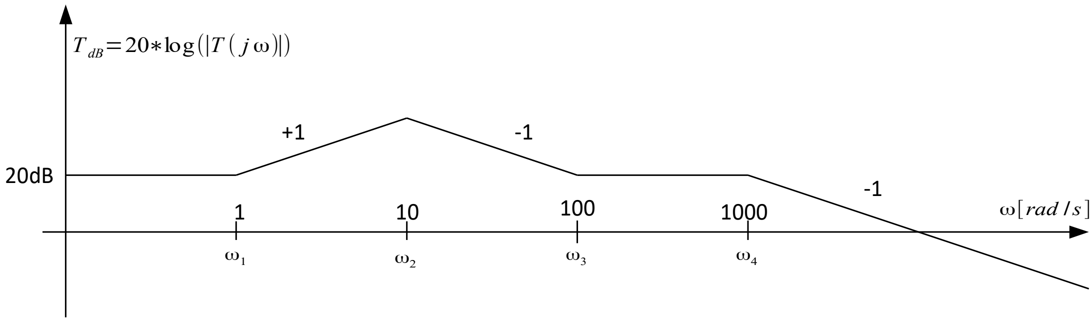
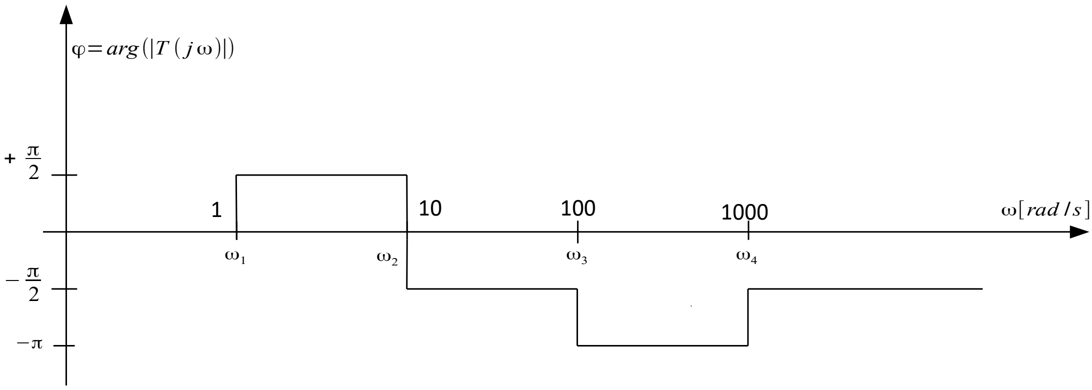
Exercice 1 (13 pts)

Considérons le SLIT qui a pour squelettes de Bode les courbes suivantes :





1/ Donner une fonction de transfert opérationnelle qui conduit aux mêmes squelettes de Bode.**(5pts)**

2/ On attaque le SLIT par un échelon d'amplitude E. En utilisant plusieurs méthodes :

2.1/ Donner la limite quand $t = 0$ de la réponse d'un tel filtre, en utilisant le théorème de la valeur initiale.**(2pts)**

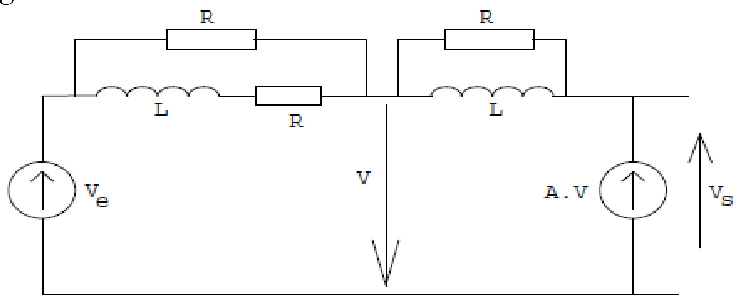
2.2/ Donner la limite quand $t \rightarrow +\infty$ de la réponse d'un tel filtre, en utilisant le théorème de la valeur finale.**(2pts)**

2.3/ Donner la limite quand $t=0$ de la réponse d'un tel filtre, en utilisant le diagramme de Bode.**(2pts)**

2.4/ Donner la limite quand $t \rightarrow +\infty$ de la réponse d'un tel filtre, en utilisant le diagramme de Bode.**(2pts)**

<u>Exercice 2 (23pts)</u>

Considérons le montage suivant :



1/ Donner un système d'équations permettant de déterminer la fonction de transfert opérationnelle T(p) (ne pas résoudre le système). $T(p)=\frac{V_s(p)}{V_e(p)}$ **(3pts)**

2/ Déterminer la fonction de transfert T(p) lorsque $A \rightarrow +\infty$.**(2pts)**

Dans la suite du problème on supposera que $A \rightarrow +\infty$

3/ Mettre la fonction de transfert sous la forme : $T(p)=K\dfrac{\delta p(1+\alpha p)}{(1+\beta p)(1+\gamma p)}$ et déterminer K, α, β, γ *et* δ .**(6pts)**

4/ Tracer les diagrammes asymptotiques (sur le papier semi-log en annexe) de Bode en amplitude et phase, de T(p) pour :
$K=-1$, $\alpha=0{,}5\,ms$, $\beta=1\mathrm{ms}$, $\gamma=1\mathrm{ms}$ *et* $\delta=2\mathrm{ms}$ **(4pts)**

5/ On applique un échelon de tension d'amplitude E=10V à l'entrée Ve du montage.

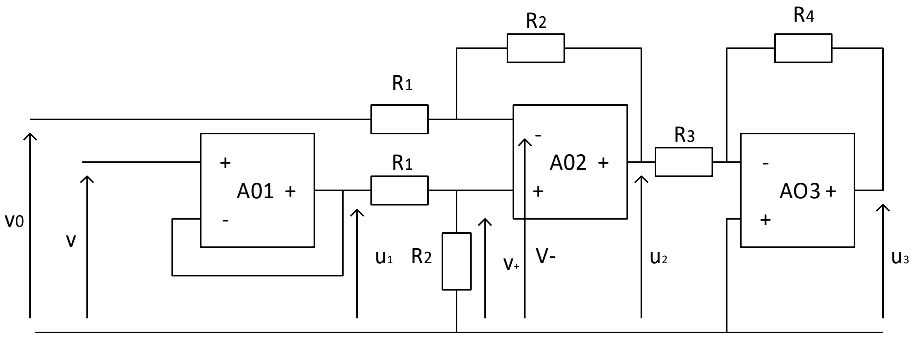
5.1/ En utilisant le théorème aux limites, déterminer Vs(t) pour $t=0$ et pour $t \rightarrow +\infty$ **(2pts)**

5.2/ Retrouver ces résultats par un raisonnement s'appuyant sur les diagrammes de Bode obtenus.**(2pts)**

Exercice 3 : (19 pts)

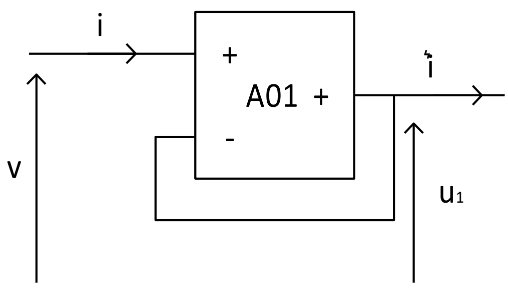
La chaîne électronique ci-dessous utilise des amplificateurs opérationnels (AO) supposés parfaits dont la tension de saturation $V_{sat}=\pm 12\ V$. La tension v_0 constante fournie par un circuit annexe $v_0=0{,}7\ V$. La tension v est fournie par un capteur de température non représenté qui ne peut délivrer de courant. Cette tension est fonction de la température θ : $v=v_0-a.\theta$ avec $v_0=0{,}7\ V$ et $a=2\ mV/°C$ (θ est exprimé en °C).

$R_1=10\ k\Omega, R_2=22\ k\Omega\ et\ R_4=47\ k\Omega$.



1- Quel est le régime de fonctionnement des AO ? Pourquoi ? Conclusion. **(1pts)**

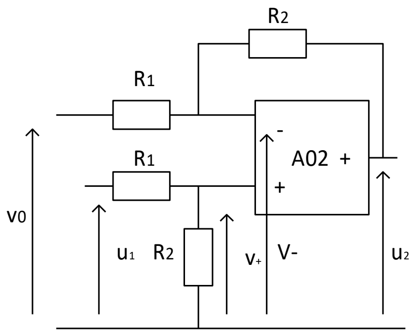
2- Étude du premier étage :



2.1- Exprimer la relation entre les tensions u_1 et v. **(1pts)**

2.2- Que vaut le courant i de l'entrée non inverseuse de l'AO1 ? **(1pts)**

2.3- Quel est la fonction réalisée par l'AO1 ? **(1pts)**



3- Étude du deuxième étage :

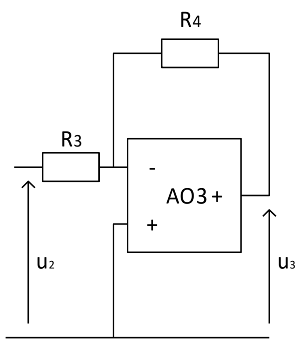
3.1- Exprimer $v_+ = f(u_1, R_1, R_2)$ **(1pts)**

3.2 - Exprimer $v_- = f(v_0, u_2, R_1, R_2)$ **(1pts)**

3.3- Montrer que $u_2 = \frac{R_2}{R_1}(u_1 - v_0)$. Que représente le rapport $\frac{R_2}{R_1}$. **(2pts)**

3.4- Exprimer $u_2 = f(\theta, a, R_1, R_2)$ **(2pts)**

4- Étude du troisième étage



4.1- Exprimer $u_3 = f(u_2, R_3, R_4)$ **(2pts)**

4.2- Quelle est la fonction réalisée par l'AO3 ? **(1pts)**

5- Étude de l'ensemble

5.1- Exprimer $u_3 = f(\theta, a, R_1, R_2, R_3, R_4)$ **(2pts)**

5.2- $u_3 = 0{,}1.\theta$. Calculer la résistance R_3 . **(2pts)**

5.3- Déterminer la température maximale mesurable. **(2pts)**

Formulaire sur la Transformée de Laplace

Propriétés Usuelles :

Unicité.

$$\left.\begin{array}{l} x(t) \xrightarrow{TL} X(p) \ \text{Unique} \\ X(p) \xrightarrow{TL^{-1}} x(t) \ \text{Unique} \end{array}\right\} \text{d'où } x(t) \xleftrightarrow{TL \text{ et } TL^{-1}} X(p)$$

Linéarité.

$$\begin{array}{r} \text{Si } f(t) \xrightarrow{TL} F(p) \\ \text{et } g(t) \xrightarrow{TL} G(p) \\ \forall(\alpha, \beta) \in R^2, \ \alpha f(t) + \beta g(t) \xrightarrow{TL} \alpha F(p) + \beta G(p) \end{array}$$

Théorème de dérivation.

$$\text{Si } f(t) \xrightarrow{TL} F(p)$$

$$\frac{df}{dt} \xrightarrow{TL} pF(p) - f(0^+)$$

$$\text{où } f(0^+) = \lim_{t \to 0^+} f(t).$$

Théorème d'intégration.

$$\text{Si } f(t) \xrightarrow{TL} F(p)$$

$$g(t) = \int f(t)dt \xrightarrow{TL} G(p) = \frac{F(p)}{p} + \frac{g(0^+)}{p}$$

Théorème du retard.

$$\text{Si } f(t)u(t) \xrightarrow{TL} F(p)$$

Où $u(t)$ est l'échelon unité

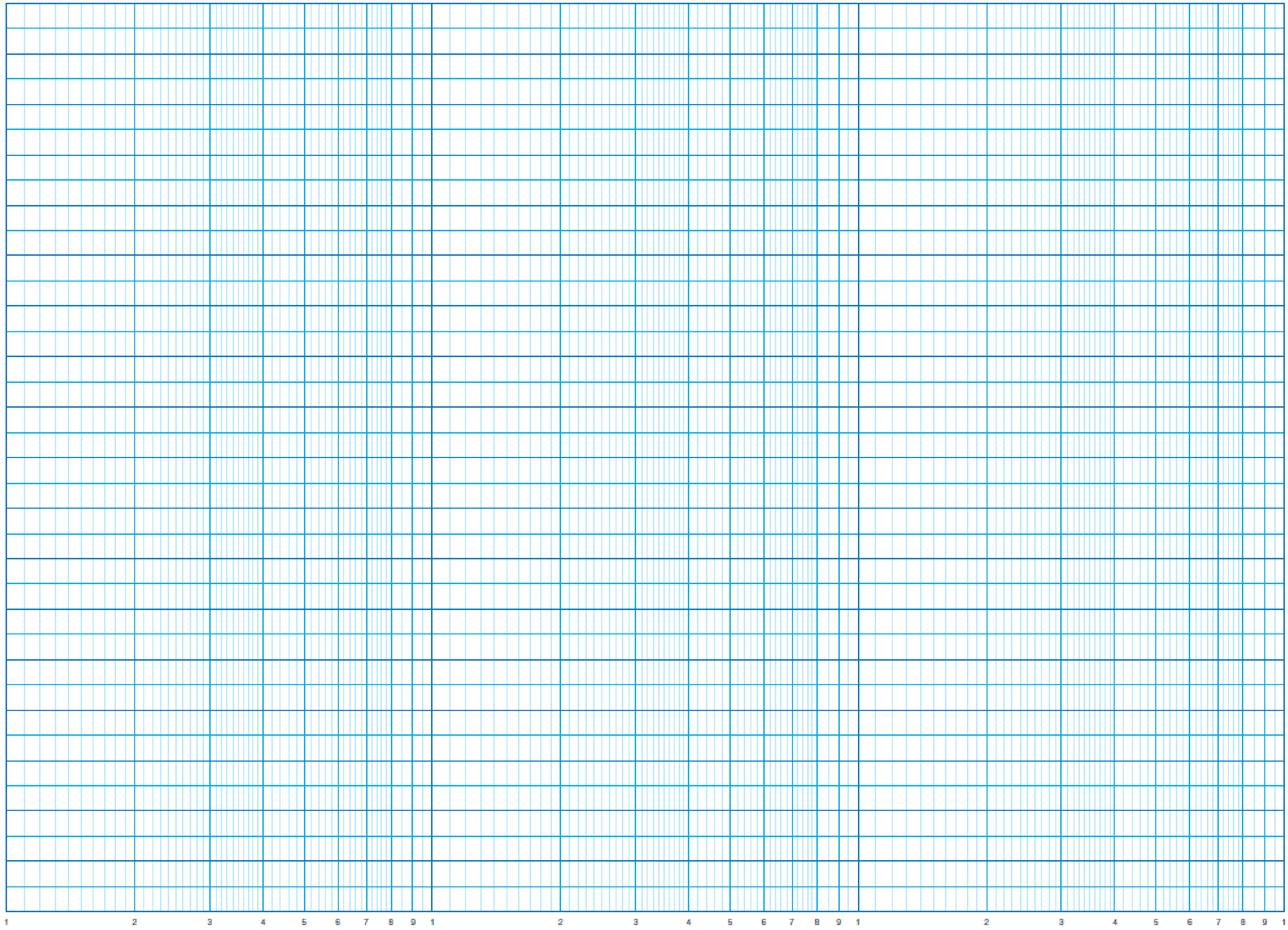
$$f(t - \tau)u(t - \tau) \xrightarrow{TL} e^{-\tau p}F(p) \quad (\tau \text{ réel positif})$$

Table de transformées de Laplace

F(p)	f(t) pour t > 0
Fonctions sans intégration	
1	$\delta(t)$
$\dfrac{1}{1+Tp}$	$\dfrac{1}{T}e^{-\frac{t}{T}}$
$\dfrac{1}{(1+Tp)^n}$	$\dfrac{1}{T^n(n-1)!}t^{n-1}e^{-\frac{t}{T}}$
$\dfrac{1}{(1+T_1p)(1+T_2p)}$	$\dfrac{1}{T_1-T_2}\left(e^{-\frac{t}{T_1}}-e^{-\frac{t}{T_2}}\right)$
$\dfrac{\omega_0}{p^2+\omega_0^2}$	$\sin(\omega_0 t)$
$\dfrac{1}{1+2z\dfrac{p}{\omega_0}+\dfrac{p^2}{\omega_0^2}}$ avec $z < 1$	$\dfrac{\omega_0}{\sqrt{1-z^2}}e^{-z\omega_0 t}\sin\left(\omega_0\sqrt{1-z^2}\,t\right)$
Fonctions avec simple intégration	
$\dfrac{1}{p}$	1
$\dfrac{1}{p(1+Tp)}$	$1-e^{-\frac{t}{T}}$
$\dfrac{1}{p(1+Tp)^2}$	$1-\dfrac{T+t}{T}e^{-\frac{t}{T}}$
$\dfrac{1}{p(1+T_1p)(1+T_2p)}$	$1+\dfrac{1}{T_2-T_1}\left(T_1e^{-\frac{t}{T_1}}-T_2e^{-\frac{t}{T_2}}\right)$
$\dfrac{1}{p\left(1+\dfrac{p^2}{\omega_0^2}\right)}$	$1-\cos(\omega_0 t)$

Fonctions avec double intégration	
$\frac{1}{p^2}$	t
$\frac{1}{p^2(1+Tp)}$	$T\left(e^{-\frac{t}{T}}+\frac{t}{T}-1\right)$
$\frac{1}{p^2(1+Tp)^2}$	$t-2T+(t+2T)e^{-\frac{t}{T}}$
$\frac{1}{p^2(1+T_1p)(1+T_2p)}$	$t-T_1-T_2-\left(\frac{1}{T_1-T_2}\right)\left(T_2^2e^{-\frac{t}{T_2}}-T_1^2e^{-\frac{t}{T_1}}\right)$
$\frac{1}{p^n} \quad n\in N$	$\frac{t^{n-1}}{(n-1)!}$
Fonctions avec zéro	
$\frac{1+ap}{(1+Tp)^2}$	$\left(\frac{T-a}{T^3}t+\frac{a}{T^2}\right)e^{-\frac{t}{T}}$
$\frac{1+ap}{(1+T_1p)(1+T_2p)}$	$\frac{T_1-a}{T_1(T_1-T_2)}e^{-\frac{t}{T_1}}-\frac{T_2-a}{T_2(T_1-T_2)}e^{-\frac{t}{T_2}}$
$\frac{1+ap}{p(1+Tp)}$	$1+\frac{a-T}{T}e^{-\frac{t}{T}}$
$\frac{1+ap}{p(1+T_1p)(1+T_2p)}$	$1+\frac{T_1-a}{(T_2-T_1)}e^{-\frac{t}{T_1}}-\frac{T_2-a}{(T_2-T_1)}e^{-\frac{t}{T_2}}$
$\frac{1+ap}{p(1+Tp)^2}$	$1+\left(\frac{a-T}{T^2}t-1\right)e^{-\frac{t}{T}}$
$\frac{1+ap}{p^2(1+Tp)}$	$(a-T)\left(1-e^{-\frac{t}{T}}\right)+t$
Fonctions avec zéro nul	
$\frac{p}{(1+Tp)^2}$	$\frac{1}{T^3}(T-t)e^{-\frac{t}{T}}$
$\frac{p}{(1+T_1p)(1+T_2p)}$	$\frac{1}{T_1T_2(T_1-T_2)}\left(T_1e^{-\frac{t}{T_2}}-T_2e^{-\frac{t}{T_1}}\right)$
$\frac{p}{p^2+\omega_0^2}$	$\cos(\omega_0t)$

1 2 3 4 5 6 7 8 9 1 2 3 4 5 6 7 8 9 1 2 3 4 5 6 7 8 9 1


1 2 3 4 5 6 7 8 9 1 2 3 4 5 6 7 8 9 1 2 3 4 5 6 7 8 9 1