

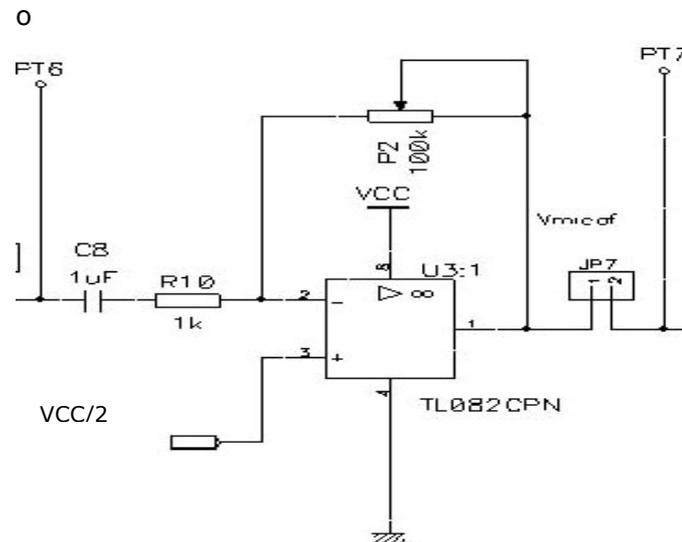
# Préamplificateur du micro électret

TRAVAUX DIRIGES ET ETUDES EXPERIMENTALES (TP) DE PREPARATION

## Filtrage et amplification : STRUCTURES FS3.41 et FS3 .42

- **Connaissances antérieures utiles du programme de première**
  - Dipôles R, L, et C en régime sinusoidal .
  - Valeur moyenne, Valeur efficace d'un signal périodique.
  - Rapport cyclique d'un signal rectangulaire d'amplitude E.
  - Hypothèses de l'ADI idéal.
  - Fonctionnement linéaire et saturation des ADI .
- **Outils mathématiques**
  - Nombres complexes : module et argument..
  - Utilisation de la calculatrice en mode usuel.
  - Logarithmes décimaL et sa fonction réciproque.
  - Etude aux limites d'une fonction .
- **Connaissances scientifiques**
  - Détermination de fonction de transfert d'un filtre.
  - Définition  $T(f)$  du module de la fonction de transfert et  $G(f)$  du gain :
    - Des filtres actifs passe-bas et passe-haut du premier ordre.
    - D'un filtre passe-bande.
  - Connaissance et interprétation des formes canoniques des fonctions de transfert des filtres précités.
  - Fréquence de coupure à  $-3$  dB et bande passante.
  - Allure des courbes  $T(f)$  et  $G(f)$  des filtres précités.
  - Analyse harmonique d'un signal périodique, fondamental et harmoniques .
  - Adaptation d'impédance.
  -
- **Savoir-faire expérimentaux**
  - Connaissance et maîtrise des réglages de l'oscilloscope :
    - Cailbres, base de temps, couplages AC et DC, synchronisation.
  - Relevé d'une caractéristique de transfert. à l'oscilloscope.
  - Déterminer la nature d'un filtre par un balayage en fréquence en régime sinusoidalrapide avant de faire les mesures.
  - Détermination d'une fréquence de coupure à  $-3$ dB.
  - Mesurer d'une valeur moyenne à l'aide d'un multimètre et à l'aide de l'oscilloscope.
  - Mesure de la valeur efficace d'un signal périodique et de la valeur efficace de sa composante alternative.
  - Mesurer la différence de phase entre deux tensions sinusoidales en utilisant notamment la méthode des 9 carreaux , de Lissajoux ou autre.
  - Mesurer un niveau de tension, mesurer une période .
- **Savoir-faire théoriques**
  - Mener une analyse qualitative en établissant à partir du schéma structurel des modèles équivalents pour ( $f \rightarrow 0$ ) et pour ( $f \rightarrow \infty$ ) .
  - Lire les coordonnées d'un point sur une échelle semi-logarithmique.

## 1. TD AMPLIFICATION-FILTRAGE DE FS3.41



On considère l'ADI comme idéal.

$v_{PT6}$  est le signal alternatif délivré par le microphone .

### 1.1. Etude du filtre en l'absence de signal à l'entrée.

- 1.1.1. L'ADI est-il polarisé **symétriquement** ?
- 1.1.2. Quelles sont les valeurs de **saturation** de l'ADI ?
- 1.1.3. Pourrait-on observer en sortie un signal **alternatif** ?
- 1.1.4. Montrer que si  $v_{PT6} = 0 \text{ V}$ , alors  $v_{PT7} = V_{CC} / 2$  .
- 1.1.5. Expliquer alors l'application **de  $V_{CC} / 2$**  à l'entrée non inverseuse.

### 1.2. Analyse qualitative.

- 1.2.1. Etablir le schéma du montage pour  $(f \rightarrow 0)$  et  $(f \rightarrow \infty)$  .
- 1.2.2. Déterminer l'expression de la tension de sortie  $v_{PT7}$  en fonction des éléments du montage dans chacun des cas.
- 1.2.3. En déduire la **nature du filtre** étudié .

### 1.3. Etude harmonique .

Fonction de transfert

- 1.3.1. Etablir l'expression de la fonction de transfert complexe  $\underline{T} = \frac{V_{TP7}}{V_{TP6}}$  en fonction de  $R_{10}$ ,  $C_8$  et  $\alpha.P_2$ , partie active de  $P_2$  ;  $P_2 = 100K\Omega$ .
- 1.3.2. Montrer que la fonction de transfert peut se mettre sous la forme :

$$\underline{T} = \frac{T_0}{1 - j \frac{f_1}{f}} \quad \text{où} \quad T_0 = - \alpha.P_2 / R_{10} ;$$

donner l'expression et  $f_1$ .

- 1.3.3. Que représentent ces deux grandeurs pour le filtre .
- 1.3.4. Application numérique. :
- 1.3.4.1. calculer  $f_1$ , et donner  $T_0$  en fonction de  $\alpha$ .
- 1.3.4.2. Sur quel intervalle varie  $T_0$  lors d'une action sur le potentiomètre?
- 1.3.4.3. même question pour  $G_0 = 20.\log(T_0)$  ?

### 1.4. Etude à la fréquence de 10 KHz (en régime sinusoïdal.)

- 1.4.1. Donner alors l'expression de la fonction de transfert complexe en fonction de  $\alpha$ . Montrer que l'on peut écrire :

$$|\underline{T}| = 100.\alpha \quad \text{et} \quad \text{Arg}(\underline{T}) = \pi$$

- 1.4.2. Soit l'amplitude de  $v_{PT6}(t) = V_{PT6 \text{ MAX}} \cdot \sin(20\,000\pi t)$ , donner l'expression de  $v_{PT7}(t)$  en fonction de  $\alpha$ , de  $V_{PT6 \text{ MAX}}$  et de  $t$ .  
**(On tiendra compte des résultats de 1.1.4 et de 1.4.1)**
- 1.4.3. Tracer l'allure de  $v_{PT7}(t)$  pour :  $V_{PT6 \text{ MAX}} = 50 \text{ mV}$ ,  $\alpha = 0.3$ ,  
Tracer **le spectre** de fréquence de  $v_{PT7}$ .
- 1.4.4. Tracer l'allure de  $v_{PT7}(t)$  pour :  $V_{PT6 \text{ MAX}} = 50 \text{ mV}$  ;  $\alpha = 0.7$ ,  
Le spectre a-t-il les mêmes raies que précédemment ?
- 1.4.5. Rechercher la plus grande valeur que l'on puisse donner à  $\alpha$  sans provoquer de saturation en sortie du filtre.

## 2. TP Filtrage 1 : structure FS3.41 (4 heures)

### 2.1. Réglages et réalisation

#### On enlève les cavaliers JP7 et JP6

- Réaliser les **tensions continues** nécessaires pour **polariser** la carte à l'aide d'une alimentation stabilisée.
- Pour simuler le signal de faible amplitude délivré par un microphone, on générera une **tension alternative sinusoïdale** à l'aide d'un générateur de fonctions sur lequel on activera d'emblée la (ou les) les possibilités d'**atténuation de « -20dB »** qu'on laissera au départ au niveau minimum.

**R1 – Représenter** sur le schéma structurel les **appareils de mesure** et les voies de **l'oscilloscope** qui seront nécessaires. :

- pour la mesure de **valeur efficace  $V_{TP6}$**  de la tension d'entrée  $V_{TP6}$ .
- pour la mesure de la **valeur efficace  $V_{TP7 alt}$**  de la composante alternative  $V_{TP7 alt}$  de la tension de sortie  $V_{TP7}$  du filtre .
- pour la **visualisation** des deux tensions  $V_{TP6}$  et  $V_{TP7 alt}$  et la mesure de la **différence de phase  $\varphi(^{\circ}) = \varphi(\text{sortie}) - \varphi(\text{entrée})$** .

**R2 – Préciser les pré-réglages** qui sont à opérer **sur ces appareils**.

**R3 – Réaliser le montage** ainsi complété .

**Après vérification** (et rectification) par le **professeur**, et toujours sous le contrôle de ce dernier procéder à la **mise sous tension**.

**R4 – Régler l'oscilloscope** pour l'observation des tensions  $V_{TP6}$  et  $V_{TP7 alt}$ .

**Régler** une fréquence **de l'ordre d'une dizaine de Khz** et une **amplitude  $V_{TP6} = 30 \text{ mV}$** , puis **rechercher le réglage du potentiomètre P2** qui vous permet d'être **à la limite de la saturation** de l'ADI.

### 2.2. Mesures

**M1 – Mesurer et relever** alors la valeur efficace ( $V_{TP6}$ ) ainsi que la valeur efficace ( $V_{TP7 alt}$ )<sub>max</sub> qui lui correspond .

Par la suite on ne modifiera plus le niveau du GBF, ni le réglage du potentiomètre.

**M2 – Rechercher** une fréquence  $F_0$  telle que  $\varphi = -135^{\circ}$  ; détermination effectuée par la **méthode des 9 carreaux**.

**M3 - Mesurer** la **période  $T_0$**  des signaux, en utilisant la **base de temps** de l'oscilloscope. En déduire la valeur  **$F_0$** . Inscrire cette valeur dans la partie centrale (grisée) du tableau ainsi que la mesure de  **$V_{TP7alt}$**  et  **$\varphi(^{\circ})$**  correspondant à cette fréquence.

**M3 - Relever** une période des tensions d'entrée et de sortie en précisant les **réglages utiles** de l'oscilloscope.

**M4** – Déterminer la valeur moyenne de la tension de sortie à l'aide de l'oscilloscope .

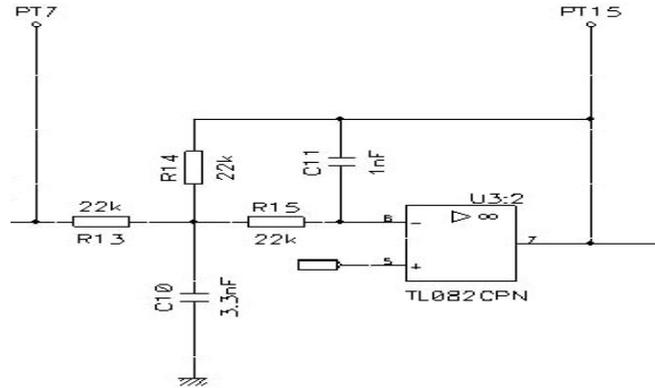
**M4 - Compléter** enfin le tableau de mesures pour les fréquences indiquées (... $F_0/2$ ,  $2xF_0$ ...) que vous aurez **préalablement calculées**.

	$F_0/20$	$F_0/10$	$F_0/4$	$F_0/2$	$F_0$	$2x F_0$	$4x F_0$	$10xF_0$	$20xF_0$
<b>f (Hz)</b>									
<b><math>V_{PT7alt}</math> (V)</b>									
<b><math>\varphi(^{\circ})</math></b>					<b>-135</b>				
$A = \frac{V_{TP7alt}}{V_{TP6}}$									
<b>G(dB)</b> <b>=20.log A</b>									

## 2.3. Graphes et Exploitation

- 2.3.1. Tracer les courbes de gain et de phase en fonction de la fréquence sur une feuille de papier semi-logarithmique.
- 2.3.2. Indiquer sur la courbe de Gain la fréquence de coupure et la bande passante .
- 2.3.3. Déterminer l'ordre de ce filtre à partir de l'exploitation de la courbe G(f).
- 2.3.4. Expliquer la présence d'une composante continue en sortie.

### 3. TP Filtrage de la structure FS3.42



**On enlève le cavalier JP7 , on polarise le montage**

**Etude en continu :**

**Q1** – Appliquer un signal continu en PT7 et proposer une méthode pour trouver l’amplification du montage. En déduire le gain en continu .

**Etude en régime sinusoïdal :**

**Q2** – Proposer un protocole expérimental pour déterminer rapidement la nature du filtre.

**Q3** – Redessiner le schéma en plaçant les appareils de mesure utilisés pour mesurer le gain  $G$  (par simple soustraction des indications des multimètres) ainsi que la différence de phase  $\varphi(^{\circ}) = \varphi(\text{sortie}) - \varphi(\text{entrée})$ .

**Q4** – Déterminer la valeur max de  $v_{\text{micAF}}$  fournie par le GBF pour ne pas saturer la sortie  $v_{\text{micAF}}$  de U3:2.

**Q5** – En fixant  $v_{\text{micAF}}$  à cette valeur , compléter un tableau de mesures du type :

f (Hz)								
Entrée en dB								
Sortie en dB								
G(dB)								
	Gmax				Gmax - 3dB	Gmax - 10dB	Gmax - 20dB	Gmax - 26dB
$\varphi(^{\circ})$								

**N.B :** Pour déterminer la différence de phase on pourra utiliser la méthode des 9 carreaux.

Il est prévu d’effectuer ici une mesure directe du gain à l’aide des multimètres .

**Q6** – Tracer la courbe de gain  $G$  et la courbe de phase  $\varphi$  sur du papier semi-logarithmique.

**Q7** – Déterminer graphiquement la bande passante et la fréquence de coupure  $f_{c2}$  du filtre.

**Q4** – On donne la pulsation  $\omega_c = \frac{1}{R\sqrt{C_{10}C_{11}}}$  avec  $R = R_{13} = R_{14} = R_{15} = 22 \text{ k}\Omega$

Calculer la fréquence de coupure  $f_c$ .



**On effectuera une mesure directe du gain à l'aide du multimètre.**

Q6 – Tracer les courbes de gain et de phase sur du papier semi-logarithmique.

Q7 – Déterminer graphiquement le gain maximum, la bande passante et les fréquences de coupure du filtre. Calculer la valeur de l'amplification maximum.

### **Etude en régime périodique non sinusoïdal**

Q1 – Générer pour  $v_{micA}$  un signal carré d'amplitude telle que la sortie ne sature pas et dont la fréquence soit de l'ordre du KHz.

Q2 – Dessiner sur le schéma les appareils de mesure utilisés pour l'observation simultanée de  $v_{micA}$  et de sortie en PT15 .

Q3– Rechercher la fréquence qui vous permettra d'observer en sortie un signal sinusoïdal . Expliquer les raisons de la forme d'onde sinusoïdale de ce signal de sortie .