

# PROGRAMA DE FORMACIÓN PERMANENTE EN MICROELECTRÓNICA Y SEMICONDUCTORES

Universidad Politécnica de Madrid



## ÍNDICE

1. **Introducción**
2. **Características de los cursos**
3. **Microcredenciales (por temática)**
4. **Títulos de Experto**
  - 4.1 Experto en Diseño y Verificación de Sistemas Integrados Digitales
  - 4.2 Experto en Circuitos Integrados de Señal Mixta y Radiofrecuencia
  - 4.3 Experto en Tecnologías Fotónicas y su Integración
  - 4.4 Experto en Fabricación y Evaluación de Dispositivos Microelectrónicos
5. **Otras microcredenciales (fuera de títulos)**
6. **Contacto y más información**



# **1. INTRODUCCIÓN**

## **¿QUÉ ES LA CÁTEDRA UPM – INDRA EN MICROELECTRÓNICA?**

Esta Cátedra Universidad-empresa es un proyecto de formación de estudiantes y profesionales que se encuentran dentro del mundo de la microelectrónica. El objetivo de estos cursos es poner a disposición de los matriculados nuevas técnicas y aprendizajes que le permitan ampliar su conocimiento sobre una materia en concreto.

## **¿QUÉ ES UNA MICROCREDENCIAL?**

Son los cursos cortos especializados en aspectos concretos de la microelectrónica con los que obtendrás un aprendizaje detallado con garantía de calidad y certificación digital.

Según el elegido, puede equivaler a 3 ECTS ó 6 ECTS.

A su vez, estos cursos se combinan en diferentes secuencias que permiten obtener Títulos de Experto.

## **¿QUÉ ES UN TÍTULO DE EXPERTO?**

Son las combinaciones de microcredenciales que te permitirán lograr una mayor especialización sobre un tema en concreto.



## 2. CARACTERÍSTICAS

- Para preinscribirte a cualquiera de los cursos solo necesitarás estar en disposición de un título universitario (grado, diplomado, licenciado, ingeniero, etc), preferiblemente en áreas de ciencias o ingeniería.
- Impartición presencial.
- Microcredenciales de 3 ECTS (30h aproximadamente), o 6 ECTS. Títulos de experto de 24 ECTS o 27 ECTS.
- Horario de tarde (17:00h a 19:00/21:30) según curso.
- Precio de la matrícula: gratuito. Financiado al 100% por la Cátedra UPM-INDRA en Microelectrónica.
- Lugar de impartición: laboratorios y aulas de la E.T.S. de Ingenieros de Telecomunicación e Industriales de la UPM.
- Preinscripción: ya abierta
- Matriculación:



### **3. MICROCREDENCIALES (POR TEMÁTICA)**

#### **Diseño Digital, Señal Mixta y Radiofrecuencia**

- Diseño VLSI
- Diseño Digital I
- Diseño Digital II
- Arquitecturas digitales para procesamiento de señal
- Diseño de procesadores con arquitectura abierta
- Diseño de sistemas en chip basados en HW abierto
- Componentes SW para sistemas embebidos
- Diseño de sistemas críticos y de aplicación a espacio
- Verificación de circuitos digitales
- Diseño de circuitos integrados analógicos y de radiofrecuencia
- Medida de circuitos de radiofrecuencia

#### **Tecnologías de Fabricación**

- Dispositivos semiconductores
- Uso básico de Sala Limpia y preparación de muestras para dispositivos semiconductores
- Técnicas de depósito aplicado a la fabricación de dispositivos semiconductores
- Técnicas de litografía en semiconductores
- Tecnologías de System in Package
- Caracterización de materiales y dispositivos semiconductores
- Dispositivos MEMS electroacústicos
- Diseño, fabricación y caracterización de resonadores MEMS electroacústicos
- Laboratorio de circuitos integrados
- Tecnologías de Fabricación de Dispositivos Fotovoltaicos Avanzados

#### **Sistemas Fotónicos**

- Tecnologías Fotónicas
- Comunicaciones Ópticas Avanzadas
- Caracterización de dispositivos fotónicos
- Circuitos fotónicos integrados
- Fotónica de Microondas



## **4. TÍTULOS DE EXPERTO**

### **4.1 DISEÑO Y VERIFICACIÓN DE SISTEMAS INTEGRADOS DIGITALES (27 ECTS)**

- Diseño VLSI
- Diseño Digital I
- Diseño Digital II
- Diseño de procesadores con arquitectura abierta
- Verificación de circuitos digitales
- Diseño de sistemas en chip basados en HW abierto
- Componentes SW para sistemas embebidos
- Diseño de sistemas críticos y de aplicación a espacio

### **4.2 CIRCUITOS INTEGRADOS DE SEÑAL MIXTA Y RADIOFRECUENCIA (24 ECTS)**

- Diseño VLSI \*
- Diseño Digital I
- Diseño Digital II
- Arquitecturas digitales para procesado de señal
- Diseño de circuitos integrados analógicos y de radiofrecuencia
- Medida de circuitos de radiofrecuencia

### **4.3 TECNOLOGÍAS FOTÓNICAS Y SU INTEGRACIÓN (24 ECTS)**

- Tecnologías Fotónicas
- Comunicaciones Ópticas Avanzadas
- Dispositivos semiconductores
- Caracterización de dispositivos fotónicos
- Circuitos fotónicos integrados
- Fotónica de Microondas

### **4.4 FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE DISPOSITIVOS MICROELECTRÓNICOS (24 ECTS)**

- Dispositivos semiconductores
- Uso básico de Sala Limpia y preparación de muestras para dispositivos semiconductores
- Técnicas de depósito aplicado a la fabricación de dispositivos semiconductores
- Técnicas de litografía en semiconductores
- Tecnologías de System in Package
- Caracterización de materiales y dispositivos semiconductores



### **Diseño VLSI (20/11/2024 a 28/02/2025)**

- Introducción al diseño VLSI.
- Transistores: su funcionamiento.
- Lógica CMOS.
- Proceso CMOS. Trazados.
- Caracterización del circuito. Simulación con herramientas comerciales.
- Lógica secuencial, temporización y familias lógicas.
- Memorias.
- Visión global del circuito integrado.
- Test de circuitos integrados y diseño para test.
- Flujo de diseño semi-custom.

### **Diseño Digital I (21/10/2024 a 09/12/2024)**

- Modelado RTL eficiente de circuitos combinacionales y secuenciales con VHDL 2008.
- Realización de modelos parametrizables.
- Subrutinas y verificación automática de resultados en bancos de test VHDL.
- Metodologías de diseño de sistemas digitales complejos. Diseño jerárquico y diseño digital síncrono. Sincronización entre dominios de reloj.
- Lenguajes de Especificación de Propiedades. PSL en VHDL-2008.
- Verificación con PSL.

### **Diseño Digital II (01/01/2025 a 01/03/2025)**

- Modelado RTL de circuitos combinacionales y secuenciales con SystemVerilog.
- Aserciones en SystemVerilog.
- Modelado orientado a objetos OOP.
- Agentes. Construcción de bancos de test.



### **Diseño de procesadores con arquitectura abierta (07/03/2025 a 09/05/2025)**

- Conceptos básicos de arquitectura de computadores.
- Características fundamentales del juego de instrucciones RISC-V.
- Implementación de un procesador RISC-V básico.
- Impacto de las técnicas de mejora del procesador sobre su rendimiento.
- Implementación de un procesador RISC-V avanzado.
- Jerarquía de memoria.
- Implementación de memoria(s) caché(s) sobre un procesador RISC-V.
- Extensión del juego de instrucciones RISC-V mediante modificación de su datapath.

### **Verificación de circuitos digitales (01/05/2025 a 30/06/2025)**

- Modelado de bancos de test dirigidos con autocomprobación para verificación funcional en VHDL y SystemVerilog.
- Tests estructurados y reutilizables.
- Aleatorización de estímulos.
- Cobertura funcional.
- Aserciones para verificación funcional.
- Introducción a la arquitectura UVM (Universal Verification Methodology).

### **Diseño de sistemas en chip basados en HW abierto (06/03/2025 a 08/05/2025)**

- Entornos de integración de SoCs basados en procesadores RISC-V.
- Implementación de SoC básico con procesador RISC-V e IPs externos.
- Integración de aceleradores hardware custom en SoCs con procesadores RISC-V: interfaces estándar MMIO y de extensión del juego de instrucciones.
- Flujos de diseño e implementación de SoCs basados en procesadores RISC-V con herramientas comerciales y/o open source.
- Diseño físico de un SoC basado en IPs y procesadores abiertos.
- Evaluación de la calidad del diseño físico.





### **Componentes SW para sistemas embebidos (22/05/2025 a 10/07/2025)**

- Toolchains abiertos para procesadores RISC-V.
- Mecanismos de gestión de entrada/salida, temporización y drivers baremetal.
- Sistemas operativos y bootloaders sobre procesadores abiertos.
- Integración de aceleradores hardware custom sobre SoCs RISC-V con Linux.
- Fundamentos de los sistemas operativos de tiempo real (RTOS).
- Despliegue de RTOS abiertos sobre SoCs RISC-V.

### **Diseño de sistemas críticos y de aplicación a espacio (23/05/2025 a 11/07/2025)**

- Criterios de fiabilidad y disponibilidad de un sistema electrónico digital.
- Criterios y técnicas de diseño para sistemas electrónicos digitales en entornos críticos.
- Características físicas y requisitos de los chips en entornos con radiación y/o espaciales.
- Evaluación de mecanismos de tolerancia a fallos mediante técnicas de redundancia temporal y/o espacial a nivel microarquitectural en un procesador.
- Hipervisores y otros entornos de virtualización sobre procesadores abiertos
- Despliegue hipervisores sobre sistemas críticos basados en RISC-V.
- Evaluación de SoCs basados en RISC-V mediante criterios de validación y verificación.
- Estándares de cualificación en el dominio aeroespacial



### **Diseño VLSI (20/11/2024 a 28/02/2025)**

- Introducción al diseño VLSI.
- Transistores: su funcionamiento.
- Lógica CMOS.
- Proceso CMOS. Trazados.
- Caracterización del circuito. Simulación con herramientas comerciales.
- Lógica secuencial, temporización y familias lógicas.
- Memorias.
- Visión global del circuito integrado.
- Test de circuitos integrados y diseño para test.
- Flujo de diseño semi-custom.

### **Diseño Digital I (21/10/2024 a 09/12/2024)**

- Modelado RTL eficiente de circuitos combinacionales y secuenciales con VHDL 2008.
- Realización de modelos parametrizables.
- Subrutinas y verificación automática de resultados en bancos de test VHDL.
- Metodologías de diseño de sistemas digitales complejos. Diseño jerárquico y diseño digital síncrono. Sincronización entre dominios de reloj.
- Lenguajes de Especificación de Propiedades. PSL en VHDL-2008.
- Verificación con PSL.

### **Diseño Digital II (01/01/2025 a 01/03/2025)**

- Modelado RTL de circuitos combinacionales y secuenciales con SystemVerilog.
- Aserciones en SystemVerilog.
- Modelado orientado a objetos OOP.
- Agentes. Construcción de bancos de test.



### **Arquitecturas digitales para procesamiento de señal (05/03/2025 a 30/04/2025)**

- Técnicas de optimización arquitectural.
- Límite de iteración. Representación DFG (data flow graph). Límites de iteración y de bucle. Algoritmos para su cálculo.
- Segmentación y procesamiento paralelo. Segmentación de retemporización. Procesamiento paralelo.
- Retemporización (retiming). Segmentación y retemporización. Procesamiento multicanal y técnicas de retemporización.
- Desenrollado (unfolding). Desenrollado y paralelismo. Algoritmos de desenrollado y aplicaciones.
- Plegado (folding). Transformación de plegado. Minimización de registros y plegado.

### **Diseño de circuitos integrados analógicos y de radiofrecuencia (03/03/2025 a 12/06/2025)**

- Dispositivos MOSFET.
- Bloques básicos analógicos de un circuito integrado.
- Respuesta en frecuencia.
- ADC/DAC.
- Técnicas de trazado.
- Arquitecturas de RF.
- Diseño de componentes pasivos.
- Amplificadores, mezcladores, osciladores.
- Técnicas de medida RF.

### **Medida de circuitos de radiofrecuencia (28/05/2025 a 25/06/2025)**

- Técnicas de calibrado del analizador vectorial de redes.
- Caracterización de dispositivos en analizador vectorial de redes.
- Medida de ruido y efectos no lineales en analizador de espectros.



### **Tecnologías Fotónicas (21/10/2024 a 24/02/2025)**

- Propagación de haces ópticos
- Guías de onda ópticas
- Resonadores
- Dispositivos fotónicos pasivos
- Láseres
- Dispositivos acusto-, magneto-, y electro-ópticos
- Detectores y receptores ópticos

### **Comunicaciones Ópticas Avanzadas (03/03/2025 a 28/04/2025)**

- Fundamentos de comunicaciones ópticas.
- Sistemas ópticos coherentes.
- Tendencias futuras en comunicaciones ópticas.
- Comunicaciones ópticas en espacio libre.

### **Dispositivos semiconductores (21/10/2024 a 28/01/2025)**

- Materiales semiconductores
- Estructura electrónica de los semiconductores
- Transporte eléctrico
- Diodos
- El transistor bipolar
- Transistores de efecto campo y estructuras MOS

### **Caracterización de dispositivos fotónicos (03/03/2025 a 28/04/2025)**

- Caracterización de emisores de luz.
- Caracterización de fotodetectores.
- Caracterización de fibra óptica.
- Caracterización de componentes pasivos.
- Caracterización de amplificadores ópticos.



### **Circuitos fotónicos integrados (05/05/2025 a 25/06/2025)**

- Plataformas de integración fotónica: Fotónica de silicio (SiPh y SiN), InP, polímeros, GaAs, LiNbO<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, etc. Integración híbrida y heterogénea.
- Plataformas de integración genéricas: bloques básicos, obleas multiproyecto, kits de desarrollo, flujo de diseño, desarrollo fables, etc.
- Técnicas de fabricación de PICs.
- Caracterización y encapsulado de PICs.
- Láseres integrados en PICs.
- Diseño y simulación de bloques básicos para PICs.
- Diseño y simulación de PICs a nivel de sistema.
- Generación de diseños (“layout”) en archivos de capas tipo GDS.

### **Fotónica de Microondas (05/05/2025 a 25/06/2025)**

- Elementos de un sistema de fotónica de microondas: láseres, moduladores, fotodetectores, fibras, circuitos integrados fotónicos, etc.
- Enlaces de fotónica de microondas: técnicas y figuras de mérito.
- Funcionalidades: generación de señal, filtrado, desfasado, conformación de haz, conversión ascendente y descendente, conversión analógica digital (ADC), etc.
- Aplicaciones de la fotónica de microondas: Enlaces analógicos en fibra, radio sobre fibra, procesado de señal, síntesis fotónica...



### **Dispositivos semiconductores (21/10/2024 a 28/01/2025)**

- Materiales semiconductores
- Estructura electrónica de los semiconductores
- Transporte eléctrico
- Diodos
- El transistor bipolar
- Transistores de efecto campo y estructuras MOS

### **Uso básico de Sala Limpia y preparación de muestras para dispositivos semiconductores (21/10/2024 a 20/12/2024)**

- Concepto de sala limpia.
- Estructura y características de una sala limpia (medidas de número de partículas).
- Introducción a sistemas de vacío.
- Prevención de riesgos.
- Limpieza y grabado de estructuras (secos y húmedos).
- Corte de obleas.
- Pulido de superficies.
- Microscopios: óptico y de contraste de fase.
- Perfilómetros: óptico y de contacto.
- Micro-soldadora por ultrasonidos: pisada y bola.

### **Técnicas de depósito aplicado a la fabricación de dispositivos semiconductores (10/01/2025 a 07/03/2025)**

- Depósito de metales para contactos en dispositivos de semiconductores.
- Evaporación de metales por efecto Joule.
- Evaporación de metales mediante haz de electrones (e-beam).
- Pulverización catódica (sputtering) para depósito de metales.
- Depósito de aislantes (óxidos, nitruros).
- Pulverización catódica (sputtering) para depósito de dieléctricos.
- Depósito químico en fase vapor (CVD).
- Depósito de capas de tamaño atómico (ALD).
- Oxidación térmica.



### **Técnicas de litografía en semiconductores (10/03/2025 a 17/07/2025)**

- Introducción a la litografía.
- Tipos de litografía.
- Tipos de Resinas.
- Ataques y gases específicos para los mismos.
- Litografía óptica.
- Litografía por haz de electrones (e-beam lithography, EBL).
- Preparación de máscaras para litografía óptica.
- NanoFrazor Lithography (NFL).
- Software de diseño de máscaras.
- Software de cálculo de dosis basado en simulaciones Montecarlo y diseño de campos de escritura: BEAMER y TRACER.

### **Tecnologías de System in Package (28/05/2025 a 16/07/2025)**

- Tecnologías de encapsulado emergentes SiP y SoC
- Ventajas de la Tecnologías SiP
- Retos y limitaciones de las tecnologías SiP
- Componentes de un SiP: circuitos integrados, componentes pasivos, tecnologías de interconexión
- Diseño y fabricación de SiPs (técnicas de diseño, ensamblado y encapsulado)
- Testing y verificación de SiPs

### **Caracterización de materiales y dispositivos semiconductores (22/04/2025 a 17/07/2025)**

- Difracción mediante rayos X (XRD)
- Microscopía electrónica de barrido (SEM)
- Microscopía de Fuerzas Atómicas (AFM)
- Fotoluminiscencia (PL)
- Catodoluminiscencia (CL)
- Espectroscopía Raman



## **5. OTRAS MICROCREDENCIALES (FUERA DE TÍTULOS)**

### **Tecnologías de Fabricación de Dispositivos Fotovoltaicos Avanzados (Pendiente aprobación)**

- Principios de funcionamiento de los dispositivos fotovoltaicos.
- Tipos de células solares y tecnologías básicas de fabricación.
- Dispositivos fotovoltaicos avanzados: células basadas en semiconductores III V, células multi-unión, tecnologías emergentes.
- Tecnologías de fabricación de dispositivos fotovoltaicos avanzados.
- Tecnologías de caracterización de procesos de fabricación.
- Caracterización de dispositivos fotovoltaicos: curvas I-V, medidas de respuesta espectral.

### **Dispositivos MEMS electroacústicos (30/10/2024 a 18/12/2025)**

- Piezoelectricidad. Tipos de materiales piezoeléctricos
- Dispositivos MEMS basados en materiales piezoeléctricos
- Resonadores electroacústicos: acoplo electromecánico y factor de calidad
- Resonadores SAW y BAW. Técnicas de aislamiento acústico
- Diseño y Modelado de resonadores BAW. Modelo de Mason

### **Laboratorio de circuitos integrados (05/03/2025 a 15/05/2025)**

- Principios de funcionamiento del transistor MOS
- Modelado del proceso de fabricación de un transistor n-MOS
- Tecnologías para la microfabricación de un transistor n-MOS
- Encapsulado y caracterización de un transistor n-MOS

### **Diseño, fabricación y caracterización de resonadores MEMS electroacústicos (13/01/2025 a 19/02/2025)**

- Modelado de resonadores. Modelos de Mason y Butterworth Van Dyke
- Técnicas de aislamiento acústico. Resonadores SMR y air gap
- Técnicas de micromecanizado de superficie y volumen
- Fabricación y caracterización de un resonador BAW de montaje rígido
- Fabricación y caracterización de un resonador SAW





## 6. CONTACTO Y MÁS INFORMACIÓN

[www.upm.es/Estudiantes/Estudios\\_Titulaciones/Estudios\\_Posgrado/Microcredenciales](http://www.upm.es/Estudiantes/Estudios_Titulaciones/Estudios_Posgrado/Microcredenciales)

[HTTPS://BLOGS.UPM.ES/UE-UPM/](https://blogs.upm.es/ue-upm/)

[comunidad.microelectronica@upm.es](mailto:comunidad.microelectronica@upm.es)

**PREINSCRÍBETE**



