



Equipos eléctricos y electrónicos

Consulte nuestra página web: www.sintesis.com
En ella encontrará el catálogo completo y comentado



Queda prohibida, salvo excepción prevista en la ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra sin contar con autorización de los titulares de la propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (arts. 270 y sigs. Código Penal). El Centro Español de Derechos Reprográficos (www.cedro.org) vela por el respeto de los citados derechos.

Equipos eléctricos y electrónicos

Diana García-Miguel López

ASESOR EDITORIAL:

Juan Carlos Moreno Pérez

© Diana García-Miguel López

© EDITORIAL SÍNTESIS, S. A.
Vallehermoso, 34. 28015 Madrid
Teléfono 91 593 20 98
www.sintesis.com

ISBN: 978-84-9171-376-0
Depósito Legal: M-18.942-2019

Impreso en España - Printed in Spain

Reservados todos los derechos. Está prohibido, bajo las sanciones penales y el resarcimiento civil previstos en las leyes, reproducir, registrar o transmitir esta publicación, íntegra o parcialmente, por cualquier sistema de recuperación y por cualquier medio, sea mecánico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia o por cualquier otro, sin la autorización previa por escrito de Editorial Síntesis, S. A.

Índice

PRESENTACIÓN	9
1. EL CABLEADO Y LOS ELEMENTOS DE CONEXIÓN	11
Objetivos	11
Mapa conceptual	12
Glosario	13
1.1. Cables eléctricos	13
1.1.1. Partes de un cable eléctrico	13
1.1.2. Tipos de cables eléctricos	15
1.1.3. Colores y significados de los cables eléctricos	19
1.1.4. Terminaciones y conectores en cables eléctricos	19
1.1.5. Tamaño de los cables conductores	22
1.2. Cables de comunicaciones	23
1.2.1. Cables de cobre	23
1.2.2. Cables de fibra óptica	25
1.3. Circuitos impresos	26
1.3.1. Diseño	27
1.3.2. Corte y limpieza	28
1.3.3. Fijación e impresión	28
1.3.4. Eliminación del cobre sobrante y soldadura de los componentes	28
1.4. Guiado y fijación de cables	29
1.4.1. Elementos de guiado: fundas y mallas	29
1.4.2. Elementos de sujeción. Bridas	30
Resumen	30
Prácticas	31
Ejercicios propuestos	34
Actividades de autoevaluación	35

2. EL TALLER DE ELECTRÓNICA Y ELECTRICIDAD	37
Objetivos	37
Mapa conceptual	38
Glosario	39
2.1. Herramientas	39
2.1.1. Alicates	40
2.1.2. Destornilladores	42
2.1.3. Llaves	43
2.1.4. Tijeras (tijeras de electricista)	45
2.1.5. Cinta aislante	45
2.1.6. Tornillo de banco	46
2.1.7. Crimpadora	46
2.1.8. Herramientas de medida	47
2.2. Otras herramientas	51
2.2.1. Multímetro	51
2.2.2. Pinza amperimétrica	51
2.2.3. Taladro	52
2.3. Técnicas de soldadura blanda	54
2.3.1. Herramientas: el soldador y el desoldador	54
2.3.2. El proceso	55
Resumen	56
Prácticas	57
Ejercicios propuestos	59
Actividades de autoevaluación	61
3. COMPONENTES PASIVOS DE LOS CIRCUITOS	63
Objetivos	63
Mapa conceptual	64
Glosario	65
3.1. Elementos de un circuito eléctrico	65
3.2. Resistencias	65
3.2.1. Cálculo del valor de una resistencia. Métodos	66
3.2.2. Asociación de resistencias	68
3.3. Resistencias variables	70
3.3.1. Termistor	71
3.3.2. Potenciómetro	72
3.3.3. Fotorresistor	73
3.4. Condensadores	73
3.4.1. Cálculo de capacitancia. Métodos	73
3.4.2. Asociación de condensadores	76
3.5. Inductancias	78
Resumen	80
Práctica 5	81
Ejercicios propuestos	83
Actividades de autoevaluación	85
4. LAS MAGNITUDES ELÉCTRICAS	87
Objetivos	87
Mapa conceptual	88
Glosario	89
4.1. La electricidad	89
4.2. Magnitudes eléctricas	92

4.2.1.	Voltaje. Tensión. Diferencial de potencial	92
4.2.2.	Intensidad o corriente eléctrica	93
4.2.3.	Tipos de corrientes.....	93
4.2.4.	Resistencia eléctrica	94
4.3.	Ley de Ohm	97
4.4.	Potencia	98
4.5.	Energía eléctrica	99
	Resumen	100
	Prácticas	101
	Ejercicios propuestos	104
	Actividades de autoevaluación	106
5.	COMPONENTES ACTIVOS DE LOS CIRCUITOS	109
	Objetivos	109
	Mapa conceptual	110
	Glosario	111
5.1.	Componentes electrónicos activos	111
5.2.	Diodo	112
5.2.1.	Polarización directa.....	112
5.2.2.	Polarización indirecta o inversa	113
5.2.3.	Tipos de diodos	113
5.2.4.	Aplicaciones del diodo más comunes	119
5.3.	Diodo para corriente alterna (DIAC)	121
5.4.	Transistor bipolar BJT	123
5.4.1.	Funcionamiento de un transistor	123
5.4.2.	Tipos de transistores	125
5.4.3.	El amplificador	126
5.5.	Tiristor	126
	Resumen	127
	Prácticas	128
	Ejercicios propuestos	132
	Actividades de autoevaluación	133
6.	INTERRUPTORES, PULSADORES, CONMUTADORES Y CIRCUITOS DE CONMUTACIÓN	135
	Objetivos	135
	Mapa conceptual	136
	Glosario	137
6.1.	Circuitos de conmutación	137
6.2.	Interruptores	138
6.3.	Pulsadores	139
6.4.	Conmutadores	140
6.5.	Relés	141
6.6.	Número de polos y vías	143
6.7.	Circuitos comunes de conmutación	144
6.7.1.	Circuitos con interruptores en serie	144
6.7.2.	Circuitos en paralelo	144
6.7.3.	Ejemplos de circuitos de conmutación	146
	Resumen	148
	Práctica	149
	Ejercicios propuestos	151
	Actividades de autoevaluación	152

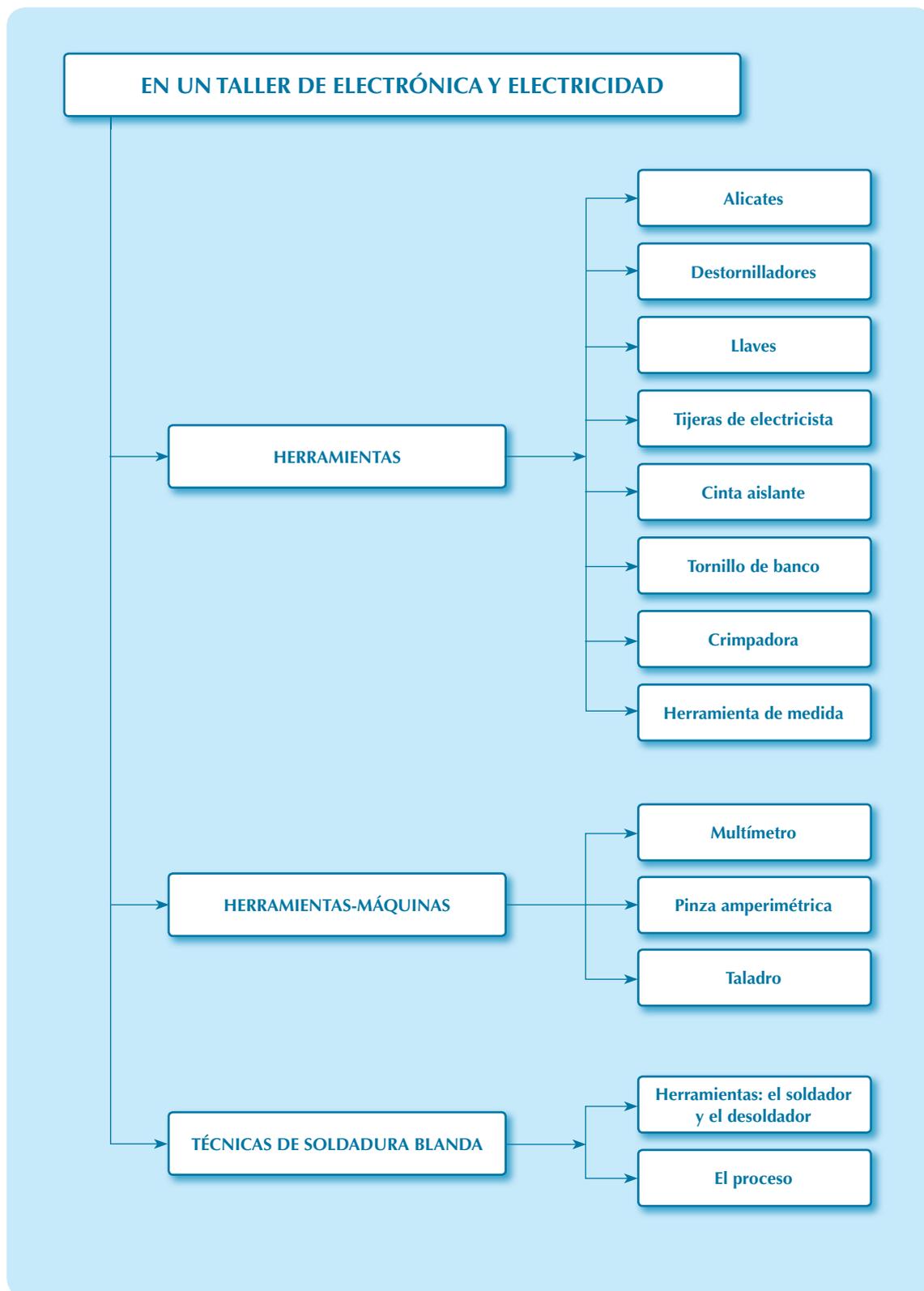
7. ELECTRODOMÉSTICOS, EQUIPOS INFORMÁTICOS Y SISTEMAS DE AUDIO.	
INTRODUCCIÓN A ARDUINO	155
Objetivos	155
Mapa conceptual	156
Glosario	157
7.1. Electrodomésticos	157
7.2. Equipos informáticos	159
7.2.1. Ordenadores	159
7.2.2. Tipos de microprocesadores	160
7.3. Sistemas de audio	163
7.3.1. Altavoces	163
7.3.2. Micrófono	163
7.3.3. Amplificadores	163
7.3.4. Mezclador	164
7.4. Ensamblado y desensamblado de equipos	164
7.4.1. Pautas para el ensamblado y desensamblado de equipos	165
7.5. Introducción a Arduino	166
7.5.1. La placa de Arduino	167
7.5.2. Otros componentes	168
7.5.3. Programación en Arduino	171
Resumen	172
Práctica	173
Ejercicios propuestos	174
Actividades de autoevaluación	175
8. SEGURIDAD Y NORMATIVA	177
Objetivos	177
Mapa conceptual	178
Glosario	179
8.1. Seguridad en instalaciones y equipos eléctricos y electrónicos	179
8.1.1. Contactos directos	179
8.1.2. Contactos indirectos	180
8.1.3. Sistemas de puesta a tierra	181
8.2. Protecciones	182
8.2.1. Protección contra cortocircuitos	182
8.2.2. Protección contra electrocución	183
8.3. Normas básicas de seguridad	184
8.4. Certificaciones en electrodomésticos	185
Resumen	187
Práctica	188
Ejercicios propuestos	189
Actividades de autoevaluación	190

El taller de electrónica y electricidad

Objetivos

- ✓ Identificar herramientas manuales y herramientas-máquinas.
- ✓ Interpretar órdenes y pautas de trabajo.
- ✓ Utilizar herramientas manuales y herramientas-máquinas.
- ✓ Aprender a aplicar el proceso de soldadura blanda.
- ✓ Manejar la herramienta de medida de magnitudes: el multímetro.

Mapa conceptual



Glosario

Alicates. Tenaza pequeña de acero con brazos encorvados y puntas cuadrangulares o en forma de cono truncado que sirve para coger y sujetar objetos menudos.

Calibre. También conocido como *pie de rey*. Es un instrumento de medida de gran precisión que permite medir con gran precisión milímetros, llegando incluso a tomar medidas de la décima parte de este.

Crimpadora. También llamada de *tenaza de crimpar*. Consiste en una herramienta utilizada para realizar el empalme de dos piezas metálicas u otro tipo de conectores realizados en materiales maleables.

Destornillador. Herramienta necesaria para llevar a cabo las operaciones de ajuste o desajuste de tornillos u otros componentes que requieran de su uso en equipos y circuitos.

Flexómetro. También llamado *cinta métrica*. Consiste en una cinta graduada flexible que se presenta enrollada dentro de una carcasa de metal o plástico para facilitar su transporte y uso.

Llaves. Herramientas manuales utilizadas para apretar elementos atornillados. Es posible encontrar llaves para prácticamente cualquier tipo de tornillo y tuerca.

Multímetro. También llamado *tester* o *polímetro*. Es una herramienta digital que se utiliza para medir distintos tipos de magnitudes eléctricas, tales como la potencia, la corriente, el voltaje o la resistencia, entre otras.

Nivel. Instrumento de medida que se utiliza para determinar el ángulo exacto de una determinada superficie

Pinza amperimétrica. A diferencia del amperímetro tradicional, esta herramienta permite medir la corriente y la tensión de cualquier circuito sin tener que abrirlo. Se trata de un multímetro digital con una pinza en uno de sus extremos.

Soldador. Herramienta utilizada para llevar a cabo el proceso de soldadura a través de un material llamado *estaño*, el cual, al pasar de estado líquido a sólido, consigue una sujeción duradera sobre los elementos donde se aplica el calor y el metal.

Taladro. Herramienta eléctrica giratoria sobre la que se pueden acoplar diversos tipos de piezas que, al girar, realizan su función. Su uso principal está dirigido a hacer agujeros.

2.1. Herramientas

En un taller de electricidad y electrónica se pueden encontrar multitud de herramientas que son imprescindibles para poder realizar las operaciones de montaje, construcción o reparación de equipos electrónicos. El conjunto de estas herramientas o, al menos, una selección de las más indispensables, permitirán realizar multitud de trabajos optimizando el tiempo y el esfuerzo.

2.1.1. Alicates

El alicate es una tenaza pequeña de acero con brazos encorvados y puntas cuadrangulares o en forma de cono truncado, que sirve para coger y sujetar objetos menudos o para torcer alambres, chapitas delgadas o elementos similares. Los alicates se encuentran formados por varias partes:

- *Brazos.* Consisten en dos barras articuladas en forma de tijera; en uno de los extremos se sitúa la cabeza del alicate.
- *Mango.* Los alicates están equipados con fundas aislantes para los trabajos de electricidad, que recubren la zona del mango. El diseño de este suele ser ergonómico para ser más fácilmente oprimido por las manos.
- *Articulación o tornillo.* Constituye el medio de unión y articulación de los brazos.
- *Cabeza.* En la cabeza están las tenazas y las quijadas o partes más externas de los cortadores de alambres.

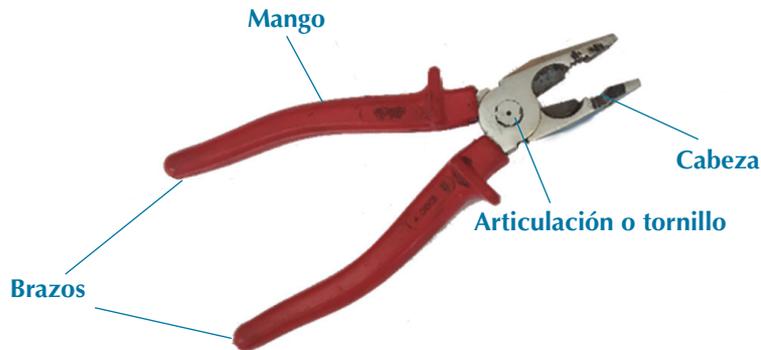


Figura 2.1
Partes de un alicate.

Existen en el mercado múltiples tipos de alicates, diferentes en función de su finalidad, material, calibre, tamaño o forma. Se verán a continuación algunos de los más comunes en un taller de electricidad y electrónica.

A) Alicates universales

El alicate universal comprende varias funciones, puede ser calificado como una herramienta multiusos, la cual permite realizar diversas funciones: sujetar, cortar, aflojar, pelar cables o cortar alambres, entre otras funciones. Esta herramienta presenta una cabeza característica, con una parte en forma de pinza sólida con dientes y otra sección de corte. Es una de las herramientas más utilizadas por los profesionales de la electricidad.



Figura 2.2
Alicate universal.

B) Alicates planos, redondos y de punta acodada

Este tipo de alicates tienen como función principal, la sujeción y manipulación de componentes con cierta precisión. Los alicates *planos* presentan una boca recta y cuadrada con dientes en la parte superior. Existen también alicates *redondos*, los cuales presentan sus puntas de forma cónica. Finalmente, los alicates de *punta acodada* o *en ángulo* son similares a los redondos, salvo que sus puntas se encuentran dobladas, lo que permite un mejor acceso a zonas difíciles. La elección de uno u otro dependerá del tipo de componente que haya que manipular o de la operación que se vaya a realizar.

Este tipo de herramientas es muy útil para realizar las pequeñas manipulaciones necesarias en los componentes electrónicos, tanto en el montaje como en el desmontaje de equipos. Una de las aplicaciones más importantes de este tipo de alicates es la inserción de componentes en un circuito impreso, puesto que su tamaño requiere de precisión con las herramientas empleadas.



Figura 2.3

Alicates planos, redondos y de punta acodada.

C) Alicates de corte

Los alicates de corte se utilizan para cortar una gran variedad de materiales, por lo que sus puntas son cuchillas de acero. Son utilizados para las operaciones de corte de hilos, cables y terminales de componentes.

D) Alicates pelacables

Los alicates pelacables o de pelar se emplean para realizar todas las operaciones que requieren la eliminación de la protección aislante de las cubiertas de los hilos y cables, normalmente, para dejar al descubierto la parte del conductor necesaria para la conexión. Si bien es cierto que puede utilizarse una tijera para aquellos casos en que el grosor del cable lo permita, la precisión que aporta esta herramienta es más aconsejable.

El modo de uso de estos alicates se basa en situar el conductor en el punto necesario y, a continuación, apretar ligeramente hasta que se corte solo la cubierta. Para eliminar el sobrante, basta con dar un pequeño tirón sobre el trozo que se desea eliminar.



Figura 2.4
Alicate de corte.



Figura 2.5
Alicate pelacables.

La correcta manipulación de los cables y sus terminales requiere del uso de herramientas especializadas. Los pelacables se utilizan para retirar la cubierta o el aislamiento que tienen los cables.

Actividad propuesta 2.1



Toma del taller varios trozos de cable que ya no sirvan y pela cada uno de los extremos utilizando las siguientes herramientas; después responde a esta pregunta: ¿existe alguna diferencia en el resultado obtenido con cada una de ellas?

- a) Un alicate pelacables.
- b) Un alicate de corte.
- c) Un alicate universal.

2.1.2. Destornilladores

Otras de las herramientas más importantes, que deben estar presentes en un taller de electrónica y electricidad, son los destornilladores, o atornilladores. Estos son necesarios para llevar a cabo las operaciones de ajuste, o desajuste, de tornillos y de otros componentes que requieran de su uso en equipos y circuitos.

Un destornillador está formado por tres partes claramente diferenciadas: mango, vástago o caña y cabeza:

- ✓ *Mango.* Elemento situado en el extremo inferior de la herramienta, utilizado para su sujeción. Puede ser de cualquier material, pero se aconseja que sea de un material aislante y con forma ergonómica, para facilitar su uso.

- ✓ *Vástago o caña.* Barra de metal a la que va unida el mango. En el extremo contrario al mango se sitúa la cabeza del destornillador. Normalmente aparece sin cubrir, pero, en operaciones relativas a la electricidad, es aconsejable utilizar destornilladores cuyo vástago aparezca también cubierto por un material aislante para quitar descargas.
- ✓ *Cabeza.* Parte central del destornillador. Es la utilizada para introducir la cabeza del tornillo. Existen multitud de tipos de cabezas, en función del tornillo sobre el que se deba ejercer la acción.

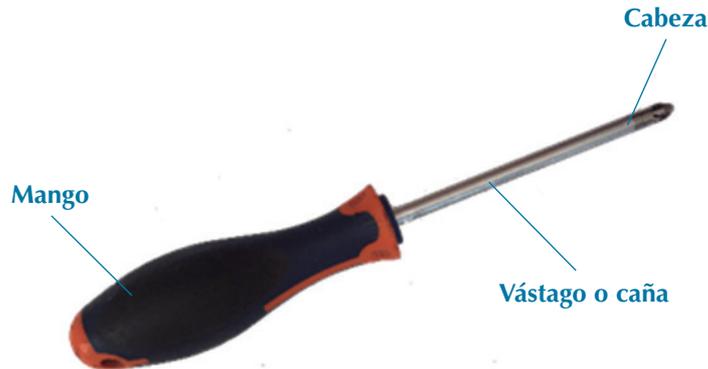


Figura 2.6
Partes de un destornillador.

Existen diferentes clasificaciones para los destornilladores, normalmente, atienden al tipo de cabeza, aunque otra clasificación importante es la que los divide en *eléctricos* y *manuales*. En algunas ocasiones, la carga de trabajo que requiere el uso de un destornillador es tal que se recomienda el uso de un destornillador eléctrico, el cual tiene motor, y cuyas puntas o cabezas suelen ser intercambiables.

Atendiendo al tipo de cabeza, los destornilladores más comunes son los de estrella o Phillips y los planos o Parker.



Conviene conocer un destornillador muy común entre electricistas, es el llamado *buscapolos*. Este destornillador es utilizado para localizar la polaridad de un circuito eléctrico. Si existe tensión, cuando está en fase se encenderá, y cuando sea neutro, no lo hará.

2.1.3. Llaves

Las llaves son herramientas manuales utilizadas para apretar elementos atornillados, ya sean tornillos o tuercas.

A) Llaves de tubo para tuercas

Las llaves de tubo para tuercas se utilizan para facilitar el roscado de tuercas y facilitar la fijación de las mismas sobre el tornillo. Normalmente se requiere de un juego completo de llaves para trabajar con diferentes tamaños y tipos de tuercas. Las medidas más recomendables que deben estar presentes en el taller van de los 6 a los 11 mm.



Figura 2.7
Llaves de tubo.

B) Llaves de boca fija

Las llaves de boca fija son herramientas utilizadas para apretar o aflojar tornillos o tuercas cuyas dimensiones correspondan con las medidas de la llave. Normalmente, las llaves fijas tienen dos cabezas con medidas diferentes, que suelen aparecer de forma consecutiva expresadas en milímetros. Algunos de los modelos más frecuentes de llaves de boca fija son la llave de boca mixta o combinada, la llave de estrella acodada, la llave de carraca, la llave de vaso, la llave de tubo o la llave Allen.

Las llaves de tipo Allen son una herramienta que se usa para atornillar y aflojar tornillos cuya cabeza es en forma hexagonal o de tipo Torx. Se encuentran en multitud de tamaños, expresados en milímetros.



Figura 2.8
Llaves de boca fija.



Figura 2.9
Llave tipo Allen.

C) Llaves de boca ajustable

Las llaves de boca ajustable son similares a las vistas en el apartado anterior. Su finalidad es la misma. La diferencia se encuentra en el tamaño de las bocas de los extremos: mientras que en el caso anterior era fijo, las de boca ajustable pueden variar su tamaño para adaptarse al tornillo o tuerca deseada. Existen varios tipos: llave inglesa, llave Stillson, llave extensible o llave pico de oro.



Figura 2.10
Llaves de boca ajustable.

D) Llaves dinamométricas

Las llaves dinamométricas consisten en una llave de boca fija de tipo vaso, a la que se le acopla un brazo para regular el nivel de atornillada, de forma que si se aprieta más de lo deseado, se activa un mecanismo que avisa de que ha llegado al máximo permitido. Este mismo mecanismo puede aplicarse para no dar menos vueltas de las necesarias y quede suelto el tornillo. Estas herramientas se utilizan en los casos en que se exige que un tornillo esté apretado de una forma exacta.

2.1.4. Tijeras (tijeras de electricista)

Las tijeras de electricista se diferencian de las tradicionales en el grosor de la hoja, puesto que esta es de gran tamaño y presenta un microdentado, gracias al cual es posible cortar los cables con mayor facilidad, evitando desgarros y cortes inexactos. En ocasiones puede emplearse para eliminar la cubierta de los conductores en algunos tipos de cable.



Figura 2.11
Tijeras de electricista.

2.1.5. Cinta aislante

Aunque la cinta aislante no es una herramienta en sí, su uso en el manejo de equipos eléctricos es importante. Se trata de una cinta adhesiva de presión que se utiliza, sobre todo, para aislar empalmes y conexiones. Está fabricada en PVC, ya que se trata de un material con propiedades aislantes, característica deseada para la función que desempeña, y tiene un ancho de 14 mm, aproximadamente. Existe en multitud de colores, que no desempeñan ninguna función concreta, salvo la identificación del cable o empalme.



Figura 2.12
Cinta aislante.

2.1.6. Tornillo de banco

Se trata de una herramienta que permite la sujeción de cualquier pieza o componente en la posición deseada para facilitar su trabajo sobre él. El tornillo de banco universal está formado por dos brazos, uno actúa sobre la mordaza situada en la parte superior y el segundo realiza el freno de la rótula situado en la base. Se suelen fijar a una mesa o banco de trabajo. En función del tipo de anclaje se clasifican en fijos o móviles: los primeros se fijan a la mesa con tornillos, y los móviles con un sargento, lo que permite adaptar su ubicación en función de las necesidades.



Figura 2.13
Tornillo de banco fijo.

2.1.7. Crimpadora

La crimpadora, también llamada *tenaza de crimpar*, consiste en una herramienta utilizada para realizar el empalme de dos piezas metálicas u otro tipo de conectores realizadas en materiales maleables, como es el caso de los utilizados para el acceso telefónico. Mediante la deformación de estos conectores, ambas piezas permanecerán unidas tras ser sometidas a la fuerza ejercida por dicha tenaza. El uso de esta herramienta es muy común en los cables de telecomunicaciones; por ejemplo, para la unión con los conectores RJ-11 y RJ-45.



Figura 2.14
Herramienta crimpadora.



Actividad propuesta 2.2

Las crimpadoras se utilizan para llevar a cabo el empalme entre piezas metálicas o conectores. Por lo que, en función del tipo de terminal, variará la forma exacta de esta herramienta. En la imagen se muestra la crimpadora utilizada para los terminales en punta.

Utilizando los trazos de cable de la actividad propuesta 2.1, realiza el empalme con terminaciones en punta.



2.1.8. Herramientas de medida

Las herramientas de medida son imprescindibles en cualquier tipo de taller. Estas se utilizan para calcular la distancia que existe entre dos puntos. En este apartado se exponen algunas generales, así como otras que realizan medidas a pequeña escala, necesarias para los componentes de dimensiones más reducidas presentes en los equipos electrónicos.



SABÍAS QUE...

La *metrología* es la ciencia que se encarga del estudio de las dimensiones y del estado superficial de las piezas.

A) Flexómetro o cinta métrica

El flexómetro o cinta métrica consiste en una cinta graduada flexible que se presenta de forma enrollada dentro de una carcasa de metal o plástico para facilitar su transporte y uso. Las dimensiones de un flexómetro son variables. Es posible encontrarlos desde unos pocos metros hasta decenas; el tamaño total del aparato aumentará en función del número de metros de cinta que contenga en su interior.

Es aconsejable que este tipo de herramientas disponga de una pestaña metálica que impida el retroceso de la cinta, para facilitar así la acción de medida.



Figura 2.15
Flexómetro.

RECUERDA

- ✓ Es muy útil contar con un *medidor láser*: instrumento electrónico de medida que calcula la distancia entre el dispositivo hasta el punto donde se dirige el puntero del láser.

B) Nivel

El nivel es un instrumento de medida que se utiliza para determinar el ángulo exacto de una determinada superficie. Habitualmente, se emplea para hallar la horizontalidad o verticalidad exacta; esto ocurre cuando la burbuja de aire se sitúa entre las dos líneas dibujadas.



Figura 2.16
Nivel.

C) Calibre

El calibre, también conocido como *pie de rey*, es un instrumento de medida de gran precisión; permite medir con mucha exactitud milímetros llegando incluso a tomar medidas de la décima parte de estos.

Esta herramienta está formada por una regla graduada en milímetros, que es la parte fija del calibre, sobre la cual se sitúa la parte móvil, llamada *nonio*, que, a través de su desplazamiento, es la que permite llevar a cabo las medidas. Las patillas superiores se utilizan para realizar mediciones interiores, normalmente, en orificios, mientras que las situadas en la parte inferior son usadas para medidas exteriores. Las patillas utilizadas en ambos casos se identifican como *patillas fijas*, las que están en el extremo de la regla graduada, y *patillas móviles*, las que se encuentran sobre la parte del mismo nombre.

La parte móvil incorpora una pequeña regla graduada móvil, que permite obtener con exactitud la medida final.

El procedimiento para realizar medidas externas o internas es el mismo; basta con introducir la parte superior dentro del objeto, o, en el caso de medidas externas, colocar el componente entre las patillas inferiores. Ahora bien, ¿cómo se interpretan las medidas obtenidas? La respuesta puede verse en el ejemplo 2.1.

Ejemplo 2.1

Cómo utilizar un calibre



1. Tras ajustar la medida al elemento deseado, para interpretar el valor tomado, en primer lugar, se observa la escala fija, en concreto, la posición en la que el 0 del nonio se encuentra situado con respecto al calibre, y se apunta el valor completo de la cifra superada en la medida en la escala fija. En el primer caso, 26 mm.



2. A continuación, se busca la mejor coincidencia entre las medidas del nonio y de la escala fija. En el primer caso, esto ocurre en el 0, por lo que, a la cifra calculada en el paso anterior, se sumarán 0 mm, quedando la cifra final con el valor de 26 mm. En el segundo caso, la mejor coincidencia no está en el 0, sino que está en el 7 del nonio, por lo tanto, la medida exacta vendrá dada por la suma del 26 mm, más los 0,7 mm marcados por la escala inferior, es decir, tendrá unas dimensiones de 26,7 mm.

D) Micrómetro

El micrómetro, también llamado *palmer*, es un instrumento de medida similar al calibre, pero con un mayor nivel de precisión. Es capaz de realizar medidas más precisas, incluso, que las que puede realizar el calibre. La unidad de longitud que puede llegar a medir es la micra, de ahí su nombre.

Un micrómetro está formado por diversas partes: yunque, husillo, freno o seguro, cuerpo, nonio, escala graduada en cuerpo fijo y trinquete.

El funcionamiento del micrómetro consiste en situar la pieza que se va a medir justo en la punta de apoyo del yunque, mientras se acerca, haciendo girar la perilla del trinquete, el husillo, hasta llegar a la pieza y escuchar tres clics seguidos. A continuación, se acciona el freno.

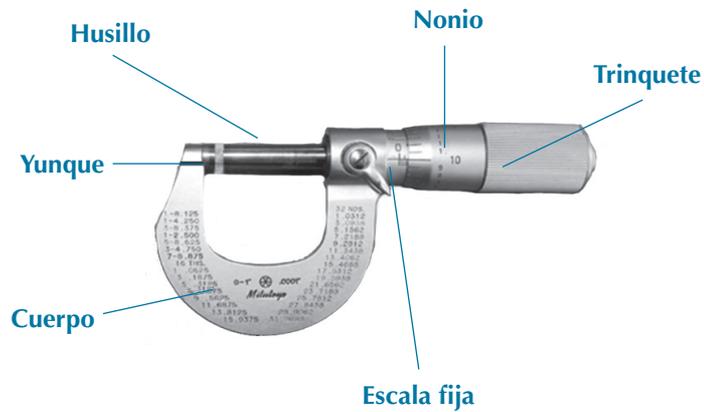


Figura 2.17
Partes de un micrómetro.

Para interpretar la medida, se puede apreciar en la figura 2.17, en la escala graduada situada en el cuerpo fijo, que se presentan unas divisiones. En la parte superior aparece el valor de los milímetros y en la parte inferior unas divisiones con un valor de 0,5 mm. La parte graduada móvil está expresada en micras. En el ejemplo 2.2 se observa la lectura correcta de esta herramienta.

Ejemplo 2.2

Cómo utilizar un micrómetro

El valor medido se obtiene como la suma de tres elementos:

1. De la escala superior: 6 mm (solo ha superado una raya completa a la derecha del 5).
2. De la escala inferior: 0,5 mm (puesto que ha superado una de las líneas de abajo y estas tienen un valor de 0,5 mm).
3. De la escala del nonio: 0,47 mm (es la posición exacta de coincidencia entre el eje horizontal de la escala fija y una de las marcas del nonio).

Por lo tanto, el valor final será:

$$6 \text{ mm} + 0,5 \text{ mm} + 0,47 \text{ mm} = 6,97 \text{ mm}$$

