

**COURSE CATALOG FORM
(DERS KATALOG FORMU)**

| Course Code: ELEC4305 (Dersin Kodu) | | | Course Name: Power Electronics (Dersin Adı) | | | | |
|--|----------------------------|---------------------------------------|--|-----------------------------------|-----------------------------------|---|---|
| Semester (Yarıyıl) | Lc+L+PS (D+L+U) | Local Credit (Yerel Kredi) | ECTS (AKTS) | Language (Dersin Dili) | Category (Dersin Türü) | (Instructional Method (Dersin İşleniş Yöntemi) | Ön Koşulları (Prerequisites) |
| | (3+0+0) | 3 | 5 | English (İngilizce) | Elective (Seçmeli) | Lecture (Ders) | (ELEC3301/ ELEC3305), ELEC3101 |
| Course Objectives (Dersin Amacı) | | | The course is intended to be an introduction in power electronics, primarily for the undergraduate electrical engineering student. The student should be acquainted with diodes and transistors, circuit topology, voltage-current relationships of linear devices, and Fourier series as well. The course essentially targets to teach students the basic concepts of power electronics and grow their design skills in the field based on Matlab and Spice simulations and modeling. | | | | |
| | | | Bu ders, lisans düzeyindeki elektrik mühendisliği öğrencileri için güç elektroniğine bir giriş niteliğindedir. Öğrencinin diyotlar ve transistörler, devre topolojisi, doğrusal elemanların gerilim-akım ilişkileri ve Fourier serileri konularına aşina olması beklenmektedir. Dersin temel amacı, öğrencilere güç elektroniğinin temel kavramlarını öğretmek ve Matlab ile Spice benzetimleri ve modellemeleri temelinde bu alandaki tasarım becerilerini geliştirmektir. | | | | |
| Course Content (Dersin İçeriği) | | | Multi-disciplinary nature of power electronics. Power switches (diodes, thyristors, transistors, IGBT, MOSFET, etc.) and their characteristics. Basics of power electronic conversion: switching matrix, power converter definitions. Hard switching dc-dc converters, converters with isolation, voltage transfer characteristics, analysis, design, control. Soft switching and resonant converters, EMI issues. Basic hard switched dc-ac conversion and characteristics, sinusoidal PWM, multi-phase multi-level converters. Basic ac-dc conversion, fully controlled, half controlled, and uncontrolled rectifiers. Harmonics, power quality, filtering. | | | | |
| | | | Güç elektroniğinin disiplinler arası yapısı. Güç anahtarları (diyotlar, tristörler, transistörler, IGBT, MOSFET vb.) ve bunların karakteristikleri. Güç elektroniği dönüşümünün temelleri: anahtarlama matrisi, güç dönüştürücü tanımları. Sert anahtarlama DA-DA (dc-dc) dönüştürücüler, yalıtımlı dönüştürücüler, gerilim aktarım karakteristikleri, analiz, tasarım ve kontrol. Yumuşak anahtarlama ve rezonanslı dönüştürücüler, EMI (elektromanyetik girişim) sorunları. Temel sert anahtarlama DA-AA (dc-ac) dönüşümü ve özellikleri, sinüzoidal PWM, çok fazlı çok seviyeli dönüştürücüler. Temel AA-DA (ac-dc) dönüşümü, tam kontrollü, yarı kontrollü ve kontrolsüz doğrultucular. Harmonikler, güç kalitesi ve filtreleme. | | | | |
| Course Learning Outcomes (Dersin Öğrenme Çıktıları) | | | <ol style="list-style-type: none"> 1. Employing the knowledge of circuit theory and fast semiconductor switches, understand the switching rules and develop circuit topologies that will provide useful energy conversion. Recognize the types of power electronic conversion and map them to real life energy system applications. 2. Apply the basic mathematical and engineering knowledge to power electronic conversion problems. | | | | |

| | |
|---|--|
| | <p>3. Perform the analysis of basic power electronic conversion systems. Discontinuous and continuous mode analysis, harmonic spectrum analysis, average model based analysis etc.</p> <p>4. Utilizing advanced simulation software, investigate the performance of power converters, Evaluate the simulation data to assess the performance and the characteristics of the converters. Develop control model for the converters for the purpose of controlling them in the energy conversion applications such as power supplies, motor drives, renewable energy systems.</p> |
| | <p>1. Devre teorisi ve hızlı yarı iletken anahtarlama bilgilerini kullanarak, anahtarlama kurallarını anlar ve faydalı enerji dönüşümü sağlayacak devre topolojileri geliştirir. Güç elektroniği dönüşüm türlerini tanır ve bunları gerçek yaşam enerji sistemi uygulamalarıyla eşleştirir.</p> <p>2. Temel matematik ve mühendislik bilgilerini güç elektroniği dönüşüm problemlerine uygular.</p> <p>3. Temel güç elektroniği dönüşümü sistemlerinin analizini gerçekleştirir. Süreksiz ve sürekli mod analizi, harmonik spektrum analizi, ortalama model tabanlı analiz vb.</p> <p>4. Gelişmiş simülasyon yazılımını kullanarak, güç dönüştürücülerinin performansını araştırır, Dönüştürücülerin performansını ve özelliklerini değerlendirmek için simülasyon verilerini değerlendirir. Güç kaynakları, motor sürücüleri, yenilenebilir enerji sistemleri gibi enerji dönüşüm uygulamalarında dönüştürücülerin kontrol edilmesi amacıyla kontrol modeli geliştirir.</p> |
| ISCED Category of course (Dersin ISCED Kategorisi) | 52 |
| Textbook (Ders Kitabı) | N. Mohan, T. M. Undeland, W.P. Robbins, Power Electronics , John Wiley Publishing Co., 2003. (Media Enhanced Third Edition (International)) |
| Other References (Yardımcı Kaynaklar) | <ul style="list-style-type: none"> • P. T. Krein, Elements of Power Electronics, Oxford University Press, 1998. • J.G. Kassakian, M.F. Schlecht, G.C. Verghese, Principles of Power Electronics, Addison Wesley, 1992. • R.W. Erickson and D. Maksimovic, Fundamentals of Power Electronics, Kluwer, 2001. • Daniel W. Hart. Power Electronics, New York, McGraw-Hill. 2011. |

**COURSE PLAN
(DERS PLANI)**

| Week (Hafta) | Topics (Konular) |
|-----------------|---|
| 1 | <p>Introduction: Applications, multidisciplinary nature of power electronics, fields of power electronics, etc. DC/DC, DC/AC, AC/AC conversion types.</p> <p>Giriş: Uygulamalar, güç elektroniğinin disiplinler arası yapısı, güç elektroniği alanları vb. DA/DA (DC/DC), DA/AA (DC/AC), AA/AA (AC/AC) dönüşüm türleri</p> |
| 2 | <p>Principles of Power Electronics: Switching rules, basic operating rules for switching circuits, volt-seconds rule, ampere-seconds rule, periodical solutions, the switching matrix, switch requirements, unidirectional and bidirectional switches, etc.</p> <p>Güç Elektroniğinin Temelleri: Anahtarlama kuralları, anahtarlama devreleri için temel çalışma kuralları, volt-saniye kuralı, amper-saniye kuralı, periyodik çözümler, anahtarlama matrisi, anahtar gereksinimleri, tek yönlü ve çift yönlü anahtarlar vb.</p> |

| | |
|----|--|
| 3 | Power semiconductor overview: Diodes, thyristors, power transistors, ideal and real switches, capability limits. Güç Yarıiletkenlerine Genel Bakış: Diyotlar, tristörler, güç transistörleri, ideal ve gerçek anahtarlar, kapasite/sınır değerleri |
| 4 | DC/DC Converters: Basic converter topologies, Voltage input-output function derivations. DA/DA (DC/DC) Dönüştürücüler: Temel dönüştürücü topolojileri, giriş-çıkış gerilim fonksiyonlarının türetilmesi. |
| 5 | DC/DC Converters: Converter behavior (continuous/discontinuous operating modes) DA/DA (DC/DC) Dönüştürücüler: Dönüştürücü davranışı (sürekli/sürekli olmayan iletim modları) |
| 6 | DC/DC Converters: Full-bridge DC/DC converter, Unipolar/Bipolar Modulation DA/DA (DC/DC) Dönüştürücüler: Tam köprü DA/DA dönüştürücü, tek kutuplu/çift kutuplu modülasyon |
| 7 | DC/DC converters (SMPS): DC/DC converters with isolation (flyback, forward, isolated push-pull, half, full bridge converters). DA/DA Dönüştürücüler (SMPS): Yalıtımlı DA/DA dönüştürücüler (flyback, forward, yalıtımlı push-pull, yarım köprü, tam köprü dönüştürücüler) |
| 8 | DC/DC converters: Modelling and control of DC/DC converters: state-space averaging, voltage/current mode control, cascade control DA/DA Dönüştürücüler: DA/DA dönüştürücülerin modellenmesi ve kontrolü: durum-uzay ortalama, gerilim/akım mod kontrolü, kaskat kontrol. |
| 9 | Switching The Power Semiconductors: Hard/Soft Switching Concepts Güç Yarıiletkenlerinin Anahtarlanması: Sert/Yumuşak anahtarlama kavramları. |
| 10 | Switching The Power Semiconductors: Snubbers, Commutation techniques: Hard switching and soft switching, ZVS, ZCS, Resonant Converters (resonant load, quasi-resonant, resonant transition), other commutation techniques, Güç Yarıiletkenlerinin Anahtarlanması: Snubber devreleri, komütasyon teknikleri: sert anahtarlama ve yumuşak anahtarlama, ZVS, ZCS, rezonanslı dönüştürücüler (rezonanslı yük, yarı-rezonanslı, rezonans geçişli), diğer komütasyon teknikleri. |
| 11 | DC/AC Converters (Inverters) : Basics voltage source inverter, current source inverter, single phase half and full (H) bridge inverter. DA/AA (DC/AC) Dönüştürücüler (Eviriciler): Temel gerilim kaynaklı evirici, akım kaynaklı evirici, tek fazlı yarım ve tam (H) köprü evirici. |
| 12 | DC/AC Converters (Inverters) : H-bridge inverter analysis, modulation, sinusoidal PWM, harmonic spectrum, optimal PWM, phase displacement control DA/AA (DC/AC) Dönüştürücüler (Eviriciler): H-köprü evirici analizi, modülasyon, sinüzoidal PWM, harmonik spektrum, optimum PWM, faz kaydırmalı kontrol |
| 13 | DC/AC Converters (Inverters) : Three phase voltage source inverters, basic topology, six step operating mode, scalar modulation, sinusoidal PWM, voltage linearity, harmonics spectrum, triplen harmonic injection PWM DA/AA (DC/AC) Dönüştürücüler (Eviriciler): Üç fazlı gerilim kaynaklı eviriciler, temel topoloji, altı adım çalışma modu, skaler modülasyon, sinüzoidal PWM, gerilim doğrusallığı, harmonik spektrum, üçlen harmonik enjeksiyonlu PWM |
| 14 | Rectifiers: Rectifier principles, single switch, uncontrolled, semi controlled, multi-phase and multi-winding configurations, analysis Doğrultucular: Doğrultucu prensipleri, tek anahtarlı, kontrolsüz, yarı kontrollü, çok fazlı ve çok sargılı yapılandırmalar, Analiz. |

**COURSE ASSESMENT AND ECTS WORK LOAD
(DERSİN DEĞERLENDİRMESİ VE AKTS İŞ YÜKÜ)**

| DERS ETKİNLİKLERİ (COURSE ACTIVITIES) | Sayı (Quantity) | Süre (Saat) (Time (h)) | İş Yüğü (saat) (Work - Load (h)) |
|--|----------------------------|-----------------------------------|---|
| Ders Süresi (Lectures) | 14 | 3 | 42 |
| Uygulama (Tutorial) | | | |
| Yarıyıl Sonu Sınavı (Hazırlık Süresi Dahil) (Final Exam (Preparation included)) | 1 | 20 | 20 |
| Kısa Sınavlar (Hazırlık Süresi Dahil) (Quizzes (Preparation included)) | | 10 | 10 |
| Dönem Ödevi / Projesi (Term Project) | | | |
| Sınıf Dışı Çalışma Süresi (Out class working time) | | 10 | 10 |
| Ödevler (Homework) | | 4 | 20 |
| Sunum (Presentations) | | | |
| Arasınavlار (Hazırlık Süresi Dahil) (Midterm Exams (Preparation included)) | 1 | 20 | 20 |
| Toplam İş Yüğü (saat) (Total Work - Load (h)) | | | 122 |
| Dersin AKTS Kredisi (Toplam İş Yüğü / 25) (ECTS Credits of the course (Total Work - Load / 25)) | | | 5 |

| Revizyon/Tarih (Revision/Date) | Koordinatör / Hazırlayan (Coordinator / Prepared by) | Onaylayan (Approved by) |
|---|---|------------------------------------|
| 1.9.2021 15.01.2026 | Prof. Dr. Ahmet Masum Hava Prof. Dr. Ahmet Aksen | Prof. Dr. Ahmet Aksen |