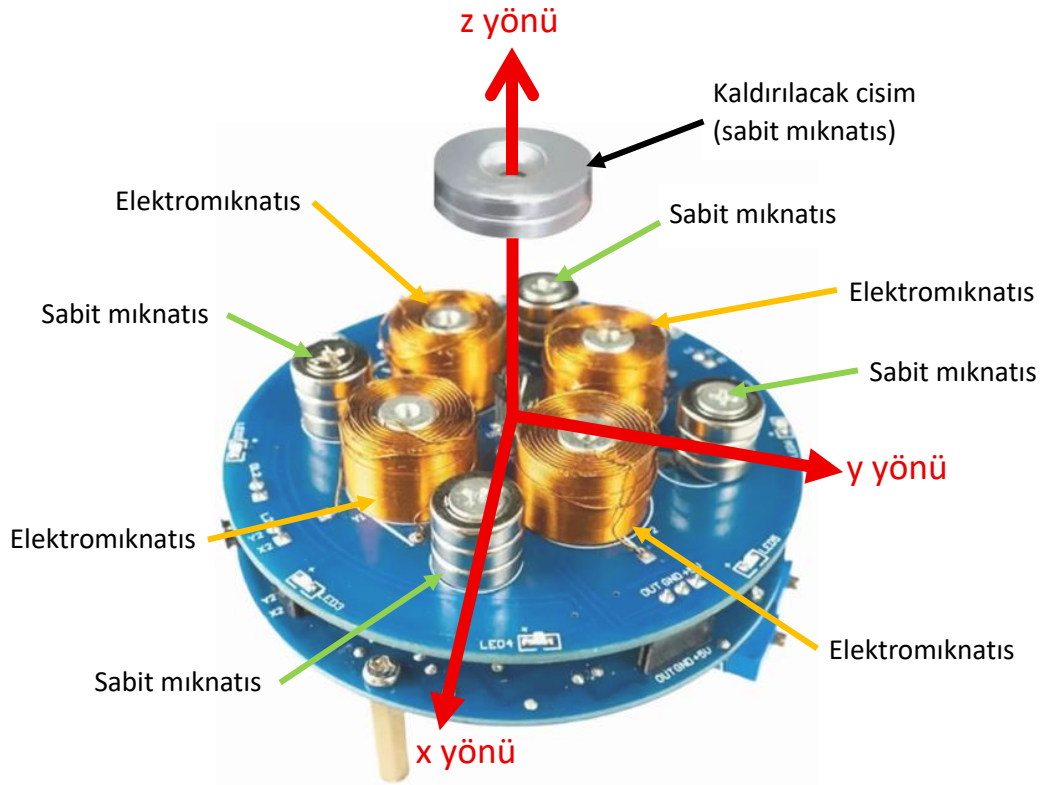


ELE 301 KONTROL SİSTEMLERİ 2025-2026 GÜZ DÖNEMİ PROJESİ

Projenin Tanımı

Projenin amacı, küçük bir cismi elektromıknatıslar kullanarak bir platformun merkezinde istenilen yükseklikte kararlı bir şekilde havada tutacak bir kontrol sistemi tasarlamaktır.



Proje ile İlgili Bazı bilgiler

- Havada tutulacak cisim bir sabit mıknatıs olacaktır. 5 gram ile 50 gram arasında olmak şartıyla istediğiniz biçim ve ağırlıkta olabilir. (Örneğin disk şeklinde 10 gramlık bir neodimyum mıknatıs gibi.) Platform istenilen boyut ve malzemeden olabilir.
- Cismi merkez konuma getirmek ve havada tutmak için elektromıknatıslar kullanan bir kontrol sistemi tasarlanacaktır.
- Tipik bir konfigürasyon yukarıdaki şekilde gösterilmiştir. Platformun merkezi çevresinde dört adet elektromıknatıs bulunur. Bunların etrafında birkaç sabit mıknatıs (veya bir sabit mıknatıs halka) bulunur. Uygun sensörler ile cismin x, y ve z eksenlerindeki pozisyonu belirlenir. Cismi merkeze ve istenilen yüksekliğe getirecek şekilde elektromıknatısların gücü ve polaritesi bir kontrol sistemi (mesela PID) ile ayarlanır.
- Şekildeki konfigürasyon örnek olarak verilmiştir, başka uygun bir yapı da kullanabilirsiniz. Gerekli araştırmaları yaparak verilen örnek yapı veya seçeceğiniz farklı bir yapı için tasarım detaylarını ve çalışma mantığını kavrayarak raporunuzda anlatmanız beklenmektedir.

- Elektromıknatıslar ve sabit mıknatıslar cisme sadece aşağıdan etki edecektir. Cismin yukarısına konulmayacaklardır.
- Cismin merkezden olan sapması (x, y pozisyonları) ve yüksekliğini (z pozisyonunu) ölçmek için istenilen türde (manyetik (hall effect), ultrasonik, kızılötesi, lazer, optik vs.) ve sayıda (1, 2, 3, 4, 10, 20 vs.) sensör kullanılabilir.
- Öğrenciler cismi başlangıçta kendileri istedikleri bir konuma yerleştirebilirler; örneğin mümkün olduğu kadar merkeze yakın ve yükseklik 2 cm civarı gibi. Bundan sonra sistem otomatik olarak cismi merkezde ve istenilen referans yükseklikte tutacaktır.
- Referans yükseklik 1-4 cm arasında gerçek zamanlı olarak değiştirilebilmelidir. x-y düzleminde ise referans takip etme durumu yoktur, hep merkezde tutulacaktır.
- Elektromıknatıslar hazır alınabilir veya öğrenciler bir manyetik çekirdek (nüve, core, polepiece) etrafına kendileri bobin teli sararak da yapabilirler. Manyetik çekirdek için yumuşak demir malzeme ideal olur ama kalın civatalar (M8, M10, M12 vs.) da iş görebilir. Bu tarz bir proje için elektromıknatısların 12-24 V DC voltaj ve 0.5-2 A gibi akım değerleri olacağı tahmin edilebilir ama tasarımınıza göre farklılıklar olabilir.
- Demo sırasında harici bir güç kaynağı verilmeyecektir, gerekli gücü prizden veya bataryadan kendiniz sağlamalısınız. DC voltaj sağlamak için hazır adaptörler, piller, bataryalar vs. kullanılabilir. Gerekli akımı verebildiğinden emin olunmalıdır. Daha yüksek akımlar için küçük SMPS kaynaklar (mesela LEDler için olanlar) da alabilirsiniz ancak kapalı kutu ve korumalı olmalıdır. Elemanların açıkta durduğu (açık tip), 220 V tarafında kablolama yapılması gereken, yüksek voltaj tehlikesi barındıran güç modüllerinin kullanılması tehlikeli ve yasaktır. Yine de çok fazla (mesela toplam 8-10 A fazlası) akıma ihtiyaç oluyorsa tasarımı gözden geçirmeniz iyi olabilir.
- Elektromıknatısları sürmek için sürücü devresini kendiniz yapabilirsiniz (MOSFET'ler vs. ile) veya hazır alabilirsiniz. Örneğin L298N, BTS7960, TB6612FNG vb. hazır motor sürücü kartları ile elektromıknatısları sürebilirsiniz ancak akım ve diğer gereksinimlerinize dikkat ediniz.
- Elektromıknatıslara uzun süre sabit DC voltaj verilmesi aşırı ısınma (ve buna bağlı güçte azalma ve başka sorunlar) yaratabileceğinden PWM (pulse width modulation) tabanlı yaklaşımların kullanılması daha uygun olur. Buna rağmen yine de aşırı ısınma oluyorsa ısı emici, harici fan vb. yaklaşımlar ile soğutmayı düşünebilirsiniz.
- Sistemin kontrolü için herhangi bir mikroişlemci, geliştirme kartı (Arduino, Raspberry vs.) kullanılabilir. Kontrolcü algoritması bir bilgisayar (PC, Mac vb.) üzerinde çalıştırılmaz. Mutlaka donanıma (Arduino, Raspberry vb.) gömülmelidir.
- Tasarlanması istenilen kontrolcü algoritmaları şunlardır: Aç-kapa kontrol, P kontrol, PI kontrol, PD kontrol, PID kontrol. Bunlardan hangisinin kullanılması istendiği arayüz yardımıyla seçilecektir. İstenilen referans yükseklik de yine arayüz yardımıyla girilecektir. Bunlar sistemin çalışması esnasında değiştirilebilmelidir (yeniden başlatma, tekrar kod derleme, gömme vs. yapmadan). x-y düzleminde referans verilmeyecektir, her zaman merkezde tutacaktır, ancak bu eksenlerdeki kontrolcü türü de yine arayüzden değiştirilebilmelidir.
- Arayüz donanımını istediğiniz şekilde (LCD ekran, tuş takımı, dokunmatik ekran, butonlar, anahtarlar, potansiyometreler vs. kullanarak) tasarlayabilirsiniz.

- Kontrolcü algoritmaları sizler tarafından tasarlanmalı ve kodlanmalıdır. Hazır PID kontrolcü kartları veya kütüphaneleri kullanılamaz.
- Projeye benzer bazı örnekler görmek için internette *magnetic levitation control system project* gibi anahtar sözcüklerle arama yapabilirsiniz. Fakat bu projenin isterleri ile internette yapılmış olanlar farklılık gösterecektir, lütfen bulduğunuz örnekleri birebir kopyalamayın, bunlardan fikir alarak bir yol çizin ve en baştan kendiniz yapın.
- Tasarım ve kodlarınız özgün olmalıdır. İnternetteki hazır tasarım ve kodların direkt olarak aynısını yapmak veya yaptırmak kopya olarak değerlendirilir. Ayrıca her grup kendi tasarımını yazacak ve kodlarını yazacaktır, gruplar arası aşırı benzerlikler de kopya olarak değerlendirilir.
- İnternette hazır bazı manyetik levitasyon kitleri, deney setleri bulunmaktadır ancak bunlar satın alınıp proje olarak verilemez. Bunlardaki hazır donanımı kullanma ama sadece yazılımı değiştirme, kendi mikroişlemcinizi kodlayarak hazır kurulu donanım üzerindeki elektromıknatısları oradan besleme vb. yaklaşımlar da kabul edilmeyecektir. Projenin hem donanım hem yazılım kısımları sizler tarafından yapılmalıdır. (Hazır alınmasına müsaade edilebilecek bazı elemanlar önceki maddelerde belirtilmiştir.)

Projenin Gerçekleştirilmesi, Teslimi ve Değerlendirilmesi ile İlgili Bilgiler

- Gruplar minimum 2 maksimum 3 kişiden oluşabilir.
- Proje en geç **18 Aralık 2025** tarihine kadar tamamlanıp teslim edilmelidir. Proje teslim tarihi elbette finaller dönemine denk gelmektedir çünkü harf notlarının teslimi için finaller bitiminden sonra çok kısa bir süre mevcuttur. Bu tarih size verebileceğimiz en geniş süredir. Lütfen baştan bu durumu düşünerek projeyi yapıp yapmama kararınızı veriniz. Projeyi yapmaya karar vererseniz dönem içinde düzenli olarak üzerinde çalışmalısınız. Projeye geç başlayıp sonra yetişmediği, finallerden vakit kalmadığı iddia edilerek yapılan ek süre taleplerine maalesef olumlu yanıt veremiyoruz.
- Projesini tamamlayan grup teslimin tarihinden önce dersin asistanı ile iletişim kurarak projesini sunacağı bir zaman için randevu almalıdır ve gelirken aşağıdakileri getirmelidir:
 - Proje düzeneği.
 - Yapılan çalışmaları ve elde edilen sonuçları anlatan bir rapor.
 - Proje raporunu, program kodlarını ve projenin çalıştığını gösteren bir videoyu içeren bir CD ya da USB. Buradaki çekimde projenin tüm detayları anlatılıp testler gösterilmelidir.
- Proje sunumunda tüm grup üyeleri bulunmalıdır, sunuma gelmeyen grup üyesi projeden sıfır notu alacaktır.
- Gruplardaki her öğrenci ayrı ayrı değerlendirilecek ve notlandırılacaktır. Grup üyeleri arasında elbette iş bölümü olacaktır ancak bu iş bölümü dengeli olmalıdır. Ayrıca her öğrenci, projenin her kısmından (o kısmı başka bir grup üyesi yapmış olsa bile) sorumludur ve sunumda sorulacak soruları cevaplandırabilmelidir. *“Ben sadece*

mekanik tasarımı yaptım, kontrolcü tasarımı bilmiyorum, programlamadan anlamam.” tarzı cevaplar kabul edilmeyecek ve düşük not alınmasına sebep olacaktır.

- Projenin yüksek puan almasını sağlayacak bazı değerlendirme kriterleri şu şekildedir:
 - Cismin çok fazla salınım yapmadan merkezde ve istenilen yükseklikte tutulabilmesi. (**Not:** Her kontrolcü türünde bu mümkün olmayabilir. Olmuyorsa nedenini açıklayabilmeniz beklenmektedir.)
 - Sisteme bozucular verildiğine (cismin sağa, sola, yukarı, aşağı hafifçe ittirilmesi, üzerine biraz ek ağırlık eklenmesi vs.) tekrar istenilen konuma dönebilmesi. (**Not:** Her kontrolcü türünde bu mümkün olmayabilir. Olmuyorsa nedenini açıklayabilmeniz beklenmektedir.)
 - Sunumda sorulacak sorulara verilen tatmin edici cevaplar.
 - Çalışmanın raporunun olabildiğince açık, anlaşılır ve göze hoş gelen bir akışının olması.
 - Yapılacak sistemin teknik yeterliliği dışında tasarıma ve kullanışlılığa da puan verilecektir. Bu yüzden sunacağınız nihai ürünün derli toplu ve güzel görümlü olması avantajınıza olacaktır.
- Projeye ilgili planlama, değerlendirme ve notlandırma dersin asistanı tarafından yapılacaktır.
- Proje ile ilgili her türlü iletişimizi dersin asistanına yollayınız ve bilgisi olması için dersin hocasına da kopyalayınız (CC yapınız). Epostalar:
emrecelil999@gmail.com
kasnakoglu@gmail.com
- Lütfen iletişimizi tek epostada tüm adrese birden yollayınız. Adreslere ayrı ayrı atılan, sadece asistana atılan, sadece dersin hocasına atılan epostalar koordinasyon sorunlarına yol açabilir ve cevapsız kalabilir.