

Fundamentos de Ingeniería Eléctrica

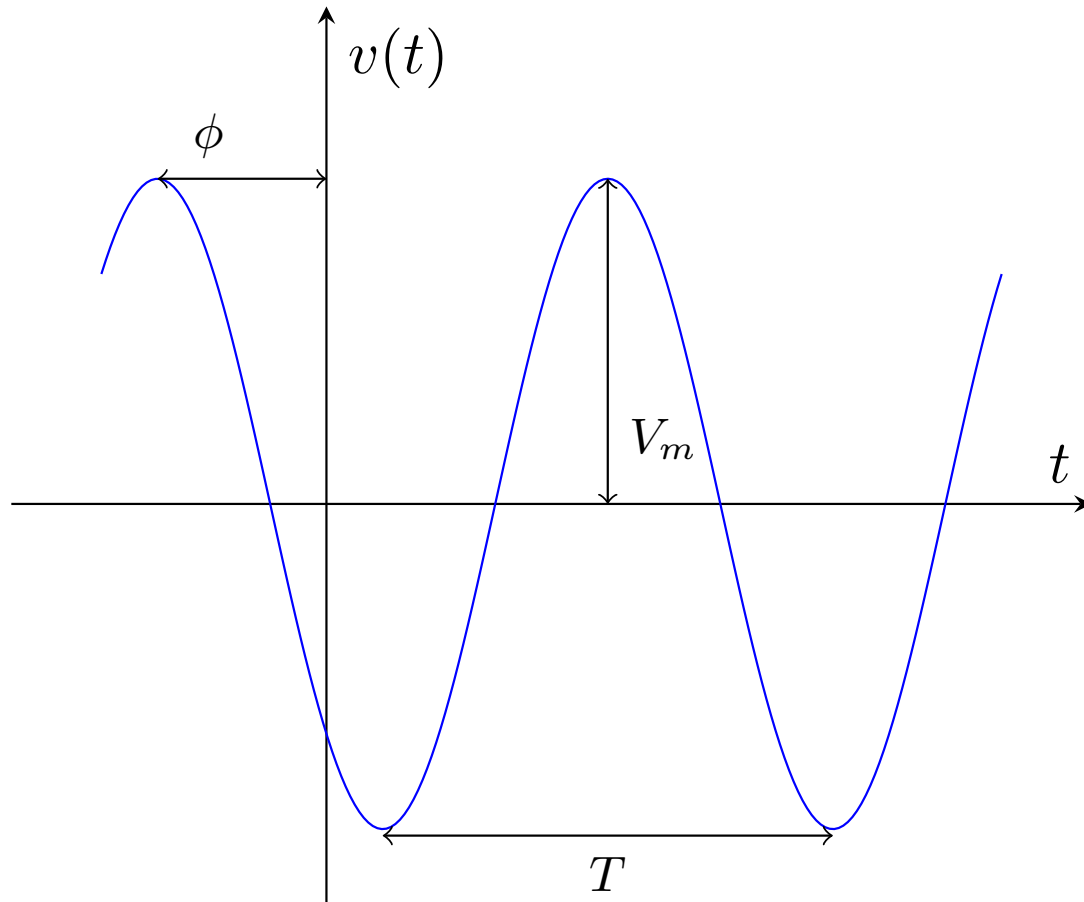
Tema 7: Régimen sinusoidal permanente

Contenidos

- Señal sinusoidal
- Fasor
- Impedancia y admitancia compleja
- Ley de Ohm
- Leyes de Krichhoff
- Método de mallas
- Método de nudos
- Teorema de superposición
- Teorema de Thevenin/Norton
- Bobinas acopladas
- Diagrama fasorial

Señal sinusoidal

Una señal sinusoidal tiene la siguiente expresión $v(t) = V_m \cos(\omega t + \phi)$



$V_m \rightarrow$ Valor máximo

$V_e \rightarrow$ Valor eficaz

$\omega \rightarrow$ Frecuencia (rad/s)

$\phi \rightarrow$ Desfase (rad)

$T \rightarrow$ Periodo (s)

$f \rightarrow$ Frecuencia (Hz)

$$V_e = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} v^2(t) dt} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

$$f = \frac{1}{T}$$

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

Repaso trigonometría

$$e^{j\phi} = \cos \phi + j \sin \phi$$

$$\tan \phi = \frac{\sin \phi}{\cos \phi}$$

$$\sin^2 \phi + \cos^2 \phi = 1$$

$$\sin \left(\frac{\pi}{2} - \phi \right) = \cos \phi$$

$$\cos \left(\frac{\pi}{2} - \phi \right) = \sin \phi$$

$$\sin(\alpha \pm \beta) = \sin \alpha \cos \beta \pm \cos \alpha \sin \beta$$

$$\cos(\alpha \pm \beta) = \cos \alpha \cos \beta \mp \sin \alpha \sin \beta$$

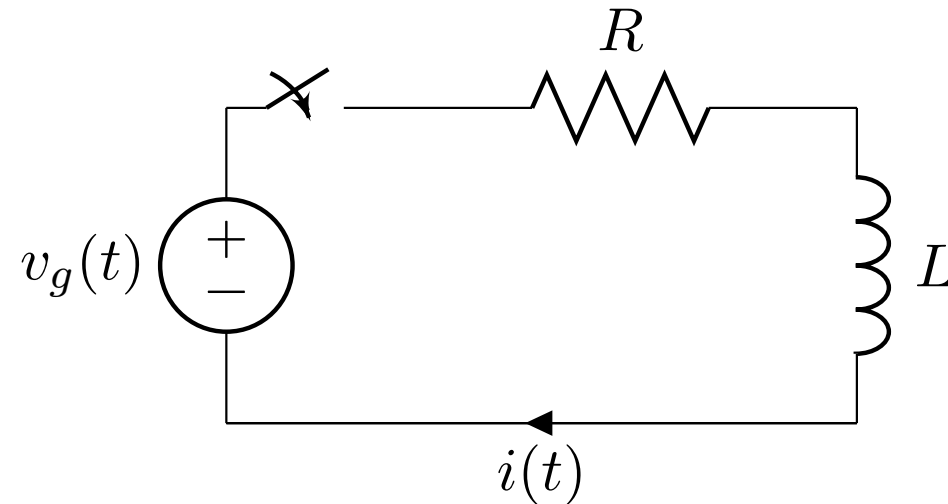
$$\sin \alpha \sin \beta = \frac{1}{2}(\cos(\alpha - \beta) - \cos(\alpha + \beta))$$

$$\cos \alpha \cos \beta = \frac{1}{2}(\cos(\alpha - \beta) + \cos(\alpha + \beta))$$

$$\sin \alpha \cos \beta = \frac{1}{2}(\sin(\alpha - \beta) + \sin(\alpha + \beta))$$

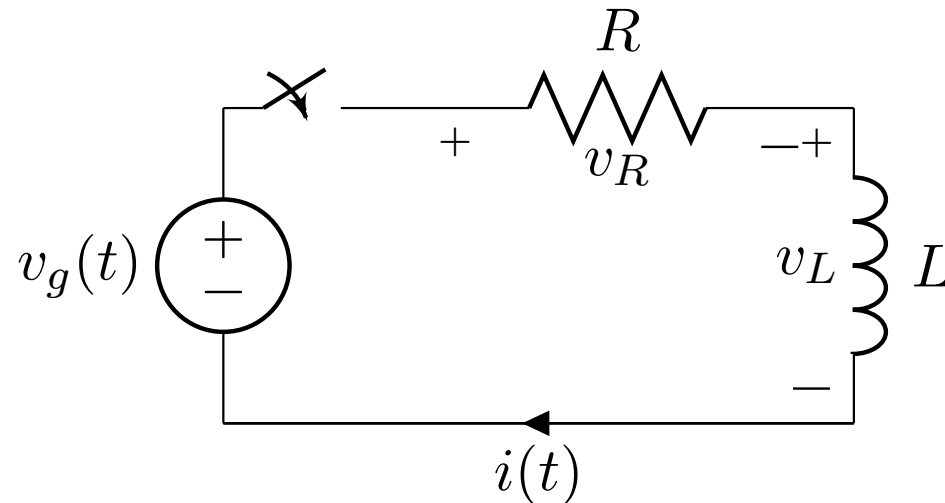
Respuesta sinusoidal

El interruptor ha estado cerrado un tiempo suficientemente largo y se cierra en $t = 0$. Determina la $i(t)$, $t \geq 0$.



Datos: $v_g(t) = V_m \cos(\omega t + \phi)$

Respuesta sinusoidal (cont)



$$v_R(t) = Ri(t) \qquad v_L(t) = L \frac{di(t)}{dt}$$

Aplicando la LKT

$$Ri(t) + L \frac{di(t)}{dt} = V_m \cos(\omega t + \phi)$$

Esto es una ecuación diferencial ordinaria:

- de primer orden
- de coeficientes constantes
- y no homogénea

Respuesta sinusoidal (cont)

En primer lugar calculamos la solución homogénea, es decir, la que satisface la ecuación diferencial con el término de la derecha igual a 0

$$Ri(t) + L\frac{di(t)}{dt} = 0 \implies i_H(t) = Ae^{-\frac{R}{L}t}$$

donde A es una constante a determinar. A continuación calculamos la solución particular de la forma $i_P(t) = B \cos(\omega t + C)$, con B y C dos constantes a determinar. Si sustituimos la solución particular en la ecuación diferencial original obtenemos:

$$RB \cos(\omega t + C) - BL\omega \sin(\omega t + C) = V_m \cos(\omega t + \phi)$$

Usando trigonometría obtenemos los siguientes valores de B y C

$$B = \frac{V_m}{\sqrt{R^2 + (L\omega)^2}} \quad C = \phi - \arctan \frac{L\omega}{R}$$

Por lo tanto la solución particular queda como

$$i_P(t) = \frac{V_m}{\sqrt{R^2 + (L\omega)^2}} \cos \left(\omega t + \phi - \arctan \frac{L\omega}{R} \right)$$

Respuesta sinusoidal (cont)

La solución final es la suma de la homogénea más la particular

$$i(t) = i_H(t) + i_P(t) = Ae^{-\frac{R}{L}t} + \frac{V_m}{\sqrt{R^2 + (L\omega)^2}} \cos \left(\omega t + \phi - \arctan \frac{L\omega}{R} \right)$$

Para calcular el valor de la constante A usamos la condition inicial de

$$i(t = 0) = 0 \implies A = -\frac{V_m}{\sqrt{R^2 + (L\omega)^2}} \cos \left(\phi - \arctan \frac{L\omega}{R} \right)$$

La expresión $i(t)$ queda como

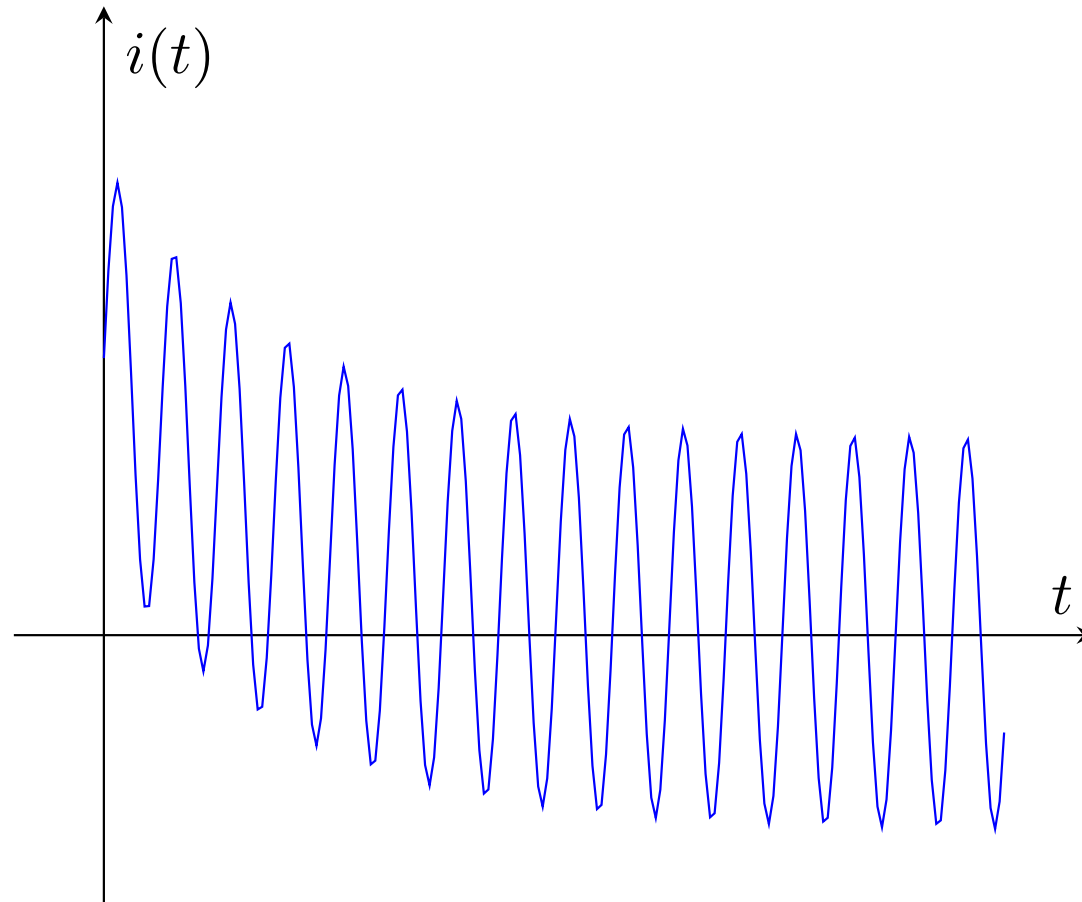
$$i(t) = -\frac{V_m}{\sqrt{R^2 + (L\omega)^2}} \cos \left(\phi - \arctan \frac{L\omega}{R} \right) e^{-\frac{R}{L}t} + \frac{V_m}{\sqrt{R^2 + (L\omega)^2}} \cos \left(\omega t + \phi - \arctan \frac{L\omega}{R} \right)$$

Cuanto $t \rightarrow \infty$ el primer término se va a 0 (término transitorio)

Cuanto $t \rightarrow \infty$ el segundo término no se va a 0 (término permanente)

Respuesta sinusoidal (cont)

Pasado un cierto tiempo, la intensidad pasa a ser una función sinusoidal

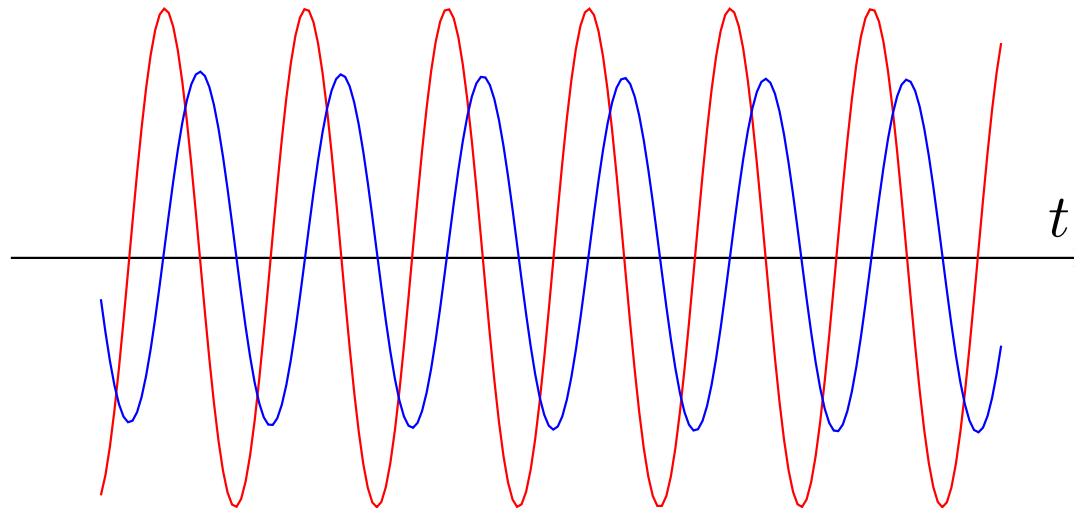


Respuesta sinusoidal (cont)

En régimen permanente, la intensidad es una señal sinusoidal

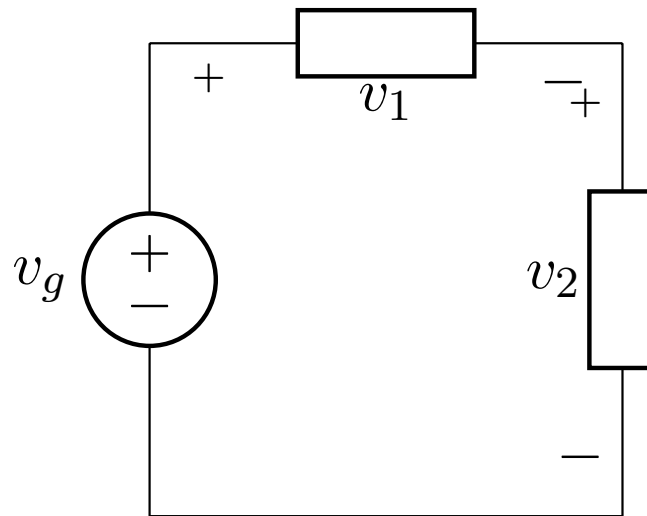
- de la misma frecuencia que la señal $v_g(t)$
- de distinta amplitud que la señal $v_g(t)$
- de distinta fase que la señal $v_g(t)$

$$\text{— } v_g(t) \text{ — } i(t)$$



Concepto de fasor

Usa relaciones trigonométricas para calcular $v_g(t)$ y exprésala como una única función sinusoidal



Datos: $v_1(t) = 20 \cos(\omega t - 30^\circ)$, $v_2(t) = 40 \cos(\omega t + 60^\circ)$

Concepto de fasor (cont)

$$v_1(t) = 20 \cos(\omega t - 30^\circ) = 20 \cos \omega t \cos 30^\circ + 20 \sin \omega t \sin 30^\circ$$

$$v_2(t) = 40 \cos(\omega t + 60^\circ) = 40 \cos \omega t \cos 60^\circ - 40 \sin \omega t \sin 60^\circ$$

$$v_g(t) = v_1(t) + v_2(t)$$

$$= (20 \cos 30 + 40 \cos 60) \cos \omega t + (20 \sin 30 - 40 \sin 60) \sin \omega t$$

$$= 37,32 \cos \omega t - 24,64 \sin \omega t$$

$$= 44,72 \left(\frac{37,32}{44,72} \cos \omega t - \frac{24,64}{44,72} \sin \omega t \right)$$

$$= 44,72 (\cos 33,43 \cos \omega t - \sin 33,43 \sin \omega t)$$

$$= 44,72 \cos(\omega t + 33,43)$$

Como se puede observar, usar relaciones trigonométricas para operar con funciones sinusoidales de la misma frecuencias es bastante tedioso

Concepto de fasor (cont)

- Un fasor es un número complejo que aporta la información de amplitud y de ángulo de fase de una función sinusoidal
- El concepto de fasor se basa en la identidad de Euler, que relaciona la función exponencial con la función trigonométrica $e^{j\phi} = \cos \phi + j \sin \phi$

$$v(t) = V_m \cos(\omega t + \phi) = V_m \operatorname{Re}(e^{j(\omega t + \phi)}) = V_m \operatorname{Re}(e^{j\omega t} \cdot e^{j\phi})$$

La representación como fasor de la función sinusoidal es

$$\mathcal{V} = V_e e^{j\phi} = V_e \underline{\angle \phi} = V_e (\cos \phi + j \sin \phi)$$

donde

$$V_e e^{j\phi} \rightarrow \text{Forma exponencial}$$

$$V_e \underline{\angle \phi} \rightarrow \text{Forma polar}$$

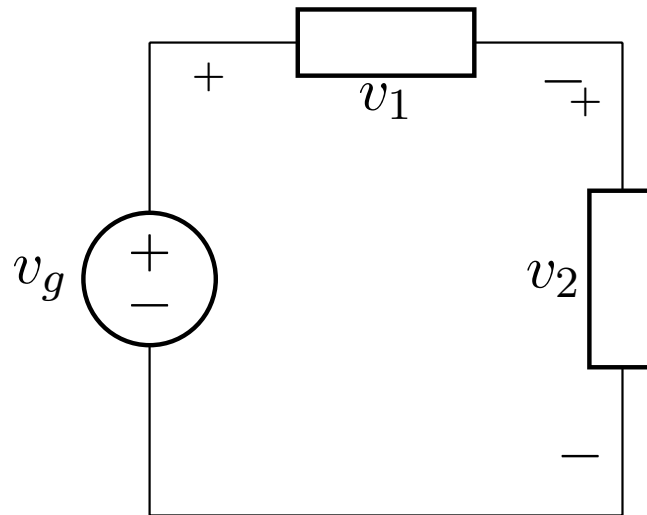
$$V_e (\cos \phi + j \sin \phi) \rightarrow \text{Forma rectangular}$$

$$V_e \geq 0 \quad -180^\circ \leq \phi \leq 180^\circ$$

Los fasores siempre con valores eficaces!!

Concepto de fasor (cont)

Usa fasores para calcular $v_g(t)$ y exprésala como una única función sinusoidal



Datos: $v_1(t) = 20 \cos(\omega t - 30^\circ)$, $v_2(t) = 40 \cos(\omega t + 60^\circ)$

$$v_1(t) = 20 \cos(\omega t - 30^\circ) \implies \mathcal{V}_1 = 14,14 \angle -30^\circ$$

$$v_2(t) = 40 \cos(\omega t + 60^\circ) \implies \mathcal{V}_2 = 28,28 \angle 60^\circ$$

$$\mathcal{V}_g = \mathcal{V}_1 + \mathcal{V}_2 = 14,14 \angle -30^\circ + 28,28 \angle 60^\circ = 31,62 \angle 33,43^\circ$$

$$v_g(t) = 44,72 \cos(\omega t + 33,43^\circ)$$

El uso de fasores nos facilita enormemente las operaciones de señales sinusoidales de la misma frecuencia!!

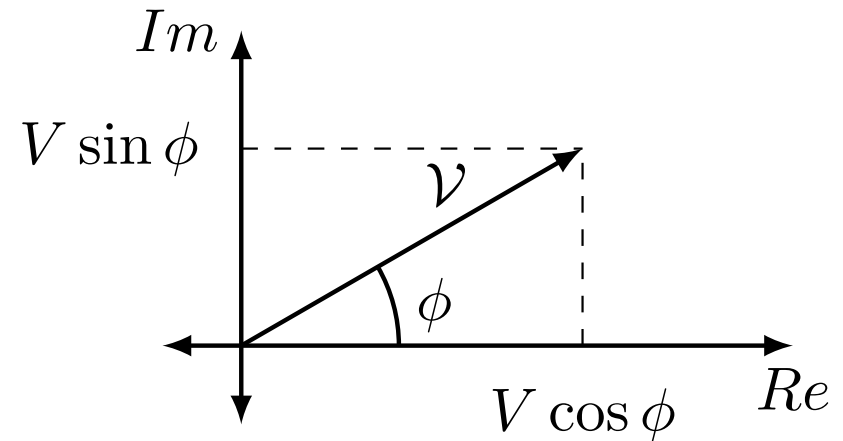
Repaso números complejos

$$\mathcal{V} = V \angle \phi \text{ (forma polar)}$$

$$\mathcal{V} = A + jB \text{ (forma binómica)}$$

$$\text{De polar a binómica} \begin{cases} A = V \cos \phi \\ B = V \sin \phi \end{cases}$$

$$\text{De binómica a polar} \begin{cases} V = \sqrt{A^2 + B^2} \\ \phi = \arctan \frac{B}{A} \end{cases}$$



$$\mathcal{V}_1 + \mathcal{V}_2 = (A_1 + jB_1) + (A_2 + jB_2) = (A_1 + A_2) + j(B_1 + B_2)$$

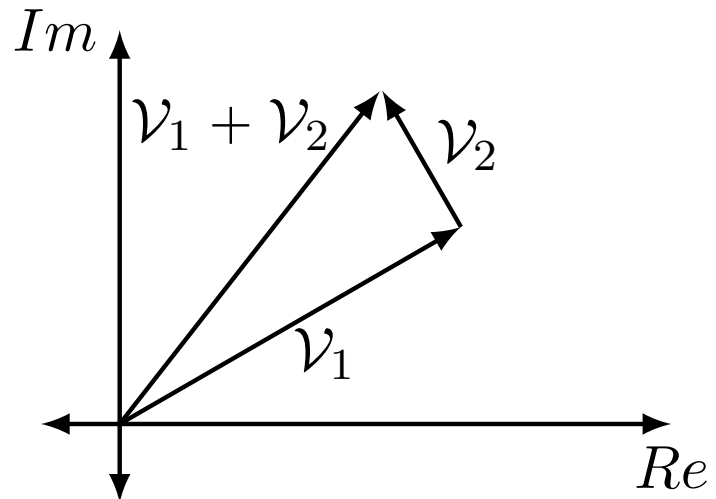
$$\mathcal{V}_1 - \mathcal{V}_2 = (A_1 + jB_1) - (A_2 + jB_2) = (A_1 - A_2) + j(B_1 - B_2)$$

$$\mathcal{V}_1 \cdot \mathcal{V}_2 = V_1 \angle \phi_1 \cdot V_2 \angle \phi_2 = V_1 \cdot V_2 \angle \phi_1 + \phi_2$$

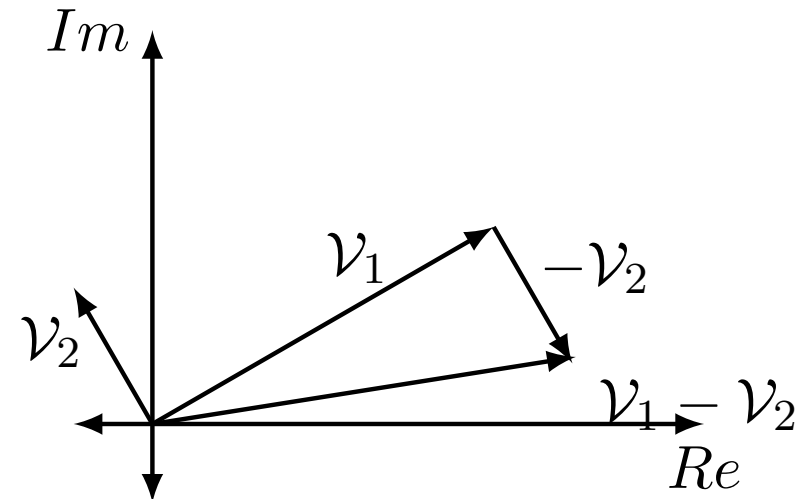
$$\frac{\mathcal{V}_1}{\mathcal{V}_2} = \frac{V_1 \angle \phi_1}{V_2 \angle \phi_2} = \frac{V_1}{V_2} \angle \phi_1 - \phi_2$$

Repaso números (cont)

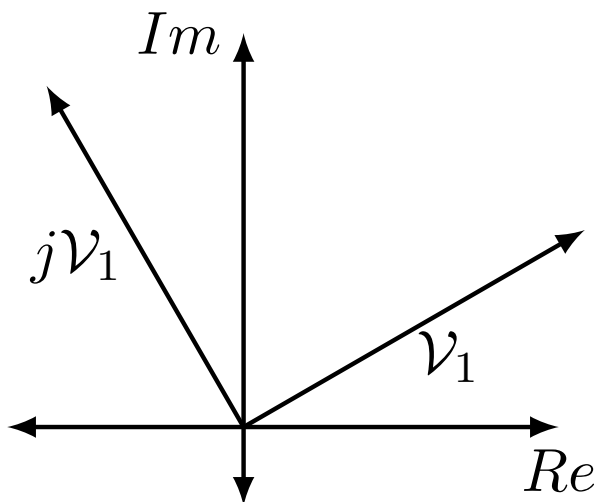
Suma de complejos



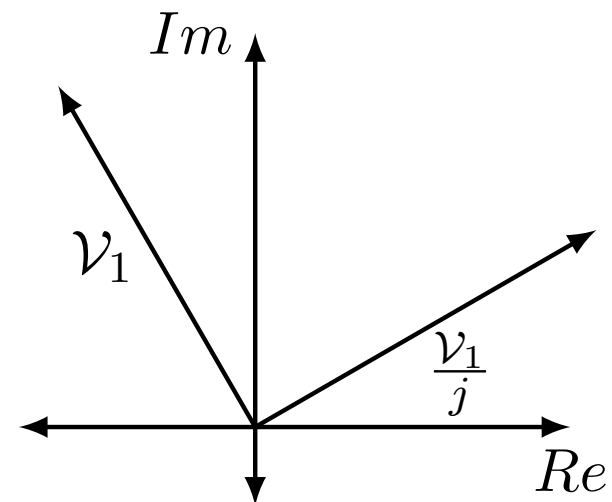
Resta de complejos



Multiplicar por j



Dividir entre j



Ley de Ohm y leyes de Kirchhoff

- Ley de Ohm

$$v(t) = Ri(t) \quad \rightarrow \quad \mathcal{V} = R\mathcal{I}$$

- Ley de Kirchhoff de la intensidad (LKI)

$$i_1 - i_2 + i_3 - i_4 = 0 \quad \rightarrow \quad \mathcal{I}_1 - \mathcal{I}_2 + \mathcal{I}_3 - \mathcal{I}_4 = 0$$

- Ley de Kirchhoff de la tensión (LKT)

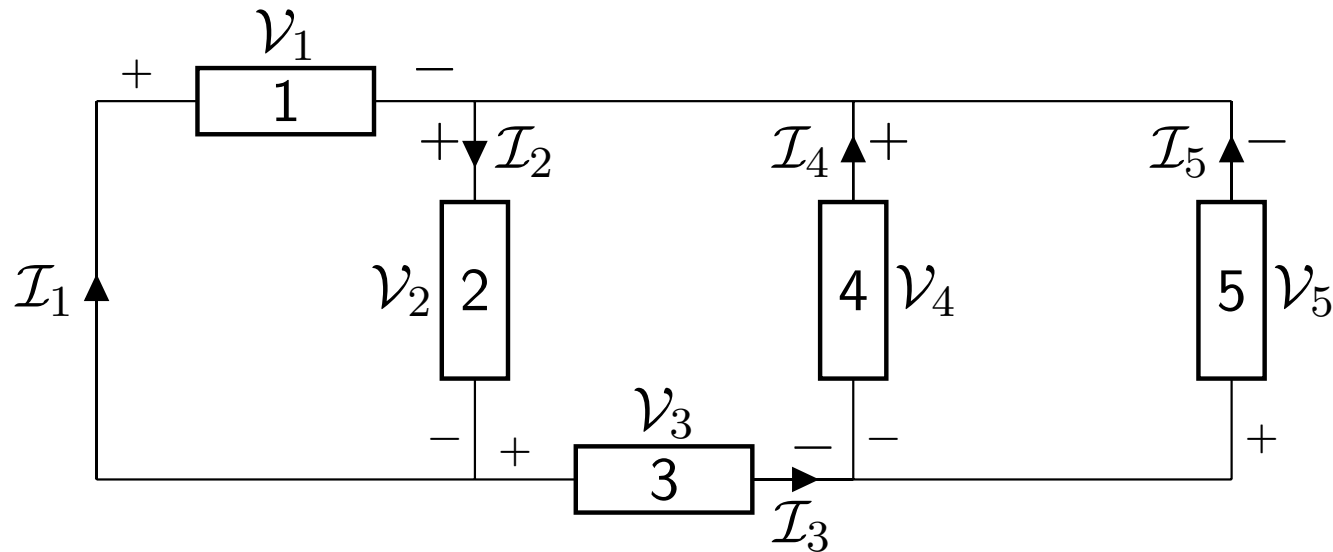
$$v_1 + v_2 - v_3 + v_4 = 0 \quad \rightarrow \quad \mathcal{V}_1 + \mathcal{V}_2 - \mathcal{V}_3 + \mathcal{V}_4 = 0$$

Recuerda que los fasores son número complejos, no te olvides de su fase!!

Ejercicio 7-1

Dado el siguiente circuito determina los módulos de los siguientes fasores:

- a) $|\mathcal{I}_2|$ [A] b) $|\mathcal{I}_5|$ [A] c) $|\mathcal{V}_2|$ [V] d) $|\mathcal{V}_3|$ [V] e) $|\mathcal{V}_4|$ [V]



Datos: $\mathcal{I}_1 = \alpha/45^\circ$ [A], $\mathcal{I}_3 = \alpha/225^\circ$ [A], $\mathcal{I}_4 = \gamma/-30^\circ$ [A], $\mathcal{V}_1 = \delta/10 \cdot \beta^\circ$ [V], $\mathcal{V}_5 = \epsilon/10 \cdot \eta^\circ$ [V]

Ejercicio 7-2

La fuente de la figura tiene la siguiente expresión

$v_g(t) = \sqrt{2}\alpha \cos(1000 \cdot \beta t + 10 \cdot \gamma^\circ)$ [V]. Si $i_1(t) = I_1 \cos(\omega_1 t + \phi_1)$, $i_2(t) = I_2 \sin(\omega_2 t + \phi_2)$ y $v_3(t) = V_3 \cos(\omega_3 t + \phi_3)$ calcula:

a) I_1 [A]

d) I_2 [A]

g) V_3 [V]

b) ω_1 [rad/s]

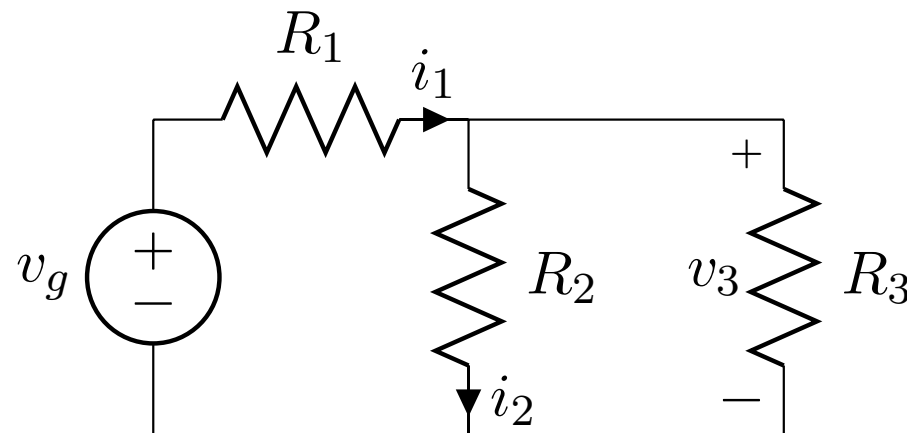
e) ω_2 [rad/s]

h) ω_3 [rad/s]

c) ϕ_1 [°]

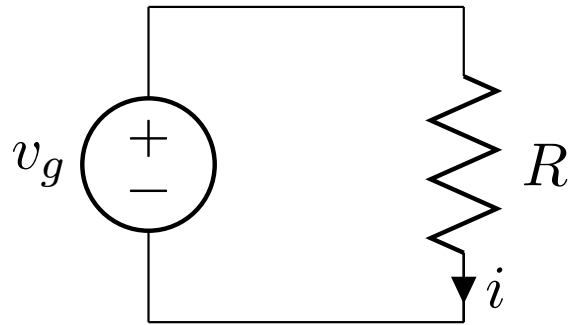
f) ϕ_2 [°]

i) ϕ_3 [°]



Datos: $R_1 = \delta$ [Ω], $R_2 = \epsilon$ [Ω], $R_3 = \eta$ [Ω]

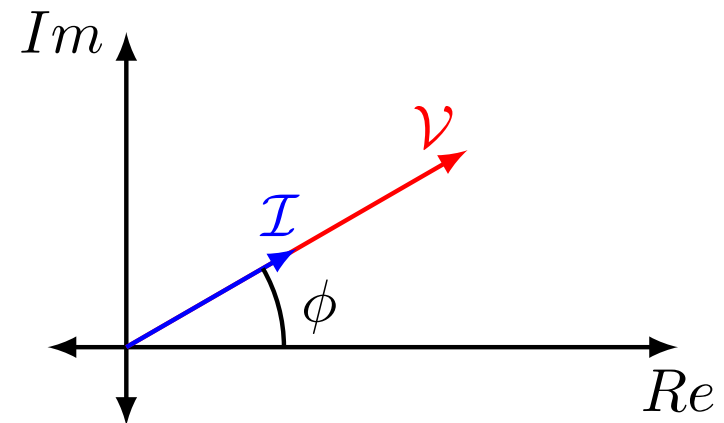
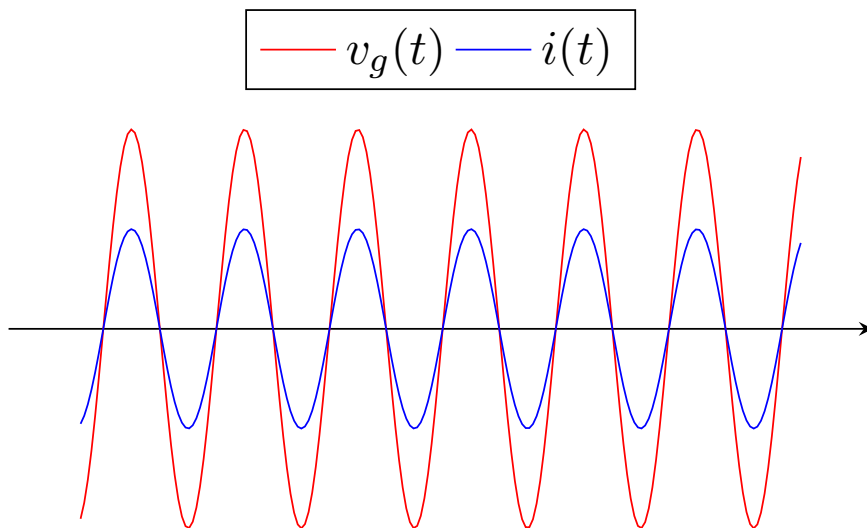
Respuesta de una resistencia



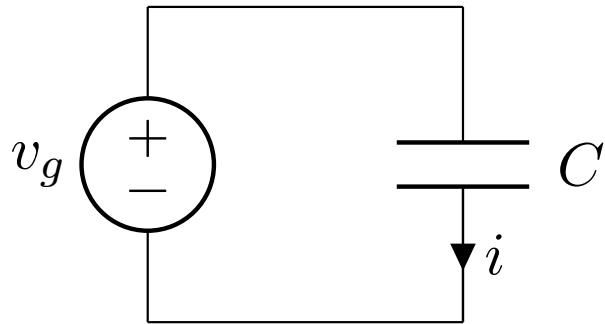
$$v_g(t) = V_m \cos(\omega t + \phi)$$

$$i = \frac{v_g(t)}{R} = \frac{V_m}{R} \cos(\omega t + \phi)$$

La intensidad tiene distinta amplitud pero la misma fase



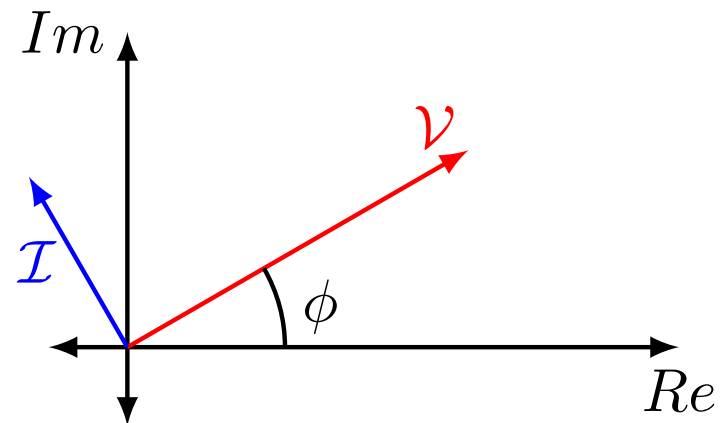
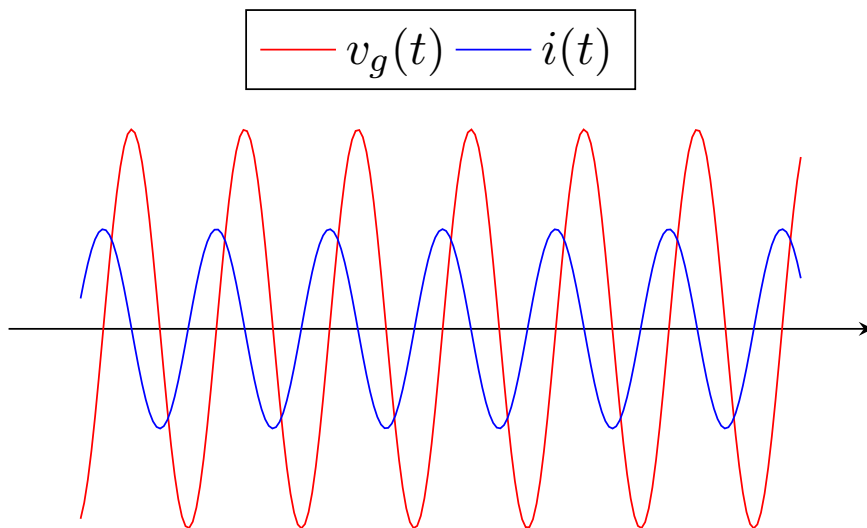
Respuesta de un condensador



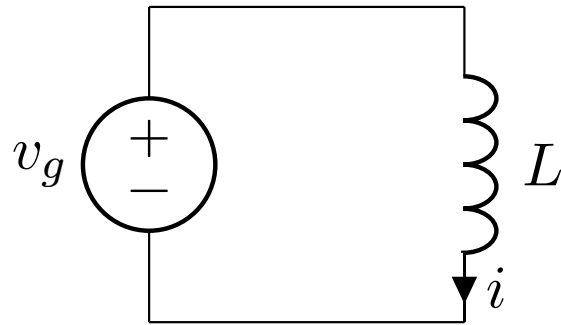
$$v_g(t) = V_m \cos(\omega t + \phi)$$

$$i = C \frac{dv_g}{dt} = -V_m C \omega \sin(\omega t + \phi) = \\ = V_m C \omega \cos(\omega t + \phi + 90^\circ)$$

La intensidad tiene distinta amplitud y está adelantada 90°

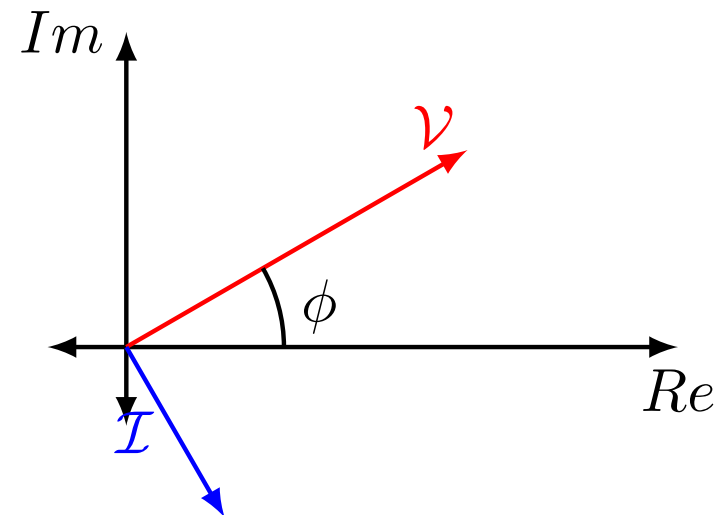
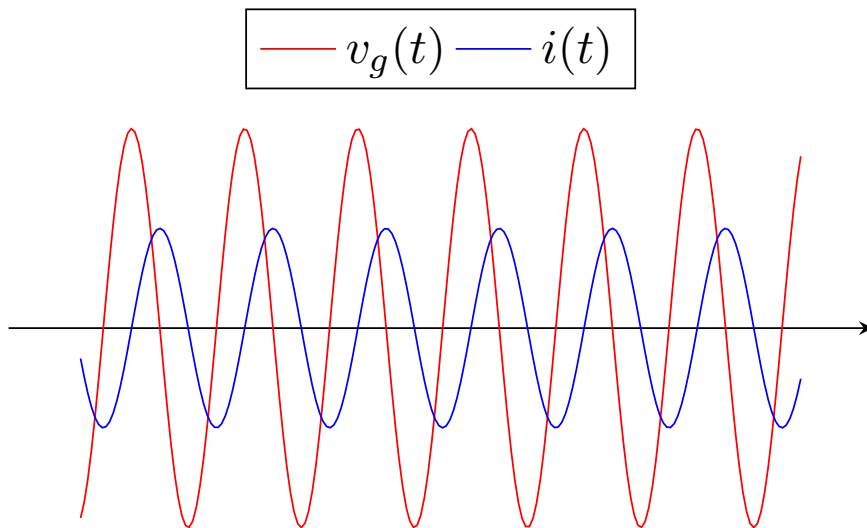


Respuesta de una bobina



$$\begin{aligned} v_g(t) &= V_m \cos(\omega t + \phi) \\ i &= \frac{1}{L} \int v_g dt = \frac{1}{L\omega} \sin(\omega t + \phi) = \\ &= V_m \frac{1}{L\omega} \cos(\omega t + \phi - 90^\circ) \end{aligned}$$

La intensidad tiene distinta amplitud y está retrasada 90°



Impedancia compleja

Definimos la impedancia como el cociente entre el fasor de la tensión y el fasor de la intensidad

$$\mathcal{Z} = \frac{\mathcal{V}}{\mathcal{I}} \Leftrightarrow \mathcal{V} = \mathcal{Z}\mathcal{I}$$

	Resistencia	Condensador	Bobina
Tensión ($\mathcal{V}$)	$V_e \angle \phi$	$V_e \angle \phi$	$V_e \angle \phi$
Intensidad ($\mathcal{I}$)	$\frac{V_e}{R} \angle \phi$	$V_e C \omega \angle \phi + 90^\circ$	$V_e \frac{1}{L \omega} \angle \phi - 90^\circ$
Impedancia ($\mathcal{Z}$)	R	$\frac{1}{C \omega} \angle -90^\circ = \frac{1}{C \omega j}$	$L \omega \angle 90^\circ = L \omega j$

- La impedancia no es un fasor, es decir, no representan sinusoides
- La impedancia es un número complejo que escala y desfasa fasores de tensión e intensidad

Impedancia compleja (cont)

- Forma binómica: $\mathcal{Z} = R + jX$ $\begin{cases} R \rightarrow \text{Resistencia (número real)} \\ X \rightarrow \text{Reactancia (número real)} \end{cases}$
- Forma polar: $\mathcal{Z} = Z \angle \varphi^\circ$ $\begin{cases} Z \rightarrow \text{Módulo (número real)} \\ \varphi \rightarrow \text{Ángulo (número real)} \end{cases}$
- El ángulo φ es justamente el desfase entre la tensión en bordes de la impedancia y la intensidad que la atraviesa

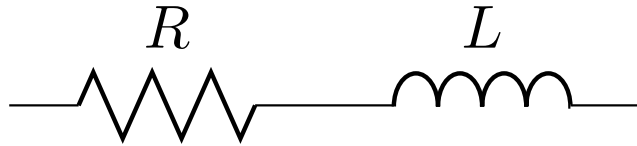
$$\mathcal{I} = I \angle \phi^\circ$$

$$\mathcal{Z} = Z \angle \varphi^\circ$$

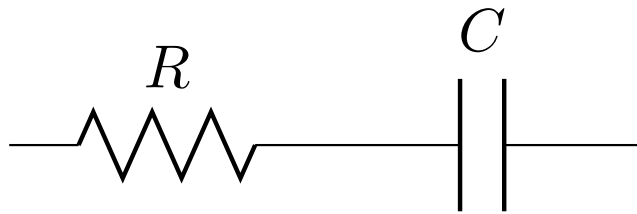
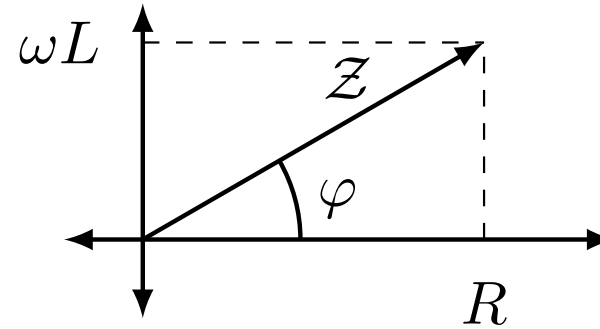
$$\mathcal{V} = \mathcal{Z}\mathcal{I} = ZI \angle \phi + \varphi^\circ$$

- Admitancia: $\mathcal{Y} = \frac{1}{\mathcal{Z}} = G + jB$ $\begin{cases} G \rightarrow \text{Conductancia (número real)} \\ B \rightarrow \text{Susceptancia (número real)} \end{cases}$
- Las impedancias se miden en Ohmios $[\Omega]$ y las admitancias en Siemens [S]

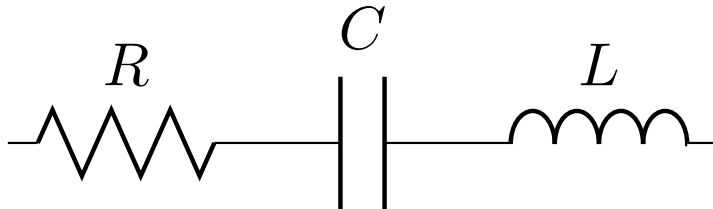
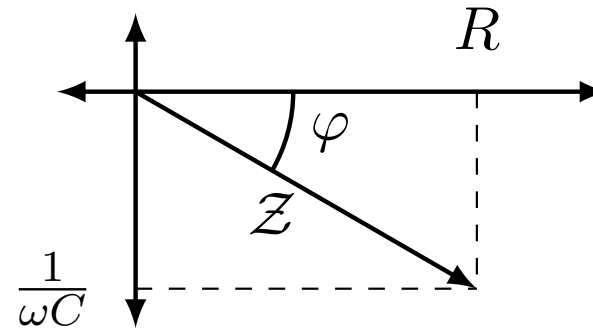
Impedancia compleja (cont)



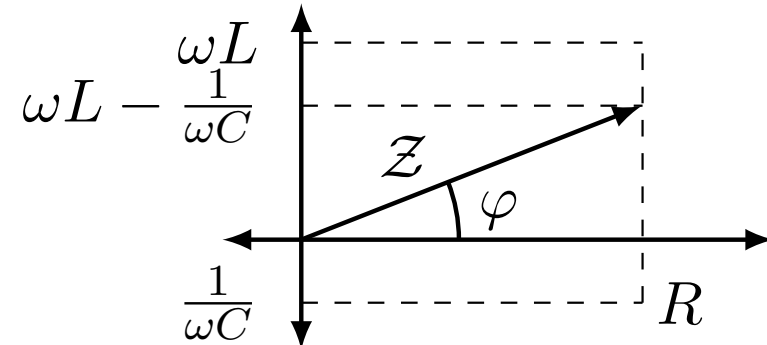
$$\mathcal{Z} = R + jX_L = R + j\omega L$$



$$\mathcal{Z} = R + jX_C = R - j\frac{1}{\omega C}$$



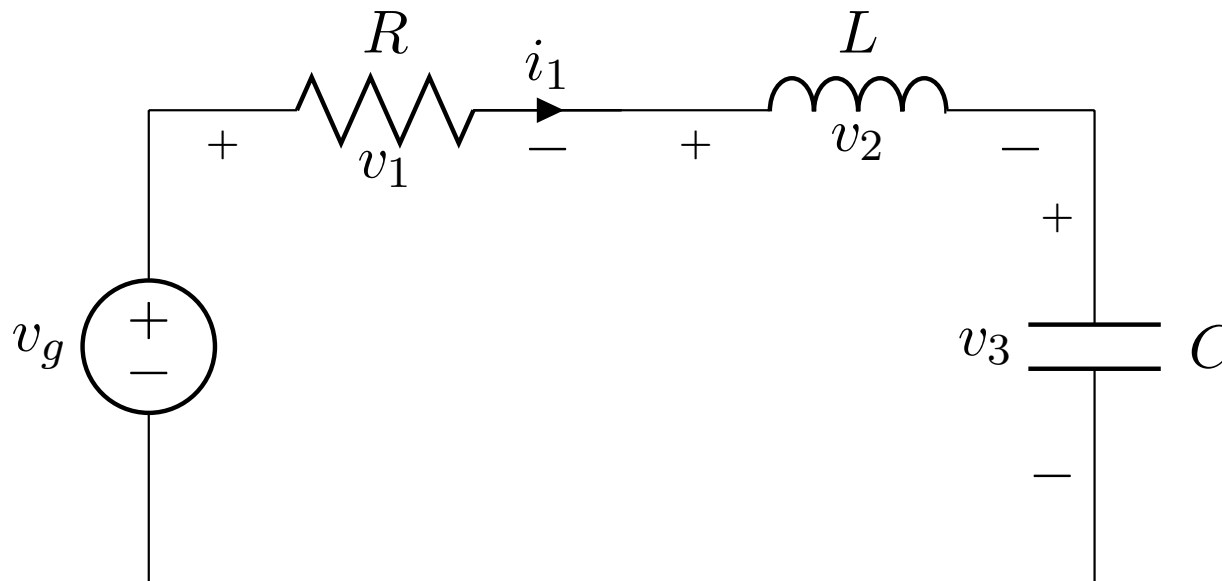
$$\mathcal{Z} = R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)$$



Ejercicio 7-3

Para $v_g(t) = \sqrt{2}\alpha \cos(1000 \cdot \beta t + 10 \cdot \gamma^\circ)$ [V] y
 $i_1 = I_1 \cos(1000 \cdot \beta t + \phi_0)$, $v_1 = V_1 \cos(1000 \cdot \beta t + \phi_1)$,
 $v_2 = V_2 \cos(1000 \cdot \beta t + \phi_2)$ y $v_3 = V_3 \cos(1000 \cdot \beta t + \phi_3)$ calcula:

- | | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| a) I_1 [A] | c) V_1 [V] | e) V_2 [V] | g) V_3 [V] |
| b) ϕ_0 [°] | d) ϕ_1 [°] | f) ϕ_2 [°] | h) ϕ_3 [°] |



Datos: $R = \delta$ [Ω], $C = \frac{\epsilon}{10}$ [mF], $L = \eta$ [mH]

Solución 7-3

- 1) Pasamos las expresiones de las fuentes independientes a fasores

$$v_g(t) = 9\sqrt{2} \cos(5000t + 80^\circ) \rightarrow \mathcal{V}_g = 9\angle 80^\circ$$

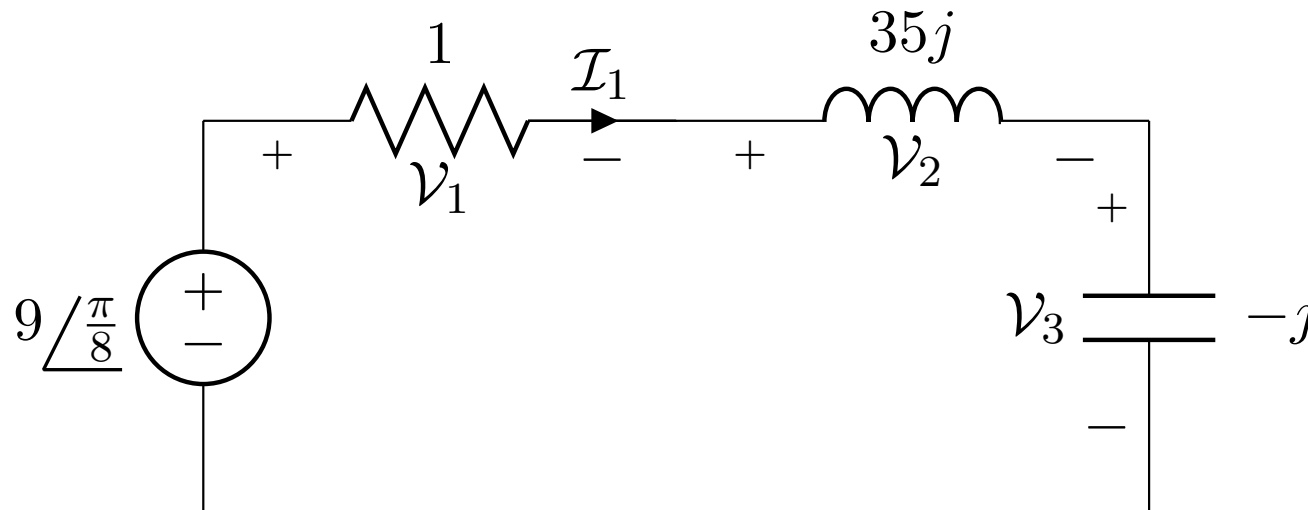
- 2) Calculamos las impedancias de resistencias, bobinas y condensadores

$$Z_R = R = 1 \text{ } [\Omega]$$

$$Z_L = L\omega j = 7 \cdot 10^{-3} \cdot 5000j = 35j \text{ } [\Omega]$$

$$Z_C = \frac{1}{C\omega j} = \frac{1}{0,2 \cdot 10^{-3} \cdot 5000j} = -j \text{ } [\Omega]$$

- 3) Dibujamos el circuito en el dominio de la frecuencia compleja



Solución 7-3 (cont)

- 4) Aplicamos la ley de Ohm para cada uno de los elementos pasivos

$$\mathcal{V}_1 = \mathcal{Z}_1 \mathcal{I}_1 = 1 \cdot \mathcal{I}_1$$

$$\mathcal{V}_2 = \mathcal{Z}_2 \mathcal{I}_1 = 35j \cdot \mathcal{I}_1$$

$$\mathcal{V}_3 = \mathcal{Z}_3 \mathcal{I}_1 = -j \cdot \mathcal{I}_1$$

- 5) Aplicamos LKT a la malla usando fasores

$$9\angle 80^\circ = \mathcal{V}_1 + \mathcal{V}_2 + \mathcal{V}_3 = 1 \cdot \mathcal{I}_1 + 35j \cdot \mathcal{I}_1 - j \cdot \mathcal{I}_1 = (1 + 35j - j) \cdot \mathcal{I}_1$$

- 6) Despejamos el fasor $\mathcal{I}_1$ y resolvemos usando operaciones con complejos

$$\mathcal{I}_1 = \frac{9\angle 80^\circ}{1 + 34j} = \frac{9\angle 80^\circ}{34,01\angle 88,31^\circ} = 0,26\angle -8,31^\circ$$

- 7) Calculo los fasores de las tensiones

$$\mathcal{V}_1 = 1 \cdot 0,26\angle -8,81^\circ = 0,26\angle -8,31^\circ$$

$$\mathcal{V}_2 = 35\angle 90^\circ \cdot 0,26\angle -8,81^\circ = 9,1\angle 81,69^\circ$$

$$\mathcal{V}_3 = 1\angle -90^\circ \cdot 0,26\angle -8,81^\circ = 0,26\angle -98,31^\circ$$

Solución 7-3 (cont)

8) Pasamos los fasores al dominio del tiempo

$$i_1 = 0,37 \cos(5000t - 8,31^\circ)$$

$$v_1 = 0,37 \cos(5000t - 8,31^\circ)$$

$$v_2 = 12,87 \cos(5000t + 81,69^\circ)$$

$$v_3 = 0,37 \cos(5000t - 98,31^\circ)$$

9) Importante:

- Para pasar a la función sinusoidal hay que multiplicar por $\sqrt{2}$
- Hemos usado la función coseno porque la señal de entrada era coseno
- La frecuencia es la misma en todos los casos e igual a la señal de entrada

Ejercicio 7-4

Para $v_g(t) = \sqrt{2}\alpha \cos(1000 \cdot \beta t + 10 \cdot \gamma^\circ)$ [V] y $i_1 = I_1 \cos(1000 \cdot \beta t + \phi_1)$, $i_2 = I_2 \cos(1000 \cdot \beta t + \phi_2)$ y $v_3 = V_3 \cos(1000 \cdot \beta t + \phi_3)$ calcula:

a) I_1 [A]

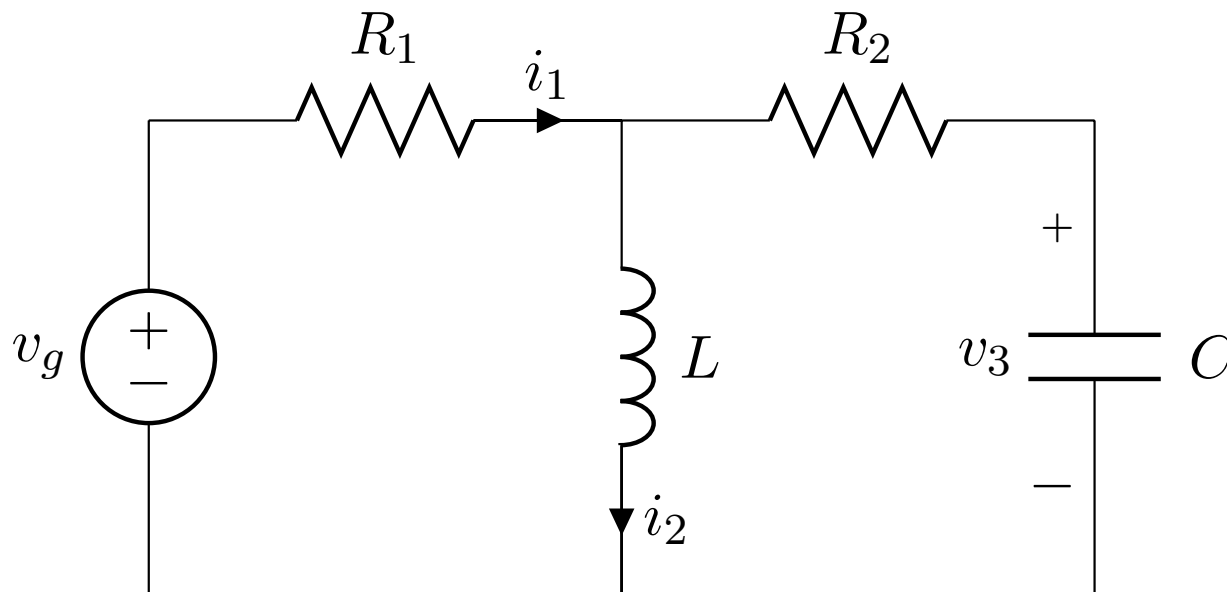
c) I_2 [A]

e) V_3 [V]

b) ϕ_1 [°]

d) ϕ_2 [°]

f) ϕ_3 [°]



Datos: $R_1 = \delta$ [Ω], $R_2 = \theta$ [Ω], $C = \frac{\epsilon}{10}$ [mF], $L = \eta$ [mH]

Ejercicio 7-5

Para $i_g(t) = \sqrt{2}\alpha \cos(100000t)$ [A] y $i_1 = I_1 \cos(100000t + \phi_1)$,
 $i_2 = I_2 \cos(100000t + \phi_2)$ y $i_3 = I_3 \cos(100000t + \phi_3)$ calcula:

a) I_1 [A]

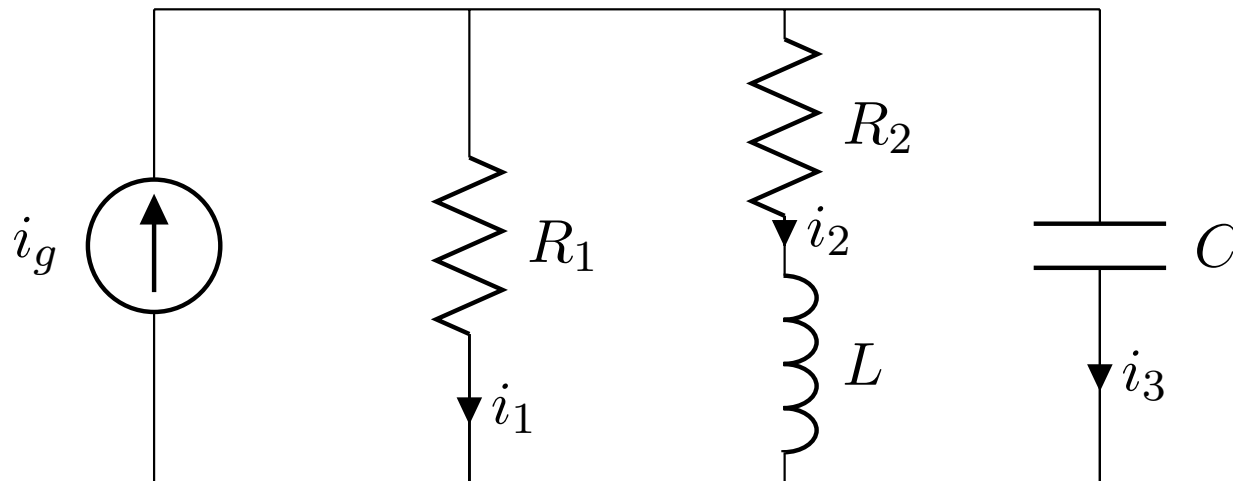
c) I_2 [A]

e) I_3 [A]

b) ϕ_1 [°]

d) ϕ_2 [°]

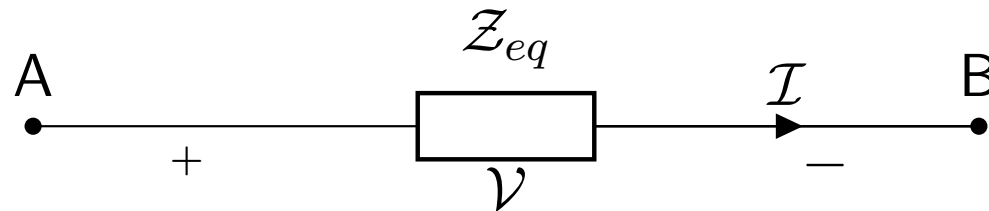
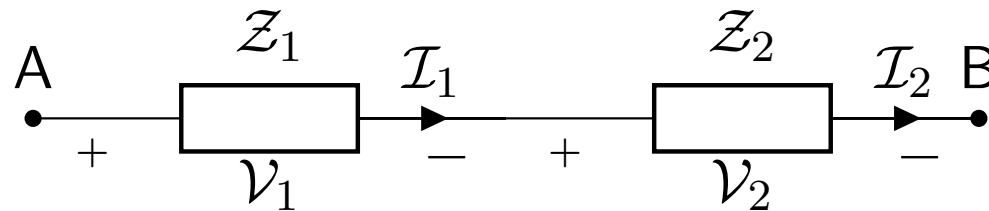
f) ϕ_3 [°]



Datos: $R_1 = \delta$ [Ω], $R_2 = \theta$ [Ω], $C = \epsilon$ [μF], $L = 10 \cdot \eta$ [μH]

Impedancias en serie, divisor de tensión

Dos impedancias están en serie si están atravesadas por la misma intensidad



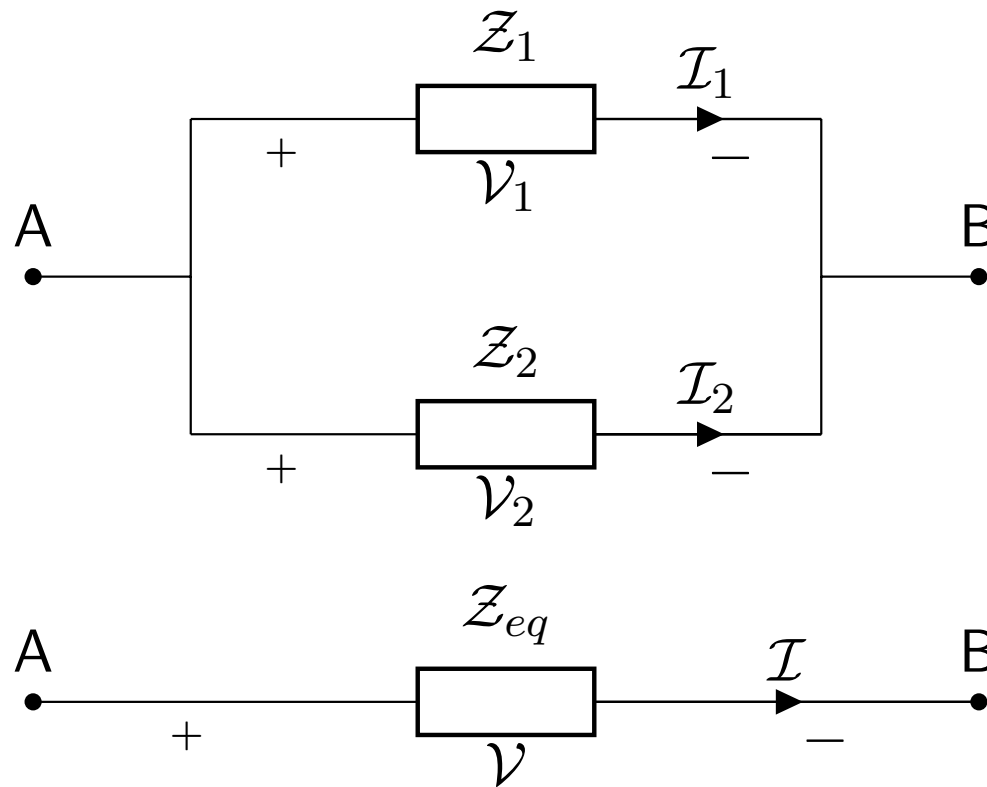
$$Z_{eq} = Z_1 + Z_2$$

$$V_1 = \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2} V$$

$$V_2 = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} V$$

Impedancias en paralelo, divisor de intensidad

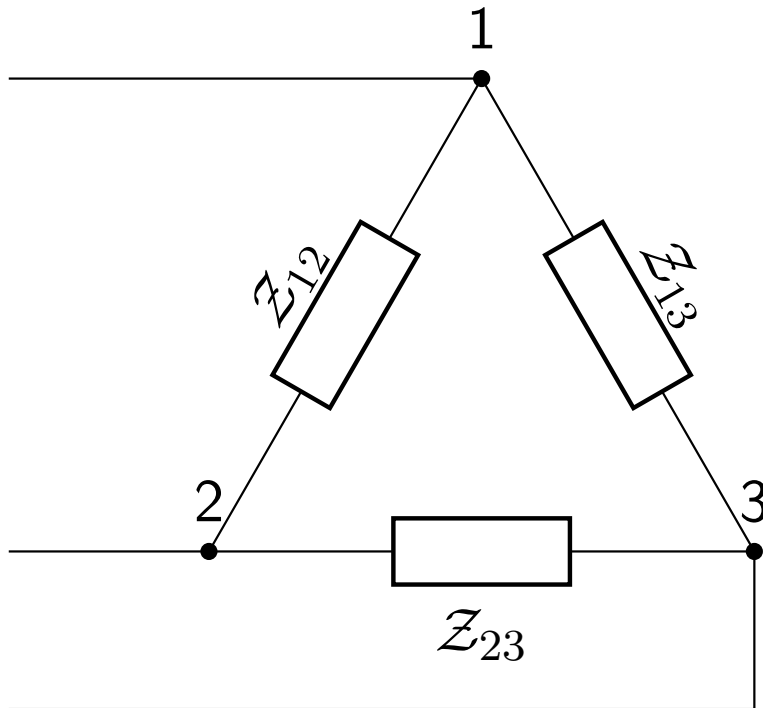
Dos impedancias están en paralelo si están sometidas a la misma tensión



$$Z_{eq} = \frac{Z_1 Z_2}{Z_1 + Z_2}$$

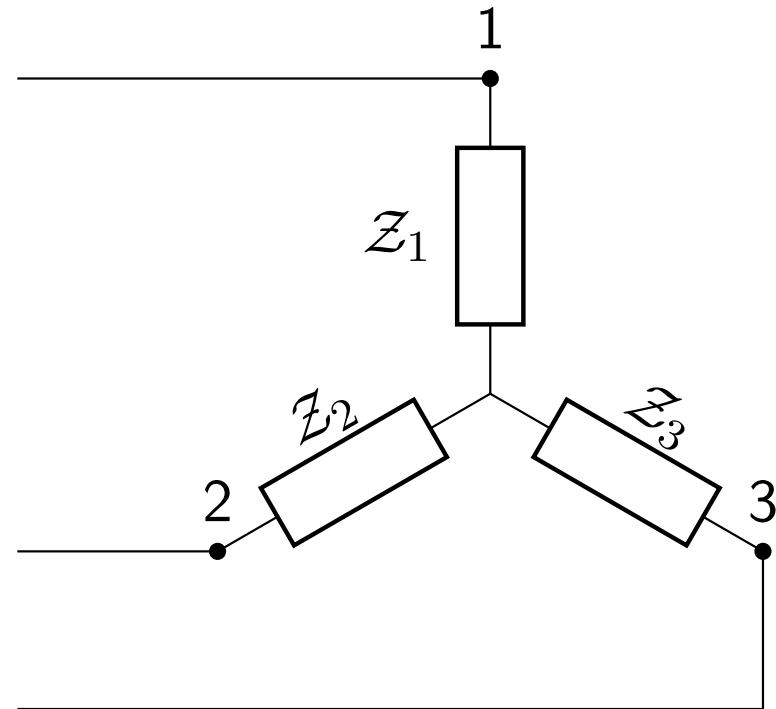
$$I_1 = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} I \quad I_2 = \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2} I$$

Transformación estrella-triángulo



$$Z_{ij} = Z_i + Z_j + \frac{Z_i Z_j}{Z_k}$$

$$Z_{\Delta} = 3Z_Y$$

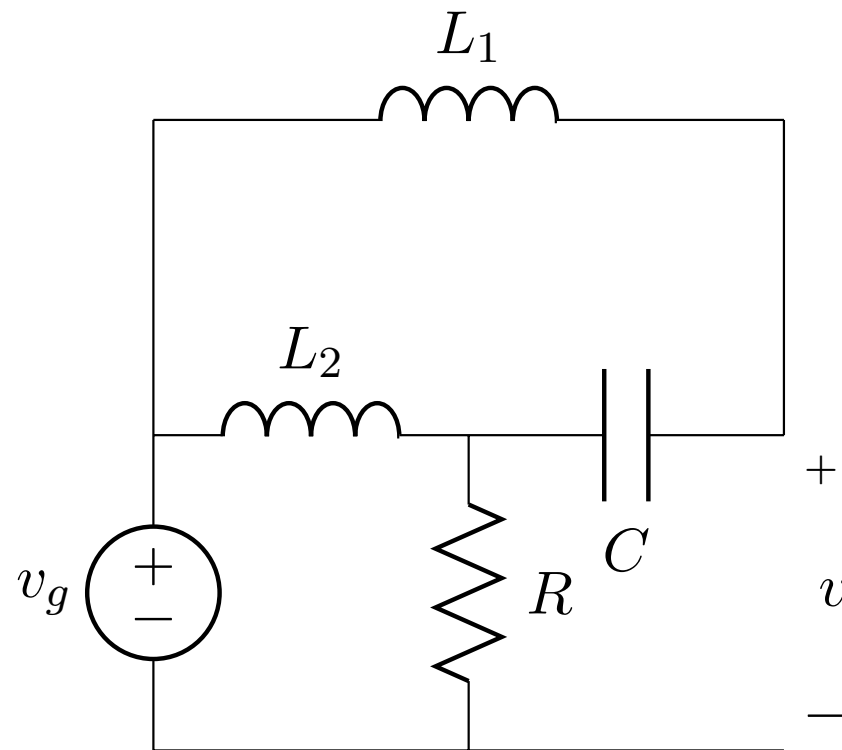


$$Z_j = \frac{Z_{ij} Z_{jk}}{Z_{ij} + Z_{jk} + Z_{ki}}$$

$$Z_Y = \frac{Z_{\Delta}}{3}$$

Ejercicio 7-6*

Sabiendo que $v_g(t) = \sqrt{2} \cdot \kappa \cos t$ [V], determina $v(t = 1\text{s})$ usando asociación de impedancias, divisor de tensión y/o intensidad



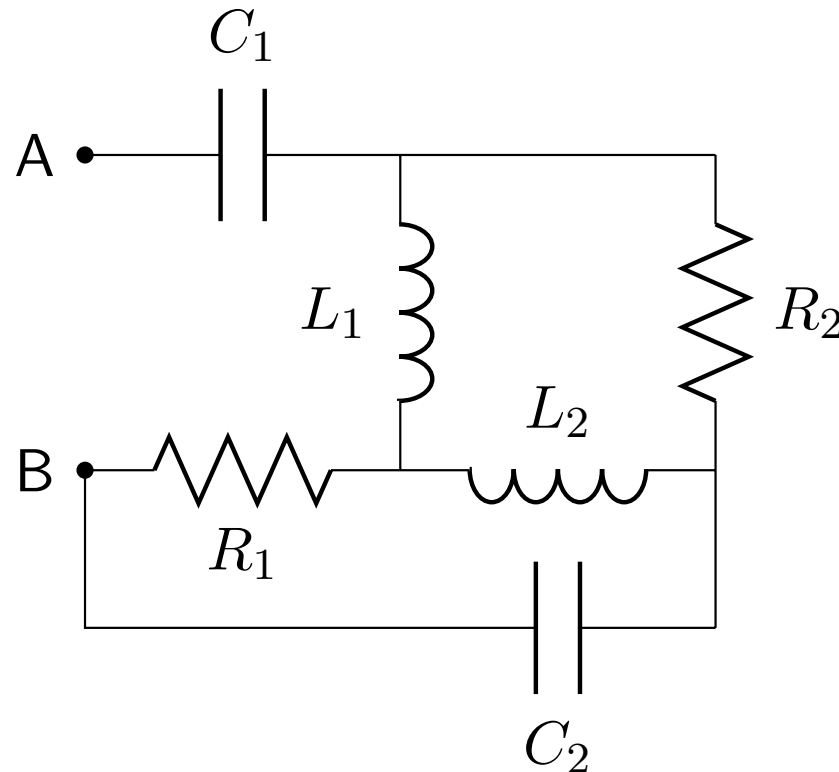
Datos: $L_1 = \lambda$ [H], $L_2 = \alpha$ [H], $R = \beta$ [Ω], $C = \frac{\gamma}{10}$ [F]

Ejercicio 7-7

Calcula la impedancia equivalente ($\mathcal{Z}_{eq}$) entre los terminales A y B

a) $\text{Re}(\mathcal{Z}_{eq})$ [Ω]

b) $\text{Im}(\mathcal{Z}_{eq})$ [Ω]



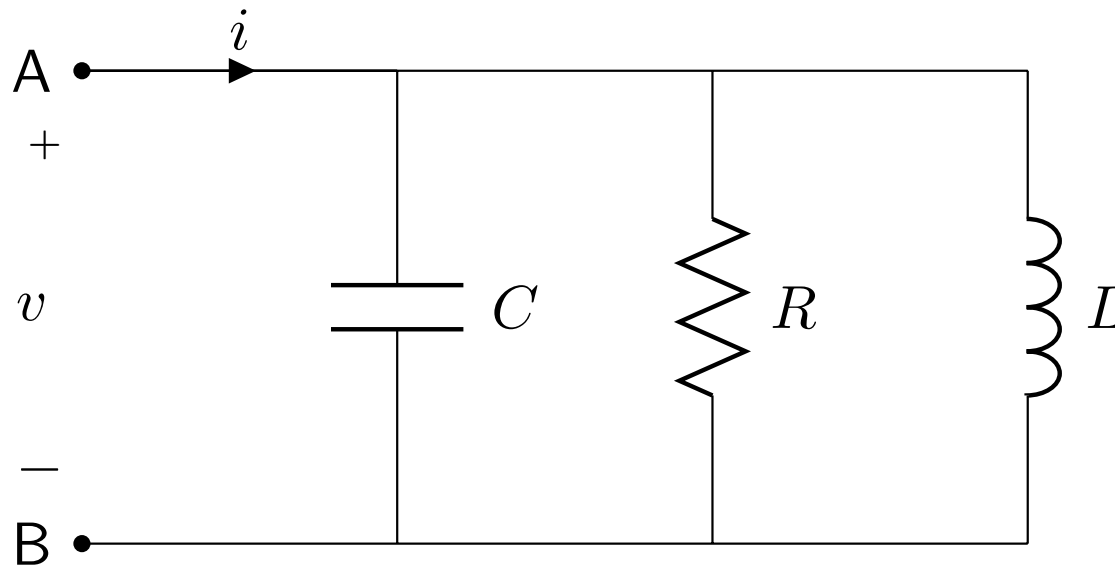
Datos: $R_1 = \alpha$ [Ω], $R_2 = \beta$ [Ω], $L_1 = \gamma$ [mH], $L_2 = \delta$ [mH], $C_1 = 0,1 \cdot \epsilon$ [mF], $C_2 = 0,1 \cdot \eta$ [mF], $f = 100 \cdot \theta$ [Hz]

Ejercicio 7-8

Determina el valor de frecuencia ω [rad/s] para el que la impedancia equivalente entre los terminales A y B tenga solo parte real. Si conectamos a los terminales A y B una fuente de tensión sinusoidal de dicha frecuencia, ¿cuál será el desfase ϕ [°] entre la tensión v y la intensidad i ?

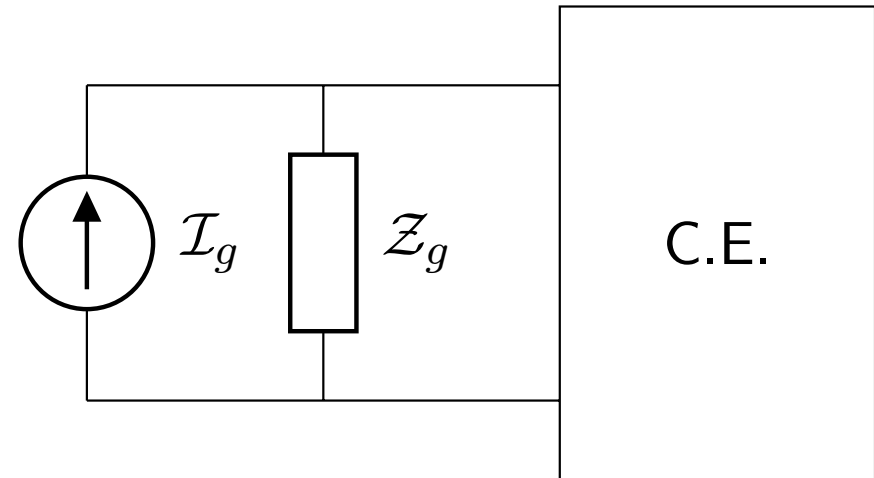
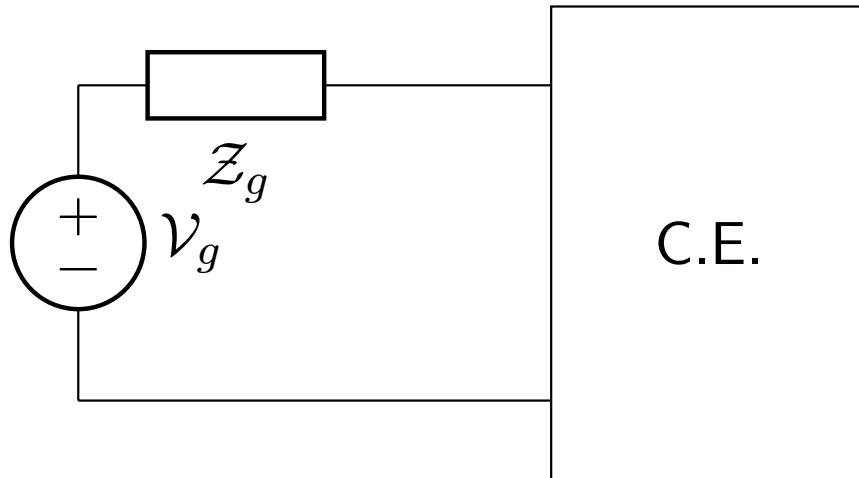
a) ω [rad/s]

b) ϕ [°]



Datos: $R = \lambda$ [Ω], $C = \kappa$ [mF], $L = \theta$ [mH]

Transformación de fuentes reales



$$\frac{\mathcal{V}_g}{\mathcal{Z}_g} = \mathcal{I}_g \implies \mathcal{V}_g = \mathcal{Z}_g \mathcal{I}_g$$

- Translación de fuentes
- Asociación fuentes ideales

Método de mallas (largo)

- 1) Fuentes reales intensidad $\rightarrow$ fuentes reales tensión
- 2) Asignamos una corriente ficticia a cada malla
- 3) Calculamos la tensión de cada impedancia ($\mathcal{V} = \mathcal{Z}\mathcal{I}$)
- 4) Aplicamos LKV a cada malla
- 5) Incluimos ecuaciones adicionales
- 6) Resolvemos el sistema de ecuaciones lineales

Método de mallas (corto)

- 1) Fuentes reales intensidad $\rightarrow$ fuentes reales tensión
- 2) Asignamos una corriente ficticia a cada malla i_n (todas sentido horario)
- 3) Creamos un sistema de ecuaciones lineales con N incógnitas

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1N} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{N1} & a_{N2} & \dots & a_{NN} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \mathcal{I}_1 \\ \mathcal{I}_2 \\ \vdots \\ \mathcal{I}_N \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_N \end{pmatrix}$$

- 4) $a_{nn} =$ suma de impedancias de la malla n
- 5) $a_{nm} = -1 \times$ suma de las impedancias comunes a las dos mallas
- 6) $b_n =$ suma de tensiones de fuentes en malla n (+ si $\mathcal{I}_n$ sale por terminal positivo, $-$ si $\mathcal{I}_n$ entra por terminal positivo)
- 7) Añadir ecuaciones adicionales si son necesarias
- 8) Resolvemos el sistema de ecuaciones lineales

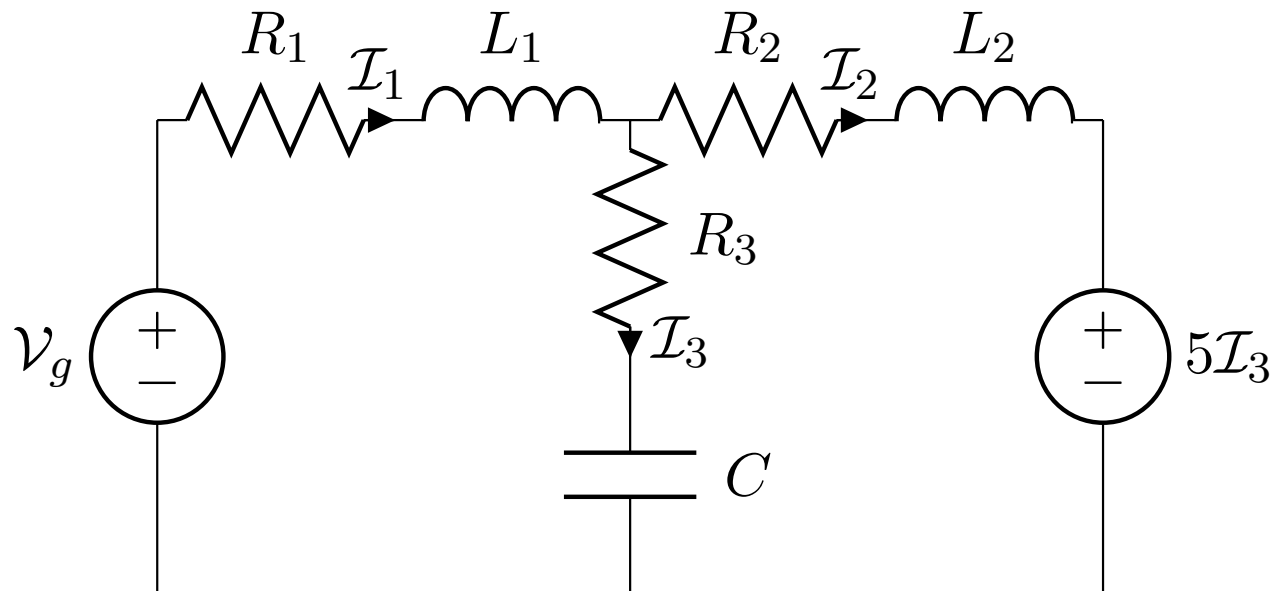
Ejercicio 7-9

Resuelve por el método de mallas y calcula

a) $|\mathcal{I}_1|$ [A]

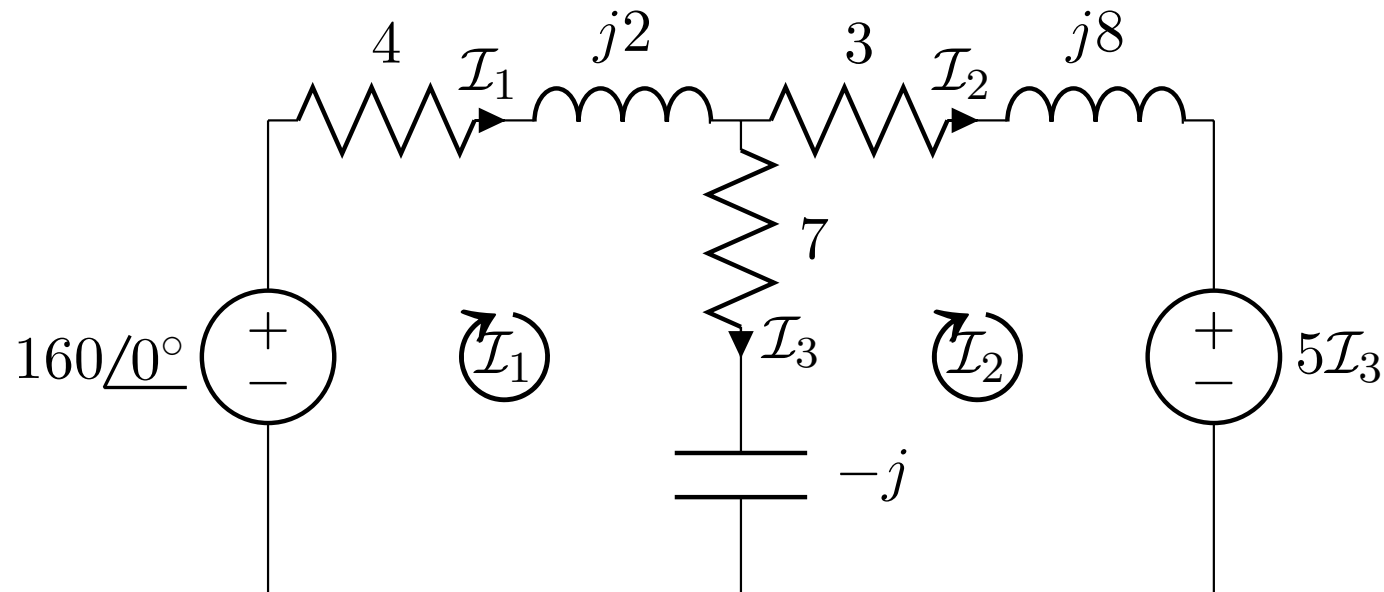
b) $|\mathcal{I}_2|$ [A]

c) $|\mathcal{I}_3|$ [A]



Datos: $\mathcal{V}_g = 100 + 10 \cdot \lambda \angle 0^\circ$ [V], $R_1 = \kappa$ [Ω], $R_2 = \theta$ [Ω], $R_3 = \eta$ [Ω], $X_{L_1} = j\epsilon$ [Ω], $X_{L_2} = j\gamma$ [Ω], $X_C = -j\delta$ [Ω]

Solución 7-9



$$\begin{pmatrix} 11 + j & -7 + j \\ -7 + j & 10 + 7j \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 160\angle 0^\circ \\ -5I_3 \end{pmatrix}$$

$$I_1 - I_2 = I_3$$

Resolvemos el sistema de ecuaciones y obtenemos

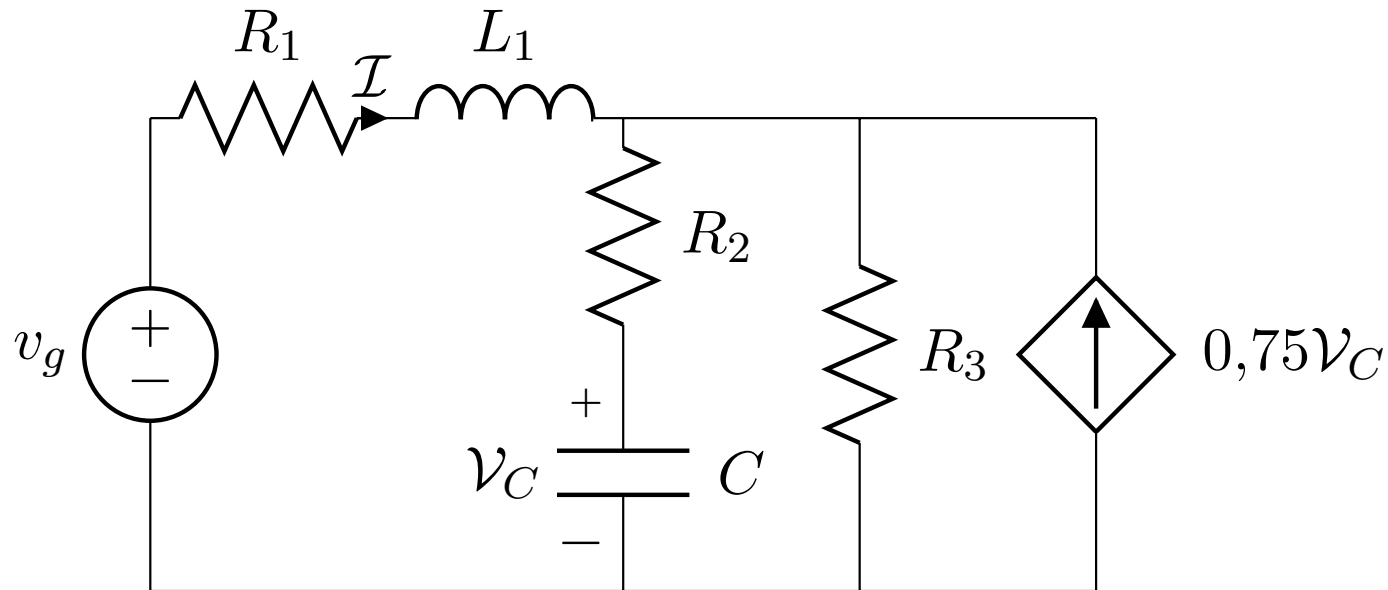
$$I_1 = 13,67 - 3,53j \rightarrow |I_1| = 14,12 \text{ [A]}$$

$$I_2 = -0,35 - 3,65j \rightarrow |I_2| = 3,67 \text{ [A]}$$

$$I_3 = 14,02 + 0,12j \rightarrow |I_3| = 14,02 \text{ [A]}$$

Ejercicio 7-10

Resuelve el circuito de la figura usando el método de mallas y calcula la intensidad eficaz $\mathcal{I}$ [A]



Datos: $\mathcal{V}_g = 100 + 10 \cdot \lambda \angle 0^\circ$ [V], $R_1 = \delta$ [Ω], $R_2 = \theta$ [Ω], $R_3 = \epsilon$ [Ω], $X_L = j\epsilon$ [Ω], $X_C = -j\beta$ [Ω]

Método de nudos (largo)

- 1) Fuentes reales tensión $\rightarrow$ fuentes reales intensidad
- 2) Arbitrariamente elegimos un nudo de referencia y asignamos $\mathcal{V}_0 = 0V$
- 3) La tensión en el resto de nudos será con respecto al nudo de referencia
- 4) Calculamos la intensidad por las ramas sin fuentes (Ley Ohm)
- 5) Aplicamos LKI a todos los nudos excepto el de referencia
- 6) Incluimos ecuaciones adicionales
- 7) Resolvemos el sistema de ecuaciones lineales

Método de nudos (corto)

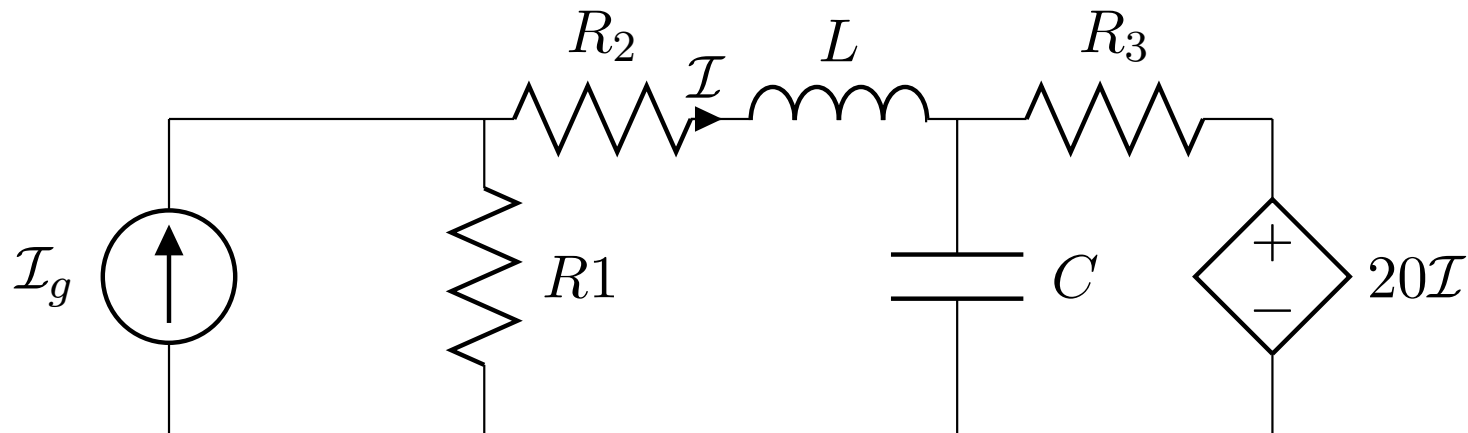
- 1) Fuentes reales tensión $\rightarrow$ fuentes reales intensidad
- 2) Arbitrariamente elegimos un nudo de referencia y asignamos $v_0 = 0V$
- 3) La tensión en el resto de nudos será con respecto al nudo de referencia
- 4) Creamos un sistema de ecuaciones lineales con N incógnitas

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1N} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{N1} & a_{N2} & \dots & a_{NN} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \mathcal{V}_1 \\ \mathcal{V}_2 \\ \vdots \\ \mathcal{V}_N \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_N \end{pmatrix}$$

- 5) a_{nn} = suma de admitancias que concurren en el nudo n (excepto aquellas en serie con una fuente de intensidad)
- 6) a_{nm} = $-1 \times$ suma de las admitancias comunes a los dos nudos (excepto aquellas en serie con una fuente de intensidad)
- 7) b_n = suma de intensidades de fuentes que entran al nudo n
- 8) Añadir ecuaciones adicionales si son necesarias
- 9) Resolvemos el sistema de ecuaciones lineales

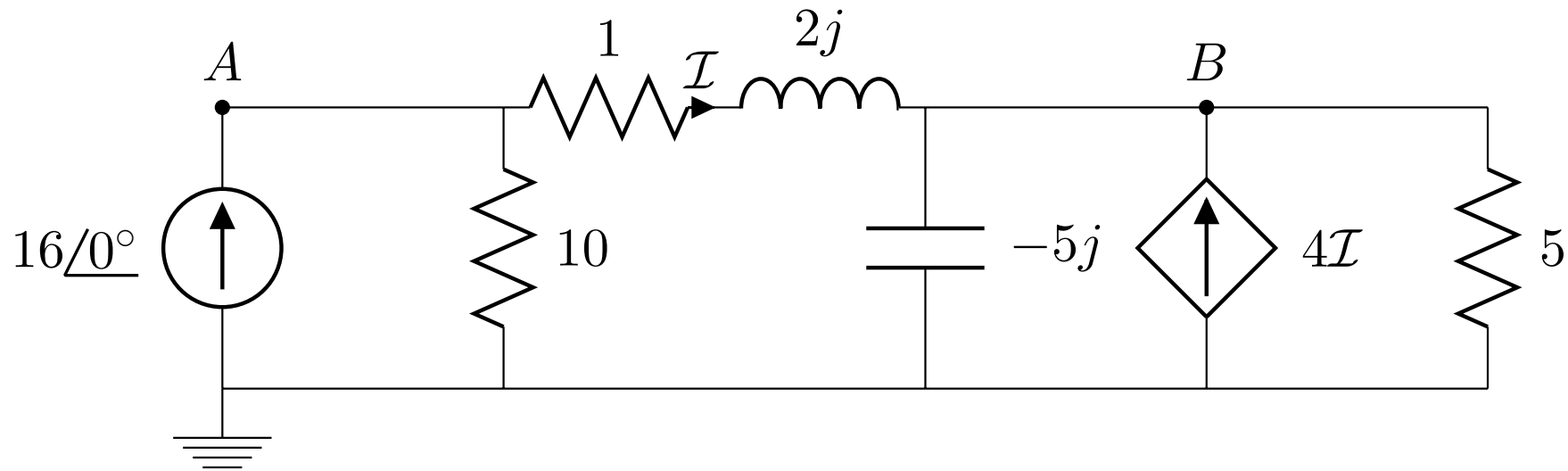
Ejercicio 7-11

Usa el método de nudos y calcula el valor eficaz de la intensidad $\mathcal{I}$ [A]



Datos: $\mathcal{I}_g = 10 + \lambda \angle 0^\circ$ [V], $R_1 = 10 \cdot \delta$ [Ω], $R_2 = \delta$ [Ω], $R_3 = \beta$ [Ω], $X_L = j\epsilon$ [Ω], $X_C = -j\beta$ [Ω]

Solución 7-11



$$\begin{pmatrix} \frac{1}{10} + \frac{1}{1+2j} & \frac{-1}{1+2j} \\ \frac{-1}{1+2j} & \frac{1}{1+2j} + \frac{1}{-5j} + \frac{1}{5} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \mathcal{V}_A \\ \mathcal{V}_B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 16\angle 0^\circ \\ 4\mathcal{I} \end{pmatrix}$$

$$\mathcal{I} = \frac{\mathcal{V}_A - \mathcal{V}_B}{1 + 2j}$$

Resolvemos el sistema de ecuaciones y obtenemos

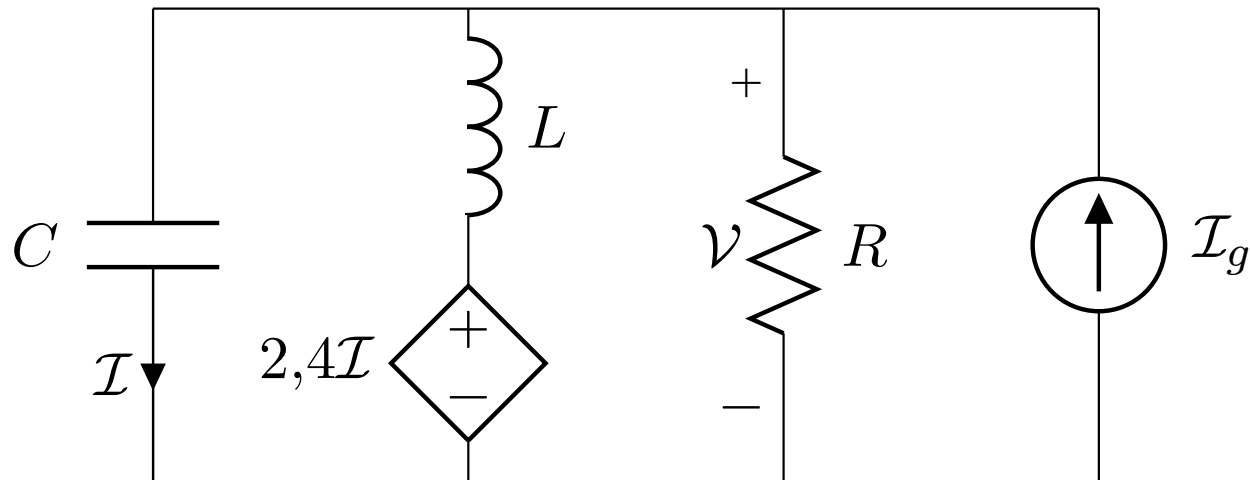
$$\mathcal{V}_A = 103,24 - 25,36j \rightarrow |\mathcal{V}_A| = 106,31 \text{ [V]}$$

$$\mathcal{V}_B = 102,64 - 39,25j \rightarrow |\mathcal{V}_B| = 109,89 \text{ [V]}$$

$$\mathcal{I} = 5,68 + 2,34j \rightarrow |\mathcal{I}| = 6,22 \text{ [A]}$$

Ejercicio 7-12

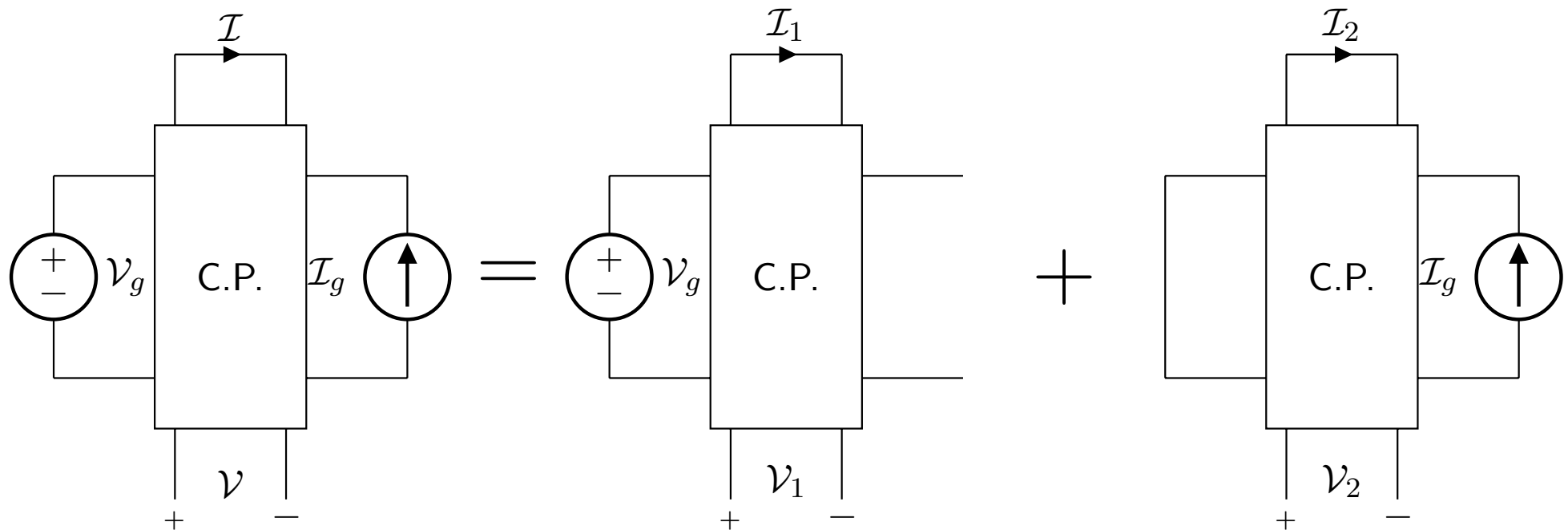
Utiliza el método de nodos para calcular la tensión eficaz $\mathcal{V}$ [V]



Datos: $\mathcal{I}_g = 10 \cdot \kappa \angle 45^\circ$ [A], $X_L = j\epsilon$ [Ω], $X_C = -j\eta$ [Ω], $R = \theta$ [Ω]

Teorema superposición

Si un circuito se energiza mediante N fuentes independientes, las tensiones o corrientes del mismo pueden obtenerse como la suma de las correspondientes tensiones o corrientes de cada uno de los circuitos que se obtienen desactivando $N - 1$ fuentes independientes en el circuito original



$$I = I_1 + I_2$$
$$V = V_1 + V_2$$

Teorema superposición (cont)

- El teorema de superposición también se cumple en alterna
- Al igual que en continua, las fuentes dependientes pueden considerarse como elementos pasivos o activos
- El teorema de superposición es aplicable para el cálculo de tensiones y corrientes, pero no para calcular potencia
- El teorema de superposición es especialmente útil en circuitos con fuentes de continua y alterna, o fuentes de alterna con diferentes frecuencias
- Recuerda que nunca puedes sumar fasores de distinta frecuencia!!

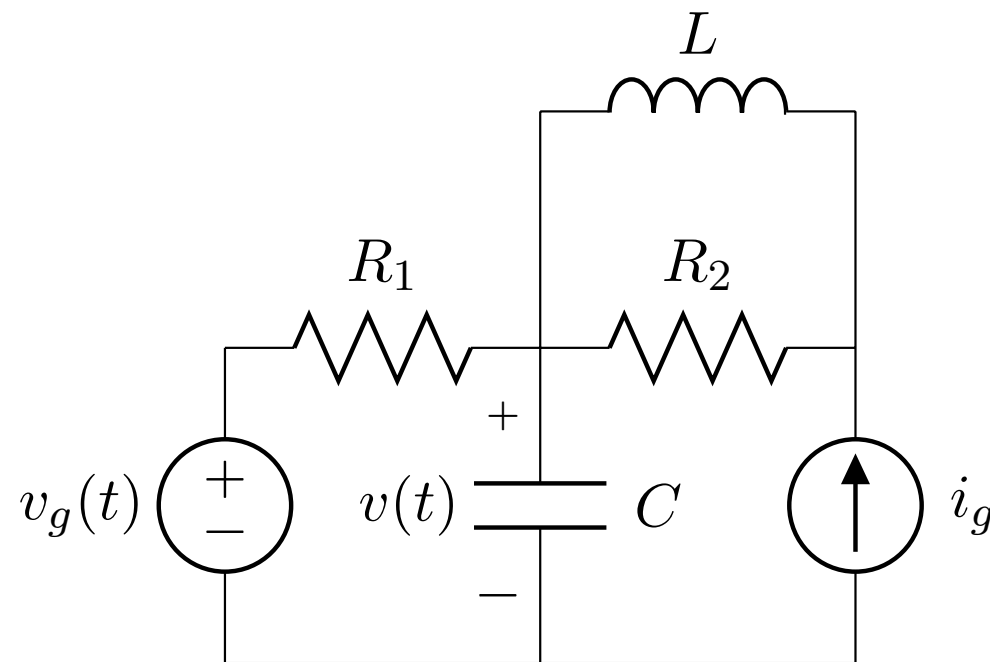
Ejercicio 7-13*

La fuente de corriente continua i_g vale β [A] y $v_g(t) = 10 \cdot \gamma \cos(100t + 10 \cdot \delta^\circ)$. Aplicando el teorema de superposición, determina la tensión del condensador en función del tiempo $v(t) = V_0 + V \cos(100t + \phi)$.

a) V_0 [V]

b) V [V]

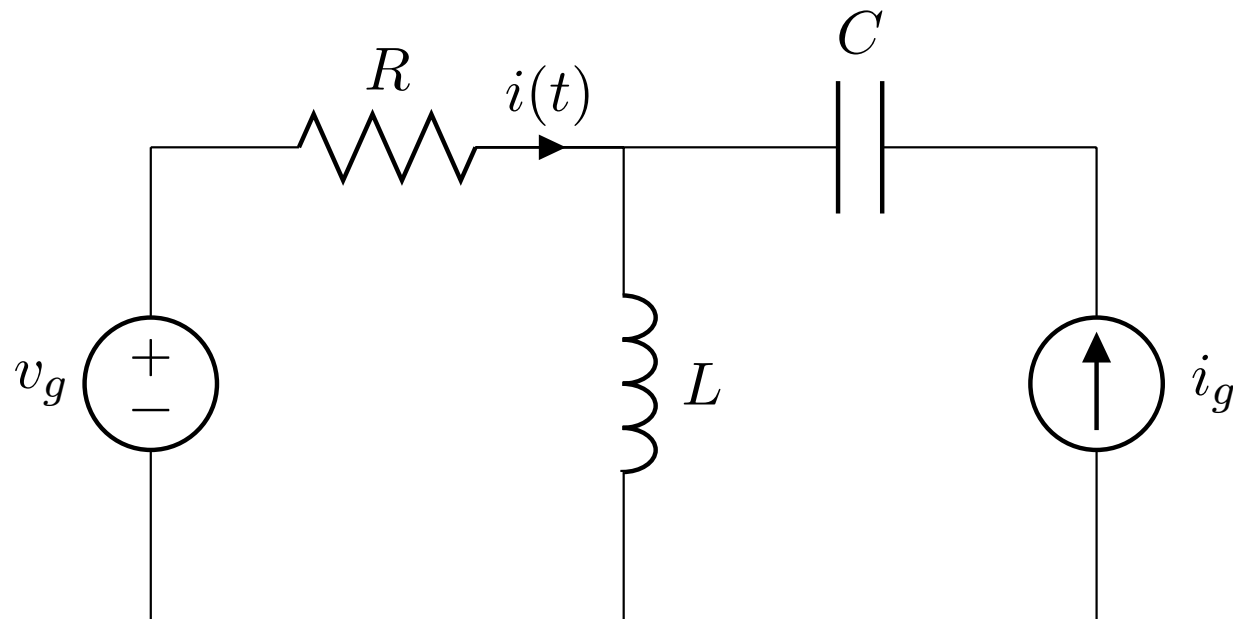
c) ϕ [°]



Datos: $R_1 = \alpha$ [Ω], $R_2 = \eta$ [Ω], $L = \theta$ [mH], $C = \kappa$ [mF]

Ejercicio 7-14

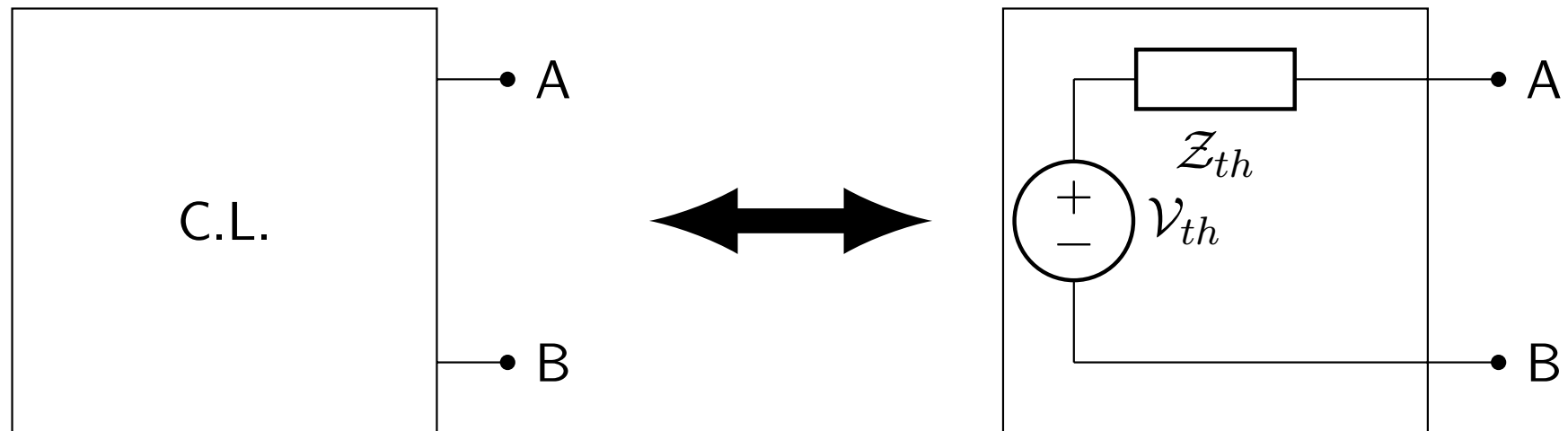
En el circuito de la figura, calcula la intensidad $i(t = 1\text{s})$.



Datos: $v_g = (10 + \alpha) \cos 100 \cdot \beta t$ [V], $i_g = (20 + \gamma) \sin 100 \cdot \delta t$ [A], $R = \epsilon$ [Ω], $L = \epsilon$ [mH], $C = 100 \cdot \eta$ [μF]

Teorema Thevenin

Todo circuito lineal conectado al exterior a través de una puerta es equivalente a un circuito compuesto simplemente por una fuente ideal de tensión en serie con una impedancia

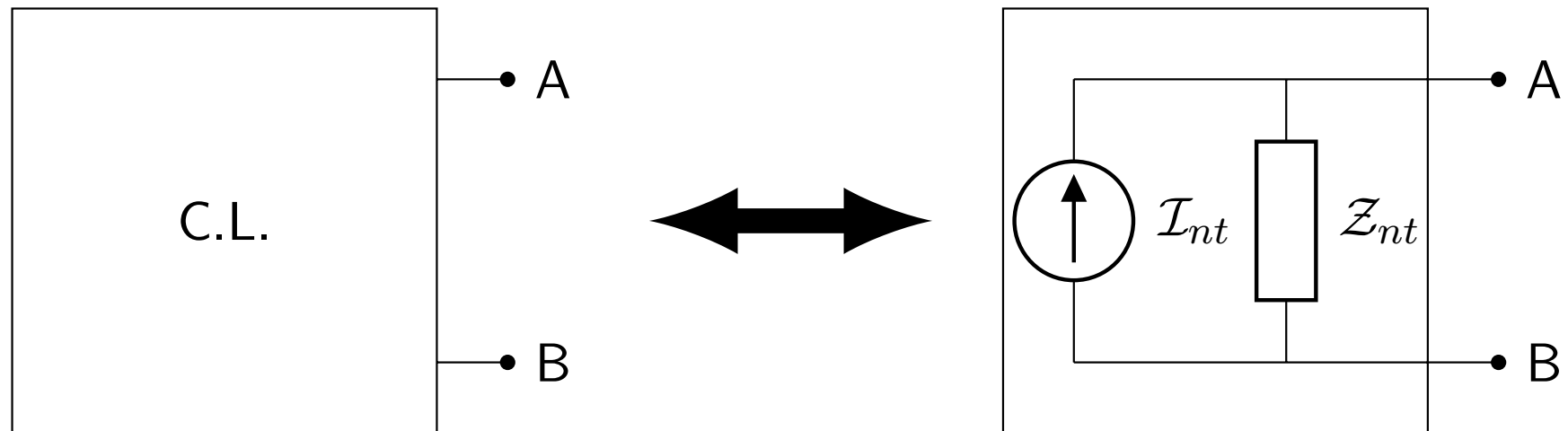


Teorema Thevenin (cont)

- ¿Cómo se calcula la tensión Thevenin $\mathcal{V}_{th}$?
 - $\mathcal{V}_{th}$ es igual a la diferencia de tensión entre los terminales A y B con el circuito original. También se conoce como tensión a circuito abierto.
 - Cuidado con el signo de la tensión!!
- ¿Cómo se calcula la impedancia Thevenin $\mathcal{Z}_{th}$?
 - Si solo hay fuentes independientes y no hay bobinas acopladas
 - 1) Se desactivan las fuentes independientes
 - 2) Se calcula la impedancia equivalente entre A y B (serie, paralelo,...)
 - En cualquier caso
 - 1) Se desactivan las fuentes independientes
 - 2) Se dejan en el circuito las fuentes dependientes
 - 3) Se coloca una tensión de prueba $\mathcal{V}_0$ entre los terminales A y B
 - 4) Se calcula la intensidad suministrada por la fuente de prueba $\mathcal{I}_0$ (mallas, nudos, superposición,...)
 - 5) Se calcula la impedancia Thevenin como $\mathcal{Z}_{th} = \frac{\mathcal{V}_0}{\mathcal{I}_0}$

Teorema Norton

Todo circuito lineal conectado al exterior a través de una puerta es equivalente a un circuito compuesto simplemente por una fuente ideal de intensidad en paralelo con una impedancia



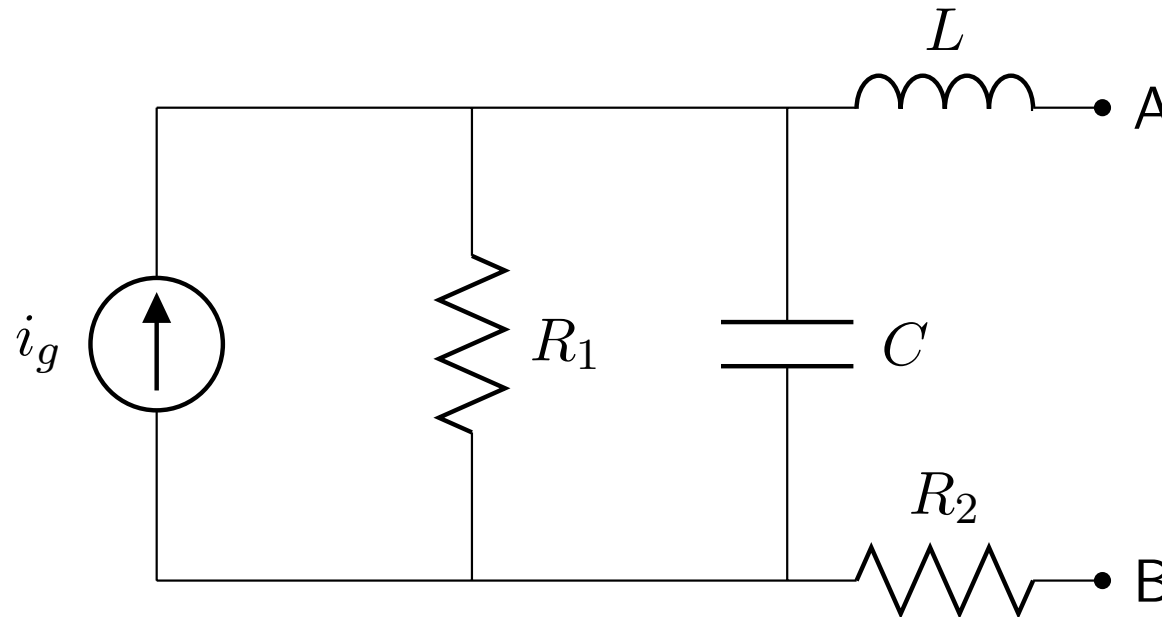
Teorema Norton (cont)

- ¿Cómo se calcula la intensidad Norton $\mathcal{I}_{nt}$?
 - $\mathcal{I}_{nt}$ es igual a la intensidad que circularía entre los terminales A y B si estos son conectados con un cable de resistencia nula. También se conoce como corriente de cortocircuito.
 - Cuidado con el signo de la intensidad!!
- ¿Cómo se calcula la impedancia Norton $\mathcal{Z}_{nt}$?
 - Si solo hay fuentes independientes y no hay bobinas acopladas
 - 1) Se desactivan las fuentes independientes
 - 2) Se calcula la impedancia equivalente entre A y B (serie, paralelo,...)
 - En cualquier caso
 - 1) Se desactivan las fuentes independientes
 - 2) Se dejan en el circuito las fuentes dependientes
 - 3) Se coloca una tensión de prueba $\mathcal{V}_0$ entre los terminales A y B
 - 4) Se calcula la intensidad suministrada por la fuente de prueba $\mathcal{I}_0$ (mallas, nudos, superposición,...)
 - 5) Se calcula la impedancia Thevenin como $\mathcal{Z}_{th} = \frac{\mathcal{V}_0}{\mathcal{I}_0}$
- Siempre se cumple que $\mathcal{Z}_{th} = \mathcal{Z}_{nt}$ y que $\mathcal{V}_{th} = \mathcal{Z}_{th}\mathcal{I}_{nt}$

Ejercicio 7-15

Determina el equivalente Thevenin entre los terminales A y B

- a) $\text{Re}(Z_{th})$ [Ω] b) $\text{Im}(Z_{th})$ [Ω] c) $\text{Re}(V_{th})$ [V] d) $\text{Im}(V_{th})$ [V]



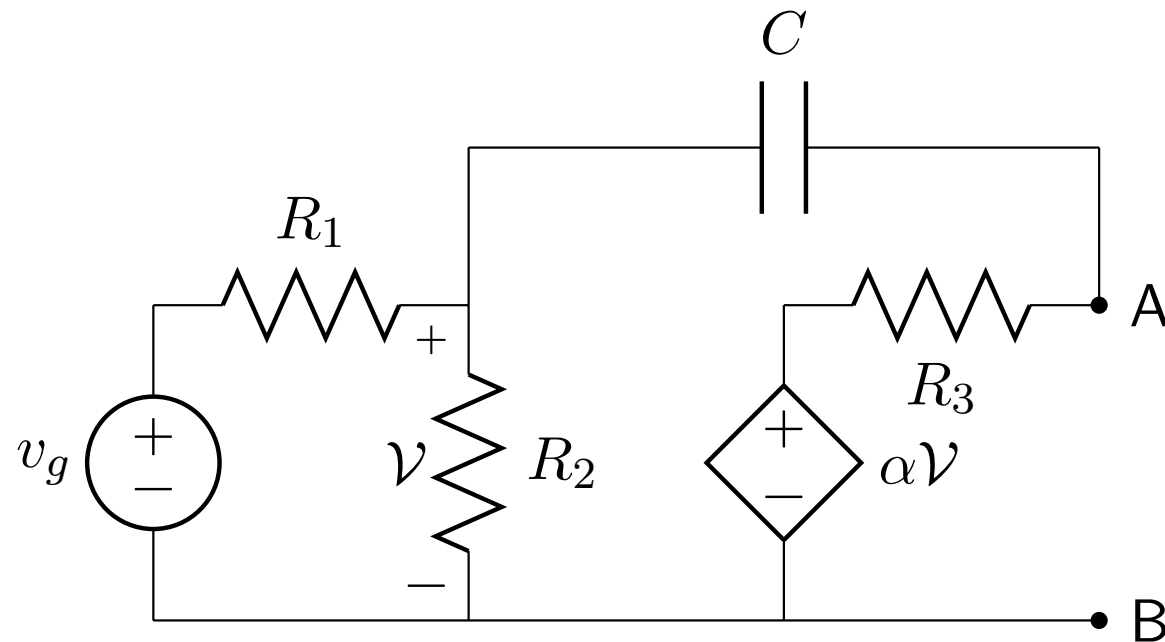
Datos:

$$i_g(t) = \delta \cos 500t \text{ [V]}, R_1 = \epsilon \text{ } [\Omega], R_2 = \eta \text{ } [\Omega], L = \theta \text{ [mH]}, C = \kappa \text{ [mF]}$$

Ejercicio 7-16

Determina el equivalente Thevenin entre los terminales A y B

- a) $\text{Re}(Z_{th})$ [Ω] b) $\text{Im}(Z_{th})$ [Ω] c) $\text{Re}(V_{th})$ [V] d) $\text{Im}(V_{th})$ [V]



Datos: $v_g = (100 + 10 \cdot \beta) \angle 0^\circ$ [V], $R_1 = 10 + \gamma$ [Ω], $R_2 = 10 \cdot \delta$ [Ω], $X_C = -j10 \cdot \epsilon$ [Ω], $R_3 = 100 + 10 \cdot \eta$ [Ω]

Bobinas acopladas

- Una única bobina

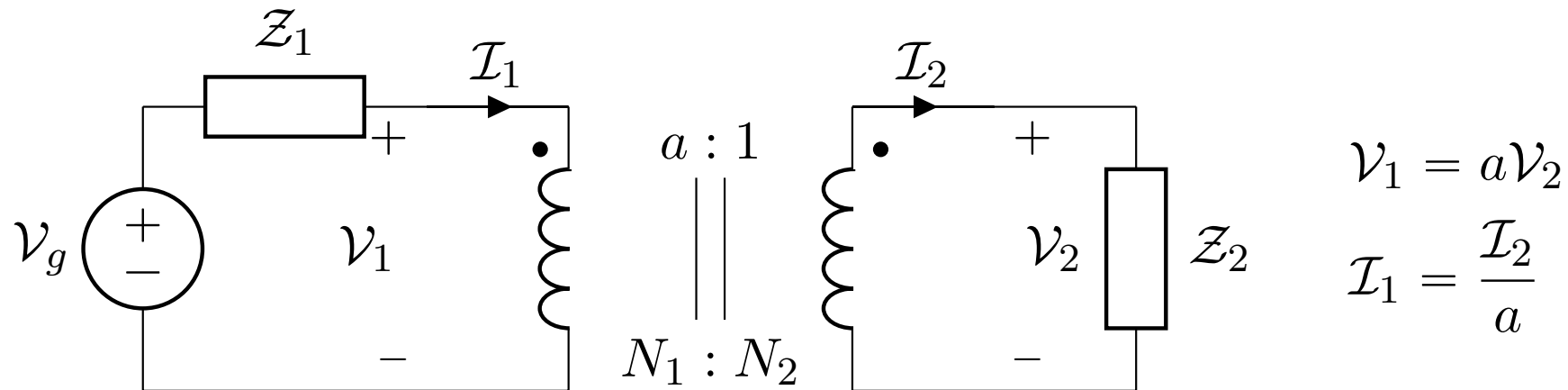
$$v = L \frac{di}{dt} \quad \rightarrow \quad \mathcal{V} = L\omega j \mathcal{I}$$

- Dos bobinas acopladas

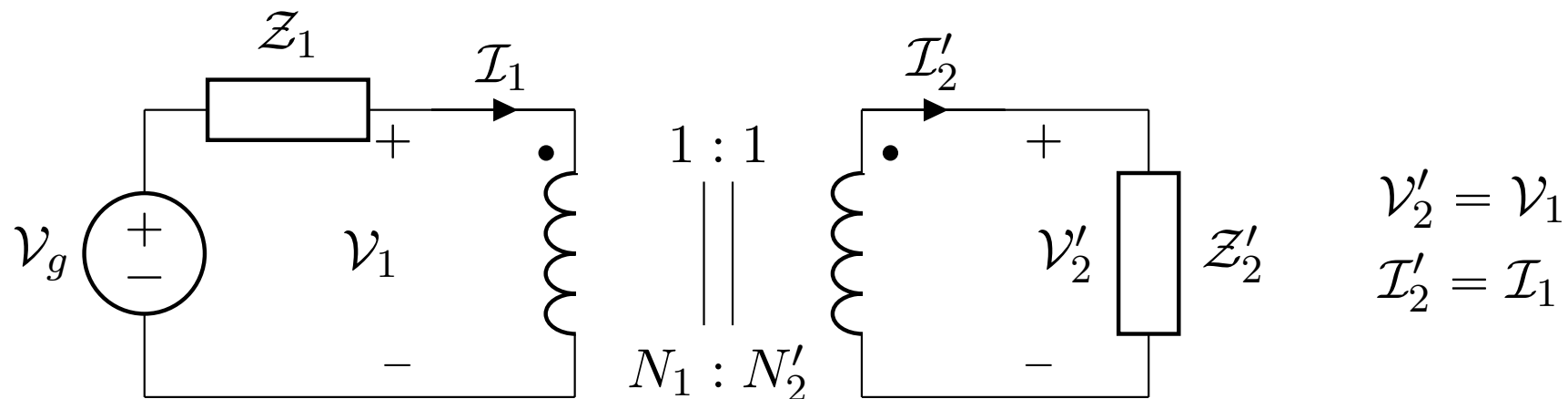
$$v_1 = L_1 \frac{di_1}{dt} + M \frac{di_2}{dt} \quad \rightarrow \quad \mathcal{V}_1 = L_1\omega j \mathcal{I}_1 + M\omega j \mathcal{I}_2$$

$$v_2 = M \frac{di_1}{dt} + L_2 \frac{di_2}{dt} \quad \rightarrow \quad \mathcal{V}_2 = M\omega j \mathcal{I}_1 + L_2\omega j \mathcal{I}_2$$

Reducción de impedancia del secundario al primario

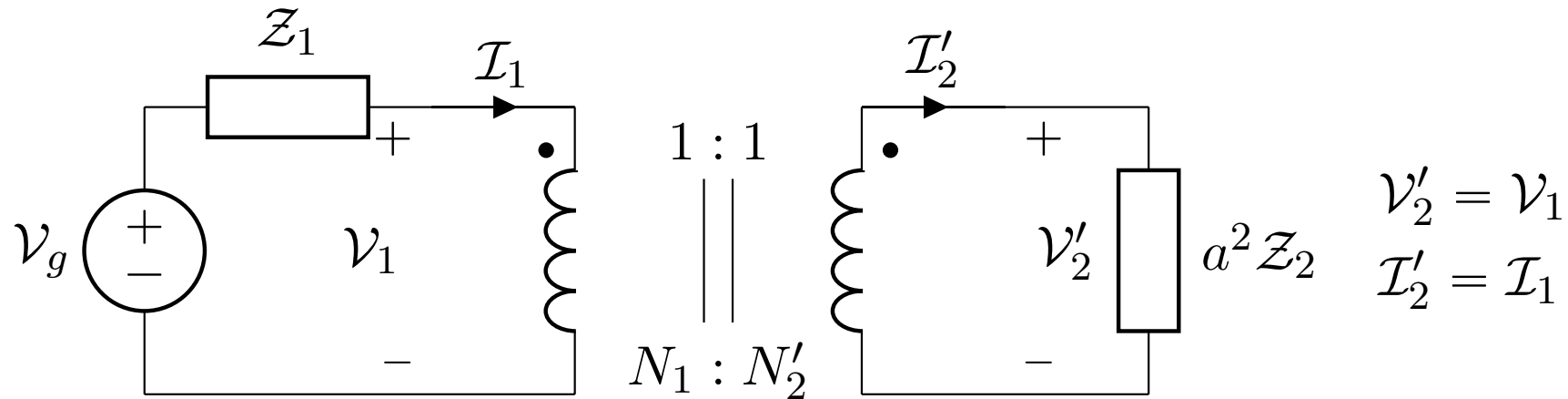


Sustituyo la bobina secundaria por otra con las mismas vueltas $N'_2 = N_1$

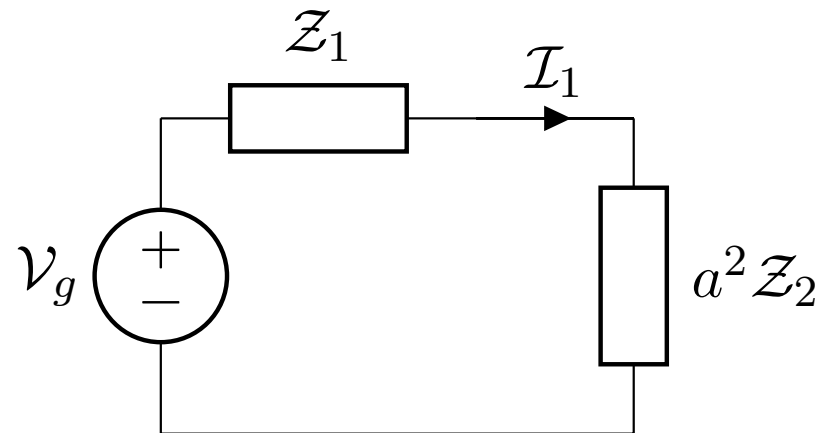


$$\mathcal{Z}'_2 = \frac{\mathcal{V}'_2}{\mathcal{I}'_2} = \frac{\mathcal{V}_1}{\mathcal{I}_1} = \frac{a\mathcal{V}_2}{\mathcal{I}_2/a} = a^2 \frac{\mathcal{V}_2}{\mathcal{I}_2} = a^2 \mathcal{Z}_2 \implies \boxed{\mathcal{Z}'_2 = a^2 \mathcal{Z}_2}$$

Reducción de impedancia del secundario al primario (cont)



Como $v'_2 = v_1$ y $I'_2 = I_1$ obtengo el siguiente circuito equivalente

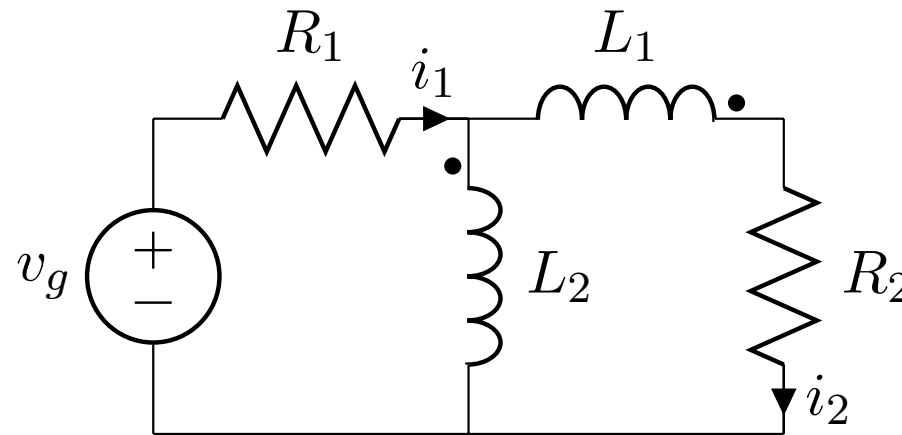


Ejercicio 7-17

Para el circuito de la figura determina los valores eficaces de i_1 e i_2

a) $|\mathcal{I}_1|$ [A]

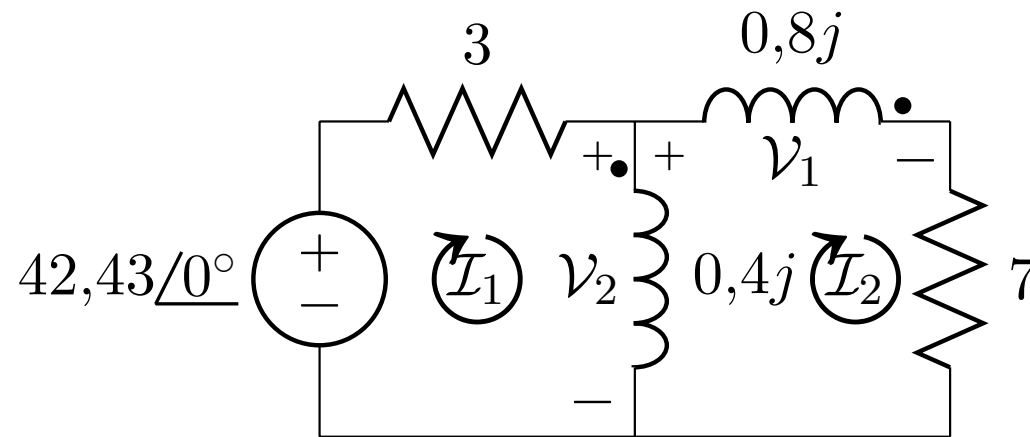
b) $|\mathcal{I}_2|$ [A]



Datos: $v_g = 10 \cdot \lambda \cos 100\kappa t$ [V], $R_1 = \theta$ [Ω], $R_2 = \eta$ [Ω], $L_1 = \epsilon$ [mH], $L_2 = \delta$ [mH], $k = 0,85$

Solución 7-17

Calculamos las impedancias complejas y resolvemos usando LKT



$$V_1 = 0,8jI_2 - 0,48j(I_1 - I_2)$$

$$V_2 = 0,4j(I_1 - I_2) - 0,48jI_2$$

$$42,43\angle 0^\circ = 3I_1 + V_2$$

$$V_2 = V_1 + 7I_2$$

Sustituyendo obtenemos

$$\begin{pmatrix} 3 + 0,4j & -0,88j \\ -0,88j & 7 + 2,16j \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 42,43 \\ 0 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 13,59\angle -6,76^\circ \\ 1,63\angle 66,07^\circ \end{pmatrix}$$

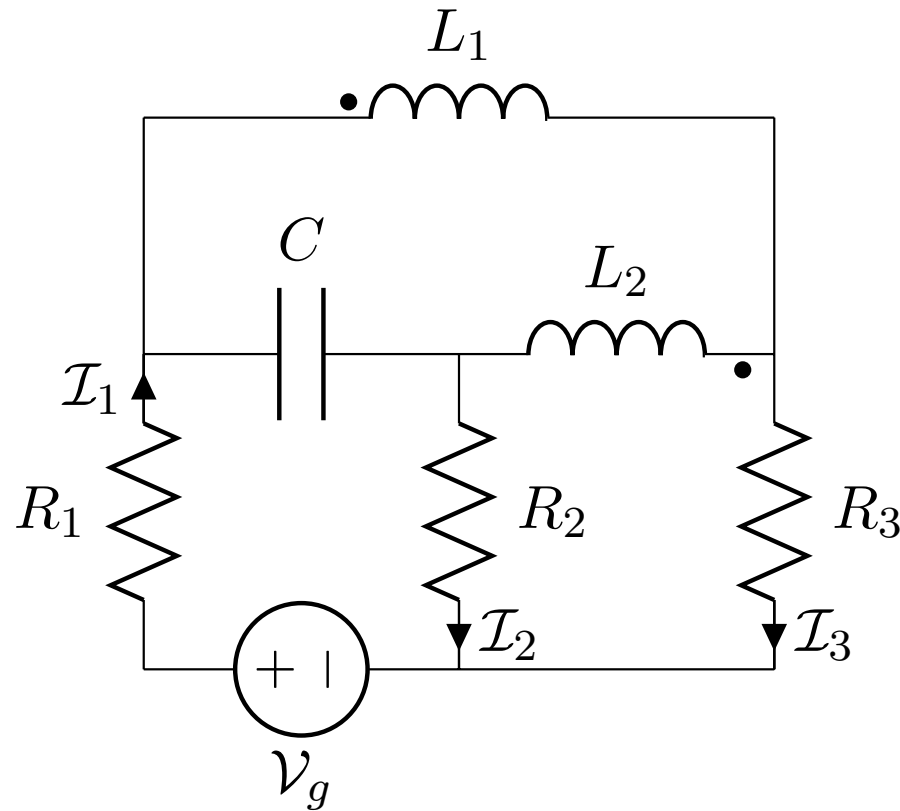
Ejercicio 7-18

Calcula los siguientes valores eficaces

a) $|\mathcal{I}_1|$ [A]

b) $|\mathcal{I}_2|$ [A]

c) $|\mathcal{I}_3|$ [A]

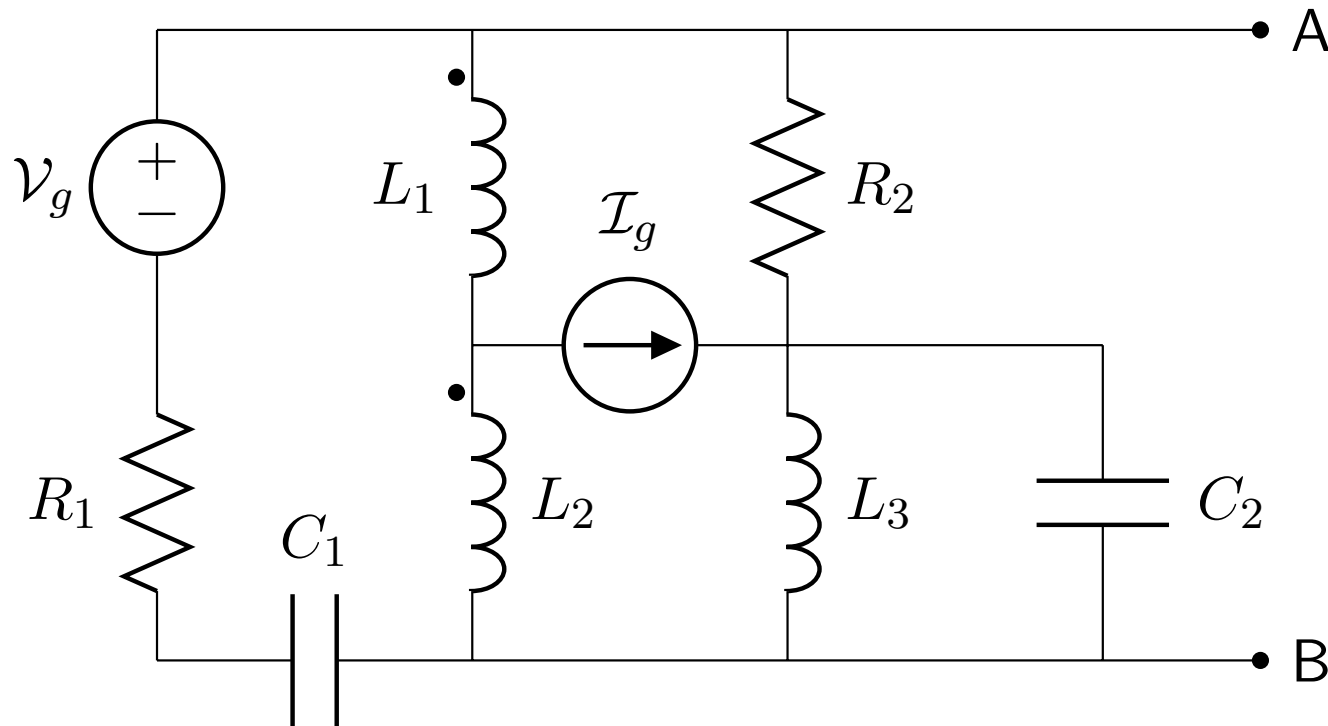


Datos: $\mathcal{V}_g = 10\alpha\angle 0^\circ$ [V], $R_1 = \beta$ [Ω], $R_2 = \gamma$ [Ω], $R_3 = \delta$ [Ω], $X_C = -\epsilon j$ [Ω], $X_{L1} = \eta j$ [Ω], $X_{L2} = \theta j$ [Ω], $k = 0,8$

Ejercicio 7-19

Calcula $\mathcal{V}_{th}$ y $\mathcal{Z}_{th}$ entre los terminales A y B

a) $\text{Re}(\mathcal{V}_{th})$ [V] b) $\text{Im}(\mathcal{V}_{th})$ [V] c) $\text{Re}(\mathcal{Z}_{th})$ [Ω] d) $\text{Im}(\mathcal{Z}_{th})$ [Ω]



Datos: $\mathcal{V}_g = \lambda j$ [V], $\mathcal{I}_g = \kappa/10 \cdot \theta^\circ$ [A], $R_1 = \eta$ [Ω], $R_2 = \epsilon$ [Ω], $X_{L1} = \delta j$ [Ω], $X_{L2} = \gamma j$ [Ω], $X_{L3} = \beta j$ [Ω], $X_{C1} = -\alpha j$ [Ω], $X_{C2} = -\lambda j$ [Ω], $k_{12} = 0,85$

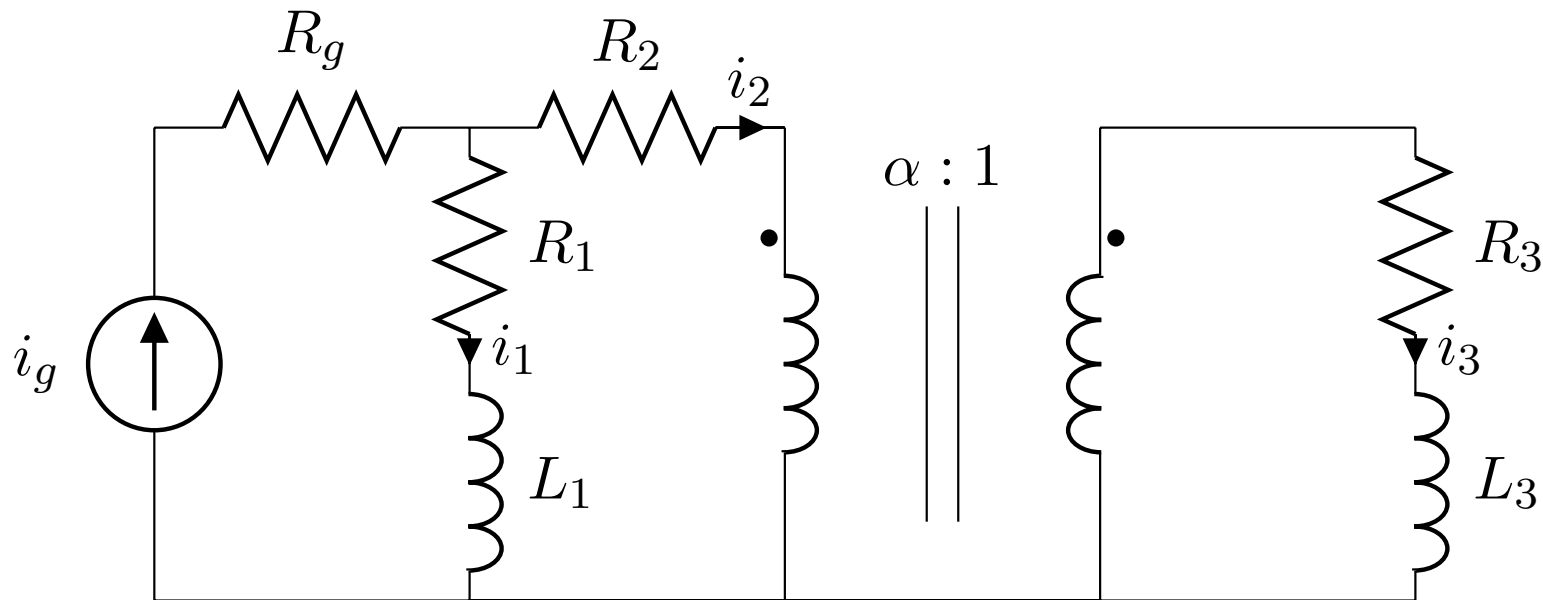
Ejercicio 7-20

Teniendo en cuenta que las bobinas acopladas forman un transformador perfecto, calcula las siguientes intensidades eficaces

a) $|\mathcal{I}_1|$ [A]

b) $|\mathcal{I}_2|$ [A]

c) $|\mathcal{I}_3|$ [A]

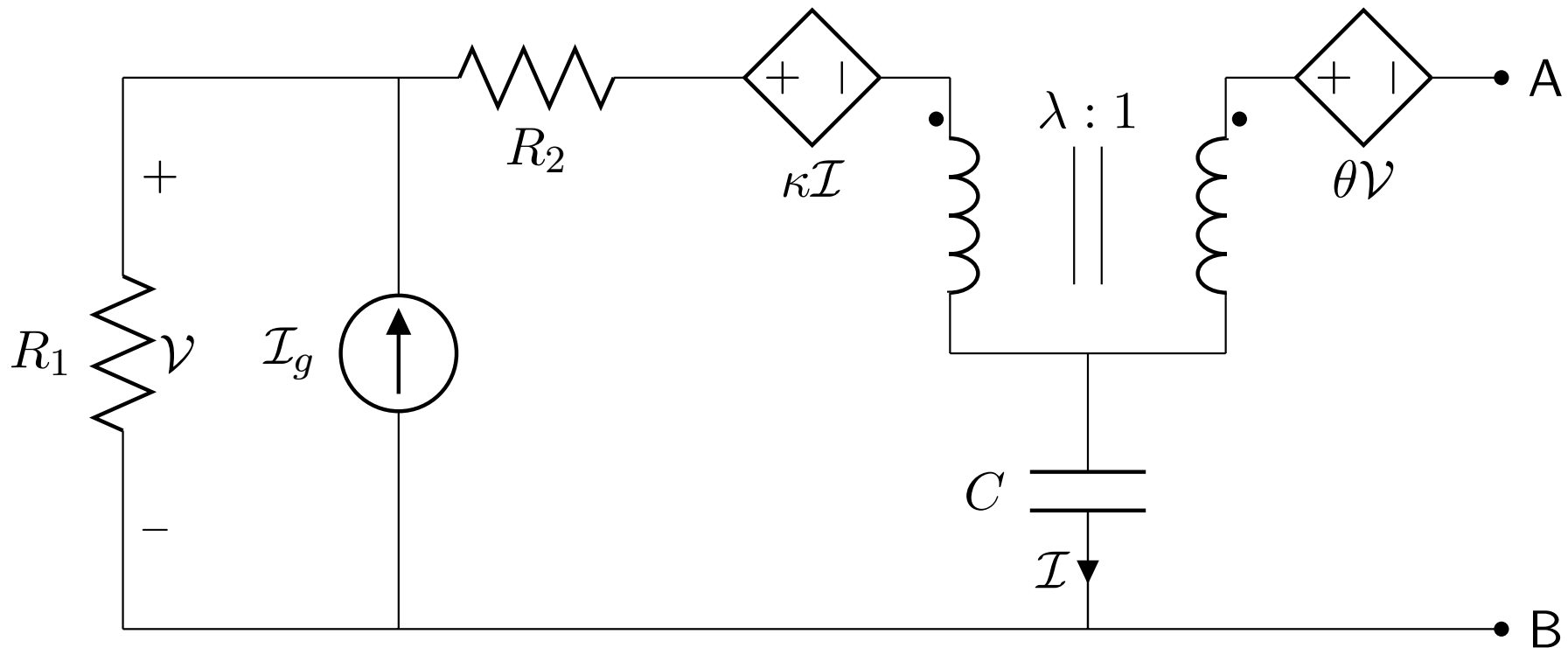


Datos: $i_g = \beta \cos 1000t$, $R_g = \gamma$ [Ω], $R_1 = \delta$ [Ω], $R_2 = \epsilon$ [Ω], $R_3 = \eta$ [Ω], $L_1 = \kappa$ [mH], $L_3 = \lambda$ [mH]

Ejercicio 7-21

Calcula el equivalente Thevenin entre los terminales A y B

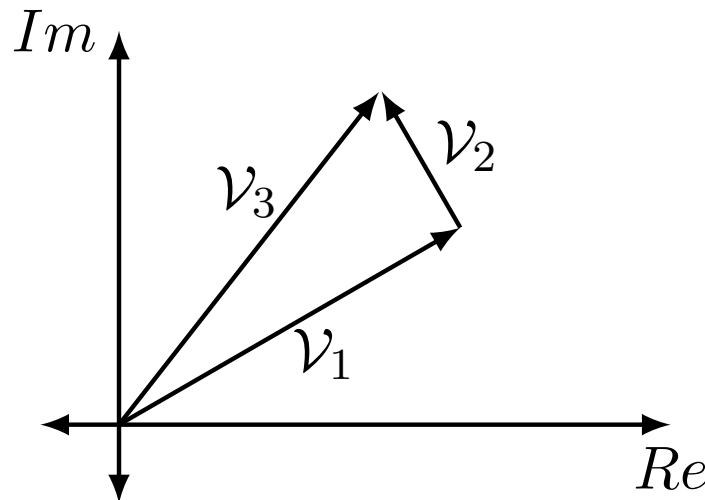
a) $\text{Re}(\mathcal{V}^{th})$ [V] b) $\text{Im}(\mathcal{V}^{th})$ [V] c) $\text{Re}(\mathcal{Z}^{th})$ [Ω] d) $\text{Im}(\mathcal{Z}^{th})$ [Ω]



Datos: $\mathcal{I}_g = \eta \angle 0^\circ$, $R_1 = \epsilon$ [Ω], $R_2 = \delta$ [Ω], $X_C = -\gamma j$ [Ω]

Diagrama fasorial

- Un diagrama fasorial es un dibujo en el plan complejo que incluye los fasores de tensiones e intensidades de un circuito
- Algunos problemas son muy fáciles de resolver usando el diagrama fasorial (suele entrar en examen)



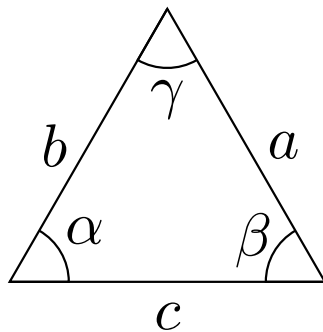
- Los voltímetros y amperímetros miden valores eficaces de tensión e intensidad, respectivamente

Diagrama fasorial (cont)

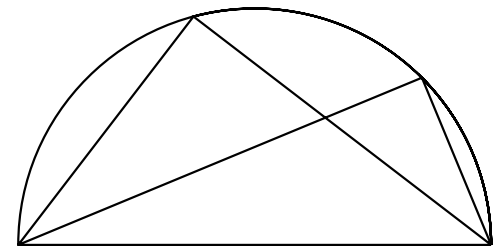
- Elige un buen origen de fases
 - Si hay varios elementos en paralelo, escoge como origen de fases la tensión en bornes de dichos elementos.
 - Si hay varios elementos en serie, escoge como origen de fases la intensidad que atraviesa dichos elementos.
- Recuerda el desfase entre tensiones e intensidades de elementos básicos
 - Resistencia: tensión e intensidad en fase
 - Bobina: tensión adelantada 90° con respecto a la intensidad
 - Condensador: intensidad adelantada 90° con respecto a la tensión
 - Impedancia general: desfase tensión e intensidad entre -90° y 90°

Diagrama fasorial (cont)

- Busca un triángulo!!
 - La suma de tres intensidades de un nudo dan lugar a un triángulo
 - La suma de tres tensiones de una malla dan lugar a un triángulo
 - Si conoces 3 magnitudes (tres lados, dos lados y un ángulo, un lado y dos ángulos) aplica el teorema del seno/coseno y calcula las otras magnitudes



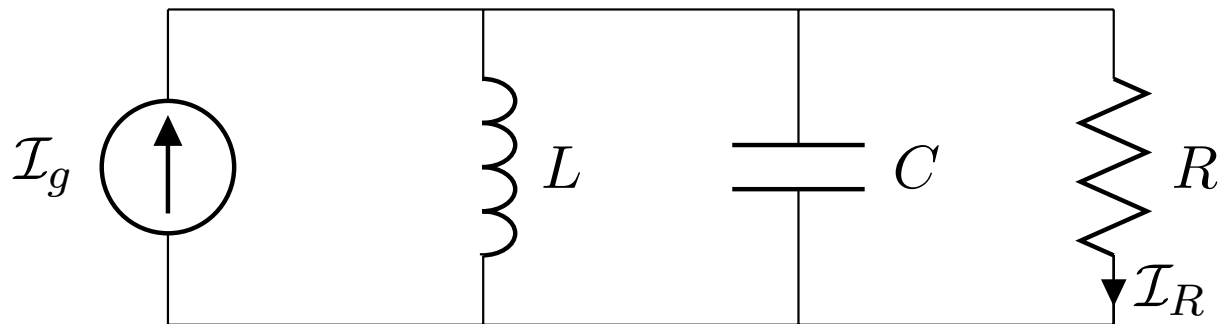
$$\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma}$$
$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma$$



- Recuerda el concepto de arco capaz: lugar geométrico de los puntos desde los que un segmento AB se “ve” con el mismo ángulo. Una semicircunferencia es un arco capaz de 90°

Ejercicio 7-22

Encuentra el valor de R [Ω] para que $\mathcal{I}_R$ esté retrasada $5 \cdot \alpha$ [$^\circ$] con respecto a $\mathcal{I}_g$



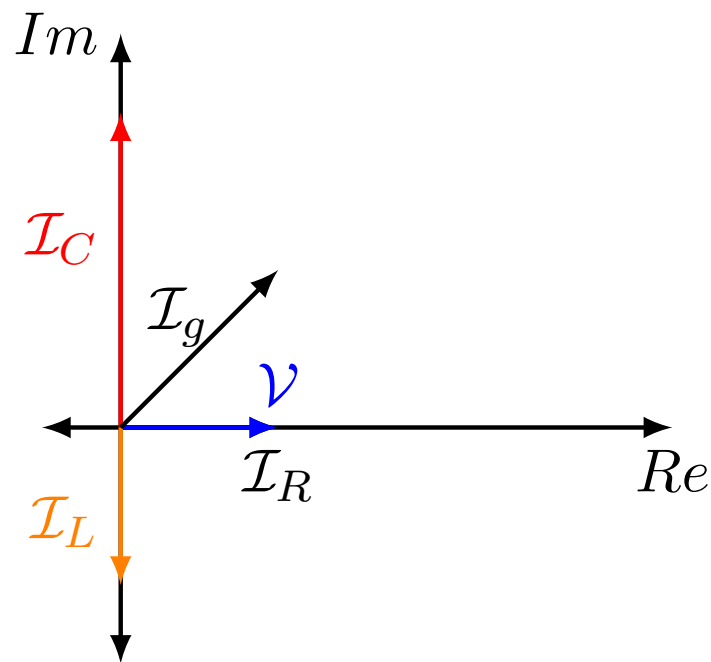
Datos: $Y_L = -\delta j[\text{S}]$, $Y_C = 2 \cdot \delta j[\text{S}]$

Solución 7-22

- 1) Como hay varios elementos en paralelo, tomo como origen $\mathcal{V}$
- 2) Calculo los fasores de las intensidades

$$\mathcal{I}_R = \frac{\mathcal{V}}{R} \quad \mathcal{I}_L = -j\mathcal{V} \quad \mathcal{I}_C = 2j\mathcal{V}$$

- 3) Dibujo los fasores de $\mathcal{I}_R, \mathcal{I}_L, \mathcal{I}_C$



Para que $\mathcal{I}_g$ y $\mathcal{I}_R$ formen 45° se tiene que cumplir que el módulo de $\mathcal{I}_C + \mathcal{I}_L$ sea igual al módulo de $\mathcal{I}_R$

$$|\mathcal{I}_C + \mathcal{I}_L| = |\mathcal{I}_R| \implies |2j\mathcal{V} - j\mathcal{V}| = \left| \frac{\mathcal{V}}{R} \right|$$

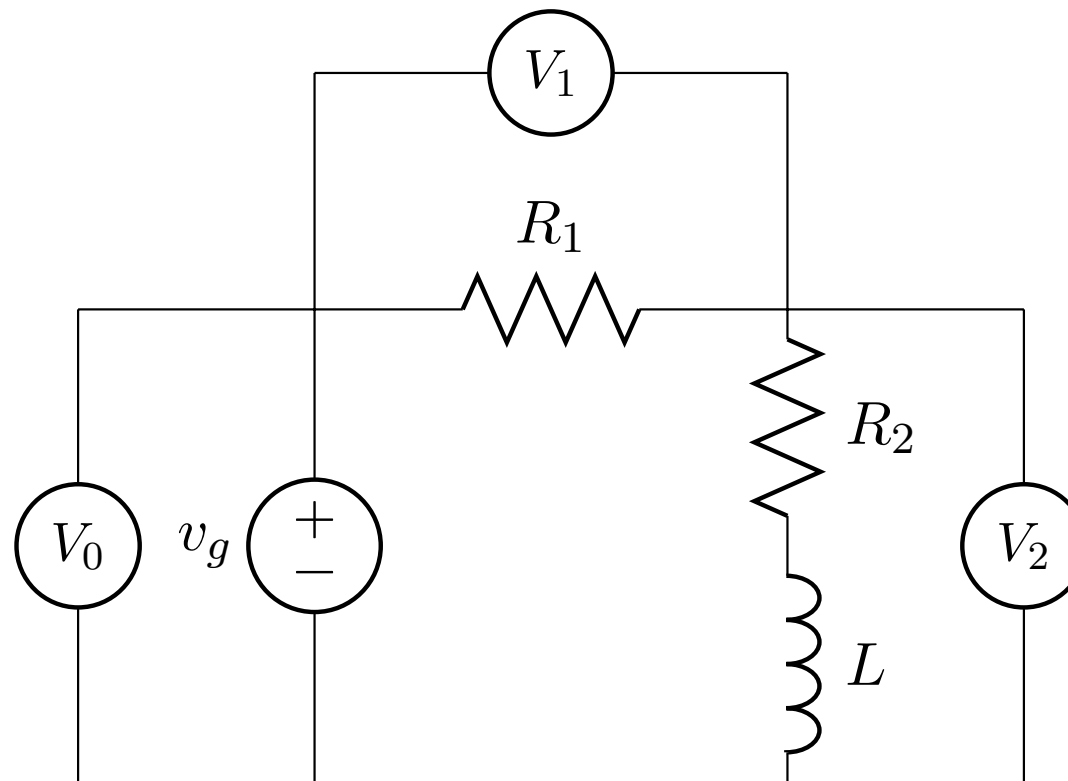
$$|2j - j||\mathcal{V}| = \left| \frac{1}{R} \right| |\mathcal{V}| \implies R = \frac{1}{1} = 1\Omega$$

Ejercicio 7-23

La fuente de tensión de la figura es sinusoidal. Sabiendo que los voltímetros miden valores eficaces, calcula R_2 y L usando un diagrama fasorial

a) R_2 [Ω]

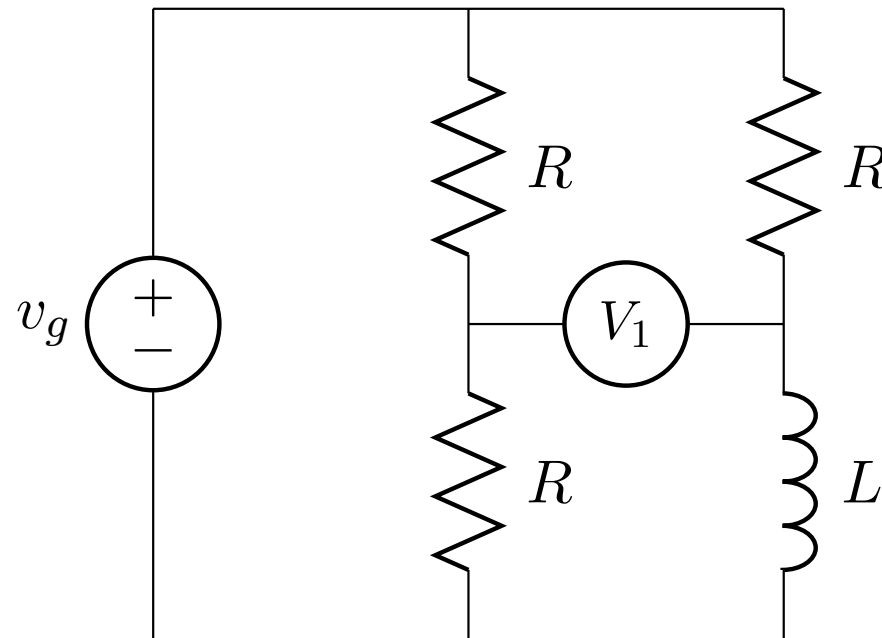
b) L [mH]



Datos: $V_0 = (1,45 + 0,05 \cdot \beta) \cdot \alpha$ [V], $V_1 = \alpha$ [V], $V_2 = \alpha$ [V], $R_1 = 100 + 10 \cdot \gamma$ [Ω], $f = 1$ [kHz]

Ejercicio 7-24

Calcula la medida del voltímetro V_1 [V] usando un diagrama fasorial



Datos: $v_g = 100 \cdot \alpha \cos 1000 \cdot \beta t$

Nota: No falta ningún dato

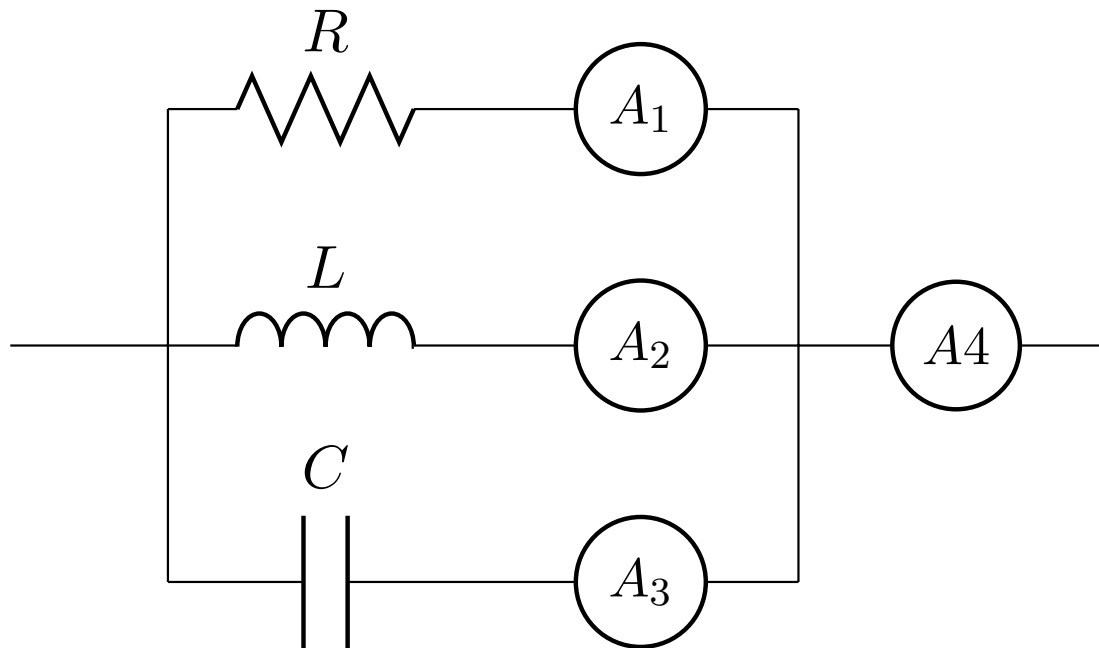
Ejercicio 7-25

Usa un diagrama fasorial para determinar

a) A_4 [A]

b) L [mH]

c) C [mF]



Datos: $A_1 = \alpha$ [A], $A_2 = \beta$ [A], $A_3 = \gamma$ [A], $R = \delta$ [Ω], $f = 50$ [Hz]

Explica si la impedancia equivalente es inductiva o capacitiva basándote únicamente en el diagrama fasorial

Ejercicio 7-26*

En el circuito de corriente alterna se sabe que para una pulsación de $\omega = 1$ [krad/s], la tensión eficaz en la resistencia es de $100 \cdot \kappa$ [V]. Calcula la admitancia total de la carga (Y_{eq}), el valor del condensador (C) así como los valores eficaces de las intensidades i_C y i_L

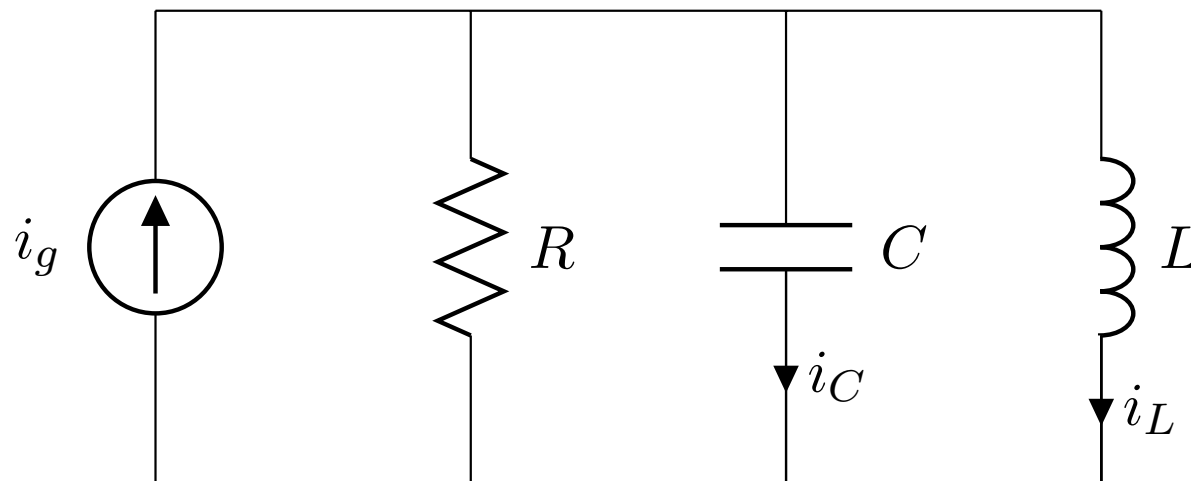
a) $\text{Re}(Y_{eq})$ [S]

c) C [mF]

e) $|\mathcal{I}_L|$ [A]

b) $\text{Im}(Y_{eq})$ [S]

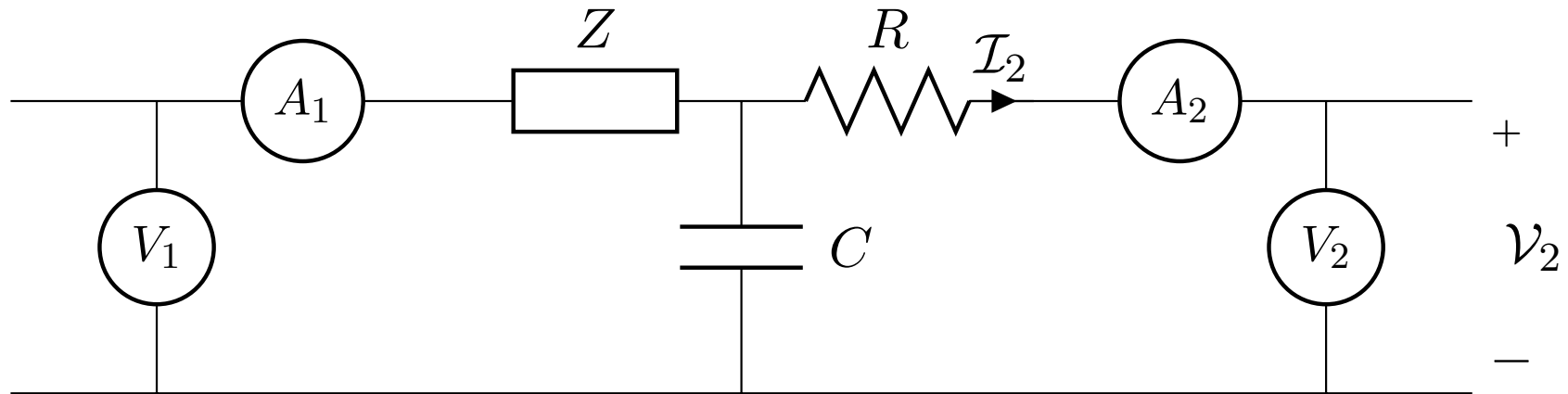
d) $|\mathcal{I}_C|$ [A]



Datos: $i_g = 10\sqrt{2} \cos(\omega t)$ [A], $R = 10 \cdot \kappa$ [Ω], $L = \delta$ [mH]

Ejercicio 7-27*

Usa un diagrama fasorial para calcular la medida de V_1 [V] sabiendo que $\mathcal{I}_2$ y $\mathcal{V}_2$ van están en fase.



Datos:

$$V_2 = 200 + 10 \cdot \lambda \text{ [V]}, A_1 = 10 + \kappa \text{ [A]}, A_2 = \theta \text{ [A]}, Z = \eta + \epsilon j \text{ [\Omega]}, R = \gamma \text{ [\Omega]}$$

Nota: No falta ningún dato

Ejercicio 7-28

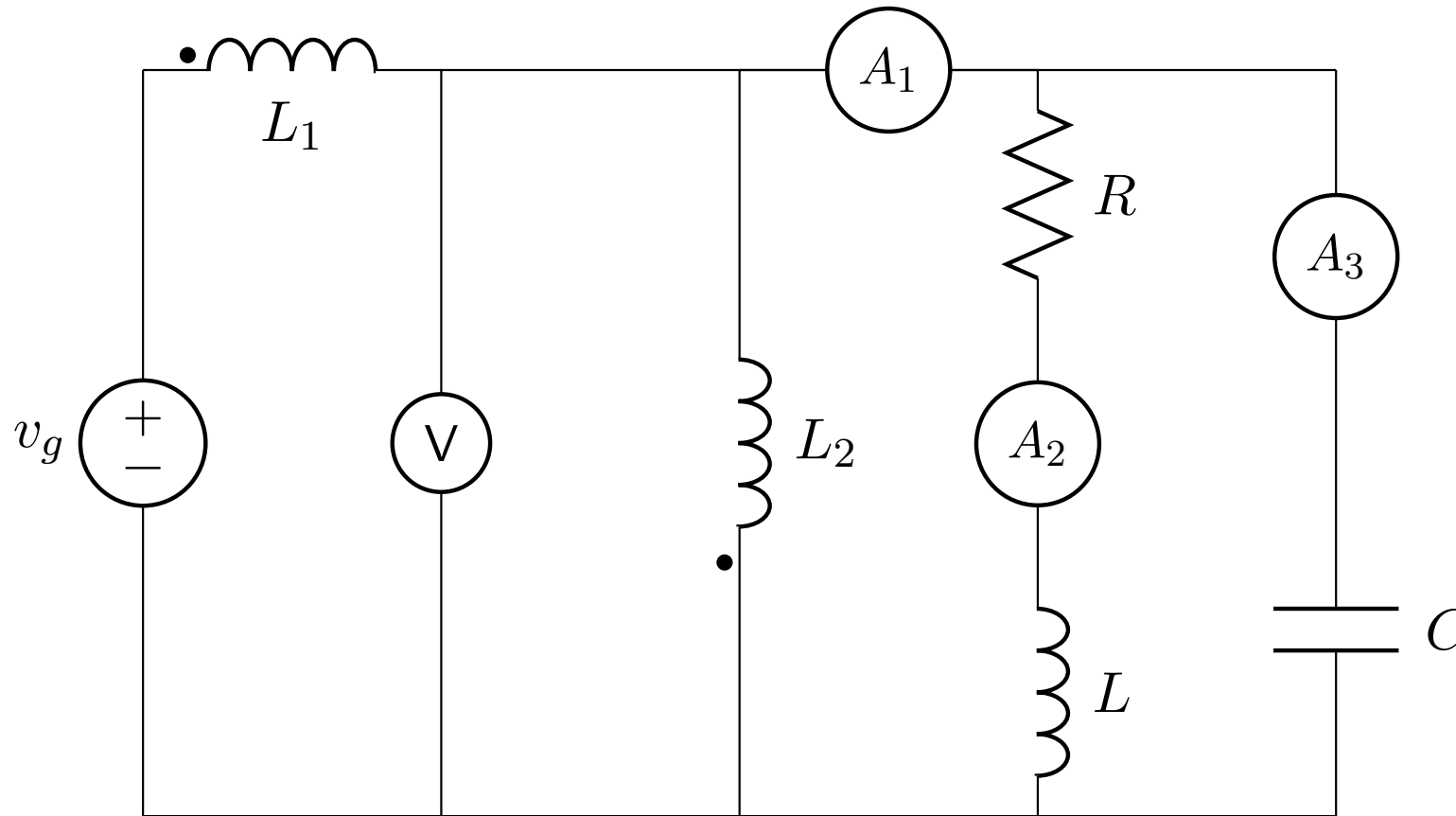
Para el circuito de la figura calcula:

a) C [μF]

b) R [Ω]

c) L [mH]

d) $|\mathcal{V}_g|$ [V]



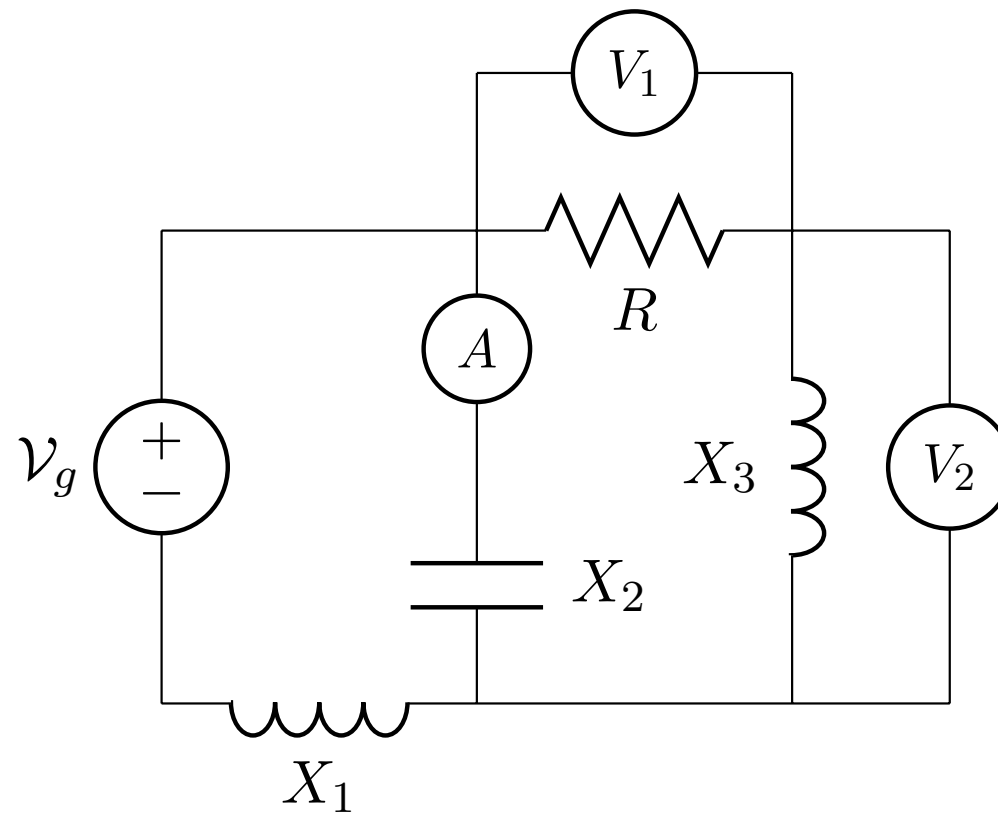
Datos: $V = 100 + 10 \cdot \alpha$ [V], $A_1 = \beta$ [A], $A_2 = A_3 = \beta + 1$ [A], $L_1 = 10 + \gamma$ [mH], $L_2 = 10 + \delta$ [mH], $k = 0,8$, $f = 50$ [Hz]

Ejercicio 7-29*

La fuente del circuito es sinusoidal. Calcule la lectura del voltímetro 2 y el valor de R

a) V_2 [V]

b) R [Ω]



Datos: $A = 20 \cdot \beta$ [A], $V_1 = 10 \cdot \beta$ [V], $X_2 = -j$ [Ω], $X_3 = j\delta$ [Ω]

Nota: No falta ningún dato