

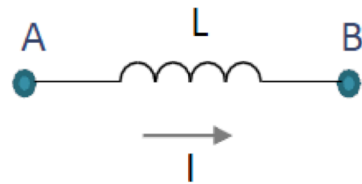
UNIDAD 3: ANÁLISIS EN RÉGIMEN ESTACIONAL SENOIDAL

TEMA 3.3.

ACOPLAMIENTO MAGNÉTICO, TRANSFORMADORES Y MÁQUINAS ELÉCTRICAS.

INDUCTANCIA PROPIA

- Ya conocemos la **inductancia propia** de una bobina: **L**
- La inductancia propia nos indica la tensión que aparece entre los terminales de la bobina debido a la intensidad que la recorre.



$$v_{AB}(t) = L \frac{di(t)}{dt}$$

$$i(t) = i(t_0) + \frac{1}{L} \int_{t_0}^t v_{AB}(t) dt$$

INDUCTANCIA MUTUA (1)

Si dos bobinas se encuentran sujetas al mismo campo magnético, por ejemplo, enrolladas sobre un mismo núcleo, se dice que están “**acopladas**” y aparecen dos valores:

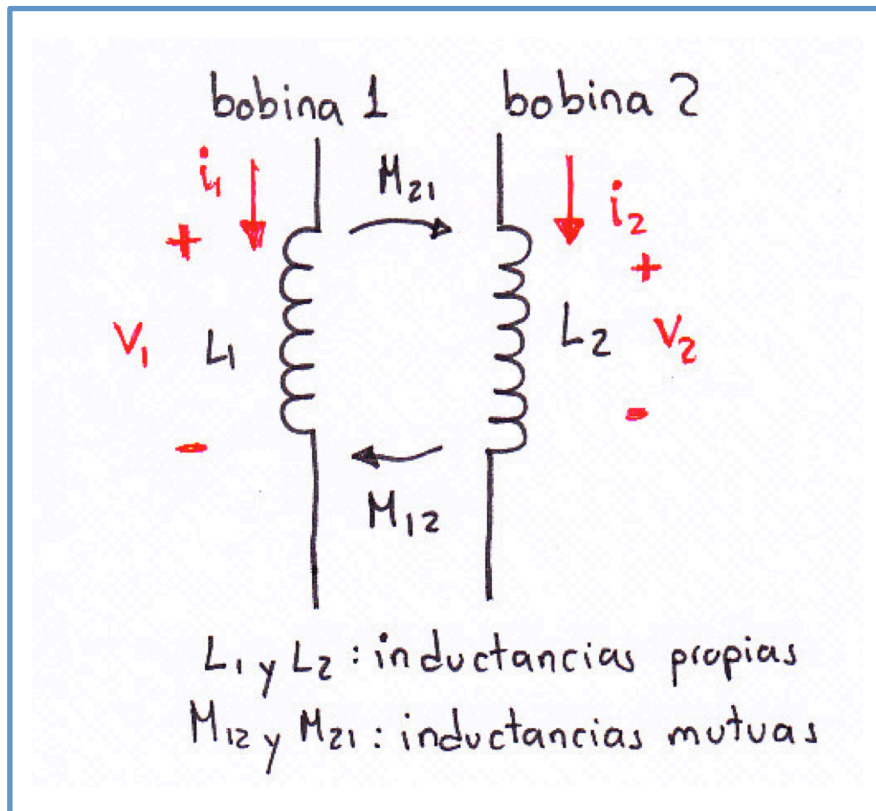
- **Inductancia propia: L**
- **Inductancia mutua: M**

La inductancia propia, **L** , indica la tensión inducida en una bobina a consecuencia de la intensidad que circula por ella misma.

La inductancia mutua, **M** , indica la tensión inducida en una bobina a consecuencia de la intensidad que circula por la otra bobina.



INDUCTANCIA MUTUA (2)



Tensión en los terminales de las bobinas:

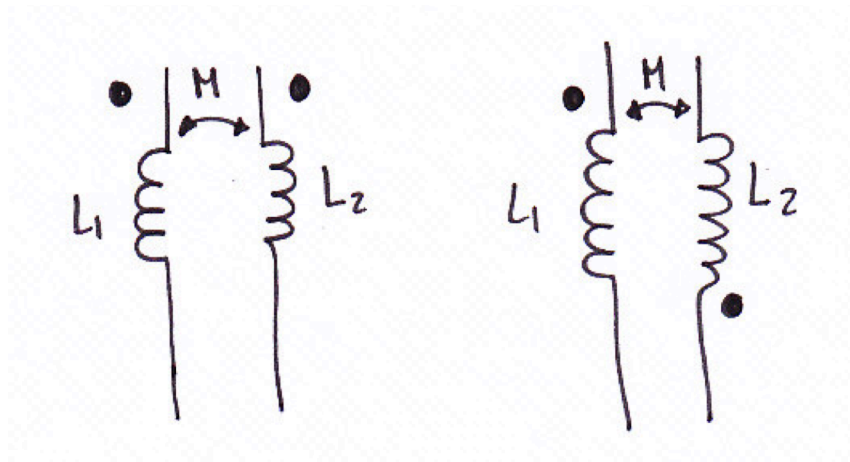
$$v_1 = L_1 \frac{di_1}{dt} + M_{12} \frac{di_2}{dt}$$
$$v_2 = L_2 \frac{di_2}{dt} + M_{12} \frac{di_1}{dt}$$

En general, se cumple que $M = M_{12} = M_{21}$

INDUCTANCIA MUTUA (3)

CONVENIO DEL PUNTO

Los sentidos de los flujos magnéticos creados por cada bobina pueden ser distintos en función del sentido en que se enrollen las espiras de cada una. Para evitar ambigüedades se utiliza el convenio del punto:

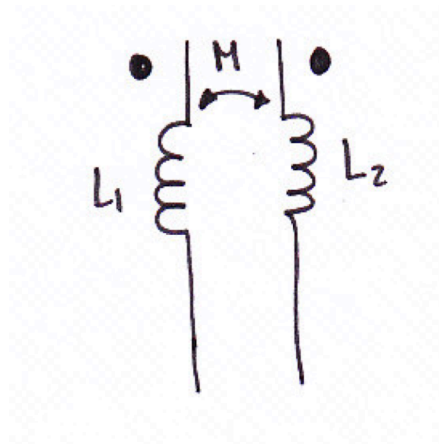


El punto indica cuáles son los terminales correspondientes.

INDUCTANCIA MUTUA (4)

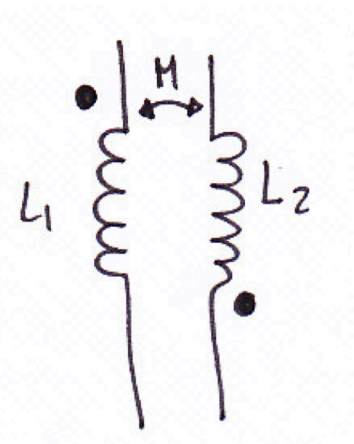
Tensión en los terminales de las bobinas:

$$v_1 = L_1 \frac{di_1}{dt} + M \frac{di_2}{dt}$$
$$v_2 = L_2 \frac{di_2}{dt} + M \frac{di_1}{dt}$$



Tensión en los terminales de las bobinas:

$$v_1 = L_1 \frac{di_1}{dt} - M \frac{di_2}{dt}$$
$$v_2 = L_2 \frac{di_2}{dt} - M \frac{di_1}{dt}$$

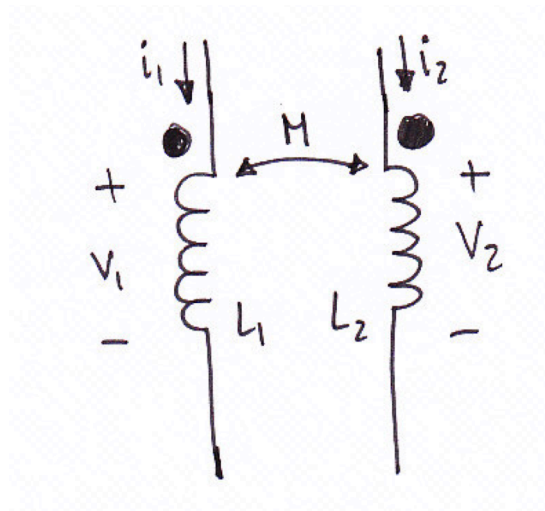


INDUCTANCIA MUTUA (5)

Sólo estudiaremos circuitos acoplados magnéticamente en régimen estacionario senoidal (**AC**), por lo que las ecuaciones de dos bobinas acopladas serán:

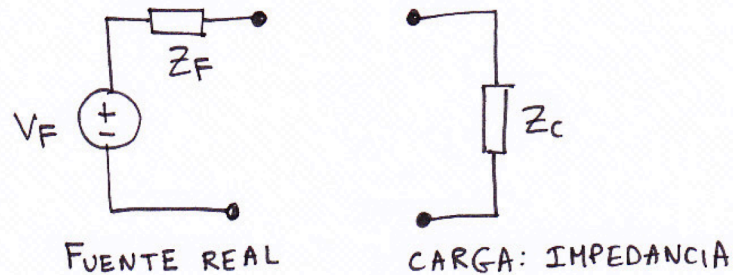
$$\mathbf{v}_1 = \mathbf{j}\omega L_1 \cdot \mathbf{i}_1 + \mathbf{j}\omega M \cdot \mathbf{i}_2$$

$$\mathbf{v}_2 = \mathbf{j}\omega L_2 \cdot \mathbf{i}_2 + \mathbf{j}\omega M \cdot \mathbf{i}_1$$

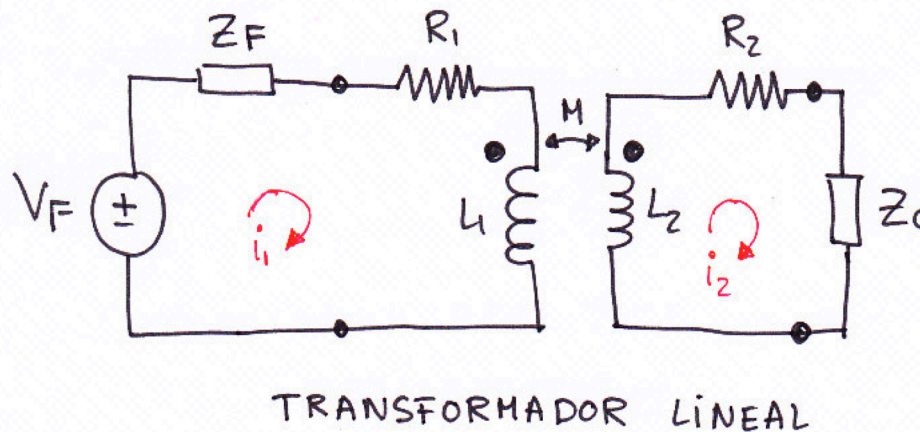


ACOPLAMIENTO MAGNÉTICO DE DOS CIRCUITOS

El objetivo es conectar una fuente a una carga manteniendo cierto aislamiento eléctrico entre ambos.



En lugar de conectar directamente los dos circuitos, se conectan a través de dos bobinas acopladas magnéticamente. Por ahora supondremos que se realiza con bobinas reales:



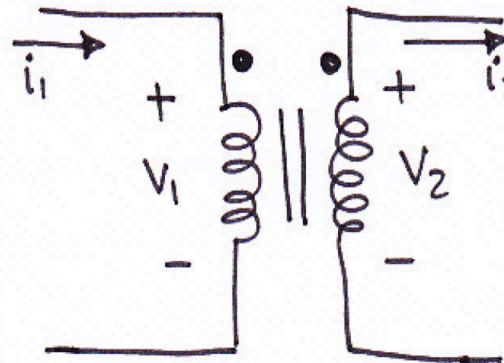
TRANSFORMADOR IDEAL (1)

El transformador lineal se puede aproximar a un **transformador ideal** si:

- Las bobinas son ideales, es decir, $R_1=R_2=0$
- No hay dispersión de flujo magnético, por tanto, $M = \sqrt{L_1 \cdot L_2}$

El transformador ideal se representa de la siguiente manera:

TRANSFORMADOR IDEAL



$$N_1 : N_2$$

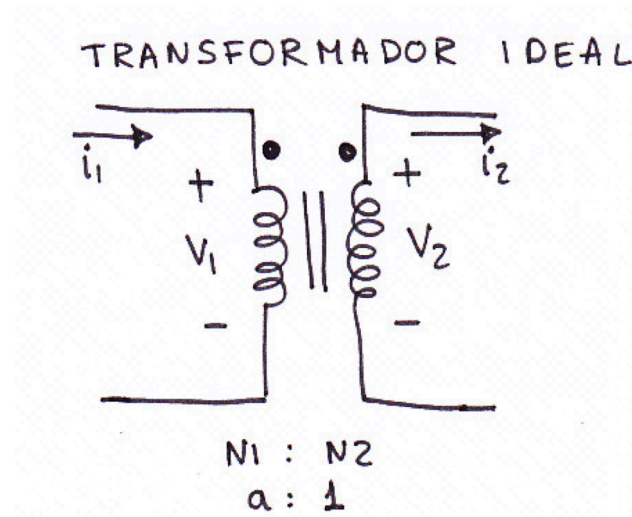
$$a : 1$$

donde **N1** y **N2** representan el números de espiras de cada devanado (conjunto de espiras).

Al devanado de la izqda. se le denomina **primario**, y al de la dra., **secundario**.

TRANSFORMADOR IDEAL (2)

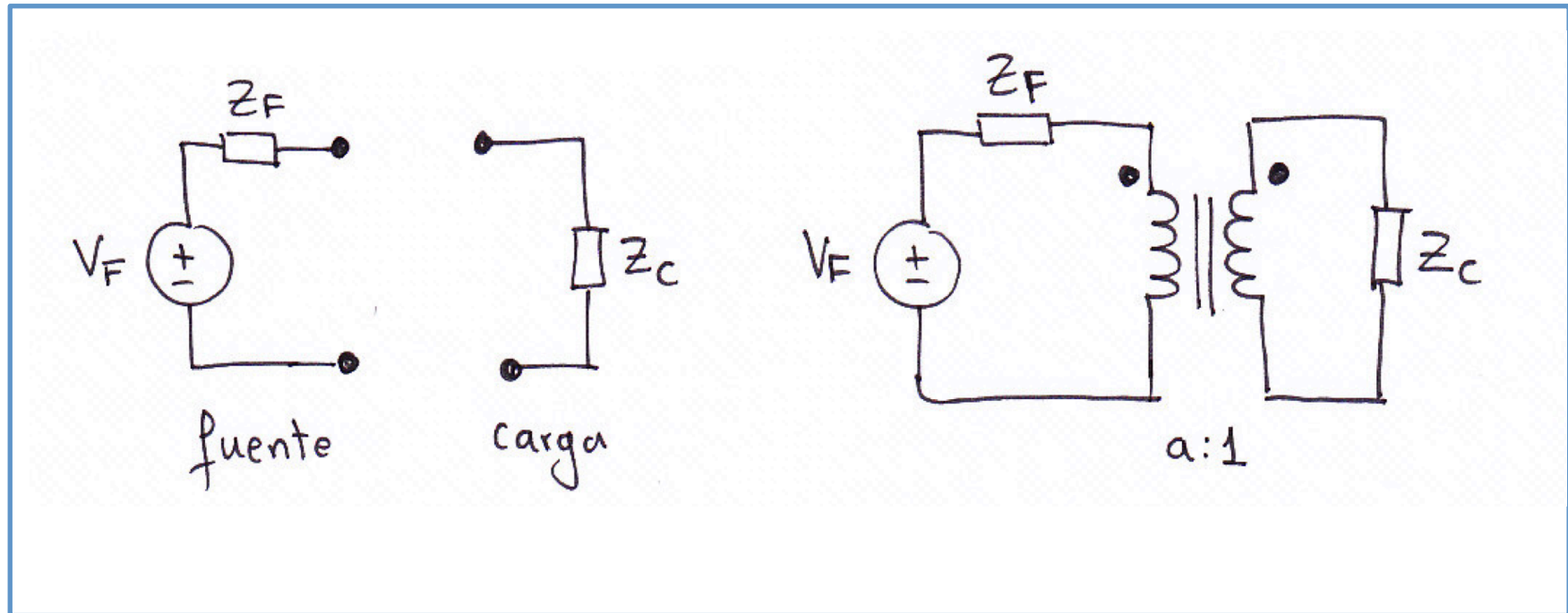
Se puede demostrar que con las condiciones de idealidad anteriores, la relación entre las corrientes y las tensiones de los devanados primario y secundario no depende de las inductancias sino del **número de espiras de cada devanado**.



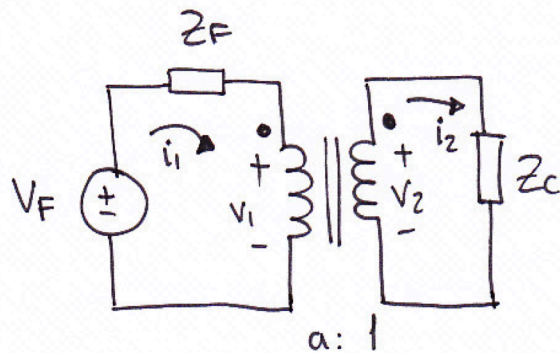
$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{N_1}{N_2} = a \quad \frac{i_1}{i_2} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{1}{a} \quad a = \frac{N_1}{N_2}$$

a = relación de transformación

ACOPLAMIENTO MAGNÉTICO ENTRE DOS CIRCUITOS MEDIANTE UN TRANSFORMADOR IDEAL (1)



ACOPLAMIENTO MAGNÉTICO ENTRE DOS CIRCUITOS MEDIANTE UN TRANSFORMADOR IDEAL (1)



Ecuaciones del transformador ideal:

$$\frac{v_1}{v_2} = a \quad \frac{i_1}{i_2} = \frac{1}{a}$$

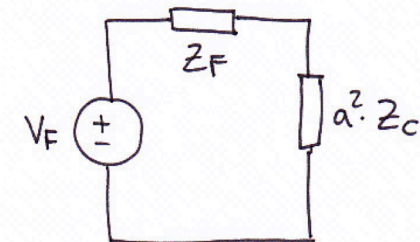
Ecuaciones de mallas:

$$v_F = i_1 \cdot Z_F + v_1$$

$$v_2 = i_2 \cdot Z_C$$

Operando, se obtiene:

$$v_F = i_1 \cdot (Z_F + a^2 \cdot Z_C)$$



Al término $a^2 \cdot Z_C$ se le denomina **impedancia reflejada**.

APLICACIONES DEL TRANSFORMADOR

- **AISLAMIENTO ELÉCTRICO ENTRE LA FUENTE Y LA CARGA**

- Se aíslan las componentes continuas de la señal (DC), pues el transformador no funciona en DC.
- Las tierras o masas de la fuente y de la carga no son comunes

- **ADAPTACIÓN DE NIVELES DE TENSIÓN E INTENSIDAD ENTRE LA FUENTE Y LA CARGA**

$$\frac{v_1}{v_2} = a \quad \frac{i_1}{i_2} = \frac{1}{a}$$

- **ADAPTACIÓN DE LA IMPEDANCIA DE LA CARGA A VALORES ADMISIBLES POR LA FUENTE**

$$Z_{reflejada} = a^2 \cdot Z_C$$

con el objetivo de conseguir máxima transferencia de potencia