviendo dicho listón cuidadosamente con el cartón y pegándolo de forma que, al introducir el soporte, haya que hacer presión con lo que la pequeña resistencia que hace el globo es vencida fácilmente.

Las otras tres columnas son de aglomerado de fibra, sujetas a las plataformas con pegamento termofusible y reforzadas también con escuadras de madera.

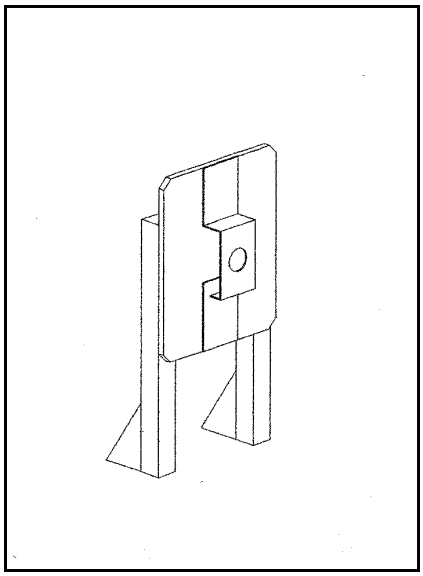


Fig. 28. Parachoques.

La vía termina en un tope que detendrá el trenecillo (Fig. 28). En él se ha instalado un pulsador con el que se realiza el contacto que accionará el efecto final. El pulsador tiene un orificio por el que se introduce el alfiler colocado en el morro del trenecillo. Se ha construido el sistema de tal forma que la altura del choque del tren sea regulable para que el contacto se realice con toda precisión sin que interfiera el alfiler. Además, se ha colocado una pequeña pieza de gomaespuma en el interior del pulsador para amortiguar el golpe.

La técnica utilizada para regular la altura del tope es semejante a la de regulación del sombrerete que sujeta el primer globo. Se han colocado dos columnas de cuadradillo de madera de 2/2 cm. y en ellos se introduce la pieza que soporta el contacto, que es de aglomerado de fibra (Fig. 28). En ella van pegados dos perfiles cuadrados de cartulina, construidos envolviendo con cierta fuerza un listón semejante al de las columnas y después pegándolos a la pieza de aglomerado de fibra, que es el soporte del contacto.

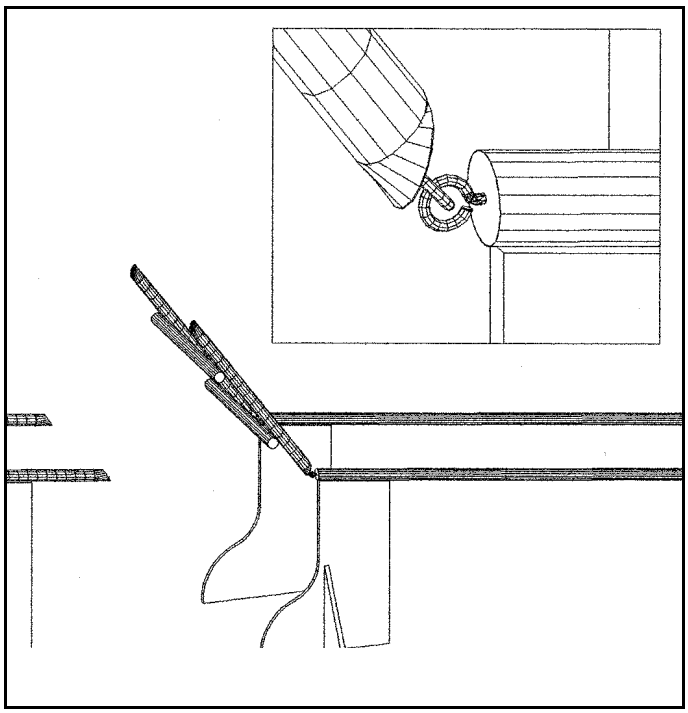


Fig. 29. Trampa.

En la mitad de la rampa-vía, un tramo de la misma es móvil (Fig. 29). Un extremo de dicho tramo está sujeto a una de las plataformas con unas sencillas bisagras de alambre. Es necesario que el redondo de la vía sea doble en este pequeño tramo para que los rozamientos producidos por causa de las diversas piezas que hay que sujetar no frenen el trenecillo. Así se consigue además un más perfecto acoplamiento con los otros dos tramos de vía.

El tramo móvil de rampa se levanta y se coloca entre el mismo y el tramo fijo de la vía un segundo globo que impide que el tramo móvil se cierre. Cuando el trenecillo alcanza este globo, lo explota con el alfiler colocado en su morro, con lo que el tramo móvil se cierra y permite el paso del vehículo.

El trenecillo está construido casi en su totalidad con materiales de reciclaje. Una caja de cartón como carrocería, un estuche de carrete de fotos para la carcasa del morro y dos tubitos de plástico como ejes de rueda (Fig. 30). Sólo las ruedas y los pequeños soportes están hechos de aglomerado. Cada una de las ruedas está constituida por dos círculo. Uno de ellos, el que va colocado en la parte interior, es de mayor diámetro con lo que guía al vehículo rozando la parte interior de las dos vías. El círculo exterior que tiene un mayor espesor pero menor diámetro es el que se desliza sobre la rampa y soporta el trenecillo.

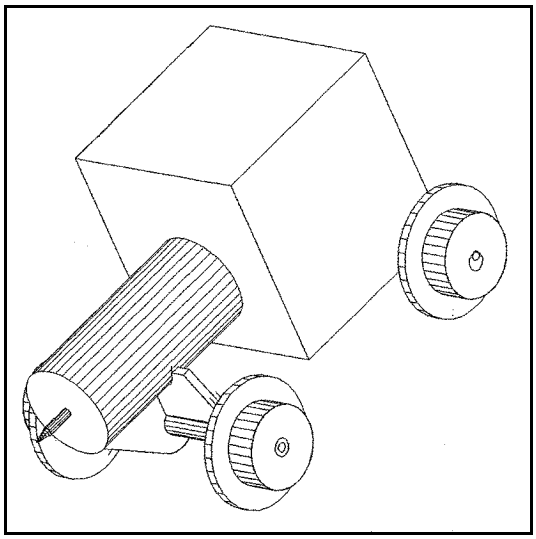


Fig. 30. Trenecillo.

La máquina debe terminar haciendo un último efecto que se insinúa pero que no se realiza. Terminar esta máquina de efectos encadenados es un pequeño reto que en estos momentos se puede abordar con cierta facilidad.

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

Sencilla propuesta de trabajo.

ACTIVIDAD 12.

Os proponemos que diseñéis y construyáis un Jefe de Estación que mueva la mano agitando una bandera al cerrarse un circuito eléctrico mediante un pulsador.

Condiciones:

- Los materiales serán preferentemente de reciclaje.
- Se puede usar un motor con reductora incorporado.

SEGUNDA SOLUCIÓN:

Esta segunda máquina de efectos encadenados da solución al problema propuesto combinando tres elementos cada uno de ellos una máquina simple (Fig. 31). En concreto y por el orden lógico de la secuencia seguida para resolver el problema son: Una catapulta, un balancín y un sencillo motor de goma que mueve un "tiovivo".

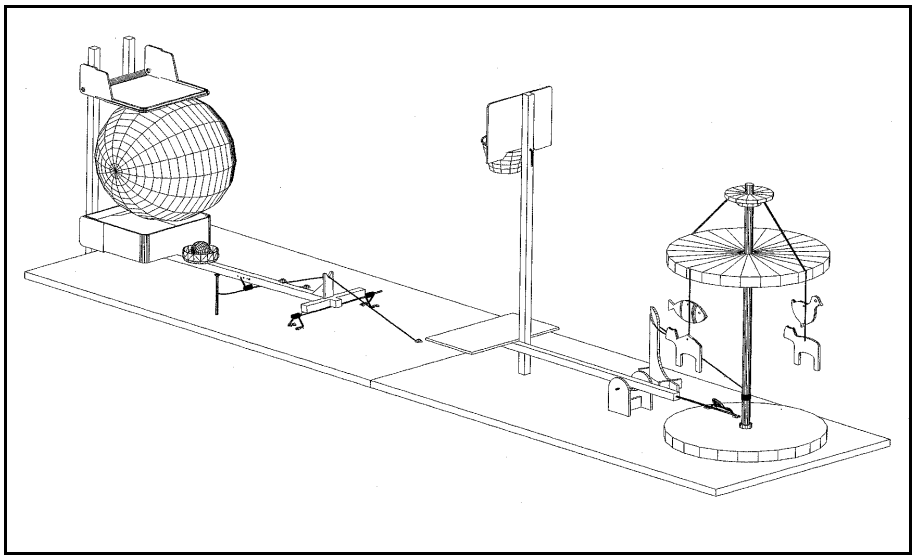


Fig. 31. De la catapulta al tiovivo.

Primer elemento: La Catapulta:

Este primer elemento consta de dos partes: El soporte del globo que inicia el proceso y la catapulta propiamente dicha.

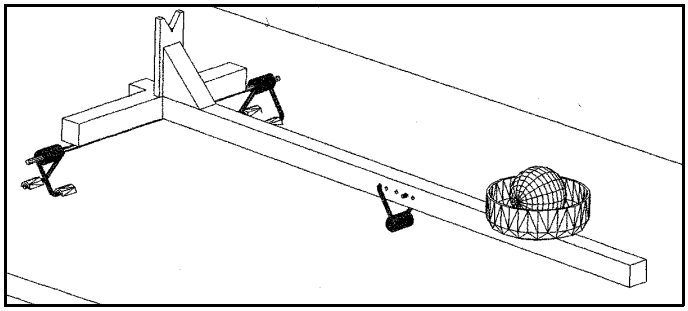


Fig. 32. La catapulta.

El soporte se ha construido con una caja de plástico reciclada (Fig. 32). Se a pegado a la plataforma de aglomerado la tapa de plástico transparente que se convierte así en la pequeña plataforma que soporta el globo y en la que se apoya la catapulta. La marquesina superior hace que el globo quede encajado, de modo que solo pueda soltarse la catapulta cuando el globo explota. Esta marquesina es base de la caja. Va pegada a dos cuadradillos de 1/1 cm. de madera que se han unido a uno de los extremos de la plataforma de la máquina mediante pegamento termofusible y clavos.

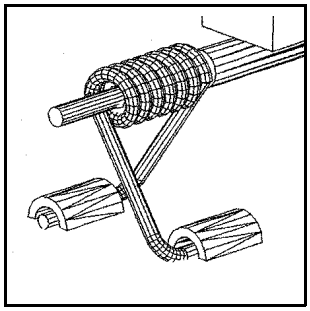


Fig. 33. Detalle de la catapulta.

La catapulta es una cruz invertida de cuadrado de madera de 2/2 cm (Fig. 33). Cerca del extremo inferior del larguero se ha colocado el brazo haciendo un doble rebaje de un centímetro y encajando las piezas, como se ha dicho, en forma de cruz. Esta forma hace que la catapulta no se balancee y realice un movimiento casi perfecto en su línea de tiro.

En el brazo se ha fijado un tubito de plástico en el que introduce el eje, una barrita de latón. Los soportes en los que gira el eje son dos muelles de pinza que se han fijado a la plataforma de forma que queden a suficiente altura para permitir que la catapulta gire sin apenas rozamiento. Se puede apreciar este detalle en la figura 33 . La utilización de un elemento de desecho como los muelles de unas pinzas desechadas son un soporte ideal para un eje.

En el extremo opuesto, que podemos denominar cabeza de la catapulta, se ha colocado el depósito de la pelotilla o bolsita. Es una tapa de plástico rescatada de una botella de leche. La bolsa, que es parte de la goma de un globo, está llena de arena para que, a la vez, tenga suficiente peso y no salte.

La fuerza necesaria para que se dispare la catapulta se logra mediante una goma que se ha fijado prácticamente en el punto medio del larguero de la plataforma. El punto exacto se ha decidido por tanteo. Es conveniente que la goma, cuando está tensa, forme una especie de arco pues ello confiere una mayor soltura al disparo. Para eso se ha colocado una escuadra de madera junto al brazo que soporta el eje. Una vez tensada la goma, se coloca encima de la escuadra formando el arco que antes se indicaba.

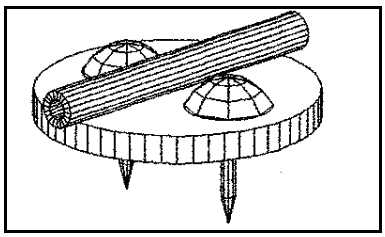


Fig. 34.- Detalle del trinquete.

Si se quiere ajustar el disparo para encestar con cierta regularidad es necesario regular el tiro incluyendo un mecanismo de frenado que haga que la catapulta pare en el punto preciso de donde salta la bolsita. El mecanismo de freno es sencillamente un cable con la longitud apropiada. Esto se podría lograr fijando dicho cable al brazo de la catapulta y a una escarpia clavada en la plataforma pero sólo serviría para un pequeño número de disparos pues habría que regular el sistema con frecuencia puesto que se desregularía rápidamente.

Este pequeño problema se ha resuelto fijando el cable a la plataforma mediante **un trinquete**. Como se puede ver en la Fig. 34, el trinquete se ha construido con un tubo de plástico al que se le ha realizado un corte en forma de "Z" invertida. Este tubo se mete en un clavo que se ha colocado con este propósito. La parte inferior del tubo se pega a la plataforma haciéndolo solidario con el clavo. El cable se ata a la parte superior del tubo. Se regula dando las vuelta necesarias para que la tensión sea adecuada. La figura del corte impide que se suelte. De esta forma, la regulación se realiza de manera sencilla y fácil.

Segundo elemento: El balancín.

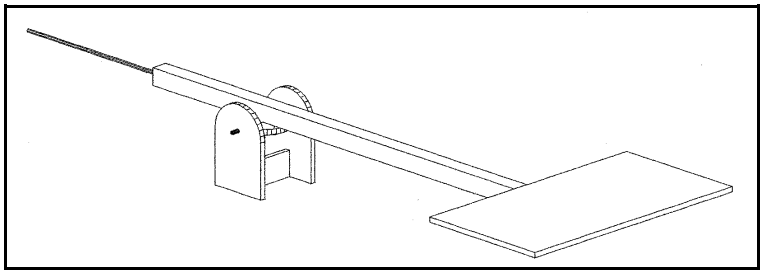


Fig. 35. El balancín.

El efecto provocado por la caída de la bolita de goma y arena que lanza la catapulta es el desequilibrio del balancín. Para dirigir dicha bolita a una pequeña plataforma que se ha colocado en uno de los extremos del balancín, aquella debe pasar por una especie de cesta colocada en lo alto de un mástil. El mástil se construye con un listón de madera de 1 x 1 cm. de unos 30 cm. de altura. La cesta es un aro de alambre con una tira de plástico que fuerza a la bolita a caer siempre verticalmente sobre el balancín. Ese pequeño impulso desnivela el balancín provocando el segundo efecto, que es la puesta en marcha del motor de goma que mueve el tiovivo (Fig. 35).

El balancín propiamente dicho está constituido por un soporte, un eje y un cuadradillo que es el brazo. En un extremo de éste, se ha fijado la plataforma que recibe el impulso de la bolita. En el otro, se ha colocado un alambre rígido que hará las funciones de tope para el freno del motor de goma del carrusel. Al desequilibrarse el balancín, se eleva el tope y la fuerza de la goma se libera. Se ha puesto un alambre

porque el rozamiento con la pieza de contacto en el tiovivo es menor que si se hubiera colocado un cuadradillo de madera más largo.

Tercer elemento: El tiovivo.

Realiza el efecto final (Fig. 36). Gira durante unos segundos con el impulso que le proporciona una goma enrollada sobre el eje, que es un tubo de plástico solidario con la plataforma. Dicha plataforma se ha construido con la tapa de una caja de galletas de hojalata reciclada. Un extremo de la goma está fijo al eje del tiovivo y el otro a la plataforma. La unión entre el eje y la plataforma se ha reforzado con un redondo de aglomerado de forma que la superficie de pegado sea suficiente para soportar le presión a que está sometida.

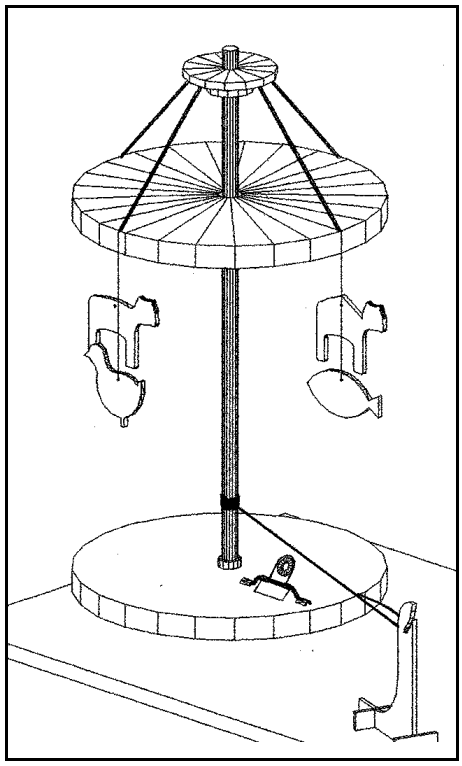


Fig. 36. Tiovivo.

En la parte inferior del eje, que es un tubo de plástico hueco, se soporta todo el carrusel y al ser ligeramente más larga que la solapa de la caja y tener poca superficie de contacto con la plataforma, gira casi sin rozamiento. En la parte superior del eje se ha practicado un trinquete semejante al realizado en la fijación del cable que frena la catapulta. Este trinquete tiene la finalidad de arrastrar el sombrerete que sostiene los animalillos que animan y decoran el movimiento del artefacto.

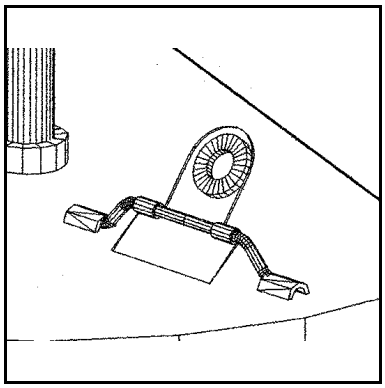


Fig. 37. Detalle del freno.

El eje de plástico gira sobre una barra de metal rígido que esta fija en la plataforma, sujeta todo el conjunto y le da estabilidad pues es tan larga como toda la máquina con lo que se consiguen dos cosas. Primero, impide que al girar se balancee y se desequilibre la plataforma inferior y, segundo, sostiene la plataforma superior que es desmontable para que se pueda manipular mejor al enrollar la goma o al hacer pequeñas reparaciones. Al girar una pieza de plástico, el eje, sobre otra de metal, la barra fija, el rozamiento es insignificante. Los problemas de rozamiento deben siempre tenerse muy en cuenta en este tipo de construcciones pues suelen ser una de las causas más importantes de funcionamientos defectuosos.

Sólo resta para entender bien el funcionamiento de la máquina describir el mecanismo de frenado. Es una bisagra solidaria a la plataforma inferior. Se levanta y hace tope con el alambre rígido del balancín. Así queda fijo el conjunto por la presión de la goma.

Como se ha dicho, al desequilibrarse el balancín se suelta el sistema y la bisagra cae con lo que ya no impide el giro.

El sombrerete soporta los animalillos que decoran la máquina y tiene una construcción semejante a la plataforma inferior. Ya se ha mencionado el trinquete que hace que sea arrastrado. La fortaleza suficiente en la unión de tubo y caja se ha conseguido también con un refuerzo de una corona de aglomerado. El detalle más curioso está en la utilización de unos tirantes de cable de plástico que unen una especie de corona solidaria al eje con cuatro puntos de la periferia de la caja, con lo que queda perfectamente equilibrada.

TERCERA SOLUCIÓN:

La tercera solución se ha realizado casi en su totalidad con carcasas de rotuladores reciclados (Fig. 38) Esta no es una condición impuesta en la propuesta pero, en el aula sucede con frecuencia que, en el trabajo de grupo previo a la elección de una propuesta de trabajo, el mismo grupo se impone un reto o, simplemente, al evaluar los materiales o medios de que se dispone decide una condición que va a condicionar la solución pedida en alguna de sus facetas. Es el caso de esta tercera solución.

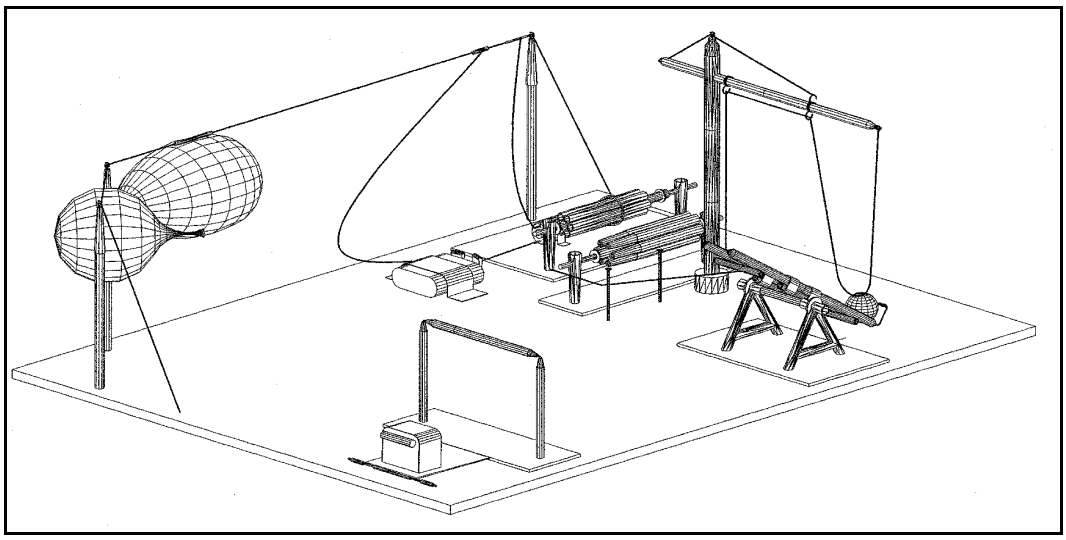


Fig. 38. Trabajo realizado con rotuladores.

L o
s efectos que se producen son los siguientes: Al estallar el globo que inicia el proceso, se suelta un segundo globo que cuya boca estaba oprimida contra uno de los postes de la grúa por el primer globo. La fuerza de propulsión que desarrolla hace que sea transportado a lo largo del cable de la grúa puente y cierre, en el extremo opuesto, un contacto. Dicho contacto pone en marcha el conjunto reductor que enrolla el cable elevador de la grúa giratoria. Al mismo tiempo que tira de este cable, hace que la grúa gire. En un momento determinado, el cable se engancha en un saliente del balancín

y lo eleva hasta que la pelota colocada en él rueda y se desplaza hasta introducirse en la portería.

La máquina está construida en módulos independientes. Son cinco las partes de que está compuesta. Todas ellas con muy sencillas soluciones aunque ingeniosas. Por orden de aparición de los efectos son la siguientes:

1 - Grúa puente.
2 - Conjunto reductor.
3 - Grúa de torre giratoria.
4 - Balancín lanza pelotas.
5 - Portería.

Grúa puente:

Está constituida dos postes colocados en los extremos de un lado de una plataforma de aglomerado de 60/60 cm. y unidos mediante un cable. En el cable se han introducido tres trocitos de tubo de plástico y dos piezas de tubo de latón. Estos últimos de diámetros diferentes de forma que en el interior del primero se introduce fácilmente el segundo.

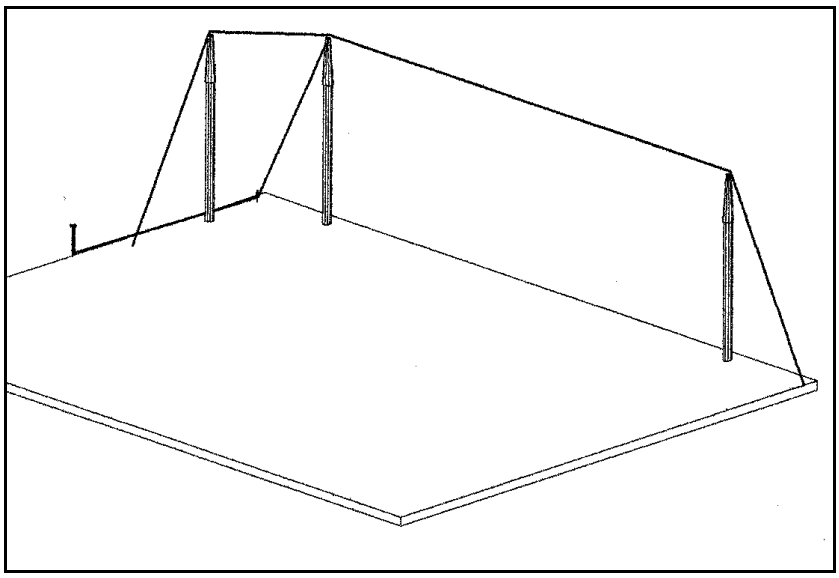


Fig. 39. Grúa puente.

Las dos primeras piezas de tubito de plástico se pegan cuidadosamente con pegamento de contacto a un globo. Una vez seco el pegamento, se podrá inflar el globo con toda facilidad y que servirá de reactor. La tercera pieza, al ser empujada por las que soportan el globo, desplazará el tubo de latón de mayor diámetro que se encajará en el mas fino. Esto cerrará el circuito eléctrico que pone en marcha las reductoras. A cada una de las piezas de latón se ha soldado un cable. Uno de ellos está conectado al borne de la batería y otro, al del motor.

La presión que debe producirse para que la boca del globo reactor permanezca cerrada se consigue mediante un sencillo artilugio. Un poste suplementario se ha colocado a una distancia apropiada del primer poste de la grúa. Entre los dos postes se introduce un segundo globo que estallará y que presiona la boca del globo reactor contra el poste de la grúa. Para regular la presión, un tirante fijo a la parte superior del poste suplementario pasa por la alcayata que hay en el poste de la grúa y termina haciendo un ángulo de noventa grados en una goma sujeta a la plataforma. Esta goma produce la presión suficiente para que el globo reactor no se suelte.

Conjunto reductor:

Es un conjunto reductor semejante a los que se han utilizado en otras máquinas presentadas en otras unidades didácticas. Tiene, como toda la máquina, la particularidad de estar hecho de rotuladores. Es un buen ejemplo de que los operadores se pueden realizar de formas muy diversas; todo es cuestión de imaginación.

Grúa de torre giratoria:

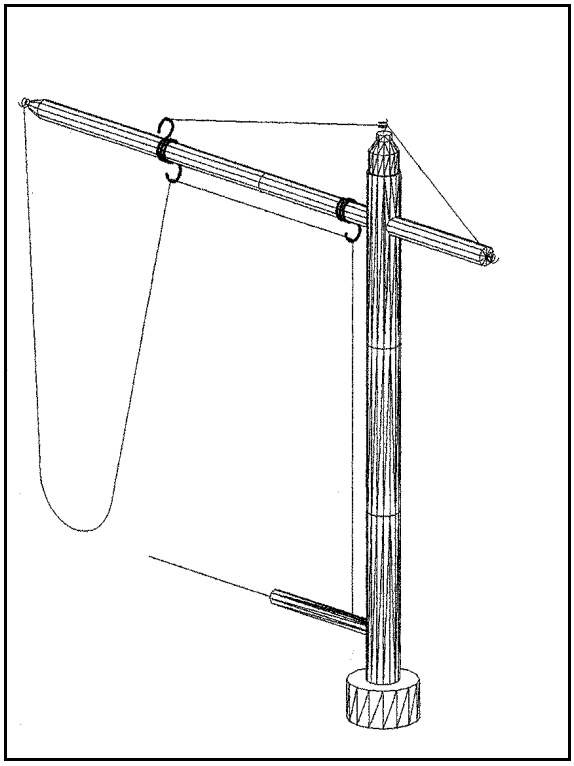


Fig. 40. Grúa torre.

Se cataloga como una máquina, que en el área de tecnología, imitan la realidad. El grado de imitación debe ser, por supuesto, proporcionado al nivel de los alumnos. Siempre se conservan los detalles considerados imprescindibles para una realización correcta de la máquina que se imita. Esta condición se cumple en esta máquina, construida con rotuladores, como se puede apreciar en la figura 40.
La grúa gira sobre un eje fijo colocado en el talado de una corona de aglomerado, pegada sobre la plataforma. El cable de carga está fijo en el extremo del brazo, guiado a través del brazo y la torre, se introduce en una especie de palanca pegada en la base de la torre y termina en el eje de la segunda polea del conjunto reductor. Se ha colocado un cable muy largo para que el movimiento sea lento.

En este cable se han introducido cuatro pequeños trozos de tubo de latón, como son pesados hacen que el cable arrastre y agarre el gancho del balancín lanzapelotas. Se ha colocado, también, un tensor, que va desde la base hasta el brazo. No hace función alguna pero da mayor sensación de realismo.

Balancín y portería:

No tienen ninguna característica que deba ser destacada. Los detalles de construcción se pueden apreciar en la figura 41 en la que se ve el conjunto de la máquina.

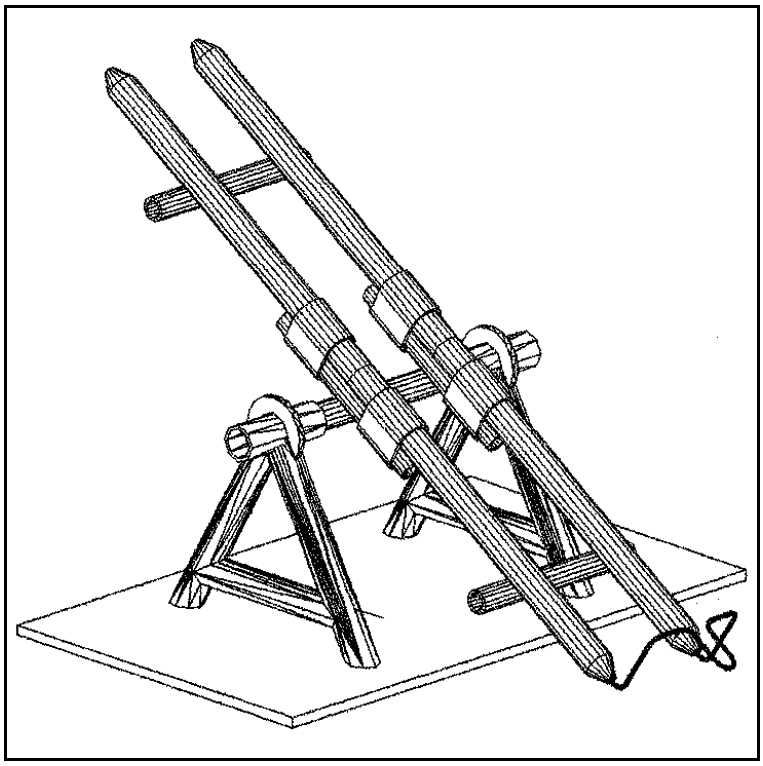


Fig. 41. Balancín.

V.- CON NUESTROS ALUMNOS Y ALUMNAS

V.- CON NUESTROS ALUMNOS Y ALUMNAS

LA TRANSMISIÓN DE CONOCIMIENTOS EN EL ÁREA DE TECNOLOGÍA.

Cada una de las áreas que componen el currículo se presta a que profesores y profesoras utilicen con más frecuencia unas estrategias metodológicas que otras. Las preferencias personales son, sin duda, un factor determinante. La elección de un método apropiado es uno de los mayores problemas que encuentran los docentes. La solución está, posiblemente, en disponer de un abundante repertorio de estrategias metodológicas y utilizarlas conforme la necesidad o las preferencias lo demanden.

No es el azar quien dicta la elección. La filosofía de la educación de la que participa el profesor y la naturaleza de la materia que se imparte son elementos determinantes en las preferencia de un tipo u otro de estrategias metodológicas.

Es interesante distinguir cuando se plantean estas cuestiones, entre las **estrategias metodológicas**, utilizadas como vehículo de acción docente, y las **estrategias de aprendizaje**, que los alumnos van desarrollando al superar los diferentes estadios de su formación. Las primeras deben estar siempre al servicio de las segundas y ser un apoyo para que éstas se consoliden.

Todas las áreas del currículo contribuyen a crear y desarrollar en el alumnado las estrategias de aprendizaje que le permiten superar los niveles establecidos y prepararse para la vida. La tecnología es, probablemente, un área privilegiada en este aspecto por ser una materia de naturaleza globalizadora y muy conectada con el desarrollo humano. Es por esto por lo que lo metodológico tiene tanta importancia en su currículo.

Las principales estrategias de aprendizaje que aporta la tecnología a los alumnos y alumnas que la cursan en condiciones correctas son:

A) Solución de problemas. El proceso de resolución técnica de problemas es el contenido conductor de todo el área. Una de las finalidades de la educación es precisamente desarrollar habilidades para enfrentarse, con ciertas probabilidades de éxito,con los problemas de la vida diaria. La ventaja de la tecnología sobre otras áreas es la exigencia de realizar el proceso de resolución de problemas en todas sus fases. Es necesario diseñar las propuestas de trabajo formulándola como problema que conecte con la necesidad o la sensibilidad de los alumnos/as.

B) Elaboración de planes. Hay varios momentos del proceso de creación de objetos realizado en tecnología en los que los alumnos tienen que elaborar planes. Esto les ayuda a adquirir habilidades para actuar independientemente. La tecnología prepara a los jóvenes de forma que afronten los problemas con disposición positiva. Pueden

no saber la solución a un problema presentado pero han experimentado que se puede hacer un plan para descubrirla o crearla.

C) Organización de la información. El procesar la información es tarea importante en una sociedad que evoluciona tan aprisa como la actual. Recoger información, organizarla y procesarla es un momento metodológico importante en el trabajo que se realiza en el aula de tecnología. Es la base indispensable para la siguiente estrategia de aprendizaje.

D) Experimentación. El ensayo-error es un método usado constantemente en la resolución de problema tecnológicos a los niveles de evolución en que se encuentran estos alumnos. Potencia en ellos el deseo de investigar, de encontrar nuevas formas y caminos. Facilitará la formación de hábitos para utilizar la información que obtengan de forma creativa y positiva.

E) Cooperación activa. El grupo es un elemento potenciador del desarrollo y de las relaciones sociales. Es con certeza una de las mejores formas de generar autoestima. El trabajo solidario y en grupo es una constante en el mundo tecnológico. Casi nada se ha creado por la sola acción de una individualidad genial. Todo es el resultado de un proceso creativo de muchos hombres y mujeres innominados. Es la forma propia de trabajar lo técnico y tecnológico.

Los profesores, al planificar su acción docente y sus estrategias metodológicas, deben potenciar la actividad de los alumnos en la dirección indicada. No pueden olvidar que son el principal referente de los jóvenes en su proceso de aprendizaje y los adultos cercanos más cualificados que les guían en su desarrollo.

El profesor proporcionará apoyo a los alumnos en tres situaciones diferentes:

1.- De forma individual y puntual a un alumno que lo solicite o que se vea que lo necesita.

2.- En pequeños grupos las explicaciones o demostraciones tienen un carácter algo más formal pero responden siempre a necesidades sentidas por todos los miembros del grupo o, más frecuentemente, por alguno de ellos. Habitualmente no están planificadas previamente sino que surgen en el desarrollo de las tareas o en el curso del proceso de resolución de un problema.

3.- En gran grupo las actividades docentes son planificadas con más detalle y suelen tener una mayor carga de contenidos.

Dentro del extenso campo de estrategias que los profesores planifican para desarrollar su acción docente, hay dos grandes grupos. Las estrategias activas y las de tipo magistral. En las estrategias activas los alumnos desarrollan la mayor parte de la

acción. El profesor suele proponer las reglas de actuación y ejerce como moderador, soluciona conflictos y ayuda a generalizar.

De todas las estrategias de tipo magistral, unas son muy apropiadas para presentar saberes en el aula de tecnología. Tienen en común ser un conjunto de técnicas que integran tres elementos: demostraciones de algún procedimiento o habilidad, explicaciones de conceptos o hechos y solución rápida de un problema o proyecto sencillo.

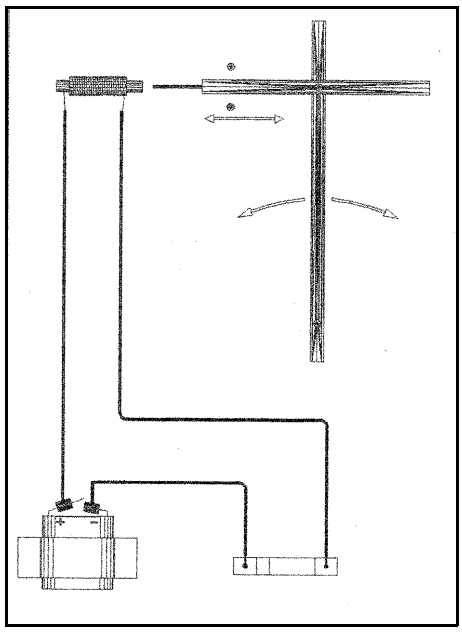


Fig. 43. Mural.

Dichas técnicas se adaptan muy bien a la dinámica de desarrollar estrategias de aprendizaje en el alumno y surgen de forma natural en el transcurso de la solución de problemas que están desarrollando los grupos. No son improvisaciones, puesto que deben estar planificadas y preparadas minuciosamente, pero no rompen el ritmo del proceso. Son momentos de reflexión en medio de la actividad que desarrollan los alumnos, pero no se apartan del saber hacer que tiene que estar presente en la tecnología. Para que estas técnicas sean eficaces deben tener las siguientes condiciones:

a) Ser planteadas como problema. Un solo problema bien definido.
b) Realizar en el transcurso de la explicación el proceso de solución completo.
c) Relacionar teoría y práctica integrando aspectos manipulativos y teóricos. Por lo tanto, el saber hacer con el saber saber.
d) Verbalizar todo lo que se realiza utilizando el vocabulario propio de la materia presentada.
e) Estimular la intervención activa de alumnos y alumnas.
f) Es conveniente finalizar de forma abierta ampliando el problema resuelto hacia nuevos campos.

Si las imágenes nos ayudan a intuir soluciones, presenciar el proceso de solución de un problema observando cómo las manos resuelven las dificultades que se han presentado verbalmente es una estrategia de aproximación a cualquier problema de gran valor. Además la experiencia del profesor resolviendo los imprevistos ayudará a los alumnos a tener una actitud positiva y adquirir una dinámica creativa.

Las seis condiciones propuestas para que estas técnicas sean eficaces ni son exclusivas ni deben estar presentes en todas y cada una de las actividades en la misma medida. Sí es conveniente que se procure cumplimentar la mayoría de ellas.

Veamos cómo se puede concretar, cuando se aplican estas técnicas, la participación del alumnado.

La intervención del alumnado suele producirse en aspectos de ayuda externa como: respuesta a una petición de ayuda para sujetar algún componente, poner en marcha un dispositivo eléctrico o mecánico, etc. A veces se les anima a que aporten soluciones o se les pide que hagan sugerencias. Es el profesor quien desarrolla prácticamente toda la actividad, pero debe conseguir que alumnos y alumnas pregunten constantemente. Si esto no sucede él formulará algunas preguntas.

ALGUNAS ACTIVIDADES.

I.- Presentación de un operador.

La actividad consiste en construir un operador cualquiera en presencia de los alumnos. Se realizarán todas las operaciones necesarias de forma claramente secuenciadas y se harán las explicaciones apropiadas al nivel de los alumnos.

Ésta puede ser la secuencia de una presentación:

FASES	DESARROLLO
Preparación de los materiales.	- Seleccionar los materiales necesarios. - Elegir las herramientas que se vayan a usar. - Semielaborar las partes que resulten complicadas y las que requieran un largo proceso de ejecución. - Ordenar piezas y herramientas dejándolas dispuestas para su uso, por ejemplo poniendo todo sobre una mesa o banco de trabajo, colocando las piezas en alguna caja.
Presentación del problema que resuelve el operador.	- De una manera escueta y clara se plantea el problema que suele ser más frecuentemente resuelto por dicho operador o aquel que más interese a los propósitos docentes que se tengan en ese momento. - Por ejemplo, cuando se pretende presentar una bobina móvil no se debería decir sin más al comenzar la explicación: "Vamos a construir una bobina móvil". - Es conveniente comenzar con algo parecido a "¿Os parece posible que este péndulo empiece a moverse y se balancee cerrando un circuito eléctrico mediante un pulsador?". "Lo vamos a intentar insertando en el circuito un operador electromagnético que llamamos bobina móvil" "¿Lo conseguiremos?".

FASES	DESARROLLO
Construcción del operador I.	Es la fase central y ocupará la mayoría del tiempo. En principio hay que construir las partes del operador en tanto se pueda. Dependerá de la situación de los alumnos. Por ejemplo, si los alumnos están en la fase inicial de la educación tecnológica se construirá ante ellos una polea con una tapa de plástico. Se explicarán y realizarán todos los pasos. Si los alumnos dominan estos temas, se utilizará una ya construida. Se darán los siguientes pasos. 1.- Presentación de las partes que va a tener el operador. Puede resultar útil un croquis cuando el operador es medianamente complicado. Si es muy sencillo con enumerar los elementos es suficiente. Por ejemplo, si se va a presentar un motor eléctrico simple se dirá: "Aquí tenemos dos imanes permanentes, un alambre rígido que servirá de eje, un trozo de cable eléctrico de unos dos metros y medio para hacer la bobina, dos pequeñas chapitas de cobre que serán las delgas y esta tira de papel que nos servirá de aislante, dos pequeños cables que utilizaremos para unir la pila con las delgas y serán a la vez escobillas y, por último, esta plataforma con dos soportes donde colocaremos el inducido".
Construcción del operador II.	2.- Construcción propiamente dicha. Mientras se realizan las operaciones: *Se explicará la función y tarea que cumple cada una de las piezas que se va incorporando y las condiciones que debe reunir. "El eje debe de estar bien recto y tiene que ser rígido, si no se curvaría y no funcionaría correctamente". *Se dirá cómo manipular un material y las precauciones que deben tomarse para ello. "Cogiendo el pelacables de esta forma y el cable..., cuidado de no apretar demasiado pues cortaríamos..." * Se demostrará cómo hacer una operación. "Este cable que he enrollado en forma de ovoide se atraviesa con el eje por los extremos cuidando que pase por el punto medio".

FASES	DESARROLLO
Comprobación de resultados.	Una vez construidas las piezas del operador se monta. Es el momento de comprobar que realmente resuelve el problema planteado y cumple la función que se había anticipado. Se debe pedir la colaboración de los alumnos para realizar dicha operación. Es posible que haya que hacer una demostración previa antes de pedir a los alumnos y alumnas que realicen una comprobación por sí mismos, pero es pedagógicamente muy conveniente que experimenten el pequeño logro pues eso les va a permitir sentirlo como suyo y ponerse en disposición positiva ante los problemas que después se les presenten.

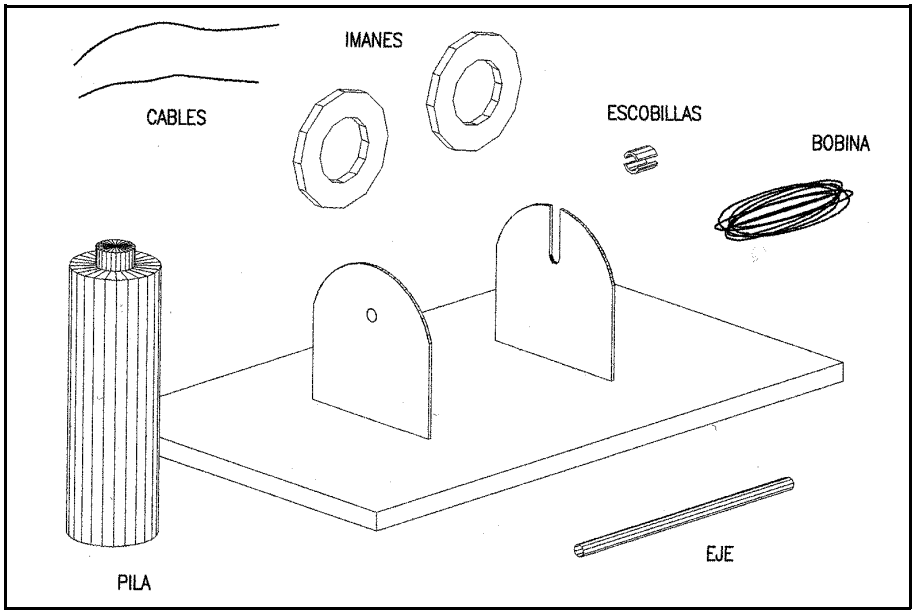


Fig 44. Elementos de un motorcillo eléctrico.

Esta estrategia metodológica puede tener diferentes versiones según el lugar donde se realice la presentación. Así, la denominaremos **"explicación alrededor de una mesa"** cuando los alumnos se sitúan en un círculo en torno a una mesa o un banco de taller y el profesor hace allí la demostración. Es necesario colocarse de tal forma que todos puedan ver bien y sentirse suficientemente cómodos para que no se distraigan porque alguno se mueve o molesta a sus compañeros al tratar de seguir con atención la demostración.

La **"explicación mural"** es la realizada en un panel a modo de mural. Soluciona los problemas de visibilidad puesto que los alumnos pueden estar sentados en sus respectivos lugares sin problemas, tomar notas, etc.

II.- Resolución de un problema.

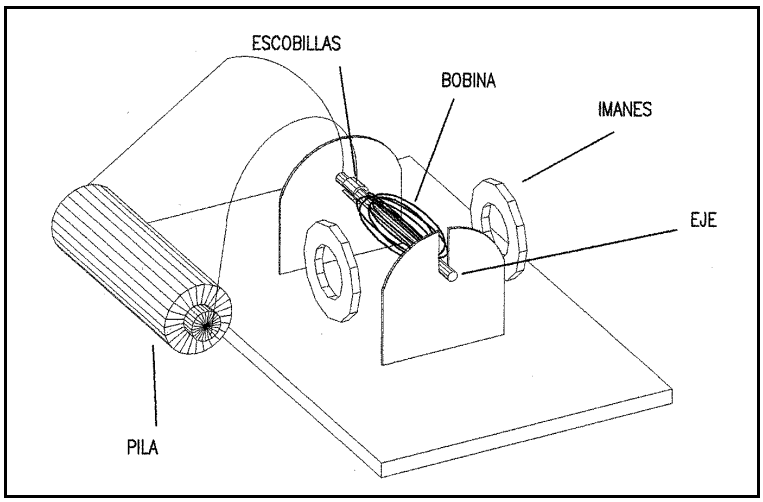


Fig. 45.- Montaje del motor.

La presentación y construcción de un operador se recomienda que sea organizada en forma de solución de un problema, aunque el objetivo sea familiarizar a los alumnos con el operador. Hay otro conjunto de actividades que intentan familiarizar a los alumnos con la **resolución de problemas** a la vez que se presentan ciertas técnicas de construcción. Son muy apropiados para resolver problemas de resistencia de materiales, de movimiento, de hidráulica entre otras. La técnica de ejecución es semejante a la expuesta para la actividad anterior y no es necesario explicarla con mayor detalle. Cada docente debe adaptarla a sus posibilidades y gustos respetando la secuencia lógica de los procesos, procurando ser muy cuidadoso en las explicaciones de los detalles técnico-tecnológicos y, a la vez, haciéndolo de forma sencilla propia del nivel escolar donde se mueve.

III.- Experimentos colectivos.

Vamos a plantear esta estrategia ilustrándola con un ejemplo. Se trata de abordar algunos aspectos de la electricidad presentando experimentos que introduzcan a los alumnos en los principios básicos de la electricidad mediante la manipulación y la experimentación de lo que sucede.Es muy recomendable que se realicen con tensiones que no entrañen peligro. Es una estrategia apropiada para grupos que no sean muy numerosos.

Un ejemplo de esta técnica: Queremos introducir a los alumnos al uso del polímetro. Se dispone de un polímetro por cada grupo de trabajo en que está dividida la clase y uno para el profesor. Se han preparado montajes con circuitos. Todos los grupos y el profesor tienen idénticos montajes. Los niveles de dificultad y el tipo de componentes que integran estos circuitos dependen del nivel de la clase.

Se colocan los bancos de trabajo en un gran círculo. El profesor en uno de ellos y cada grupo en el suyo. Se puede hacer el experimento utilizando mesas más pequeñas. El profesor explica lo que es el polímetro y va haciendo una serie de mediciones que los alumnos repiten en sus grupos presentando a sus compañeros el resultado.

Para los alumnos más jóvenes es muy útil realizar este tipo de experimentos utilizando luces y sonidos pues ello les permite interiorizar los conocimientos con mayor facilidad. Además, les produce gran alegría ver cómo dominan la energía, con lo que la motivación interna está asegurada.

IV.- Técnicas de Construcción.

Muchas de las técnicas de construcción, como ya se ha dicho, se van presentando integradas en el desarrollo de otras actividades. Puede, sin embargo, interesar la presentación de una técnica determinada que revista mayor dificultad o sea de especial provecho para la solución de una propuesta de trabajo o por cualquiera otra razón, desde el modelado de un material hasta la realización de un cierto acabado o de un encaje.

En el puesto de trabajo apropiado, con la herramienta y el material debidos se procede a hacer la demostración. Es imprescindible que se verbalice cada una de las operaciones que se realizan y se den las razones por las que se llevan a cabo, se comenten los propósitos y por qué se sigue esa determinada técnica.

Por ejemplo hacer una demostración de la técnica de la soldadura blanda es un ejercicio muy útil que permite que los alumnos capten lo sencillo de la operación, las precauciones que deben observar al realizarla, vean cómo se ha de manejar el soldador, cómo se debe aportar el material. Ahorra muchas explicaciones puntuales y, sobre todo, al haber preparado cuidadosamente la presentación, transmite muy correctamente todos los detalles y los alumnos así lo entienden.

Se puede introducir una variante importante en esta técnica, que es la tutoración de alumnos. Un alumno más avanzado hace la demostración delante de un grupo de sus compañeros, siempre bajo la supervisión del profesor.

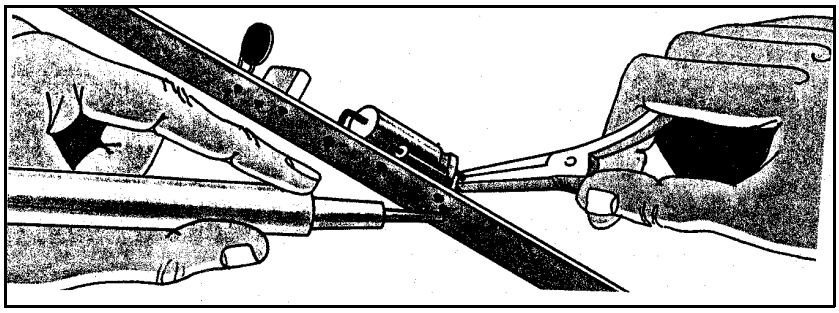


Fig. 46. Técnicas de soldadura.

V.- Presentación de elementos electrónicos con un "kit".

La introducción de elementos electrónicos en los niveles de formación tecnológica de la educación secundaria requiere que los alumnos vean los efectos y entiendan cuál es la estructura de los circuitos con toda claridad. Los niveles de comprensión de los fundamentos teóricos de los elementos serán muy bajos. Deben, por tanto, experimentar los efectos y poder repasar la composición de los circuitos cuantas veces necesiten.

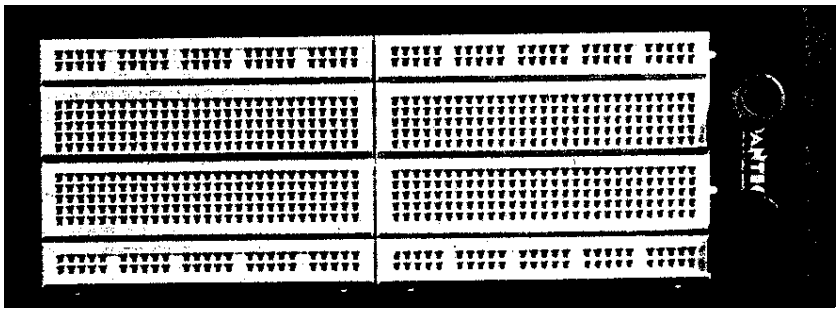


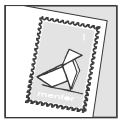
Fig. 47.- Soporte de kit de montaje.

La forma más rápida de realizar la presentación de los circuitos es utilizando un "kit" de montaje de los que hay varias clases en el mercado. Por supuesto, si no se dispone de éste se pueden hacer los circuitos con cable eléctrico fino y unas chapitas de cobre y presentarlo así a los alumnos. A veces, esta forma artesanal de construir circuitos es más útil y pedagógica.

ACTIVIDAD 13

- Elige una de las estrategias metodológicas que utilizarías en el aula.

- Realiza una sencilla descripción de la misma y comenta su utilidad para el área de tecnología.



Ponte en contacto con la tutoría si consideras necesaria una mayor información sobre el tema.

VI.- ENTRE MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS

VI.- ENTRE MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS.

A. HERRAMIENTAS.

CALIBRE.

Desde los tiempos más remotos el hombre ha tenido la necesidad de realizar medidas para poder hacer una valoración adecuada de su entorno. La única forma de medir es a través de la comparación con una unidad que sirva de referencia. Así pues, se puede decir que medir una magnitud es determinar la cantidad de veces que contiene otra magnitud de la misma especie, tomada ésta como unidad o como término de comparación.

Existen dos tipos de magnitudes: magnitudes fundamentales, que no dependen de ninguna otra (longitud (L), masa (M), tiempo (t), temperatura (T), etc.); y magnitudes derivadas, que son función de las fundamentales y se pueden expresar mediante ecuaciones dimensionales (por ejemplo la velocidad es función de la longitud y del tiempo, y se expresa mediante la siguiente ecuación de dimensión: $[v] = L \cdot t^{-1}$)

La ciencia que se ocupa de las medidas de las diferentes magnitudes se denomina metrología.

Uno de los instrumentos de medida habituales en Tecnología es el calibre. Los calibres sirven para estimar las dimensiones de ciertos objetos, por tanto, se encuentran dentro del marco de la metrología dimensional. La magnitud fundamental que es posible medir con un calibre es la longitud. La unidad fundamental de medidas de longitud es el metro[(1)] aunque, debido a las dimensiones reducidas de los calibres, se emplean submúltiplos del metro.

[(1)] Desde 1960 se ha adoptado como unidad patrón de medida de longitud el metro luminoso, que se define así: El metro es 1.650.763,73 veces la longitud de onda de la línea naranja de la emisión del Kriptón 86, producida por el salto del nivel energético 2p al 5d, obtenida en el vacío a la temperatura del punto triple del nitrógeno.

CALIBRES PIE DE REY

Son instrumentos de amplio uso en la industria y prácticamente imprescindibles en cualquier taller, empleados para realizar medidas lineales de pequeña y mediana precisión.

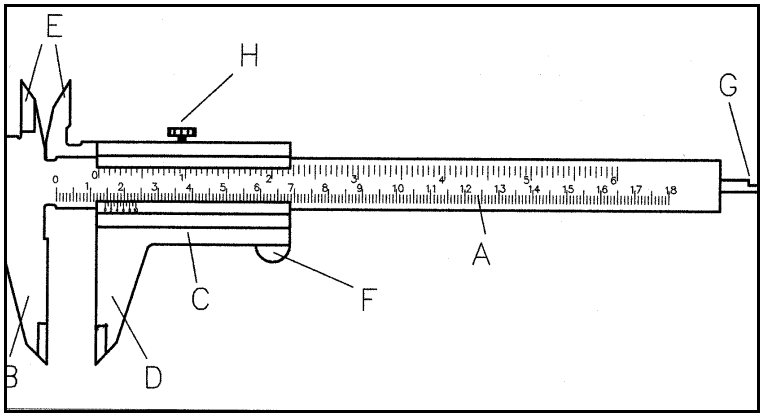


Fig. 48.- Partes constituyentes de un calibre pie de rey.

Generalmente están fabricados de acero inoxidable y constan básicamente de una **regla graduada** en centímetros y milímetros (A), cuyo extremo está doblado en escuadra, constituyendo la **boca fija** (B), y otra pieza graduada que ensambla con la primera, de forma que puede deslizarse suavemente sobre ésta confrontando las escalas. Esta pieza se denomina **cursor** o **corredera** (C) y también tiene un extremo doblado en escuadra, actuando de **boca móvil** (D).

Tanto la regla como el cursor poseen en su parte superior una **cuchilla**, una fija y otra móvil, respectivamente (E).

El movimiento del cursor se produce accionando sobre un **gatillo** o **pulsador** (F), desplazándose simultáneamente las piezas solidarias (cuchilla y boca móviles), así como una **lengüeta** (G) dispuesta en la parte posterior de la regla, que sobresale por el extremo opuesto a la boca fija cuando el cursor está desplazado.

Algunos modelos de calibre poseen un **tornillo de presión** (H) que sirve para inmovilizar al cursor en una posición determinada una vez realizada la medición, y poder ejecutar así la lectura de la medida sin riesgos de que el cursor se desplace.

La graduación del cursor, que se encuentra en el borde biselado de éste y que confronta con la escala graduada de la regla, recibe el nombre de **nonius**, **nonio** o **Vernier**, este último en honor a su inventor, Pierre Vernier.

FUNDAMENTO DEL NONIO

Partiendo de la disposición en que el cursor no se encuentra desplazado, es decir, cuando las caras que confrontan entre las bocas están en contacto, el valor cero de la escala de la regla coincide exactamente con el valor cero de la escala del cursor.

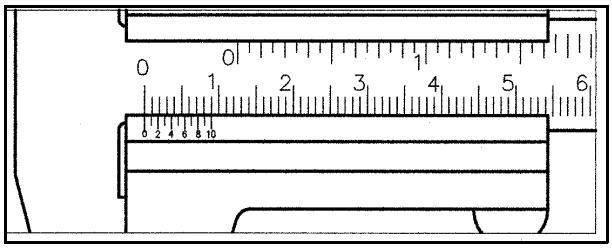


Fig. 49.- Coincidencia de trazos cero de un calibre.

La escala de la regla está graduada en centímetros y milímetros; de esta forma, únicamente con el trazo cero del cursor es posible realizar medidas que se correspondan a números enteros de las unidades mencionadas.

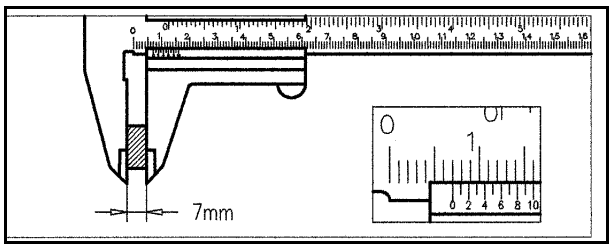


Fig. 50.- Medida con un calibre de una magnitud de valor entero.

Por ejemplo, si entre las bocas de la regla y el cursor se sitúa una pieza de 7 mm, el trazo cero de la corredera coincidirá exactamente con la séptima división de la graduación milimetrada de la regla.

Por tanto, para realizar la medida de una pieza con un calibre, es necesario introducirla entre la boca de la regla y la del cursor, ajustándola correctamente ejerciendo una leve presión con el cursor. La división de la regla que coincida con el trazo cero del cursor será la medida de la pieza en cuestión.

Sin embargo, cuando se trata de determinar una medida que no se corresponda con un número exacto de milímetros, el trazo cero del cursor es insuficiente, puesto que éste se encontrará entre dos divisiones de la regla, y no se podrá determinar las fracciones de milímetro que sobrepasa a la última división. Dicho de otra forma, la parte decimal de la medida no es apreciable con exactitud.

La disposición del nonio está ideada concretamente para poder apreciar tanto la parte entera como la parte decimal de una medida. Considerando que la regla esté dividida en centímetros y milímetros (Sistema Métrico Decimal), la disposición es la siguiente:

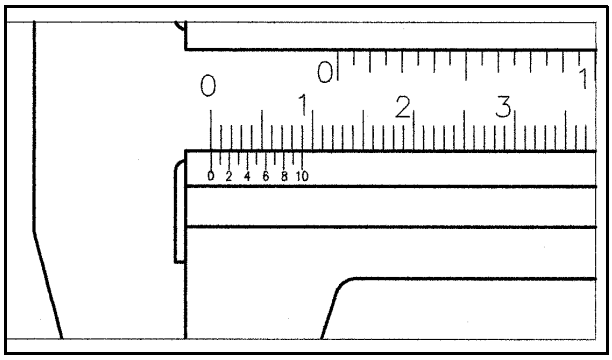


Fig. 51.- Disposición de un nonio de diez divisiones.

El cursor se encuentra dividido mediante un número de trazos (N), múltiplo de diez. Este segmento graduado del cursor se corresponde con N-1 divisiones de la regla. Por tanto, la magnitud de cada división del nonio es (N-1) / N.

El caso más sencillo es aquél en que el nonio consta de diez divisiones que abarcan 9 mm de la regla.

Así pues, la magnitud de cada división del nonio valdrá 9 mm dividido entre 10 divisiones, o sea, 0,9 mm. De esta forma, la primera división del nonio dista del trazo del primer milímetro de la regla 0,1 mm; la segunda dista del segundo trazo milimetrado 0,2 mm; y así sucesivamente hasta la coincidencia entre la décima división del nonio con el noveno trazo milimetrado.

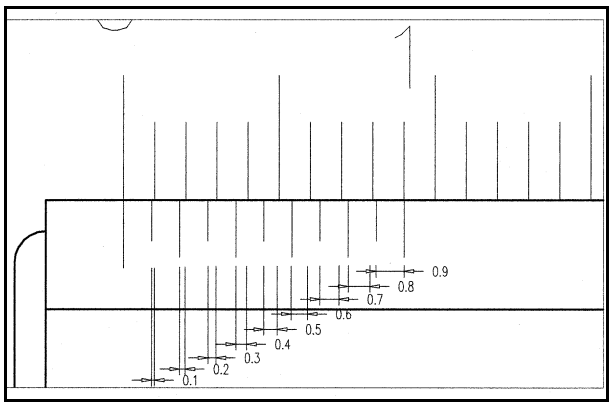


Fig. 52.- Desplazamiento entre los trazos de un nonio de diez divisiones y los de la regla graduada.

Con este tipo de nonio son apreciables décimas de milímetro dado que, si se efectúa una medición, por ejemplo 6,3 mm, el trazo del cursor sobrepasa en tres décimas a la sexta división de la regla. Para poder estimarlo, se observa que el tercer trazo del nonio coincide exactamente con una división milimetrada de la regla.

Esto puede comprenderse imaginando que el trazo cero se encuentra coincidente con la sexta división de la regla. En esta disposición, el tercer trazo del nonio dista de la tercera línea milimetrada posterior a la de 6 cm, 0,3 mm, ya que el segmento que contiene tres divisiones del nonio mide 3 x 0,9 = 2,7 mm, faltando justamente tres décimas para los tres milímetros. Por consiguiente, si el cero del cursor se desplaza respecto al centímetro sexto 0,3 mm, el tercer trazo se lleva a coincidencia con aquella división milimetrada de la que distaba dicha cantidad, es decir, la división sesenta y tres de la regla milimetrada.

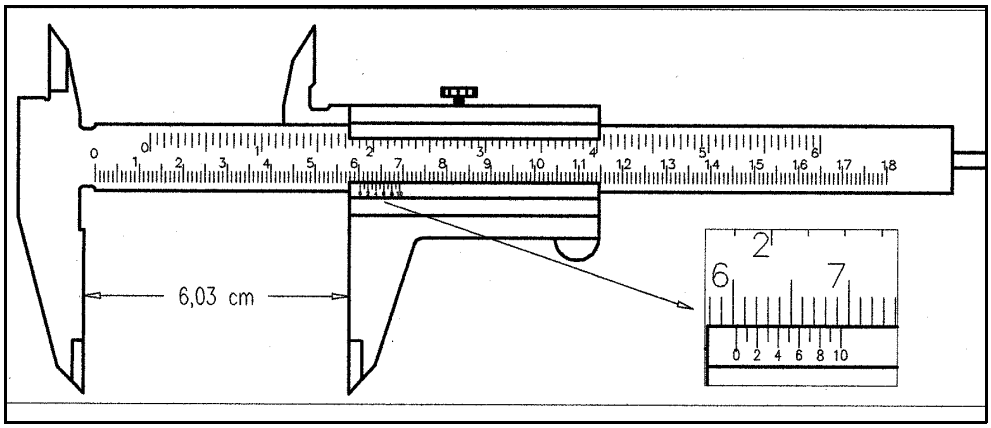


Fig. 53.- Ejemplo de medida de 6,3 cm.

Generalizando, se puede enunciar que **la lectura decimal de una medida se realiza observando cuál es el número de trazo de la corredera que coincide con una de las divisiones de la regla.**

ACTIVIDAD 14.

En la figura 54 se aprecia una pieza P introducida entre las bocas de un calibre. ¿Cuál es la longitud de la pieza P? Dependiendo del tipo de nonio, no solamente será posible medir décimas de milímetro, sino también otros decimales, en función de la apreciación del aparato.

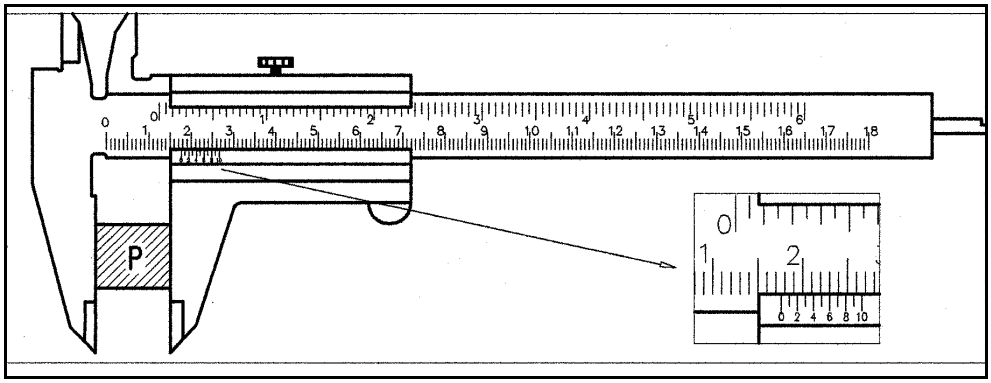


Fig. 54.- Medida con un calibre de una pieza P.

"Apreciación de un calibre es la magnitud más pequeña que es posible medir con él".

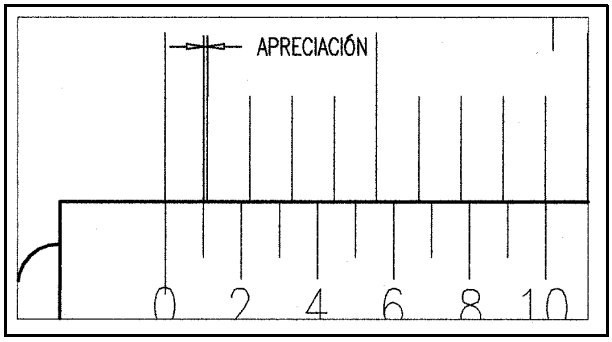


Fig. 55.- Apreciación de un calibre.

Es fácil comprender que la apreciación de un calibre será lo que dista la primera división del nonio de la primera división inmediata de la regla, cuando los ceros de las escalas están coincidentes (calibre cerrado).

La apreciación es, por tanto, la diferencia entre la magnitud de cada división de la regla y la magnitud de cada división del cursor. La primera se puede tomar como valor "1", ya que siempre será la unidad de la escala que posea la regla (en general, milimetrada). La segunda, como se vio anteriormente, toma el valor N-1 / N, siendo N el número de divisiones del nonio. En consecuencia:

$$Apreciación = 1 - \frac{N - 1}{N}$$

operando, se llega a que

$$Apreciación = \frac{N - N + 1}{N} = \frac{1}{N}$$

Por consiguiente, para conocer la apreciación de un calibre basta con dividir la unidad por el número de divisiones de la escala de la corredera.

$$Apreciación = \frac{1}{N}$$

Una apreciación muy frecuente en los calibres es 0,05 milímetros. A la vista de lo expuesto se desprende que el nonio ha de tener, necesariamente, veinte divisiones. En este caso, las medidas se realizan de forma análoga. Sólo hay que tener en cuenta que si la coincidencia con la escala de la regla es con la primera división del nonio, la lectura decimal es de cinco centésimas; si es con la segunda, de diez centésimas; con la tercera, de quince; y así sucesivamente. Es decir, los valores fraccionarios que se leen en el nonio van de cinco en cinco centésimas.

También es posible determinar la parte decimal de una medida con el calibre, simplemente, multiplicando el número de trazo del nonio que coincida con una división de la regla por la apreciación del aparato.

EJEMPLO:

Midiendo una pieza con un calibre, se observa la medida que aparece en la figura 56. ¿Cuál es el valor de dicha medida?

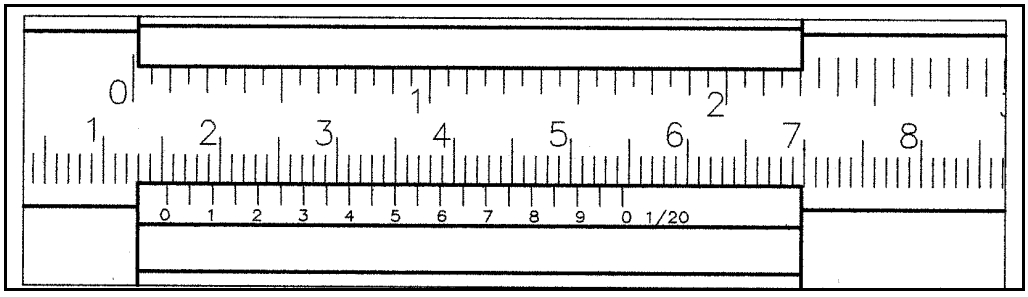


Fig 56.- Ejemplo de medida con un calibre de veinte divisiones.

Solución: En primer lugar, se observa que el nonio tiene veinte divisiones. Por tanto, la apreciación tendrá el valor de **1/20**, o sea, **0,05 milímetros**.

Como el trazo cero se encuentra entre la decimoquinta y decimosexta división de la escala milimetrada, la parte entera de la medida es **quince milímetros**.

El siguiente paso es advertir que el noveno trazo del nonio coincide con una de las divisiones milimetradas de la regla. La lectura decimal es, por consiguiente, de **cuarenta y cinco centésimas** (9 x 0,05 = 0,45 milímetros).

Entonces, la medida de la pieza será **15,45 mm.**

ACTIVIDAD 15.

En la figura 57 se presenta un calibre con el que se está realizando una medida, y cuyo nonio tiene cincuenta divisiones.

¿Cuál es la apreciación del calibre?

¿Cuál es el valor de la medida que está realizando?

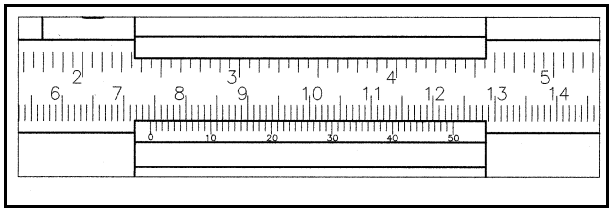


Fig. 57.- Medida de una pieza con un calibre con un nonio de cincuenta divisiones.

Existe un modelo de calibre que puede encontrarse con bastante frecuencia y que posee unas características algo peculiares.

La regla contiene una doble graduación, una en la parte inferior que es como las vistas hasta ahora (milimetrada); y otra, presentada en la parte superior, cuya escala está dividida en pulgadas[(2)].

[(2)] La pulgada pertenece al sistema de medida anglosajón. Este sistema toma como unidad fundamental la yarda, que tiene un valor aproximado de 0,9144 metros. Una yarda equivale a 3 pies, o bien, a 36 pulgadas. Por tanto, una pulgada equivale a 25,4 milímetros.

1 yd <> 0,9144 m
1 yd <> 3 ft yd : yarda
1 yd <> 36 in ft : pie
1 ft <> 0,3048 m in : pulgada
1 in <> 0,0254 m.

Como ya se ha visto, la corredera "abraza" a la regla de tal forma que es posible disponer de un doble nonio; uno para la escala en pulgadas y otro para la escala milimétrica. Este es el caso del calibre al que se hace referencia y es posible apreciarlo en la siguiente figura.

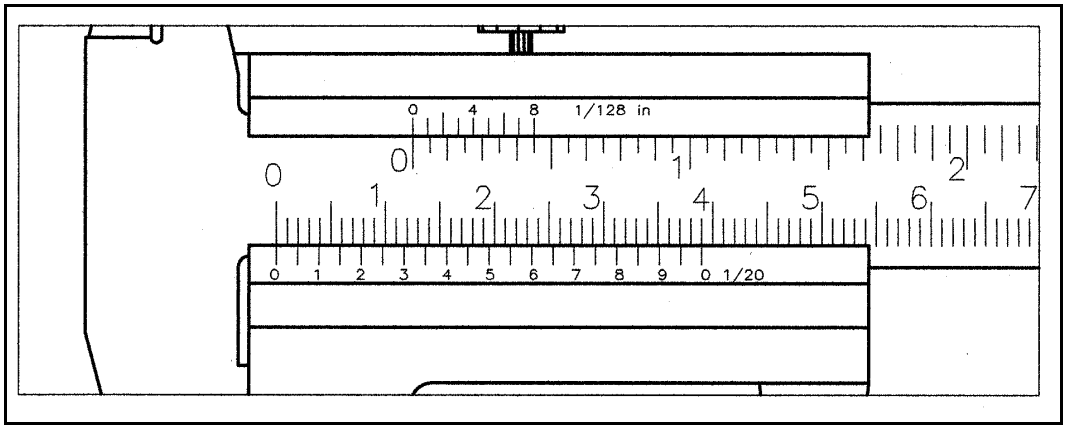


Fig. 58.- Calibre con graduación milimetrada y en pulgadas.

En este tipo de calibres, el nonio que mide en el Sistema Métrico suele tener una apreciación de 0,05 milímetros, es decir, posee veinte divisiones. La característica más notable de este nonio es que se amplifica la escala para hacerla más visible. Esto es, las veinte divisiones de la corredera no se corresponden con diecinueve milímetros de la regla sino, por ejemplo, con treinta y nueve.

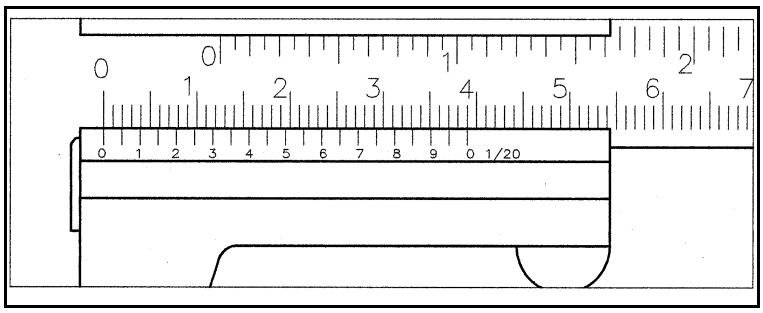


Fig. 59.- Nonio con escala ampliada.

Sin embargo, esta disposición no modifica la apreciación del calibre. Como puede observarse en la figura 59, la única diferencia es que la medida de cada división del calibre es un milímetro mayor, por lo que los desplazamientos que se presentaban en la figura 52 siguen siendo los mismos, sólo que añadiéndose, para cada división del nonio, una división milimetrada de la regla.

Como consecuencia de esto, cabe decir que la ejecución de medidas con este tipo de nonio se realiza de forma análoga a lo expuesto para los casos anteriores.

La escala de la regla graduada en el sistema anglosajón está dividida en pulgadas y, cada una de ellas, en 16 partes. Por tanto, la magnitud de cada división es 1/16 in. El nonio posee 8 divisiones que se corresponden con 7 de la regla, la magnitud de cada división del nonio será pues:

$$\frac{7/16}{8} = \frac{7}{8 \ x \ 16} = \frac{7}{128} \ in.$$

Como la apreciación es la diferencia entre la magnitud de cada división de la regla y la magnitud de cada división del cursor, se obtiene que:

$$Apreciación = \frac{1}{16} - \frac{7}{8 \ x \ 16} = \frac{8 - 7}{8 \ x \ 16} = \frac{1}{128} \ in.$$

$$\frac{1/16}{8} = \frac{1}{8 \ x \ 16} = \frac{1}{128} \ in. = Apreciación.$$

Recuérdese que para el nonio que realiza medidas en el Sistema Métrico Decimal el valor de la apreciación es 1/N, es decir, el valor más pequeño de las divisiones de la regla (1 mm) dividido entre el número de divisiones del cursor (N). El presente caso es análogo puesto que la división más pequeña de la regla toma el valor de 1/16 in. y el nonio posee ocho divisiones, por tanto,
Se pueden construir calibres con diferentes apreciaciones variando el número de divisiones del nonio y haciendo que las fracciones de pulgada tomen otros valores. Por ejemplo, para construir un calibre capaz de apreciar milésimas de pulgada, basta con tener un nonio de veinticinco divisiones y que cada pulgada de la regla esté dividida en cuarenta partes. Se puede comprobar que la apreciación es la deseada:

$$Apreciación = \frac{1/40}{25} = \frac{1}{40 \ x \ 25} = \frac{1}{1000} \ in.$$

Para realizar medidas con un calibre que contenga un nonio y una regla graduados en el sistema anglosajón se procede de la siguiente manera: Se observa cuál es el último número de división de la regla que es sobrepasado por el cero del cursor y se multiplica dicho número por el valor de cada división. A continuación se observa nuevamente para comprobar qué división del nonio coincide con una de la regla y se multiplica por el valor de la apreciación. El número que se obtenga de sumar los dos resultados anteriores, será el valor en pulgadas de la medida en cuestión.

EJEMPLO:

Se realiza la medida de una pieza con un calibre cuya apreciación es 1/128 pulgadas, y se observa que la medida es la que aparece en la figura 60. ¿Cuál es su valor?

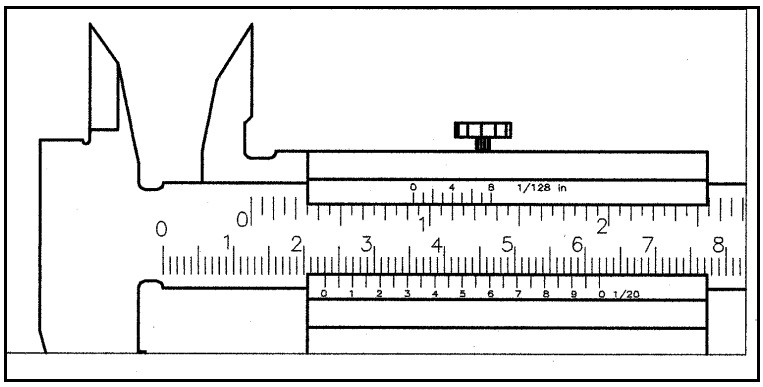


Fig. 60.- Medida con un calibre con apreciación de 1/128 in.

Solución: La última división de la regla que sobrepasa el cero del cursor es la **decimocuarta**. El valor de cada división de la regla es 1/16 in, por tanto:

$$14 \ x \ \frac{1}{16} = \frac{14}{16} = \frac{7}{8} \ in.$$

El único trazo del cursor que coincide con una división de la regla es el **cuarto**, y la apreciación del calibre es 1/128 in, así pues:

$$4 \ x \ \frac{1}{128} = \frac{4}{128} = \frac{1}{32} \ in.$$

Por lo que el valor de la medida es:

$$\frac{7}{8} + \frac{1}{32} = \frac{28 + 1}{32} = \frac{29}{32} \ in.$$

Medida cuyo valor en milímetros se puede obtener fácilmente ya que 1 in <> 25,4 mm, por tanto:

$$\frac{29}{32} \ in \ x \ \frac{25{,}4 \ mm}{1 \ in} = 23{,}0188 \ mm$$

Es posible encontrar también con relativa frecuencia un modelo de calibre que, aún estando constituido básicamente por las mismas partes esenciales, no presenta graduación de la regla ni del nonio. En este caso, el cursor es un bloque que presenta una pantalla digital donde se lee directamente la medida que se realice. Así mismo, contiene en su parte inferior dos pulsadores: uno que actúa como selector del sistema de medida (in/mm), y otro que ajusta el valor cero en cualquier posición en la que se halle el cursor (calibra por tanto al aparato cuando éste está cerrado). Su apreciación suele ser de cinco diezmilésimas de pulgada y de una centésima de milímetro.

Como puede verse, se trata de un aparato muy útil para realizar medidas con rapidez, comodidad y con una apreciación bastante aceptable.

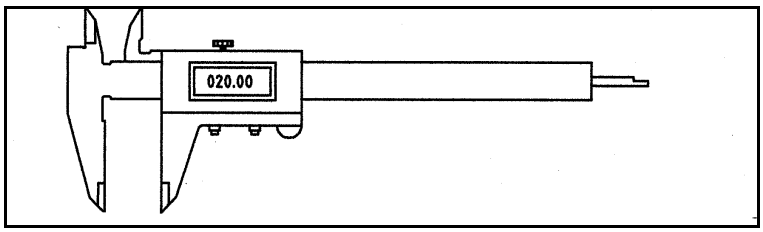


Fig. 61.- Calibre con pantalla digital.

Manipulación y mantenimiento de un calibre.

Aunque un calibre es un instrumento bastante resistente, es conveniente tener una serie de cuidados con él.

Debe evitarse cualquier tipo de golpes ya que podría producirse holgura del cursor sobre la regla, falseándose la lectura de las medidas; o bien producir el mal deslizamiento de la corredera, doblado de la lengüeta o mellas, que, en cualquiera de los casos, conllevarían un mal funcionamiento del aparato.

La limpieza también es importante. Es conveniente evitar ponerlo en contacto con virutas, arenilla u otras pequeñas partículas que puedan introducirse entre la regla y el cursor, dificultando o llegando a impedir el adecuado deslizamiento entre ambos.

Si el calibre se encontrase manchado por grasa, partículas adheridas o cualquier otra sustancia, debe limpiarse antes de usarlo. Sin desplazar la corredera, se procederá a limpiarlo con un paño y un aceite lubricante anticorrosivo. Una vez limpio, se desplaza la corredera para hacer lo propio con las partes que, en principio, ocultaba ésta. Para finalizar, se eliminará el aceite con un paño seco. Debe evitarse la limpieza con disolventes, ya que éstos pueden borrar la tintada de la escala dificultando su lectura.

Tras el empleo de un calibre, es conveniente que se guarde en su funda de origen o, en su defecto, en otro envoltorio adecuado y en un sitio limpio y sin humedad.

Con los calibres pie de rey es posible realizar tres tipos diferentes de medición:

1) Cotas exteriores: para ello se introduce la pieza a medir entre las bocas del calibre ajustándose éstas sobre ella (Figura 62).

2) Cotas interiores: su medición se lleva a cabo introduciendo las cuchillas en la parte hueca a medir de la pieza y se abre hasta que hagan contacto con las caras interiores (Figura 63).

3) Cotas de profundidad: Para medir la profundidad de un hueco, ranura, agujero, etc. debe apoyarse en su borde el extremo de la regla abriéndola a continuación para que la lengüeta penetre perpendicularmente en el interior de la oquedad hasta que haga tope con el fondo (Figura 64).

En los tres casos, una vez realizado el proceso descrito, se procede a hacer la lectura de la medida.

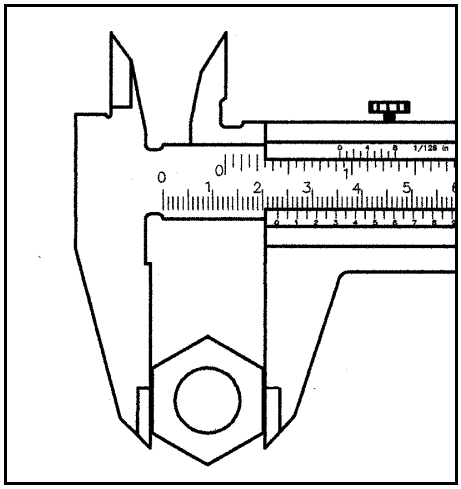


Fig. 62.- Medida de cotas exteriores.

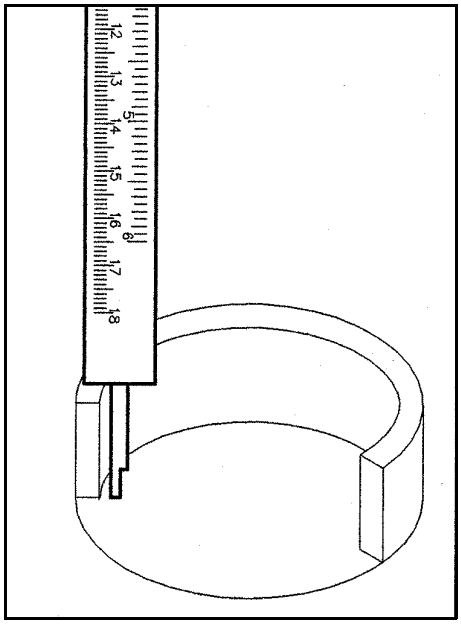


Fig. 64.- Medida de cotas de profundidad

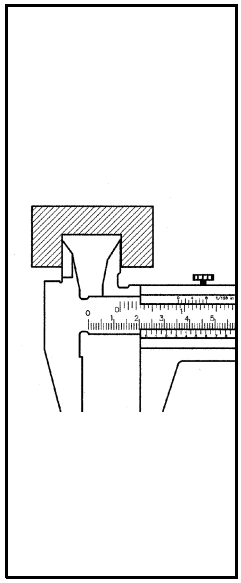


Fig. 63.- Medida de cotas interiores.

RECUERDA:

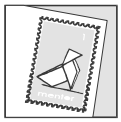
- El calibre es un instrumento empleado para realizar medidas de pequeña y mediana precisión. Su gran cantidad de aplicaciones lo han convertido en una herramienta prácticamente insustituible en muchos sectores.

- Un calibre está caracterizado principalmente por un dispositivo denominado **nonio**. Éste consiste básicamente en dos reglas graduadas con escalas diferentes (regla y corredera) confrontadas entre sí y con posibilidad de desplazamiento transversal. El tipo de división de la corredera determina la fracción decimal más pequeña que es posible medir.

- Apreciación de un calibre es la magnitud más pequeña que es posible medir con él y es el resultado de dividir la unidad por el número de divisiones de la escala de la corredera.

- La lectura de una medida realizada con un calibre se lleva a cabo observando qué trazo de la regla coincide o es rebasado por el trazo cero del cursor, lo que constituye la parte entera de la medida y, la parte decimal se conoce al multiplicar el valor de la apreciación del calibre por el número de trazo de la corredera que confronte exactamente con uno de la regla.

- Con un calibre pie de rey es posible realizar medidas interiores, exteriores y de profundidad en piezas que, en general, no superen los 15 - 20 centímetros.



Con este apartado has concluido la **Unidad Didáctica 8**. Esperamos que no te haya planteado ninguna dificultad, pero si se te plantea algún tipo de problema, ya sea en este último apartado o en cualquiera de los anteriores, no dudes en ponerte en contacto con la tutoría.

VII.- SOLUCIONES

VII.- SOLUCIONES.

SOLUCIONES A LAS ACTIVIDADES PROPUESTAS:

Las actividades 1 y 2 han sido diseñadas de tal manera que no sea necesario ofrecer soluciones ya que se trata de propuestas abiertas, las cuales pueden realizarse por diferentes caminos.

Una vez que hayas llevado a cabo tu actividad puedes ponerte en contacto con la tutoría y, en el caso de la actividad 2, enviar tu solución.

ACTIVIDAD 3.

Con una fuente de alimentación se puede comprobar que cuanto mayor es la tensión aplicada al electroimán mayor es la fuerza de atracción de materiales eléctricos.

Si se utiliza una pila se corre el riesgo de descargarla debido a la poca resistencia de la bobina.

ACTIVIDAD 4.

Un cerrojo magnético.

ACTIVIDAD 5.

Con el circuito eléctrico cerrado la bobina atrae al fleje, chocando éste con la campana y abriendo el circuito, momento en el cual la bobina deja de actuar, lo que hace recuperar al fleje su posición inicial. A partir de este momento comienza de nuevo el ciclo.

ACTIVIDAD 6.

Si sometemos la bobina al paso de una corriente continua, ésta ofrecerá una resistencia muy pequeña, lo que implica un consumo muy elevado. No se debe olvidar que una bobina ofrece resistencia sólo cuando la corriente es variable.

ACTIVIDAD 7.

La explicación física de este fenómeno se basa en que, al frotar el bolígrafo con la lana, se produce una transferencia de cargas y queda cada uno de los cuerpos con un exceso de carga de un signo u otro. Al poner los pequeños trozos de papel dentro del campo eléctrico del bolígrafo, las partículas cargadas que hay en el papel se reordenan de forma que se acercan las de signo contrario a las del bolígrafo y se alejen de éste las del mismo signo. Las fuerzas de atracción que se establecen entre las cargas del

bolígrafo y las de signo contrario en el papel permiten vencer el peso de éste, que es levantado de la mesa y queda adherido al bolígrafo.

ACTIVIDAD 8.

El primer paso a dar es expresar todos los datos y constantes en unidades del Sistema Internacional:

$q_1 = 4x10^{-7}$ C

$q_2 = - 3x10^{-7}$ C

r = 0,2 m

$K = 9x10^9$ $N.m^2/C^2$

a) Se calcula la fuerza de interacción entre las partículas cargadas, aplicando la ley de Coulomb (ecuación 1 del apartado III):

$$F = K \frac{q_1 \; q_2}{r^2} = 9x10^9 \; . \; \frac{4x10^{-7}.(-\; 3x10^{-7})}{0,2^2} = -\; 0,027 \; N$$

El signo negativo indica que la fuerza es de atracción. Su módulo es 0,027 N, su dirección es la de la recta que une ambas cargas. Si situamos el punto de aplicación en el lugar ocupado por la carga positiva, el sentido de la fuerza estaría dirigido hacia la carga negativa, tal como se aprecia en el esquema de la figura 65:

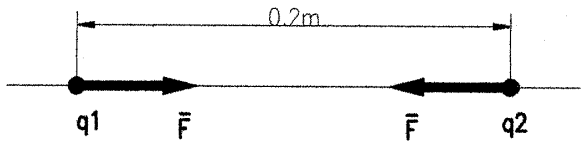


Fig. 65.-

b) Para calcular el campo eléctrico en el punto A, deben calcularse en primer lugar e independientemente las contribuciones individuales de cada carga al campo eléctrico en el punto indicado: la dirección de este campo es siempre la de la recta que une las cargas; el sentido será, por definición, saliente de la carga positiva cuando ésta es la creadora del campo, y entrante hacia la carga negativa cuando sea ésta la que lo origina, lo que para el caso concreto de esta actividad queda visualizado en las figuras 66 y 67, respectivamente. Los módulos

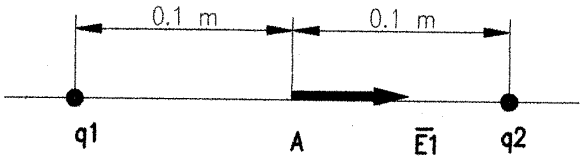


Fig. 66.-

de la intensidad del campo eléctrico se calculan, en valor absoluto, aplicando la ecuación 2 del apartado III.

▸ Contribución al campo de la carga q_1:

$$E_1 = K \cdot \frac{q_1}{r_1^2} = 9x10^9 \cdot \frac{4x10^{-7}}{0,1^2} = 360000 \ N/C$$

▸ Contribución al campo de la carga q_2:

$$E_2 = K \cdot \frac{q_2}{r_2^2} = 9x10^9 \cdot \frac{3x10^{-7}}{0,1^2} = 270000 \ N/C$$

Para calcular la intensidad total del campo en el punto A se aplica el principio de superposición, así éste tendrá la misma dirección y sentido, en este caso, que las contribuciones individuales, y su módulo será la suma de los módulos de E_1 y E_2:

$$E_2 = 360000 \ N/C + 270000 \ N/C = 6$$

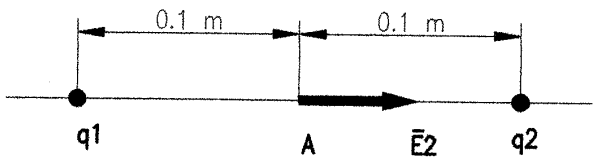


Fig. 67.-

c) En el punto B indicado (figura 68), el potencial eléctrico, que es una magnitud escalar, se obtiene como la suma algebraica de las contribuciones individuales que produce cada una de las cargas, y se calcula aplicando la ecuación 5 del apartado III:

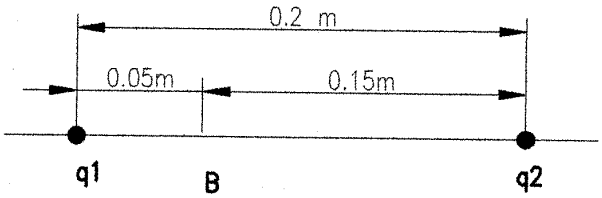


Fig. 68.-

▸ Contribución de q_1 al potencial eléctrico:

$$V_1 = K \cdot \frac{q_1}{r_1} = 9x10^9 \cdot \frac{4x10^{-7}}{0,05} = 72000 \ V$$

▸ Contribución de q_2 al potencial eléctrico en el punto B:

$$V_2 = K \cdot \frac{q_2}{r_2} = 9x10^9 \cdot \frac{-3x10^{-7}}{0,15} = -18000\ V$$

Por último, como se ha dicho, se calcula el potencial eléctrico total en el punto del espacio indicado aplicando el principio de superposición:

$$V_B = V_1 + V_2 = 72000\ V - 18000\ V = 54000\ V$$

ACTIVIDAD 9.

Las limaduras de hierro, al estar dentro del campo creado por el imán, se distribuyen según las líneas de campo o líneas de inducción magnética, tal como se aprecia en la figura 69.

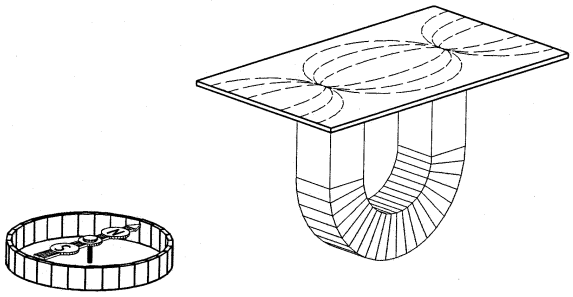


Fig. 69.-

Al acercar una brújula a uno de los polos del imán, tal y como aparece en la figura anterior, si éste es el polo sur, atraerá al polo norte de la aguja imantada de la brújula. En el caso de que se tratase del polo norte del imán, se repelerían entre sí. De esta forma, quedan claramente definidos los polos del imán.

ACTIVIDAD 10.

Las distribución que toman las partículas de hierro es en círculos concéntricos en torno al conductor, ya que las líneas de campo son cerradas (figura 70).

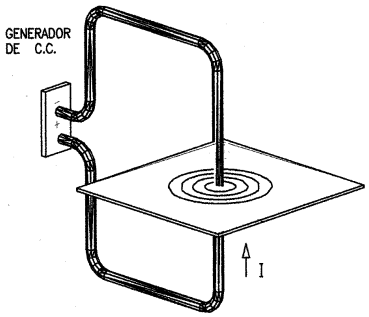


Fig. 70.-

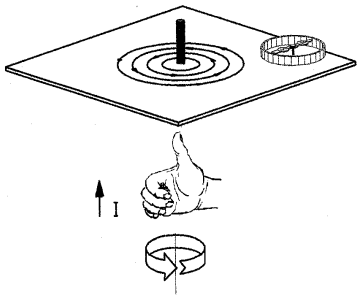


Fig. 71.-

Al situar una brújula sobre una de las líneas de campo, el norte de su aguja indicará la dirección y el sentido del campo magnético. Éste a su vez dependerá del sentido de la corriente que circule por el conductor, según la "regla de la mano derecha" (figura 71).

ACTIVIDAD 11.

Al realizar la experiencia, puede observarse cómo las líneas de campo han producido una distribución de las limaduras de forma que salen de uno de los extremos de la bobina, y entran por el otro como si se tratara de un imán plano. Para poder distinguir de cuál salen y por cuál entran, será necesario acercar una brújula, la cual indicará con su extremo norte el polo sur del electroimán, hacia donde se dirigen las líneas de campo (figura 72).

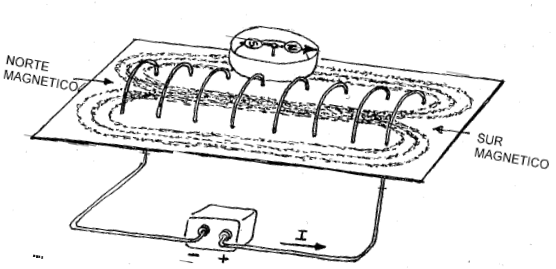


Fig. 72.-

Si se dispone de un amperímetro y se ha podido medir la intensidad de corriente que circula por la bobina, para calcular la intensidad del campo magnético basta sustituir los datos dados, en la ecuación 18 del apartado III (número de espiras, radio de las espiras e intensidad de corriente, todo en unidades del Sistema Internacional).

Nota: Utilícese el valor de la constante K' en el vacío: 10^{-7} T.m/A.

ACTIVIDAD 12.

EL JEFE DE ESTACIÓN.

La solución que presentamos a la sencilla propuesta de trabajo que se hizo en la sección "Manos a la Obra" es, naturalmente, una sugerencia. La creatividad y los medios de que se dispongan determinarán el diseño y la construcción de la solución personal.

MATERIALES.

CONSTRUCCIÓN.

PREPARACIÓN DE ELEMENTOS:

1 Envase pequeño de jabón líquido de unos 25 - 30 cm.
1 Tapón con perfil redondeado.
1 Soporte de helado estilo sombrerete.
2 Palitos redondos de polo.
1 Tapa de un bote de conservas.
1 Motor con reductora.
2 Gomillas.
Tablero de contrachapado.
Tabla. (10 x 10 cm.)
Aglomerado (30 x 15 cm.)
Cartón compacto.
Carcasa de rotulador.
Trozo de alambre rígido.

Fig. 73.- Materiales.

Se cortan y preparan todos los elementos indicados en la figura 74. Se comienza por la leva, lo que puede resultar lo más complicado. Con la ayuda de la tapa que se vaya a utilizar se hace una plantilla en papel cuadriculado con las dimensiones de la leva que se indican en la figura 75. Una vez hecha la plantilla, se traza en la tabla y se corta con un serrucho de aguja o con una segueta. Después se cortan tres círculos de cartón compacto de un diámetro ligeramente mayor que el de la tapa y se van pegando cuidadosamente en este orden: círculo de cartón, tapa, círculo de cartón, leva y último círculo de cartón.

El brazo se dibuja y corta con una segueta. Después se van trazando y serrando todas las piezas adaptando sus medidas a las dimensiones del envase de plástico que se haya elegido. Las medidas indicadas aquí son orientativas.

Se prepara el envase de plástico cortando la base y los triángulos que asemejan las piernas. Se abre el orificio por donde se va a introducir el brazo. Se coloca el brazo con cuidado y se comprueba que se mueve con facilidad. Es conveniente hacer una especie de puerta en lo que será la espalda del muñeco para poder manipularlo más fácilmente cuando se monte o haya que hacer una reparación. Una vez colocado el brazo, se pega en él un trozo de carcasa de rotulador que sujete el empujador.

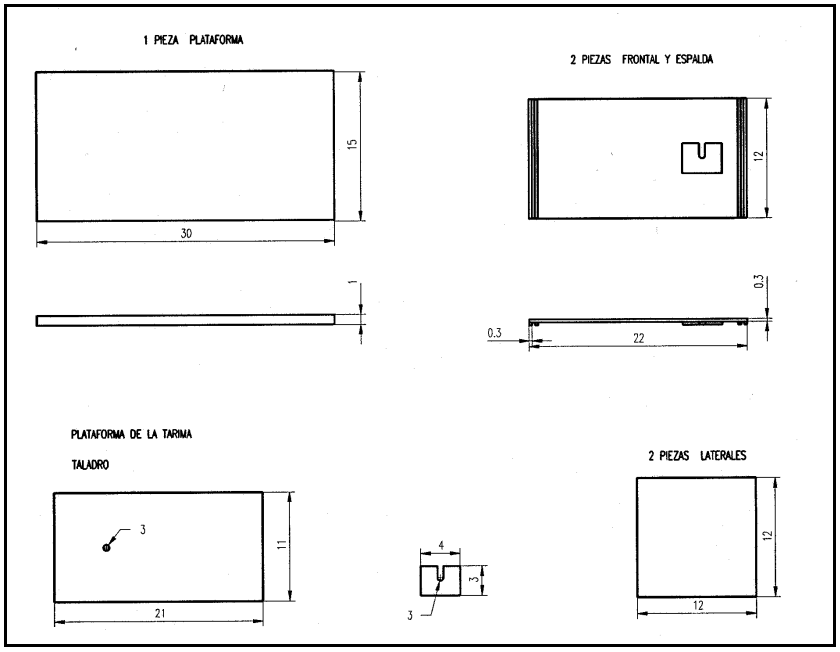


Fig. 74.- Plataforma y tarima.

Se procede a introducir el refuerzo que va a servir de guía del empujador de la palanca del brazo. Por último, se pegan unas tiras de plástico para cubrir el interior de las piernas, todo ello se pega en la plataforma cuidando que el orificio de la plataforma coincida con el de la guía y se ponen unos trocitos del tapón a manera de pies.

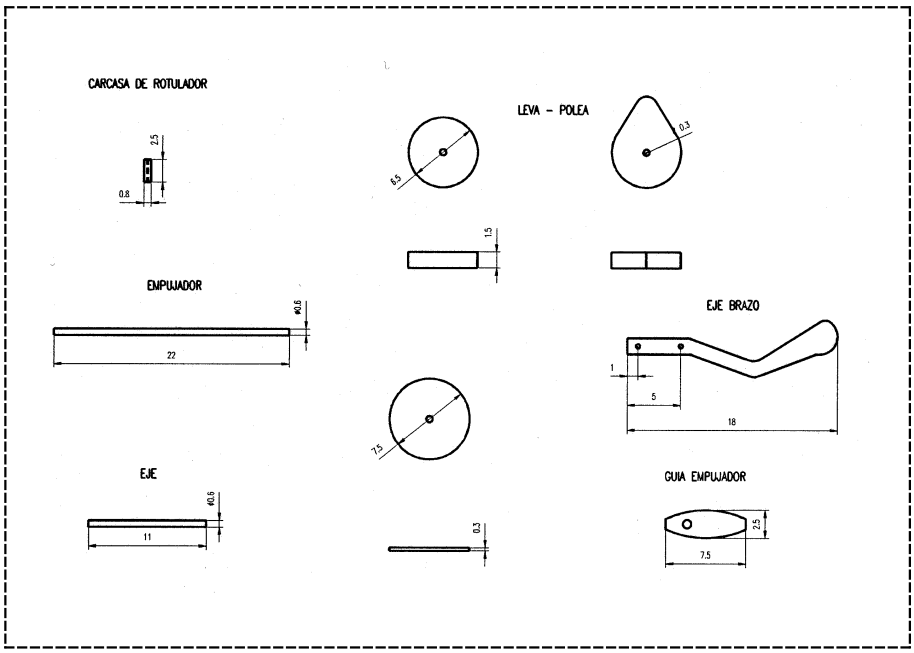


Fig. 75.- Elementos mecánicos del muñeco.

Los soportes laterales de la tarima son a la vez los soportes del eje de la leva y la polea. Para ello se pegan unos trocitos de contrachapado en los que se ha practicado un taladro y después se ha abierto un corte por la parte superior, conforme a la figura 74. Deben colocarse enfrente del orificio de la plataforma por la que se moverá el empujador y a medio centímetro del radio mayor de la leva.

Para que la tarima sea desmontable se pegan dos tiras muy finitas de contrachapado a cada uno de los lados cortos de las piezas frontal y posterior. Éstas servirán de raíl para introducir los laterales de la plataforma. Además, deben pegarse dos tiras horizontalmente sobre las que pueda reposar la tabla que constituye la parte superior de la tarima. Se sueldan al motor y a las piezas metálicas del pulsador los cables y se dejan listos para ser conectados a la pila.

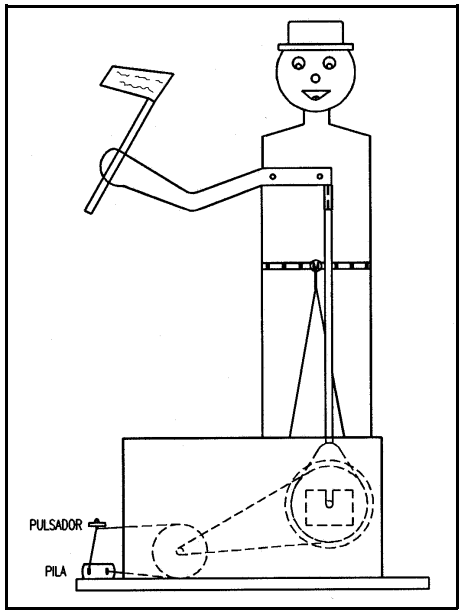


Fig 76.- Jefe de estación.

SECUENCIA DE MONTAJE.

- Se comienza por pegar en la plataforma soporte el lado frontal y posterior de la tarima.
- Se coloca el motor y la polea. Se prueba para comprobar que funciona.
- Se introduce el empujador en el muñeco y se coloca la plataforma sobre los soportes.
- Se meten los laterales y queda de esta forma preparado para ser puesto en marcha.

ACTIVIDAD 13.

Esta actividad tiene diferentes vías de solución, en función de la estrategia elegida. Una vez elaborada ésta, coméntala con la tutoría y envíasela con posterioridad.

ACTIVIDAD 14.

La parte entera de la medida se obtiene observando cuál es el último trazo de la regla graduada que es sobrepasado por la línea cero del cursor. Puede apreciarse que éste último se encuentra entre el milímetro diez y siete y el diez y ocho. Por tanto, la parte entera de la medida es 17 mm.

Para determinar la parte decimal de la medida, basta comprobar cuál es el trazo del nonio que coincide exactamente con uno de la regla graduada. Se aprecia que éste es el sexto; así pues, la parte decimal es de seis décimas de milímetro, es decir, 0,6 milímetros.

Una vez realizadas estas operaciones, la medida completa se obtiene sumando las dos anteriores, o sea, la parte entera y la parte decimal:

Valor de la medida = 17 mm + 0,6 mm = 17,6 mm.

ACTIVIDAD 15.

Puede observarse, en primer término, que el nonio contiene cincuenta divisiones. Así pues, la apreciación se obtiene dividiendo a la unidad por este número:

Apreciación = 1/50 = 0,02 mm.

Por tanto, este calibre será capaz de apreciar centésimas de milímetro de dos en dos.

Por otro lado, el trazo cero del nonio sobrepasa ligeramente la división setenta y cuatro de la regla, valor que constituye la parte entera de la medida (74 milímetros).

La única coincidencia del nonio con un trazo del cursor es la decimosegunda. En consecuencia, la lectura decimal se obtiene multiplicando este valor por el de la apreciación: 12 x 0,02 mm = 0,24 mm.

Análogamente a la actividad anterior, el valor total de la medida se obtiene por suma de los dos anteriores:

Valor de la medida = 74 mm + 0, 24 mm = 74, 24 mm.

VIII.- GLOSARIO

VIII.- GLOSARIO

- ÁMBAR.- Resina fósil, de color miel, dura y quebradiza y que se electriza con facilidad por frotación.

- ANIÓN.- Ión cargado negativamente.

- BOBINA.- Dispositivo eléctrico que se opone al paso de una corriente de valor variable.

- CAMPO ELÉCTRICO.- Región del espacio en la que se ponen de manifiesto las fuerzas de interacción entre cargas eléctricas.

- CAMPO MAGNÉTICO.- Región del espacio en la que tienen efecto las fuerzas de interacción magnética.

- CAREY.- Material de naturaleza córnea procedente de las conchas de las tortugas marinas del mismo nombre.

- CARGA.- Fuerza ejercida a través de la acción de un peso en un punto. Aditivo que, incorporado a un determinado material, modifica sus propiedades.

- CARGA ELÉCTRICA.- Propiedad de la materia debida a la constitución atómica de ésta.

- CATALIZADOR.- Sustancia que, sin sufrir modificaciones, varía la velocidad de reacción de un proceso químico.

- CATALIZADOR HETEROGÉNEO.- Catalizador cuyo estado de agregación es diferente al de los reactivos del proceso químico en el que interviene.

- COLADA.- Proceso de conformado por el que se hace solidificar un material hundido en el interior de un molde que reproduce la forma de la pieza a obtener.

- COLOIDE.- Sustancia constituida por pequeñas partículas dispersas en un medio continuo.

- CONFORMACIÓN.- Cualquier proceso que conlleve a un cambio de forma del material tratado.

- COQUE.- Carbón residual procedente de la calcinación de la hulla para la fabricación de gas.

- CORROSIÓN.- Proceso electroquímico de oxidación que produce una transformación química modificando las propiedades del material.

- CRAQUEO.- Proceso de obtención de las diferentes fracciones del petróleo.

- DESMOLDEO.- Operación por la cual se extrae del molde una pieza obtenida por moldeo.

- DESTILACIÓN.- Procedimiento físico de separación por evaporación de las fracciones más volátiles de una mezcla, y posterior condensación de éstas por enfriamiento.

- DEVANADO.- Arrollamiento de cobre de una bobina o de un transformador.

- ELECTRÓLISIS.- Fenómeno por el cual una sustancia química se descompone al circular a través de ella una corriente eléctrica.

- EMULSIÓN.- Coloide constituido por finas gotas de un líquido dispersas en el seno de otro en el cual no es soluble.

- EXTRUSIÓN.- Operación de conformado por la cual un material fluye a través del orificio de una matriz por acción de una presión.

- FRESADORA.- Máquina que contiene una herramienta cortante denominada fresa dotada de movimiento giratorio para labrar materiales.

- HIGROSCÓPICO.- Propiedad por la cual un material absorbe la humedad ambiental sin llegar a disolverse en el agua adquirida.

- HULLA.- Variedad de carbón fósil, también conocido como carbón de piedra.

- INFUSIBILIDAD.- Calidad de lo que no puede fundirse.

- INSOLUBILIDAD.- Calidad de lo que no puede disolverse en un determinado disolvente.

- ISOMERÍA.- Fenómeno por el cual moléculas, principalmente orgánicas, son diferentes pese a tener el mismo número de átomos de los mismos elementos.

- ISOMERÍA CIS.- Tipo de isomería geométrica en la que los grupos en cuestión (ver isomería geométrica) están espacialmente dispuestos del mismo lado.

- ISOMERÍA GEOMÉTRICA.- Isomería que presentan moléculas con dobles enlaces debido a la diferente disposición espacial de los grupos atómicos unidos a los carbonos doblemente enlazados.

- ISOMERÍA TRANS.- Tipo de isomería geométrica en la que los grupos en cuestión (ver isomería geométrica) están espacialmente situados en lados opuestos de la molécula.

- LINTERS.- Fibrillas adheridas a la cascarilla del fruto del algodón.

- MACROMOLÉCULA.- Molécula muy grande formada a partir de la unión de muchas moléculas más pequeñas, independientemente de que éstas sean iguales o no.

- MATRIZ.- Molde que conforma a cualquier material que éste contenga o fluya a su través.

- MOLDEO.- Operación de conformado de materiales en estado fluido haciendo uso de un molde.

- MONÓMERO.- Molécula simple.

- PILA.- Elemento que produce una diferencia de potencial en sus extremos por medio de una reacción química.

- PIRÓLISIS.- Descomposición química de compuestos orgánicos por acción del calor.

- POLIMERIZACIÓN.- Proceso químico de adición de monómeros para constituir una molécula más compleja.

- POLÍMERO.- Macromolécula formada a partir de la unión química de monómeros.

- POLÍMETRO.- Aparato que sirve para medir al menos dos magnitudes eléctricas diferentes.

- PRECIPITACIÓN.- Proceso por el cual, en el seno de una disolución, se origina un sólido que se segrega de ésta.

- PRENSA.- Máquina que, accionada mecánica o hidráulicamente, produce un efecto de conformado en una pieza.

- RADICAL.- Grupo de átomos que actúa generalmente como una unidad dentro de una molécula.

- TORNO.- Máquina que produce efecto de giro en la pieza que sujete, de tal forma que al acercar una herramienta a dicha pieza pueda conformarla aprovechando la energía cinética de rotación.

- TRANSFORMADOR.- Conjunto formado por al menos dos bobinas independientes arrolladas a un mismo núcleo de material ferromagnético. Se emplea para transformar tensiones, adaptar impedancias o hacer acoplamientos magnéticos.

- TRONCEADO.- Operación por la cual se fracciona un determinado material, originalmente en forma de barra o cualquier otra sección.

IX.- BIBLIOGRAFÍA

IX.- BIBLIOGRAFÍA.

- COCA REBOLLEDO, P. y ROSIQUE JIMÉNEZ, J.
Ciencias de los materiales (6ª Edición).
(Teoría-ensayos-tratamientos).
Ed. Cosmos. Valencia. 1973.

- LASHERAS, J. Mª. y CARRASQUILLA, J. F.
Ciencia de materiales.
Ed. Donostiarra. San Sebastián. 1991.

Siempre es interesante tener un libro de Ciencia de Materiales en la biblioteca particular ya que éstos contienen la mayoría de la información necesaria acerca de los diferentes materiales existentes, sus ensayos característicos, sus propiedades y aplicaciones, así como otros datos relevantes sobre este tema.

Hay que tener en cuente que el nivel de este tipo de libros es universitario; por tanto, cualquier consulta que se haga, para llevarla al ejercicio docente, debe ser previamente adecuada al nivel del aula.

- GARRATT, J.
Diseño y tecnología.
Ed. Akal. Madrid. 1993.

- **Tecnología 4º Curso.**
Ed. Santillana.

- GONZALO, R., BORJA, G., MOYA, E. y RÁBADE, A. L.
3 Tecnología (E.S.O.).
Ed. Anaya. Madrid. 1995.

Estos textos de Tecnología, al igual que los de otras editoriales como S.M., McGraw-Hill, Paraninfo, etc., son muy interesantes y prácticamente imprescindibles en la biblioteca de un tecnólogo. En ellos se puede encontrar la mayoría de los temas tratados en esta Unidad Didáctica, a un nivel sencillo y con propuestas de trabajo para los alumnos.

Aunque es difícil hacer una elección de uno de ellos como libro de texto para los alumnos, para muchos docentes resulta muy útil seguir un texto concreto en la programación de aula y, en cualquier caso, utilizar todos para extraer temas concretos.

- KIP, A. F.
Fundamentos de electricidad y magnetismo.
Ed. McGraw-Hill. Mexico. 1981.

- SEARS-ZEMANSKY.
Física general (5ª Edición).
Ed. Aguilar. Madrid. 1981.

- CATALÁ, J.
Física general.
Ed. Cometa. Zaragoza. 1979.

- PEÑA, A. y GARZO, F.
Física C.O.U.
Ed. McGraw-Hill. madrid. 1990.

- CANDEL, A., SATOCA, J., SOLER, J. B. y TENT, J. J.
Física y química (Bachillerato 2).
Ed. Anaya. Madrid. 1991.

- CANDEL, A., SATOCA, J., SOLER, J. B. y TENT, J. J.
Física y química (Bachillerato 3).
Ed. Anaya. Madrid. 1992.

De los seis libros anteriores, cualquiera de los tres primeros es adecuado para realizar consultas específicas o conceptualmente más complejas, mientras que los tres últimos presentan un nivel de comprensión adaptado a B.U.P. y C.O.U. que, aunque no están contemplados en la nueva Reforma Educativa, contienen unos planteamientos didácticos bastante bien elaborados en lo concerniente a los temas de física general.

Casi todo el mundo conserva los libros de Física y Química que utilizó durante sus estudios medios y superiores. Posiblemente sea éste el momento de buscarlos y volver a tenerlos a mano para poder realizar consultas puntuales, y así no tener la necesidad de adquirir nuevos textos.

- LASHERAS, J. Mª.
Tecnología mecánica y metrotecnia (Vol. I y II).
Ed. Donostiarra. San Sebastián.

- **Tecnología mecánica.**
Ed. Edebé. Barcelona. 1992.

En numerosas ocasiones, los tecnólogos nos vemos obligados a utilizar o conocer el fundamento de una determinada máquina-herramienta. Los últimos libros mencionados contienen la mayoría de la información necesaria para este fin, además de ampliaciones de otros muchos temas puntuales.

- GONZÁLEZ, Mª A., CLOUTE, F., GÓMEZ, L. A., GONZALO, R. y OEO, A.
Automatismos.
(Reforma Ciclo Superior de la E.G.B.)
Ministerio de Educación y Ciencia.
Ed. Tecnológica: 3.

Este libro contiene numerosos ejemplos ilustrados de diferentes mecanismos automáticos que son susceptibles de llevarse a efecto en un aula-taller. Puede complementar por tanto, a cualquiera de los libros de texto que se utilicen en la didáctica habitual de las clases de Tecnología.

Como resumen, la recomendación es adquirir alguno de los libros de Tecnología diseñados para la Educación Secundaria Obligatoria. Por lo demás, el resto de los textos recomendados pueden ser consultados en diferentes bibliotecas o bien, como es lo más probable, ya se posea algún otro libro de contenidos análogos.