

DOĞRUSAL OLMAYAN MAGNETİK LEVİTASYON SİSTEMİ

BLOK DİYAGRAMI VE SİMULİNKTE UYGULANMASI

İÇİNDEKİLER

DOĞRUSAL OLMAYAN MAGNETİK LEVİTASYON SİSTEMİ.....	1
1. Giriş	2
2. Levitasyon nedir?	2
3. Magnetik Levitasyon nedir?	2
4. Magnetik Levitasyonun Elektriksel Modeli	2
5. Magnetik Levitasyonun Matematiksel Modeli	3
6. Sistemin Simulink Blok Diyagramı Modeli	4

1. Giriş

Bu çalışmada manyetik levitasyon sisteminin matematiksel modeline dayanan “Doğrusal Olmayan Manyetik Levitasyonun Simülasyon Modeli” verilmiştir.

2. Levitasyon nedir?

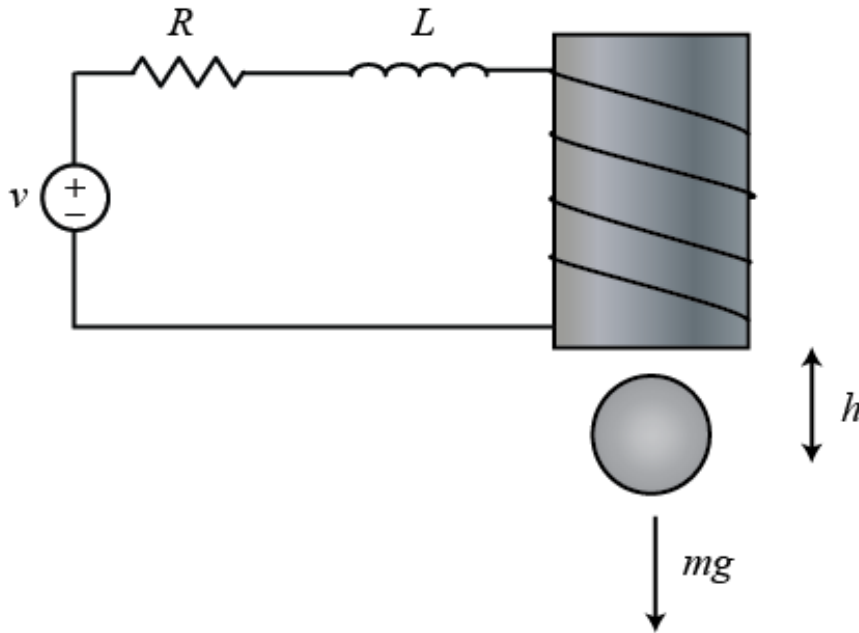
Ağırlığı olan bir nesnenin mekanik bir destek almadan havada asılı kalması veya belirli bir alanda hareket etmesi olayına **levitasyon** denir.

3. Magnetik Levitasyon nedir?

Levitasyon çeşitlerinde en yaygını manyetik levitasyondur. Manyetik levitasyon, bir iletken cismin manyetik alanda etkileşime girmesi sonucu çeşitli kuvvetler ile havada asılı kalmasıdır. Kısaca manyetik alan ile yer çekimine karşı koyma işlemi diyebiliriz. Manyetik levitasyon doğrusal ve doğrusal olmayan olarak iki ayrılır. Bu çalışmada ele aldığımız doğrusal olmayan modeldir.

4. Magnetik Levitasyonun Elektriksel Modeli

Şekil-1 de görüldüğü gibi sistemin eşdeğer devresinde, ferromagnetik çekirdeğe sarılmış bobinin içinden V kaynağında oluşan gerilimden dolayı bobinden i akımı geçer, sistemde R direnci ve L endüktansı oluşur.



Şekil-1 Elektriksel Model

5. Magnetik Levitasyonun Matematiksel Modeli

Sistemin temel olarak matematiksel ifadesi şu şekildedir;

$$F_a = F_m - F_g \quad \text{denklem-1}$$

$$V = Ri + \frac{L di}{dt} \quad \text{denklem-2}$$

$$F_a = \text{ivme kuvveti} \left(\frac{m(d^2 y)}{dt^2} \right) \text{ [N]} \quad \text{denklem-3}$$

$$F_m = \text{elektromanyetik kuvvet} \left(\frac{k i^2}{y^2} \right) \text{ [N]} \quad \text{denklem-4}$$

$$F_g = \text{yer çekimi ivmesi} (mg) \text{ [N]} \quad \text{denklem-5}$$

$$F_{fv} = \text{sönümlenme sabiti} \left(k_{fv} \frac{dy}{dt} \right) \text{ [N]} \quad \text{denklem-6}$$

Her güç için denklemdeki ilişkinin yerine konmasından ve bir sönümlenme kuvveti (denklem-6) eklenmesinden sonra, ikinci dereceden doğrusal olmayan diferansiyel denklem ile açıklanan top ve bobin alt sisteminin matematiksel modeli elde edilmiştir (denklem-7):

$$\underbrace{m_k \ddot{x}(t)}_{F_a} - \underbrace{k_{fv} \dot{x}(t)}_{F_{fv}} = \underbrace{\frac{i(t)^2 k_c}{(x(t) - x_0)^2}}_{F_m} - \underbrace{m_k g}_{F_g} \quad (\text{denklem-7})$$

Denklemdeki ifadelerin açıklamaları;

$i(t)$ – elektrik akımı [A]

$x(t)$ – top pozisyonu [m]

m_k – topun ağırlığı [kg]

k_c – bobin sabiti [A/V]

x_0 – bobin offseti [m]

g – yerçekimi ivmesi [m/s²]

k_{fv} – sönümlenme sabiti [N/m.s]

Topun manyetik alandaki konumu, yükseltilen güçten üretilen elektrik akımı $i(t)$ ile kontrol edilir. Yükseltilmiş güç, sabit akım kaynağı olarak tasarlanmıştır ve Fz aktarım işlevi tanımlanmıştır(denklem-8):

$$Fz = \frac{I(s)}{U(s)} = \frac{k_i}{T_a s + 1} \quad (\text{denklem-8})$$

$I(s)$ - elektrik akımı görüntüsü $i(t)$

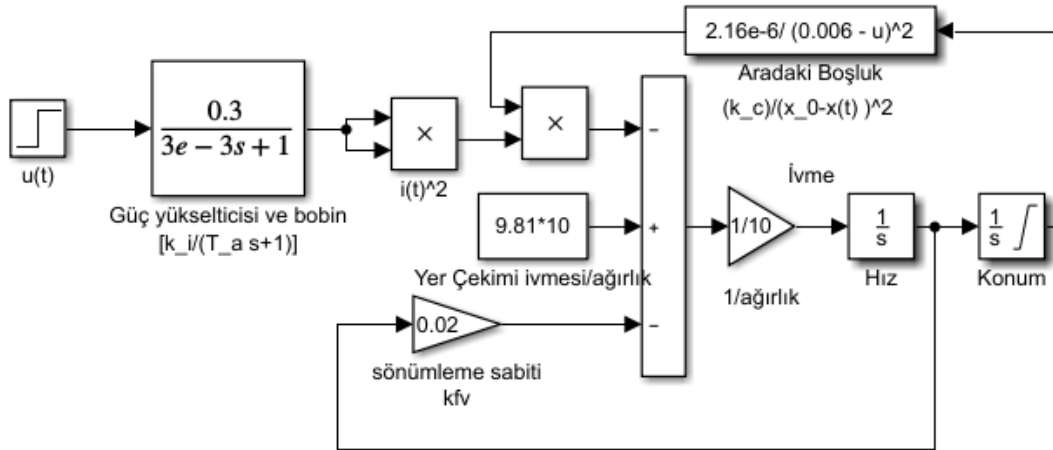
$U(s)$ – giriş voltajı görüntüsü $u(t)$

k_i – bobin ve yükseltici kazancı [A/V]

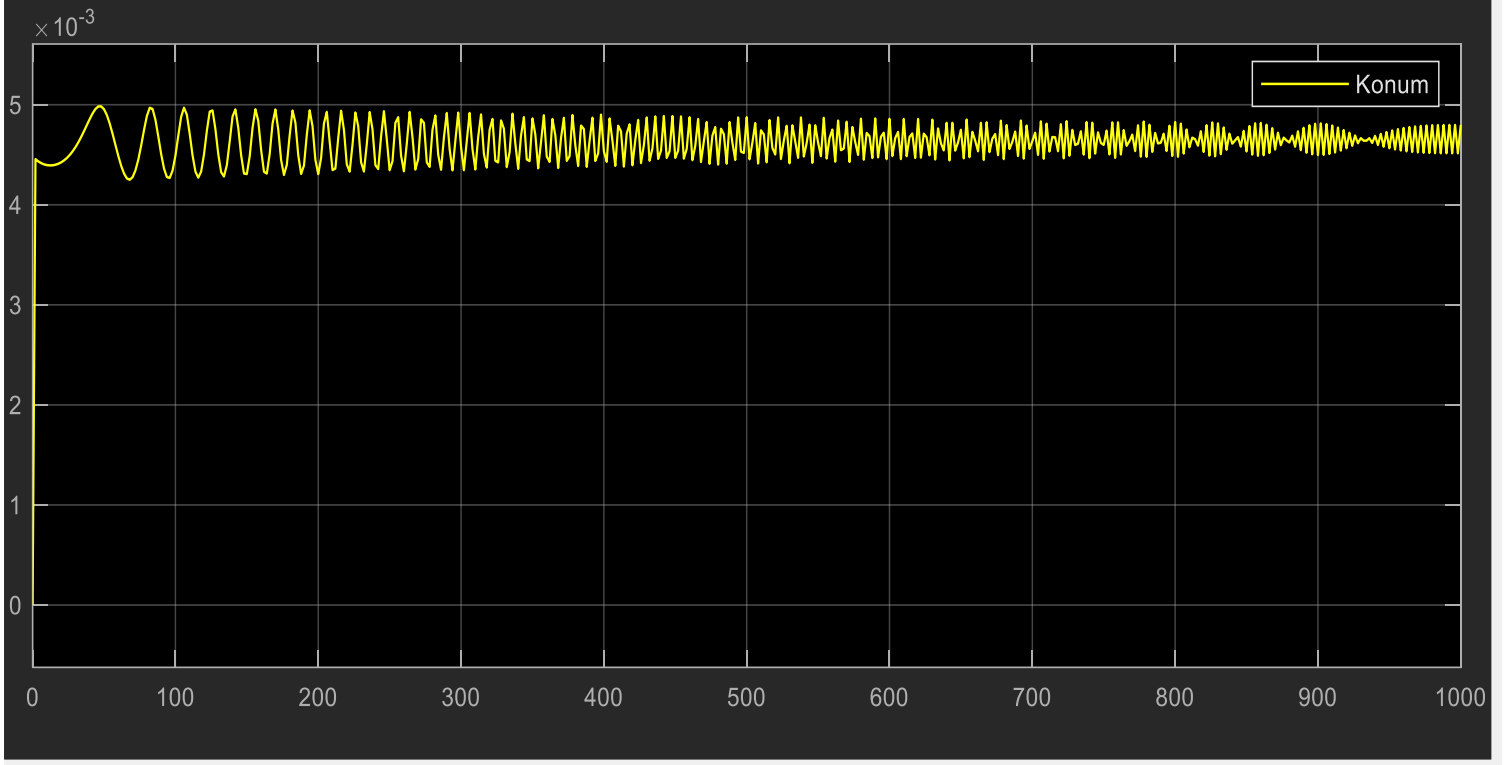
T_a - bobin ve yükseltilmiş zaman sabiti [s]

6. Sistemin Simulink Blok Diyagramı Modeli

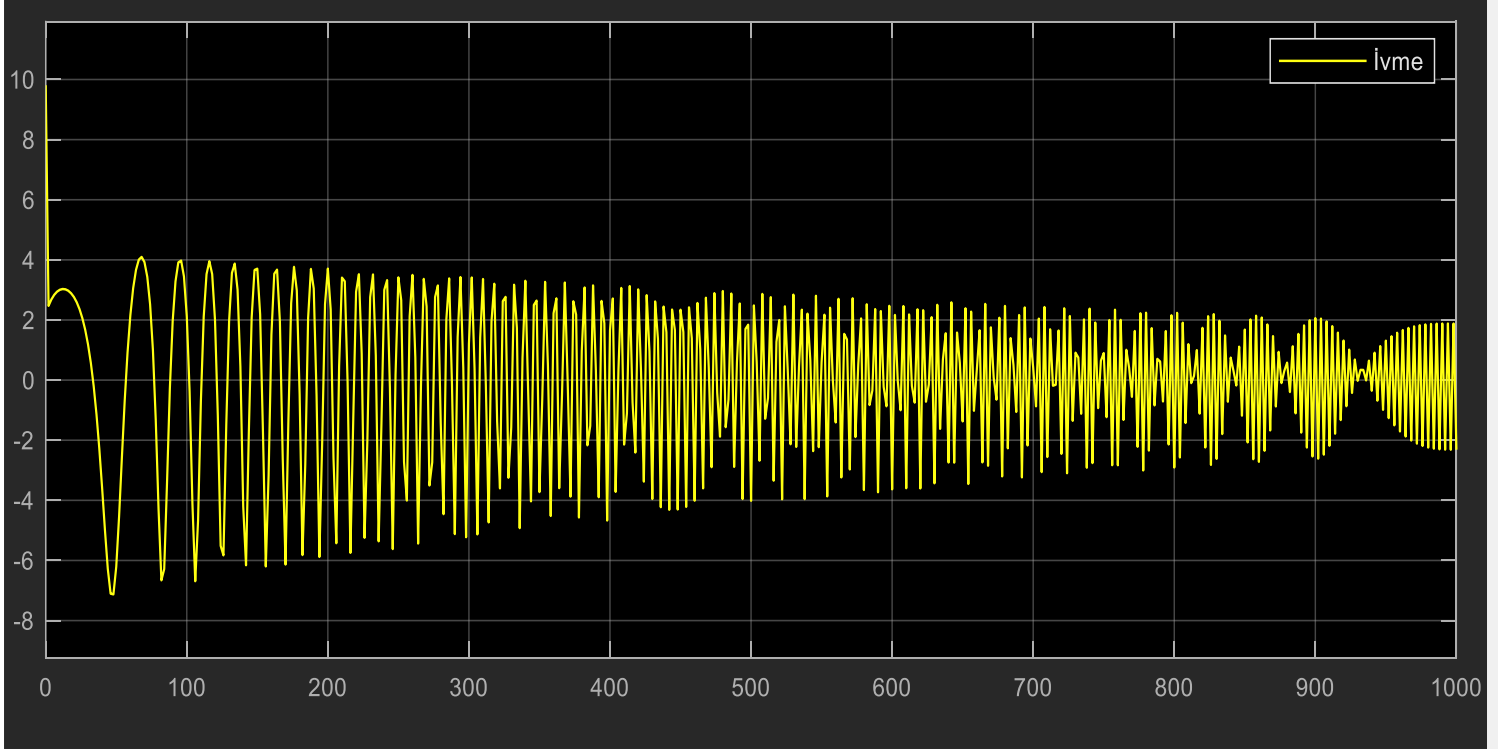
Şekil-2’de açıklamalarıyla sistemin blok diyagramı, Şekil-3’de sistemin konum grafiği, Şekil-4’de ivme grafiği, Şekil-5’de hız grafiği ve Şekil-6’da ise top ile bobin arasındaki boşluk grafiğini vermektedir.



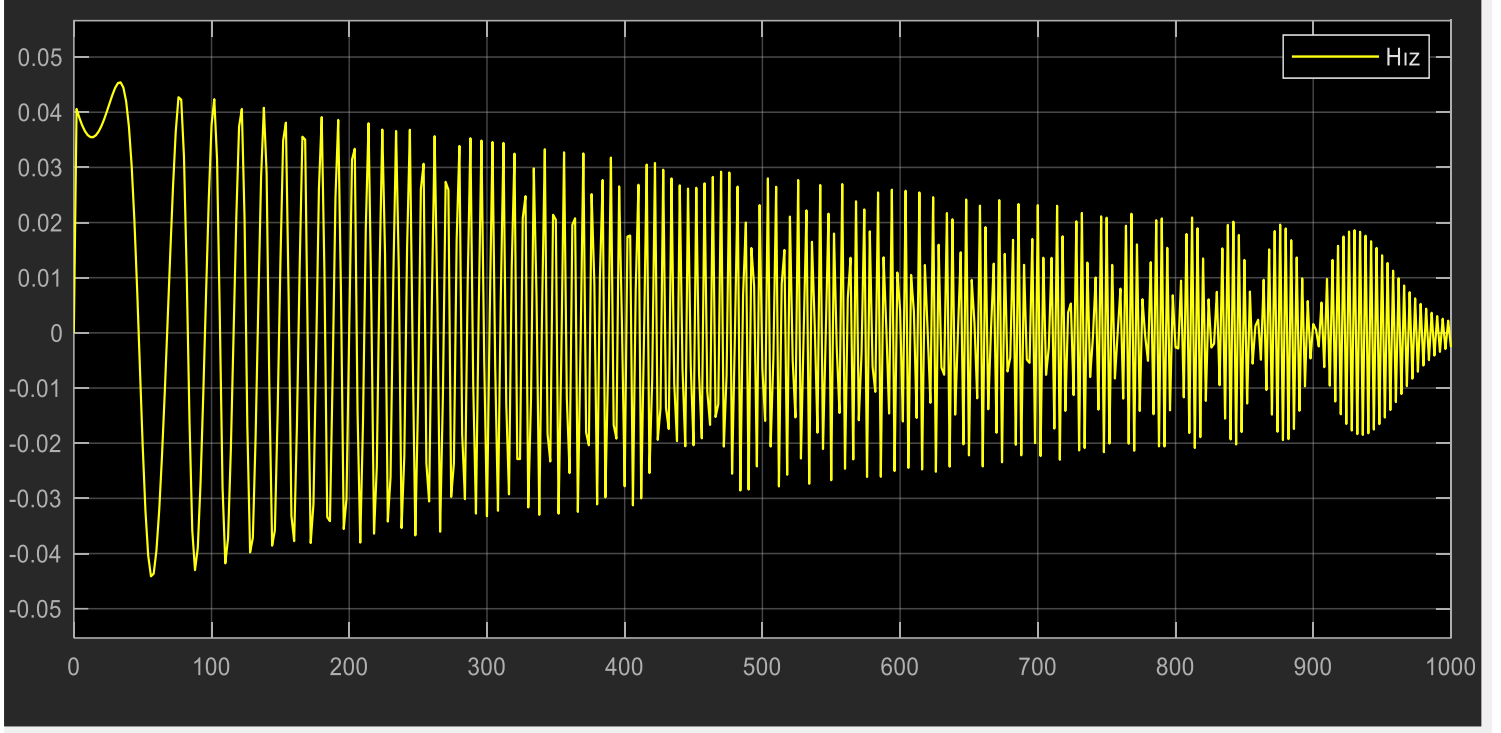
Şekil-2 Blok Diyagramı



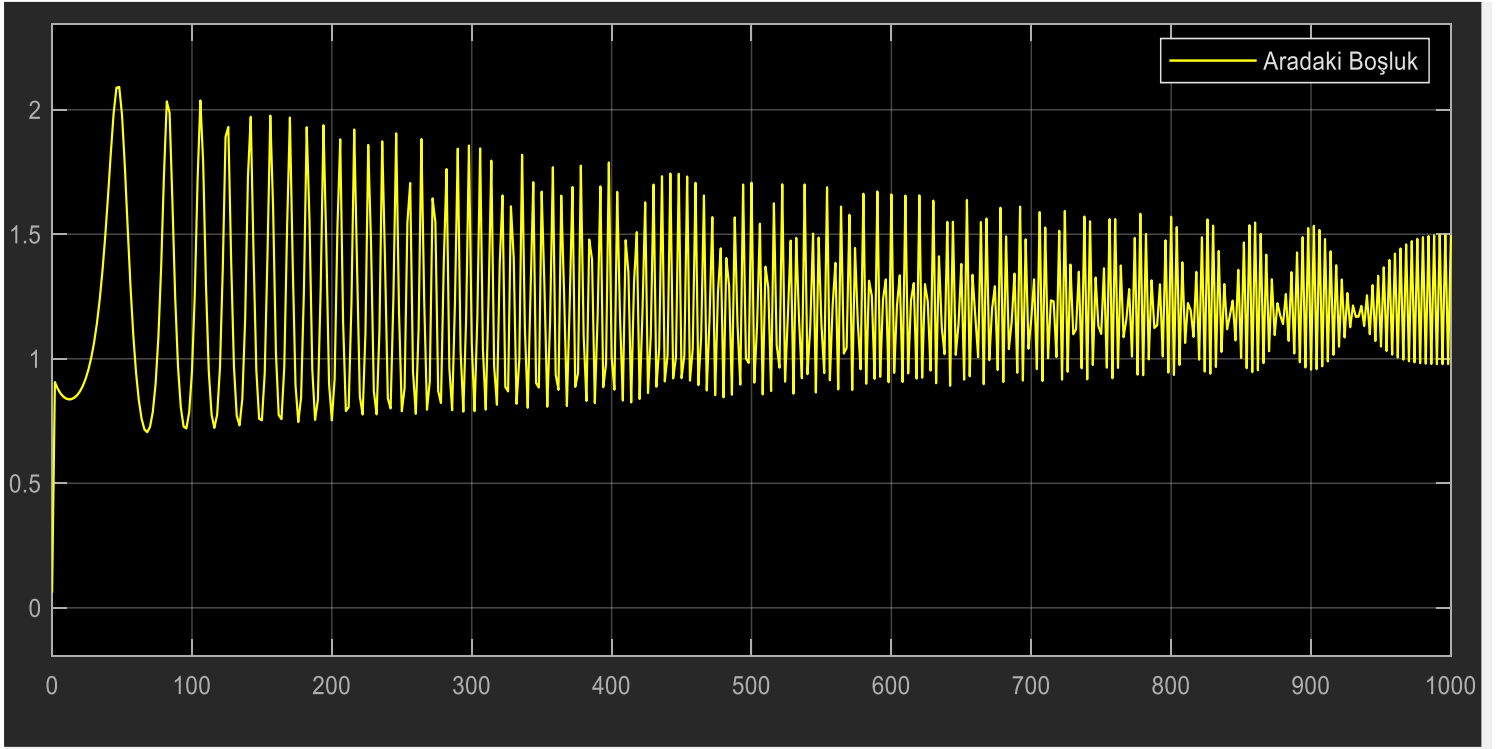
Şekil-3 Konum Grafiği



Şekil-4 İvme Grafiği



Şekil-5 Hız Grafiği



Şekil-6 Aradaki Boşluk