|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **DERS PROGRAMI FORMU**  **COURSE SYLLABUS FORM** | **SenK: gg.aa.yyyy/no** |
| **12.07.2019 Rev 00** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dersin Adı:** Sayısal Kontrol Tasarımı | | | | | | **Course Name:** Digital Control Design | | | | | | |
| **Kod (Code)** | **Yarıyıl (Semester)** | | **Kredi (Local Credits)** | | **AKTS Kredi (ECTS Credits)** | | | **Ders Uygulaması, Saat/Hafta**  **(Course Implementation, Hours/Week)** | | | | |
| **Ders**  **(Theoretical)** | | **Uygulama**  **(Tutorial)** | | **Laboratuar**  **(Laboratory)** |
| UZB 425 (UZB 425E) | 6, 7 | | 3 | | 5 | | | 3 | | 0 | | 0 |
| **Bölüm / Program (Department/Program)** | | Uzay Mühendisliği  (Astronautical Engineering) | | | | | | | | | | |
| **Dersin Türü**  **(Course Type)** | | Seçmeli (Elective) | | | | | **Dersin Dili**  **(Course Language)** | | | İngilizce (English) | | |
| **Dersin Önkoşulları (Course Prerequisites)** | | UCK 203 MIN DD veya/or UCK 203E MIN DD veya/or ELK 221 MIN DD veya/or ELK 221E MIN DD | | | | | | | | | | |
| **Dersin Mesleki Bileşene Katkısı, %**  **(Course Category by Content, %)** | | **Temel Bilim ve Matematik**  **(Basic Sciences and Math)** | | **Temel Mühendislik (Engineering Science)** | | | | | **Mühendislik / Mimarlık Tasarım**  **(Engineering / Architecture Design)** | | **Genel Eğitim (General Education)** | |
| - | | 20 | | | | | 80 | | - | |
| **Dersin Tanımı (Course Description)** | | Ayrık zamanlı işaretler ve sistemler. Fark denklemleri. Z dönüşümü: birim darbe, birim basamak ve üstel fonksiyon. Z dönüşümü özellikleri: doğrusallık, zamanda geciktirme, zamanda ilerletme, üstelle çarpma, karmaşık türev. Ters Z dönüşümü: uzun bölme yöntemi, kısmı kesirler açılımı. Son değer teoremi. Fark denklemlerinin Z dönüşümü çözümü. Ayrık zamanlı sistemlerin zaman cevabı. Ayrık zamanlı sistemlerin frekans cevabı. Örnekleme teoremi. Örnekleme frekansının seçimi. Ayrık zamanlı sistemlerin modellenmesi: analogdan sayısala dönüştürücü (ADC), sayısaldan analoğa dönüştürücü (DAC), sıfırıncı dereceden tutucu, örnekleyici. Gecikme barındıran sistemler. Dönüştürücüler ile analog alt sistemin transfer fonksiyonu. Kapalı çevrim transfer fonksiyonu. Sayısal sistemlerde analog bozuntular. Kalıcı hal hatası. Sayısal kontrol sistemlerinin kararlılığı. Kararlılık koşulları: asimptotik kararlılık, sonlu giriş sonlu çıkış kararlılığı, iç kararlılık. Nyquist kriteri. Bode eğrisi. Faz ve kazanç marjı. Kontrol sistem belirtimleri: yükselme zamanı, yerleşme zamanı, tepe aşım zamanı, yüzde üst aşım, kararlı-hal hatası ve diğerleri. Köklerin yer eğrisi. P, PD, PI, PID kontrolcüler. Z tanım bölgesinde köklerin yer eğrisi. Analog kontrolcülerin Z tanım bölgesi gerçeklemeleri. Doğrudan Z tanım bölgesinde tasarım. Frekans cevabı tasarımı. Doğrudan kontrolcü sentezi. Sonlu yerleşme süresi tasarımı (deadbeat kontrolcü). Mikrodenetleyici tabanlı gerçekleme uygulaması. | | | | | | | | | | |
| Discrete-time signals and systems. Difference equations. Z transform: unit impulse, unit step, exponential functions. Properties of Z transform: linearity, time delay, time advance, multiplication with exponential, complex differentiation. Inverse Z transform: long division, partial fraction expansion. Final value theorem. Z transform solution of difference equations. Time response of discrete-time systems. Frequency response of discrete-time systems. Sampling theorem. Selection of sampling frequency. Modeling of discrete-time systems: analog to digital converter (ADC), digital to analog converter (DAC), zero-order hold, sampler. Systems with transport lag. Transfer function of analog subsystem with converters. Closed-loop transfer function. Analog disturbances in digital systems. Steady-state error. Stability of digital control systems. Stability conditions: asymptotic stability, bounded input bounded output stability, internal stability. Nyquist criterion. Bode plot. Phase and gain margin. Control system specifications: rise time, settling time, time-to-peak overshoot, peak overshoot, steady-state error and others. Root locus. P, PD, PI, PID controllers. Z domain root locus. Z domain implementations of analog controllers. Direct Z domain design. Frequency response design. Direct controller synthesis. Finite settling time design (deadbeat controller). Microcontroller based implementation application. | | | | | | | | | | |
| **Dersin Amacı (Course Objectives)** | | Bu ders öğrencilere aşağıda maddelenenlerin aktarılmasını amaçlar.   1. Fark denklemleri, Z dönüşümü ve ters dönüşümü hakkında bilgi 2. Sürekli zamanlı sistemleri ayrık zamanlı hale getirme yeteneği 3. Ayrık zamanlı sistemlerin kararlılık analizlerini yapabilme yeteneği 4. Ayrık zamanlı sistemler için istenen özelliklere sahip kontrolcü tasarlama yeteneği 5. Ayrık zamanlı kontrolcüyü elektronik olarak gerçekleme yeteneği | | | | | | | | | | |
| The course aims the following items to be delivered to the students.   1. The knowledge about difference equations, Z transform and inverse transfor 2. The ability to convert acontinuous-time systems into a discrete-time systems 3. The ability to analyze the stability of a discrete-time systems 4. The ability to a design controller with given specifications for discrete-time systems 5. The ability to implement a discrete-time controller electronically | | | | | | | | | | |
| **Dersin Öğrenme Çıktıları**  **(Course Learning Outcomes)** | | 1. Fark denklemlerini, Z dönüşümümü ve ters Z dönüşümünü öğrenmek 2. Analog sistemleri, ADC ve DAC kullanarak sayısal sistem olarak modellemeyi öğrenmek 3. Sistemin kararlılığını analiz etmeyi öğrenmek 4. Belirtimlere uygun ayrık zamanlı kontrolcü tasarlamayı öğrenmek 5. Mikrodenetletici üzerinde sayısal kontrolcünün gerçeklemeyi öğrenmek | | | | | | | | | | |
| 1. To learn difference equations, z-tranform and inverse z-transform 2. To learn modeling analog systems as digital systems using ADC and DAC 3. To learn analyzing the system stability 4. To learn designing discrete-time controller for given specification 5. To learn implementing the digital controller on a microcontroller | | | | | | | | | | |

DERS PLANI

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Hafta** | **Konular** | **Dersin**  **Öğrenme Çıktıları** |
| **1** | Sayısal kontrol sistemlerine giriş | 1 |
| **2** | Fark denklemleri, Z dönüşümü ve özellikleri | 1 |
| **3** | Ters Z dönüşümü, ayrık zamanlı sistemlerin zaman ve frekans cevabı, örnekleme teoremi | 1 |
| **4** | Sistemlerin ayrık zamanlı modellenmesi, ADC ve DAC modelleri | 1, 2 |
| **5** | Analog alt sistemin ayrık zamanlı transfer fonksiyonu, kapalı çevrim transfer fonksiyonu | 1, 2 |
| **6** | Kalıcı hal hatası, sayısal kontrol sistemlerinin kararlılığı | 2, 3 |
| **7** | Nyquist kriteri, | 3 |
| **8** | Bode eğrisi, faz ve kazanç marjı | 3 |
| **9** | Analog kontrol sistemleri (hatırlatma) ve kontrol sistem belirtimleri | 4 |
| **10** | S ve Z bölgesinde köklerin yer eğrisi | 4 |
| **11** | P, PD, PI, PID kontrolcüler | 4 |
| **12** | Analog kontrolcülerin Z tanım bölgesi gerçeklemeleri ve doğrudan Z tanım bölgesinde tasarım | 4 |
| **13** | Frekans cevabı tasarımı, deadbeat kontrolcü tasarımı | 4 |
| **14** | Sayısal kontrolcünün gömülü sistem olarak gerçeklenmesi | 4, 5 |

COURSE PLAN

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Weeks** | **Topics** | **Course Learning**  **Outcomes** |
| **1** | Introduction to digital control systems | 1 |
| **2** | Difference equations, z-transform and its properties | 1 |
| **3** | Inverse z-transform, time and frequency response of discrete-time systems, sampling theorem | 1 |
| **4** | Discrete-time modeling of the systems, ADC and DAC models | 1, 2 |
| **5** | Discrete-time transfer function of analog subsystems and closed-loop transfer function | 1, 2 |
| **6** | Steady-state error, stability of digital control systems | 2, 3 |
| **7** | Nyquist criterion | 3 |
| **8** | Bode plot, phase and gain margin | 3 |
| **9** | Analog control systems (review) and control system specifications | 4 |
| **10** | Root locus in s-domain and z-domain | 4 |
| **11** | P, PD, PI, PID controllers | 4 |
| **12** | Implementation of analog controllers in z-domain and direct design in z-domain | 4 |
| **13** | Frequency response design, deabbeat controller design | 4 |
| **14** | Implementation of digital controller as a embedded system | 4, 5 |

Dersin Uzay Mühendisliği Öğrenci Çıktılarıyla İlişkisi

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Programın mezuna kazandıracağı bilgi ve beceriler (programa ait çıktılar)** | **Katkı**  **Seviyesi** | | |
| **1** | **2** | **3** |
| **1** | Mühendislik, fen ve matematik ilkelerini uygulayarak karmaşık mühendislik problemlerini belirleme,  formüle etme ve çözme becerisi. |  | X |  |
| **2** | Küresel, kültürel, sosyal, çevresel ve ekonomik etmenlerle birlikte özel gereksinimleri sağlık, güvenlik ve  refahı göz önüne alarak çözüm üreten mühendislik tasarımı uygulama becerisi. | X |  |  |
| **3** | Farklı dinleyici gruplarıyla etkili iletişim kurabilme becerisi. | X |  |  |
| **4** | Mühendislik görevlerinde etik ve profesyonel sorumlulukların farkına varma ve mühendislik çözümlerinin küresel, ekonomik, çevresel ve toplumsal bağlamdaki etkilerini göz önünde bulundurarak bilinçli kararlar  verme becerisi. |  | X |  |
| **5** | Üyeleri birlikte liderlik sağlayan, işbirlikçi ve kapsayıcı bir ortam yaratan, hedefler belirleyen, görevleri  planlayan ve hedefleri karşılayan bir ekipte etkili bir şekilde çalışma yeteneği becerisi. |  |  | X |
| **6** | Uygun deney geliştirme, yürütme, verileri analiz etme ve yorumlama ve sonuç çıkarmak için mühendislik  yargısını kullanma becerisi. |  |  | X |
| **7** | Uygun öğrenme stratejileri kullanarak ihtiyaç duyulduğunda yeni bilgi edinme ve uygulama becerisi. |  | X |  |

**Ölçek:** 1: Az, 2: Kısmi, 3: Tam

Relationship of the Course to Astronautical Engineering Student Outcomes

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Program Student Outcomes** | **Level of Contribution** | | |
| **1** | **2** | **3** |
| **1** | An ability to identify, formulate, and solve complex engineering problems by applying principles of  engineering, science, and mathematics. |  | X |  |
| **2** | An ability to apply engineering design to produce solutions that meet specified needs with consideration of public health, safety, and welfare, as well as global, cultural, social, environmental, and economic  factors. | X |  |  |
| **3** | An ability to communicate effectively with a range of audiences. | X |  |  |
| **4** | An ability to recognize ethical and professional responsibilities in engineering situations and make  informed judgments, which must consider the impact of engineering solutions in global, economic, environmental, and societal contexts. |  | X |  |
| **5** | An ability to function effectively on a team whose members together provide leadership, create a  collaborative and inclusive environment, establish goals, plan tasks, and meet objectives. |  |  | X |
| **6** | An ability to develop and conduct appropriate experimentation, analyze and interpret data, and use  engineering judgment to draw conclusions. |  |  | X |
| **7** | An ability to acquire and apply new knowledge as needed, using appropriate learning strategies. |  | X |  |

**Scaling:** 1: Little, 2: Partial, 3: Full

|  |  |
| --- | --- |
| ***Tarih (Date)***  12.07.2019 | ***Bölüm onayı (Departmental approval)*** |

Ders kaynakları ve Başarı değerlendirme sistemi (Course materials and Assessment criteria)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Ders Kitabı**  **(Textbook)** | [1] B.C Kuo, Digital Control Systems 2nd Edition, Oxford University Press, 1995 | | |
| **Diğer Kaynaklar (Other References)** | [2] K. Ogata, Discrete-Time Control Systems 2nd Edition, Prentice Hall, 1994,  [3] M.S. Fadali, A. Visioli, Digital Control Engineering: Analysis and Design 2nd Edition, Academic Press, MA, 2013, ISBN 978-0-12-394391-0. | | |
| **Ödevler ve Projeler (Homework & Projects)** | Sınavlardan önce ödev verilir. Quiz uygulanır. Bir dönem projesi verilir. | | |
| Homeworks are assigned before exams. Quizzes are applied. A term project is given. | | |
| **Laboratuar Uygulamaları (Laboratory Work)** | Laboratuvar deneyi yapılmaz. | | |
| No laboratory experiment is carried out. | | |
| **Bilgisayar Kullanımı (Computer Usage)** | MATLAB & Simulink ve seçilen mikrodenetleyiciye bağlı olarak bir gömülü sistem geliştirme aracı kullanılır. | | |
| MATLAB & Simulink and a embedded system development tool based on selected microcontroller is utilized. | | |
| **Diğer Uygulamalar (Other Activities)** | Teorik konular örnek soru çözümleri ile desteklenir. | | |
| Theoretical subjects are supported by solving example questions in the class. | | |
| **Başarı Değerlendirme Sistemi**  **(Assessment Criteria)** | **Faaliyetler (Activities)** | **Adedi (Quantity)** | **Genel Nota Katkı, % (Effects on Grading, %)** |
| **Yıl İçi Sınavları**  **(Midterm Exams)** | 1 | 20 |
| **Kısa Sınavlar**  **(Quizzes)** | 2 | 10 |
| **Ödevler**  **(Homework)** | 2 | 10 |
| **Projeler**  **(Projects)** | - | - |
| **Dönem Ödevi/Projesi**  **(Term Paper/Project)** | 1 | 20 |
| **Laboratuar Uygulaması**  **(Laboratory Work)** | - | - |
| **Diğer Uygulamalar**  **(Other Activities)** | - | - |
| **Final Sınavı**  **(Final Exam)** | 1 | 40 |