



## Guía docente

### 2301203 - PCR - Encapsulado, Caracterización y Fiabilidad

Última modificación: 14/03/2024

**Unidad responsable:** Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación de Barcelona  
**Unidad que imparte:** 1022 - UAB - (CAS) pendent.

**Titulación:** MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE SEMICONDUCTORES Y DISEÑO MICROELECTRÓNICO (Plan 2024). (Asignatura optativa).

**Curso:** 2024      **Créditos ECTS:** 6.0      **Idiomas:** Inglés

#### PROFESORADO

**Profesorado responsable:** Consultar aquí / See here:

**Otros:** Consultar aquí / See here:

#### CAPACIDADES PREVIAS

Curso "Instalaciones y Fabricación de Dispositivos Semiconductores".

#### METODOLOGÍAS DOCENTES

La metodología combinará clases magistrales de los profesores y ejercicios prácticos donde los estudiantes tendrán que aplicar sus conocimientos para resolver problemas prácticos.

#### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

.Describir las técnicas básicas de encapsulado de dispositivos y circuitos y seleccionar la mejor opción basándose en las especificaciones y aplicaciones.

- Identificar técnicas de caracterización y análisis en línea y a nivel de oblea para procesos de fabricación y dispositivos específicos de la nanotecnología, y describir sus fundamentos, siendo consciente de sus limitaciones.
- Identificar y describir los fundamentos de los mecanismos de fallo/envejecimiento y variabilidad en nanodispositivos. Diseñar pruebas aceleradas de fiabilidad para la estimación de la vida útil en nanoelectrónica.
- Describir las técnicas de análisis de fallos para la evaluación tecnológica y adquirir experiencia práctica.

#### HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	30,0	20.00
Horas grupo pequeño	18,0	12.00
Horas aprendizaje autónomo	102,0	68.00

**Dedicación total:** 150 h

## CONTENIDOS

### Bloque 1. Encapsulado de dispositivos y circuitos

#### Descripción:

1.1 Introducción: Necesidad de encapsulado. Encapsulado de chip único. Encapsulados comunes. Tipos de encapsulado de dispositivos: THD (Through Hole Device), SMD (Surface Mounted Device), CSP (Chip Scale Packaging).

1.2 Materiales y técnicas. Preparación de obleas y corte. Montaje de obleas. Conexión por hilos. Materiales: metales, cerámicas, polímeros, vidrios. Comportamiento térmico y desajuste térmico.

1.3 Encapsulado avanzado. Conexión de chip "flip chip bump bonding". Tendencias actuales en el encapsulado. Módulos multichip (MCM). Circuitos híbridos. Sistema en paquete (SIP). Roadmaps de encapsulado.

#### Dedicación: 4h

Grupo grande/Teoría: 4h

### Bloque 2. Caracterización eléctrica de procesos y dispositivos CMOS

#### Descripción:

2.1 Caracterización del proceso de fabricación. Medidas en línea (perfilometría, interferometría, elipsometría, sonda de 4 puntos, ...). Estructuras de prueba. Perfiles de resistividad mediante el Efecto Hall diferencial y la Resistencia de Difusión. Medidas de resistencia de contacto. Cualificación del proceso a partir de las medidas de C-V y corriente (EOT, densidad de estados interfaciales, Cox, tensión de bandas planas, ...).

2.2 Sistemas de medida electrónicos para la caracterización de procesos y dispositivos: estaciones de sonda en oblea, Unidades de Medida y de Fuente, Analizadores de Parámetros de Semiconductores, medidores C-V... Prestaciones y limitaciones.

2.3 Evaluación de las prestaciones del MOSFET: determinación de los parámetros (tensión de umbral, movilidad, pendiente subumbral, ...). Rendimiento y variabilidad del proceso. Pruebas y estructuras de prueba para la extracción de parámetros de modelos compactos.

2.4 Evaluación de la fiabilidad

2.4.1 Conceptos generales. Calidad y fiabilidad. Modelización de la fiabilidad. Fiabilidad de sistemas simples. Distribuciones estadísticas para la fiabilidad. Fiabilidad de sistemas complejos.

2.4.2 Pruebas de fiabilidad. Concepto de prueba de fiabilidad. Pruebas aceleradas. Introducción a la Ingeniería de Predicción de Fiabilidad.

2.4.3 Fiabilidad en micro/nanoelectrónica. Mecanismos de degradación / fallo en MOSFETs: 'Bias Temperature Instabilities', Inyección de portadores calientes, Ruptura dieléctrica dependiente del tiempo. Predicción de la vida útil. Otros mecanismos de fallo: electromigración y ESD. Impacto del escalado CMOS: variabilidad dependiente del tiempo (TDV). Estructuras de test, caracterización estadística y modelización de la TDV. Simulación de fiabilidad de circuitos integrados: modelos compactos para TDV y Diseño para la Fiabilidad.

#### Actividades vinculadas:

Clases magistrales y trabajo práctico.

#### Dedicación: 24h

Grupo grande/Teoría: 24h



### Bloque 3. Análisis de fallos

**Descripción:**

Localización de fallos en la superficie de un CI. Análisis estructural y posibles efectos sobre su funcionamiento. Reconstrucción de la funcionalidad y propuesta de acciones que mitiguen / prevengan / solucionen posibles fallos.

**Dedicación:** 2h

Grupo grande/Teoría: 2h

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Examen final (40%) + Trabajos del curso (60%)

## BIBLIOGRAFÍA

**Básica:**

- Ulrich, R.K.; Brown, W.D. Advanced electronic packaging. 2nd ed. Hoboken, New Jersey: Wiley-Interscience/IEEE, 2006. ISBN 9780471466093.
- Tummala, R.R.; Rymaszewski, E.J.; Klopfenstein, A.G. Microelectronics packaging handbook. 2nd ed. Kluwer Academic Publishers, 1997. ISBN 0412084317.
- Razeghi, M. Fundamentals of solid state engineering [en línea]. 4th ed. Cham: Springer International Publishing, 2019 [Consulta: 07/06/2024]. Disponible a: <https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/978-3-319-75708-7>. ISBN 9783319757087.
- Sun, Y.; Li, L.; Tiniakov, D. Reliability engineering. Gateway East, Singapore: Springer, 2024. ISBN 9789819959778.
- MacPherson, J.W. Reliability physics and engineering: time-to-failure modeling. 3rd ed. Springer, 2019. ISBN 9783319936826.
- Selecting the right SMU. White paper, Keysight Technologies, 2023.
- Strong, A.W. [i 6 més]. Reliability wearout mechanisms in advanced CMOS technologies. Wiley-IEEE Press, 2009. ISBN 9780471731726.
- Semiconductor reliability handbook [en línea]. Rev. 2.50. Renesas Electronics, 2017 [Consulta: 07/06/2024]. Disponible a: <https://www.renesas.com/us/en/document/grl/semiconductor-reliability-handbook>.
- Bazu, M.I.; Bajenescu, T.I. Failure analysis: a practical guide for manufacturers of electronic components and systems [en línea]. Chichester, West Sussex, U.K: Wiley, 2011 [Consulta: 21/06/2024]. Disponible a: <https://onlinelibrary-wiley-com.recursos.biblioteca.upc.edu/doi/book/10.1002/9781119990093>. ISBN 9781119990093.