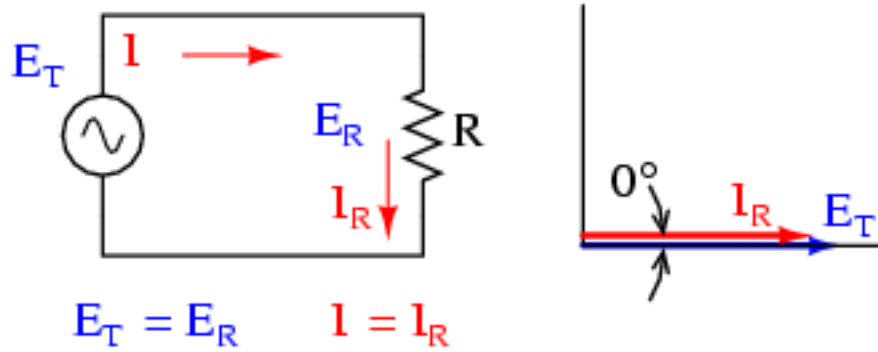


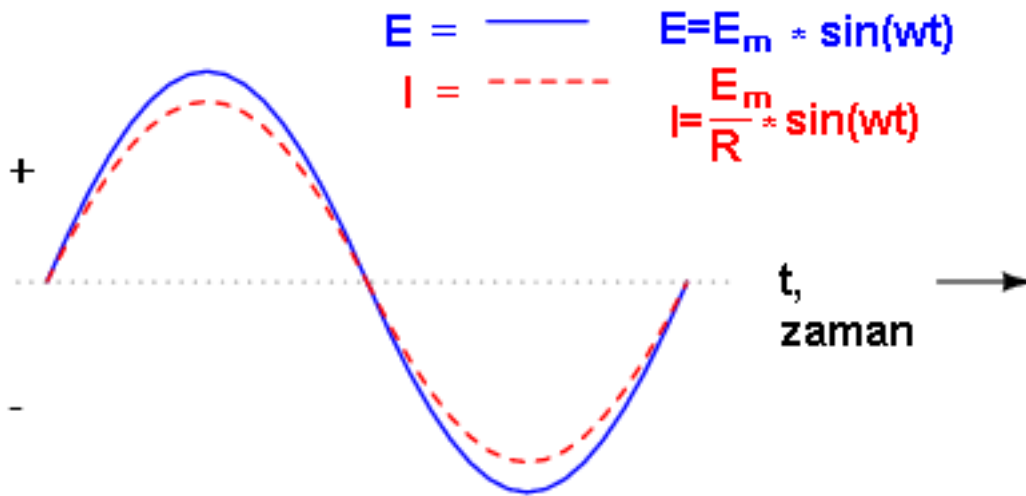
AC devrede Direnç(R), Endüktans(X), ve Empedans(Z):

Direnç, temel olarak elektron hareketini engellemeye çalışan devre elamanıdır. Süper iletken hariç bütün iletkenler bir direnç içerir. Direnç, "**R**" ile gösterilir ve birimi ohm'dur (Ω). Alternatif akım uygulandığında dirençten geçen akım ve gerilim aynı fazdadır.

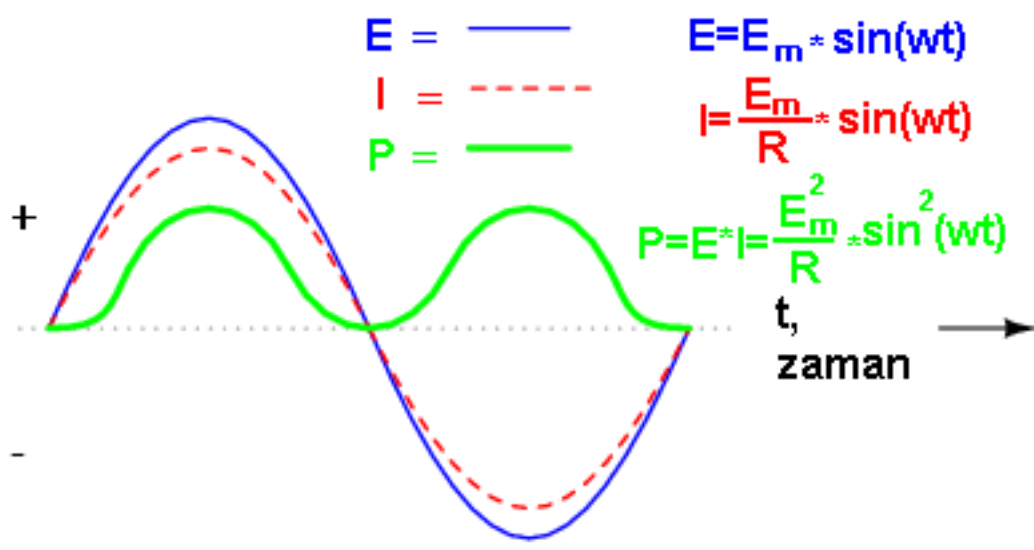


AC devrede saf direnç: direnç gerilimi ve akımı aynı fazdadır.

Yukarıdaki devre için $E = E_m \cdot \sin(2\pi ft) = E_m \cdot \sin(\omega t)$ olursa $I = E_m / R \cdot \sin(\omega t)$ olur. Bu sinyaller aşağıda çizilmiştir. İki sinyal arasında faz farkı YOKTUR. Burada **açısal frekans $\omega = 2\pi f$** olarak alınır.



Direnç üzerinde harcanan güç $P = E \cdot I$ olduğuna göre $P = \frac{E_m^2}{R} \cdot \sin^2(\omega t)$



Şekilden de görüldüğü gibi Güç sinyali her zaman pozitiftir. Bu da bize direncin sürekli olarak güç harcadığını gösterir.

Reaktans ise elektron hareketine karşı gösterilen atalettir. Uygulanan gerilimle orantılı oluşan Elektrik alanın (Kapasitör için) veya akımla orantılı oluşan Manyetik alanın (Bobin için) bulunduğu her yerde reaktans mevcuttur. Alternatif akım saf reaktansa(direncin olmadığı devreye) uygulandığında gerilimle akım arasında 90° 'lik bir faz kayması vardır. Reaktans, "**X**" ile gösterilir ve birimi ohm'dur(Ω).

Empedans, Direnç ve Reaktansın bileşkesinden oluşur. Alternatif akım bir empedans üzerinden geçtiği zaman, geçen akım ile gerilim düşümü arasında 0° ile 90° arasında bir faz farkı olabilir. Faz farkı **sıfır** olduğunda empedans tamamen resistif yani sadece direnç olur. Faz farkı **90°** (pozitif veya negatif) olduğunda ise empedans (indüktif($+90^\circ$) veya kapasitif(-90°)) yani sadece reaktans olur. Empedans "**Z**" ile gösterilir ve birimi ohm'dur(Ω).

İdeal direnç sadece rezistans(direnç) içerir, reaktans içermez. İdeal bobin(inductor) ve ideal kapasitör(capacitor) sadece reaktans içerir. Direnç içermez. Bütün devre elamanları empedans içerir. Empedans ise rezistans(direnç) ve reaktansı beraberce içerebilir.

Resistor	100 Ω
	$R = 100 \Omega$
	$X = 0 \Omega$
	$Z = 100 \Omega \angle 0^\circ$

Inductor	100 mH
	159.15 Hz
	$R = 0 \Omega$
	$X = 100 \Omega$
	$Z = 100 \Omega \angle 90^\circ$

Capacitor	10 μF
	159.15 Hz
	$R = 0 \Omega$
	$X = 100 \Omega$
	$Z = 100 \Omega \angle -90^\circ$

Empedans faz açısı bir elaman üzerindeki gerilim ile ondan geçen akım arasındaki faz farkını(açısını) gösterir. İdeal Direnç için akım ile gerilim arasında faz farkı yoktur.Böylece faz açısı "0°" olur. İdeal Bobinde(Inductor) ise gerilim daima akımın 90° ilerisindedir.Bu yüzden Faz farkını gösteren açı POZİTİFTir.Böylece bobin empedansı XL'in faz açısı +90°' dir. İdeal kondansatör içinse akım gerilimin 90° ilerisindedir.Bu yüzden Faz farkını gösteren açı NEGATİFTir.Böylece kondansatör empedansı XC'nin faz açısı -90°' dir.

AC gerilimde Empedans için Ohm Kanunları geçerlidir.

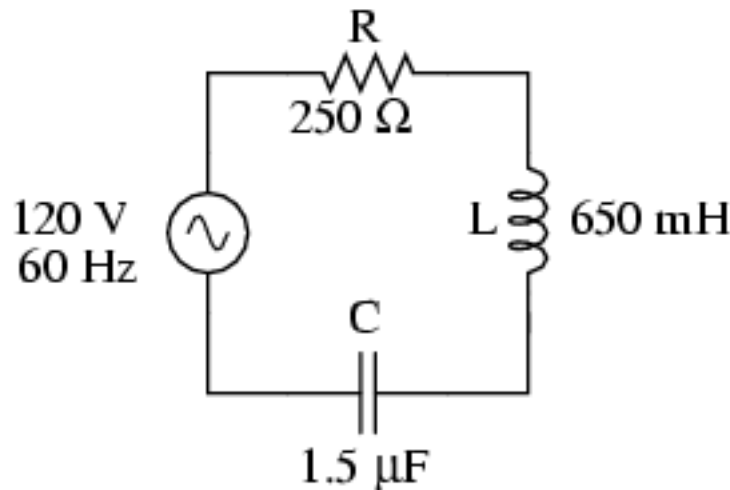
Ohm Kanunları

$$E = IZ \quad I = \frac{E}{Z} \quad Z = \frac{E}{I}$$

*Bütün değerler
komplex veya kutupsaldır.*

Kirchhoff Kanunlarıda değerleri kompleks veya kutupsal tutmak şartıyla empedans,gerilim ve akım için geçerlidir.

Seri R, L, ve C:



$$X_L = 2\pi fL$$

$$X_L = (2)(\pi)(60 \text{ Hz})(650 \text{ mH})$$

$$X_L = 245.04 \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

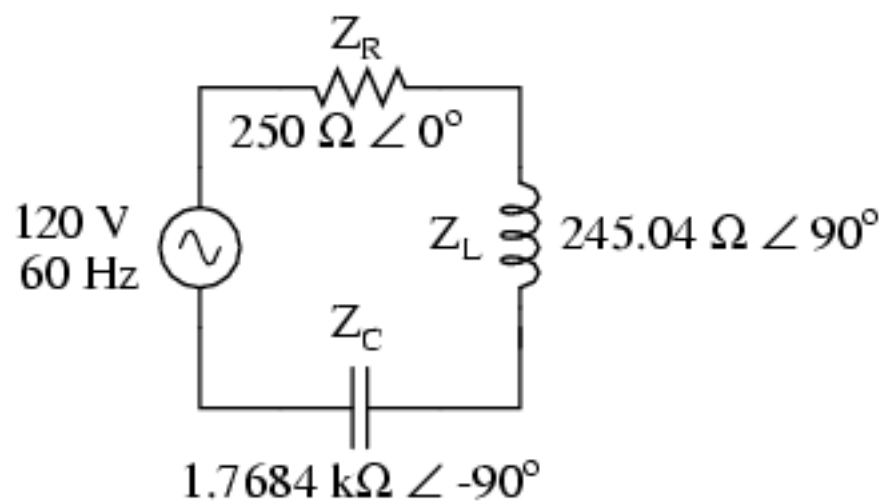
$$X_C = \frac{1}{(2)(\pi)(60 \text{ Hz})(1.5 \mu\text{F})}$$

$$X_C = 1.7684 \text{ k}\Omega$$

$$Z_R = 250 + j0 \Omega \quad \text{or} \quad 250 \Omega \angle 0^\circ$$

$$Z_L = 0 + j245.04 \Omega \quad \text{or} \quad 245.04 \Omega \angle 90^\circ$$

$$Z_C = 0 - j1.7684 \text{ k}\Omega \quad \text{or} \quad 1.7684 \text{ k}\Omega \angle -90^\circ$$



$$Z_{\text{total}} = Z_R + Z_L + Z_C$$

$$Z_{\text{total}} = (250 + j0 \Omega) + (0 + j245.04 \Omega) + (0 - j1.7684 \text{ k}\Omega)$$

$$Z_{\text{total}} = 250 - j1.5233 \text{ k}\Omega \quad \text{or} \quad 1.5437 \text{ k}\Omega \angle -80.680^\circ$$

DEVRE SERİ OLDUĞU İÇİN GEÇEN AKIM BÜTÜN DEVREDE AYNI OLMALIDIR.OHM KANUNUNU UYGULAYARAK AKIM BULUNUR:

$$I = \frac{E}{Z} = \frac{\frac{120 + j0}{120 \angle 0^\circ}}{250 - j1.5233k} = \frac{12.589m + 76.708m}{77.734m \angle 80.680^\circ} = 1.5437k \angle -80.680^\circ$$

I AKIM DEĞERİ KULLANILARAK HER BİR ELAMAN ÜZERİNDEKİ GERİLİM DEĞERİ HESAPLANIR:

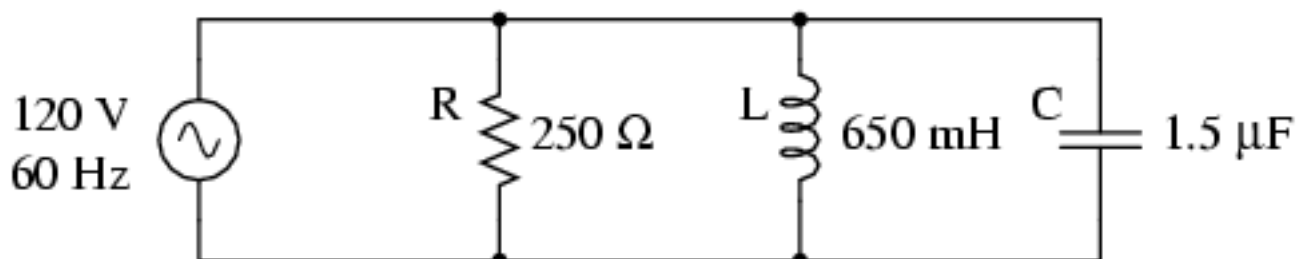
$$E = IZ$$

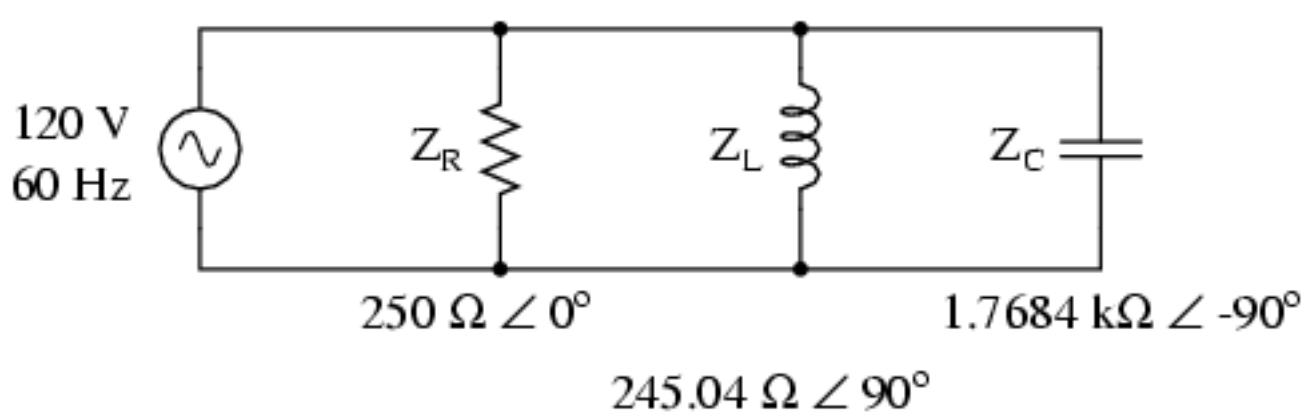
$$E_R = \frac{3.1472 + j19.177}{19.434 \angle 80.680^\circ} = \frac{12.589m + 76.708m}{77.734m \angle 80.680^\circ} \cdot \frac{250 + j0}{250 \angle 0^\circ}$$

$$E_L = \frac{-18.797 + j3.0848}{19.048 \angle 170.68^\circ} = \frac{12.589m + 76.708m}{77.734m \angle 80.680^\circ} \cdot \frac{0 + j245.04}{254.04 \angle 90^\circ}$$

$$E_C = \frac{135.65 - j22.262}{137.46 \angle -9.3199^\circ} = \frac{12.589m + 76.708m}{77.734m \angle 80.680^\circ} \cdot \frac{0 - j1.7684k}{1.7684k \angle -90^\circ}$$

Paralel R, L, ve C:





DEVRE PARALEL OLDUĞU İÇİN BÜTÜN GERLİM DEĞERLERİ AYNIDIR.

$$E_R = E_L = E_C = 120 \text{ V} \angle 0^\circ$$

PARHER BİR DEVRE ELAMANINA AİT AKIMLAR İSE OHM KANUNU KULLANILARAK BULUNUR:

$$I = \frac{E}{Z}$$

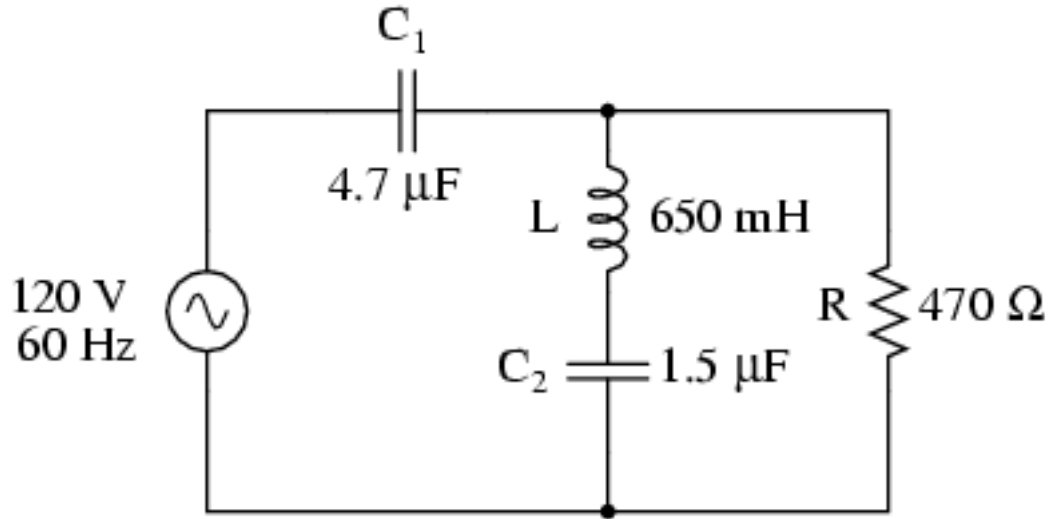
$$I_R = \frac{\begin{matrix} 120 + j0 \\ 120 \angle 0^\circ \end{matrix}}{\begin{matrix} 250 + j0 \\ 250 \angle 0^\circ \end{matrix}} = \begin{matrix} 480\text{m} + j0 \\ 480 \angle 0^\circ \end{matrix}$$

$$I_L = \frac{\begin{matrix} 120 + j0 \\ 120 \angle 0^\circ \end{matrix}}{\begin{matrix} 0 + j245.04 \\ 254.04 \angle 90^\circ \end{matrix}} = \begin{matrix} 0 - j489.71\text{m} \\ 489.71\text{m} \angle -90^\circ \end{matrix}$$

$$I_C = \frac{\begin{matrix} 120 + j0 \\ 120 \angle 0^\circ \end{matrix}}{\begin{matrix} 0 - j1.7684\text{k} \\ 1.7684\text{k} \angle -90^\circ \end{matrix}} = \begin{matrix} 0 + j67.858\text{m} \\ 67.858\text{m} \angle 90^\circ \end{matrix}$$

TOPLAM EMPEDANS ($Z_{\text{Total}} = 1/(1/Z_R + 1/Z_L + 1/Z_C)$) ŞEKLİNDE BULUNUR.

Seri-paralel R, L, ve C:



Reaktans ve Rezistans değerleri:

$X_{C1} = \frac{1}{2\pi f C_1}$ $X_{C1} = \frac{1}{(2)(\pi)(60 \text{ Hz})(4.7 \mu\text{F})}$ $X_{C1} = 564.38 \Omega$	$X_L = 2\pi f L$ $X_L = (2)(\pi)(60 \text{ Hz})(650 \text{ mH})$ $X_L = 245.04 \Omega$
$X_{C2} = \frac{1}{2\pi f C_2}$ $X_{C2} = \frac{1}{(2)(\pi)(60 \text{ Hz})(1.5 \mu\text{F})}$ $X_{C2} = 1.7684 \text{ k}\Omega$	$R = 470 \Omega$

$$Z_{C1} = 0 - j564.38 \Omega \text{ or } 564.38 \Omega \angle -90^\circ$$

$$Z_L = 0 + j245.04 \Omega \text{ or } 245.04 \Omega \angle 90^\circ$$

$$Z_{C2} = 0 - j1.7684 \text{ k}\Omega \text{ or } 1.7684 \text{ k}\Omega \angle -90^\circ$$

$$Z_R = 470 + j0 \Omega \text{ or } 470 \Omega \angle 0^\circ$$

L ve C2 seri olduğundan toplanır. Bu empedans R ile paralel olur. Paralel eşdeğer empedans bulunduğunda C1 ile seri olur ve toplanır. Aşağıda verildiği şekilde toplam empedans bulunur.

$$Z_{L-C2} = Z_L + Z_{C2} \quad Z_{R//L-C2} = \frac{1}{\frac{1}{Z_R} + \frac{1}{Z_{L-C2}}}$$

$$Z_{total} = Z_{C1} + Z_{R//L-C2}$$

$$Z_{L-C2} = \frac{0 - j1.5233k}{1.5233k \angle -90^\circ}$$

$$Z_{R//L-C2} = \frac{429.15 - j132.41}{449.11 \angle -17.147^\circ}$$

$$Z_{total} = \frac{429.15 - j696.79}{818.34 \angle -58.371^\circ}$$

Ohm Kanunu kullanılarak Toplam akım bulunur:

$$I_{total} = \frac{E}{Z_{total}} = \frac{120 + j0}{429.15 - j696.79} = \frac{120 \angle 0^\circ}{818.34 \angle -58.371^\circ} = \frac{76.899m + j124.86m}{146.64m \angle 58.371^\circ}$$

Bütün devre elamanları üzerindeki akım ve gerilim değerleri Ohm kanunu ve Kirschhoff akım kanunu yardımıyla aşağıdaki şekilde bulunur.

	C ₁	L	C ₂	R	
E	70.467 - j43.400 82.760 ∠ -31.629°	-7.968 - j6.981 10.594 ∠ 221.22°	57.501 + j50.382 76.451 ∠ 41.225°	49.533 + j43.400 65.857 ∠ 41.225°	Volts
I	76.899m + j124.86m 146.64m ∠ 58.371°	-28.490m + j32.516m 43.232m ∠ 131.22°	-28.490m + j32.516m 43.232m ∠ 131.22°	105.39m + j92.341m 140.12m ∠ 41.225°	Amps
Z	0 - j564.38 564.38 ∠ -90°	0 + j245.04 245.04 ∠ 90°	0 - j1.7684k 1.7684k ∠ -90°	470 + j0 470 ∠ 0°	Ohms