

BÖLÜM 33 ALTERNATİF AKIM DEVRELERİ

33.1 AC Kaynakları ve Fazörler

Bir AC jeneratöründen elde edilen akım alternatif akımdır.

Bir AC jeneratöründen
 $\Delta v(t) = \Delta V_{\max} \sin(\omega t)$ ✓

$\Delta V_{\max}$: Genlik (Maksimum gerilim)

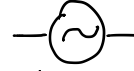
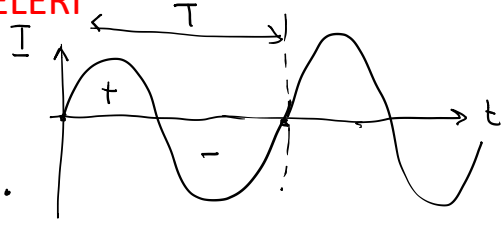
ω : Açısal hız.

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

T: Bir tam sinyalin oluşması için süre, s.

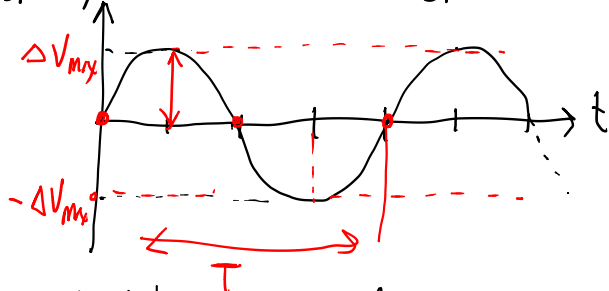
$f = \frac{1}{T}$, $f = \text{Hz}$; Birim zamanda titreşim sayıdır.

Akım ve voltaj gibi alternatif nicelikler fazör denilen dönen vektörlerle temsil edilir.



AC sembolü

$\theta = \omega t$, $\vec{B}$ ile $\vec{a}$ idi



33.2 AC Devresinde Direnç

Kirchhoff gerilimler yasasına göre, kapalı ilmek boyunca tüm devre elemanlarının uçları arasındaki gerilimler toplamı sıfırdır.

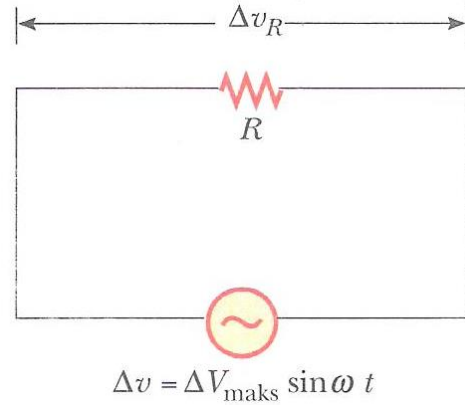
$$\Delta v = \Delta v_R = \Delta V_{\max} \sin \omega t \quad \checkmark$$

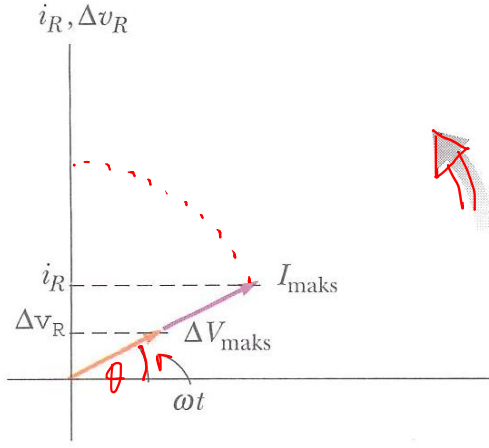
Δv_R : Dirençteki ani voltaj düşmesidir. Ani akım

$$i = \frac{\Delta v_R}{R} = \left(\frac{\Delta V_{\max}}{R} \right) \sin \omega t, \quad I_{\max} = \frac{\Delta V_{\max}}{R}$$

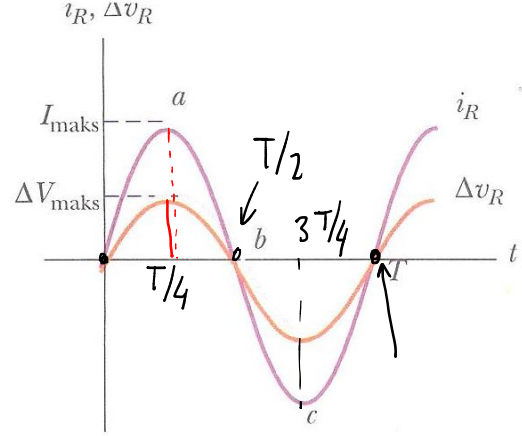
$$i(t) = I_{\max} \sin \omega t \quad \checkmark$$

* Bir dirençte akım, voltajla aynı fazdadır.





(b)



(a)

Fazör diyagramı

Bir dengeneli akım ve gerilim.

Dirençte harcanan güç: Bu ületin ürettiği güç eşittir. $p = i(t) R$, $i(t) = I_{max} \sin \omega t$

↑ Anlık güç

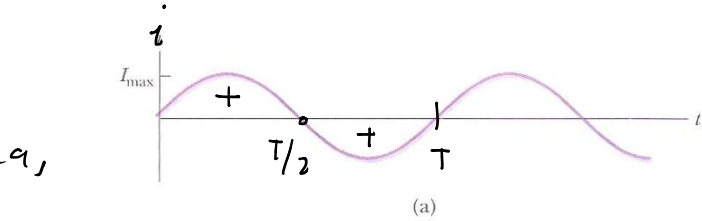
Akım, bir periyotluk süre içinde ortalama değeri sıfırdır. Ortalama gücü hesaplamak için bir yolunu bulmalıyız. Eğer ortalama akım sıfır olduğundan

$$P = I_{ort}^2 R = 0 \text{ buluruz.}$$

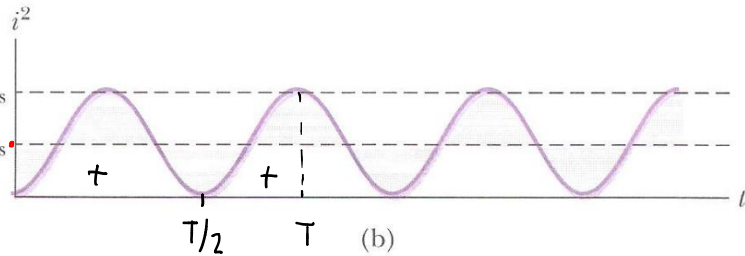
Akımın kareni alınır ve negatif alternansda pozitif olur. Ortalama, kare ortalama kare olarak (kok)

bir işleme uğratabilir. Buna, rms denir.

$$I_{et}^2 = \overline{i^2} = \frac{1}{2} I_{maks}^2$$



(a)



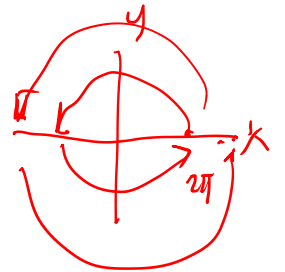
(b)

$$I_{ort} = I_{et} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) dt} \quad \text{"kok" değeri}$$

Sinüsoidal (sinüz) akımlar için hesap yapalım.

$$\begin{aligned}
 \int_0^T i^2 dt &= \int_0^T I_{\max}^2 \sin^2 \omega t dt, & \sin^2 \theta + \cos^2 \theta &= 1 \\
 &= \int_0^T \frac{I_{\max}^2}{2} (1 - \cos 2\omega t) dt, & \cos 2\theta &= \cos^2 \theta - \sin^2 \theta \\
 &= \frac{I_{\max}^2}{2} \left[\int_0^T dt - \int_0^T \cos 2\omega t dt \right] & &= 1 - 2 \sin^2 \theta \\
 &= \frac{I_{\max}^2}{2} \left[T - \frac{1}{2\omega} \sin 2\omega t \Big|_0^T \right] & \cos 2\theta &= 1 - 2 \sin^2 \theta \\
 &= \frac{I_{\max}^2}{2} \left[T - \frac{1}{2\omega} (\sin 2\omega T - \sin 0) \right] & 2 \sin^2 \theta &= 1 - \cos 2\theta \\
 &= \frac{I_{\max}^2}{2} \left[T - \frac{1}{2\omega} (\sin 4\pi - \sin 0) \right] & \sin^2 \theta &= \frac{1}{2} (1 - \cos 2\theta)
 \end{aligned}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$



$$\int_0^T i^2 dt = \frac{I_{\max}^2}{2} T \quad \text{bulunur.}$$

$$I_{\text{et}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \frac{I_{\max}^2}{2} T} = \sqrt{\frac{I_{\max}^2}{2}} = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}}$$

$$I_{\text{et}} = 0,707 I_{\max}, \quad I_{\text{et}} = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}} \rightarrow I_{\max} = \sqrt{2} I_{\text{et}}$$

$$P_{\text{ort}} = I_{\text{ort}}^2 R = I_{\text{et}}^2 R = \frac{1}{2} I_{\max}^2 R$$

$$I_{\max} R = \Delta V_{\max}$$

$$P_{\text{ort}} = \frac{1}{2} I_{\max} \Delta V_{\max} = \left(\frac{I_{\max}}{\sqrt{2}} \right) \left(\frac{\Delta V_{\max}}{\sqrt{2}} \right) = I_{\text{et}} \Delta V_{\text{et}} \checkmark$$

33.3 İNDÜKTÖRLÜ AC DEVRESİ

Bir AC üreticinin uçlarına sadece bir indüktörün bağlı olduğunu varsayalım. indüktörün uçları arasındaki ani voltaj düşmesi

$$\Delta \mathcal{U}_L = \mathcal{E}_L = -L \frac{di}{dt} \text{ ile gösteririz,}$$

Kirchhoff gerilim kuralına göre

$$\Delta \mathcal{U} + \Delta \mathcal{U}_L = 0 \text{ veya}$$

$$\Delta \mathcal{U} - L \frac{di}{dt} = 0, \Delta \mathcal{U} = \Delta V_{\max} \sin \omega t \quad \checkmark \text{ yazılırs}$$

$$L \frac{di}{dt} = \Delta V_{\max} \sin \omega t \rightarrow \frac{di}{dt} = \frac{\Delta V_{\max}}{L} \sin \omega t.$$

$$\int di = \int \frac{\Delta V_{\max}}{L} \sin \omega t dt \Rightarrow i_L(t) = -\frac{\Delta V_{\max}}{\omega L} \cos \omega t$$

$$\cos \omega t = -\sin(\omega t - \pi/2) \Rightarrow i_L(t) = \frac{\Delta V_{\max}}{\omega L} \sin(\omega t - \pi/2) \quad \checkmark$$

$$\sin(a \pm b) = \sin a \cos b \pm \cos a \sin b$$

$$\sin(\omega t - \pi/2) = \sin \omega t \cos \pi/2 - \cos \omega t \sin \pi/2$$

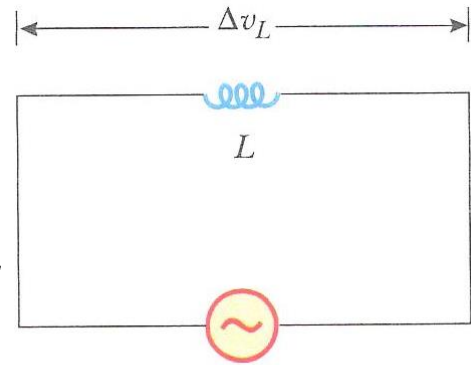
$$= -\cos \omega t$$

$$i_L(t) = \frac{\Delta V_{\max}}{\omega L} \sin(\omega t - \pi/2)$$

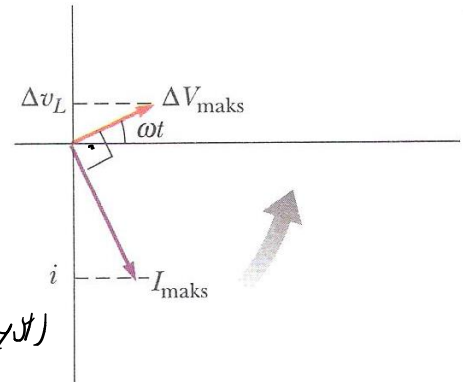
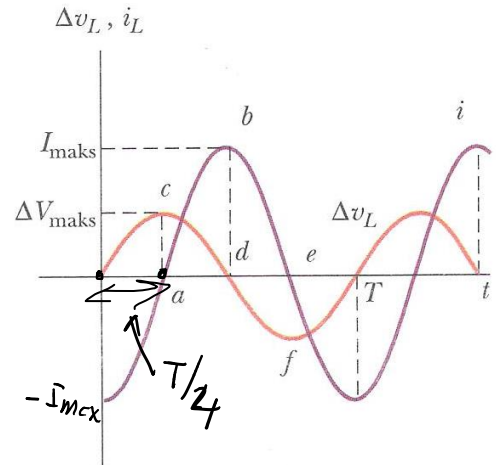
$$I_{\max} = \frac{\Delta V_{\max}}{X_L}, \quad X_L = \omega L$$

X_L : indüktif reaktans denir.

X_L : Ω olmalı.



$$\Delta v = \Delta V_{\max} \sin \omega t$$



Sinüsel voltaj içine bir indüktörelediği akım, daima indüktörün uçları arasındaki voltajdan 90° (geyrek periyot) geridedir.

33.4 KONDANSATÖRLÜ AC DEVRESİ

Bir AC güç kaynağı ve ona bağlı bir kondansatörlü devreyi gözönüne alalım. Kirchhoff'un ilmek kuralı uygulandığında

$$\Delta U - \Delta U_C = 0 \quad \text{veya}$$

$\Delta U_C = \Delta U = \Delta V_{\max} \sin \omega t$ bulunur. ΔU_C kondansatörün uçlarındaki ani voltaj düşümüdür.

$$q(t) = C \Delta U_C = C \Delta V_{\max} \sin \omega t \quad \text{"kondansatörün yükü"}$$

$$i_C = \frac{dq}{dt} = C \omega \Delta V_{\max} \cos \omega t$$

$$\sin(\omega t + \pi/2) = \cos \omega t \rightarrow i_C = C \omega \Delta V_{\max} \sin(\omega t + \pi/2)$$

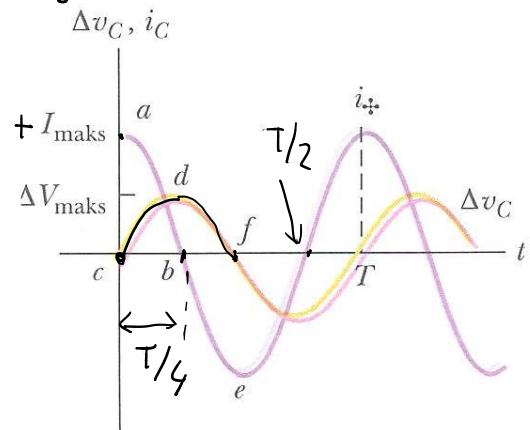
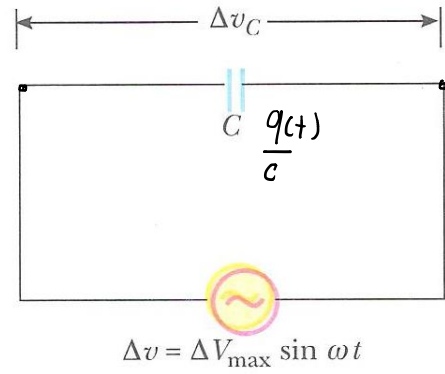
$$i_C(t) = \underbrace{C \omega \Delta V_{\max}}_{I_{\max}} \sin(\omega t + \pi/2)$$

" X_C " ---- $X_C = \frac{1}{C \omega}$ kapasitif reaktans

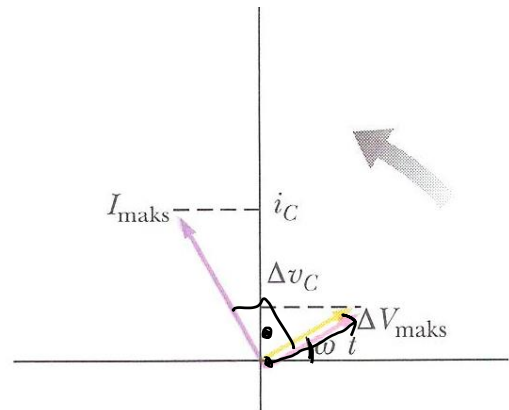
$$I_{\max} = \frac{\Delta V_{\max}}{X_C} \quad \text{--- Amper.}$$

$$\Delta U_C = \Delta V_{\max} \sin \omega t = I_{\max} X_C \sin \omega t \quad \text{yazılabilir.}$$

$$\Delta V_{\max} = I_{\max} X_C \quad \text{olur.}$$

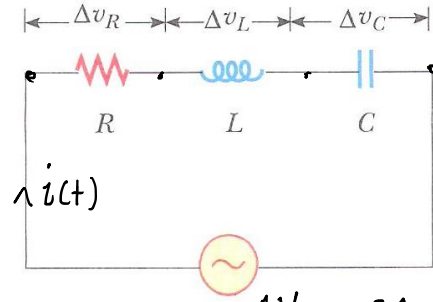


"Uygulanan bir sinüsial emk için, akım, kondansatörün uçları arasındaki voltajdan 90° (geyrek periyot) öndedir."



33.5 SERİ RLC DEVRESİ

Bir direnç (R), bir bobin (L) ve bir kondansatör (C), kullanılarak oluşturulan bir seri RLC devresini gözönüne alalım.



Uygulan voltaj

$$\Delta v = \Delta V_{\max} \sin \omega t$$

ve akım

$i = I_{\max} \sin(\omega t - \phi)$ biçiminde alınır. ϕ : faz farkıdır. Amacımız ϕ , ve $I_{\max}$ 'ı belirlemektir.

→ Bir seri RLC devresinin her noktasındaki ac akımı, aynı genlik ve faza sahiptir.

→ Her devre elemanının uçları arasındaki gerilim farklı voltaj ve farklı faza sahip olur.

$$\Delta v_R = I_{\max} R \sin \omega t = \Delta V_R \sin \omega t \quad \text{--- (1)}$$

$$\Delta v_L = I_{\max} X_L \sin(\omega t + \pi/2) = \Delta V_L \cos \omega t \quad \text{--- (2)}$$

$$\Delta v_C = I_{\max} X_C \sin(\omega t - \pi/2) = -\Delta V_C \cos \omega t \quad \text{--- (3)}$$

$$\Delta V_R = I_{\max} R, \quad \Delta V_L = I_{\max} X_L, \quad \Delta V_C = I_{\max} X_C$$

Bunların maksimum / yada pik değerler denir.

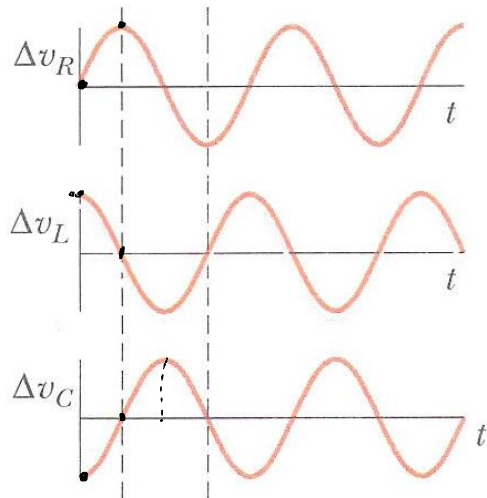
Kirchhoff ilmek kuralına göre

$$\Delta v = \Delta v_R + \Delta v_L + \Delta v_C$$

olur.

Δv_L , Δv_R 'ye göre 90° ileride
 Δv_C , Δv_R 'ye göre 90° geridedir.

Bu özelliklerini kullanarak her bir denlemi, dolayısıyla maksimumlarını belirleyip verilen bir diyagramda göstermek uygun olacaktır.



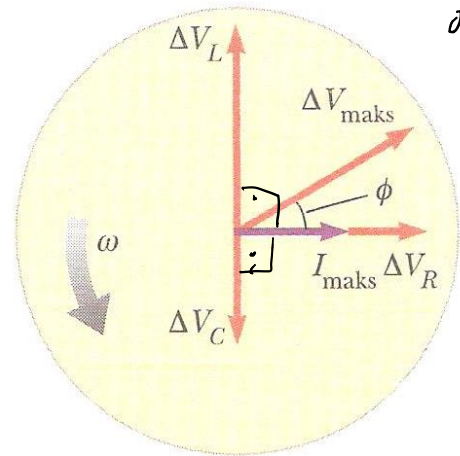
$$\Delta V_L > \Delta V_C \quad \text{olursa}$$

$$\Delta V_{max} = \sqrt{\Delta V_R^2 + (\Delta V_L - \Delta V_C)^2}$$

$$\Delta V_{max} = \sqrt{I_{max}^2 R^2 + (I_{max} X_L - I_{max} X_C)^2}$$

$$\Delta V_{max} = I_{max} \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$I_{max} = \frac{\Delta V_{max}}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}} \quad \dots \quad \frac{V}{Z} = \text{Amper}$$



Empedans: Eşdeğer devre direnci

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}, \quad I_{max} = \frac{\Delta V_{max}}{Z}, \quad \Delta V_{max} = I_{max} Z$$

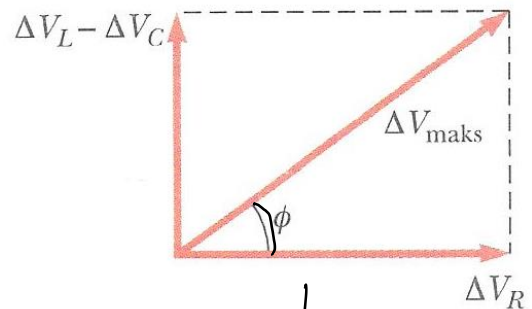
$$R: \dots (\Omega)$$

$$X_L = L\omega = 2\pi f L \dots (\Omega)$$

$$X_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{2\pi f C} \dots (\Omega)$$

$$\tan \phi = \frac{\Delta V_L - \Delta V_C}{\Delta V_R}$$

$$\phi = \tan^{-1} \left(\frac{\Delta V_L - \Delta V_C}{\Delta V_R} \right)$$



↓ I_{max} olur

$$Z^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$\phi = \tan^{-1} \left(\frac{X_L - X_C}{R} \right)$$

$$i(t) = I_{max} \sin(\omega t - \phi)$$

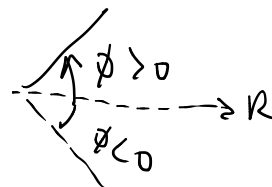
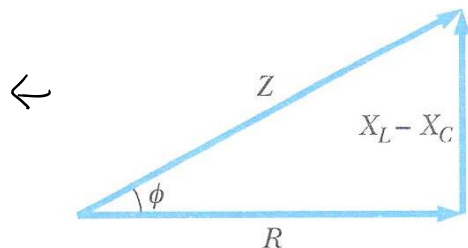
• $X_L > X_C$ ise ϕ pozitif.

Akım, voltajı gerilişime göre geriler.

• $X_L < X_C$ ise ϕ negatif çıkar

$$i = I_{max} \sin(\omega t + \phi)$$

Akım, voltajı gerilişime göre ϕ kadar ilerler.



$X_L = X_C$ (Rezonans), $\phi = 0$ 'dır.
Yani devre akımı, üreticinin gerilimi ile aynı
fazdadır.

Örnek 33.6 seri RLC Devresinin Analizi

$R = 425 \Omega$, $L = 1,25 \text{ H}$, $C = 3,5 \mu\text{F}$, $\omega = 377 \text{ s}^{-1}$ ve $\Delta V_{\text{maks}} = 150 \text{ V}$ olan bir seri RLC devresi verilmektedir. (a) Devrenin indüktif reaktansını, kapasitif reaktansını ve empedansını bulunuz.

Çözüm Reaktanslar $X_L = \omega L = 471 \Omega$ ve $X_C = 1/\omega C = 758 \Omega$ olarak bulunur. Buradan empedans

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{(425 \Omega)^2 + (471 \Omega - 758 \Omega)^2} = 513 \Omega$$

olur.

(b) Devredeki maksimum akımı bulunuz.

Çözüm

$$I_{\text{maks}} = \frac{V_{\text{maks}}}{Z} = \frac{150 \text{ V}}{513 \Omega} = 0,292 \text{ A}$$

dir.

(c) Akımla voltaj arasındaki faz açısını bulunuz.

Çözüm

$$\phi = \tan^{-1} \left(\frac{X_L - X_C}{R} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{471 \Omega - 758 \Omega}{425 \Omega} \right) = -34,0^\circ$$

Devrenin kapasitif etkisi, indüktif etkisinden fazla olduğundan ϕ negatiftir ve akım uygulanan voltajdan öndedir.

(d) Her elemanın uçları arasındaki pik voltajları ve ani voltajları bulunuz.

Çözüm Maksimum voltajlar,

$$\Delta V_R = I_{\text{maks}} R = (0,292 \text{ A}) (425 \Omega) = 124 \text{ V}$$

$$\Delta V_L = I_{\text{maks}} X_L = (0,292 \text{ A}) (471 \Omega) = 138 \text{ V}$$

$$\Delta V_C = I_{\text{maks}} X_C = (0,292 \text{ A}) (758 \Omega) = 221 \text{ V}$$

dir. 33.19, 33.20 ve 33.21 Eşitlikleri kullanılırsa her üç elemanın uçları arasında ani voltajlar

$$\Delta v_R = (124 \text{ V}) \sin 377t$$

$$\Delta v_L = (138 \text{ V}) \cos 377t$$

$$\Delta v_C = (-221 \text{ V}) \cos 377t$$

olarak yazılabilir.

Yorumlar Pik voltajların toplamı $\Delta V_R + \Delta V_L + \Delta V_C = 483 \text{ V}$, ki bu değer üreticinin maksimum voltajı olan 150 V 'dan çok büyüktür. Sınama Sorusu 33.2'de gördüğümüz üzere, maksimum voltajların toplamı anlamsız bir niceliktir. Çünkü harmonik olarak değişen nicelikler toplandıkları zaman onların hem genlikleri hem de fazları dikkate alınmalı ve biliyoruz ki değişik devre elemanlarının uçları arasındaki pik voltajları farklı zamanlarda oluşur. Yani farklı faz-

$$\omega = 377 \text{ Rad/s} = 377 \text{ s}^{-1}$$

$$X_L = \omega L = 471 \Omega, \quad X_C = \frac{1}{\omega C} = 758 \Omega \quad C = 3,5 \times 10^{-6} \text{ F}$$

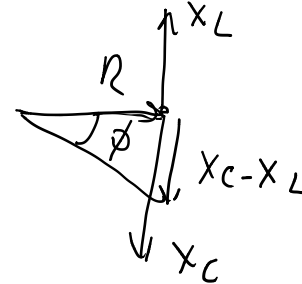
$$X_C > X_L \text{ oldu.}$$

$$i = I_{\text{maks}} \sin(\omega t - \phi)$$

$$\begin{matrix} 180^\circ & \pi \text{ Radyan} \\ 34^\circ & \times \end{matrix}$$

$$\phi = -\frac{\pi 34}{180} \approx -0,59 \text{ Rad.}$$

$$i = (0,292 \text{ A}) \sin(377t + 0,59)$$



33.6 AC DEVRESİNDE GÜÇ

Devreye uygulanan gerilim

$$\Delta V = \Delta V_{max} \sin \omega t$$

Devreden gelen akım $i(t) = I_{max} \sin(\omega t - \phi)$

* Bobinde ve kondansatörde güç harcanmaz.

Devrenin anı gücü

$$P_{ani} = i(t) \Delta V(t) = I_{max} \Delta V_{max} \sin(\omega t - \phi) \sin \omega t$$

$$\sin(\omega t - \phi) = \sin \omega t \cos \phi - \cos \omega t \sin \phi$$

$$P_{ani} = I_{max} \Delta V_{max} \cos \phi \underbrace{\sin^2 \omega t} - I_{max} \Delta V_{max} \sin \phi \underbrace{\sin \omega t \cos \omega t}$$

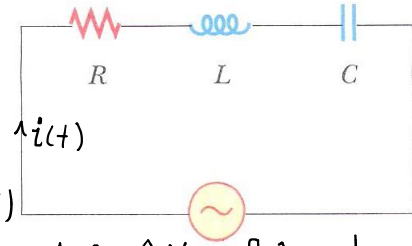
$$P_{ort} = I_{max} \Delta V_{max} \cos \phi \left(\frac{1}{2} \right) - 0$$

$$P_{ort} = \frac{1}{2} I_{max} \Delta V_{max} \cos \phi = \left(\frac{I_{max}}{\sqrt{2}} \right) \left(\frac{\Delta V_{max}}{\sqrt{2}} \right) \cos \phi$$

$$P_{ort} = I_{et} \Delta V_{et} \cos \phi \quad \checkmark$$

$$P_{ort} = I_{et} \frac{\Delta V_{max}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I_{max} R}{\Delta V_{max}} = I_{et}^2 R \quad \checkmark$$

↑
Güç dirençte harcanır.



$$\Delta V = \Delta V_{max} \sin \omega t$$

$$\omega = 2\pi f$$

$$\left| \frac{1}{T} \int_0^T \sin^2 \omega t dt = \frac{1}{2} \right.$$

$$\left| \frac{1}{T} \int_0^T \sin \omega t \cos \omega t dt = 0 \right.$$

$$\cos \phi = \frac{\Delta V_R}{\Delta V_{max}} = \frac{I_{max} R}{\Delta V_{max}}$$

Örnek 33.7

Örnek 33.6 örneğindeki seri RLC devresine verilen ortalama gücü hesaplayınız.

Örnekte, $I_{max} = 0,292 \text{ A}$, $R = 425 \Omega$
 $\Delta V_{max} = 150 \text{ V}$

1. yol: $P = I_{et}^2 R = (0,206)^2 \cdot 425$ $I_{et} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = 0,206 \text{ A}$

$$= 0,042 \times 425 \approx 18 \text{ Watt}$$

2. yol: $P_{ort} = I_{et} \Delta V_{et} \cos \phi$, $\Delta V_{et} = \frac{\Delta V_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{150 \text{ V}}{\sqrt{2}} = 106 \text{ V}$

$$P_{ort} = (0,206)(106)(0,829)$$

$$= (21,836)(0,829) \approx 18,1 \text{ Watt}$$

33.7 SERİ RLC DEVRESİNDE REZONANS

Bir seri RLC devresinde, akımın pik değerini rezonans frekansında alır. $\sim \Delta V_{et} \sin \omega t$

↑ Devrenin frekansı

LC devresinde devre frekansı $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ ile verilir.

Eğer $\omega = \omega_0$ ise rezonans olur.

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$X_L = L\omega_0, \quad X_C = \frac{1}{C\omega_0}$$

$$Z = R$$

$$X_L = X_C \text{ olur.}$$

$$I_{et} = \frac{\Delta V_{et}}{Z} = \frac{\Delta V_{et}}{R}$$

$$\omega_0^2 = \frac{1}{LC} \Rightarrow \underbrace{L\omega_0}_{X_L} = \underbrace{\frac{1}{C\omega_0}}_{X_C}$$

Rezonans frekansında devreden maksimum akım geçer. Devre maksimum güç harcar.

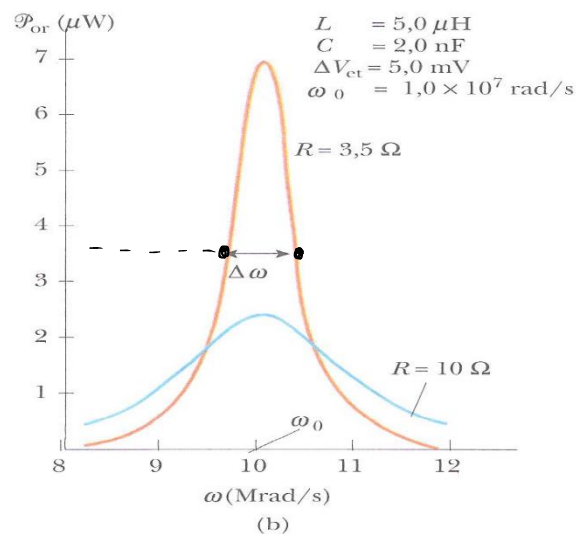
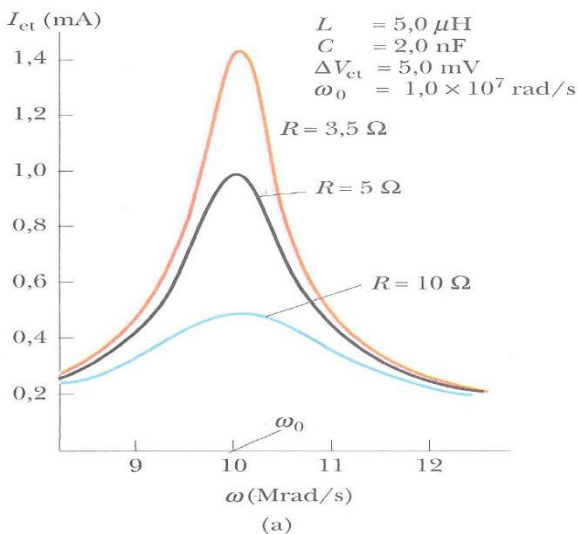
$$P_{ort} = I_{et}^2 R = \frac{\Delta V_{et}^2}{Z^2} R = \frac{\Delta V_{et}^2 R}{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$X_L = L\omega, \quad X_C = \frac{1}{C\omega} \text{ yazılırsa}$$

$$(X_L - X_C)^2 = \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2 = \frac{L^2}{\omega^2} (\omega^2 - \omega_0^2)^2 \quad \omega_0^2 = \frac{1}{LC}$$

$$P_{ort} = \frac{(\Delta V_{et})^2 R \omega^2}{R^2 \omega^2 + L^2 (\omega^2 - \omega_0^2)^2}$$

"Seri RLC devreine saplanan ortalama gücün frekansla bağlı değişimi"



Kalite faktörü : $\frac{\omega_0}{\Delta\omega}$, $\Delta\omega$, Port maksimum değerinin yarısına karşılık gelen iki ω değeri arasında ölçülen eğri genişliğidir.

İçimler yapıldı $\Delta\omega = \frac{R}{L}$ olduğu görülür.

$$\text{Kalite faktörü} = \frac{\omega_0 L}{R}$$

Örnek 33.8 Rezonans Yapan RLC Devresi

Bir seri RLC devresinde $R = 150 \Omega$, $L = 20 \text{ mH}$, $\Delta V_{ef} = 20 \text{ V}$ ve $\omega = 5000 \text{ s}^{-1}$ dir. a) Akım pik değerine sahip olduğunda sistemin değerini bulunuz.

Çözüm: Akım ω_0 rezonans frekansında pik değerine ulaşır.

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow \omega_0^2 = \frac{1}{LC} \rightarrow C = \frac{1}{\omega_0^2 L}$$

$$C = \frac{1}{\omega^2 L} = \frac{1}{(5000)^2 (20 \times 10^{-3})} \cong 2,0 \mu\text{F} \text{ bulunur.}$$

b) Devredeki etkin akımın maksimum değerini bulunuz.

$$I_{ef} = \frac{\Delta V_{ef}}{Z} \rightarrow I_{ef} = \frac{\Delta V_{ef}}{R} = \frac{20 \text{ V}}{150 \Omega} \cong 0,133 \text{ A olur.}$$

$$\downarrow$$
$$\sqrt{R^2 + \underbrace{(X_L - X_C)^2}_0}$$

33.8 TRANSFORMATÖRLER ve GÜÇ İLETİMİ

Elektrik gücü uzak mesafelere iletildiği zaman, iletim hatlarında I^2R ısı kaybını en aza indirmek için yüksek voltaj - düşük akım kullanmak uygundur.

$$P = I \Delta V$$

↓ ↑ yüksekt.
Akım

Bu amaç için transformatörler kullanılır.

Bir transformatör iki sargı ve bir nüve (Çekirdek) den oluşur.

$$\mathcal{E} = -N \frac{d\Phi_B}{dt} \text{ dir.}$$

$$\Delta V_1 = -N_1 \frac{d\Phi_B}{dt} \text{ --- (1)}$$

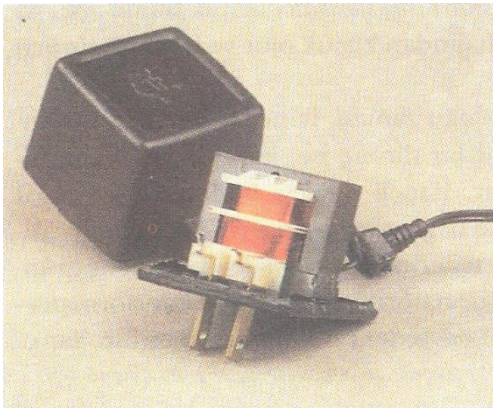
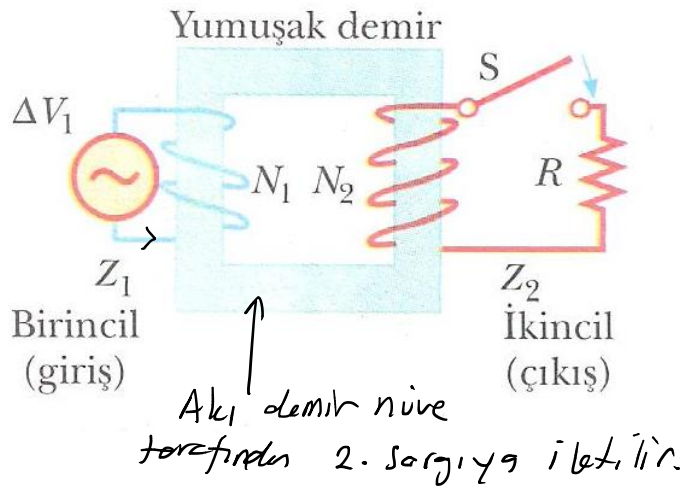
$$\Delta V_2 = -N_2 \frac{d\Phi_B}{dt} \text{ --- (2)}$$

(1) ve (2) taraf tarafa bölündüğünde

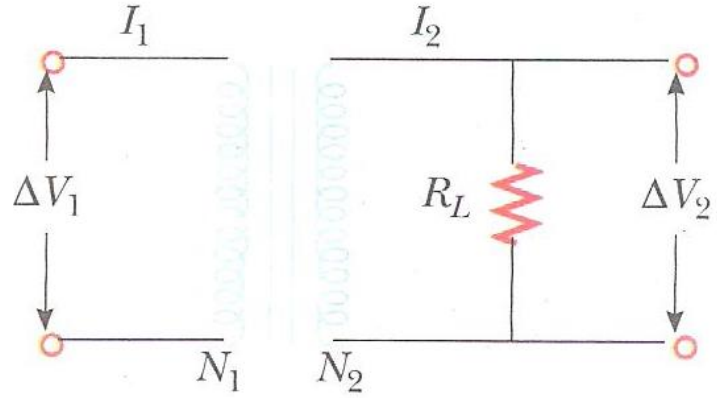
$$\frac{\Delta V_1}{\Delta V_2} = \frac{N_1}{N_2} \rightarrow \Delta V_2 = \left(\frac{N_2}{N_1} \right) \Delta V_1 \text{ --- (3)}$$

→ Eğer $N_2 > N_1$ ise $\Delta V_2 > \Delta V_1$ olur.
Buna yükseltici transformatör denir.

→ Eğer $N_2 < N_1$ ise $\Delta V_2 < \Delta V_1$ olur.
Alçaltıcı transformatör denir.



Kayıp ihmal edilirse
 $P_{\text{primer}} = P_{\text{sekonder}}$
 Verim % 100
 olduğu kabul edilir.



$$I_1 \Delta V_1 = I_2 \Delta V_2 \quad \dots (4) \quad \Delta V_2 = \left(\frac{N_2}{N_1} \right) \Delta V_1 \quad \dots (3)$$

$I_2 = \frac{\Delta V_2}{R_L}$ olduğundan, ikincil devredeki akımın değeri
 R_L açıkça R_L belirlenmektedir.

Birincil sarımdaki akım $I_1 = \frac{\Delta V_1}{R_{ef}}$ tir.

Burada R_{ef} , birincil taraftan bakıldığında, R yük
 direncinin eşdeğer direncidir. ve adaptörün girişi
 verilir.

$$I_1 \Delta V_1 = I_2 \Delta V_2$$

$$\downarrow$$

$$\frac{\Delta V_1}{R_{ef}} \Delta V_1 = \frac{\Delta V_2}{R_L} \Delta V_2 \Rightarrow \frac{R_{ef}}{R_L} = \left(\frac{\Delta V_1}{\Delta V_2} \right)^2 \quad (3)$$

$$\frac{R_{ef}}{R_L} = \left(\frac{N_1}{N_2} \right)^2$$

$$\frac{\Delta V_1}{\Delta V_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$R_{ef} = \left(\frac{N_1}{N_2} \right)^2 R_L \quad \text{olur.}$$