Section: .....

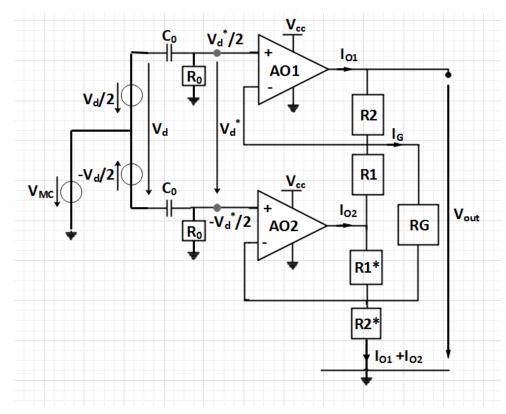
21 Janvier 2020

Durée 2h45 (16h15 à 19h00)

La concision est de rigueur et seul le résultat final compte.

## 1. Amplificateur différentiel : (40 mn)

Soit le circuit:



Où  $V_d$  = Signal différentiel.  $V_{MC}$  = Signal mode commun.  $R_G$  = Résistance de contrôle du Gain

Cas 1: Résistances parfaitement appariées,  $R_1^* = R_1$  et  $R_2^* = R_2$ .

a- Donner l'expression du gain différentiel  $G^*_{diff} = V_{out}/V^*_{d}$  en fonction de  $R_1$ ,  $R_2$  et  $R_G$ . et  $\underline{G}_{diff}(j\omega) = V_{out}/V_{d} = V_{out}/V^*_{d}$ .  $V^*_{d}/V_{d}$ .  $V_{MC}$  est supposée nulle.

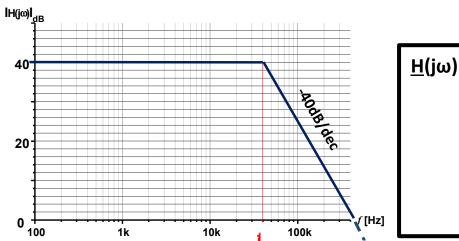
$$G^*_{diff} =$$

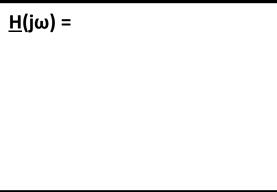
$$G_{diff}(j\omega) =$$

$R_G =$		$R_0C_0 =$
c- Calculer	la valeur dc ( $V_{0DC}$ ) à la sortie et	proposez une correction si nécessaire.
	Problème :	
$V_{o,dc} =$	Correction:	
Cas 2 : Résis	tances non appariées $(R_1^* \neq R_1)$	et $R_2 \stackrel{*}{\neq} R_2$ ).
d- Donner le	e gain en mode commun G <sub>MC</sub> = '	Vout/V <sub>MC</sub> en fonction des résistances. V <sub>d</sub> est supposée
		par rapport à 10 Hz (c.à.d. C <sub>0</sub> court-circuitée)
	a requence de vine tres grande	pai rapport a 10 112 (c.a.a. co court circuitec)
	a frequence de vinc tres grande j	par rapport a 10 Hz (c.a.u. C) court encuree)
	a frequence de vinc tres grande j	par rapport a 10 Hz (c.a.u. C) court encuree)
$G_{MC} =$	a frequence de vinc tres grande j	par rapport a 10 Hz (c.a.a. C) court efficience)
$G_{MC} =$	a frequence de vinc tres grande	par rapport a 10 Hz (c.a.a. C) court efficience)
G <sub>MC</sub> =	a frequence de vinc tres grande	par rapport a 10 Hz (c.a.a. Cycourt encuree)
e- Compléte	er le schéma de cet amplificateur	r en implémentant la technique « Right-Leg Drive »
e- Compléte		
e- Compléte	er le schéma de cet amplificateur	
e- Compléte	er le schéma de cet amplificateur	
e- Compléte	er le schéma de cet amplificateur	
e- Compléte	er le schéma de cet amplificateur	
e- Compléte	er le schéma de cet amplificateur	
e- Compléte	er le schéma de cet amplificateur	
e- Compléto	er le schéma de cet amplificateur	
	er le schéma de cet amplificateur	
e- Compléto	er le schéma de cet amplificateur	

## 2. Filtrage de V<sub>out</sub> (20 mn)

a- Donner deux architectures possibles de filtres à ajouter à la sortie de l'amplificateurs différentiel pour que la fonction de transfert globale ( $H(j\omega) = V_{out,Filtre} / V_d$ ) se comporte en haute fréquences comme ci-dessous. Donner la formule  $H(j\omega)$  et dimensionner les éléments du filtre (prendre au moins une des résistances = 1 k $\Omega$ ).





<u>Filtre 1 (avec dimensions des éléments)</u>			
Filtre 2: (avec dimensions des éléments)			

## 3. Calcul du bruit (20 mn)

a- Estimer la valeur efficace ( $\sigma$ ) et la valeur crête à crête maximale ( $v_{n,p-p,max}=6\sigma$ ) du bruit en [mV] à la sortie du filtre et donner la formule permettant ce calcul.

Négliger l'effet du filtrage basse fréquence due à  $R_0C_0$  et considérer seulement la source de bruit dominante à savoir le bruit thermique blanc de 30  $[nV/\sqrt{Hz}]$  de chacun des deux Amplis OA1 et OA2 à l'entrée du système.

**Rappel**: 
$$\int \frac{dx}{x^2+1} = Arctg(x) + C$$
 et  $\int \frac{dx}{(x^2+1)^2} = \frac{1}{2}Arctg(x) + \frac{1}{2}\frac{x}{x^2+1} + C$ 

Formule:	Valeur: [mV]
	$\sigma =$
	$v_{n,p-p,max} =$

Pour la suite prenez par défaut une valeur crête à crête du bruit à la sortie du filtre de 5mV.

## 4. Convertisseur : Comparateur, Echantillonnage et Oscillateur (1h)

Un convertisseur Flash supposé idéal est utilisé pour convertir le signal à la sortie du filtre. Le signal  $V_d$  à l'entrée du système de mesure à une amplitude crête à crête maximal de 7mV.

a- En tenant compte du gain total et du bruit, donner la plage de variation pleine échelle (FS) et le nombre de bits du convertisseur maximal ( $N_{max}$ ) qu'on peut utiliser.

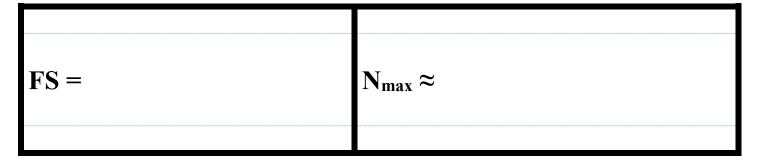
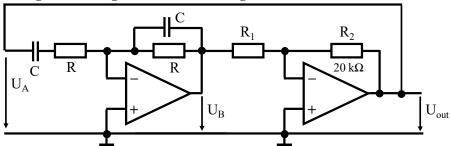


Schéma:		
<u>Valeur des résistances :</u>		
c- La fréquence maximale $f_{max}$ du signal utile correspond à de $f_c$ (fréquence de coupure du filtre) et donner sa va minimale $f_{ech,min}$ du convertisseur.		
de $f_c$ (fréquence de coupure du filtre) et donner sa va minimale $f_{ech,min}$ du convertisseur.		
de f <sub>c</sub> (fréquence de coupure du filtre) et donner sa va		
de $f_c$ (fréquence de coupure du filtre) et donner sa va minimale $f_{ech,min}$ du convertisseur.		
de $f_c$ (fréquence de coupure du filtre) et donner sa va minimale $f_{ech,min}$ du convertisseur.	aleur. Déduire la fréquence d'échantillonn	
de f <sub>c</sub> (fréquence de coupure du filtre) et donner sa va minimale f <sub>ech,min</sub> du convertisseur.  Formule:		
de $f_c$ (fréquence de coupure du filtre) et donner sa va minimale $f_{ech,min}$ du convertisseur.	aleur. Déduire la fréquence d'échantillonn	
de f <sub>c</sub> (fréquence de coupure du filtre) et donner sa va minimale f <sub>ech,min</sub> du convertisseur.  Formule:	aleur. Déduire la fréquence d'échantillonn	
de f <sub>c</sub> (fréquence de coupure du filtre) et donner sa va minimale f <sub>ech,min</sub> du convertisseur.  Formule:	aleur. Déduire la fréquence d'échantillonn	
$\begin{array}{c} \text{de } f_c \text{ (fréquence de coupure du filtre) et donner sa value minimale } f_{ech,min} \text{ du convertisseur.} \\ \\ \hline Formule: \\ \\ f_{max} = \\ \end{array}$	aleur. Déduire la fréquence d'échantillonn	
$\begin{array}{c} \text{de } f_c \text{ (fr\'equence de coupure du filtre) et donner sa va}\\\\ \text{minimale } f_{ech,min} \text{ du convertisseur.} \\\\ \hline\\ Formule:\\\\ \hline\\ f_{max} = \\\\ \hline\\ \underline{Valeur:}\\\\ \end{array}$	aleur. Déduire la fréquence d'échantillonn	
$\begin{array}{c} \text{de } f_c \text{ (fréquence de coupure du filtre) et donner sa value minimale } f_{ech,min} \text{ du convertisseur.} \\ \\ \hline Formule: \\ \\ f_{max} = \\ \end{array}$	aleur. Déduire la fréquence d'échantillonn	
$\begin{array}{c} \text{de } f_c \text{ (fr\'equence de coupure du filtre) et donner sa va}\\\\ \text{minimale } f_{ech,min} \text{ du convertisseur.} \\\\ \hline\\ Formule:\\\\ \hline\\ f_{max} = \\\\ \hline\\ \underline{Valeur:}\\\\ \end{array}$	aleur. Déduire la fréquence d'échantillonn	

b- Proposer pour ce convertisseur, un comparateur non-inverseur insensible au bruit et dimensionner ses éléments. Le signal de sortie du comparateur varie de  $V_L$  = 0 V à  $V_H$  = 2 V.

d- Pour générer le signal d'échantillonnage, utiliser l'oscillateur ci-dessous :



- i. Donner la valeur de RC pour que la fréquence d'oscillation soit égale à  $f_{\text{ech,min}}$ , en expliquant brièvement la démarche suivie.
- ii. Donner la condition sur la valeur de R<sub>1</sub> pour amorcer l'oscillation ainsi que sa valeur à l'équilibre.
- iii. Pour  $R_1$ , doit-en choisir une  $R_{NTC}$  (résistance dont la valeur diminue avec la température) ou une  $R_{PTC}$  (résistance dont la valeur augmente avec la température). Expliquer brièvement votre choix.

a. Valeur de RC
<u>Démarche</u> :
$\underline{\mathbf{b}}_{\bullet}$ Condition sur $\underline{\mathbf{R}}_{1}$ pour amorcer l'oscillation :
Valeur de $\underline{\mathbf{R_1}}$ à l'équilibre :
c. R <sub>NTC</sub> ou R <sub>PTC</sub> ?
Explication: