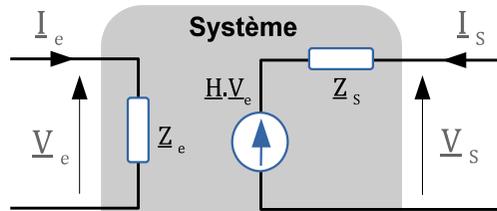


# Systemes linéaires / Superposition

## MODELE

Regroupement de composants (dipôles ou autres) régi par des équations linéaires (pouvant être différentielles) dans sa relation entre son entrée et sa sortie, permettant le transfert d'énergie entre deux dipôles (ou systèmes)



$V_e I_e$  : tension / courant d'entrée

$V_s I_s$  : tension / courant de sortie

$H$  : fonction de transfert

$Z_e$  : impédance d'entrée

$Z_s$  : impédance de sortie

## CARACTÉRISTIQUES

### GAIN EN TENSION

$$H = \frac{V_s}{V_e} \quad \text{lorsque } I_s = 0$$

c'est à dire, lorsque la charge n'est pas connectée au système

Lorsque ce gain dépend de la fréquence\* du signal d'entrée ( $\omega = 2\pi \cdot f$ ), on parle alors de **fonction de transfert** :  $T(j\omega) = \frac{V_s}{V_e}$

Les impédances d'entrée et de sortie peuvent également dépendre de la fréquence du signal d'entrée appliqué

\*Voir également la fiche sur le régime harmonique

### IMPÉDANCE D'ENTRÉE

Impédance vue par le générateur (ou le système placé en amont) lorsque le système à étudier est chargé (connecté à sa charge)

$$Z_e = \frac{V_e}{I_e}$$

### IMPÉDANCE DE SORTIE

Impédance associée au générateur parfait (gain en tension) vue par la charge en sortie du système lorsque  $V_e = 0$  V

$$Z_s = \frac{V_s}{I_s}$$

## EN PRATIQUE

### GAIN EN TENSION

#### CAS CONTINU :

- on déconnecte la charge  $Z_L$
- on applique une tension  $V_e$  continue
- on mesure la tension  $V_s$
- $A = V_s / V_e$

#### ANALYSE HARMONIQUE :

- on applique une tension sinusoïdale  $V_e$  d'amplitude constante
- on mesure l'amplitude de la tension  $V_s$  pour diverses fréquences de  $V_e$  (en vérifiant qu'elle soit toujours sinusoïdale)
- $A(\omega) = V_s(\omega) / V_e(\omega)$
- On peut ensuite tracer l'évolution de A en fonction de  $\omega$  (Bode)

### IMPÉDANCE D'ENTRÉE

#### CAS CONTINU :

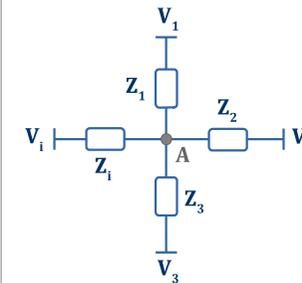
- on connecte la charge  $Z_L$  au quadripole
- on applique une tension  $V_e$  continue en entrée
- on mesure le courant  $I_e$  entrant dans le quadripole
- $Z_e = V_e / I_e$

### IMPÉDANCE DE SORTIE

#### CAS CONTINU :

- on court-circuite l'entrée :  $V_e = 0$  V
- on applique une tension  $V_s$  continue sur la sortie
- on mesure le courant  $I_s$  entrant dans le quadripole, côté sortie
- $Z_s = V_s / I_s$

## SIMPLIFICATION DE MILLMAN



En un nœud A d'un réseau de branches en parallèle de générateurs de tension réels (source de tension et impédance)

la tension au point A vaut : avec  $Y = 1/Z$

$$V_A = \frac{Y_1 \cdot V_1 + Y_2 \cdot V_2 + Y_3 \cdot V_3 + Y_i \cdot V_i}{Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_i}$$

#### Attention !

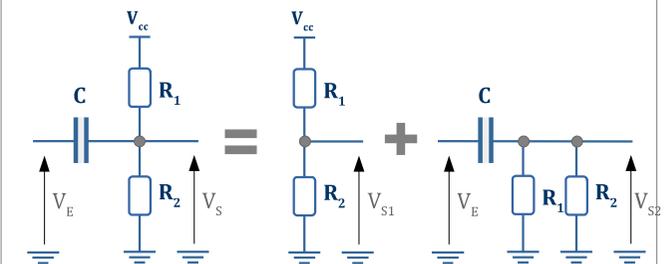
Tous les potentiels doivent être référencés par rapport à un même potentiel, souvent noté masse.

Généralisation à N branches en parallèle

$$V_A = \frac{\sum_{k=1}^{k=N} Y_k \cdot V_k}{\sum_{k=1}^{k=N} Y_k}$$

## ASTUCE / VALEUR MOYENNE

Par superposition



$V_e$  : composante fréquentielle  
 $V_{cc}$  : composante continue

$V_e = 0$

$V_{cc} = 0$

#### POLARISATION

$$V_{s1} = V_{cc} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

#### PETITS SIGNAUX

$$V_{s2} = V_e \cdot \frac{j R_c C \omega}{1 + j R_c C \omega}$$

Ce circuit permet de modifier la valeur moyenne d'un signal comportant des composantes fréquentielles supérieures à la fréquence de coupure donnée par la relation suivante

$$f_c = \frac{1}{2\pi(R_c/R_2)C}$$