



ANKARA YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ

MÜHENDİSLİK VE DOĞA BİLİMLERİ FAKÜLTESİ ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ(İNG)

EE328	DIGITAL ELECTRONICS			T+U	Kredi	AKTS
Yarıyıl	Kodu	Adı				
6	EE328	DIGITAL ELECTRONICS		3	0	5

Öğrenim Türü	Dersin Dili	Dersin Düzeyi	Dersin Staj Durumu	Dersin Türü
Öğün Öğretim	İngilizce	Fakülte	Yok	Seğmeli

Bölümü/Programı	Ön Koşul	Dersin Koordinatörü	Dersi Veren	Dersin Yardımcıları
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ(İNG)	(EE325)	Dr. Öğr. Üyesi Osman Tokluoğlu oto kluoglu@aybu.edu.tr	Dr. Öğr. Üyesi Osman Tokluoğlu otokluoglu@aybu.edu.tr	Yok

Dersin Amacı :

Bu dersin amacı, öğrencilerin MOSFET'lerin fiziksel yapısını, çalışma prensiplerini ve elektriksel karakteristiklerini ayrıntılı olarak kavramalarını; MOSFET tabanlı devrelerin DC ve küçük işaret analizlerini gerçekleştirebilmelerini ve bu bilgileri CMOS sayısal devrelerin analiz ve tasarımında kullanabilmelerini sağlamaktır. Ders kapsamında öğrencilerin MOSFET çalışma bölgelerini, kutuplama yöntemlerini, küçük işaret modellerini, temel MOSFET yükselteç yapılarını ve CMOS evirici ile temel CMOS mantık kapılarının çalışma prensiplerini öğrenmeleri hedeflenmektedir.

Öğretim Yöntem ve Teknikleri :

Yarıletken ve MOS yapısına giriş; NMOS ve PMOS transistörlerin fiziksel yapısı ve çalışma prensibi; kanal oluşumu, eşik gerilimi ve çalışma bölgeleri; MOSFET akım-gerilim karakteristikleri; kanal boyu modülasyonu, gövde etkisi ve diğer ideal olmayan etkiler; MOSFET devrelerinin DC analizi ve kutuplama yöntemleri; çalışma noktasının belirlenmesi; MOSFET'in yükselteç olarak kullanımı; küçük işaret çalışma prensibi ve küçük işaret eşdeğer modeli; transkonduktans ve çıkış direnci; ortak kaynak, ortak savak ve ortak kapılı yükselteçlerin analizi; CMOS teknolojisine giriş; CMOS evirici, gerilim transfer karakteristiği ve gürlütlü marjları; CMOS NAND ve NOR kapıları; transistör boyutlandırma; anahtarlama davranışı, yayılma gecikmesi ve CMOS devrelerde güç tüketimi.

Dersin Kaynakları

Kaynakları

R. C. Jaeger and T. N. Blalock, Microelectronic Circuit Design, 5th Edition, McGraw-Hill Education, 2016.
B. Razavi, Fundamentals of Microelectronics, 2nd Edition, Wiley.
A. S. Sedra and K. C. Smith, Microelectronic Circuits, 8th Edition, Oxford University Press. Ders kitabının ilgili bölümleri, öğretim elemanı tarafından hazırlanan ders sunumları ve ders notları, çözümlü örnekler, problem setleri, MOSFET ve CMOS devrelerine ilişkin devre şemaları ve karakteristik eğrileri ile gerektiğinde bilgisayar destekli devre benzetim materyalleri kullanılacaktır.

Ders Yapısı

Matematik ve Temel Bilimler	:	Eğitim Bilimleri	:
Mühendislik Bilimleri	:	Fen Bilimleri	:
Mühendislik Tasarımı	:	Sağlık Bilimleri	:
Sosyal Bilimler	:	Alan Bilgisi	:

Ders Konuları

Hafta	Konu	Ön Hazırlık	Dökümanlar
1	MOSFET'lere Giriş ve Yarıletken Temelleri: Sayısal elektronikte MOSFET'in önemi, temel yarıletken kavramlarının tekrarı, iletken-yalıtkan-yarıletken yapılar, katkılama, n-tipi ve p-tipi yarıletkenler, NMOS ve PMOS'a genel bakış.		Temel devre analizi, Ohm ve Kirchhoff yasaları ile diyot ve yarıletkenlere ilişkin temel bilgilerin gözden geçirilmesi.
2	MOSFET Eleman Yapısı ve Fiziksel Çalışma Prensibi I: MOS yapısı, kapı oksidi, kaynak, savak ve gövde bölgeleri; NMOS ve PMOS yapıları; MOS kapasitör yaklaşımı; yığılma, tükenim ve tersinim; iletim kanalının oluşumu.		Hafta 1'de ele alınan n-tipi ve p-tipi yarıletkenler ile taşıyıcı kavramlarının gözden geçirilmesi. Ders kitabında MOSFET fiziksel yapısına ilişkin bölümün önceden okunması.
3	MOSFET Eleman Yapısı ve Fiziksel Çalışma Prensibi II: Kapı geriliminin kanal oluşumuna etkisi, eşik gerilimi, V _{GS} ve V _{DS} gerilimlerinin fiziksel etkileri, kanal boyunca gerilim değişimi, pinch-off olayı ve MOSFET çalışma bölgelerinin fiziksel açıklaması.		MOS yapısı, tersinim ve kanal oluşumu konularının tekrar edilmesi. Eşik gerilimi kavramına ilişkin ders kitabı bölümünün okunması.
4	MOSFET Akım-Gerilim Karakteristikleri: Kesim, triyot/doğrusal ve doyum bölgeleri; I _D vs V _{GS} ve I _D vs V _{DS} karakteristikleri; savak akımı denklemlerinin elde edilmesi ve uygulanması; NMOS ve PMOS karakteristiklerinin karşılaştırılması.		MOSFET çalışma bölgelerinin ve eşik geriliminin tekrar edilmesi. Temel ikinci dereceden denklem işlemlerinin gözden geçirilmesi.
5	Gerçek MOSFET Davranışı ve İdeal Olmayan Etkiler: Kanal boyu modülasyonu, sonlu çıkış direnci, gövde etkisi, transkonduktans, MOSFET parametreleri ve ideal model ile gerçek eleman davranışının karşılaştırılması.		MOSFET akım-gerilim denklemlerinin ve doyum bölgesi davranışının tekrar edilmesi.
6	DC'de MOSFET Devreleri I: MOSFET'in DC devrelerde analizi, çalışma bölgesinin belirlenmesi, çalışma noktası (Q-point), dirençli yük içeren temel NMOS ve PMOS devrelerinin çözümü.		MOSFET çalışma bölgeleri ve ilgili akım-gerilim denklemlerinin tekrar edilmesi.
7	DC'de MOSFET Devreleri II ve Kutuplama: MOSFET kutuplama yöntemleri, sabit kapı gerilimli kutuplama, dirençli kutuplama, kaynak direnci ile geri beslemeli kutuplama, kararlı çalışma noktası tasarımı ve kutuplama devrelerinin karşılaştırılması.		Hafta 6'daki DC MOSFET analizi ve Q-point kavramlarının tekrar edilmesi.
8	Yükselteç Olarak MOSFET ve Küçük İşaret Çalışmasına Giriş: MOSFET'in yükselteç olarak kullanımı, DC çalışma noktası etrafındaki küçük değişimler, transkonduktans g _m , gerilim kazancı kavramı, büyük işaret ve küçük işaret analizinin karşılaştırılması.		MOSFET kutuplama ve çalışma noktası konularının tekrar edilmesi. Türev ve doğrusal yaklaşım kavramlarının gözden geçirilmesi.
9	Vize Sınavı		
10	MOSFET Küçük İşaret Modelleri: Küçük işaret yaklaşımının matematiksel temeli, g _m , r _o , küçük işaret eşdeğer devresi, bağımlı akım kaynağı modeli, giriş ve çıkış dirençlerinin belirlenmesi.		MOSFET'in doyum bölgesi denklemlerinin, çalışma noktası ve transkonduktans kavramlarının tekrar edilmesi.
11	Ortak Kaynaklı MOSFET Yükselteçler: Common-source yükselteç yapısı, gerilim kazancı, giriş ve çıkış direnci, kaynak direncinin etkisi, source degeneration ve farklı yüklem durumlarının analizi.		MOSFET küçük işaret modelinin ve g _m , r _o parametrelerinin tekrar edilmesi.
12	Diğer Temel MOSFET Yükselteç Yapıları: Ortak savak/source follower ve ortak kapılı/common-gate yükselteçler; gerilim kazancı, giriş ve çıkış dirençleri; common-source, common-drain ve common-gate yapıların karşılaştırılması.		Common-source yükseltecin küçük işaret analizinin tekrar edilmesi.
13	Pratik MOSFET Yükselteç Devreleri ve Kutuplama: DC ve AC analizinin birlikte uygulanması, kuplaj ve bypass kapasitörleri, ayrık devre MOSFET yükselteçlerinin tam küçük işaret analizi ve tasarım örnekleri.		MOSFET kutuplama yöntemleri ile temel küçük işaret yükselteç yapılarının tekrar edilmesi.
14	CMOS Sayısal Mantığa Giriş ve CMOS Evirici: NMOS ve PMOS'un tamamlayıcı kullanımı, CMOS mantık yapısı, CMOS evircinin çalışma prensibi, gerilim transfer karakteristiği, anahtarlama eşiği, lojik seviyeler ve gürlütlü marjları.		NMOS ve PMOS çalışma bölgelerinin ve akım-gerilim karakteristiklerinin tekrar edilmesi.
15	CMOS Mantık Kapıları, Anahtarlama ve Güç Tüketimi: CMOS NAND ve NOR kapıları, pull-up ve pull-down ağları, transistör boyutlandırmaya giriş, dinamik çalışma, yayılma gecikmesi, statik ve dinamik güç tüketimi, dönem konularının genel değerlendirmesi.		CMOS evircinin çalışma prensibi, NMOS ve PMOS anahtarlama davranışı ile lojik kapıların temel doğruluk tablolarının tekrar edilmesi.

Dersin Öğrenme Çıktıları

Sıra No	Açıklama
Ö01	MOSFET'in fiziksel yapısını, çalışma prensibini ve kanal oluşum mekanizmasını açıklar.
Ö02	NMOS ve PMOS transistörlerin akım-gerilim karakteristiklerini ve çalışma bölgelerini analiz eder.
Ö03	MOSFET devrelerinde çalışma noktasını belirler ve uygun DC kutuplama analizlerini gerçekleştirir.
Ö04	Kanal boyu modülasyonu, gövde etkisi ve sonlu çıkış direnci gibi ideal olmayan MOSFET etkilerini açıklar ve devre analizine dahil eder.
Ö05	MOSFET'in küçük işaret modelini oluşturur ve transkonduktans, çıkış direnci, gerilim kazancı, giriş ve çıkış direnci gibi temel devre parametrelerini hesaplar.
Ö06	Ortak kaynaklı, ortak savak ve ortak kapılı MOSFET yükselteç yapılarını analiz eder ve performanslarını karşılaştırır.
Ö07	CMOS evircinin çalışma prensibini ve gerilim transfer karakteristiğini analiz eder; lojik seviyeleri, anahtarlama eşiğini ve gürlütlü marjlarını belirler.
Ö08	Temel CMOS NAND ve NOR kapılarını analiz eder ve pull-up/pull-down transistör ağlarını kullanarak basit CMOS mantık devreleri oluşturur.
Ö09	CMOS devrelerde transistör boyutlandırma, yayılma gecikmesi ve statik/dinamik güç tüketiminin devre performansına etkilerini değerlendirir.
Ö10	MOSFET ve CMOS devrelerine ilişkin teorik bilgileri devre analizi, tasarım ve problem çözme süreçlerinde uygular.

Programın Öğrenme Çıktıları

Sıra No	Açıklama
P07	Mühendislik meslek etiğine uygun davranma; etik sorumluluk bilinciyle hareket etme; eşitlik, tarafsızlık ve kapsayıcılık ilkelerine bağlı kalma.
P09	Farklı hedef kitlelere yönelik olarak teknik bilgileri sözlü ve yazılı biçimde açık, anlaşılır ve etkili bir şekilde aktarabilme.
P10	Proje yönetimi, maliyet analizi ve uygulanabilirlik değerlendirmeleri hakkında bilgi sahibi olma; yenilikçilik ve girişimcilik konularında farkındalık geliştirme.
P05	Mühendislik problemlerine yönelik araştırma yapabilme; literatür tarama, deney tasarlama ve yürütme, veri toplama, analiz etme ve sonuçları bilimsel olarak yorumlayabilme
P04	Mühendislik problemlerinin analizi ve çözümünde uygun yöntemleri, teknikleri ve modern mühendislik araçlarını seçme ve kullanma; modelleme ve simülasyon süreçlerini yürütme ve kullanılan araçların sınırlılıklarının farkında olma.
P06	Mühendislik uygulamalarının toplumsal, çevresel, ekonomik ve sürdürülebilirlik boyutlarını değerlendirebilme; sağlık ve güvenliği konularında farkındalık sahibi olma.
P08	Bireysel olarak ve disiplin içi/çok disiplinli takımlarda etkin görev alabilme; gerektiğinde liderlik üstlenebilme ve farklı çalışma ortamlarına uyum sağlayabilme.
P11	Bağımsız öğrenme becerisine sahip olma; bilim ve teknolojiadaki gelişmeleri takip edebilme ve kendini sürekli yenileyebilme.
P01	Matematik, fen bilimleri, temel mühendislik alanları, bilgisayar destekli hesaplama yöntemleri ve elektrik-elektronik mühendisliğine özgü konularda yeterli bilgiye sahip olma; bu bilgileri karmaşık mühendislik problemlerinin çözümünde etkin biçimde uygulayabilme.
P02	Karmaşık mühendislik problemlerini; temel bilimler, matematik ve mühendislik bilgilerini kullanarak tanımlayabilme, modelleyebilme ve analiz edebilme; bu süreçte sürdürülebilirlik ilkelerini ve küresel gereksinimleri dikkate alma.
P03	Karmaşık mühendislik problemlerine yönelik yenilikçi ve uygulanabilir çözümler geliştirebilme; sistem, süreç, cihaz veya ürünleri gerçekçi kısıtlar (ekonomik, çevresel, etik, üretilebilirlik vb.) altında tasarlayabilme.

Değerlendirme Ölçütleri		
Yarıyıl Çalışmaları	Sayısı	Katkı
Ara Sınav	1	%30
Kısa Sınav	4	%20
Ödev	0	%0
Devam	1	%10
Uygulama	0	%0
Proje	0	%0
Yarıyıl Sonu Sınavı	1	%40
Toplam		%100

AKTS Hesaplama İçeriği			
Etkinlik	Sayısı	Süresi	Toplam İş Yüğü Saati
Ders Süresi	14	3	42
Sınıf Dışı Ç. Süresi	14	3	42
Ödevler	4	10	40
Sunum/Seminer Hazırlama	0	0	0
Ara Sınavlar	1	10	10
Uygulama	0	0	0
Laboratuvar	0	0	0
Proje	0	0	0
Yarıyıl Sonu Sınavı	1	16	16
Toplam İş Yüğü			150
AKTS Kredisi			5

Dersin Öğrenme Çıktılarının Programın Öğrenme Çıktılarına Katkıları										
Katkı Düzeyi: 1: Çok düşük 2: Düşük 3: Orta 4: Yüksek 5: Çok yüksek										

	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P09	P10	P11
Ö01	5	2							2
Ö02	5	4		2					2
Ö03	5	5	3	2					
Ö04	5	4		2	2				2
Ö05	5	5	3	4					
Ö06	5	5	4	4	2				
Ö07	5	4	3	3					
Ö08	5	4	5	3					
Ö09	4	4	4	3	2	2		2	2
Ö10	5	5	5	4	3		2		3