

# Rappels sur les transformateurs pour l'électronique

# Introduction

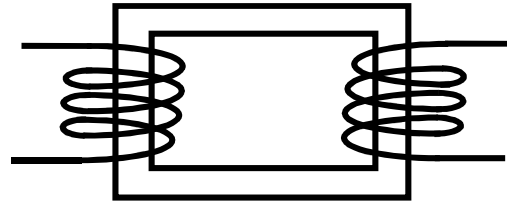
## Définitions

Le transformateur est un circuit qui peut :

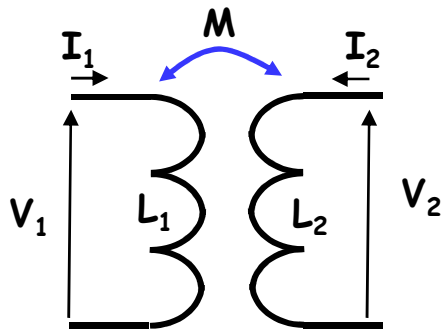
- ☐ Modifier la valeur d'une tension alternative en maintenant sa fréquence et sa forme inchangées
- ☐ Modifier la valeur d'un courant alternatif en maintenant sa fréquence et sa forme inchangées
- ☐ Isoler un circuit électrique d'un courant continu circulant dans un autre circuit électrique
- ☐ Réaliser une adaptation d'impédance

# Introduction

Transformateur = deux enroulements appelés «primaire» et «secondaire» couplés par un circuit magnétique fermé



## Symboles électronique

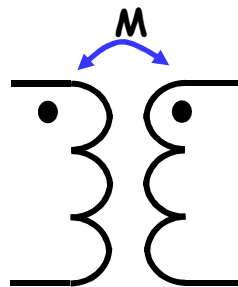


Un transformateur = un quadripôle

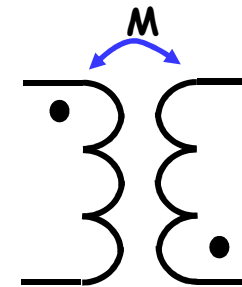
$\frac{V_2}{V_1}$  = rapport de transformation

Représentation = deux selfs  $L_1$  et  $L_2$  couplées par une mutuelle inductance  $M$

$M$  peut être positif ou négatif



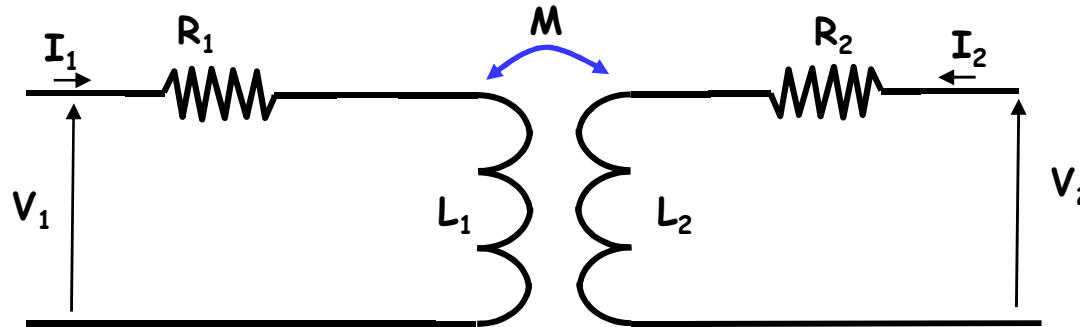
$M > 0$



$M < 0$

# Equations du transformateur

Transformateur réel : résistances des enroulements



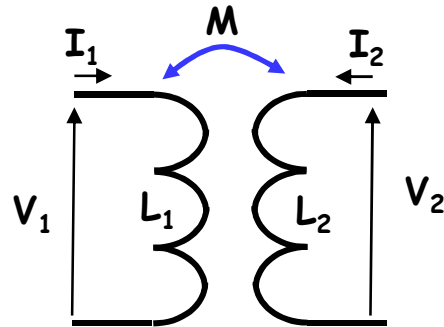
En valeur instantanée

$$\begin{cases} v_1(t) = R_1 i_1(t) + L_1 \frac{di_1(t)}{dt} + M \frac{di_2(t)}{dt} \\ v_2(t) = R_2 i_2(t) + L_2 \frac{di_2(t)}{dt} + M \frac{di_1(t)}{dt} \end{cases}$$

En valeur complexe

$$\begin{cases} V_1 = R_1 I_1 + j L_1 \omega I_1 + j M \omega I_2 \\ V_2 = R_2 I_2 + j L_2 \omega I_2 + j M \omega I_1 \end{cases}$$

# Relations entre $L_1$ , $L_2$ et $n_1$ , $n_2$ , $M$



Soient

$n_1$  le nombre de spires au primaire

$n_2$  le nombre de spires au secondaire

Si les enroulements ont les mêmes caractéristiques géométriques :

$$\frac{L_2}{L_1} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2$$

Si  $M > 0$  (sinon  $|M|$ ) :

□ Si pas de fuites magnétiques  $M_0 = \sqrt{L_1 L_2}$

□ Si fuites magnétiques  $M < M_0$  et  $M = k \sqrt{L_1 L_2} = k M_0$  avec  $k$  coefficient de couplage

# Transformateur idéal

## Définition

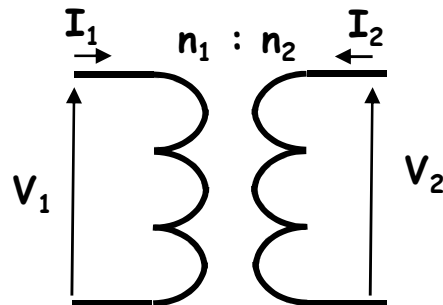
Un transformateur **idéal** répond aux conditions suivantes :

- ❑ Pas de fuites magnétiques  $M = M_0 = \sqrt{L_1 L_2}$
- ❑ Pas de pertes par effet Joule ( $R_1 = R_2 = 0$ ), pas de pertes par hystérésis magnétique ou par courant de Foucault dans le noyau magnétique
- ❑ Pas d'énergie réactive consommée (pas d'inductance de fuites des enroulements,...)



Puissance au primaire = Puissance au secondaire

## Relations



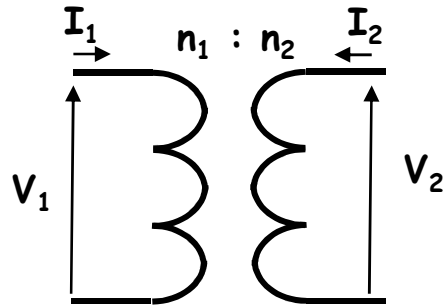
Pour  $M > 0$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{n_2}{n_1} = -\frac{I_1}{I_2} = n$$

$n$  : rapport de transformation

# Transformateur idéal : exercices

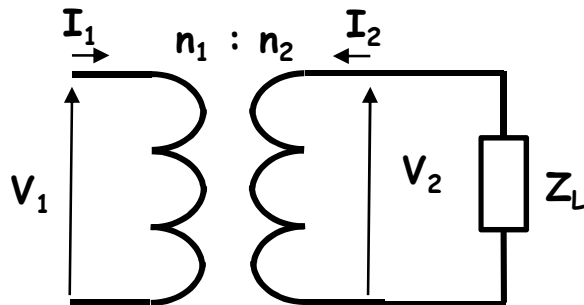
## Détermination de la matrice chaîne



Pour  $M > 0$

$$[a] = \begin{bmatrix} 1/n & 0 \\ 0 & n \end{bmatrix}$$

## Détermination de l'impédance d'entrée d'un transformateur idéal chargé par $Z_L$



Pour  $M > 0$

$$Z_e = \frac{Z_L}{n^2}$$