

# TP3-2: Caractérisation Amplificateur d'instrumentation INA126

## distanciel

Télécharger à partir de moodle tout le répertoire TL3\_2.

Il contient :

- le fichier du texte de TL3\_2, et une documentation de référence pour l'exploitation des mesures ,
- le fichier «feuille de mesures» au format word à déposer sur moodle à la fin de la séance
- les projet Proteus à utiliser pour réaliser les simulations .

### I. Présentation

Au travers de ce TP, nous allons mettre en application des méthodes de mesures des gains des amplificateurs différentiels et le montage d'une chaîne d'acquisition de l'ECG (projet tuteur de s2)

Nous allons caractériser l'étage d'acquisition utilisé lors du projet tuteur ECG, avec la version intégrée avec le MCP6N11 (voir doc technique )

Les équations qui régissent les amplificateurs d'instrumentation seront données en fonction des notations des résistances de la version éclatée à éléments discrets.

Rôle d'un ampli d'instrumentation doit amplifier la différence entre les 2 signaux d'entrée (  $V^+$  et  $V^-$  ; gain différentiel , en Anglais  $G_{DM}$  ) tout en atténuant au maximum la valeur moyenne entre ces 2 mêmes signaux d'entrée (gain mode commun, en Anglais  $G_{CM}$  ).

La tension de sortie est régie par l'équation suivante : 
$$V_S = A_d(V^+ - V^-) + A_{MC} \cdot \left( \frac{V^+ + V^-}{2} \right)$$

$A_d$ , le gain différentiel,  $A_{MC}$ , le gain de mode commun :

On rappelle aussi que le taux de réjection de mode commun :

$$\tau_r = \frac{A_d}{A_{MC}}$$

## II Amplificateur d'instrumentation discret

### II . 1 Etude théorique

Gain en mode différentiel

$$Ad = \left(1 + \frac{R5+R7}{R6}\right) \left(\frac{R2+R1}{2R1}\right) \left(\frac{R2}{R1+R2} + \frac{R4}{R3+R4}\right)$$

Gain en mode commun

$$Amc = \left(\frac{R1R4 - R2R3}{R1(R3+R4)}\right)$$

Figure1

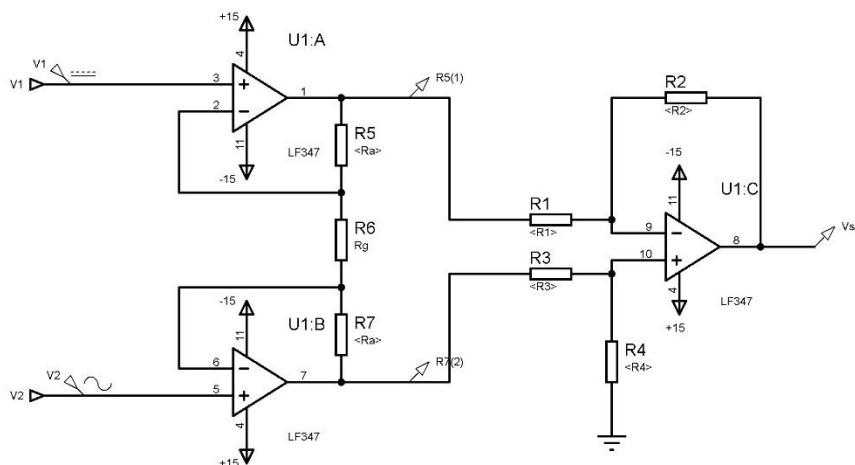


Figure2

### II.2 Travail à réaliser

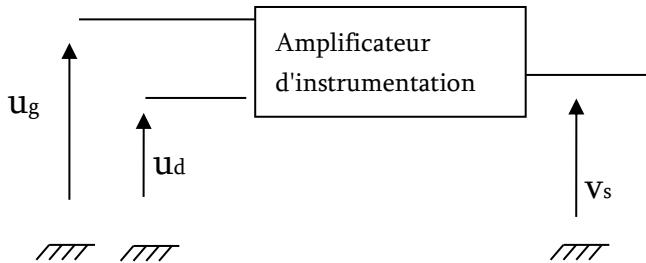
#### Ouvrir le projet « ampli\_Instrum\_discret »

Dans le fichier de simulation, vérifier que les résistances possèdent les valeurs suivantes :  $R_1=R_2=R_3=R_4=25\text{k}\Omega$  et  $R_5=R_7=25\text{k}\Omega$  et  $R_6 : 5\text{k}\Omega$ .

- ✓ Etude théorique à partir des relations fournies en figure 1 , calculez théoriquement :
  - $A_{d\_theo}$  ,
  - $A_{mc\_theo}$  (en considérant les valeurs de résistances choisies).
  -
- ✓ Lancez la simulation, et visualiser  $V_s$  et  $V_1$  et  $v_2$  dans un graphe analogique.
- ✓ Mesurez précisément les gains différentiel ( $A_{d\_exp}$ ) et de mode commun ( $A_{MC\_exp}$ );  
Méthode :
  - Mode différentiel ;  $V_1 = 0$  et  $V_2$  signal sinusoïdal de fréquence < 1khz et d'amplitude 10mV
  - Mode commun  $V_1 = V_2$  : signal sinusoïdal de fréquence < 1khz et d'amplitude 10mV.
- ✓ En déduire la valeur (en dB) du taux de rejet du mode commun expérimental.
  - Ce résultat vous semble-t-il logique ? Pourquoi ?

### III Fonction "Amplification d'instrumentation" intégrée

#### 3.1 Mise en œuvre du INA126 en simulation



$$v_s = G_d.(u_g - u_d) + G_{mc}.(u_g + u_d)/2$$

Gd : Gain différentiel , Gmc : Gain de mode commun

#### 3.2 Travail à réaliser ; Simulation

Ouvrir le projet < ampli\_instrum\_integre\_INA126 >

##### Etude de la fiche technique disponible sous Moodle de INA126

Extraire de la doc les principales caractéristiques :

Plage de tension d'alimentation, Gain max/Gain mini, équation du calcul de RG en fonction du gain recherché, le produit gain bande passante.

Ce composant est-il rail to rail ? Redonnez la signification de cette fonctionnalité.

✓ Sachant que :

- Le gain de L'INA126 est donné par ;  $G_{DM} = 5 + 80k\Omega/R_G$
- Que l'amplitude du signal d'entrée n'excédera pas 10 mV,

Déduire la valeur de la résistance RG permettant d'obtenir un gain en tension permettant d'inscrire la tension de sortie VS entre 0V min et 5V max.

Lancez une simulation.

Observez le signal de sortie, sur un graphe analogique, est-il correctement généré ?

Quel est le problème ? D'après l'étude théorique faite précédemment, expliquez pourquoi d'après vous, le signal de peut pas atteindre 5V ?

✓ Diminuer légèrement la valeur du gain, pour que Vs ne soit pas saturé.

Mesurez précisément les gains différentiel ( $A_{d\_exp}$ ) et de mode commun ( $A_{MC\_exp}$ );

Méthode ; idem ampli instrumentation discret)

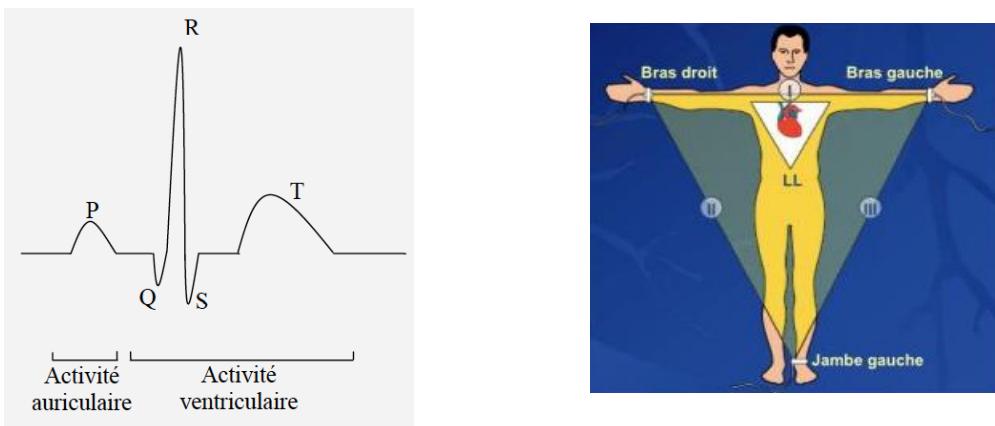
Mode différentiel ; V1 = 0 et V2 signal sinusoïdal de fréquence < 1khz et d'amplitude 10mV

Mode commun V1 = V2 : signal sinusoïdal de fréquence < 1khz et d'amplitude 10mV.

✓ En déduire la valeur (en dB) du taux de rejet du mode commun.

- Ce résultat vous semble-t-il logique ? Pourquoi ?

## IV Application à Electro Cardio-Graphe



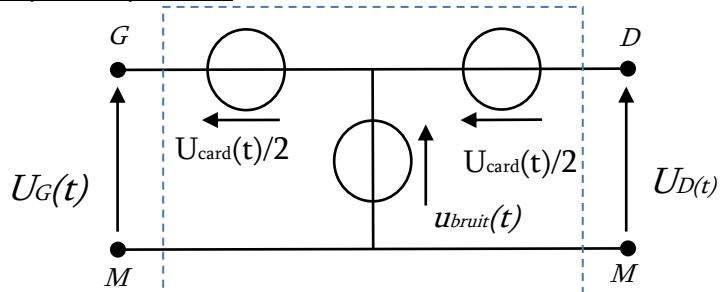
**Electrocardiographie** = Mesurer la tension  $U_{DG}(t)$ , tension entre le côté droit et le côté gauche du patient . Cette tension que l'on souhaite visualiser, comporte :

- ✓ Une **composante utile** que l'on souhaite visualiser,  $U_{card}(t)$ , image de l'activité cardiaque. Son amplitude est de l'ordre de 0,5 à 5mV, et son spectre fréquentiel varie selon le rythme cardiaque. Ainsi, la largeur de bande utile d'un signal, selon l'application, peut s'étendre de 0,5Hz à 50Hz.
- ✓ D'autres **composantes indésirables**, induites par exemple par le 50Hz du réseau et par des alimentations à découpage dont le spectre de bruit est au-delà de la dizaine de kHz. On note  $U_{bruit}(t)$  cette tension induite.

### 4 .1 Signaux électriques du patient.

On posera par la suite  $U_D(t) = v_D(t) - v_M(t) = U_{DM}(t)$  et  $U_G(t) = v_G(t) - v_M(t) = U_{GM}(t)$

#### Modèle électrique du patient..



- ✓ La source de tension  $U_{card}(t)$  correspond à l'information qui traduit l'activité cardiaque : c'est le signal capté par l'ECG, d'amplitude faible (de l'ordre du millivolt).
- ✓ La source de tension  $U_{bruit}(t)$  caractérise l'ensemble des parasites perturbant la mesure.

On définit la tension différentielle d'entrée  $U_{diff}(t)$  par la relation :  $U_{diff}(t) = U_D(t) - U_G(t)$

On définit la tension de mode commun  $U_{mc}(t)$  par la relation :  $U_{mc}(t) = \frac{U_D(t) - U_G(t)}{2}$

Etude théorique : Travail à réaliser

- ✓ Exprimez  $U_{DG}(t)$ .
- ✓ Montrez que  $U_{diff}(t) = U_{card}(t)$  et que  $U_{mc}(t) = U_{bruit}(t)$ .
- ✓ D'après cette étude quel est le mode qui nous faut privilégier dans notre projet ?

## 4.2 Etude en simulation : Travail à réaliser

Ouvrir le projet « ampli\_instrum\_integre\_INA126\_ECG »

- ✓ Pour chaque signal d'entrée suivant, modifier les caractéristiques des deux sources de tension  $u_{card}$  et  $u_{bruit}$  pour répondre aux trois simulations demandées :
  - a) Signal  $u_{card}$  seul ( $f = 1\text{Hz}$ , amplitude  $5\text{mV}$ , composante continue nulle) sans  $u_{bruit}$  ( $f = 50\text{Hz}$ , amplitude nulle, composante continue nulle).  
On observera alors  $u_G$ ,  $u_D$  (en opposition de phase) et  $v_s$ .
  - b) Signal  $u_{card}$  précédent avec  $u_{bruit}$  ( $f = 50\text{Hz}$ , amplitude  $10\text{mV}$ , composante continu nulle).  
On observera  $u_G$ ,  $u_D$  (en opposition de phase et très bruitées) et  $v_s$  (le bruit a disparu et la différence entre  $u_G$  et  $u_D$  a été amplifié).
  - c) Signal  $u_{card}$  seul (fréquence  $1\text{Hz}$ , amplitude  $1\text{V}$  et composante continue de  $0\text{V}$ ). Modifier le montage afin de relier directement  $u_{card}$  à  $u_G$  et  $u_D$ . On observera  $u_G$ ,  $u_D$  (avec tension commune) et  $v_s$  (la résultante du commun des entrée  $u_G$  et  $u_D$  a été très atténuee).
- ✓ Calcul du TRMC.

La valeur du taux de réjection de mode commun obtenue est-elle compatible avec la plage donnée par la fiche technique de l'INA126 ?

Pourquoi faut-il un TRMC important dans le cas de l'électrocardiographe ?