



Elektrik Devreleri

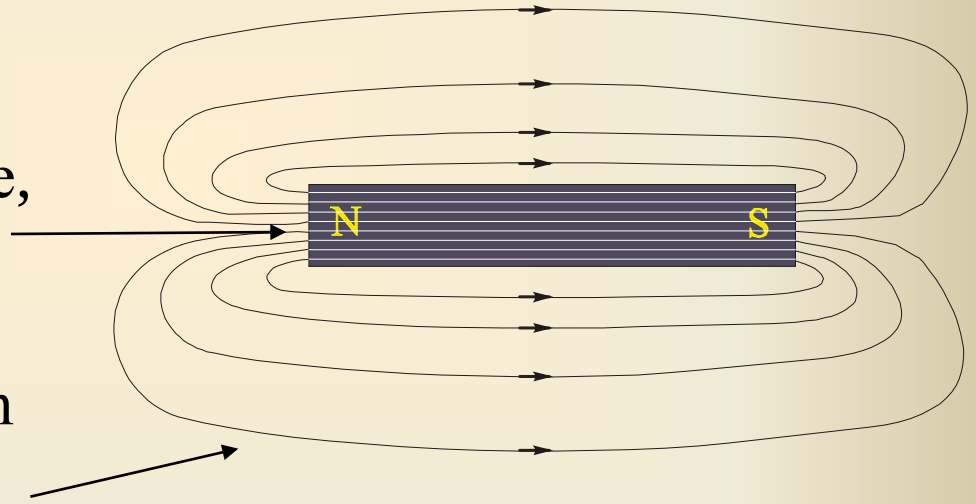
Bölüm 10

Manyetik Nicelikler

Manyetik alanlar, manyetik alanı gösteren akı çizgileriyle temsil edilir.

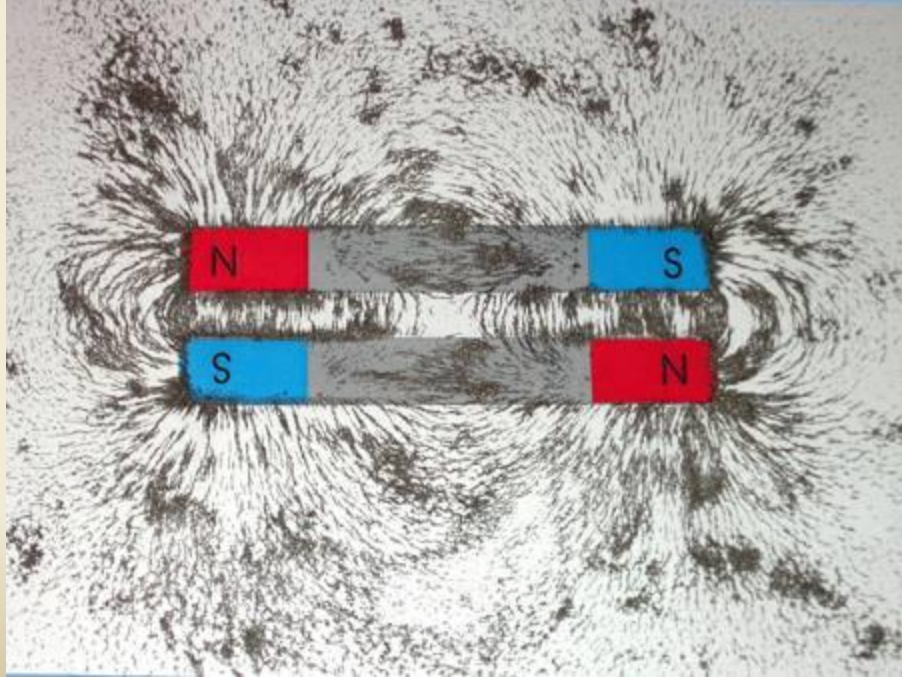
Çizgilerin birbirine yakın olduğu yerlerde, akı yoğunluğu daha fazladır.

Çizgilerin birbirinden daha ayırık olduğu yerlerde akı yoğunluğu daha düşüktür.



Manyetik Nicelikler

Manyetik akı çizgileri görünmez, ama etkileri manyetik alana serpiştirilen demir tozlarının yönlendirilmesiyle gözlemlenebilir.

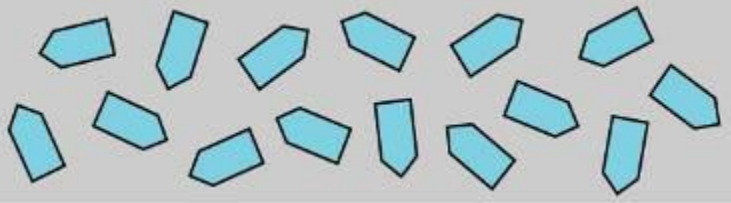


Bölüm 10

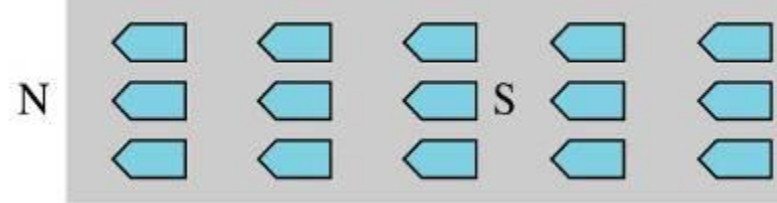
Manyetik Malzemeler

Demir, nikel ve kobalt gibi ferromanyetik malzemeler başlangıçta rastgele yönlerde manyetik kutuplara sahiptir. Ama bir manyetik alana yerleştirildiklerinde hizalanırlar ve böylece mıknatıslanma etkisi ortaya çıkar.

N: kuzey kutbu S: güney kutbu



(a) Manyetik kutuplar, eğer malzeme manyetize edilmemişse rastgele yönlerde dirler.



(b) Manyetik kutuplar, malzeme manyetize edilirse hizalanırlar.

Manyetik Nicelikler

Akının birimi **weber**, akı yoğunluğu birimi ise, **weber/m²** dir; **tesla(T)** olarak da tanımlanır ve bu birim daha fazla yaygındır.

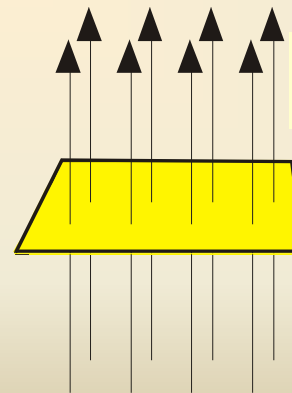
Akı yoğunluğu yandaki denklemle verilir: burada

$$B = \frac{\Phi}{A}$$

B = akı yoğunluğu (T)

Φ = akı (Wb)

A = alan (m²)



Akı çizgileri (Φ)

Alan (m²)

$$\Phi = B A \cos \alpha$$
$$\cos \alpha = 1$$

Manyetik Nicelikler

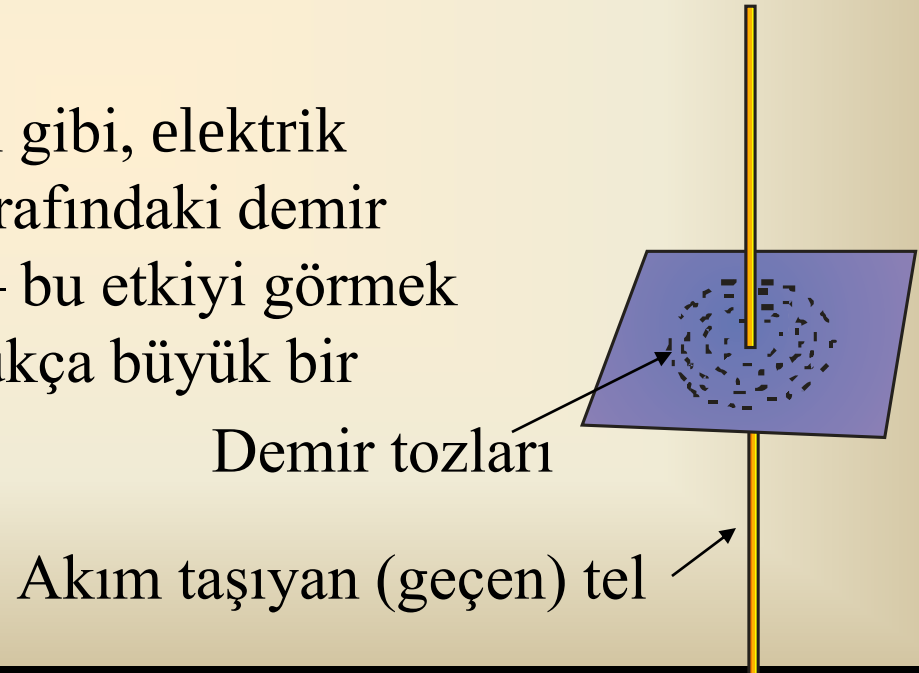
Örnek: Eğer akı 4 mWb ise, 8 mm e 10 mm lik bir dikdörtgensel (demir) çekirdekteki akı yoğunluğu ne olur?

$$B = \frac{\Phi}{A}$$

$$B = \frac{4 \times 10^{-3} \text{ Wb}}{(8 \times 10^{-3} \text{ m})(10 \times 10^{-3} \text{ m})} = 50 \text{ Wb/m}^2 = 50 \text{ T}$$

Manyetik Nicelikler

- Akım taşıyan bir telin etrafında manyetik akı çizgileri oluşur.
- Şekilde gösterildiği gibi, alan çizgileri eşmerkezli daireler şeklindedir.
- Mıknatıslanmış çubuktaki gibi, elektrik akımının etkileri de telin etrafındaki demir tozlarıyla gözlemlenebilir – bu etkiyi görmek için telden geçen akım oldukça büyük bir değere sahip olmalıdır.



Manyetik Nicelikler

- **(Manyetik) Geçirgenlik (μ)**, verilen bir malzemenin manyetik alandaki mıknatıslanma özelliğinin derecesidir. **Amper-tur metre** başına **weber** birimiyle ölçülür.
- Referans olarak kullanılan **vakumun (uzayın, boşluğun)** geçirgenliği (μ_0) $4\pi \times 10^{-7}$ **amper-tur metre** başına **weber** dir.
- **Bağıl (Görelî) Geçirgenlik (μ_r)** mutlak geçirgenliğin boşluğun geçirgenliğine oranıdır.

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}$$

Manyetik Nicelikler

- **Manyetik direni (Reluctance) ($\mathcal{R}$)**, bir malzemedeki manyetik alanın kuruluma karşı direnme diye tanımlanır.

$$\mathcal{R} = \frac{l}{\mu A}$$

$\mathcal{R}$ = manyetik direni (A-t/Wb)

l = yolun uzunluğu (m)

μ = geçirgenlik (Wb/A-t m).

A = alan (m²)

Manyetik Nicelikler

- Hatırlanacağı gibi, manyetik akı çizgileri akım geçen telin etrafını sarmalar. Bobin, bu akı çizgilerini güçlendirir (pekiştirir) ve yoğunlaştırır.
- Bobindeki sarım sayısına ve akıma bağlı olarak manyetik akının oluşmasına sebep olan manyetomotor kuvvet (mmk):

$$F_m = NI$$

F_m = manyetomotor kuvvet (A-t)

N = bobindeki telin sarım sayısı (t)

I = akım (A)

Manyetik Nicelikler

- Manyetik devre için Ohm kanunu

$$\phi = \frac{F_m}{\mathcal{R}}$$

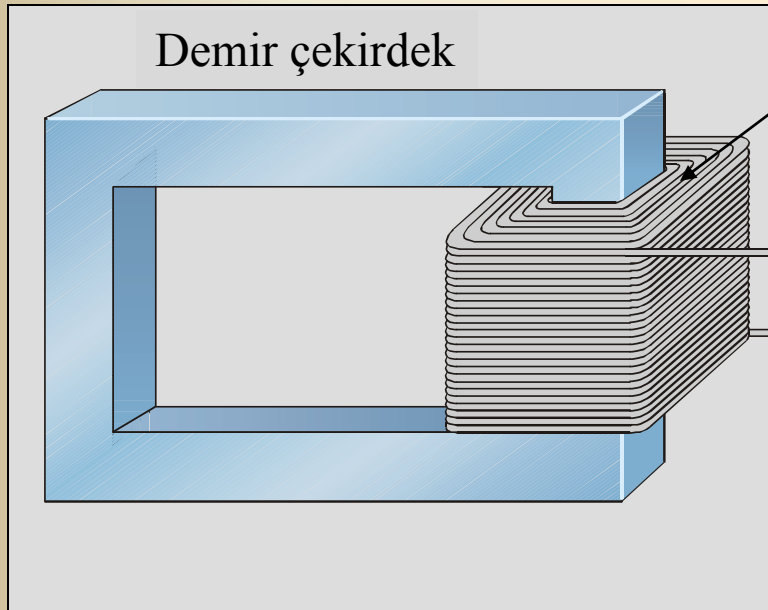
- akı (ϕ), akımın karşılığı
- manyetomotor kuvvet (F_m), emk (gerilimin) karşılığı
- manyetik direni ($\mathcal{R}$), direncin karşılığıdır.

Problem: 100 mA lik akım geçen ve 300 sarımlık bobine sahip olan bir demir çekirdeğin manyetik direnisi 1.5×10^7 A-t/Wb ise, akı ne olur?

2.0 μ Wb

Manyetik Nicelikler

- Manyetomotor kuvvet (mmk) fiziksel anlamda gerçek bir kuvvet değildir, ama bir demir çekirdekte veya diğer malzemelerde akının oluşmasına sebep olur.



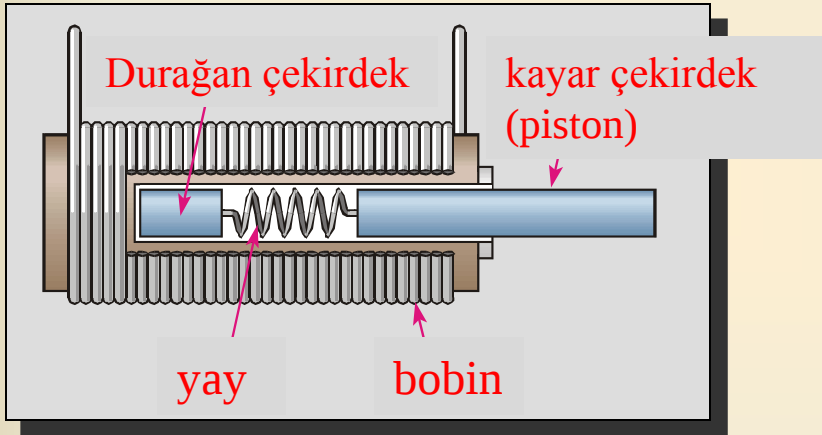
Bobinden geçen akım demir çekirdekte akıya sebep olur.

Eğer 250 sarımlı bir bobin 3 A e sahipse mmk ne olur?

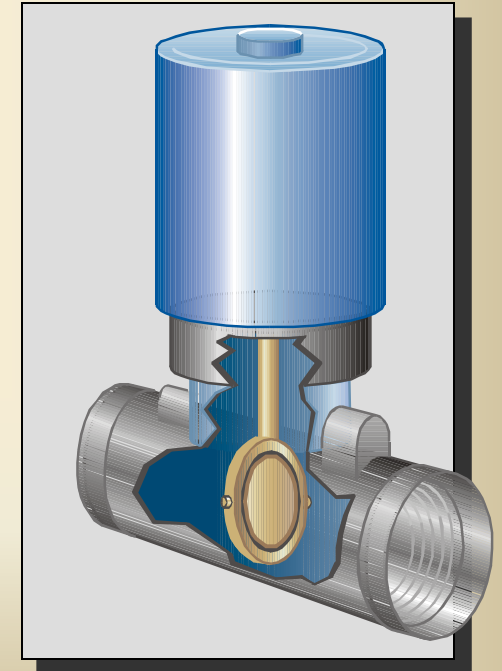
750 A-t

Dolanaçlar

- Dolanaç (**solenoid**) elektrik işaretinden mekanik bir hareket üretir.



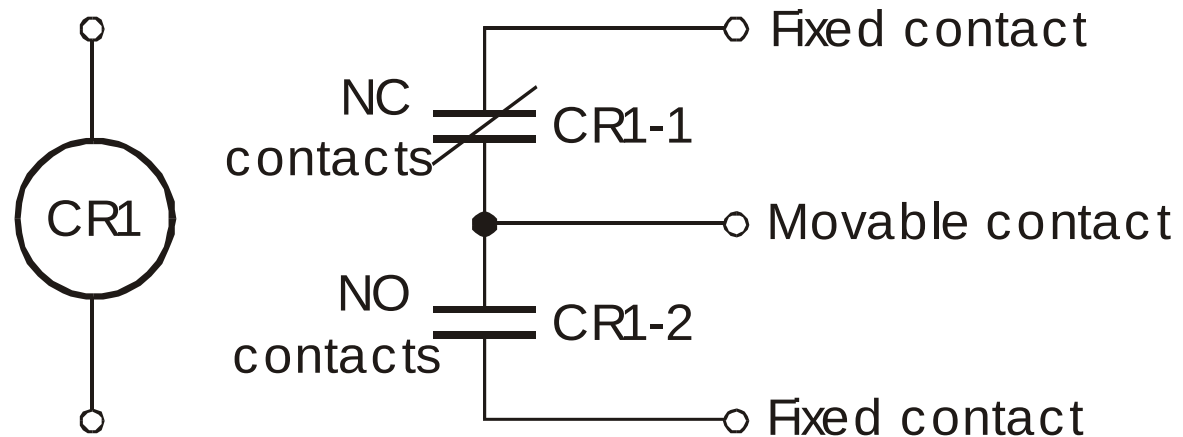
Sulama sistemleri gibi, bir boru içersindeki sıvı akışını uzaktan kontrol etme işleminde kullanılan vanalar örnek bir uygulama olarak verilebilir.



Röleler

- **Röle** elektriksel olarak kontrol edilen bir anahtardır; bobin üzerindeki küçük bir kontrol gerilimi, yüksek akımlarda çalışan anahtarları kontrol edebilir.

Alternatif şematik sembol



- **Manyetik alan şiddeti** manyetik bir yolun birim uzunluğu başına düşen manyetomotor kuvvettir.

$$H = \frac{F_m}{l} \quad \text{veya} \quad H = \frac{NI}{l}$$

H = Manyetik alan şiddeti (A-t / m)

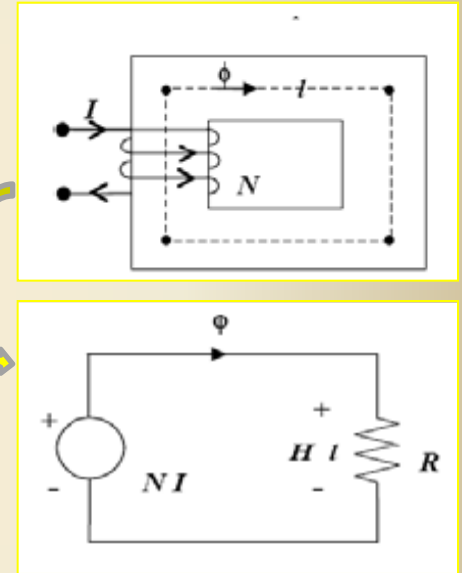
F_m = manyetomotor kuvvet (A-t)

l = yolun ortalama uzunluğu (m)

N = sarım sayısı (t)

I = akım (A)

- Manyetik alan şiddeti, bir malzemedeki belirli bir akı yoğunluğunu oluşturma işlemini gerçekleştiren bir giriş akımının çabasını temsil eder.



Manyetik Nicelikler

- Eğer bir malzeme manyetik geçirgense, o zaman manyetik alan şiddetine bağlı olarak daha büyük bir akı yoğunluğu meydana gelecektir. B (akı yoğunluğu) ile H (manyetik alanı oluşturma çabası) arasındaki ilişki

$$B = \mu H$$

μ = manyetik geçirgenlik (Wb/A-t m).

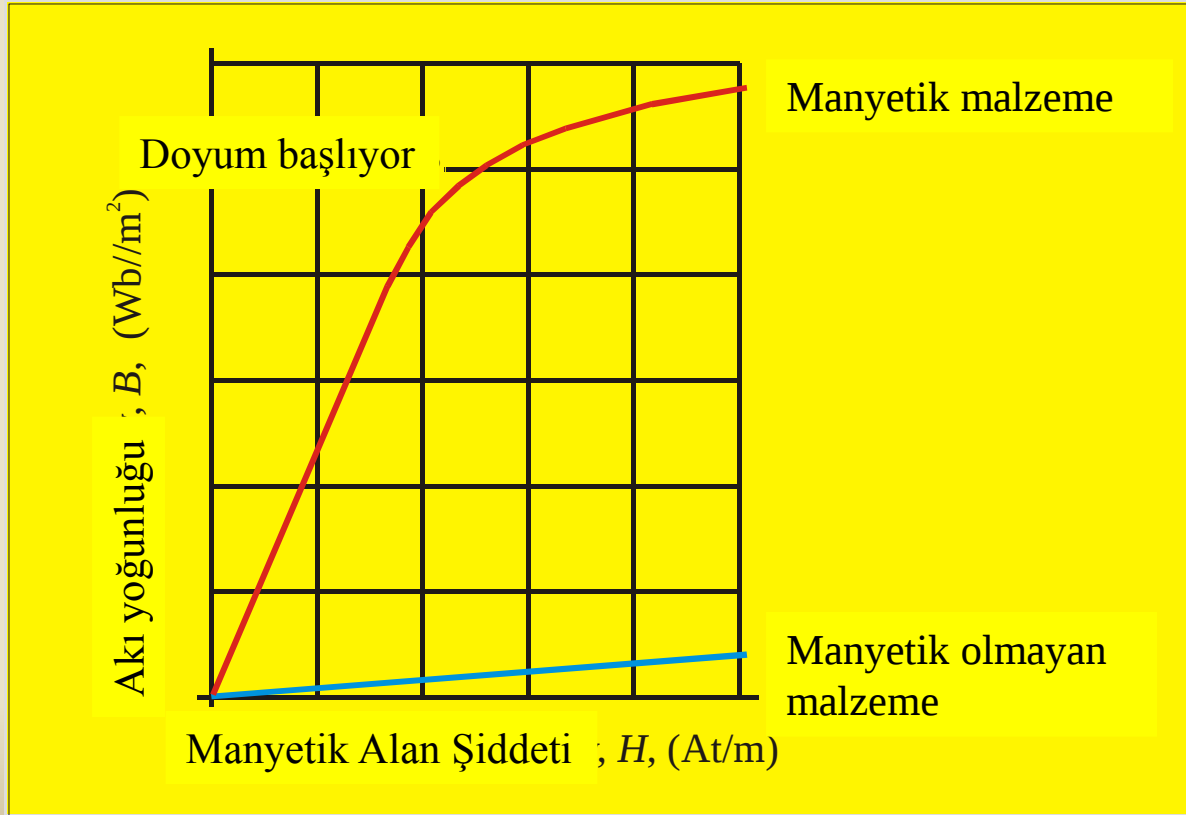
H = Manyetik alan şiddeti (A-t / m)

- B ile H arasındaki bu ilişki doygunluk oluncaya kadar geçerlidir, bu durumda H daki daha fazla artış, B üzerinde herhangi bir etkiye sahip olmaz.

Bölüm 10

Özet

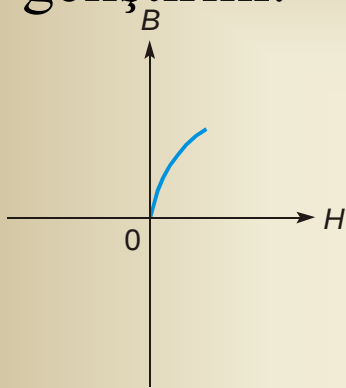
- Grafikte gösterildiği gibi, akı yoğunluğu, hem malzemeye ve hem de manyetik alan şiddetine bağlıdır.



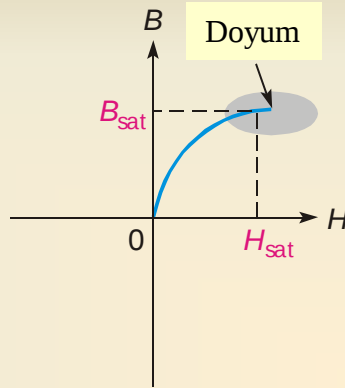
Bölüm 10

Özet

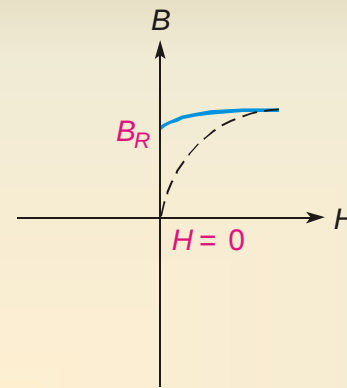
H ın değişimine bağı olarak manyetik histerisiz eğrisi geliştirilir.



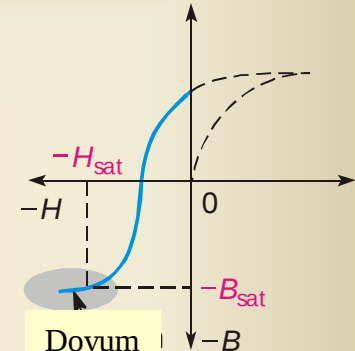
(a)



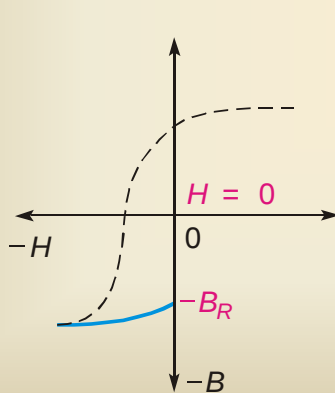
(b)



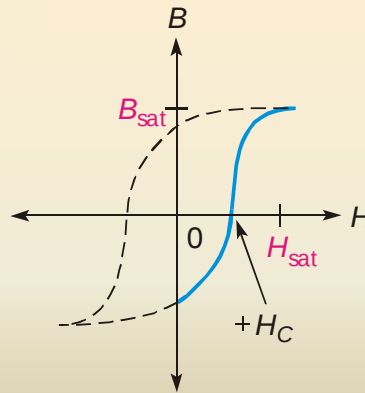
(c)



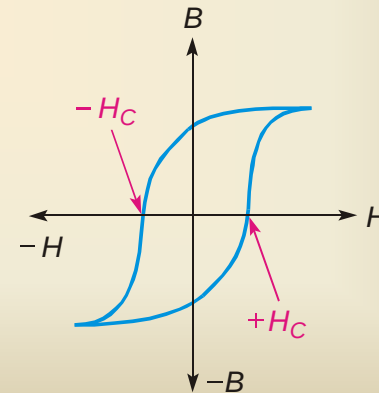
(d)



(e)



(f)



(g)

Daha **geniş** histerisiz eğrili malzeme:

- Daha düşük manyetik geçirgenliğe
- Daha yüksek kalıcı mıknatıslanmaya (**R**)
- Daha yüksek gidergenlik (**C**) alanına

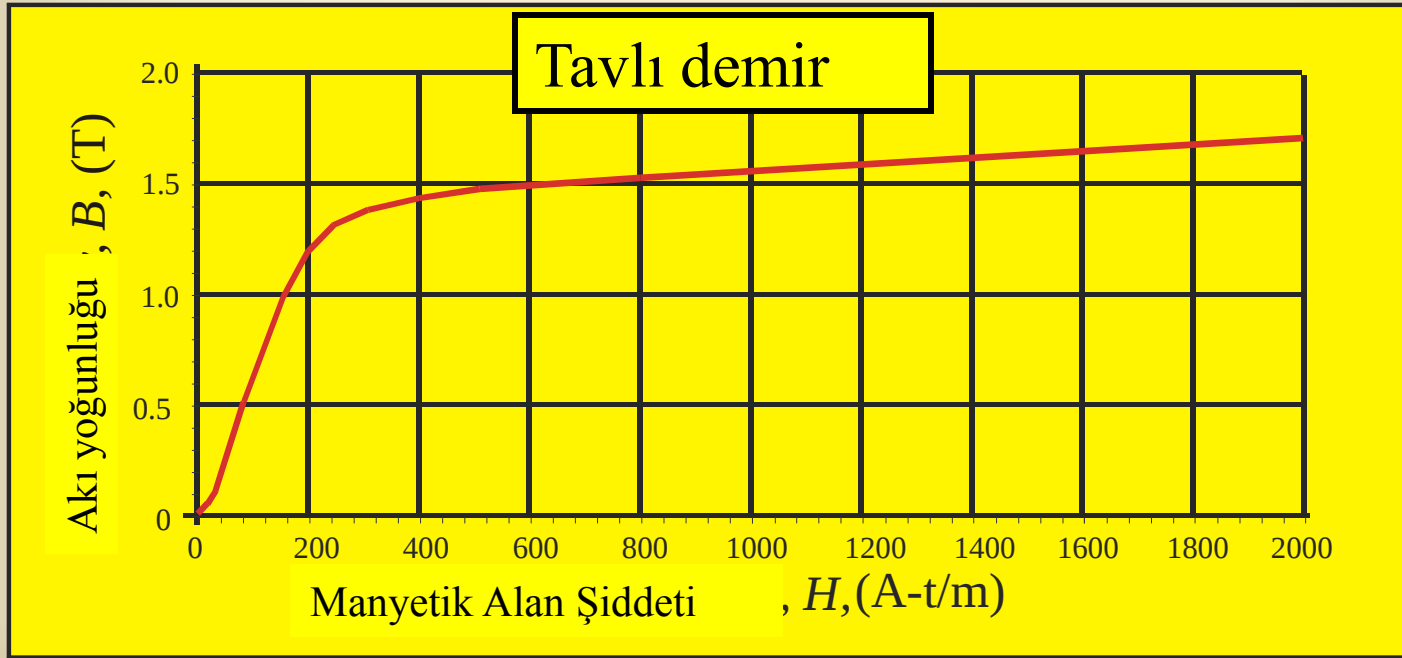
Daha **dar** histerisiz eğrili malzeme:

- Daha yüksek manyetik geçirgenliğe
- Daha düşük kalıcı mıknatıslanmaya (**R**)
- Daha düşük gidergenlik (**C**) alanına

sahiptir.

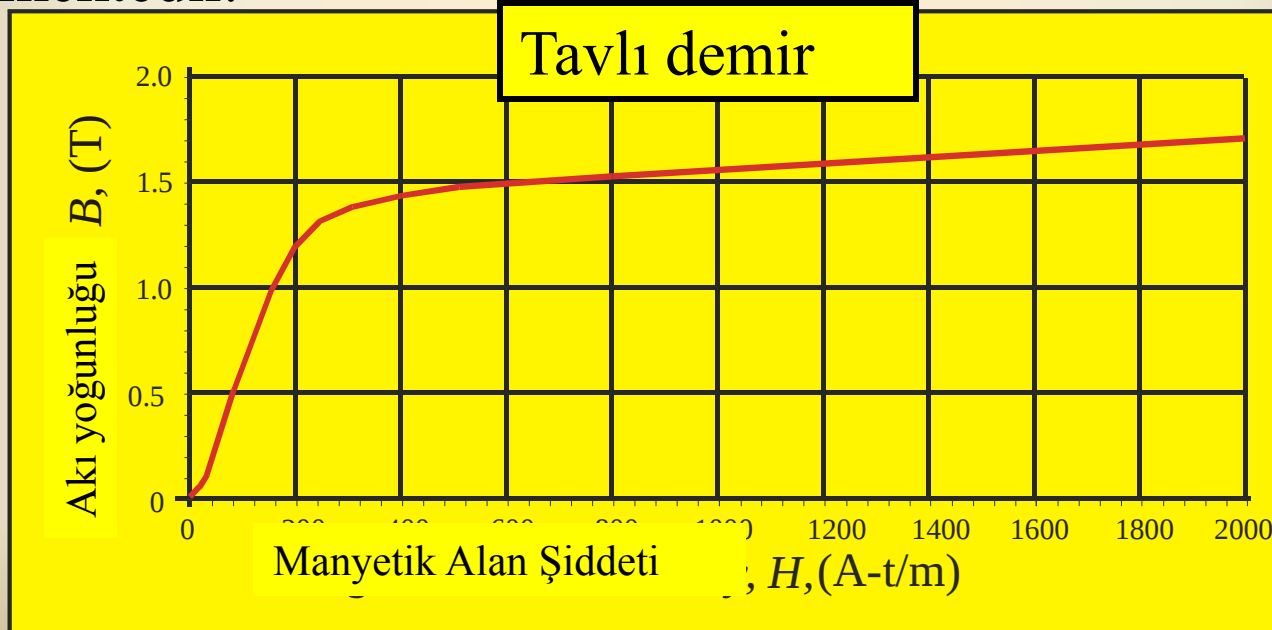
Mıknatıslanma Eğrisi

B - H eğrisi mıknatıslanma eğrisi olarak adlandırılır. Dikkat edilirse, başlangıçta malzeme mıknatıslanmamıştır.



Mıknatıslanma Eğrisi

B - H eğrisi, verilen bir çekirdekteki akı yoğunluğunu saptamak için kullanılabilir. Bir sonraki slayt tavlı bir demirdeki akı yoğunluğunu belirlemek için grafiğin nasıl okunacağını göstermektedir.



Bölüm 10

Özet

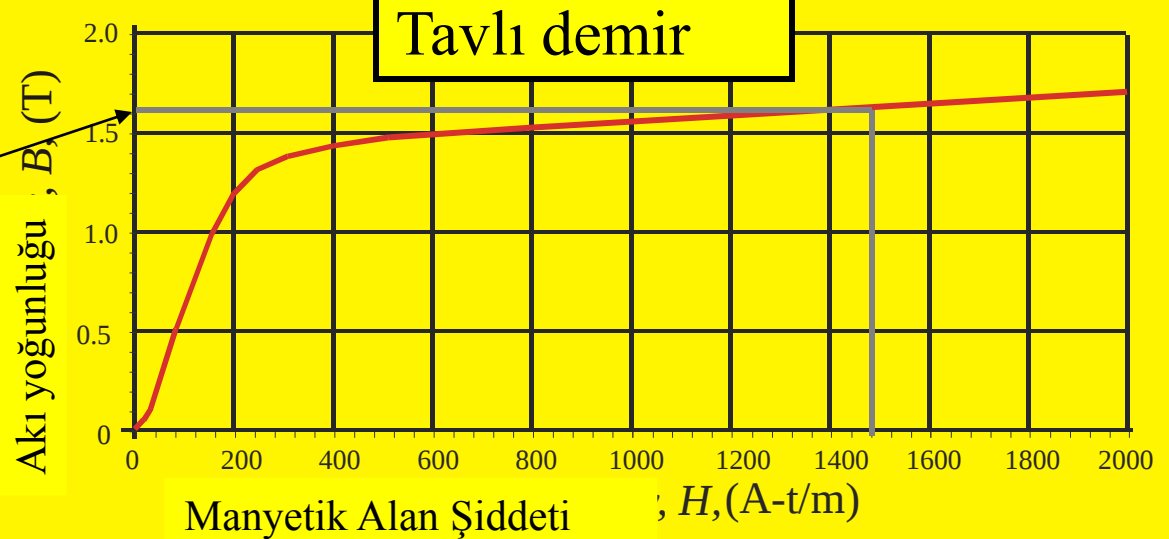
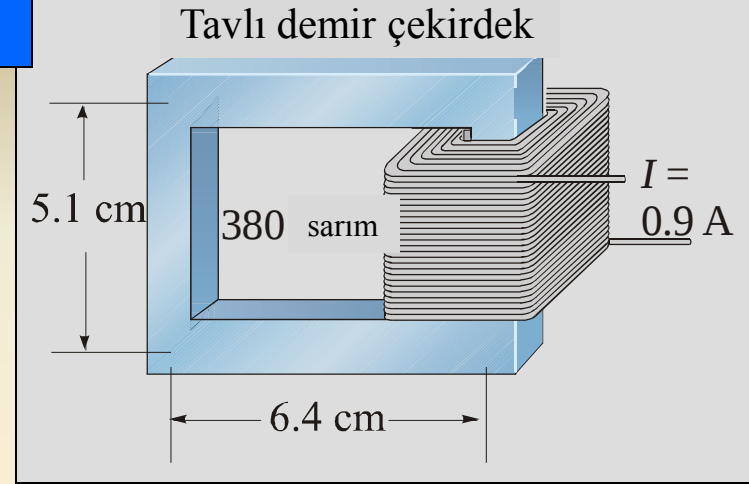
Mıknatıslanma Eğrisi

Örnek: Çekirdek için B değeri
Çözüm: ne olur?

$$H = \frac{NI}{l} = \frac{(380 \text{ t})(0.9 \text{ A})}{0.23 \text{ m}} = 1487 \text{ A-t/m}$$

Grafikten
okuma,

$$B = 1.63 \text{ T}$$



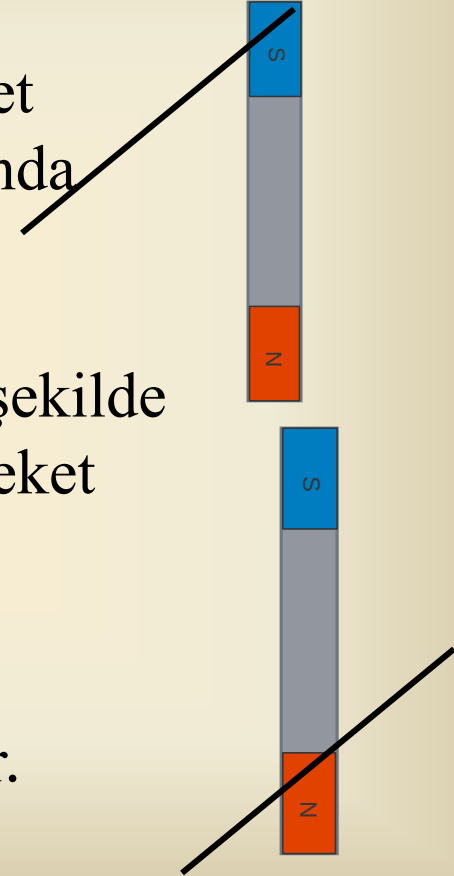
Bölüm 10

Bağıl hareket

Bir tel bir manyetik alan üzerinde hareket ettirildiğinde, tel ve manyetik alan arasında bağıl bir hareket vardır.

Manyetik alan sabit bir telden geçecek şekilde hareket ettirildiğinde, yine bir bağıl hareket vardır.

Her iki durumda, bağıl hareket, telde indüklenmiş bir gerilim meydana getirir.



İndüklenmiş gerilim

İletken ile manyetik alan arasında bağıl hareketle elde edilen indüklenmiş gerilim, hareket, alana dik olduğunda aşağıdaki denklemle ifade edilir:

$$v_{\text{ind}} = Blv$$

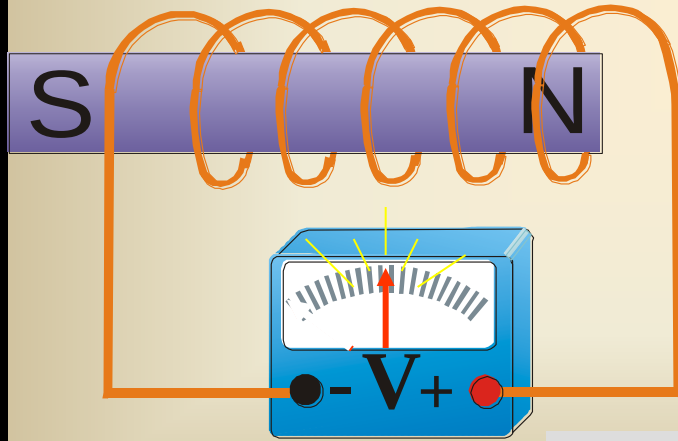
B = akı yoğunluğu (T)

l = manyetik alandaki iletkenin uzunluğu (m)

v = göreceli hız (m/s)
(hareket diktir)

Faraday yasası

Faraday, bir mıknatıs ile tel çekirdeğin arasındaki bağıl hareketle akım üretilebileceğini yaptığı deneyle ispat etmiştir. Bobinde indüklenen gerilim miktarı iki faktör tarafından belirlenir:



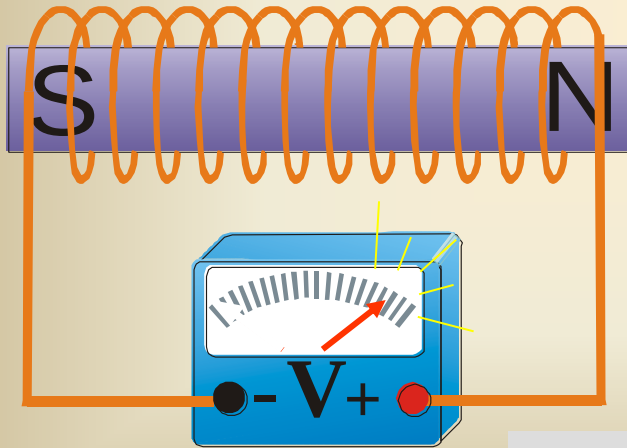
1. Bobindeki manyetik akının değişim oranı.

Gerilim, yalnızca mıknatıs hareket ettiğinde oluşur.

$$V_{\text{ind}} = -Nd\phi/dt$$

Faraday yasası

Faraday, ayrıca bir mıknatısla tel çekirdeğin arasındaki bağıl hareketle akım üretilebileceğini yaptığı deneyle ispat etmiştir. Bobinde indüklenen gerilim miktarı iki faktör tarafından belirlenir:



1. Bobindeki manyetik akının değişim oranı.

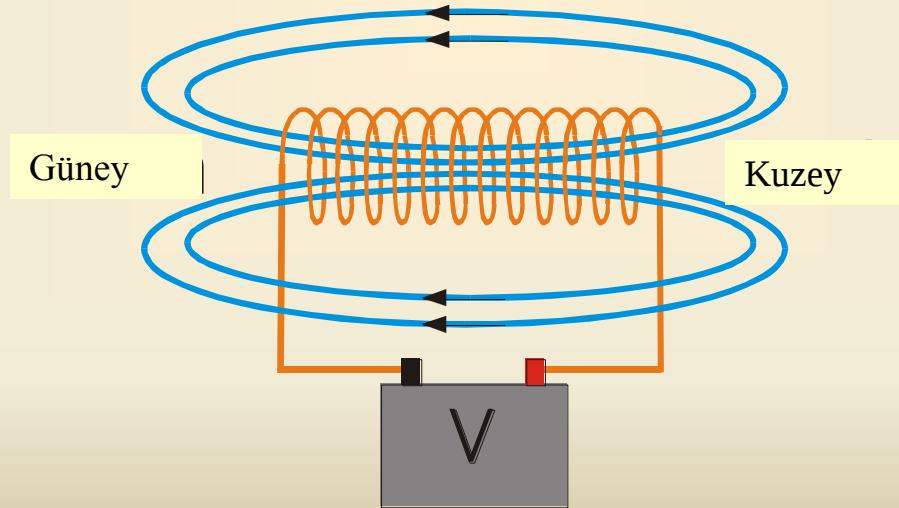
2. Bobindeki telin sarım sayısı.

Gerilim, yalnızca mıknatıs hareket ettiğinde oluşur.

$$V_{\text{ind}} = -N d\phi / dt$$

Bir bobinin etrafındaki manyetik alan

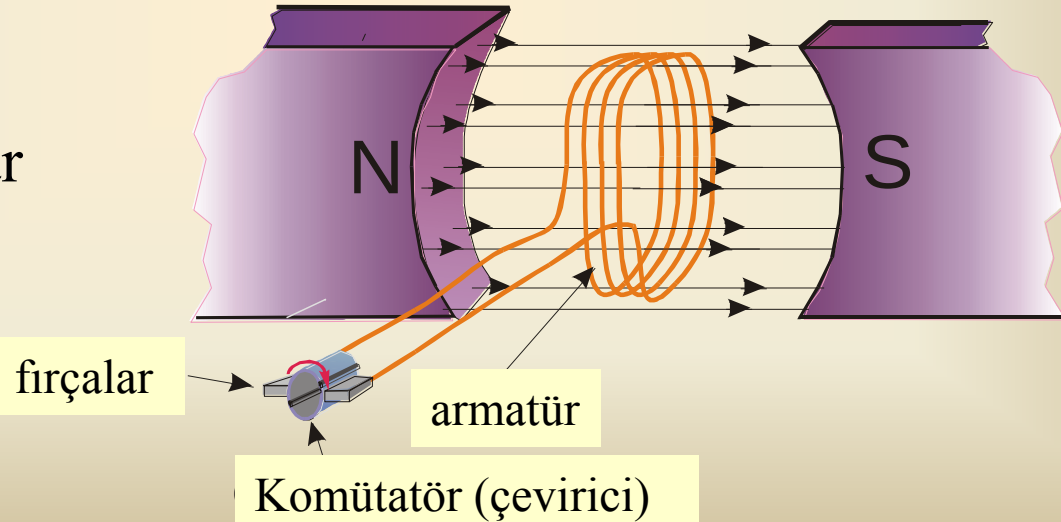
Hareket eden bir manyetik alan gerilim indüklediği gibi, bobinden geçen akım da manyetik alana neden olur. Kalıcı mıknatısta olduğu gibi, bobin kuzey-güney kutuplara sahip bir elektromıknatıs gibi davranır.



DC Motor

Bir dc motor, komütatör denilen, bölünmüş halka üzerinden akım alan dönen bir bobin içerir. Komütatör, harici bir devreyle bağlantılı olan sabit fırçalara bağlıdır. Manyetik çekirdek basitlik açısından gösterilmemiştir.

Şekildeki gibi, küçük motorlar sabit mıknatıs kullanır.

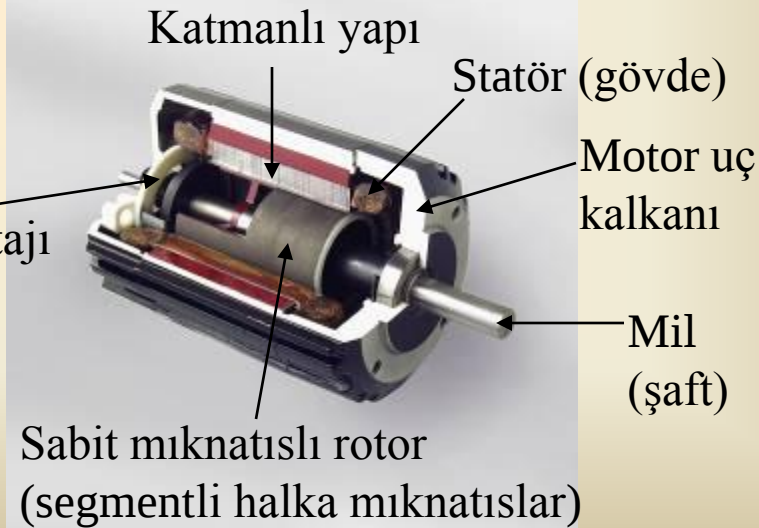


Fırçasız DC Motor

Fırçasız dc motorlar, statör sargılarındaki alanı periyodik olarak tersine çevirmek için bir elektronik kontrol birimi kullanır. Bu, statör alanın dönmesine sebep olur ve kalıcı mıknatıs rotoru, dönme alanıyla aynı yönde hareket eder.

Fırçasız bir DC motorun bir kesiti gösterilmiştir.

Hall sensörü
komütatör montajı



Fotoğraf, Bodine Electric
Company izniyle kullanılmıştır.

Bölüm 10

Manyetik birimler

Bu bölümün önemli manyetik birimlerini gözden geçirmek yararlı olacaktır:

Nicelik	Sembol	Birim	Sembol
Manyetik alan şiddeti	H	Amper-tur/metre	At/m
Manyetik akı	ϕ	Weber	Wb
Manyetik akı yoğunluğu	B	Tesla	T
Manyetomotor kuvveti	F_m	Amper-tur	At
Geçirgenlik	μ	Weber/amper-tur-metre	Wb/At·m
Manyetik direni	$\mathcal{R}$	Amper-tur/weber	At/Wb

Anahtar Terimler

Manyetik alan Bir mıknatısın kuzey kutbundan güney kutbuna doğru yayılan bir kuvvet alanı.

Manyetik akı Bir kalıcı mıknatısın veya elektromıknatısın kuzey kutbu ile güney kutbu arasındaki kuvvet çizgileri.

Weber (Wb) Manyetik akı SI birimi, $1 \text{ Wb} = 10^8 \text{ maxwell}$

Manyetik geçirgenlik Bir malzemedeki manyetik alanın kolayca kurulabilmesi için bir ölçüt.

Manyetik direni Bir malzemedeki manyetik alanın kurulmasını engelleme.

Bölüm 10

Anahtar Terimler

Manyetomotor kuvvet(mmf)

Manyetik alanın oluşma sebebi, amper-tur olarak ölçülür.

Dolanaç

Silindir biçiminde bir enerji sargısından ve sargının eksenini yönünde hareket eden bir çekirdekten oluşan elektromıknatıs.

Histerisiz

Ölçme aygıtının belirli bir uyarıya olan tepkisinin o uyarımı önceleyen ve birbirini izleyen uyarımların sıralanışına bağlı olma özelliği.

Kalıcı mıknatıslanma (R)

Bir kez mıknatıslanmış malzemenin mıknatıslanma akımının bulunmadığı bir manyetik durumu koruma yeterliliği.

Bölüm 10

Anahtar Terimler

İndüklenmiş gerilim (v_{ind})

Değişen bir manyetik alanın sonucu olarak üretilen gerilim.

Faraday yasası

Yasaya göre, bir tel bobinde indüklenmiş gerilim, bobindeki sarım sayısının manyetik akıdaki değişim oranıyla çarpımına eşittir.

Lenz yasası

Yasaya göre, telden geçen akım değiştiğinde, manyetik alanın değişimi ile oluşan indüklenmiş gerilimin polaritesi onun oluşmasına sebep olan akıma karşı koyar.

Bazı tanımlarda bilişim sözlüğünden yararlanılmıştır.

1. Wb/m^2 ile aynı olan manyetik akı yoğunluğu birimi aşağıdakilerden hangisidir?

- a. amper-tur
- b. amper-tur/weber
- c. amper-tur/metre
- d. tesla

2. Bir manyetik devre, ikinci bir manyetik devreye göre daha büyük bir akıya sahipse, birinci devre aşağıdakilerden hangisine sahip olur?

- a. Daha yüksek akı yoğunluğuna
- b. Aynı akı yoğunluğuna
- c. Daha düşük akı yoğunluğuna
- d. Cevap devreye özgü olarak değişebilir.

3. Manyetik akının oluşmasına aşağıdakilerden hangisi *sebe*p olur?

- a. Manyetomotor kuvvet
- b. İndüklenmiş gerilim
- c. İndüklenmiş akım
- d. Histerisiz

4. Manyetik geçirgenliğin ölçü birimi nedir?

- a. weber/amper-tur
- b. amper-tur/weber
- c. weber/amper-tur-metre
- d. Boyutsuzdur (birimsizdir)

5. Bağlı manyetik geçirgenliğin ölçü birimi nedir?

- a. weber/amper-tur
- b. amper-tur/weber
- c. weber/amper-tur-metre
- d. Boyutsuzdur (birimsizdir)

6. Bir manyetik malzemenin bir belleğe sahipmiş gibi davranış özelliği göstermesi ne olarak adlandırılır?

- a. hatırlama
- b. histerisiz
- c. manyetik direni
- d. sığallık

7. Manyetik devreler için Ohm yasası aşağıdakilerden hangisiyle ifade edilir?

a. $F_m = NI$

b. $B = \mu H$

c. $\phi = \frac{F_m}{\mathfrak{R}}$

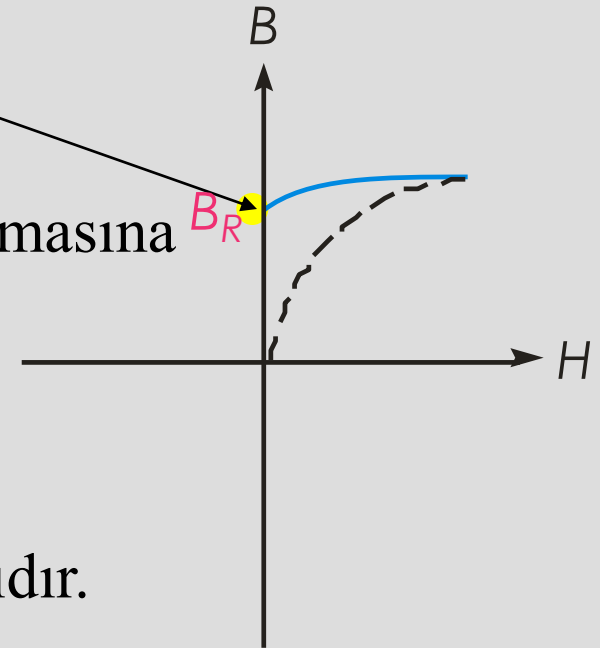
d. $\mathfrak{R} = \frac{l}{\mu A}$

8. Rölede kontrol gerilimi nereye uygulanır?

- a. normalde açık kontaklara
- b. normalde kapalı kontaklara
- c. bobine
- d. armatüre

9. Şekilde verilen kısmi bir histeriz eğrisinde belirtilen noktada

- a. manyetik akı sıfırdır.
- b. mıknatıslanma kuvveti olmamasına rağmen manyetik akı vardır.
- c. manyetik akı maksimumdur.
- d. manyetik akı, akımla orantılıdır.



10. Bobindeki akım değiştiğinde, bobindeki indüklenmiş gerilim için ne denebilir?

- a. Oluşmasına sebep olan akımın değişimine karşı koyar.
- b. Oluşmasına sebep olan akımın değişimine eklenir.
- c. Sıfır olur.
- d. Kaynak gerilimine eşit olur.

Bölüm 10

Test

Cevap:

- | | |
|------|-------|
| 1. d | 6. b |
| 2. d | 7. c |
| 3. a | 8. c |
| 4. c | 9. b |
| 5. d | 10. a |