

İTÜ
DERS KATALOG FORMU
(COURSE CATALOGUE FORM)

Dersin Adı				Course Name		
Güç Elektronik Devreleri				Power Electronic Circuits		
Kodu (Code)	Yarıyılı (Semester)	Kredisi (Local Credits)	AKTS Kredisi (ECTS Credits)	Ders Uygulaması, Saat/Hafta (Course Implementation, Hours/Week)		
				Ders (Theoretical)	Uygulama (Tutorial)	Laboratuvar (Laboratory)
ELK331/ELK331E	5	3	5	3	0	0
Bölüm / Program (Department/Program)	Elektrik Mühendisliği / Elektrik Mühendisliği (Electrical Engineering / Electrical Engineering)					
Dersin Türü (Course Type)	Zorunlu (Compulsory)			Dersin Dili (Course Language)	Türkçe/İngilizce (Turkish/English)	
Dersin Önkoşulları (Course Prerequisites)	EHB 211 MIN DD veya(or) EHB 211E MIN DD veya(or) ELE 211 MIN DD veya(or) ELE 211E MIN DD					
Dersin mesleki bileşene katkısı, % (Course Category by Content, %)	Temel Bilim (Basic Sciences)	Temel Mühendislik (Engineering Science)	Mühendislik Tasarım (Engineering Design)	İnsan ve Toplum Bilim (General Education)		
	0	100	0	0		
Dersin İçeriği (Course Description)	Anahtarlamalı devreler ve güç elektroniğinin temel kavramları. Diyot, tristör, triyak, GTA, BJT, MOSFET, IGBT ve MCT elemanlarının çalışma karakteristikleri. Bir ve üç fazlı kontrollü ve kontrolsüz doğrultucular, DA kıyıcıları. Bir ve üç fazlı eviriciler, darbe genişlik modülasyonu ve gerilim regülasyonu. AA kıyıcılar ve doğrudan frekans dönüştürücüler. Koruma ve söndürme devreleri. Anahtarların paralel ve seri çalışması.					
	Switching circuits and basic concepts of power electronics. Diode, SCR, Triacs, GTO, BJT, MOSFET, IGBT, MCT's operational characteristics. Controlled and uncontrolled one and three phase rectifiers. DC choppers. Inverters, one and three phase inverters, pulse width modulation and voltage regulation. AC choppers. Cycloconverters. Protection and snubber circuits. Parallel and series operation of switches.					
Dersin Amacı (Course Objectives)	1. Yarı iletken elemanların güç çeviricilerinde anahtar olarak kullanılması, 2. Elektrik enerjisinin verimli bir şekilde kullanılmasına ve bir formdan başka bir forma dönüştürülmesine olanak veren devre yapılarının ve tekniklerinin incelenmesi,					
	1. Use of semiconductor elements as a switching device in power converters, 2. Investigation of circuit topologies and techniques that allow efficient use of electrical energy and conversion of electrical energy from one form to another.					
Dersin Öğrenme Çıktıları (Course Learning Outcomes)	Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler; I. İdeal anahtarlama elemanları ve farklı tipteki yarı iletken güç anahtarlarının karakteristikleri, II. Bir ve üç fazlı kontrollü ve kontrolsüz doğrultucu yapıları, sinüzoidal olmayan dalga şekillerinin analizi, güç hesabı ve harmonikler, III. Çok darbeli doğrultucu yapıları, IV. Bir ve üç fazlı alternatif akım dönüştürücüler ve farklı kontrol yöntemlerinin harmonikler açısından değerlendirilmesi, V. Alçaltıcı ve yükseltici (A-D sınıfı) tipteki doğru akım kıyıcıları ve dört bölgede çalışabilen devre yapıları, VI. Bir ve üç fazlı kare-dalga ve modifiye sinüs evirici güç devresi yapıları, VII. Eviriciler için farklı modülasyon (kontrol) teknikleri: Darbe genişlik modülasyonu, seçici harmonik yok etme, konularında beceri kazanırlar.					
	Students who pass the course will be able to: I. Learn ideal switching elements and characteristics of various power semiconductor switches, II. Analyze uncontrolled/controlled single- and three-phase rectifiers, and calculate power and harmonic content in nonsinusoidal waveforms, III. Use multi-pulse rectifier topologies, IV. Evaluate performance of single- and three-phase AC-AC converters and various control techniques in terms of harmonic content, V. Analyze buck- and boost-type (class A to D) DC-DC converters and four-quadrant operation, VI. Investigate power circuit topologies of single- and three-phase square-wave and modified-sine-wave inverters, VII. Use various modulation (control) techniques such as pulse width modulation and selective harmonic elimination.					

Ders Kitabı (Textbook)	D. W. Hart, <i>Introduction to Power Electronics</i> , Prentice Hall, 1997.		
Diğer Kaynaklar (Other References)	<ol style="list-style-type: none"> 1. A. M. Trzynadlowski, <i>Introduction to Modern Power Electronics</i>, 1998, John Wiley & Sons Inc. 2. P. T. Krein, <i>Elements of Power Electronics</i>, Oxford, 1998. 3. N. Mohan, T. Undeland, W. Robbins, <i>Power Electronics: Converters, Applications and Design</i>, 2nd ed., 1995, John Wiley & Sons Inc. 4. M. H. Rashid, <i>Power Electronics Circuits, Devices, and Applications</i>, 2nd ed., Prentice Hall, 1993. 5. J. G. Kassakian, M. F. Schlecht, G. C. Verghese, <i>Principles of Power Electronics</i>, Addison-Wesley Pub., 1991. 		
Ödevler ve Projeler (Homework & Projects)	<p>Dersin ana konuları olan doğrultucu, AA kıyıcı, DA kıyıcı ve eviricilerin çalışma prensipleriyle ilgili olarak öğrencilere dört adet proje/ödev verilecektir.</p> <p>Four homework/project assignments will be given to students related with rectifiers, AC choppers, DC choppers and inverters which are the main topics of the course.</p>		
Laboratuar Uygulamaları (Laboratory Work)	-		
Bilgisayar Kullanımı (Computer Use)	<p>Devre analizi programlarından PSPICE, PSIM, ORCAD, Electronic Workbench, vb. kullanımı gerekmektedir.</p> <p>Use of circuit simulation programs such as PSPICE, PSIM, ORCAD, Electronic Workbench, etc. are required.</p>		
Diğer Uygulamalar (Other Activities)	-		
	Faaliyetler (Activities)	Adedi (Quantity)	Değerlendirmedeki Katkısı, % (Effects on Grading, %)
	Yıl İçi Sınavları (Midterm Exams)	2	30
	Kısa Sınavlar (Quizzes)		
	Ödevler (Homework)		
	Projeler (Projects)	4	30
	Dönem Ödevi/Projesi (Term Paper/Project)		
	Laboratuar Uygulaması (Laboratory Work)		
	Diğer Uygulamalar (Other Activities)		
	Final Sınavı (Final Exam)	1	40

DERS PLANI

Hafta	Konular	Dersin Çıktıları
1	Güç Elektronikliği Nedir? sorusunun cevabı ve uygulama alanları, çeviricilerin sınıflandırılması. İdeal anahtar ve güç elektronikliği devrelerinde kullanılan yarıiletken güç anahtarları. Diyot, BJT, tristör, triyak diyak, GTO, MOSFET, IGBT, MCT, IGCT. Akım-gerilim karakteristikleri, çalışma prensibi ve maksimum çalışma değerleri.	I
2	Yarıiletken güç elemanlarına devam. Kontrollü yarıiletken anahtarlar için tetikleme devreleri. Tristörlerin kesime sokulması için seri ve paralel komütasyon devreleri.	I
3	AA-DA dönüştürücüler (doğrultucular): Bir fazlı yarım dalga kontrolsüz ve kontrollü doğrultucular. Direnç, direnç-endüktans ve direnç-endüktans-sabit DA gerilim yük koşullarında çalışma prensipleri (akım-gerilim dalga şekilleri, analitik çözüm, güç faktörü).	II
4	Bir fazlı tam dalga kontrolsüz, yarım kontrollü ve kontrollü doğrultucular. Farklı yük koşullarında çalışma prensipleri (akım-gerilim dalga şekilleri, analitik çözüm, güç faktörü).	II
5	Doğrultuculara devam.	II
6	Üç fazlı yarım dalga kontrolsüz ve kontrollü doğrultucular. Üç fazlı tam dalga kontrolsüz, yarım kontrollü ve kontrollü doğrultucular. 12 darbeli doğrultucular, güç faktörü.	II-III
7	Üç fazlı doğrultuculara devam.	III
8	AA çeviriciler (AA kıyıcılar): Bağlantı noktasında şebekenin müsaade ettiği harmoniklerle ilgili uluslararası standartlar IEEE 519-1992, IEC 555-2. Bir ve üç fazlı AA kıyıcılar, faz ve aç-kapa kontrol yöntemleri ve karşılaştırılması, omik ve endüktif yük koşulları, doğrudan frekans dönüştürücüler.	IV
9	AA kıyıcılara devam.	IV
10	DA çeviriciler (DA kıyıcılar): Tek bölgede çalışan alçaltıcı tipi A sınıfı ve yükseltici tipi B sınıfı kıyıcılar. İki bölgede çalışma: birinci ve ikinci bölgede çalışan C sınıfı, birinci ve üçüncü bölgede çalışan D sınıfı. Dört bölgede çalışma: E sınıfı kıyıcılar.	V
11	DA kıyıcılara devam.	V
12	DA-AA çeviriciler (eviriciler). Tam dalga evirici, bir fazlı kare dalga evirici, evirici çıkışında genlik ve harmonik kontrolü, üç fazlı kare dalga evirici ve harmonikler. Darbe genişlik modülasyonu (DGM) tanımı ve prensipleri, gerilim kontrollü DGM eviriciler ve harmonikler. Farklı modülasyon teknikleri, akım kontrollü gerilim kaynağı DGM evirici.	VI
13	Eviricilere devam.	VI-VII
14	Eviricilere devam.	VII

COURSE PLAN

Weeks	Topics	Course Outcomes
1	The answer of "What is Power Electronics?" question and application areas of power electronics, classification of power converters. Ideal switch and rectifier. Semiconductor power switching devices used in power electronic circuits: Diode, bipolar junction transistor (BJT), silicon controlled rectifier (thyristor), triac, diac, Gate turn-off thyristor (GTO), mosfet, insulated gate bipolar transistor (IGBT), mos controlled thyristor (MCT), integrated gate commutated thyristor (IGCT). I-V characteristics, operation principles, maximum voltage and current ratings.	I
2	Power Semiconductor switches continued. Gating circuits for controlled semiconductor switches. Series and parallel commutation circuits for turning-off of thyristors.	I
3	AC-DC: Alternating Current - Direct Current converters (rectifiers). Single phase half-wave uncontrolled and controlled rectifiers. Operating principles (voltage and current waveshapes, analytic solutions, power factor, etc.) for resistive, resistive-inductive and resistive-inductive-constant voltage load conditions.	II
4	Single phase full-wave uncontrolled, half-controlled and controlled rectifiers. Operating principles (voltage and current waveshapes, analytic solutions, power factor, etc.) for different load conditions.	II
5	Rectifiers continued.	II
6	Three-phase half-wave uncontrolled and controlled rectifiers, three-phase full-wave uncontrolled, half-controlled and controlled rectifiers, 12-pulse rectifiers, power factor.	II-III
7	Three-phase rectifiers continued.	III
8	AC-AC: Alternating Current - Alternating Current Converters (AC choppers). International standards that limits the maximum values of harmonics injected to the utility at the point of common coupling: IEEE 519-1992, IEC 555-2. Single- and three-phase AC choppers, phase control and burst-firing control methods, resistive and resistive-inductive load conditions. Comparison of phase control and burst-firing control methods in terms of generated harmonics and application areas. Direct frequency converters: Cycloconverters.	IV
9	AC choppers continued.	IV
10	DC-DC: Direct Current - Direct Current Converters (DC choppers). Buck type class A and boost type class B choppers operating in first quadrant. Two-quadrant operation: Class C operating in 1st and 2nd quadrant, Class D operating in 1st and 4th quadrant. Four-quadrant operation: Class E choppers	V
11	DC choppers continued.	V
12	DC-AC: Direct Current - Alternating Current Converters (inverters). Full-wave converters, single-phase square-wave inverters, amplitude and harmonic control at the inverter output, three-phase six-step square-wave inverter, harmonics in square-wave inverters. Description of Pulse Width Modulation (PWM) and its principles, voltage-controlled PWM inverters, harmonics in PWM inverters. Different modulation techniques for voltage-controlled PWM inverters, current-controlled voltage-source PWM inverters.	VI
13	Inverters continued.	VI-VII
14	Inverters continued.	VII

Dersin Elektrik Mühendisliği Programıyla İlişkisi

	Programın mezuna kazandıracığı bilgi ve beceriler (programa ait çıktılar)	Katkı Seviyesi		
		1	2	3
a	Matematik, temel bilim ve mühendislik bilgilerini kullanabilme,		X	
b	Deney tasarlama, yapma ve istenilen bir sonuca ulaşmak için verileri analiz etme ve yorumlayabilme,			X
c	Belirli ihtiyaçlara yönelik bir sistem veya süreç tasarlayabilme,			X
d	Disiplinlerarası takım çalışması yapabilme,		X	
e	Mühendislik problemlerini tanımlama, formüle etme ve çözebilme,			X
f	Meslekte profesyonellik ve etik (ahlaki) sorumlulukları kavrama ve benimseme,		X	
g	Etkin bir yazılı ve sözlü iletişim becerisine sahip olma,			X
h	Mühendisliğin küresel ve toplumsal etkilerini anlayacak genel bir kültür kazanma,		X	
i	Hayat boyu öğrenmenin gereğine ve öğrenme yeteneğini kazanma,		X	
j	Güncel olaylar ve bu olayların mühendislik mesleği üzerine etkileri konusunda görüş sahibi olma,	X		
k	Elektrik mühendisliği uygulamaları için gerekli yetenek, mühendislik yöntemleri ve modern mühendislik araçlarını kullanabilme,			X
l	Elektrik mühendisliği uygulamalarına yönelik sistem tasarımı için gerekli uygulamalı elektronik, bilgisayar ve bilişim sistemleri alanında yeterli bilgi.			X

1: Az, 2: Kısmi, 3: Tam

Relationship between the Course and the Electrical Engineering Curriculum

	Program Outcomes	Level of Contribution		
		1	2	3
a	an ability to apply knowledge of mathematics, science, and engineering		X	
b	an ability to design and conduct experiments in electrical engineering, as well as to analyze and interpret data to reach an appropriate conclusion			X
c	an ability to design an electrical system, component, or process to meet desired needs			X
d	an ability to function on multi-disciplinary teams		X	
e	an ability to identify, formulate, and solve electrical engineering problems			X
f	an understanding of professional and ethical responsibility		X	
g	an ability to communicate effectively in both oral and written fashion			X
h	the broad education necessary to understand the impact of engineering solutions in a global and societal context		X	
i	a recognition of the need for, and an ability to engage in life-long learning		X	
j	a knowledge of contemporary issues and their impact on engineering profession	X		
k	an ability to use the techniques, skills, and modern engineering tools necessary for electrical engineering practice			X
l	a knowledge of applied electronics, computer and information systems to design and analyze complex systems for electrical engineering applications			X

1: Little, 2: Partial, 3: Full

<i>Düzenleyen (Prepared by)</i>	<i>Tarih (Date)</i> 10 Ağustos 2009	<i>İmza (Signature)</i>
---------------------------------	--	-------------------------