

# **15. Soldadura y desoldadura de componentes electrónicos de inserción y de montaje superficial. Herramientas y materiales utilizados. Clasificación, tipología y características. Procedimientos de realización**

## **Introducción**

La soldadura y desoldadura de componentes electrónicos constituyen procesos fundamentales en la fabricación, el montaje y la reparación de dispositivos electrónicos en la industria de las telecomunicaciones, la automatización, la informática y otros sectores de alta tecnología. La precisión, calidad y fiabilidad de estas operaciones afectan de manera directa al rendimiento, durabilidad y seguridad de los equipos electrónicos, siendo, por tanto, competencias básicas e imprescindibles para los profesionales del área de sistemas electrónicos.

El avance de la miniaturización de los dispositivos ha impulsado la evolución de las técnicas de soldadura, diferenciándose principalmente entre los componentes de inserción (Through-Hole Technology, THT) y los de montaje superficial (Surface Mount Technology, SMT). Cada una de estas tecnologías requiere métodos específicos de manipulación, selección de materiales, herramientas adecuadas y procedimientos técnicos meticulosos que garanticen la integridad física y eléctrica de las conexiones, respetando los estándares internacionales de calidad.

En este contexto, la LOMLOE y la Ley Orgánica 3/2022 de Ordenación e Integración de la Formación Profesional refuerzan la importancia del desarrollo de las competencias del alumnado para mejorar su potencial de empleabilidad. Dominar las técnicas de soldadura y desoldadura, junto con el conocimiento profundo de los materiales y herramientas utilizados, no solo optimiza la preparación técnica de los futuros profesionales, sino que también mejora su capacidad de adaptación a los entornos industriales, donde la eficiencia, la precisión y la calidad en el ensamblaje electrónico son altamente valoradas.

En el ámbito formativo, la enseñanza de los procedimientos de soldadura y desoldadura debe abordarse desde un enfoque práctico, riguroso y seguro, incidiendo en el desarrollo de destrezas manuales, hábitos de trabajo metódicos y actitudes orientadas a la calidad y la prevención de riesgos. Así, se contribuye no solo a la mejora de las competencias técnicas específicas, sino también al fomento de valores como la responsabilidad profesional, la atención al detalle y la mejora continua, elementos clave en el mercado laboral actual.

Con este propósito, se abordarán en el desarrollo del tema los distintos tipos de soldaduras, las herramientas y materiales empleados, las características y clasificación de los procedimientos, así como las técnicas de realización aplicadas tanto a los componentes de inserción como a los

de montaje superficial, estableciendo las bases para una comprensión sólida y profesional de estas operaciones esenciales en el sector de la electrónica.

## **Soldadura y desoldadura de componentes electrónicos de inserción y de montaje superficial**

### **Principios fundamentales de la soldadura electrónica**

La soldadura electrónica es el procedimiento técnico mediante el cual se establece una unión eléctrica y mecánica entre dos superficies conductoras mediante la fusión de un material de aportación. A diferencia de otros procesos de unión, la soldadura electrónica no implica la fusión de los componentes a unir, sino únicamente del material de soldadura, asegurando así la integridad de los dispositivos.

En la práctica electrónica, existen dos grandes tipos de componentes que determinan el método de soldadura y desoldadura: los componentes de inserción (THT, Through-Hole Technology) y los componentes de montaje superficial (SMT, Surface Mount Technology). Cada uno presenta particularidades específicas que requieren técnicas, herramientas y consideraciones diferenciadas para su correcta manipulación.

### **Soldadura de componentes de inserción (THT)**

Los componentes de inserción atraviesan la placa de circuito impreso (PCB) mediante terminales que son soldados en la cara opuesta a su montaje. La técnica habitual para su soldadura es la soldadura manual, aunque en procesos industriales puede utilizarse la soldadura por ola.

El procedimiento básico de soldadura THT implica:

- Introducir el terminal del componente en el orificio correspondiente de la PCB.
- Aplicar simultáneamente calor mediante el soldador y estaño en la unión entre el terminal y la pista de cobre.
- Retirar primero el estaño y después el soldador, dejando una unión brillante, cónica y exenta de defectos como porosidades o burbujas.

Una soldadura correcta debe garantizar tanto la continuidad eléctrica como la resistencia mecánica adecuada del conjunto.

### **Soldadura de componentes de montaje superficial (SMT)**

La tecnología SMT prescinde de los orificios pasantes, montando los componentes directamente sobre las superficies de la PCB. Esto permite una mayor densidad de integración y una reducción significativa de tamaño en los dispositivos electrónicos.

Los métodos más habituales de soldadura SMT son:

- **Soldadura manual:** Mediante soldadores de punta fina y el empleo de soldadura en hilo o pasta, aplicando calor controladamente en las almohadillas de conexión.
- **Soldadura por horno de reflujo:** Utilizada en entornos industriales, donde la PCB previamente serigrafiada con pasta de soldadura y los componentes posicionados pasan por un perfil térmico que funde la soldadura de manera homogénea.
- **Soldadura con aire caliente:** Técnica de retrabajo que permite la instalación o sustitución de componentes mediante la aplicación localizada de aire caliente controlado.

La precisión en la dosificación de la soldadura y en el control térmico es crucial en SMT para evitar defectos como cortocircuitos, soldaduras frías o desplazamientos de componentes.

## Desoldadura de componentes electrónicos

La desoldadura es el proceso inverso a la soldadura, destinado a retirar componentes electrónicos de la PCB sin provocar daños en el propio componente ni en la placa.

Los principales métodos de desoldadura incluyen:

- **Uso de bomba de vacío manual:** Fundiendo la soldadura con el soldador y succionándola inmediatamente para liberar el terminal.
- **Aplicación de malla desoldadora:** Utilizando un trenzado de cobre para absorber el estaño fundido.
- **Desoldadura por aire caliente:** Particularmente efectiva en componentes SMT de múltiples terminales, donde el calor controlado facilita la retirada segura.
- **Estaciones de desoldadura profesionales:** Equipos que combinan calor y succión para trabajos de precisión y en grandes volúmenes de producción.

Un procedimiento de desoldadura correctamente ejecutado previene daños térmicos, delaminaciones en la PCB o rotura de terminales, asegurando la posibilidad de reutilizar componentes cuando sea necesario.

## Aplicaciones profesionales y educativas

El dominio de las técnicas de soldadura y desoldadura de componentes electrónicos de inserción y de montaje superficial resulta imprescindible en sectores como la fabricación de equipos electrónicos, el mantenimiento industrial, la reparación de dispositivos de telecomunicaciones y la investigación tecnológica. En el entorno de la Formación Profesional, la práctica sistemática de estos procedimientos desarrolla competencias técnicas de alta especialización, fomenta la destreza manual, el pensamiento analítico y la cultura del trabajo preciso y seguro.

Este conocimiento práctico fundamental lleva de manera natural a la necesidad de abordar las herramientas y materiales empleados, así como su clasificación, tipología y características, que serán tratados en el siguiente epígrafe.

## Herramientas y materiales utilizados. Clasificación, tipología y características

### Herramientas empleadas en la soldadura y desoldadura electrónica

El éxito en las operaciones de soldadura y desoldadura de componentes electrónicos depende en gran medida del uso adecuado de herramientas específicas, seleccionadas en función del tipo de tecnología empleada (THT o SMT) y de las características del montaje.

Las principales herramientas utilizadas son:

- **Soldador eléctrico:**
  - **Tipología:** De resistencia interna o estaciones de soldadura con regulación de temperatura.
  - **Características:** Punta de precisión, control térmico, potencias entre 20 y 80 W según la aplicación.
  - **Aplicaciones:** Soldadura manual de componentes discretos y pequeñas series.
- **Estación de aire caliente:**
  - **Tipología:** Estaciones de retrabajo de temperatura y flujo ajustables.
  - **Características:** Permiten soldar y desoldar componentes SMT mediante aire caliente controlado.

- **Aplicaciones:** Instalación y retirada de componentes de montaje superficial de múltiples terminales.
- **Bomba de succión (desoldadora manual):**
  - **Tipología:** Dispositivo de accionamiento mecánico o eléctrico.
  - **Características:** Facilita la extracción del estaño fundido durante la desoldadura de componentes THT.
  - **Aplicaciones:** Eliminación de soldadura en orificios pasantes.
- **Malla desoldadora:**
  - **Tipología:** Trenzado de cobre impregnado de flux.
  - **Características:** Absorbe el estaño fundido por capilaridad.
  - **Aplicaciones:** Limpieza de restos de soldadura y recuperación de pistas.
- **Pinzas antielectrostáticas:**
  - **Tipología:** Rectas o curvas, con recubrimiento antiestático.
  - **Características:** Permiten manipular componentes sensibles sin riesgo de descarga electrostática.
  - **Aplicaciones:** Colocación y ajuste de componentes de pequeño tamaño.
- **Taladros de precisión:**
  - **Tipología:** Manuales o eléctricos de baja velocidad.
  - **Características:** Brocas finas para perforaciones en PCBs.
  - **Aplicaciones:** Creación de orificios en placas para componentes THT.

La combinación adecuada de estas herramientas permite ejecutar los procesos de soldadura y desoldadura de manera eficiente, segura y de alta calidad.

## **Materiales empleados en los procesos de soldadura y desoldadura**

Los materiales utilizados son fundamentales para lograr uniones eléctricas estables y duraderas, así como para preservar la integridad de los componentes y las PCBs.

Los principales materiales son:

- **Hilo de soldadura:**
  - **Tipología:** Aleaciones de estaño-plomo (Sn60Pb40) o libres de plomo (SnAgCu).
  - **Características:** Diámetros entre 0,3 mm y 1,5 mm, incorporan núcleo de flux.
  - **Aplicaciones:** Uniones eléctricas de alta fiabilidad.
  
- **Pasta de soldadura:**
  - **Tipología:** Mezcla de partículas de aleación y flux, en base de resina.
  - **Características:** Aplicada mediante serigrafía o dispensadores.
  - **Aplicaciones:** Soldadura SMT en procesos de reflujo.
  
- **Flux:**
  - **Tipología:** Base de resina, base acuosa o sin residuos.
  - **Características:** Mejora la humectabilidad de las superficies metálicas.
  - **Aplicaciones:** Facilita la formación de soldaduras limpias y fuertes.
  
- **Alcohol isopropílico:**
  - **Tipología:** Líquido de alta pureza ( $\geq 99\%$ ).
  - **Características:** Agente de limpieza para eliminar residuos de flux.
  - **Aplicaciones:** Limpieza posterior al proceso de soldadura.
  
- **Cintas y almohadillas ESD:**
  - **Tipología:** Materiales conductivos o disipativos.
  - **Características:** Protección de componentes sensibles frente a descargas electrostáticas.

- **Aplicaciones:** Estaciones de trabajo seguras para montaje y reparación electrónica.

La correcta selección y manipulación de estos materiales impacta directamente en la calidad de las uniones y en la fiabilidad del producto final.

## Clasificación y características técnicas

Desde el punto de vista de su clasificación, las herramientas y materiales pueden organizarse según su función principal:

- **Herramientas de aplicación de soldadura:** Soldadores, estaciones de aire caliente, dispensadores de pasta.
- **Herramientas de eliminación de soldadura:** Bombas de succión, mallas desoldadoras, estaciones de desoldadura.
- **Materiales de soldadura:** Hilos de soldadura, pastas de soldadura.
- **Materiales auxiliares:** Flux, alcohol isopropílico, cintas ESD.

Sus características técnicas deben garantizar:

- Alta precisión y control en la aplicación de calor.
- Compatibilidad con normativas medioambientales (RoHS).
- Resistencia térmica adecuada de los materiales de aporte.
- Seguridad en la manipulación de dispositivos electrónicos sensibles.

La comprensión de la tipología y características de las herramientas y materiales permite al técnico elegir adecuadamente según las necesidades del circuito y del tipo de componente, optimizando los resultados del proceso de soldadura o desoldadura.

## Aplicaciones profesionales y educativas

El conocimiento detallado de las herramientas y materiales empleados en la soldadura electrónica es fundamental en actividades de montaje, reparación y prototipado en sectores como la microelectrónica, la automoción o las telecomunicaciones. En el ámbito educativo, la correcta utilización de estos recursos promueve en el alumnado competencias técnicas

específicas, hábitos de trabajo seguro y un enfoque de calidad orientado a la excelencia profesional.

Este conocimiento profundo de los recursos disponibles permite abordar ahora los procedimientos de realización, en los que se detallarán las técnicas prácticas aplicadas a la soldadura y desoldadura de componentes electrónicos.

## **Procedimientos de realización**

### **Procedimientos de soldadura de componentes THT**

La soldadura de componentes de inserción (Through-Hole Technology, THT) requiere seguir una secuencia de pasos organizada y precisa para garantizar la fiabilidad de las uniones eléctricas y mecánicas:

#### **1. Preparación previa:**

- Comprobación de la disposición de los componentes según el esquema.
- Corte y preformado de terminales si es necesario para facilitar la inserción.

#### **2. Inserción de componentes:**

- Introducción de los terminales en los orificios de la PCB respetando la polaridad y la orientación adecuada.
- Sujeción provisional de los componentes mediante ligeros dobleces de los terminales o el uso de soportes.

#### **3. Aplicación de soldadura:**

- Calentamiento simultáneo del terminal y la pista de la PCB con la punta del soldador.
- Aporte de hilo de soldadura en la unión, permitiendo que fluya adecuadamente por capilaridad.
- Retirada ordenada del soldador y del estaño para formar una unión limpia, brillante y de perfil cónico.

#### **4. Inspección visual:**

- Verificación de que la soldadura cubre correctamente el orificio y el terminal sin formación de bolitas, grietas o puentes de estaño.

La calidad de la soldadura debe garantizar tanto la conducción eléctrica eficiente como la resistencia mecánica adecuada al uso del dispositivo.

## **Procedimientos de soldadura de componentes SMT**

La soldadura de componentes de montaje superficial (Surface Mount Technology, SMT) implica técnicas más delicadas debido al reducido tamaño de los componentes:

### **1. Preparación del circuito:**

- Limpieza de las almohadillas de la PCB para eliminar polvo, residuos o restos de óxidos.

### **2. Aplicación de pasta de soldadura (en procesos industriales o de reflujo):**

- Deposición controlada de la pasta sobre las almohadillas utilizando plantillas o dispensadores manuales.

### **3. Colocación de componentes:**

- Posicionamiento cuidadoso utilizando pinzas de precisión, asegurando la alineación correcta respecto a las almohadillas.

### **4. Fusión de soldadura:**

- Aplicación de calor mediante soldador de punta fina para trabajos manuales o mediante horno de reflujo para procesos automáticos.
- En retrabajos, uso de estaciones de aire caliente para fundir la pasta sin desplazar los componentes.

### **5. Inspección posterior:**

- Evaluación visual o mediante microscopio para detectar defectos como soldaduras frías, desplazamientos o puentes entre terminales.

Este procedimiento exige gran precisión y control térmico para evitar daños en los componentes y asegurar la fiabilidad de las uniones.

## **Procedimientos de desoldadura de componentes**

La desoldadura, tanto en tecnología THT como SMT, sigue métodos adaptados al tipo de montaje:

- **Desoldadura de componentes THT:**
  - Calentamiento de la soldadura con soldador.
  - Aplicación de bomba de vacío o malla desoldadora para retirar el estaño fundido.
  - Extracción cuidadosa del componente sin aplicar esfuerzos mecánicos excesivos sobre las pistas.
  
- **Desoldadura de componentes SMT:**
  - Aplicación de calor uniforme con estación de aire caliente.
  - Retirada del componente una vez fundida la soldadura, utilizando pinzas adecuadas.
  - Limpieza de las almohadillas mediante malla desoldadora para preparar la PCB para el nuevo montaje.

La desoldadura debe realizarse evitando sobrecalentar la PCB y respetando las propiedades de los materiales para prevenir daños irreversibles.

## Consideraciones de calidad en los procedimientos

Para garantizar la calidad de las operaciones de soldadura y desoldadura, es imprescindible aplicar criterios rigurosos de control:

- **Evitar el sobrecalentamiento:** Un tiempo de aplicación de calor excesivo puede delaminar las pistas o dañar los encapsulados.
- **Controlar la cantidad de soldadura:** Un exceso genera puentes conductores no deseados; un defecto puede producir uniones débiles.
- **Mantener la limpieza de las herramientas:** La limpieza periódica de la punta del soldador y el uso de flux adecuados mejoran la calidad de las uniones.
- **Realizar inspecciones sistemáticas:** Tanto visualmente como, si es necesario, mediante sistemas de visión aumentada para garantizar la correcta ejecución del trabajo.

## Aplicaciones profesionales y educativas

El conocimiento y la correcta aplicación de los procedimientos de soldadura y desoldadura resultan indispensables en el montaje, mantenimiento y reparación de dispositivos electrónicos en sectores como la automoción, las telecomunicaciones o la electrónica de consumo. En el ámbito educativo de la Formación Profesional, la práctica sistemática de estos procedimientos fortalece competencias técnicas, fomenta la autonomía en el trabajo práctico y consolida la cultura de calidad, responsabilidad y mejora continua, aspectos esenciales para una inserción profesional exitosa.

Tras comprender en detalle las técnicas y procedimientos asociados a la soldadura y desoldadura de componentes electrónicos, resulta oportuno sintetizar y reflexionar sobre los principales aspectos abordados en este tema.

## Conclusión

La soldadura y desoldadura de componentes electrónicos de inserción y de montaje superficial constituyen procesos técnicos esenciales en la industria de la electrónica, con aplicación directa en sectores como las telecomunicaciones, la automoción, la informática o la medicina. La correcta ejecución de estas operaciones garantiza la funcionalidad, durabilidad y fiabilidad de los dispositivos electrónicos, factores críticos en un entorno cada vez más exigente y globalizado.

El conocimiento profundo de las herramientas y materiales empleados, así como de la clasificación, tipología y características de los procedimientos de soldadura, permite a los profesionales llevar a cabo trabajos de alta precisión, optimizando los procesos de fabricación, mantenimiento y reparación de equipos electrónicos. Dominar estos procedimientos exige no solo destreza técnica, sino también rigor en la preparación, la manipulación de materiales y el control de los parámetros térmicos y ambientales que afectan a la calidad de las uniones realizadas.

En el contexto de la Formación Profesional, la capacitación en técnicas de soldadura y desoldadura contribuye al desarrollo de competencias técnicas de alta especialización, indispensables para el ejercicio profesional en entornos industriales y tecnológicos avanzados. A su vez, fomenta habilidades transversales como la responsabilidad, la atención al detalle, la mejora continua y el respeto por las normas de calidad y seguridad en el trabajo.

El enfoque metodológico para su enseñanza podría orientarse hacia metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos o la realización de prácticas simuladas de montaje y reparación de circuitos, favoreciendo una formación práctica, contextualizada y centrada en la adquisición de competencias reales de alta empleabilidad. Además, integrar contenidos relacionados con la sostenibilidad, como el uso de soldaduras libres de plomo y la correcta gestión de residuos electrónicos, permite alinear el aprendizaje técnico con los objetivos de desarrollo sostenible y la responsabilidad medioambiental.

De este modo, fortalecer la formación en soldadura y desoldadura de componentes electrónicos supone una apuesta firme por la innovación, la empleabilidad y la preparación del alumnado para afrontar los desafíos de la industria tecnológica actual y futura.

## **1. Conceptos y fenómenos eléctricos. Naturaleza de la electricidad. Fuerza electromotriz. Intensidad de la corriente eléctrica. Resistencia eléctrica. Potencia eléctrica. Unidades de medida. Ley de Ohm. El condensador: almacenamiento de cargas eléctricas. Capacidad: unidades. Pilas y acumuladores: tipología y características.**

### **Introducción**

El conocimiento de los conceptos y fenómenos eléctricos constituye una base esencial para el desarrollo de las tecnologías modernas, siendo particularmente relevante en la especialidad de Sistemas Electrónicos. Esta disciplina abarca desde la generación de energía hasta el diseño de dispositivos electrónicos complejos, donde la comprensión de principios como la naturaleza de la electricidad, la intensidad de corriente, la resistencia o la fuerza electromotriz resulta imprescindible para una correcta aplicación técnica. En este sentido, los fundamentos eléctricos no solo sientan las bases de la electrónica analógica y digital, sino que también se integran transversalmente en sectores industriales estratégicos como las telecomunicaciones, la automoción, las energías renovables o la automatización industrial.

En el contexto productivo actual, donde convergen la innovación tecnológica y la eficiencia energética, la formación técnica en electricidad desempeña un papel clave en la adaptación de los procesos industriales a las nuevas demandas digitales y sostenibles. Desde el análisis de circuitos básicos hasta el dimensionado de sistemas de almacenamiento energético, como condensadores, pilas o acumuladores, estos conocimientos permiten desarrollar soluciones efectivas y seguras. Además, la correcta interpretación de magnitudes eléctricas, como voltaje, corriente, resistencia y potencia, así como el dominio de la Ley de Ohm y de las unidades de medida asociadas, son competencias imprescindibles tanto para la instalación como para el mantenimiento de sistemas eléctricos y electrónicos.

Desde una perspectiva educativa, la enseñanza de estos contenidos permite al alumnado adquirir una base sólida sobre la que construir aprendizajes posteriores de mayor complejidad.

Su dominio favorece no solo la comprensión teórica de los fenómenos eléctricos, sino también el desarrollo de habilidades prácticas mediante la realización de montajes, ensayos de laboratorio y simulaciones. La resolución de problemas técnicos y el uso de instrumentos de medida favorecen la consolidación del pensamiento lógico y la capacidad de análisis, habilidades esenciales en el desempeño profesional de los técnicos en sistemas electrónicos.

En este contexto, la LOMLOE y la Ley Orgánica 3/2022 de Ordenación e Integración de la Formación Profesional refuerzan la importancia del desarrollo de las competencias del alumnado para mejorar su potencial de empleabilidad. Los contenidos abordados en este tema permiten fomentar un aprendizaje aplicado y vinculado a la realidad tecnológica del entorno profesional, favoreciendo así una transición eficaz hacia el empleo cualificado.

Con todo ello, el estudio de los conceptos eléctricos fundamentales constituye una herramienta clave en la formación profesional del ámbito de los sistemas electrónicos, configurando una estructura de conocimientos que sustenta tanto el desarrollo curricular como el rendimiento técnico en entornos laborales reales. A continuación, se analizarán con mayor profundidad los elementos teóricos y prácticos que conforman este eje esencial del conocimiento técnico.

## **Conceptos y fenómenos eléctricos. Naturaleza de la electricidad. Fuerza electromotriz**

### **Fundamentos físicos de la electricidad**

La electricidad es una manifestación de la energía generada por el movimiento de partículas con carga eléctrica, fundamentalmente electrones. Desde el punto de vista físico, se trata de un fenómeno asociado a la existencia y comportamiento de las cargas eléctricas en reposo (electrostática) o en movimiento (electrodinámica). En los materiales conductores, como los metales, los electrones libres pueden desplazarse con facilidad a través del retículo cristalino, lo cual permite la circulación de corriente eléctrica al establecerse un campo eléctrico.

La interacción entre cargas eléctricas está regida por la ley de Coulomb, que define la fuerza entre dos cargas puntuales como proporcional al producto de sus cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa. Esta fuerza puede ser atractiva o repulsiva según la naturaleza de las cargas involucradas. Otro fenómeno eléctrico esencial es el campo eléctrico, definido como la región del espacio en la que una carga experimenta una fuerza eléctrica. Su intensidad se representa mediante vectores, y su dirección y sentido coinciden con la fuerza que actuaría sobre una carga positiva de prueba situada en ese punto.

Los materiales pueden clasificarse según su comportamiento eléctrico en conductores, semiconductores y aislantes. Los conductores, como el cobre o el aluminio, poseen gran cantidad de electrones libres. Los aislantes, como el vidrio o el plástico, impiden el flujo de electrones. Los semiconductores, como el silicio, presentan una conductividad intermedia que puede modificarse mediante dopado, permitiendo su aplicación en dispositivos electrónicos.

## Naturaleza de la electricidad

La electricidad no es una sustancia, sino una propiedad física de la materia. Su origen se encuentra en las partículas subatómicas, principalmente electrones y protones, que portan una carga eléctrica negativa y positiva respectivamente. En un sistema neutro, la cantidad de carga positiva y negativa está equilibrada; sin embargo, cuando existe un desequilibrio de cargas, se genera una diferencia de potencial que puede provocar una corriente eléctrica si se proporciona un camino conductor.

Desde un enfoque energético, la electricidad puede entenderse como una forma de energía capaz de transformarse en otras, como energía térmica, luminosa o mecánica. Esta versatilidad explica su relevancia tecnológica, pues permite alimentar dispositivos, almacenar energía o transmitir información. Además, su generación puede realizarse mediante fuentes renovables o no renovables, lo que la convierte en un elemento clave en el desarrollo de políticas de sostenibilidad energética.

En sistemas eléctricos, la electricidad se representa mediante magnitudes físicas como la carga (C), el potencial eléctrico (V), el campo eléctrico (E) y la corriente (I), entre otras. Todas ellas permiten describir con precisión el comportamiento de un sistema bajo diferentes condiciones, ya sea en corriente continua (DC) o en corriente alterna (AC), lo que influye directamente en el tipo de aplicación técnica y en el diseño de los componentes.

## Fuerza electromotriz: origen y características

La fuerza electromotriz (f.e.m.) es el mecanismo que permite iniciar y mantener el flujo de corriente eléctrica en un circuito cerrado. Se define como el trabajo necesario para mover una unidad de carga a lo largo de un circuito completo, y se mide en voltios (V). A pesar de su denominación, no se trata de una fuerza en sentido estricto, sino de una energía por unidad de carga.

El origen de la f.e.m. puede encontrarse en diversos dispositivos, como generadores eléctricos, pilas o acumuladores. En una pila, por ejemplo, las reacciones químicas entre los electrodos y el electrolito liberan electrones que se acumulan en uno de los terminales, generando una diferencia de potencial. Esta energía se convierte en corriente eléctrica cuando se conecta un conductor entre los dos polos.

En el caso de los generadores eléctricos, la f.e.m. se produce mediante el fenómeno de inducción electromagnética, descrito por la ley de Faraday, según la cual una variación del flujo magnético a través de una espira induce una f.e.m. proporcional a dicha variación. Este principio se encuentra en la base del funcionamiento de dinamos, alternadores y transformadores, fundamentales en la generación y distribución de energía eléctrica.

Matemáticamente, la f.e.m. se expresa como:

$$\text{f.e.m.} = \frac{W}{q}$$

donde  $W$  es el trabajo realizado para transportar la carga  $q$ . En sistemas prácticos, la f.e.m. total se reparte entre el voltaje en los extremos del circuito externo y las caídas de tensión internas debidas a resistencias internas, lo que obliga a considerar el rendimiento de la fuente.

## **Aplicaciones técnicas y educativas en FP**

El dominio de los conceptos y fenómenos eléctricos es esencial en el sector profesional de los sistemas electrónicos, ya que permite comprender, diagnosticar y diseñar sistemas que involucran la circulación de corriente, el almacenamiento de energía, o la conversión entre diferentes formas energéticas. En el aula, estos conocimientos se traducen en prácticas que incluyen la medición de voltaje y corriente, el montaje de circuitos simples, y el análisis de la eficiencia de fuentes de alimentación, todo ello clave para la formación del alumnado en entornos de Formación Profesional técnica.

Este marco de conocimientos habilita al alumnado para abordar, con criterio técnico, fenómenos como la resistencia, la intensidad de corriente o la potencia eléctrica, los cuales serán analizados con mayor detalle a continuación para completar el estudio de los principios básicos de los sistemas eléctricos.

## **Intensidad de la corriente eléctrica. Resistencia eléctrica. Potencia eléctrica**

### **Intensidad de la corriente eléctrica: definición y análisis**

La intensidad de la corriente eléctrica es una magnitud fundamental que expresa la cantidad de carga eléctrica que atraviesa una sección transversal de un conductor por unidad de tiempo. Se mide en amperios (A), y su expresión matemática básica es:

$$I = \frac{Q}{t}$$

donde  $I$  es la intensidad,  $Q$  es la carga en culombios (C) y  $t$  el tiempo en segundos (s). Este concepto adquiere relevancia tanto en corriente continua (DC), donde el flujo de carga se mantiene constante, como en corriente alterna (AC), donde la dirección y magnitud de la corriente varían periódicamente.

En sistemas de corriente continua, la intensidad depende directamente de la diferencia de potencial aplicada y de la resistencia del conductor. En cambio, en sistemas de corriente

alterna, su análisis implica parámetros como la frecuencia, la impedancia y el desfase entre corriente y tensión, aspectos cruciales para el diseño de instalaciones eléctricas en aplicaciones residenciales e industriales.

El control de la intensidad es indispensable para evitar sobrecargas, caídas de tensión y pérdidas energéticas. En entornos profesionales, los técnicos emplean instrumentos como el amperímetro o pinzas amperimétricas para su medición, incorporando criterios de seguridad eléctrica y normativa técnica vigente.

## **Resistencia eléctrica: fundamentos y leyes asociadas**

La resistencia eléctrica es la oposición que presenta un material al paso de la corriente eléctrica. Su magnitud depende de factores físicos como la naturaleza del material, la temperatura, la longitud del conductor y su sección transversal. Se mide en ohmios ( $\Omega$ ) y se expresa matemáticamente como:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{A}$$

donde R es la resistencia,  $\rho$  es la resistividad del material, L es la longitud del conductor y A su área de sección transversal.

La resistencia constituye un elemento clave en el diseño de circuitos eléctricos, permitiendo controlar el flujo de corriente y ajustar los niveles de tensión. Además, forma parte esencial de la Ley de Ohm, que relaciona directamente la tensión, la corriente y la resistencia de un circuito.

Desde el punto de vista técnico, existen resistencias fijas, variables (potenciómetros, reostatos) y dependientes de magnitudes externas (termistores, LDR), utilizadas en sistemas de regulación, control y protección. Su comportamiento puede ser lineal o no lineal, dependiendo de su composición y aplicación.

En dispositivos electrónicos, el uso de resistencias permite adaptar niveles de señal, proteger componentes sensibles o establecer condiciones de funcionamiento para transistores, diodos o circuitos integrados. Asimismo, la disipación de potencia en forma de calor es una consecuencia inherente al paso de corriente por una resistencia, lo cual debe considerarse en el dimensionado térmico de los dispositivos.

## **Potencia eléctrica: conceptos y cálculo**

La potencia eléctrica representa la rapidez con la que se transforma o transfiere la energía eléctrica. En corriente continua, se calcula mediante la relación:

$$P = V \cdot I$$

donde P es la potencia en vatios (W), V es la tensión en voltios (V), e I la intensidad en amperios (A). En sistemas de corriente alterna, el cálculo se complica debido al desfase entre la tensión y la corriente, y se introducen los conceptos de potencia activa, reactiva y aparente, expresadas respectivamente en vatios (W), voltamperios reactivos (VAR) y voltamperios (VA).

La potencia activa es la que realmente se transforma en trabajo útil, mientras que la potencia reactiva se asocia a la energía alternante almacenada temporalmente en campos magnéticos o eléctricos (por inductancias o capacitancias). La potencia aparente representa la combinación de ambas y se relaciona con el factor de potencia, un índice clave para la eficiencia energética de las instalaciones.

$$\text{Factor de potencia} = \frac{P}{S}$$

donde P es la potencia activa y S la potencia aparente. La mejora del factor de potencia, mediante el uso de baterías de condensadores o correctores automáticos, es habitual en instalaciones industriales para evitar penalizaciones por consumo de energía reactiva.

En el diseño de sistemas electrónicos y eléctricos, el conocimiento y cálculo de la potencia es esencial para seleccionar componentes adecuados (fuentes de alimentación, resistencias, conductores), prever pérdidas energéticas y garantizar la seguridad operativa del sistema.

## **Aplicaciones técnicas y didácticas en FP**

El análisis de la intensidad, la resistencia y la potencia eléctrica resulta imprescindible en múltiples sectores productivos, incluyendo la automatización industrial, las energías renovables y la electrónica de consumo. En el ámbito de la Formación Profesional, estos conceptos se abordan a través de prácticas de laboratorio orientadas al montaje de circuitos, uso de instrumentos de medida y simulaciones de consumo energético, lo que permite al alumnado desarrollar competencias clave en eficiencia energética, resolución de problemas y diseño técnico.

La comprensión de estas magnitudes habilita una base sólida sobre la cual introducir el estudio de las leyes fundamentales de la electricidad y el comportamiento de componentes básicos, tales como los condensadores, contenidos que serán objeto de análisis más detallado a continuación.

## **Unidades de medida. Ley de Ohm. El condensador: almacenamiento de cargas eléctricas**

### **Unidades de medida en electricidad**

El sistema internacional de unidades (SI) proporciona el marco normativo para expresar con precisión las magnitudes eléctricas. Este sistema facilita la interoperabilidad técnica y científica, además de garantizar la coherencia en los procesos de medición y análisis. Las principales magnitudes eléctricas y sus unidades correspondientes en el SI son:

- **Carga eléctrica (Q):** culombio (C). Un culombio representa la cantidad de carga transportada por una corriente de un amperio durante un segundo.
- **Corriente eléctrica (I):** amperio (A).
- **Tensión o diferencia de potencial (V):** voltio (V).
- **Resistencia eléctrica (R):** ohmio ( $\Omega$ ).
- **Potencia eléctrica (P):** vatio (W).
- **Energía eléctrica (E):** julio (J) o kilovatio-hora (kWh) para usos industriales.

Además de estas unidades básicas, se emplean múltiplos y submúltiplos para adaptarse a la amplitud de valores en contextos reales: miliamperios (mA), kilovoltios (kV), megaohmios (M $\Omega$ ), entre otros. Su correcta utilización es imprescindible en la interpretación de esquemas eléctricos, el uso de instrumentación de medida y el diseño de sistemas.

## Ley de Ohm: formulación y aplicación práctica

La Ley de Ohm constituye uno de los pilares fundamentales del análisis de circuitos eléctricos. Establece que la corriente eléctrica que circula por un conductor es directamente proporcional a la tensión aplicada e inversamente proporcional a la resistencia del mismo. Se expresa mediante la fórmula:

$$V = I \cdot R$$

donde V es la tensión en voltios, I la intensidad en amperios y R la resistencia en ohmios. Esta ley permite el análisis y diseño de circuitos tanto simples como complejos, facilitando el cálculo de cualquiera de las tres magnitudes cuando se conocen las otras dos.

Desde el punto de vista práctico, su aplicación abarca desde el dimensionamiento de resistencias en circuitos electrónicos hasta la verificación del funcionamiento de instalaciones eléctricas industriales. La Ley de Ohm también se combina con otras leyes, como las leyes de Kirchhoff, para resolver redes más amplias mediante métodos sistemáticos como el de mallas o nodos.

En contextos de Formación Profesional, su enseñanza se apoya en prácticas experimentales con fuentes de tensión regulable, multímetros y elementos resistivos, favoreciendo la comprensión intuitiva del comportamiento eléctrico de los circuitos.

## **El condensador: estructura y funcionamiento**

El condensador es un componente pasivo que almacena energía en forma de carga eléctrica. Está constituido, en su forma más simple, por dos placas conductoras separadas por un dieléctrico (material aislante). Cuando se aplica una diferencia de potencial entre las placas, se produce una acumulación de cargas opuestas en cada una, generando un campo eléctrico interno.

Este almacenamiento es reversible y se libera al conectar el condensador a un circuito externo. La energía almacenada  $E$  en un condensador viene dada por la fórmula:

$$E = \frac{1}{2}CV^2$$

donde  $C$  es la capacidad en faradios (F) y  $V$  la tensión entre sus terminales. La carga almacenada  $Q$  se calcula como:

$$Q=C \cdot V$$

Este comportamiento permite al condensador actuar como un pequeño depósito de energía eléctrica, siendo crucial en funciones como:

- Filtrado de señales en fuentes de alimentación.
- Estabilización de voltajes.
- Desacoplo de componentes electrónicos.
- Generación de retardos temporales.
- Arranque de motores eléctricos en sistemas de corriente alterna.

El tipo de dieléctrico (cerámico, electrolítico, tantalio, film, etc.) determina su aplicación, comportamiento frente a la temperatura, polaridad y capacidad de carga. En electrónica de potencia, se utilizan bancos de condensadores para la corrección del factor de potencia y para suavizar las fluctuaciones de tensión.

## **Aplicaciones técnicas y didácticas en FP**

El estudio de las unidades eléctricas, la Ley de Ohm y el funcionamiento de los condensadores es esencial en todos los niveles de la formación en sistemas electrónicos. En el entorno profesional, estos conocimientos permiten dimensionar correctamente los componentes, diseñar sistemas eficientes y diagnosticar averías. En el aula de FP, las prácticas sobre circuitos RC, mediciones de carga y descarga con osciloscopios, y ejercicios de resolución de circuitos resistivos y capacitivos facilitan una comprensión aplicada que conecta la teoría con la experiencia técnica.

Estos fundamentos, debidamente interiorizados, permiten abordar conceptos de mayor complejidad como la capacidad eléctrica, los sistemas de almacenamiento energético y la tipología de fuentes de alimentación, aspectos que serán objeto de análisis en el siguiente epígrafe.

## Capacidad: unidades. Pilas y acumuladores: tipología y características

### Capacidad eléctrica: definición y unidades

La **capacidad eléctrica** es la propiedad de un sistema físico —como un condensador o un acumulador— de almacenar carga eléctrica. Esta magnitud cuantifica la cantidad de carga que puede almacenarse por unidad de diferencia de potencial entre dos puntos, y se define mediante la relación:

$$C = \frac{Q}{V}$$

donde C es la capacidad en faradios (F), Q la carga eléctrica en culombios (C) y V la tensión en voltios (V). En la práctica, el faradio es una unidad muy grande, por lo que suelen utilizarse submúltiplos como el microfaradio ( $\mu\text{F}$ ), nanofaradio (nF) o picofaradio (pF), especialmente en aplicaciones electrónicas.

En sistemas de almacenamiento energético, como las baterías o condensadores de alta potencia, también se utilizan unidades como el **amperio-hora (Ah)** o el **miliamperio-hora (mAh)**, que expresan la cantidad total de carga que puede suministrarse durante un período de tiempo. Esta medida resulta fundamental para evaluar la autonomía y eficiencia energética de dispositivos móviles, vehículos eléctricos y sistemas de respaldo.

El conocimiento preciso de la capacidad permite el diseño adecuado de circuitos temporizadores, estabilizadores de tensión y bancos de almacenamiento energético, asegurando un funcionamiento eficiente y seguro del sistema eléctrico o electrónico.

### Pilas: tipología y aplicaciones

Las **pilas** son generadores electroquímicos que convierten la energía química en energía eléctrica mediante reacciones de oxidación-reducción. Están constituidas por dos electrodos —ánodo y cátodo— y un electrolito que permite el movimiento de iones.

Se clasifican, según su capacidad de recarga, en **pilas primarias** y **pilas secundarias**. Las primeras son de un solo uso, mientras que las secundarias pueden recargarse mediante una corriente eléctrica inversa al flujo natural de la reacción.

#### **Principales tipos de pilas primarias:**

- **Pilas alcalinas:** alta densidad energética, uso común en dispositivos portátiles.
- **Pilas salinas o de zinc-carbón:** menor coste, pero vida útil más limitada.
- **Pilas de litio (no recargables):** muy ligeras, con excelente estabilidad y durabilidad, utilizadas en relojes, sensores y equipos médicos.

Las pilas se caracterizan por su voltaje nominal, capacidad de descarga, formato físico (AA, AAA, botón) y comportamiento frente a variaciones térmicas. Su elección depende del tipo de carga, la intensidad de uso y la compatibilidad con el dispositivo.

#### **Acumuladores: funcionamiento y clasificación**

Los **acumuladores** o baterías recargables funcionan mediante procesos electroquímicos reversibles, permitiendo múltiples ciclos de carga y descarga. Son elementos esenciales en sistemas energéticos autónomos y aplicaciones industriales de alto rendimiento.

#### **Principales tipos de acumuladores:**

- **Plomo-ácido:** utilizados en automoción y sistemas de respaldo. Destacan por su robustez, bajo coste y elevada corriente de arranque, aunque presentan menor densidad energética.
- **Níquel-Cadmio (NiCd):** buena resistencia a descargas profundas y ciclos prolongados, aunque sufren efecto memoria y contienen materiales contaminantes.
- **Níquel-Metal Hidruro (NiMH):** más ecológicos que los NiCd y con mayor capacidad, empleados en herramientas eléctricas y juguetes.
- **Litio-Ion (Li-ion):** elevada densidad energética, bajo peso y eficiencia en carga. Son esenciales en electrónica portátil y movilidad eléctrica.

- **Litio-Polímero (Li-Po):** variantes de los Li-ion, con mayor flexibilidad de diseño y peso reducido, comunes en drones y dispositivos compactos.

Cada tipo de acumulador presenta unas características técnicas específicas: tensión nominal por celda, número de ciclos de vida útil, profundidad de descarga admisible, eficiencia de carga y requisitos de protección frente a sobrecargas o cortocircuitos.

En el ámbito de la Formación Profesional, la comprensión de estos dispositivos permite al alumnado analizar su rendimiento, gestionar su mantenimiento y diseñar soluciones energéticas sostenibles, tanto en entornos domésticos como industriales. La evaluación de parámetros como la capacidad, la tensión y la resistencia interna son habituales en el diagnóstico técnico y en la selección adecuada del sistema de almacenamiento.

La formación rigurosa en estas tecnologías proporciona las bases necesarias para abordar desafíos energéticos actuales y futuros, desde la transición hacia sistemas eléctricos más sostenibles hasta la optimización de la autonomía en aplicaciones móviles. A partir de este conocimiento, es posible reflexionar sobre su integración curricular y su impacto en la empleabilidad técnica en sectores estratégicos.

## Conclusión

El estudio de los conceptos y fenómenos eléctricos, junto con las magnitudes fundamentales asociadas, constituye un pilar esencial en la formación técnica de la especialidad de Sistemas Electrónicos. La comprensión de la naturaleza de la electricidad, la fuerza electromotriz, la intensidad de corriente, la resistencia, la potencia eléctrica y la capacidad de almacenamiento de energía permite a los futuros profesionales desenvolverse con solvencia en un entorno tecnológico en constante evolución.

Estos contenidos no solo aportan conocimientos teóricos necesarios para el análisis y diseño de circuitos eléctricos y electrónicos, sino que además habilitan al alumnado para actuar con criterio técnico en tareas de mantenimiento, diagnóstico y mejora de sistemas energéticos. La familiaridad con las unidades de medida normalizadas, el dominio de la Ley de Ohm y la capacidad de interpretar y aplicar principios eléctricos básicos forman parte de las competencias clave en la resolución de problemas reales en el ámbito de la electrónica aplicada.

Asimismo, el conocimiento de los dispositivos de almacenamiento como pilas y acumuladores, junto con sus características técnicas y tipologías, refuerza la capacidad del alumnado para seleccionar soluciones energéticas eficientes y sostenibles, especialmente en aplicaciones que van desde pequeños dispositivos electrónicos hasta sistemas de energía autónomos. La evaluación de la capacidad, la duración y el comportamiento de estos dispositivos constituye una competencia indispensable en sectores como la automoción, la domótica, las telecomunicaciones o las energías renovables.

En el contexto de la Formación Profesional, estos aprendizajes pueden abordarse mediante metodologías activas, como el aprendizaje basado en proyectos, la simulación de escenarios reales o el uso de entornos virtuales interactivos, lo que favorece la adquisición de competencias técnicas y transversales. Además, la integración de estos contenidos permite desarrollar actitudes orientadas a la sostenibilidad, la eficiencia energética y la mejora continua, elementos clave para la adaptación al mercado laboral.

El conocimiento riguroso y aplicado de los fundamentos eléctricos impulsa el desarrollo de la competencia digital, la capacidad de análisis y la autonomía técnica, elementos fundamentales para la inserción profesional y la progresión en sectores vinculados a la electrónica, la automatización y la innovación tecnológica. En definitiva, la formación en estos contenidos fortalece el perfil profesional del alumnado y contribuye de manera decisiva a mejorar su futuro laboral en una economía cada vez más electrificada y digitalizada.

## Bibliografía

Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado, núm. 340, 30 de diciembre de 2020.

Ley Orgánica 3/2022, de 31 de marzo, de ordenación e integración de la Formación Profesional

Boylestad, R. L., & Nashelsky, L. (2014). *Dispositivos electrónicos y teoría de circuitos* (11ª ed.). Pearson Education.

Floyd, T. L. (2009). *Fundamentos de electrónica digital* (9ª ed.). Pearson Prentice Hall.

Gualda Gil, J. A., & Martínez García, S. (2006). *Electrónica de potencia: Componentes, topologías y equipos*. Paraninfo.

Pérez García, M. A. (2014). *Instrumentación electrónica*. Paraninfo.

Bariáin Aisa, C., Corres Sanz, J. M., & Ruiz Zamarreño, C. (2017). *Programación de microcontroladores PIC en lenguaje C*. Marcombo.

Huidobro Moya, J. M. (2005). *Sistemas telemáticos* (3ª ed.). Paraninfo.

Tomasi, W. (2004). *Sistemas de comunicaciones electrónicas* (5ª ed.). Pearson Prentice Hall.

Ortea Varela, E. (2024). *Sistemas automatizados*. Eo Ediciones.

Alcalde San Miguel, P. (2003). *Electrónica general: equipos electrónicos de consumo* (3ª ed.). Thomson-Paraninfo.

Gallardo Vázquez, S. (2016). *Prevención de riesgos eléctricos*. Paraninfo.

