

İTÜ  
DERS KATALOG FORMU  
(COURSE CATALOGUE FORM)

Dersin Adı				Course Name		
Güç Elektroniği Devre Tasarımı				Design of 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)
ELK 334E	8	3	5	3	0	0
Bölüm / Program (Department/Program)	Elektrik Mühendisliği / Elektrik Mühendisliği (Electrical Engineering / Electrical Engineering)					
Dersin Türü (Course Type)	Seçmeli (Elective)		Dersin Dili (Course Language)		İngilizce (English)	
Dersin Önkoşulları (Course Prerequisites)	ELK 331 veya / or ELK 331E 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		33		67	0
Dersin İçeriği (Course Description)	Tristor (SCR), Kapıdan Tıkanan Tristor (GTO), Tranzistor (BJT), MOSFET, Kapıdan yalıtılmış Tranzistor (IGBT) ve MOS Denetimli Tristor (MCT) için sürücü devreleri. Anahtar kayıpları, sert ve yumuşak anahtarlama, soğutucu tasarımı. Güç elektroniği devre tasarımında kullanılan elektronik elemanlar. Koruma ve kontrol devreleri. Güç elektroniği devre tasarım örnekleri: Doğru akım kısıyıcısı, alternatif akım kısıyıcısı, kontrollü doğrultucu ve evirici tasarımı					
	Drive circuits for thyristor, Gate-turn-off thyristor, transistor, MOSFET, insulated gate bipolar transistor, MOS-controlled thyristor. Switching losses, hard and soft chopping, heat sink design. Electronic components used to design power electronic circuit, protection and control circuits. Power electronics circuit design examples: DC chopper, AC chopper, controlled rectifier and inverter design.					
Dersin Amacı (Course Objectives)	1. Güç elektroniği devre elemanlarının ayrıntılı bilgisini vermek 2. Güç elektroniği devrelerinin tasarımı sorunlarına ilişkin bir anlayış kazandırmak 3. Belirli çalışma durumları için uygun devre elemanlarını seçebilme yetisini kazandırmak 4. Uygulamalı projeler yapabilme becerisi kazandırmak					
	1. To give the detailed knowledge of power electronic components 2. To give an understanding of the design issues of power electronic circuits 3. To provide the ability to choose the proper circuit components for specific operations 4. To provide the ability to accomplish hands-on projects					
Dersin Öğrenme Çıktıları (Course Learning Outcomes)	Bu dersi başaran öğrenciler aşağıdaki becerilere ve yetilere sahip olurlar: 1. Güç elektroniği elemanları ile ilgili kapsamlı bilgi 2. Güç elektroniği devrelerini tasarlayabilme 3. Tasarıma uygun elektronik elemanları seçebilme 4. Tasarlanan güç elektroniği devrelerini gerçekleştirebilme 5. Takım çalışması yapabilme 6. Güç elektroniği devrelerini test edip tasarım sorunlarını belirleyebilme					
	Students who pass this lecture will be able to: 1. Have a comprehensive knowledge about power electronic components 2. Design power electronic circuits 3. To choose the proper electronic components 4. Implement the designed power electronic circuits for the designed circuit 5. To work with a team 6. To test power electronic circuits and to determine the design issues					

Ders Kitabı (Textbook)	No specific textbook for this lecture		
Diğer Kaynaklar (Other References)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. H. W. Whittington, B. W. Flynn, D. E. Macpherson, Switched Mode Power Supplies, 2nd Ed., 1997, John Wiley &amp; Sons Inc.</li> <li>2. Y. Lee, Computer-Aided Analysis And Design Of Switched-Mode Power Supplies, 1993, Marcel Dekker Inc.</li> <li>3. A. M. Trzynadlowski, Introduction to Modern Power Electronics, 1998, John Wiley &amp; Sons Inc.</li> <li>4. N. Mohan, T. Undeland, W. Robbins, Power Electronics: Converters, Applications and Design, 2nd ed., 1995, John Wiley &amp; Sons Inc.</li> </ol>		
Odevler ve Projeler (Homework & Projects)	<p>Ödevler pratik çalışmalardan oluşmaktadır. Proje bütün bir güç elektroniği devresinin tasarımı ve imalatı olarak gerçekleştirilecektir.</p> <p>The homeworks include practical works. The main project is realized as a whole power electronic circuit design and implementation.</p>		
Laboratuvar Uygulamaları (Laboratory Work)	<p>Öğrenciler devre tasarım projelerini güç elektroniği laboratuvarında gerçekleştirecektir.</p> <p>Students will work on their design projects in “Power Electronics Laboratory”</p>		
Bilgisayar Kullanımı (Computer Use)	<p>Güç elektroniği devre tasarımı için, PSpice, Simplorer, Altium, ExpressPCB gibi çeşitli yazılımlar kullanılacaktır</p> <p>Proper software packages are used for power electronic circuit design such as PSpice, Simplorer, Altium, Express PCB.</p>		
Diğer Uygulamalar (Other Activities)	-		
Başarı Değerlendirme Sistemi (Assessment Criteria)	Faaliyetler (Activities)	Adedi (Quantity)	Değerlendirmedeki Katkısı, % (Effects on Grading, %)
	Yıl İçi Sınavları (Midterm Exams)	1	25
	Kısa Sınavlar (Quizzes)		
	Ödevler (Homework)	4	20
	Projeler (Projects)	1	15
	Dönem Ödevi/Projesi (Term Paper/Project)		
	Laboratuvar Uygulaması (Laboratory Work)		
	Diğer Uygulamalar (Other Activities)		
	Final Sınavı (Final Exam)	1	40

## DERS PLANI

Hafta	Konular	Dersin Çıktıları
1	Giriş, kısa özet ve dersin ana amacı	1
2	Yarıiletken elemanların anahtarlama karakteristikleri, ideal olmayan karakteristikler ve eşdeğer devreleri. Açma, kapama ve geçiş durumlarındaki davranışları yansıtan MOSFET devre modeli.	1
3	Diyot, triyot ve MOSFET anahtarlama dalga şekilleri, diyot ters toparlanma akımı, SCR'ler için kapı sürüş gereksinimleri ve devreleri	1
4	Yarıiletken elemanların anahtarlama kayıplarının kaynakları, iletim ve anahtarlama kayıpları, bazı temel dalga şekillerinin etkin değerleri, güvenilirlik, ısı akışı ve ısıl direnç.	1,2,3
5	Isı geçişi için elektriksel eşdeğer devre, sürekli hal için soğutucu seçimi, geçici ısıl empedans, elemanı soğutucuya monte etme üzerine pratik ipuçları	1,2,3
6	Yarıiletken elemanların anma değerleri, anma gerilimi ve anma akımı, güvenli çalışma bölgesi, kalkış akımı, aşırı akım koruma yöntemleri, aşırı gerilim koruma yöntemleri, geçici gerilim emiciler, Metal Oksit Varistörler (MOV)	1,2,3,5
7	Eleman akımını, gerilimini ve açma-kapama geçici durumlarını sınırlayan bastırma (tampon) devreleri	1,2,3,5
8	Kapı sürüş devreleri, kapı sürüş devrelerinde yalıtım gereksinimi, MOSFET ve IGBT için kapı sürüş gereksinimleri	1,2,3,4,5
9	Kapı şarjı kullanarak bir MOSFET ve bir IGBT'nin kapı sürüş devresinin tasarım prosedürü	1,2,3,4,5
10	Güç elektroniği devreleri için kontrol gereksinimleri ve teknikleri, hat ve yük regülasyonu, kapalı çevrim çalışma, gerilim-modu, akım-modu kontrol	1,2,3,4,5
11	Bode diyagramlarını kısa gözden geçirme, Bode diyagramlarının çizim, kontrol devrelerinde geribesleme, geribesleme döngüsü kararlılığı, faz payı, kazanç payı, işlemsel kuvvetlendirici temelli kompanzasyon şebekeleri	1,2,3,4,5,6
12	Temel magnetik ilkeler, histerezis ve doyma, N sarımlı endüktans, yüksek frekansta adım-adım endüktans tasarımı.	1,2,3,4,5,6
13	Yüksek frekanslı transformatör modelleme, adım-adım çok çıkışlı transformatör modelleme	1,2,4,5,6
14	Devere bileşenlerinin özellikleri (direnç, kapasite, endüktans), pratik tasarım ipuçları için frekansa bağlı eşdeğer devreler, elektromagnetik girişim, filtreleme gereksinimleri, ferit kılıflar ve topraklama yöntemleri	1,2,4,5,6

## COURSE PLAN

Weeks	Topics	Course Outcomes
1	Introduction, brief outline and the main purpose of this course.	1
2	Switching characteristics of semiconductor devices: nonideal characteristics of semiconductor switches, equivalent circuits which models these characteristics, MOSFET circuit model which approximates the behavior of switch during on, off, and transition states.	1
3	Switching waveforms for diode, thyristor and MOSFET, reverse recovery current of diode, gate drive requirements and circuits for SCR family semiconductors.	1
4	Origin of losses in semiconductor switching devices, conduction and switching losses, rms values of some common waveforms, reliability, heat flow and thermal resistance.	1,2,3
5	Electrical equivalent circuit for heat transfer, heat sink selection at steady-state transient thermal impedance, practical tips on mounting semiconductor device to the heat sink.	1,2,3
6	Semiconductor device ratings, rated voltage rated current, safe operating area, inrush current, overcurrent protection methods, overvoltage protection methods, transient voltage suppressors, MOVs (Metal Oxide Varistor)	1,2,3,5
7	Snubber circuits to limit the device voltages and currents during turn-on and turn-off transients	1,2,3,5
8	Gate drive circuits, isolation requirements in gate drive, gate drive requirements for MOSFET and IGBT.	1,2,3,4,5
9	Design procedure of a gate drive circuit of a MOSFET and IGBT using gate charge.	1,2,3,4,5
10	Control requirements and techniques for power electronic circuits, line and load regulation, closed loop operation, voltage mode and current mode control	1,2,3,4,5
11	Brief review of Bode diagrams, plotting Bode plots with several zeros and poles, feedback in control systems and feedback loop stability, phase margin, gain margin, compensation networks built around an operational amplifier	1,2,3,4,5,6
12	Basic magnetic principles, hysteresis and saturation, inductor with N turns of wire, step-by-step inductor design for high frequency operation.	1,2,3,4,5,6
13	High frequency transformer modeling, step-by-step design process for multi output transformer.	1,2,4,5,6
14	Properties of circuit components (resistors, capacitors, inductors), frequency dependent equivalent circuits for practical design tips, electromagnetic interference, filtering requirements, ferrite beads, and grounding methods.	1,2,4,5,6

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	Disiplinler arası 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 Electrical Engineering Curriculum

	Program Outcomes	Level of Contribution		
		1	2	3
a	an ability to apply knowledge of mathematics, science, and engineering principles		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

<u>Düzenleyen (Prepared by)</u>	<u>Tarih (Date)</u>	<u>İmza (Signature)</u>
	9 Mayıs 2014	