

İTÜ
DERS KATALOG FORMU
(COURSE CATALOGUE FORM)

| Dersin Adı | | Course Name | | | | |
|---|---|--|---|--|------------------------|-----------------------------|
| Kontrol Sistem Tasarımı | | Control System Design | | | | |
| 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) |
| KON 314 KON 314E | Bahar (6) | 3 | 5 | 2 | 0 | 2 |
| Bölüm / Program (Department/Program) | Kontrol ve Otomasyon Mühendisliği Bölümü/ Kontrol ve Otomasyon Mühendisliği Programı (Control and Automation Engineering Department/Control and Automation Engineering Program) | | | | | |
| Dersin Türü (Course Type) | Zorunlu (Compulsory) | Dersin Dili (Course Language) | | Türkçe/İngilizce (Turkish/English) | | |
| Dersin Önkoşulları (Course Prerequisites) | KON 313 veya(or) KON 313E | | | | | |
| 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) | | |
| | - | - | % 100 | - | | |
| Dersin İçeriği (Course Description) | Kök eğrisi ve frekans tanım bölgesi yaklaşımı ile düşük dereceli kontrolör tasarımı (özellikle PID kontrolör türevleri), baskın kutup atama yöntemi, SISO sistemlerin kontrolündeki temel kısıtlamalar, kutup-sıfır götürmesi ile tasarım, model eşleme, iç model kontrolör tasarımı, zaman gecikmeli sistemlerin kontrolü, statik durum geri beslemesi ve basit gözleyici tasarımı Design of low-order compensators (specially variations of PID controllers) using root-locus and frequency response approaches, dominant pole assignment technique, constraints and fundamental limitations in SISO control, design by pole zero cancelation, model matching, internal model controller design, control of time-delay systems, static state feedback and simple observer design | | | | | |
| Dersin Amacı (Course Objectives) | 1. Bir giriş bir çıkışlı sistemlerin analiz ve tasarımı konusunda öğrencileri yetiştirmek 2. Kontrol sistem tasarımında kök eğrisi ve frekans cevabı gibi kontrol mühendisliği araçlarını kullanmayı öğrencilere öğretmek 3. Öğrencileri kontrol sistemlerinin analiz ve tasarımında ilgili bilgisayar yazılımlarını kullanma konusunda eğitmek 4. Kritik düşünmeyi geliştirme ve açık uçlu soruları cevaplama konusunda pratik sağlama 5. Öğrencilere grup çalışması ve kapsamlı rapor hazırlama konusunda deneyim kazandırma | | | | | |
| | 1. To train students to analyze and design control systems for SISO systems. 2. To train students to use control engineering tools like root-locus and frequency response in the design of control systems. 3. To train students to use relevant computer software in the analysis and design of control systems. 4. To provide practice for developing critical thinking skills and solving open ended problems. 5. To provide experience for students to work in groups and prepare comprehensive reports. | | | | | |
| Dersin Öğrenme Çıktıları (Course Learning | Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler; I. Tasarım kriterlerinin farkında olarak kök eğrisi ve/veya frekans tanım bölgesi yöntemleri yardımıyla kontrolör tasarlama, II. Sürekli hal hatasını azaltacak veya yok edecek şekilde faz gerilemeli kontrolör (örneğin PI kontrolör) tasarlama, III. Geçici hal yanıtını düzeltecek şekilde faz ilerlemeli kontrolör (örneğin PD kontrolör) ve faz ilerlemeli-gerilemeli kontrolör (örneğin PID) tasarlama, IV. Baskın kutup atama yöntemi yardımıyla kontrolör tasarlama, V. Kutup sıfır götürme ve model eşleme yöntemleri ile kontrolör tasarlama, VI. İç model kontrolör tasarlama, VII. Zaman gecikmeli sistemler için kontrolör tasarlayabilme, VIII. Durum uzayında verilen bir sistem için kutup atama yöntemi ile durum geri besleme vektörünü belirleme ve durumları kestirmeye yönelik basit gözleyici tasarlama IX. Mathematica ve MATLAB gibi yazılımları kontrolör tasarımı için kullanma, X. Kişisel olarak veya grup halinde kapsamlı rapor hazırlama, becerilerini kazanırlar. | | | | | |

| | |
|------------------|---|
| Outcomes) | <p>Students who successfully complete this course will be able to</p> <ol style="list-style-type: none"> I. Use root locus and/or frequency domain techniques to design a controller by being aware of design specifications, II. Design phase lag controllers (such as PI controller) to reduce or eliminate the steady-state error, III. Design phase lead controller (such as PD controller) and lead-lag controller (such as PID) to improve transient response, IV. Design controllers using dominant pole placement technique . V. Design controllers using pole-zero cancelation and model matching, VI. Design internal model controllers, VII. Design controllers for time delay systems, VIII. Determine state-feedback vector and design a simple observer to estimate states for a system, IX. Use software packages such as Mathematica and MATLAB in controller design, X. Prepare comprehensive reports individually and in groups, <p>given in state-space.</p> |
|------------------|---|

| | | | |
|---|--|-----------------------------|---|
| Ders Kitabı (Textbook) | G.C.Goodwin, S.F.Graebe and M.E. Salgado (2001), "Control System Design", Prentice-Hall, New-Jersey, USA, ISBN: 0-13-958653-9 | | |
| Diğer Kaynaklar (Other References) | <ul style="list-style-type: none"> •Norman S. Nise (2000), "Control Systems Engineering", John-Wiley & Sons, New York, USA, ISBN: 0-471-36601-3 •B.C. Kuo (1999), "Otomatik Kontrol Sistemleri", çev. A. Bir, Literatür Yayıncılık, İstanbul, ISBN: 975-7860-94-8 •R. C. Dorf and R. H. Bishop (2008), "Modern Control Systems", Prentice Hall, New Jersey, USA, ISBN: 0-13-227028-5 •G. F. Franklin, J. D. Powell, A. Emami-Naeini (2006), "Feedback Control of Dynamic Systems", Prentice Hall, New Jersey, USA, ISBN: 0-13-149930-0 • O.H. Bosgra and H. Kwakernaak (2000), "Design Methods for Control Systems", lecture notes, http://wwwhome.math.utwente.nl/~meinsmag/dmcs | | |
| Ödevler ve Projeler (Homework & Projects) | <p>Öğrencilere verilecek ödevler üç hafta sonra toplanacaktır. İlk ödev kişisel, ikinci ve üçüncü ödevler grup çalışmasına dayalı olacaktır.</p> <p>All homework problems are to be handed in three weeks after they are assigned. First assignment will be accomplished individually, whereas second and third assignments are done in groups.</p> | | |
| Laboratuvar Uygulamaları (Laboratory Work) | <p>Laboratuvara devam ve performans takibi yapılarak öğrencilerin laboratuvar notu belirlenecektir. Ayrıca, kısa sınavlar laboratuvar saatlerinde yapılarak öğrencilerin kontrol problemlerinin çözümünde ilgili bilgisayar yazılımlarını kullanmasına olanak sağlanacaktır.</p> <p>Attendance and performance in laboratories will be followed to determine the laboratory mark for students. Besides, quizzes will be made in laboratory sessions to allow students use relevant computer software to solve design problems.</p> | | |
| Bilgisayar Kullanımı (Computer Use) | <p>Dersin laboratuvar seanslarında Mathematica ve MATLAB yazılımları kullanılacaktır. Ayrıca bütün ödevlerin yapılması sırasında öğrencilerin bu yazılımlardan ağırlıklı olarak faydalanması beklenmektedir.</p> <p>Mathematica and MATLAB software will be used in the laboratory sessions of the course. Besides, students are expected to use these programs at a great extent in the solution of homework assignments.</p> | | |
| Diğer Uygulamalar (Other Activities) | <p>Bu derste ön-test ve son-test uygulamaları yapılmaktadır. Ön testin birinci hafta laboratuvar seansında yapılması, son testin ise final sınavı ile birlikte yapılması öngörülmüştür. Son testin not ortalamasına katkısı %15 olarak belirlenmiştir.</p> <p>Pre-test and post-tests are made in this course. Pre-test is made in the first week laboratory session, and post-test is made with the final exam. The contribution of post-test to mark average is determined as 15%.</p> | | |
| Başarı Değerlendirme Sistemi (Assessment Criteria) | Faaliyetler (Activities) | Adedi (Quantity) | Değerlendirmedeki Katkısı, % (Effects on Grading, %) |
| | Yıl İçi Sınavları (Midterm Exams) | 1 | %20 |
| | Kısa Sınavlar (Quizzes) | 3 | %12 |
| | Ödevler (Homework) | 3 | %21 |
| | Projeler (Projects) | - | |
| | Dönem Ödevi/Projesi (Term Paper/Project) | - | |
| | Laboratuvar Uygulaması (Laboratory Work) | 1 | %6 |
| | Diğer Uygulamalar (Other Activities) | 1 | %1 (ÖN TEST) |
| | Final Sınavı (Final Exam) | 1 | %40 |

DERS PLANI

| Hafta | Konular | Dersin Çıktıları |
|-------|--|-----------------------------|
| 1 | Kontrol sistem tasarımına giriş, ön test. | I |
| 2 | Tasarımdan beklenenler, temel tasarım yöntemleri, yüksek kazanç ile kontrol, aç/kapa kontrol, tasarımda geri beslemenin etkisi, Mathematica tanıtımı | I, IX |
| 3 | K sentezi, kök eğrisi ile tasarım, faz gerilemeli kontrolör tasarımı, PI kontrol, Mathematica Control Systems Toolbox (MACSYBOX) tanıtımı | I, II, IV, IX |
| 4 | Faz ilerlemeli kontrolör tasarımı, PD kontrol, faz ilerlemeli-gerilemeli kontrol | I, III, IV, IX |
| 5 | PID kontrolör tasarımı ve katsayı ayarlama yöntemleri | I, III, IV, IX |
| 6 | Baskın kutup atama ile kontrolör tasarımı | IV, IX |
| 7 | Kutup sıfır götürmesi ile kontrolör tasarımı, Notch filtreleri, model eşleme | Ödev teslimi V, IX, X |
| 8 | Kontrolör tasarımında geri beslemenin getirdiği temel kısıtlamalar | I, IX |
| 9 | İki serbestlik dereceli kontrol, PID kontrolör türevleri (PI-PD kontrol vb) | Yıl içi sınavı III |
| 10 | Frekans tanım bölgesi yöntemlerini kullanarak K-Sentezi ve faz gerilemeli kontrolör tasarımı, MATLAB Control System Toolbox ve SIMULINK tanıtımı | I, IX |
| 11 | Frekans tanım bölgesi yöntemlerini kullanarak faz ilerlemeli kontrolör tasarımı | Ödev teslimi I, IX, X |
| 12 | İç model kontrol | VI, IX |
| 13 | Zaman gecikmeli sistemlerin kontrolü, Pade yaklaşımı, Smith öngörücüsü, zaman gecikmeli sistemlerin frekans tanım bölgesi tasarımı | I, VII, IX |
| 14 | Durum uzayında tasarım, Ackermann formülü, Luenberger gözleyici tasarımı | Ödev teslimi VIII, IX, X |

COURSE PLAN

| Weeks | Topics | Course Outcomes |
|-------|---|------------------------------------|
| 1 | Introduction to control system design, pretest. | I |
| 2 | Design requirements, basic design techniques, control using high gain, on/off control, effect of feedback in design, Mathematica tutorial | I, IX |
| 3 | K Synthesis, design by root locus, phase lag controller design, PI control, Mathematica Control Systems Toolbox (MACSYBOX) tutorial | I, II, IV, IX |
| 4 | Phase lead controller design, PD control, lead-lag control, Notch filters, design by model matching | I, III, IV, IX |
| 5 | PID controller design and tuning techniques | I, III, IV, IX |
| 6 | Controller design by dominant pole placement | IV, IX |
| 7 | Controller design using pole-zero cancellation, Notch filters, model matching | Homework submission V, IX, X |
| 8 | Basic limitations imposed by feedback in controller design | I, IX |
| 9 | Two degrees of freedom control structures, PID controller derivatives (PI-PD control etc) | Midterm exam III |
| 10 | K-synthesis and phase lag controller design using frequency domain techniques, MATLAB Control System Toolbox and SIMULINK tutorial | I, IX |
| 11 | Phase lead controller design using frequency domain techniques | Homework submission I, IX, X |
| 12 | Internal model control | VI, IX |
| 13 | Control of time delay systems, Pade approximation, Smith predictor, frequency domain design of time delay systems | I, VII, IX |
| 14 | State space design, Ackermann formula, Luenberger observer design | Homework submission VIII, IX, X |

Dersin Kontrol Mühendisliği Programıyla İlişkisi

| | Programın mezuna kazandıracığı bilgi ve beceriler (programa ait çıktılar) | Katkı Seviyesi | | |
|----|--|----------------|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Matematik, temel bilim ve mühendislik kavramlarını ve bilgilerini kontrol mühendisliği problemlerinin analiz ve çözümünde kullanabilmek. | | | X |
| 2 | Deney tasarlamak, yürütmek ve deney sonuçlarında elde edilen verileri uygun şekilde analiz edip yorumlamak. | | X | |
| 3 | Verilen özelliklerde bir süreci, kontrol sistemini veya bunun bir parçasını tasarlamak. | | | X |
| 4 | Aynı veya çok disiplinli takımlarda görev almak ve/veya liderlik yapmak. | | X | |
| 5 | Kontrol mühendisliği problemlerini belirlemek, formüle etmek ve çözmek | | | X |
| 6 | Mesleki ve etik sorumlulukların farkında olmak | | | |
| 7 | Etkin bir şekilde iletişimde bulunabilmek | | X | |
| 8 | Mühendislik çözümlerinin global ve sosyal kapsamda etkilerini anlamış olmak | | X | |
| 9 | Hayat boyu öğrenmenin gerekliliğine inanmış olmak ve bu kabiliyette olmak | | X | |
| 10 | Güncel konular hakkında bilgi sahibi olmak | | X | |
| 11 | Kontrol mühendisliği uygulamalarında kullanılan modern mühendislik araçlarını kullanmak için gerekli teknik bilgi ve yeteneklere sahip olmak | | X | |
| 12 | Kontrol mühendisliği uygulamalarında kullanılan karmaşık donanım ve yazılım parçalarının tasarımı için gerekli olan uygulamalı elektronik, bilgisayar ve haberleşme mühendisliği bilgilerine sahip olmak | | X | |

1: Az, 2. Kısmi, 3. Tam

Relationship between the Course and Control Engineering Curriculum

| | Program Outcomes | Level of Contribution | | |
|----|---|-----------------------|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | an ability to apply knowledge of mathematics, science, and engineering principles to analyze and solve control engineering problems | | | X |
| 2 | an ability to design and conduct experiments, as well as to analyze and interpret data to reach an appropriate conclusion | | X | |
| 3 | an ability to design a control system, component, or process to meet desired specifications, performance, and capabilities | | | X |
| 4 | an ability to function on and/or develop leadership in same and multi-disciplinary teams | | X | |
| 5 | an ability to identify, formulate, and solve control engineering problems | | | X |
| 6 | an understanding of professional and ethical responsibility | | | |
| 7 | an ability to communicate effectively | | X | |
| 8 | the broad education necessary to understand the impact of engineering solutions in a global and societal context | | X | |
| 9 | a recognition of the need for, and an ability to engage in life-long learning | | X | |
| 10 | a knowledge of contemporary issues | | X | |
| 11 | an ability to use the techniques, skills, and modern engineering tools necessary for control engineering practice | | X | |
| 12 | a knowledge of applied electronics, computer and information systems to design and analyze complex systems for control engineering applications | | X | |

1: Little, 2. Partial, 3. Full

| | | |
|--|--|--------------------------------|
| <u><i>Düzenleyen (Prepared by)</i></u> | <u><i>Tarih (Date)</i></u> 14 - 08 - 2009 | <u><i>İmza (Signature)</i></u> |
|--|--|--------------------------------|