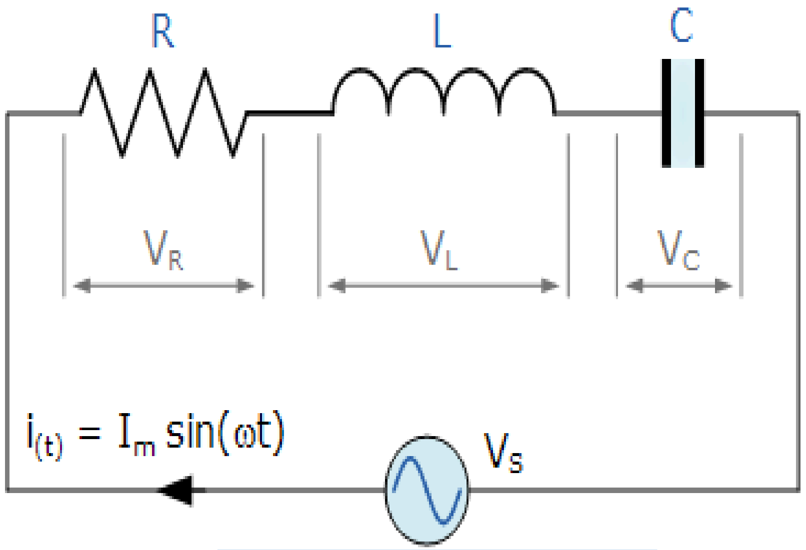
Circuits électriques
Parcours électronique
Chapitre 4 : Analyse des circuits RLC

Pr. Omar EL OUTASSI
o.eloutassi@umi.ac.ma

- Circuit RLC série
  - Diagramme de Phase du circuit RLC série
  - Tensions instantanées pour un circuit RLC série
  - Impédance du circuit RLC série
- Circuit RLC Parallèle
  - Courant et phase
    - Admittance Y :
    - Conductance G :
    - Susceptibilité B :
    - Facteur de puissance
  - Exemples de circuit RLC parallèle

Pr. Omar EL OUTASSI
o.eloutassi@umi.ac.ma

Circuit RLC série



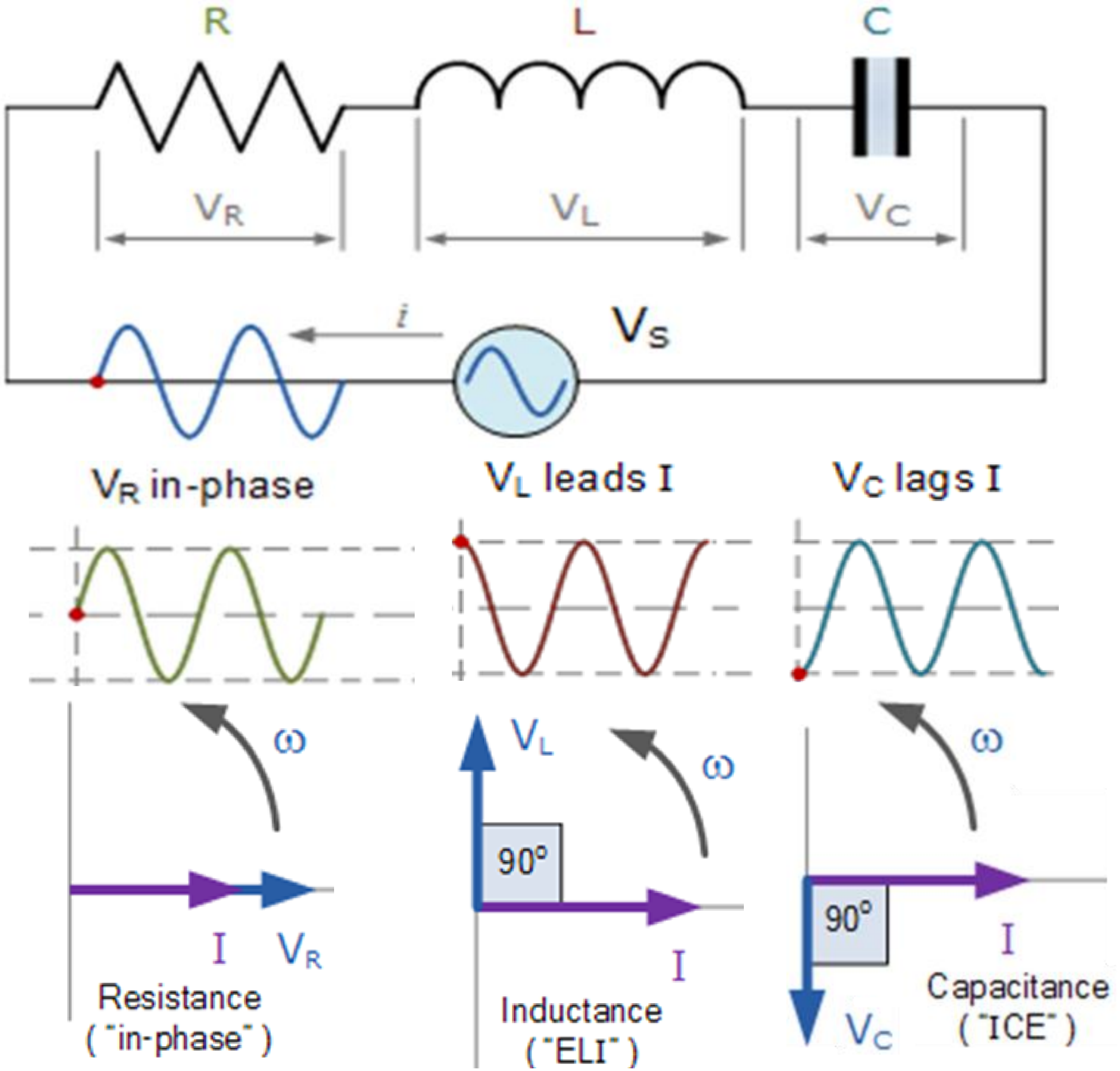
Circuit Element	Resistance, (R)	Reactance, (X)	Impedance, (Z)
Resistor	R	0	$Z_R = R, \varphi = 0°$
Inductor	0	ωL	$Z_L = j\omega L, \varphi = 90°$
Capacitor	0	$1/\omega C$	$Z_L = 1/j\omega C, \varphi = -90°$

Pr. Omar EL OUTASSI
o.eloutassi@umi.ac.ma

Circuit RLC série

Diagramme de Phase du circuit RLC série

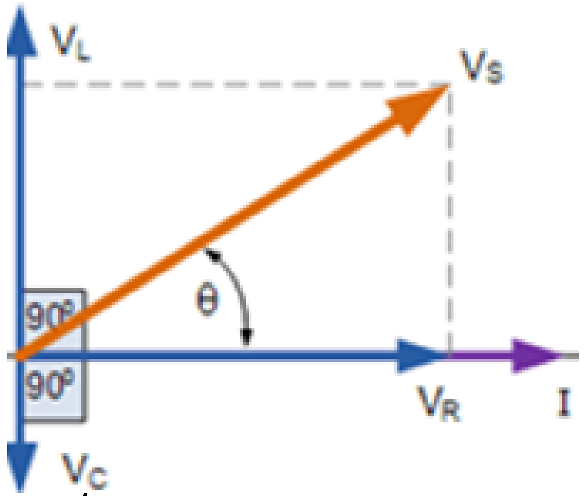
$$i(t) = I_{max}\sin(\omega t)$$



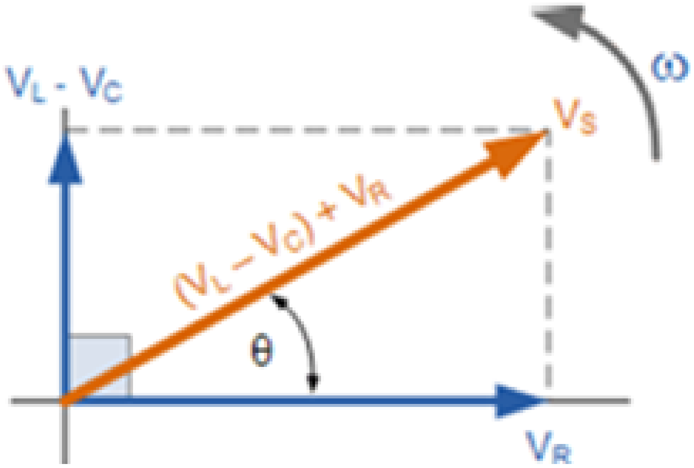
Pr. Omar EL OUTASSI
o.eloutassi@umi.ac.ma

Circuit RLC série

Tensions instantanées pour un circuit RLC série



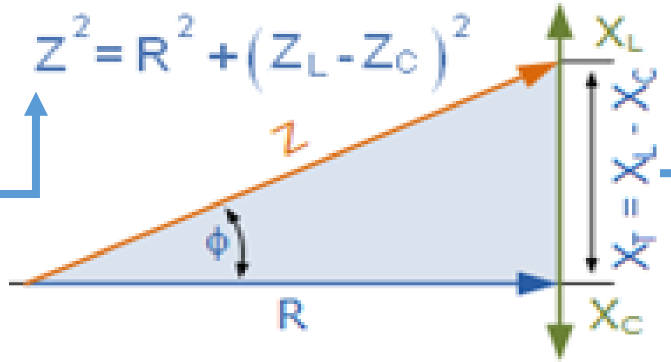
- V_S résultant est obtenu en additionnant les vecteurs, V_L et V_C
- ajoutant cette somme au vecteur V_R restant
- L'angle résultant obtenu entre V_S et i est l'angle de phase des circuits
- $V_S = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2}$
- $V_R = i_R \sin(\omega t + 0°) = i(t)R$
- $V_L = i_L Z_L \sin(\omega t + 90°) = i(t)j\omega L$
- $V_C = i_L Z_C \sin(\omega t - 90°) = -i(t)j/(\omega C)$



Pr. Omar EL OUTASSI
o.eloutassi@umi.ac.ma

Circuit RLC série

Impédance du circuit RLC série



$$V_R = i_R \sin(\omega t + 0°) = i(t)R$$

$$V_L = i_L Z_L \sin(\omega t + 90°) = i(t)j\omega L$$

$$V_C = i_L Z_C \sin(\omega t - 90°) = i(t)/j(\omega C)$$

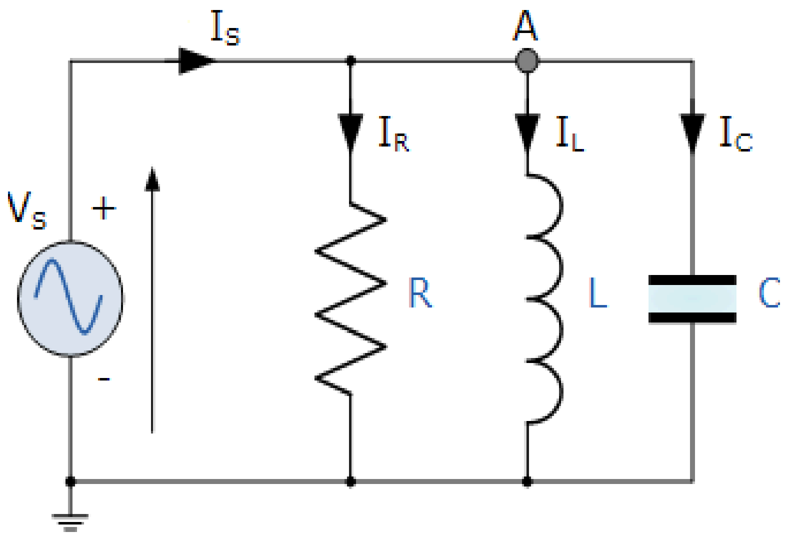
$$Z_{eqRLCSérie} = \sqrt{Z_R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$$
$$= \sqrt{R^2 + (\omega L - 1/C\omega)^2}$$

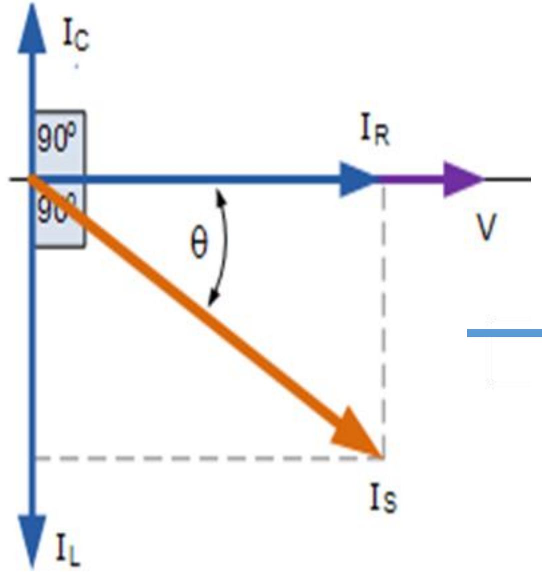
- $Z_C > Z_L$, réactance globale du circuit est capacitive, donnant un angle de phase avancé
- $Z_L > Z_C$, réactance globale du circuit est inductive, donnant au circuit série un angle de phase en retard
- $Z_C = Z_L$, fréquence angulaire pour laquelle il y a égalité est appelée fréquence de résonance
- Z est à son maximum, le courant est un minimum
- Z est à son minimum, le courant est au maximum

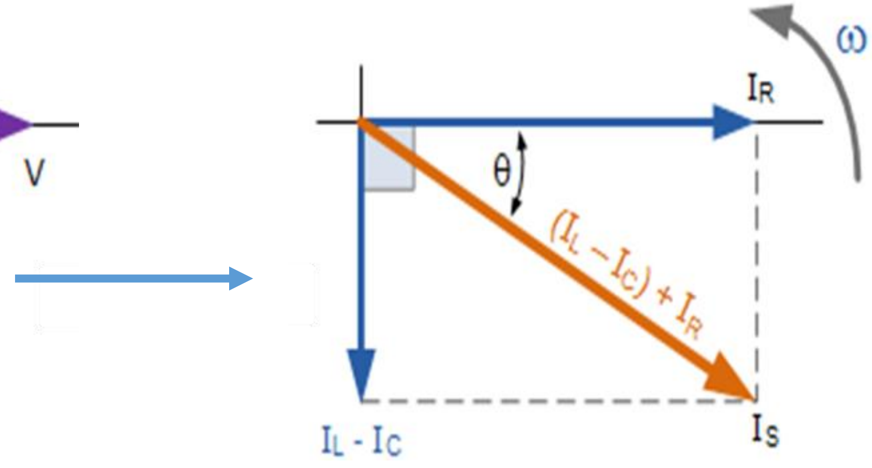
Pr. Omar EL OUTASSI
o.eloutassi@umi.ac.ma

Circuit RLC série

Circuit RLC Parallèle







$$I_s = \sqrt{I_R^2 + (I_L - I_C)^2} = \sqrt{\left(\frac{V}{R}\right)^2 + \left(\frac{V}{L} - \frac{V}{C}\right)^2} = \frac{V}{Z} = Y.V$$

$$Y = 1/Z$$

Pr. Omar EL OUTASSI
o.eloutassi@umi.ac.ma

Circuit RLC série

Circuit RLC Parallèle

Loi du courant de Kirchhoff (KCL)

$$i_S - i_R - i_L - i_C = i_S - \frac{v}{R} - \frac{1}{L}\int vdt - C\frac{dv}{dt} = 0$$

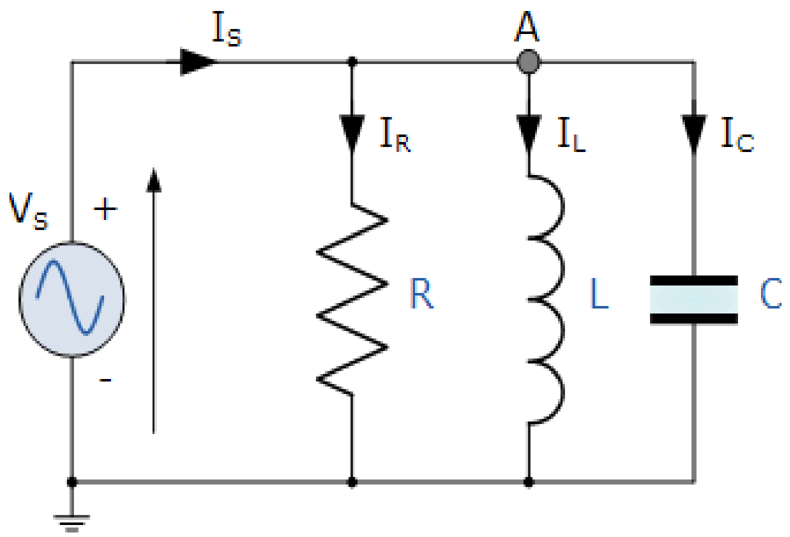
la dérivée, en divisant l'équation ci-dessus par C

$$\frac{di_S}{dt} = \frac{d^2v}{dt^2} + \frac{dv}{RCdt} + \frac{v}{LC}$$

trois composantes : X_L , X_C , Z

$$R = \frac{V}{I_R}, X_L = \frac{V}{I_R}, X_C = \frac{V}{I_C}$$

$$Y = \frac{1}{Z} = \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_L} - \frac{1}{X_C}\right)^2}$$



Pr. Omar EL OUTASSI
o.eloutassi@umi.ac.ma

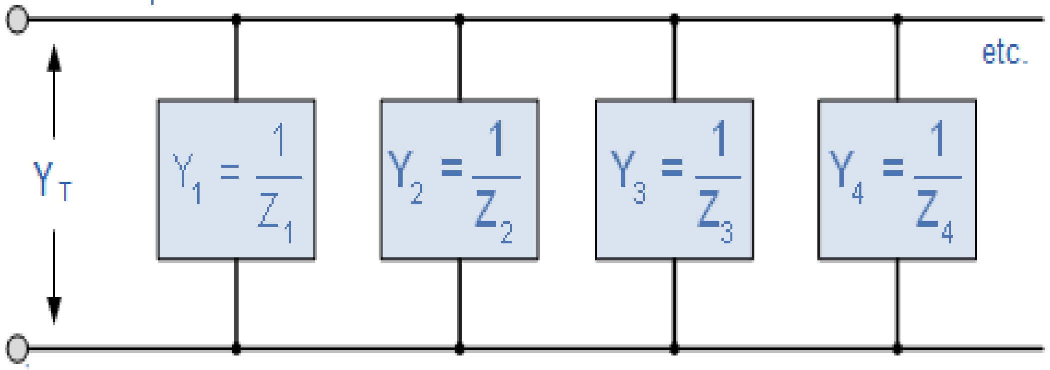
Circuit RLC série

Circuit RLC Parallèle

RLC parallèle produit des impédances complexes

l'inverse de l'impédance ou admittance Y est 1/Z

$$\frac{1}{Z_T} = Y_T = Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + \ldots\ldots \text{etc}$$



Pr. Omar EL OUTASSI
o.eloutassi@umi.ac.ma

Circuit RLC série

Circuit RLC Parallèle

Admittance Y :

inverse d'impédance Z

symbole Y unité S (Siemens)

Conductance G :

inverse résistance R

symbole G unité S (Siemens)

Susceptibilité B :

inverse réactance pure X

symbole B unité ampères par volt (A/V)

Pr. Omar EL OUTASSI
o.eloutassi@umi.ac.ma

Circuit RLC série

Circuit RLC Parallèle

Susceptibilité B :

Dans les circuits alternatifs

La Susceptibilité est définie comme la facilité avec laquelle une réactance (ou un ensemble de réactances) permet (ou permettent) à un courant alternatif de circuler lorsqu'une tension d'une valeur donnée de fréquence f est appliquée.

$B_L = \frac{1}{X_L} = \frac{1}{jL\omega}$ unité est le Siemens (S)

$B_C = \frac{1}{X_C} = jC\omega$ unité est le Siemens (S)

$B_L = -j|B_L|$

$B_C = +j|B_C|$

Pr. Omar EL OUTASSI
o.eloutassi@umi.ac.ma

Circuit RLC série

Circuit RLC Parallèle

Susceptibilité B :

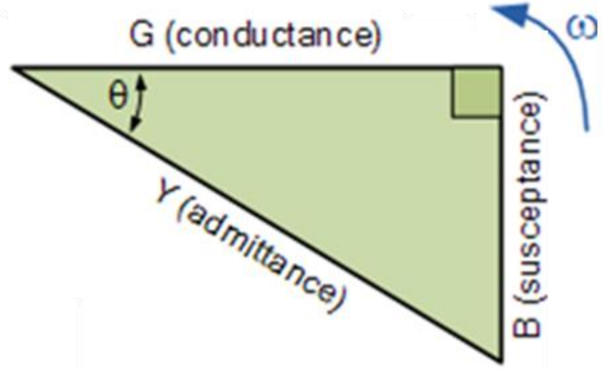
Pythagore pour calculer les amplitudes des trois côtés

$$Y = \sqrt{G^2 + (B_L - B_C)^2}$$

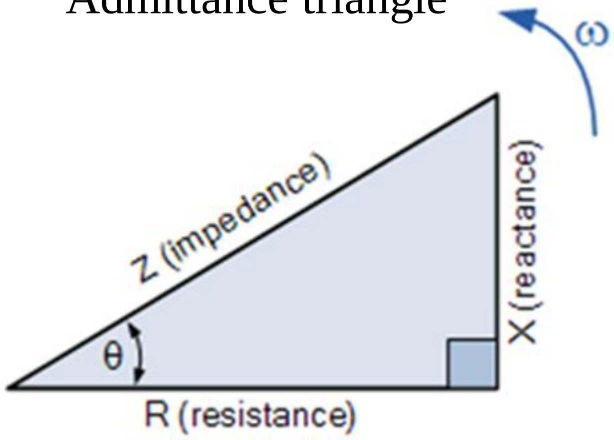
$$Y = \frac{1}{Z} \qquad G = \frac{1}{R} \qquad B_L = \frac{1}{\omega L} \qquad B_C = \omega C$$

$$Y = \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{\omega L} - \omega C\right)^2}$$

$$Z = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{\omega L} - \omega C\right)^2}}$$



Admittance triangle



Impédance triangle

Pr. Omar EL OUTASSI
o.eloutassi@umi.ac.ma

Circuit RLC série

Circuit RLC Parallèle

Susceptibilité B :

Facteur de puissance

$\cos(\varphi) = \frac{G}{Y}$

$\text{tang}(\varphi) = -\frac{B}{G}$

Z = R + jX circuits en série

Y = G – jB ($Y = G + jB$) circuits parallèles

Re(Y) = G est la conductance

Im(Y) = B est la susceptibilité

.

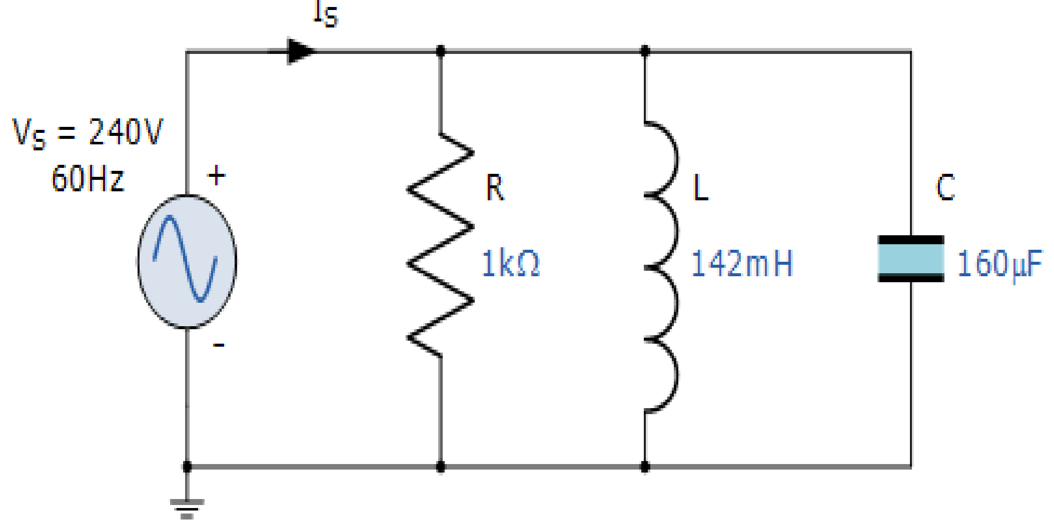
Pr. Omar EL OUTASSI
o.eloutassi@umi.ac.ma

Circuit RLC série

Circuit RLC Parallèle

Susceptibilité B :

Exemples de circuit RLC parallèle



Dans un circuit AC

Résistance n'est pas affectée par la fréquence donc = 1kΩ

Réactance inductive, $X_L = \omega L = 2\pi f L \approx 53.54\Omega$

Réactance capacitif $X_C = \dfrac{1}{\omega C} = \dfrac{1}{2\pi f C} = \approx 16.58\Omega$..

$$Z = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{\omega L} - \omega C\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{1000\Omega}\right)^2 + \left(\frac{1}{53.54\Omega} - \frac{1}{16.58\Omega}\right)^2}} \approx 24\Omega$$

$$I_S = \frac{V_S}{Z} = \frac{240V}{24\Omega} = 10A$$

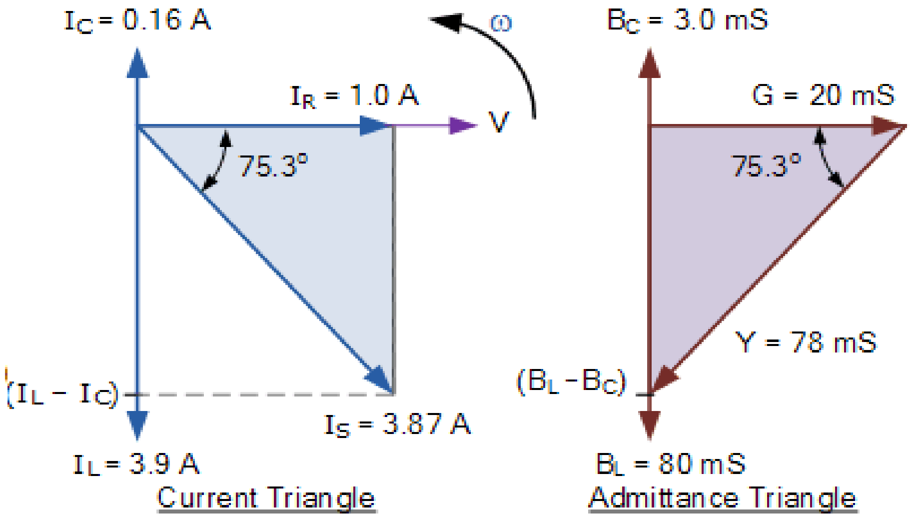
Pr. Omar EL OUTASSI
o.eloutassi@umi.ac.ma

Circuit RLC série

Circuit RLC Parallèle

Susceptibilité B :

Exemples de circuit RLC parallèle



Dans un circuit AC

Résistance n'est pas affectée par la fréquence $= 50\Omega$

Réactance inductive, $X_L = \omega L = 2\pi f L \approx 12.6\Omega$

Réactance capacitif $X_C = \dfrac{1}{\omega C} = \dfrac{1}{2\pi f C} \approx 318.3\Omega$

$$Z = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{\omega L} - \omega C\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{50\Omega}\right)^2 + \left(\frac{1}{12.6\Omega} - \frac{1}{318.3\Omega}\right)^2}} \approx 12.7\Omega$$

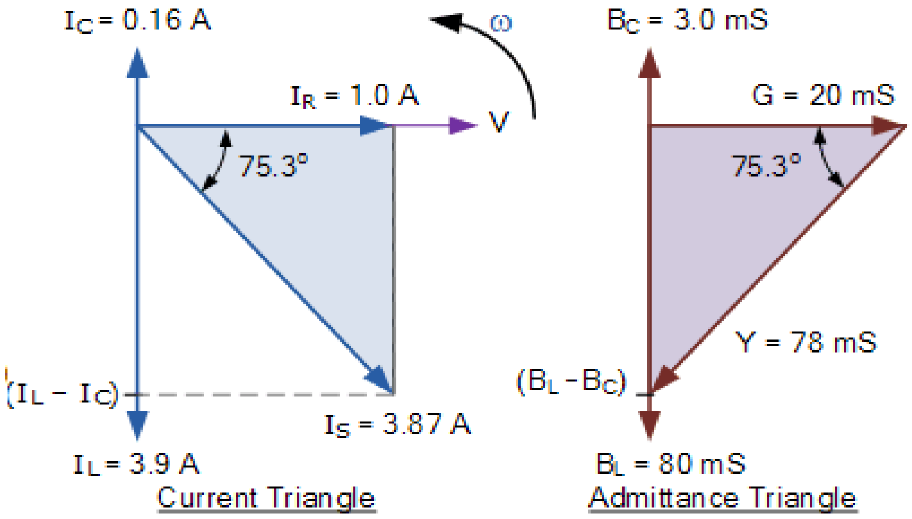
Pr. Omar EL OUTASSI
o.eloutassi@umi.ac.ma

Circuit RLC série

Circuit RLC Parallèle

Susceptibilité B :

Exemples de circuit RLC parallèle



$$I_s = \frac{V_s}{Z} = 3.87A$$

$$I_R = \frac{V_s}{R} = 1.0A$$

$$G = \frac{1}{R} = 20mS$$

$$I_L = \frac{V_s}{X_L} = 3.9A$$

$$B_L = \frac{1}{X_L} = 80mS$$

$$I_C = \frac{V_s}{X_C} = 0.16A$$

$$B_C = \frac{1}{X_C} = 3mS$$

$$\cos(\varphi) = \frac{G}{Y} = \frac{20mS}{78mS} = 0.256$$

$$Y = \frac{1}{Z} = 78mS$$

Pr. Omar EL OUTASSI
o.eloutassi@umi.ac.ma

FIN

Pr. Omar EL OUTASSI
o.eloutassi@umi.ac.ma