



Guia docent

2301213 - PDS - Dispositius i Sistemes de Potència

Última modificació: 21/03/2024

Unitat responsable: Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona
Unitat que imparteix: 230 - ETSETB - Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DE SEMICONDUCTORS I DISSENY MICROELECTRÒNIC (Pla 2024).
(Assignatura optativa).

Curs: 2024 **Crèdits ECTS:** 4.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: Vellvehi Hernandez, Miquel

Altres: Rebollo Palacios, José Andrés
Pérez Tomás, Amador
Jordà Sanuy, Xavier

METODOLOGIES DOCENTS

Classes magistrals: 24 h
Sessions pràctiques: 6 h
Sessions pràctiques realitzades a l'IMB-CNM.
Programes de simulació utilitzats: Synopsis-Sentaurus / LT-Spice.

OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

- Adquirir coneixements bàsics de física de semiconductors per descriure tant el funcionament com les característiques elèctricotèrmiques dels principals dispositius semiconductors de potència actuals disponibles al mercat (p. ex., díodes, MOSFET, IGBT, HEMT), tenint en compte també els diferents tipus de materials semiconductors utilitzats: semiconductors de silici i WBG/UWBG.
- Adquirir coneixements bàsics sobre els processos tecnològics de fabricació utilitzats en els dispositius semiconductors de potència.
- Ser capaç d'avaluar i identificar els problemes tèrmics associats als dispositius semiconductors de potència, els seus encapsulats, així com les seves possibles solucions de refrigeració.
- Ser capaç de seleccionar els protocols de fiabilitat i envelliment utilitzats en dispositius semiconductors de potència més adequats per a una aplicació final determinada, així com interpretar el seu impacte en el disseny de convertidor i la seva vida útil.

HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup petit	6,0	6.00
Hores aprenentatge autònom	70,0	70.00
Hores grup gran	24,0	24.00

Dedicació total: 100 h

CONTINGUTS

Propietats físiques dels semiconductors

Descripció:

Introducció. Estructura cristallina. Gap d'energia i concentració intrínseca de portadors. Estructura de bandes energètiques i propietats de les partícules portadores. Semiconductors dopats. Transport de portadors. Recombinació-generació i temps de vida dels portadors en no-equilibri. Ionització per impacte. Equacions bàsiques de dispositius semiconductors.

Dedicació: 2h

Grup gran/Teoria: 2h

Unions pn

Descripció:

Unió pn en equilibri tèrmic. Característiques corrent-tensió de la unió pn. Característiques de la unió pn en bloqueig i ruptura.

Dedicació: 2h

Grup gran/Teoria: 2h

Díodes pin

Descripció:

Estructura del díode pin. Característica I-V del díode pin. Disseny i tensió de ruptura del díode pin. Comportament en conducció en directa. Relació entre la càrrega emmagatzemada i la tensió en directa. Comportament d'encesa dels díodes de potència. Recuperació en inversa dels díodes de potència

Dedicació: 1h

Grup gran/Teoria: 1h

Díodes Schottky

Descripció:

Diagrama de bandes d'energia de la unió metall-semiconductor. Característiques corrent-tensió de la unió Schottky. Estructura dels díodes Schottky. Caiguda de tensió ohmica d'un dispositiu unipolar

Dedicació: 1h

Grup gran/Teoria: 1h

Transistors Bipolars

Descripció:

Funció del transistor bipolar. Estructura del transistor bipolar de potència. Característica I-V del transistor de potència. Comportament en bloqueig del transistor bipolar de potència. Guany de corrent del transistor bipolar. Ampliació de la base, redistribució del camp i ruptura secundària. Límits del transistor bipolar de silici. Transistor bipolar SiC. Estructures tipus tiristor.

Dedicació: 1h

Grup gran/Teoria: 1h



Transistors MOS

Descripció:

Principi de funcionament del MOSFET. Estructura dels MOSFET de potència. Característiques de corrent-tensió dels MOSFET. Característiques del canal MOSFET. Regió ohmica. Estructures de compensació en MOSFET moderns (Superunió). Dependència de la temperatura de les característiques del MOSFET. Propietats de commutació del MOSFET. Pèrdues de commutació MOSFET. Zona d'operació segura del MOSFET. Díode invers de MOSFET. Dispositius d'efecte de camp SiC: JFET i MOSFET.

Dedicació: 3h

Grup gran/Teoria: 3h

IGBTs

Descripció:

Mode de funcionament. Característica I-V d'un IGBT. Comportament en commutació d'un IGBT. Distribució del plasma en IGBTs. IGBT amb mòduls de densitat de càrrega més alta. IGBT amb capacitat de bloqueig bidireccional. Reverse Conducting IGBTs (RC-IGBTs). Potencial de l'IGBT.

Dedicació: 3h

Grup gran/Teoria: 3h

Materials WBG/UWBG i dispositius de potència relacionats

Descripció:

Materials relacionats: SiC i GaN. Dispositius de potència basats en SiC: díodes Schottky i pin, JFET i MOSFET. Transistors de potència laterals basats en GaN. Transistors de potència vertical GaN. Dispositius de potència basats en materials UWBG.

Dedicació: 4h

Grup gran/Teoria: 4h

Introducció a la tecnologia de fabricació de dispositius de potència

Descripció:

Procés complet de concepció d'un dispositiu de potència. Revisió dels processos bàsics de tecnologia de fabricació. Exemple de procés de fabricació de dispositius d'alimentació: MOSFET i IGBT verticals de doble difusió.

Dedicació: 2h

Grup gran/Teoria: 2h

Tecnologies d'encapsulació per dispositius de potència

Descripció:

Reptes als quals s'enfronten les tecnologies d'encapsulat. Tipus d'encapsulats. Propietats físiques dels materials. Simulació tèrmica i circuits tèrmics equivalents. Elements elèctrics paràsits en mòduls de potència. Tecnologies d'encapsulat avançades.

Dedicació: 3h

Grup gran/Teoria: 3h



Fiabilitat i proves per a la verificació

Descripció:

Cal més fiabilitat en els dispositius de potència. Diferents proves per a la verificació de fiabilitat: alta temperatura, polarització inversa, tensió de porta a alta temperatura, polarització en temperatura i humitat, emmagatzematge a alta i baixa temperatura, cicles de temperatura i xoc tèrmic, cicles d'energia. Fallada per raigs còsmics. Avaluació estadística dels resultats de les proves de fiabilitat. Altres proves de fiabilitat.

Dedicació: 2h

Grup gran/Teoria: 2h

Sessions pràctiques

Descripció:

Les sessions pràctiques es dedicaran a la simulació per al disseny, la fabricació i l'anàlisi del comportament elèctric de dispositius de potència, que cobreixen els següents temes (6h):

1. Revisió de simuladors tecnològics, físics i elèctrics.
2. Simulació d'un procés tecnològic.
3. Anàlisi física del comportament elèctric mitjançant simulació.
4. Correlació amb models utilitzats en simuladors elèctrics.

Dedicació: 6h

Grup mitjà/Pràctiques: 6h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Avaluació: treball de curs (50%) més examen (50%)

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Lutz, J.; Schlangenotto, H.; Scheuermann, U.; De Doncker, R. Semiconductor power devices: physics, characteristics, reliability [en línia]. 2nd ed. Cham: Springer International Publishing, 2018 [Consulta: 14/06/2024]. Disponible a: <https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/978-3-319-70917-8>. ISBN 9783319709178.
- Baliga, B.J. Fundamentals of power semiconductor devices [en línia]. 2nd ed. Cham: Springer, 2019 [Consulta: 14/06/2024]. Disponible a: <https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/978-3-319-93988-9>. ISBN 9783319939889.
- Baliga, B.J. Modern power devices. New York: John Wiley & Sons, 1987. ISBN 0471637815.
- Iannuzzo, F. Modern power electronic devices: physics, applications, and reliability. Institution of Engineering and Technology, 2020. ISBN 9781785619175.