|  |
| --- |
| 2024-2025 Bahar Yarıyılı Bitirme Dersi Çalışması |
| Bitirme Konusu Adı | DC Motor Konum Kontrolü |
| Çalışmayı Hazırlayanlar (Numara / İsim / Dersi Aldığı Öğretim Türü ) | B1001.10023 - Ahmet Metin - 1. ÖğretimG0706.20031 - Erdem Bucak – 2. Öğretim |
| Danışman | Prof. Dr. M. Ali Yalçın |
| Tarih | 01.07.2025 |

|  |
| --- |
| Bitirme çalışması dersi danışmanının açıklamaları: |
| *Bu alanı tez danışmanı dolduracaktır.**Öğrencilerin çalışma performansları, devamlılık durumları, teze katkıları belirlenerek her öğrenci için istendiği takdirde bu alana açıklamaları girilecektir.* |

|  |
| --- |
| Tasarım ve Bitirme Çalışması Komisyon Açıklamaları |
| *Bu alan komisyon tarafından dolduracaktır.* |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Soru No | PÇ İlgisi | Puan |  |
| 1 | 1b |  | Bitirme Çalışması dersinde, lisans eğitiminiz boyunca edindiğiniz temel bilim, matematik ve mühendislik bilgilerini hangi aşamalarda kullandığınızı belirtiniz. Hangi konuyu, proje kapsamında hangi amaçla kullandığınızı örneklerle açıklayınız. (Örn: X konusu, Y bölümünde Z probleminin çözümünde kullanılmıştır gibi.) |
|  |  |  | **Bitirme projemde DC motorunun PID kontrolünü gerçekleştirmek için lisans eğitimim boyunca edindiğim temel bilim, matematik ve mühendislik bilgilerini çeşitli aşamalarda kullandım.*** **Matematik ve Fizik:** Motorun dinamik modellemesini oluştururken diferansiyel denklemler ve fizik prensiplerinden yararlandım. Bu kısım proje raporunun Sistem Modellemesi bölümünde açıklanmıştır.
* **Kompleks Değişkenler Teorisi:** Motorun frekans cevabını analiz ederken kullanılmıştır. Bu analiz sonuçları Frekans Analizi başlığı altında yer almaktadır.
* **Otomatik Kontrol:** PID kontrolcü tasarımında temel kontrol teorisi bilgilerimi kullandım. Bu tasarım Kontrolcü Tasarımı ve Simülasyonu bölümünde sunulmuştur.
* **Elektrik Makineleri:** DC motorun yapısı, çalışma prensibi ve karakteristikleri hakkında edindiğim bilgiler, motorun seçimi ve uygun sürücü devresinin belirlenmesi aşamalarında kullanılmıştır. Bu kısım Motor Seçimi bölümünde yer almaktadır.
* **Elektrik Devreleri ve Elektronik:** Sürücü devresinin tasarımında ve mikroişlemci bağlantılarında bu derslerde edindiğim teorik bilgilerden yararlandım. İlgili devre şemaları ve açıklamalar Donanım Tasarımı bölümünde bulunmaktadır.
* **İşaretler ve Sistemler:** Sistemin giriş-çıkış davranışını analiz ederken bu derste edindiğim teorik bilgileri kullandım. Bu analiz Sistem Analizi bölümünde sunulmuştur.

**Tüm bu bilgiler, proje boyunca motorun stabil ve hassas bir şekilde kontrol edilmesini sağlamak amacıyla entegre bir şekilde kullanılmıştır.** |
| 2 | 2a |  | Bitirme Çalışması kapsamında ele aldığınız karmaşık mühendislik problemini hangi alt sistem/alanlarda tanımladınız? Bu alt sistemlerin proje raporunda hangi bölümlerde yer aldığını örneklerle açıklayınız.(Örn: Elektrik Makineleri, Güç Elektroniği, Kontrol Sistemleri gibi bileşenler şu bölümlerde ele alınmıştır gibi.) |
|  |  |  | **Bitirme Çalışmamda ele aldığım karmaşık mühendislik problemi, DC motorunun hız ve konum kontrolünün hassas bir şekilde sağlanmasıdır. Bu problem, birden fazla alt sistem ve mühendislik alanını kapsamaktadır:*** **Elektrik Makineleri:** Motorun yapısı, çalışma prensibi ve karakteristik davranışı Elektrik Makineleri ve Motor Özellikleri bölümünde açıklanmıştır.
* **Kontrol Sistemleri:** PID kontrol algoritması tasarımı ve motor üzerine uygulanması, Kontrolcü Tasarımı ve Simülasyon bölümünde detaylandırılmıştır.
* **Elektronik ve Güç Elektroniği:** Motorun sürülmesi için gerekli güç devresi ve sürücü devresi tasarımı Sürücü Devresi Tasarımı bölümünde sunulmuştur.
* **Mikroişlemciler:** PID algoritmasının gerçek zamanlı uygulanması için mikroişlemci kullanılmış ve bu kısım Mikroişlemci Programlama bölümünde anlatılmıştır.
* **Matematik ve Modelleme:** Motorun matematiksel modeli, transfer fonksiyonları ve sistem denklemleri Sistem Modellemesi başlığı altında verilmiştir.

**Tüm bu alt sistemler proje kapsamında bir bütün olarak ele alınarak kontrolün stabil, hızlı ve doğru şekilde sağlanması amaçlanmıştır.** |
| 2 | 2b |  | Belirlediğiniz mühendislik problemini çözmek için hangi analiz ve modelleme yöntemlerini kullandınız? Bu yöntemleri hangi rapor bölümlerinde nasıl uyguladığınızı belirtiniz. (Örn: Matematiksel modelleme, simülasyon, deneysel doğrulama gibi yöntemler şu bölümlerde kullanılmıştır gibi.) |
|  |  |  | **Belirlediğim mühendislik problemini çözmek için çeşitli analiz ve modelleme yöntemleri kullandım:*** **Matematiksel Modelleme:** DC motorun dinamik davranışını tanımlamak için diferansiyel denklemler ve transfer fonksiyonu oluşturdum. Bu kısım Sistem Modellemesi bölümünde açıklanmıştır.
* **Simülasyon:** Tasarlanan PID kontrolcünün motor üzerindeki etkilerini görmek için MATLAB/Simulink ortamında simülasyonlar gerçekleştirdim. Bu simülasyon sonuçları Kontrolcü Tasarımı ve Simülasyonu bölümünde yer almaktadır.
* **Deneysel Doğrulama:** Tasarlanan kontrolcüyü gerçek motor sistemi üzerinde test ederek teorik ve simülasyon sonuçlarını doğruladım. Deneysel veriler ve analizler Deneysel Çalışmalar ve Sonuçlar bölümünde sunulmuştur.
* **Frekans Analizi:** Sistemin kararlılığını ve bant genişliğini analiz etmek amacıyla Bode ve Nyquist diyagramları oluşturulmuştur. Bu analizler Frekans Analizi bölümünde detaylandırılmıştır.

**Tüm bu yöntemler, motorun istenilen hız ve konum kontrol performansını sağlamak için birlikte kullanılmıştır.** |
| 3 | 3 |  | Bitirme Çalışmanızda tasarladığınız sistemi, süreci veya ürünü kısaca özetleyiniz. Bu tasarımın hangi gereksinimleri karşıladığını ve raporun hangi bölümünde yer aldığını belirtiniz. |
|  |  |  | **Bitirme Çalışmamda bir DC motorun hız ve konum kontrolünü sağlamak amacıyla bir kontrol sistemi tasarladım. Bu sistemde motor, tasarlanan PID kontrol algoritmasıyla istenen referans hız ve konum değerlerine hızlı ve kararlı bir şekilde ulaşmaktadır.****Tasarımın temel gereksinimleri şunlardır:*** Motorun hız ve konum hatasını minimuma indirmek,
* Sistemin aşım ve oturma sürelerini istenen sınırlar içinde tutmak,
* Gerçek zamanlı ve güvenilir bir kontrol sağlamak,
* Mikroişlemci tabanlı bir donanım üzerinde uygulanabilir bir çözüm sunmak.

**Bu tasarım, proje raporunun Sistem Tasarımı ve Gerçeklenmesi bölümünde detaylı bir şekilde açıklanmıştır.** |
| 3 | 3 |  | Tasarım sürecinizde kullandığınız modern tasarım yöntemleri, araçları veya yazılımlar nelerdir? Bu yöntem/araçları hangi rapor bölümlerinde detaylandırdığınızı belirtiniz. |
|  |  |  | **Tasarım sürecimde modern tasarım yöntemlerinden ve çeşitli araçlardan yararlandım:*** **PID Kontrol Yöntemi:** Motor hız ve konum kontrolü için klasik PID kontrol algoritması kullandım. PID parametrelerinin ayarlanması Ziegler-Nichols yöntemi ile yapılmıştır. Bu yöntem Kontrolcü Tasarımı bölümünde detaylandırılmıştır.
* **MATLAB/Simulink:** Sistemin matematiksel modellemesi, simülasyonları ve kontrolcü doğrulaması MATLAB/Simulink ortamında gerçekleştirilmiştir. İlgili simülasyon dosyaları ve analizler Simülasyon Sonuçları başlığı altında sunulmuştur.
* **Mikrodenetleyici Programlama:** Gerçek zamanlı kontrol için Arduino mikrodenetleyici kullanılmış, kontrol algoritması C diliyle yazılmıştır. Yazılım akışı ve kod yapısı Donanım ve Yazılım Uygulaması bölümünde açıklanmıştır.

**Tüm bu yöntem ve araçlar, tasarımın doğruluğunu, uygulanabilirliğini ve performansını artırmak amacıyla entegre edilerek kullanılmıştır.** |
| 3 | 3 |  | Tasarımınızın gerçekçi kısıtları ve çalışma koşulları nelerdi? Bu kısıtları raporun hangi bölümünde tanımladığınızı açıklayınız. |
|  |  |  | **Tasarım sürecimde karşılaştığım bazı gerçekçi kısıtlar ve çalışma koşulları şunlardır:*** **Donanım Kısıtları:** Kullanılan DC motor ve sürücü devresi, belirli bir akım ve gerilim aralığında çalışmaktadır. Bu durum kontrolcü tasarımında sınır koşulları belirlemiştir.
* **Zaman Kısıtları:** Projenin tamamlanması için ayrılan süre sınırlı olduğundan, kontrol algoritmasının hızlı ve verimli bir şekilde geliştirilmesi gerekmiştir.
* **Maliyet Kısıtları:** Kullanılacak sensörler, mikrodenetleyici ve diğer elektronik bileşenler için belirli bir bütçe sınırı bulunmaktaydı.
* **Çevresel Koşullar:** Motorun sıcaklık değişimlerine karşı kararlı çalışması sağlanmalıydı, bu nedenle sıcaklık etkileri dikkate alınmıştır.

**Bu kısıtlar, proje raporunun Kısıtlar ve Çalışma Koşulları bölümünde detaylı olarak tanımlanmıştır.** |
| 4 | 4 |  | Bitirme Çalışmanızda kullandığınız modern teknik, araç, yazılım paketleri veya geliştirdiğiniz özel kod, program ya da arayüz var ise belirtiniz. Bunların proje raporunun hangi bölümlerinde yer aldığını ve hangi amaçla kullanıldığını açıklayınız. |
|  |  |  | **Bitirme Çalışmamda aşağıdaki modern teknik, araç ve yazılım paketlerini kullandım:*** **MATLAB/Simulink:** Motorun matematiksel modelini kurmak, kontrol algoritmasını tasarlamak ve simülasyonlarını gerçekleştirmek için kullanılmıştır. Detaylar Simülasyon Sonuçları ve Kontrolcü Tasarımı bölümlerinde yer almaktadır.
* **Arduino IDE:** PID kontrol algoritmasını mikrodenetleyiciye yüklemek için Arduino yazılım geliştirme ortamı kullanılmıştır. Kod ve uygulama ayrıntıları Donanım ve Yazılım Uygulaması bölümünde anlatılmıştır.
* **Geliştirilen Özel Kod:** PID kontrolcü parametrelerini gerçek sistem üzerinde ayarlamak için kendi yazdığım C kodları geliştirilmiştir. Bu kodlar Ekler bölümünde paylaşılmıştır.

**Tüm bu teknik ve araçlar, sistemin doğruluğunu ve kararlılığını sağlamak amacıyla kullanılmıştır.** |
| 4 | 4 |  | Çalışmanızda bilişim teknolojilerini nasıl kullandınız? Veri toplama, analiz, modelleme, simülasyon veya raporlama gibi hangi aşamalarda bilişim araçlarından faydalandığınızı belirtiniz. |
|  |  |  | **Çalışmamda bilişim teknolojilerini şu aşamalarda kullandım:*** **Veri Toplama:** Sensör verileri mikrodenetleyici aracılığıyla bilgisayara aktarılarak kaydedilmiştir.
* **Analiz ve Modelleme:** Motorun matematiksel modeli MATLAB/Simulink ile oluşturulmuş, parametreler analiz edilmiştir.
* **Simülasyon:** Farklı PID parametre ayarlarının sisteme etkileri Simulink ortamında test edilmiştir.
* **Raporlama:** Tüm grafikler, simülasyon sonuçları ve tablolar Microsoft Office programları kullanılarak rapora eklenmiştir.

**Bu aşamalar proje raporunun Sistem Modellemesi, Simülasyon Sonuçları ve Deneysel Çalışmalar bölümlerinde detaylı olarak açıklanmıştır.** |
| 7 | 7a |  | Yazım kurallarına uyduğunuzu (yazım kılavuzunun son sayfasındaki çizelgeden) kontrol ettiniz mi? Yazım kılavuzunda sizi en çok zorlayan şey ne oldu? |
|  |  |  | Yazım kurallarına uyumu, Bitirme Çalışması Yazım Kılavuzu’nun son sayfasındaki kontrol çizelgesinden adım adım kontrol ettim. En çok zorlandığım kısım, şekil ve tablo numaralandırmalarını düzenli ve tutarlı şekilde yerleştirmek oldu. Ayrıca kaynakça formatının her detaya uygun olmasına özellikle dikkat ettim. |
| 7 | 7a |  | İçerik olarak “%70 ve daha fazlası bizzat kendi cümlelerimizden oluştu” dediğiniz bölüm/ler hangileridir? |
|  |  |  | Proje raporunun özellikle Giriş, Sistem Modellemesi, Kontrolcü Tasarımı ve Deneysel Sonuçlar bölümlerinin tamamı kendi cümlelerimizden oluşmaktadır. Bu bölümlerde özgün anlatım ve kendi yorumlarımızla detaylı açıklamalar yapılmıştır. |
| 7 | 7a |  | Bu süreçte, takım arkadaşlarınız ile iletişiminizi hangi ortamlardan yaptınız? Çalışmayı yürütürken, takım arkadaşlarınız arasında “hem talimat verdim, hem de aldım” diyeceğiniz süreçlere örnek veriniz. |
|  |  |  | **Takım arkadaşlarımla iletişimi ağırlıklı olarak WhatsApp grubu, Google Meet toplantıları ve e-posta üzerinden sağladım. Proje süresince motorun devre bağlantılarının yapılması, deneylerin planlanması ve rapor bölümlerinin dağıtılması aşamalarında hem sorumluluk verdim hem de arkadaşlarımdan talimat aldım. Örneğin, kontrol algoritması kodlarının yazımı sırasında görev dağılımı yaptık ve düzenli geri bildirimler verdik.** |
| 9 | 9a |  | Bilimsel çalışmalar ve mühendislik uygulamalarında etik ilkelere uygun davranmak sizce ne anlama gelir? Bitirme Çalışması sürecinizde mesleki ve etik sorumluluklarınızı nasıl yerine getirdiniz? Açıklayınız. |
|  |  |  | Bilimsel çalışmalar ve mühendislik uygulamalarında etik ilkelere uygun davranmak, doğruluk, dürüstlük ve güvenilirlik prensiplerine bağlı kalmak anlamına gelir. Bitirme Çalışmamda başkalarına ait verileri veya fikirleri kaynak göstermeden kullanmamaya özen gösterdim, tüm rapor içeriğini kendi cümlelerimizle oluşturduk. Ayrıca deney sonuçlarını değiştirmeden, olduğu gibi raporladım. Takım çalışması sırasında tüm sorumlulukları adil şekilde paylaştık ve çalışmanın her aşamasında dürüstlük ilkesine sadık kaldık. |
| 9 | 9b |  | Bitirme Çalışmanızda karşılaştığınız mühendislik standartları nelerdir? Bu standartlardan hangileri raporunuzun hangi bölümlerinde yer aldı? Örneklerle açıklayınız. |
|  |  |  | **Bitirme Çalışmamda DC motor ve kontrol devresi için bazı temel mühendislik standartlarını dikkate aldım. Örneğin:*** **Elektrik Güvenlik Standartları:** Motor sürücüsü tasarımı sırasında devrenin aşırı akım ve kısa devre korumaları IEC standartlarına uygun olarak planlandı. Bu kısım Donanım Tasarımı bölümünde açıklanmıştır.
* **PID Kontrol Algoritması:** Kontrol parametrelerinin belirlenmesinde endüstride yaygın kullanılan Ziegler-Nichols yöntemi referans alındı. Bu detaylar Kontrolcü Tasarımı bölümünde yer almaktadır.
* **Kablosuz Bağlantı Testleri:** Eğer uzaktan kontrol sağlanacaksa, radyo frekansı kullanımı sırasında yerel yönetmeliklere uygun çalışma prensiplerine dikkat edilmiştir. Bu konu Deneysel Çalışmalar bölümünde ele alınmıştır.
 |
| 10 | 10a |  | Bitirme Çalışmanızda proje yönetimi, risk yönetimi veya değişiklik yönetimi konularından hangilerini ele aldınız? Bu konuları hangi rapor bölümlerinde nasıl açıkladığınızı örneklerle belirtiniz. (Hepsinden bahsetmeniz zorunlu değildir.) |
|  |  |  | **Bitirme Çalışmamda proje yönetimi ve risk yönetimi konularını ele aldım:*** **Proje Yönetimi:** Çalışmanın başlangıcında proje planı oluşturulmuş, görev dağılımı yapılmış ve iş takvimi belirlenmiştir. Bu planlama detayları Proje Planlaması ve Yönetimi bölümünde yer almaktadır.
* **Risk Yönetimi:** Motor devresi ve kontrolcü tasarımında oluşabilecek arızalar ve deneylerde oluşabilecek veri kayıpları için yedek planlar hazırlanmıştır. Olası riskler ve alınan önlemler Risk Analizi bölümünde açıklanmıştır.
* **Değişiklik Yönetimi:** PID parametrelerinde yapılan ayarlamalar ve tasarım aşamasında ortaya çıkan donanım değişiklikleri kayıt altına alınarak raporun Değişiklik Yönetimi alt başlığında özetlenmiştir.
 |
| 11 | 11a |  | Bitirme Çalışmanızda mühendislik uygulamalarının sağlık, çevre veya güvenlik üzerindeki etkileri ile çağın mühendislik alanına yansıyan toplumsal sorunlardan hangilerini ele aldınız? Bu konulara hangi rapor bölümlerinde değindiğinizi ve elde ettiğiniz sonuçları kısaca açıklayınız. |
|  |  |  | **Bitirme Çalışmamda güvenlik ve çevreye etkiler konularına dikkat edilmiştir:*** **Güvenlik:** Motorun aşırı ısınmasını önlemek için devreye termal koruma eklenmiş, bu önlem Donanım Tasarımı bölümünde anlatılmıştır.
* **Çevre:** Enerji verimliliği artırılarak motorun daha düşük enerji tüketmesi sağlanmış, bu da dolaylı olarak çevresel etkiyi azaltmaktadır. Bu yaklaşım Sonuçlar ve Tartışma bölümünde değerlendirilmiştir.
* **Toplumsal Etki:** Bu proje, sanayide kullanılan motor kontrol sistemlerinin daha verimli ve güvenilir hale getirilmesine katkı sağlayarak üretim verimliliğini artırabilir. Bu katkı Giriş ve Sonuç bölümlerinde tartışılmıştır.*.*
 |