دانشگاه شهید چمران اهواز

معاونت آموزشی و تحصیلات تکمیلی

طرح درس ویژه درس‌های تحصیلات تکمیلی دانشگاه

افزاره‌های نیمه‌رسانا

عبدالنبی کوثریان

نام و نام خانوادگی استاد: عبدالنبی کوثریان	مرتبهٔ علمی: استاد	آدرس ایمیل: a.kosarian@scu.ac.ir
دانشکده: مهندسی	گروه: برق	نیمسال تحصیلی: دوم ۹۹-۹۸
دورهٔ تحصیلی: کارشناسی ارشد و دکترا	نام درس: افزارههای نیمه‌رسانا	تعداد واحد: ۳

جایگاه درس در برنامه درسی دوره:

این درس یکی از دروس اساسی کارشناسی ارشد و دکترای گرایش الکترونیک است که با فراگیری آن دانشجو می‌تواند اطلاعات لازم برای شناخت فرآیندهای اساسی حاکم بر عملکرد افزارههای نیمه‌رسانا و تجزیه و تحلیل دقیق رفتار افزارههای نیمه‌رسانا را کسب کند.

هدف کلی:

هدف این درس کسب شناخت عمیق از ساختار و رفتار افزارههای نیمرسانا است.

اهداف یادگیری:

در این درس دانشجو با موضوعات زیر آشنا می‌شود که برای شناخت فرآیندهای حاکم بر رفتار افزارههای نیمه‌رسانا اهمیت بسیار زیادی دارد.

مرور فیزیک نیمرسانا

فراپیوندهای **P-N** (**P-N HETEROSTRUCTURES**)

پیوندهای تونلی و مکانیسم تونل‌زنی

بررسی دقیق پیوندهای شاتکی در قالب مدل‌های **TE**، **FE** و **TFE**

افزارههای مبتنی بر خازن **MOS**

بررسی **MOSFET**

مباحث پیشرفته در افزارههای **BJT**

بررسی ترانزیستورهای **HBT**

افزارههای پیشرفته **MODFET ،MESFET JFET**

افزارههای فرکانس بالا مانند افزارههای تونل‌زنی و **IMPATT**

افزارههای با ساختار کوانتمی

افزارههای نوری

رفتار ورودی:

دانشجو باید پیشینه قوی از شناخت مفاهیم اساسی، فرآیندهای حاکم و اصول رفتار و عملکرد الکترونیکی افزاره-های نیمه‌رسانا را داشته باشد.

مواد و امکانات آموزشی:

ارائه این درس نیازمند ویدئو پروژکتور، اینترنت، وایت بورد و سایر امکانات متداول تدریس می‌باشد.

روش تدریس:

به دلیل این که این درس یکی از دروس اساسی گرایش الکترونیک در زمینه افزاره‌های نیمه‌رسانا می‌باشد، در کنار تدریس کلاسیک درس، مواردی نیز برای تحقیق و تفحص دانشجویان و تعمیق بیشتر موضوع به دانشجویان محول می‌شود که باید به صورت گزارش ارائه گردد.

وظایف دانشجو: دانشجو باید:

۱- حضور به موقع و مداوم در کلاس درس داشته باشد.

۲- در بحثهای کلاسی مشارکت فعال داشته باشد.

۳- به طور مستمر با مرور مطالب درسی خود را به روزرسانی کند.

۴- تکالیف درسی و پژوهش‌هایی که توسط استاد درس ارائه می‌شود را به موقع انجام دهد.

شیوه آزمون و ارزیابی:

ارزیابی این درس بر اساس موارد زیر خواهد بود:

- حضور و مشارکت فعال در مباحث درسی
- انجام تکالیف و حل تمرینهای درسی محوله و انجام تحقیق‌های کلاسی
- آزمونهای درون کلاسی
- آزمونهای نهایی

منابع درس:

1- S. M. SZE AND K. K. NG, PHYSICS OF SEMICONDUCTOR DEVICES, 3RD ED., WILEY, 2007.

۲- فیزیک ادوات نیمه‌هادی (ترجمه کتاب ردیف ۱)، عبدالنبی کوثریان، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۳۹۱

3- Y. TAUR AND T. H. NING, FUNDAMENTALS OF MODERN VLSI DEVICES, 2ND ED., CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, 2009.

4- S. M. SZE AND M. K. LEE, SEMICONDUCTOR DEVICES: PHYSICS AND TECHNOLOGY, 3RD ED., WILEY, 2013.

هفتهٔ یکم
(۹۸/۶/۲۳ تا ۹۸/۶/۲۹)

مرور فیزیک نیم‌رسانا

انواع پیوندها در افزاره‌های نیم‌رسانا:

پیوند **P-N**، پیوند فلز-نیمه‌رسانا، پیوند نیمه‌رسانا-عایق، فراپیوند، پیوند فلز-عایق

بررسی پیوند P-N

چگالی بار فضا

حل معادله پواسن

هفتهٔ دوم
(۹۸/۶/۳۰تا۹۸/۷/۵)

توزیع میدان

توزیع پتانسیل

طول مشخصه- شعاع دیبای

مدل دریفت-دیفیوژن

مشخصه‌های جریان-ولتاژ: حالت ایده‌آل (رابطه شاکلی)

محاسبه چگالی جریان پیوند

خازن پیوند

حالت‌های خاص

عوامل انحراف از حالت ایده‌آل

پیوند شیبدار

پروفیل تزریق دلخواه

فرآیند بازترکیب

هفتهٔ سوم
(۹۸/۷/۶ تا ۹۸/۷/۱۲)

ترانزیستور دو قطبی

بایاس ترانزیستور

مود فعال مستقیم

مود اشباع

مود قطع

مود فعال معکوس

غلظت حاملها در امیتر، بیس، و کلکتور

مؤلفه‌های جریان و گین جریان

هفتهٔ چهارم
(۹۸/۷/۱۳ تا ۹۸/۷/۱۹)

اثرات غیرایده‌آلی

باریک شدگی گاف امیتر

اثر کرک

تجمع جریان

هفتهٔ پنجم
(۹۸/۷۶/۲۰ تا ۹۸/۷/۲۶)

ترانزیستور دوقطبی فراپیوندی (**HBT**)

محاسبه مؤلفه‌های جریان **HBT**

مزایای **HBT**

ترانزیستور دوقطبی با بیس شیبدار

ترانزیستور الکترون داغ

هفتهٔ ششم
(۹۸/۷/۲۷ تا ۹۸/۸/۳)

اتصال فلز-نیمه‌رسانا

تشکیل سد

لایه تخلیه

حالت‌های فصل مشترک

تاثیر تشکیل سیلیساید

کاهندگی نیروی تصویری

تنظیم ارتفاع سد

هفتهٔ هفتم
(۹۸/۸/۴ تا ۹۸/۶/۱۰)

فرآیندهای ترابری جریان

نظریه گسیل گرمایونی

نظریه دیفیوژن

هفتهٔ هشتم
(۹۸/۸/۱۱ تا ۹۸/۸/۱۷)

نظریه گسیل گرمایونی- دیفیوژن

جریان تونلی

تزریق حاملهای اقلیت

هفتهٔ نهم
(۹۸/۸/۱۸ تا ۹۸/۸/۲۴)

اندازه‌گیری ارتفاع سد

اندازه‌گیری جریان-ولتاژ

اندازه‌گیری انرژی فعال‌سازی

هفتهٔ دهم
(۹۸/۸/۲۵ تا ۹۸/۹/۱)

اندازه‌گیری ظرفیت-ولتاژ

اندازه‌گیری فتوالکتریکی

ساختارهای افزاره‌ای

اتصال اهمی

هفتهٔ یازدهم
(۹۸/۹/۲ تا ۹۸/۹/۸)

خازن فلز-اکسید-نیمه‌رسانا

رژیم انباشت

رژیم نوار تخت

رژیم تخلیه

رژیم وارونگی

رژیم وارونگی شدید

غلظت سطحی

محاسبه میدان و پتانسیل

رابطه ولتاژگیت و پتانسیل سطحی

محاسبه ولتاژ آستانه گیت

هفتهٔ دوازدهم
(۹۸/۹/۹ تا ۹۸/۹/۱۵)

ترانزیستور اثر میدان فلز-اکسید-نیمه‌رسانا (MOSFET)

تقریب کانال شیبدار و مدل کنترل بار

رژیم بالای آستانه

محاسبه چگالی بار سطحی بر حسب ولتاژ و مکان

محاسبه چگالی الکترون‌های آزاد بر حسب ولتاژ و مکان

هفتهٔ سیزدهم
(۹۸/۹/۱۶ تا ۹۸/۹/۲۲)

محاسبه بار تخلیه در طول کانال

محاسبه توزیع میدان الکتریکی در زیر گیت در طول کانال

محاسبه جریان اشباع درین-سورس

رژیم تحرک

رابطه سرعت-میدان غیرخطی

تجزیه و تحلیل جریان اشباع در رژیم پرتابی

تأثیر بایاس زمینه بر ولتاژ آستانه

هفتهٔ چهاردهم
(۹۸/۹/۲۳ تا ۹۸/۹/۲۹)

ناحیه زیرآستانه

سوینگ زیرآستانه

تزریق غیریکنواخت و افزاره کانال مدفون

پروفیل **HIGH-LOW**

پروفیل **LOW-HIGH**

هفتهٔ پانزدهم
(۹۸/۹/۳۰ تا ۹۸/۱۰/۶)

افزاره‌های مایکروویو

ادوات الکترون انتقالی و انتقال در فضای واقعی

دیود الکترون انتقالی (**TED**)

ساختار

اثر الکترون انتقالی

مشخصه‌ها

تشکیل حوزه

مودهای عملکرد

کاربردها

دیود **RST**

ساختار

مشخصه‌ها

پدیده انتقال در فضای ئاقعی

توصیف منشأ مقومت منفی در دیود **RST**

دیود **IMPATT**

ساختار

مشخصه‌ها

مکانیسم **IMPATT**

محاسبه جریان

ساختار دو-دریفتی

کاربردها

دیود **TRAPATT**

دیود **DOVATT**

دیود **MITATT**

دیود **BARITT**

دیود **TUNNETT**

هفتهٔ شانزدهم
(۹۸/۱۰/۷ تا ۹۸/۱۰/۱۳)

ساختار سلول خورشیدی

سلول خورشیدی سیلیکن کریستالی

سلول خورشیدی سد شاتکی و **MIS**

سلول خورشیدی چند پیوندی

سلول خورشیدی سیلیکن آمورف