

TP-cours n°18 – Montages (pseudo-) intégrateur

Objectifs :

- Etude expérimentale du montage intégrateur à AO :
 - limitations dues aux défauts de l'AO
 - solution : montages pseudo-intégrateur (actif ou passif)
- Interpréter l'allure des signaux de sortie grâce à l'analyse de Fourier

Rappels :

*Dans les montages à AO, on n'oubliera **jamais** :*

- **d'alimenter l'AO avec une alimentation stabilisée +15/-15 avant de réaliser le reste du montage**
- **de relier la masse du circuit à la borne « 0 » de l'alimentation stabilisée**

1. Montage intégrateur

1.1. Rappels de cours

- Faire un schéma du montage. Repérer l'entrée et la sortie du montage.
- En supposant l'AO idéal en régime linéaire, déterminer le lien entre la sortie et l'entrée. En tenant compte du régime transitoire, montrer que la constante d'intégration est donnée par la tension initiale aux bornes de C.
- Que se passe-t-il si la tension d'entrée est une tension continue ?

1.2. Mise en évidence d'un défaut de l'AO : tension de décalage

Durant la manipulation, on observe à l'oscilloscope l'entrée et la sortie du montage.

- Réaliser le montage, *en ajoutant au préalable un interrupteur en parallèle sur le condensateur*. Initialement, l'interrupteur est fermé, et court-circuite le condensateur. Cela permet d'assurer une tension de sortie initialement nulle.
- Alimenter le montage par une tension nulle (relier par un fil les bornes d'entrée de l'AO). A un instant que l'on définit comme l'origine des temps, ouvrir l'interrupteur. Qu'observe-t-on en sortie ?
 - Effectuer la manipulation pour différentes valeurs de C (on veillera à fermer l'interrupteur, puis à l'ouvrir à nouveau pour observer le phénomène de dérive).
- Dédire de vos observations une mesure de cette tension de décalage.

*Le phénomène de dérive est dû à la présence d'une « **tension de décalage** » à l'entrée de l'AO (comme si $\varepsilon \neq 0$).
Inférieure à 10mV, cette tension continue est un défaut de l'AO réel, généralement négligeable.
Elle est intégrée par le montage intégrateur et provoque la **dérive de la tension de sortie jusqu'à saturation**.*

Remarque : La tension de décalage peut être compensée à l'aide d'un potentiomètre associé à l'AO. Cela ne permet pourtant pas de s'affranchir complètement du phénomène de dérive dans le montage intégrateur. En effet, un autre défaut intervient alors : la présence de courants qui sortent par les bornes + et - de l'AO. De l'ordre de quelques nA ou pA (selon le modèle d'AO), ces courants continus, dits « de polarisation », chargent le condensateur et provoquent tout de même la dérive de la tension de sortie.

Pour palier à ces inconvénients, on modifie légèrement le montage pour réaliser un filtre passe-bas du 1^{er} ordre à très faible fréquence de coupure : c'est le montage pseudo-intégrateur (actif dans ce cas, car avec AO).

2. Montage pseudo-intégrateur (actif)

2.1. Etude théorique du montage

On considère le même montage que précédemment en remplaçant simplement l'interrupteur par une résistance R' , alors disposée en parallèle sur le condensateur.

- Déterminer la fonction de transfert du montage (avec des termes adimensionnés). Quelle est la nature et l'ordre de ce montage ? Quelle est la fréquence de coupure ?
- Pour quelle gamme de fréquence ce montage peut-il être considéré comme un intégrateur ? Montrer que dans cette gamme de fréquence le pseudo-intégrateur est strictement équivalent à l'intégrateur de la partie 1.
- Résumer les conditions d'utilisation du montage, i.e. les conditions pour lesquelles les défauts de l'AO peuvent être négligés (saturation en tension, en courant, slew rate). En particulier, dans quelle mesure l'opération réalisée par le montage dépend-elle du circuit branché en aval (une résistance d'utilisation R_u par exemple) ?

2.2. Intégration d'un signal d'entrée en créneau

- Régler les valeurs des composants : $R = 10\text{ k}\Omega$, $R' = 100\text{ k}\Omega$, $C = 1\text{ }\mu\text{F}$.
- Alimenter alors le montage par une tension créneau symétrique (i.e. pas de composante continue) de fréquence de l'ordre de 1kHz. L'allure de la tension de sortie est-elle compatible avec les attentes ?
- Alimenter maintenant le montage par un créneau $[0,E]$, en ajoutant une composante continue (bouton offset). Qu'observe-t-on en sortie ? Interpréter les observations.
- A l'aide de *l'analyse de Fourier*, interpréter l'allure du signal de sortie. Pour visualiser le spectre de Fourier du signal d'entrée et du signal de sortie, on procèdera à une acquisition des signaux avec LatisPro.

3. Montage pseudo-intégrateur (passif)

- Faire un schéma du circuit RC passe-bas. Etablir sa fonction de transfert. Dans quelle gamme de fréquences ce montage joue-t-il le rôle d'un intégrateur ?
- Alimenter le montage par un créneau $[0,E]$ de fréquence suffisamment grande pour être intégré par le montage. Interpréter à l'aide de l'analyse de Fourier l'allure du signal de sortie.
- Dans quelle mesure l'opération d'intégration réalisée par le montage dépend-elle du circuit branché en aval (une résistance d'utilisation R_u par exemple) ?