



Leçon 11(TCE) 9 (TD) : MONTAGES DERIVATEUR ET INTEGRATEUR

1) Situation d'apprentissage

Au cours d'une conférence prononcée sur les TIC au foyer du Lycée Moderne 2 de Man, les élèves en général et ceux de la Terminale C en particulier ont été édifiés par le rôle joué par les TIC dans notre vie. Ils ont ainsi appris l'existence de circuits intégrés réalisant toutes sortes d'opérations en particulier des dérivations et des intégrations.

De retour en classe les élèves décident avec l'aide de leur Professeur de Physique-Chimie de déterminer la relation entre la tension d'entrée et la tension de sortie d'un montage dérivateur puis d'un montage intégrateur, d'interpréter ces deux montages et de dégager l'intérêt de chacun de ces montages.

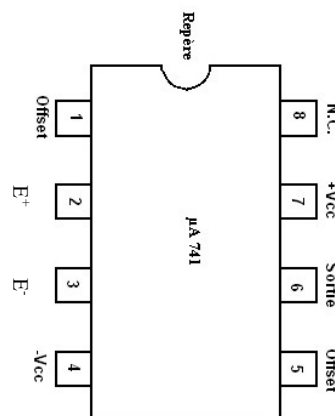
2) Contenu de la leçon

I) RAPPELS : PROPRIÉTÉS DE L'AMPLIFICATEUR OPÉRATIONNEL IDÉAL

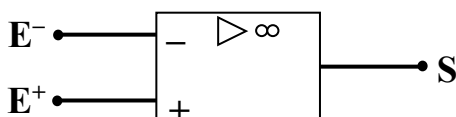
1- Description d'un AOP

L'amplificateur opérationnel (AOP) est un **circuit intégré linéaire** comportant 8 bornes dont :

- une borne d'entrée Inverseuse E^-
- une borne d'entrée Non Inverseuse E^+
- une borne de sortie S
- deux bornes d'alimentation $-V_{cc}$ et $+V_{cc}$.



Son symbole est :



2- Fonctionnement d'un AOP

Un amplificateur opérationnel fonctionne soit en régime **linéaire** (amplificateur) ou en régime **saturé** (comparateur).

Lorsque l'amplificateur est **idéal (AOP)**, on a les propriétés caractéristiques suivantes :

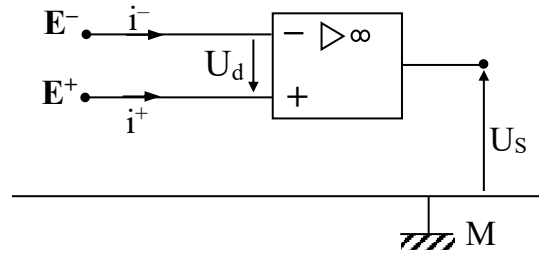
* En régime linéaire

- Les courants d'entrée sont négligeables : $i^- = i^+ = 0$.
- L'entrée inverseuse E^- et l'entrée non inverseuse E^+ sont pratiquement au même potentiel : $V_{E^+} - V_{E^-} = U_d \approx 0$.
- La tension de sortie est toujours inférieure à la tension de saturation de l'AOP :

$$|U_s| < V_{sat}$$

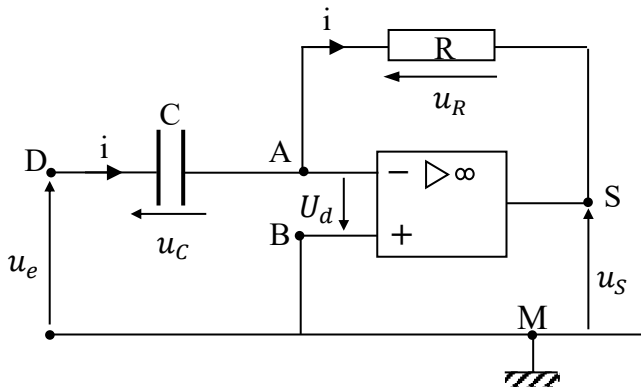
* En régime saturé

$$U_S = \pm V_{\text{sat}}$$



II) MONTAGE DÉRIVATEUR

1- Schéma du dispositif expérimental



2- Relation entre la tension d'entrée u_e et la tension de sortie u_S

* Considérons à l'entrée la maille MDABM :

La loi des mailles : $u_{MD} + u_{DA} + u_{AB} + u_{BM} = 0$

Or $u_{MD} = -u_e$; $u_{DA} = u_C = \frac{q}{C}$; $u_{AB} = -U_d = 0$; $u_{BM} = 0$

D'où on a: $-u_e + \frac{q}{C} = 0$; $q = C \cdot u_e$

$$i = \frac{dq}{dt}; \quad i = C \frac{du_e}{dt}$$

* Considérons à la sortie la maille MBASM:

La loi des mailles : $u_{MB} + u_{BA} + u_{AS} + u_{SM} = 0$

$u_{MB} = 0$; $u_{BA} = U_d = 0$; $u_{AS} = u_R = Ri$; $u_{SM} = u_S$

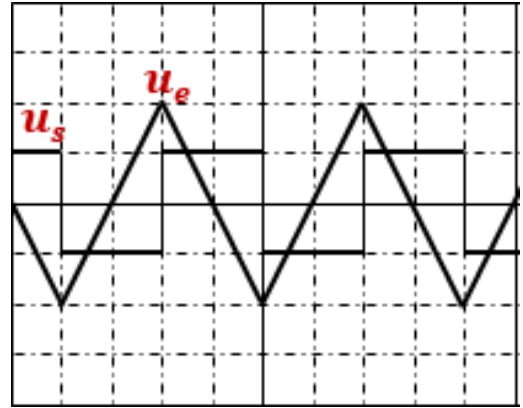
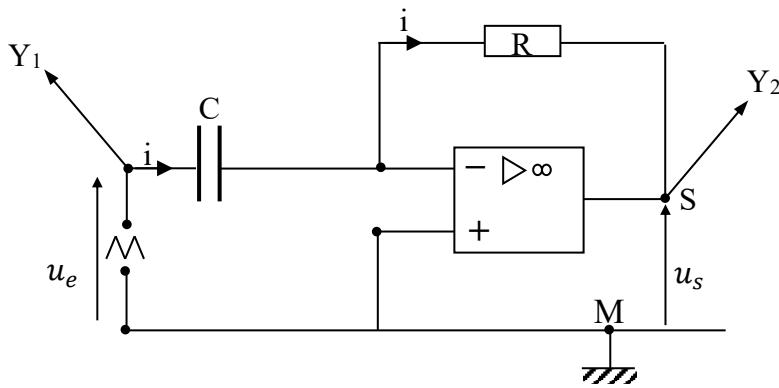
Soit $Ri + u_S = 0$; $u_S = -Ri$

$$\text{Or } i = C \cdot \frac{du_e}{dt}; \quad u_S = -RC \cdot \frac{du_e}{dt}$$

La tension de sortie u_S est proportionnelle à la dérivée de la tension d'entrée u_e .

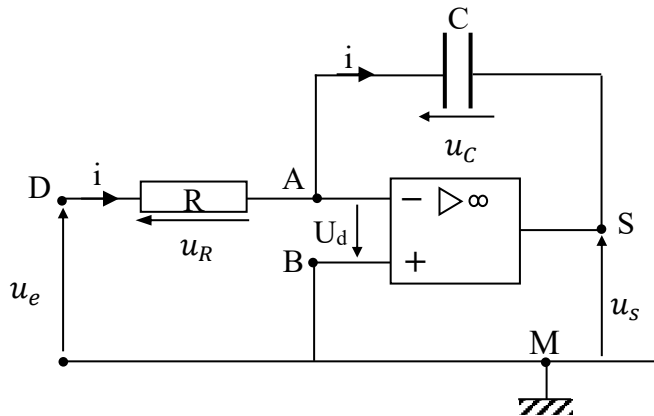
3- Cas pratique : visualisation des tensions u_e et u_s à l'oscilloscope

Si la tension d'entrée u_e est un signal triangulaire, la tension de sortie u_s est un signal carré



III- MONTAGE INTÉGRATEUR

1- Dispositif expérimental



2- Relation entre la tension d'entrée et la tension de sortie

* Considérons à l'entrée la maille MDABM :

La loi des mailles : $u_{MD} + u_{DA} + u_{AB} + u_{BM} = 0$

$$u_{MD} = -u_e ; u_{DA} = u_R = Ri ; u_{AB} = -U_d ; u_{BM} = 0$$

$$\text{D'où : } -u_e + Ri = 0 ; u_e = Ri ; i = \frac{u_e}{R}$$

* Considérons la maille MBASM à la sortie :

La loi des mailles : $u_{MB} + u_{BA} + u_{AS} + u_{SM} = 0$

$$u_{MB} = 0 ; u_{BA} = U_d = 0 ; u_{AS} = u_C = \frac{q}{C} ; u_{SM} = u_s$$

$$u_C + u_s = 0 ; u_s = -u_C = -\frac{q}{C}$$

$$\frac{du_S}{dt} = - \frac{1}{C} \frac{dq}{dt} \quad \text{or } i = \frac{dq}{dt} = \frac{u_e}{R}$$

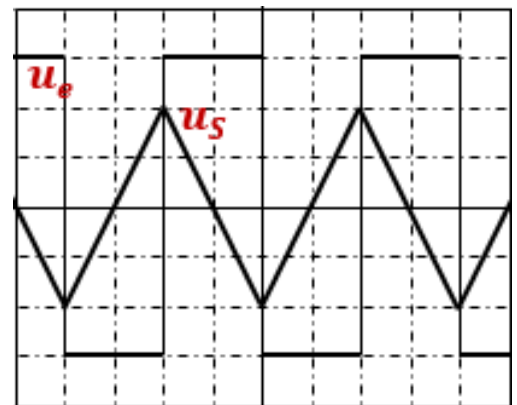
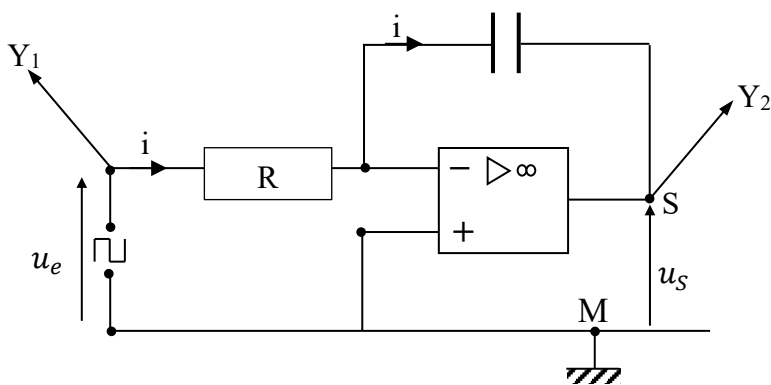
$$\frac{du_S}{dt} = - \frac{1}{RC} u_e \text{ soit } u_S = - \frac{1}{RC} \int_0^t u_e dt$$

La dérivée de la tension de sortie u_S est proportionnelle à la tension d'entrée u_e .

La tension de sortie u_S est proportionnelle à une primitive de la tension d'entrée u_e .

3- Cas pratique : visualisation des tensions u_e et u_S à l'oscilloscope

La réponse à une tension d'entrée u_e rectangulaire est une tension de sortie u_S triangulaire.

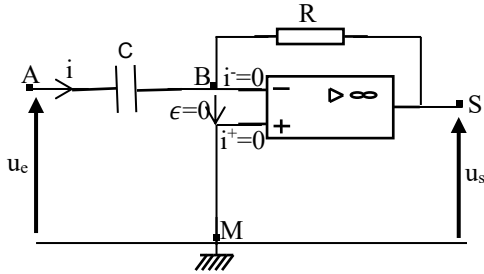


IV- INTÉRÊT DES MONTAGES

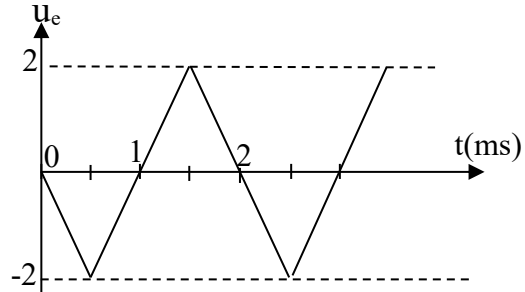
- Un montage dérivateur permet de transformer une tension d'entrée en sa dérivée.
- Un montage intégrateur permet de transformer une tension d'entrée en primitive.

SITUATION D'ÉVALUATION

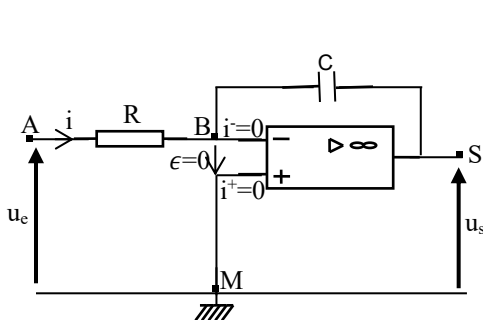
Tu es chargé d'expliquer la leçon sur les montages et dérivateur à ton voisin de classe absent à ce cours pour raison de santé. À cet effet, le professeur de physique chimie réalise les montages représentés ci-dessous. Pour chaque montage, il applique respectivement la tension d'entrée u_e ci-dessous représentée.



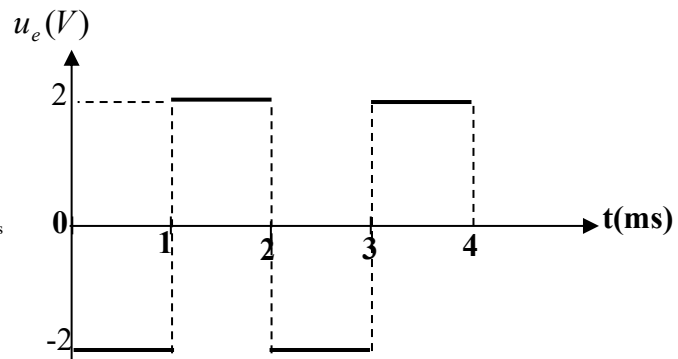
Montage 1



Tension d'entrée du montage 1



Montage 2



Tension d'entrée du montage 2

Échelle : $\begin{cases} 1 \text{ cm} \leftrightarrow 1 \text{ V} \\ 1 \text{ cm} \leftrightarrow 0,5 \text{ ms} \end{cases}$

Données : $R = 20 \text{ k}\Omega$, $C = 50 \text{ nF}$

- 1- Nomme chaque montage
- 2- Détermine
 - 2.1- la période T
 - 2.2- la fréquence N de ce signal.
 - 2.3- la tension de sortie $u_s(t)$ pour chaque montage.
- 3- Représenter sur le même graphe u_e et u_s .