|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **DERS PROGRAMI FORMU**  **COURSE SYLLABUS FORM** | **SenK: 05.07.2019/no** |
| **27.11.2018 Rev 00** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dersin Adı:** ROBOTİK KONTROL SİSTEMLERİ | | | | | | **Course Name:** ROBOTIC CONTROL SYSTEMS | | | | | | |
| **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 438E | 7 | | 3 | | 5 | | | 3 | | 0 | | 0 |
| **Bölüm / Program (Department/Program)** | | Uzay Mühendisliği; Uçak Mühendisliği  (Astronautical Engineering ; Aeronautical Engineering) | | | | | | | | | | |
| **Dersin Türü**  **(Course Type)** | | Seçmeli  (Elective) | | | | | **Dersin Dili**  **(Course Language)** | | | İngilizce  (English) | | |
| **Dersin Önkoşulları (Course Prerequisites)** | | Otomatik Kontrol II | | | | | | | | | | |
| **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)** | |
| 10 | | 30 | | | | | 55 | | 5 | |
| **Dersin Tanımı (Course Description)** | | Programlanabilir mantıksal denetleyiciler. Uç organ ve eklem yörüngeleri. Açık döngü denetim, kapalı döngü denetim. Duyarga sistemleri: potansiyometreler, senkrolar, rezolverler, optik algılayıcılar. Sürücü sistemleri: adım motorları, tek ve üç faz fırçasız doğru akım motorları, direk süren eyleyiciler. Servo yükselteçleri: lineer ve darbe genişliği modülasyonlu yükselticiler. Noktadan noktaya ve sürekli yol PID eksen yörünge denetimleri. | | | | | | | | | | |
| Programmable logical controllers. End effector and joint trajectories. Open loop control, closed loop control. Sensory devices: potentiometers, synchros, resolvers, optical sensors. Drive systems: stepper motor, single and three phase brushless dc motors, direct drive actuators. Servo amplifiers: linear and pulse width modulated amplifiers. Point to point and continuous path PID joint trajectory control. | | | | | | | | | | |
| **Dersin Amacı (Course Objectives)** | | * Endüstriyel robotların denetim mekanizmalarının anlaşılması. * Robotlarda uygulama alanı olan algılayıcıların tanınması * Olası motor ve sürücü sistemlerinin çalışma prensiplerinin tanınması. | | | | | | | | | | |
| * To introduce the control mechanisms of industrial robots. * To introduce the application of sensors in robots. * To introduce the working principles of dc motors and drivers . | | | | | | | | | | |
| **Dersin Öğrenme Çıktıları**  **(Course Learning Outcomes)** | | 1. Programlanabilir mantıksal denetleyici kavramı ve robotik alanındaki kullanımları; 2. Robotların yörünge tipleri; 3. Doğru akım motorlarının tanınması; 4. Adım motorları ve sürülme prensiplerinin anlaşılması; 5. Muhtelif eksenel durum algılayıcıları ve bilgisayar arabağlarının çalışma prensiplerinin anlaşılması; 6. Motorların yörünge izleyebilmeleri için oransal , türevsel ve integral denetim şemalarının rolünün anlaşılması; 7. Noktadan noktaya ve sürekli yol denetim sistemlerinin anlaşılması; 8. Konum ve hız denetimi kavramlarının anlaşılması. | | | | | | | | | | |
| 1. Programable logical controllers concept and their application in robotics; 2. Trajectory types for robots; 3. DC motors; 4. Step motors and their driving techniques; 5. Different status sensors and the principles of computer interfacing; 6. Proportional, derivative and integral control shemes for axis trajectory control of motors; 7. PTP and CP trajectory control systems; 8. Position and velocity control systems. | | | | | | | | | | |

DERS PLANI

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Hafta** | **Konular** | **Dersin**  **Öğrenme Çıktıları** |
| **1** | Giriş, içerik. Robotlu sistemlerin eşgüdümü. Programlanabilir mantıksal denetleyici ile adım robotu denetimi. PMD ile tekrar robotu denetimi ödevi. Dönem ödevi. | 1 |
| **2** | Yörünge tipleri. Noktadan noktaya hareket. Sürekli hareket. | 2 |
| **3** | Yörünge tipleri. Doğrusal, üçgen, trapezoidal profiller. Yörünge hesabı ödevi. | 2 |
| **4** | Yörünge tiplerinin üretilmeleri. | 2 |
| **5** | Motor tiplerine genel bakış. Armatür denetimli doğru akım motor özellikleri ve motor modeli. | 3 |
| **6** | Genel denetim sistemi, açık ve kapalı döngü denetim kavramı. Oransal, türevsel ve integral denetim şemaları. | 6 |
| **7** | Öğrenci dönem ödevi sunumu\_ÖS\_1: Sayısal/Analog çevrim ve çeviriciler. ÖS\_2 : Potansiyometre ile gerilim-akım algılanması, ölçme direnci, Wheatstone köprüsünün kullanımı. ÖS\_3: Analog/Sayısal çevrim ve çeviriciler.  Doğru akım motorunun oransal, oransal ve türevsel, oransal ve entegral denetim şemaları. | 5, 6 |
| **8** | ÖS\_4: Mutlak optik kodlayıcılar. ÖS\_5: Artırımlı optik kodlayıcılar. ÖS\_6: Çözümleyiciler. Algılayıcılar ödevi.  Doğru akım motorunun denetiminde Kp, Kv, Ki parametrelerinin belirlenmesi. | 5, 6 |
| **9** | Hareket denetim tipleri. Kritik sönümlenme, çevirme oranı, değişken ataletler, çevrim zamanı kavramları. Doğru akım motorunun konum denetimi: noktadan noktaya hareket. | 6, 7 |
| **10** | ÖS\_7: Adım motorlarının mekanik özellikleri: radyal ve doğrusal modelleri, tipleri, sargıları, kutuplar, adım boyları. ÖS\_8: Adım motorlarının tek ve çift kutuplu kullanımda tam, yarım ve mikro adım sürülme teknikleri. ÖS\_9: Servo motor sürücülerde darbe süresi modülasyonu kullanımı. | 4, 8 |
| **11** | ÖS\_10: DC servo motorlar. ÖS\_11: DC servo motor sürücüleri. | 3 |
| **12** | Doğru akım motorunun hız denetimi\_1. noktadan noktaya hareket. | 8 |
| **13** | Doğru akım motorunun hız denetimi\_2: noktadan noktaya hareket. | 8 |
| **14** | Doğru akım motorunun konum ve hız denetimi: sürekli hareket. Yörünge etrafında denetim. | 8 |

COURSE PLAN

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Weeks** | **Topics** | **Course Learning**  **Outcomes** |
| **1** | Introduction. Coordination of robotic systems . PLC control of step robots. (homework\_1: replay robot) (Term paper) | 1 |
| **2** | Trajectory types: Point to point(PTP), continuous path(CP). | 2 |
| **3** | Trajectory types. Linear, triangular and trapezoidal profiles. (homework\_2: Trajectory calculation). | 2 |
| **4** | Generation of trajectories. | 2 |
| **5** | Actuator types. Principles and modeling of armature controlled DC motor. | 3 |
| **6** | General control system, open loop control, closed loop control . Proportional, derivative and integral control shemes. | 6 |
| **7** | Term paper and student presentation\_ SP\_1: Digital/Analog converters and conversion. SP\_2: Voltage and current acquisition troughout a potentiometer, Wheatstone bridge. SP\_3: Analog/Digital converters and conversion.  Proportionnal, proportional plus derivative and proportional plus integral control shemes for DC motors. | 5, 6 |
| **8** | SP \_4: Absolute encoders. SP\_5: Incremental encoders. SP\_6: Resolvers .  (homework\_3: Sensors). Determination of Kp, Kv and Ki parameters for DC motor control. | 5, 6 |
| **9** | Motion control types. Critical damping, turn ratio, changing of inertia, time constant concepts. DC motor position control, PTP motion. | 6, 7 |
| **10** | SP\_7: Step motors mechanical characteristics: radial and linear types, coils, poles, step angle calculation. SP\_8: Step motor driving techniques: Unipolar, bipolar utilisation; full, half and micro stepping. SP\_9: Pulse width modulation for servo drives. | 4, 8 |
| **11** | SP\_10: DC servo motors. SP\_11: DC servo motor drives. | 3 |
| **12** | Velocity control of a DC motor\_1: Point to point motion. | 8 |
| **13** | Velocity control of a DC motor\_2: Point to point motion. | 8 |
| **14** | Position and velocity control of a DC motor: continuous motion. Trajectory control. | 8 |

Dersin Uçak ve 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 and Aeronautical 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)***  ***05.07.2019*** | ***Bölüm onayı (Departmental approval)*** |

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

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Ders Kitabı**  **(Textbook)** | Spong, M. W., Hutchinson, S., Vidyasagar M., **Robot Modeling and Control**. 2006, Wiley. | | |
| **Diğer Kaynaklar (Other References)** | [Kevin M. Lynch](https://www.amazon.ca/s/ref=dp_byline_sr_book_1?ie=UTF8&field-author=Kevin+M.+Lynch&search-alias=books-ca),[Frank C. Park](https://www.amazon.ca/s/ref=dp_byline_sr_book_2?ie=UTF8&field-author=Frank+C.+Park&search-alias=books-ca)**., Modern Robotics: Mechanics, Planning, and Control** .2017, Cambridge University Press.  Çetinkurt. S., **Mechatronics**. 2007, John Wiley And Sons.  Clarence W. de Silva, Farbod Khoshnoud, Maoqing Li, Saman K. Halgamuge  **Mechatronics: Fundamentals and Applications**. 2015, CRC Press  William Bolton ., **Mechatronics: Electronic Control Systems in Mechanical and Electrical Engineering**, 2018, Pearson.   |  | | --- | |  | | | |
| **Ödevler ve Projeler (Homework & Projects)** | Dönem ödevi:  Robotlarda kullanılan algılayıcılar, sürücüler ve motorların teknolojik niteliklerini tanıtan bir araştırma ve sunum yapılacaktır.  Ödevler:  PMD ile tekrar robotu denetimi  Yörünge hesabı  Algılayıcılar. | | |
| Term paper and presentation:  The technological qualifications of sensors, motors and their drivers used in robotics.  Homeworks:  PLC control of a replay robot  Trajectory calculation  Sensors and interfacing. | | |
| **Laboratuar Uygulamaları (Laboratory Work)** | - | | |
| - | | |
| **Bilgisayar Kullanımı (Computer Usage)** | Yörünge hesabı ödevi | | |
| Trajectory calculation homework | | |
| **Diğer Uygulamalar (Other Activities)** | - | | |
| - | | |
| **Başarı Değerlendirme Sistemi**  **(Assessment Criteria)** | **Faaliyetler (Activities)** | **Adedi (Quantity)** | **Genel Nota Katkı, % (Effects on Grading, %)** |
| **Yıl İçi Sınavları**  **(Midterm Exams)** | 1 | %25 |
| **Kısa Sınavlar**  **(Quizzes)** | 1 | %5 |
| **Ödevler**  **(Homework)** | 3 | %15 |
| **Projeler**  **(Projects)** |  |  |
| **Dönem Ödevi/Projesi**  **(Term Paper/Project)** | 1 | %15 |
| **Laboratuar Uygulaması**  **(Laboratory Work)** |  |  |
| **Diğer Uygulamalar**  **(Other Activities)** |  |  |
| **Final Sınavı**  **(Final Exam)** | 1 | %40 |