

AA DEVRE ANALIZI

**Ege Üniversitesi Ege MYO
Mekatronik Programı**

BÖLÜM 3

Karmaşık Sayılar

Karmaşık Sayılar

$$Z = r + jx$$

$$j = \sqrt{-1}$$

$$j^2 = -1$$

$$Z = |Z| \angle \theta$$

$$|Z| = \sqrt{r^2 + x^2}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{x}{r}$$

$$r = |Z| \cos \theta$$

$$x = |Z| \sin \theta$$

- ◆ Karmaşık sayılar, gerçekte ve sanal bölümleri bulunan sayılardır ve iki biçimde gösterilebilirler
 - Dörtgensel yazım
 - Kutupsal yazım
- ◆ Çarpma ve bölme için kutupsal (polar) yazım, toplama ve çıkarma için dörtgensel (rectangular) yazım kullanılır.
 - P→R ve R→P dönüşüm:
- ◆ Karmaşık sayılarla matematiksel işlemler:

$$Z_1 \pm Z_2 = (r_1 \pm r_2) + j(x_1 \pm x_2)$$

$$Z_1 Z_2 = |Z_1| |Z_2| \angle (\theta_1 + \theta_2)$$

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{|Z_1|}{|Z_2|} \angle (\theta_1 - \theta_2)$$

Seri Çınlanım Devresi

Çınlanımda

$$f_{\text{çn}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

◆ $X_L = X_C$

◆ $Z = R; I_{\text{max}} = V/R$

◆ $V_L = V_C = Q_s V$

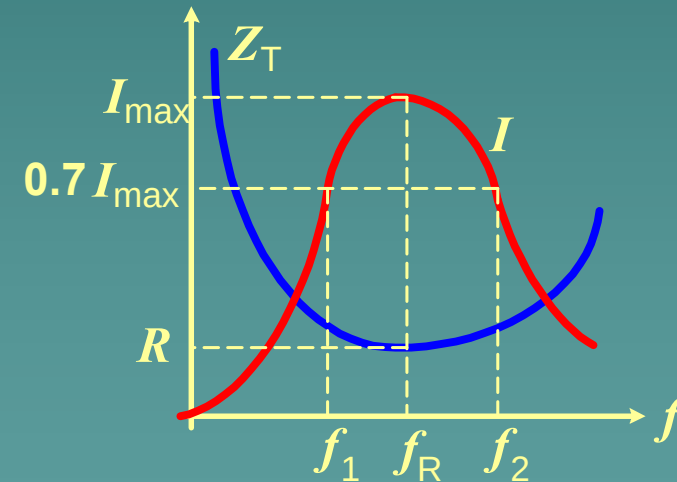
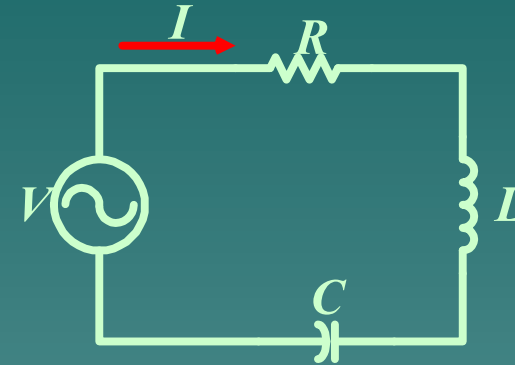
$(Q_s = 2\pi f_R L / R)$

◆ Yarı-güç bant genişliği:

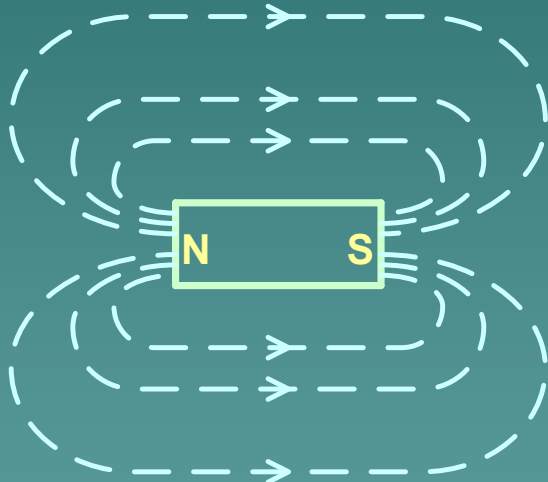
$$BW = f_2 - f_1$$

$$= (f_R / Q_s = R / 2\pi L)$$

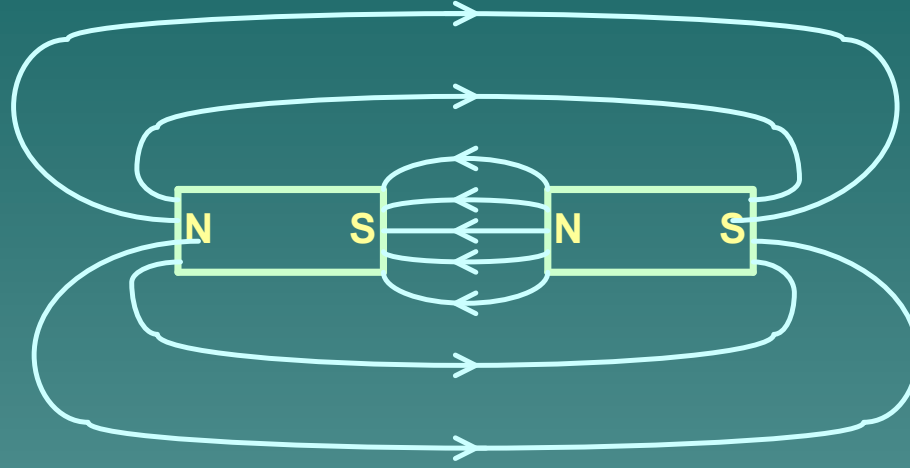
(Hz)



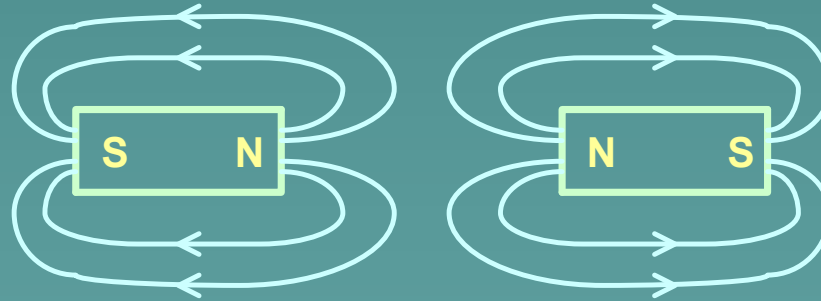
Kuvvet Çizgileri



(a) Çubuk
mıknatısın
alanı



(b) Zıt kutuplar çeker

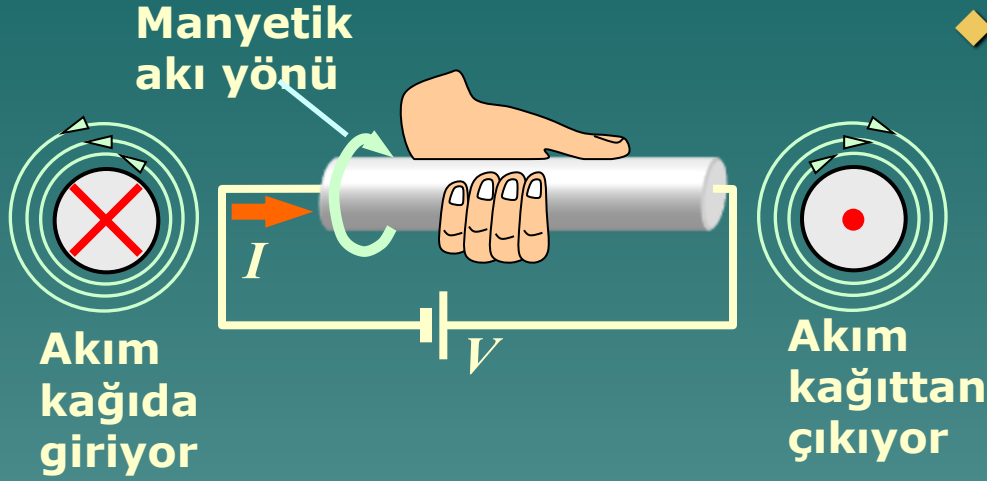


(c) Eş kutuplar iter

Manyetik Alanlar

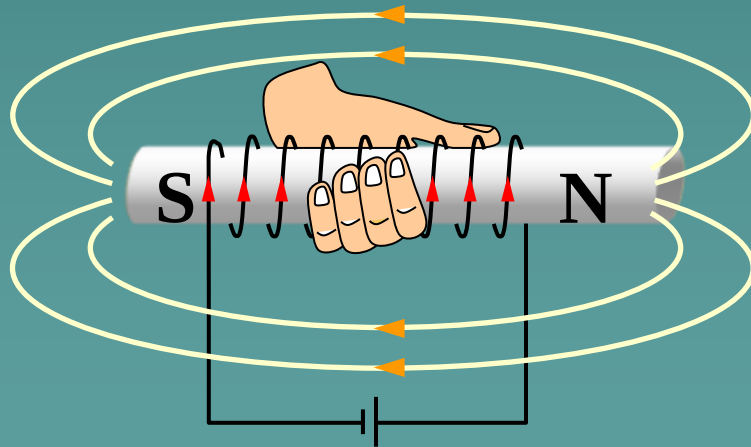
- ◆ Manyetik alan bir **güç alanı**dır. Bu güç, mıknatıs ile manyetik malzeme arasında fiziksel temas olmaksızın, belli bir uzaklıktan etkilidir.
- ◆ Manyetik alanlar **akı çizgileri** yada **kuvvet çizgileri** olarak gösterilir. Alanın en güçlü olduğu yerler mıknatısın kutuplarıdır.
- ◆ Akı çizgilerinin yönü ve yoğunluğu; diğer bir mıknatıs yada demir, nikel, kobalt, vb. **ferromanyetik malzeme** varlığında değişir.

Elektromanyetizma

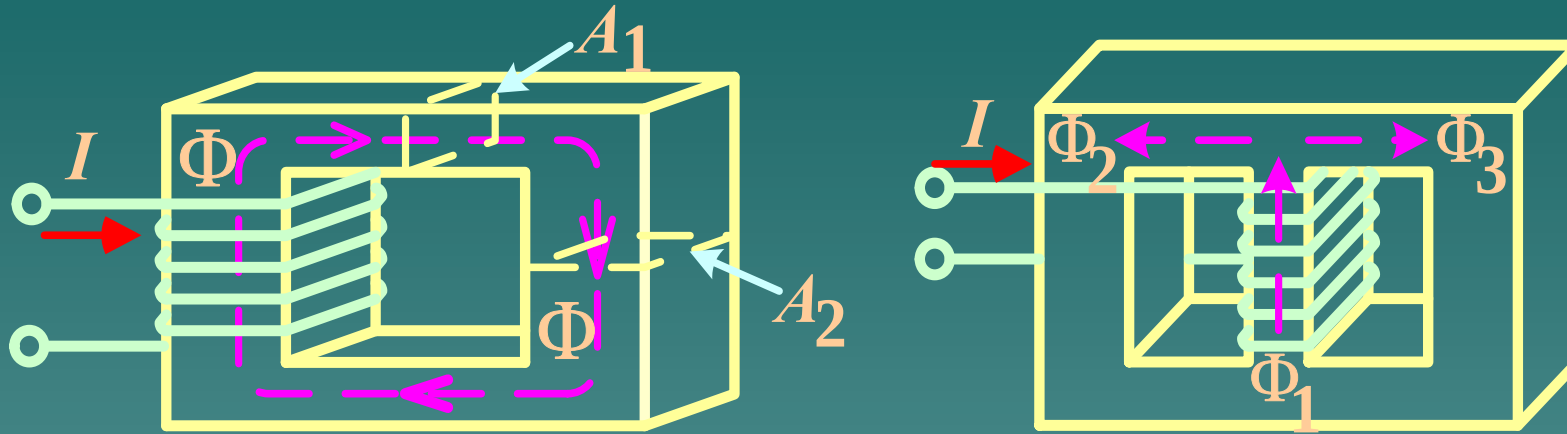


◆ Sol el kuralı

- İletken, akım yönü başparmak doğrultusunda olmak üzere kavrandığında, diğer dört parmak alan yönünü gösterir.
- Bobin, alan yönü (yada N kutbu) başparmak doğrultusunda olmak üzere kavrandığında, diğer dört parmak akım yönünü gösterir.



Akı ve Akı Yoğunluğu

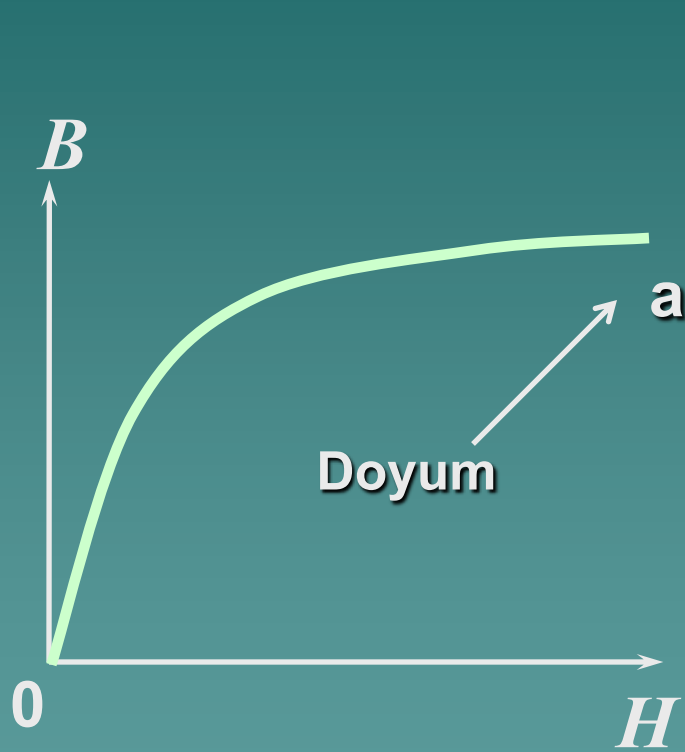


- ◆ Akı, Φ = Weber (Wb) olarak toplam kuvvet çizgisi sayısı
- ◆ Akı yoğunluğu, $B = \Phi / A$ Tesla (T) yada Wb/m² olarak birim alandan geçen kuvvet çizgisi sayısı
- ◆ Seri manyetik devrede $\sqrt{}$ değeri sabittir.
- ◆ Paralel manyetik devrede $\sqrt{}_1 = \sqrt{}_2 + \sqrt{}_3$.

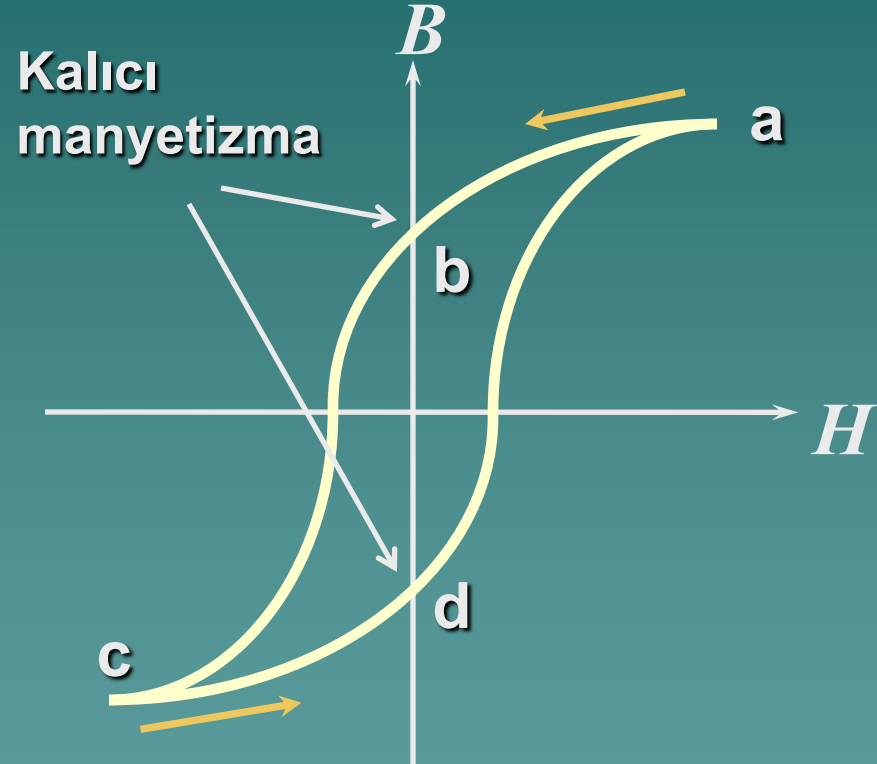
dc Uyartımda Manyetik Devreler

- ◆ Manyetomotiv kuvvet (mmk) $F=NI$ (At)
(N sarım sayısı I = A olarak akım)
- ◆ Relüktans, $\mathfrak{R}=l/(\mu.A)$ (At/Wb)
(l çekirdek uzunluğu, μ çekirdek malzemesinin geçirgenliği, A çekirdek kesit alanı)
- ◆ Manyetik Akı $\Phi=F/\mathfrak{R}$ (Wb)
- ◆ Manyetik Akı yoğunluğu yada manyetizasyon kuvveti, $H=F/l$ (At/m); buna göre, $NI=Hl$
- ◆ Akı Yoğunluğu, $B= \mu.H$
(Not: $\mu=\mu_r.\mu_o$, $\mu_o=4\pi\times10^{-7}$ H/m)

B-H Eğrisi ve Histeresis



Manyetizasyon Eğrisi



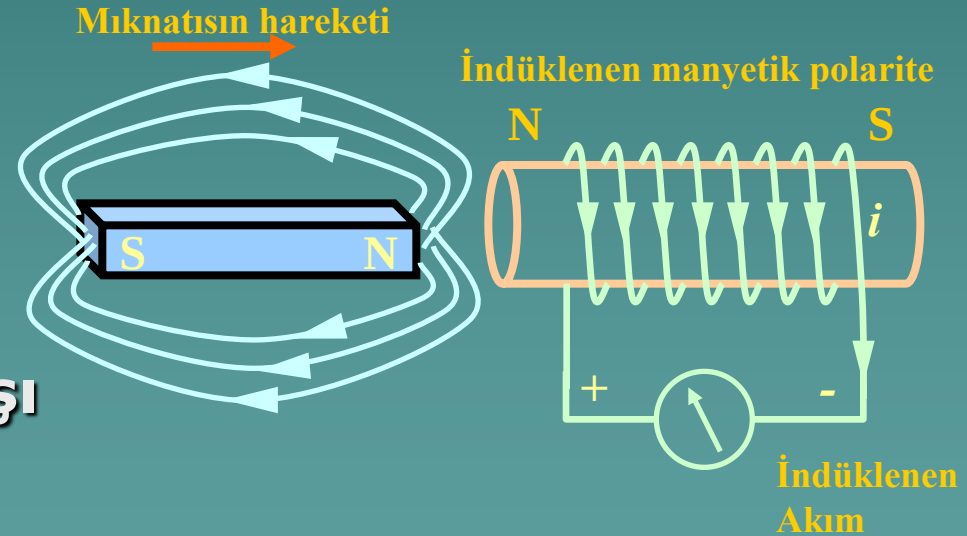
Histeresis Çevrimi

Endüksiyon ve Gerilim

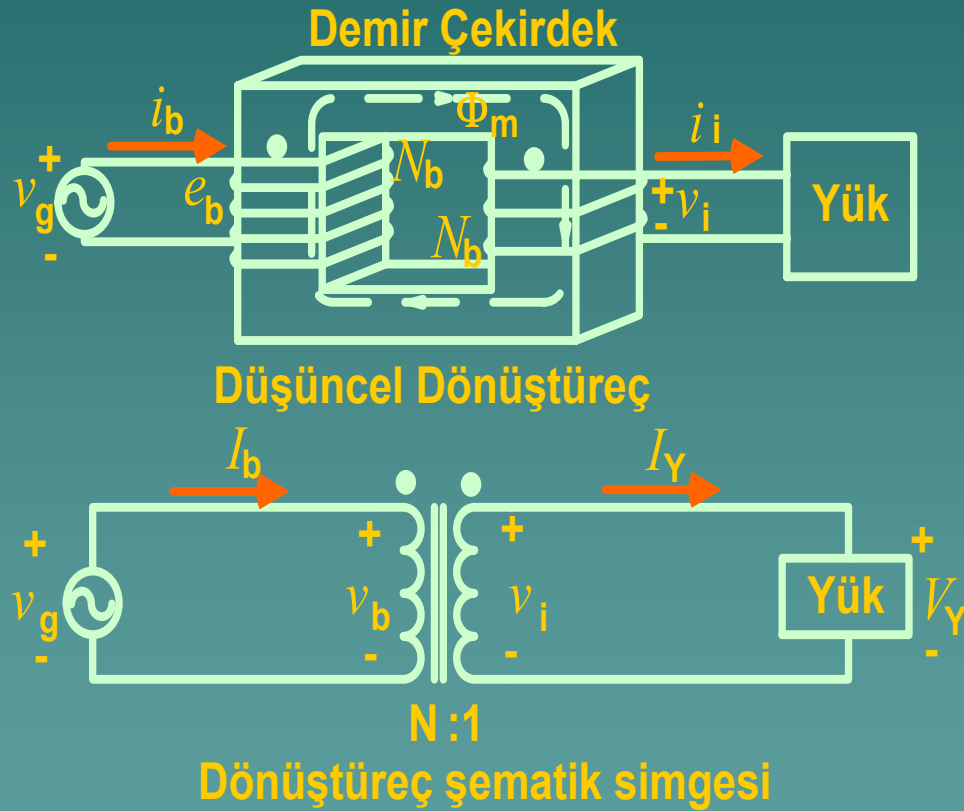
- ◆ **Faraday Yasası:** Manyetik bir devrenin akı çizgileri değiştiğinde gerilim indüklenir. Bu gerilimin büyüklüğü, akı çizgilerinin değişim hızı ile orantılıdır.

$$e = N \frac{d\Phi}{dt} \text{ Volt}$$

- ◆ **Lenz Yasası:** İndüklenen gerilimin (zıt yada ters emk olarak adlandırılır) polaritesi, kendisini oluşturan kuvvete karşı koyacak yöndedir.



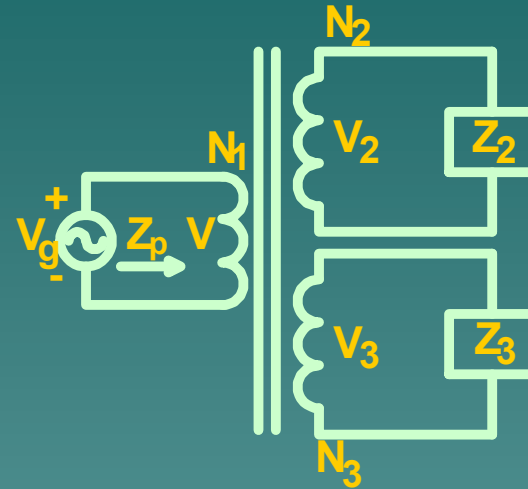
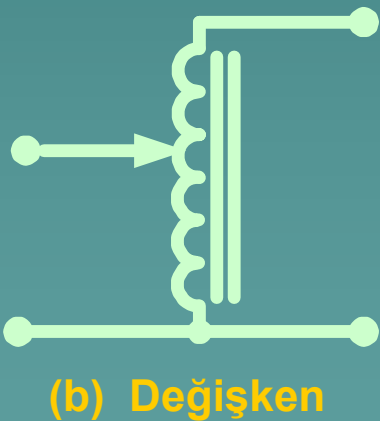
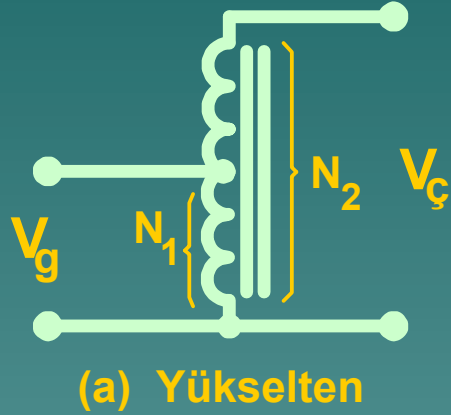
Demir Çekirdekli Dönüştüreçler



$$\frac{v_b}{v_i} = \frac{N_b}{N_i} = n = \frac{i_i}{i_b}$$
$$P_g = v_b i_b = P_{\text{ç}} = v_i i_i$$
$$Z_b = N^2 Z_i$$

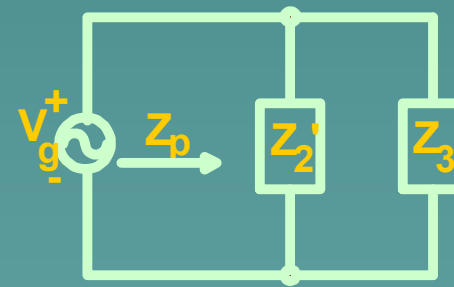
Ototransformatörler ve Çoksarımlı Transformatörler

Ototransformatörler



$$a_2 = \frac{N_1}{N_2}$$

$$a_3 = \frac{N_1}{N_3}$$



$$Z_2' = a_2^2 Z_2$$

$$Z_3' = a_3^2 Z_3$$

Demir Çekirdekli Dönüştüreçler

“Gerçek” bir dönüştüreçteki yitimler:

- ◆ Sızıntı akı
- ◆ Sargı direnci
- ◆ Çekirdek yitimleri
- ◆ Manyetizasyon akımı
- ◆ Sızıntı sığalar

Kayıplar verim azalmasına neden olur:

$$\eta = \frac{P_{\zeta}}{P_g} 100\% = \frac{V_i I_i}{V_b I_b} 100\%$$

$$P_g = P_{\zeta} + P_{\text{bakla}} + P_{\text{çekirdek}}$$