

FISE2 - ELEC4

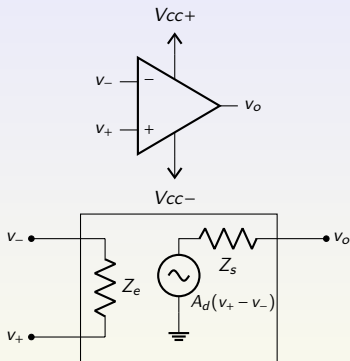
Système d'Acquisition et de transformation du signal

Amplificateur Opérationnel

Florent Goutailler
florent.goutailler@telecom-st-etienne.fr
bureau I-123

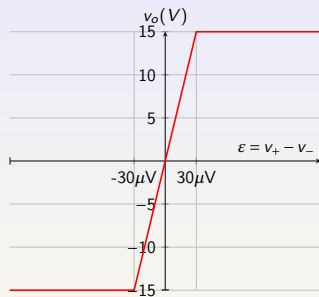


2023/2024



Rappels - amplificateur opérationnel

- “opérationnel” → à l’origine, amplificateur incorporé dans des circuits de calcul ;
- amplificateur de type différentiel
- 2 entrées :
 - ▶ + : entrée non-inverseuse ;
 - ▶ - : entrée inverseuse (déphasage de 180°) ;
- propriétés :
 - ▶ gain différentiel A_d élevé: $10^4 \rightarrow 10^6$;
 - ▶ impédance d’entrée Z_e forte : $0,2 \rightarrow 1M\Omega$;
 - ▶ impédance de sortie Z_s faible : $1 \rightarrow 1k\Omega$;
 - ▶ puissance de sortie nominale P : $20 \rightarrow 200mW$;
 - ▶ tension de sortie v_o : $\pm 5V \rightarrow \pm 20V$ (dépend de l’alimentation).



Caractéristique $v_o = f(\varepsilon)$

Rappels - amplificateur opérationnel

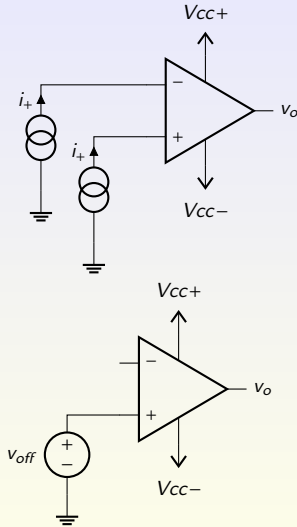
Contre-réaction = bouclage de la sortie vers l'entrée $\ominus$;

Sans contre-réaction :

- AOp en régime non-linéaire ;
- AOp en régime saturé ;
- $v_o = \pm V_{cc}$ typ. $\pm 15\text{V}$;
- utilisations possibles :
 - ▶ comparateur ;
 - ▶ montage astable - cf. exercice oscillateur ;

Rappels - amplificateur opérationnel

- si contre-réaction $\rightarrow$ AOp en régime linéaire ;
- $-V_{cc} \leq v_o \leq V_{cc}$;
- AOp considéré comme idéal / parfait :
 - ▶ $A_d \rightarrow +\infty$;
 - ▶ $\varepsilon = 0 \rightarrow v_+ = v_-$;
 - ▶ $Z_e \rightarrow +\infty$;
 - ▶ $i_+ = i_- = 0$;
 - ▶ $Z_s \rightarrow 0$;
- propriétés du montage $\rightarrow$ éléments extérieurs R , L ou C ;



Rappels - amplificateur opérationnel

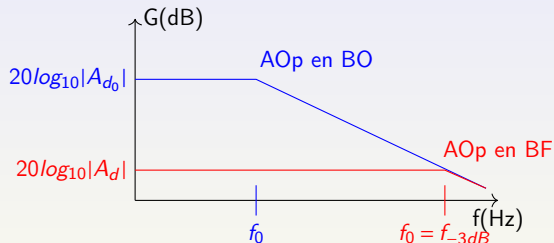
Défauts statiques :

1 courants de polarisation $i_+, i_- \neq 0$:

- ▶ qq nA
- ▶ entrant ou sortant
- ▶ peuvent entraîner $\varepsilon \neq 0$
- ▶ ajout possible d'une résistance de compensation R_{comp}

2 tension d'*offset* v_{off} :

- ▶ provoque $v_o \neq 0$ pour $\varepsilon = 0$
- ▶ qq mV
- ▶ dépend de la température T
- ▶ peut être annulée sur certains AOp par une R ext.



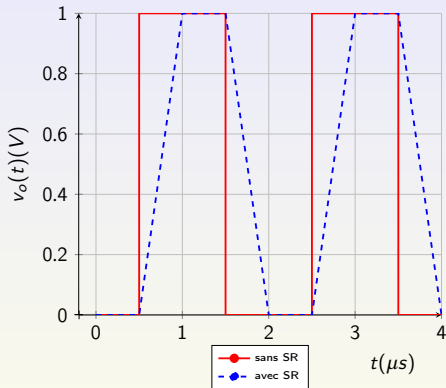
Rappels - amplificateur opérationnel

Défauts dynamiques :

- AOp = filtre passe-bas 1^{er} ordre

$$A_d = \frac{A_{d0}}{1 + j\frac{f}{f_0}}$$

- A_{d0} : amplification statique
- f_0 : fréquence de coupure
- **produit gain-bande** $M = A_{d0} \cdot f_0$
- ordre de grandeur $10^5 \rightarrow 10^7 \text{ Hz}$
- si $f \nearrow$, $A_d \searrow$



Rappels - amplificateur opérationnel

Défauts dynamiques :

- en réalité, AOp = système d'ordre 2 voire plus ;
- capacité interne de compensation
→ amortissement du régime transitoire ;
- notion de *slew-rate* :

$$\left. \frac{d}{dt} v_o \right|_{max} = 0,5 V/\mu s \rightarrow 500 V/\mu s$$

- ⚠ déformation des signaux