

## Rappel : Synthèse des tracés asymptotiques de Bode

Transmittance	Tracés de Bode
<b>1<sup>er</sup> ordre dénominateur</b> $\frac{1}{1 + j \frac{\omega}{\omega_0}}$	
<b>1<sup>er</sup> ordre numérateur</b> $1 + j \frac{\omega}{\omega_0}$	
<b>dérivateur</b> $j \frac{\omega}{\omega_0}$	
<b>intégrateur</b> $j \frac{\omega_0}{\omega}$	
<b>2<sup>nd</sup> ordre dénominateur</b> $\frac{1}{1 + \frac{2z}{\omega_0} \cdot j\omega + \frac{1}{\omega_0^2} (j\omega)^2}$	
<b>2<sup>nd</sup> ordre numérateur</b> $1 + \frac{2z}{\omega_0} \cdot j\omega + \frac{1}{\omega_0^2} (j\omega)^2$	
<b>Gain pur K</b>	

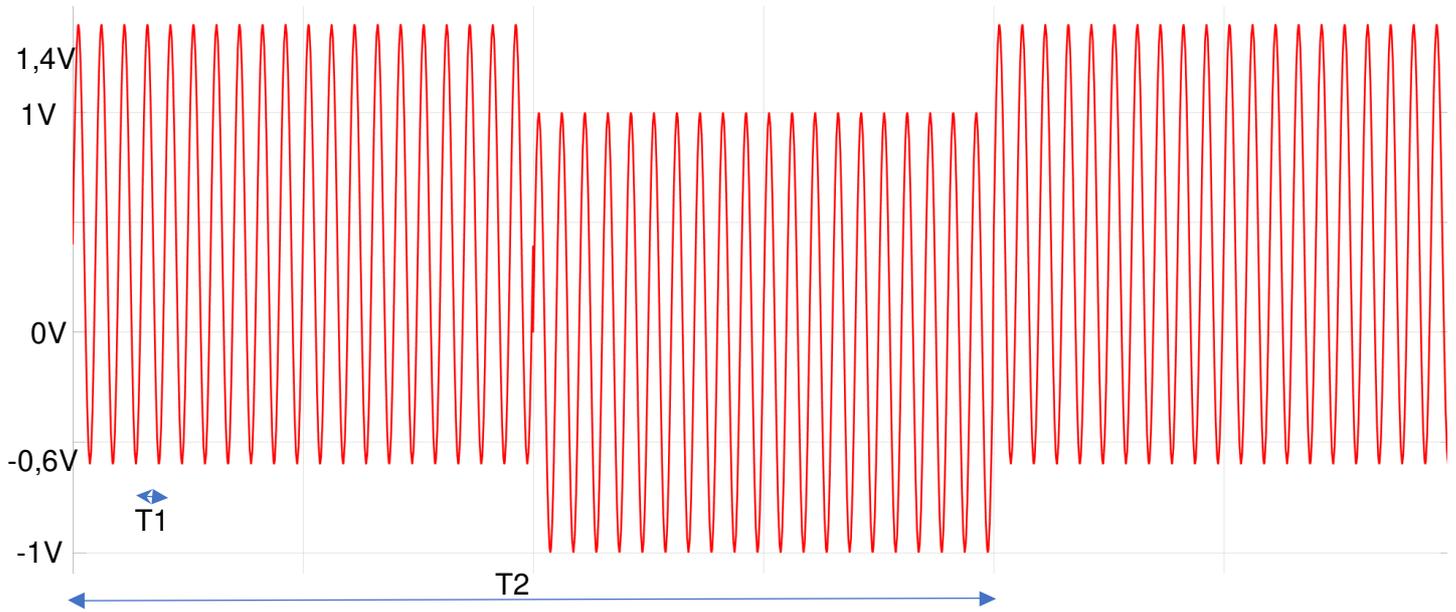
### Filtrage numérique

#### Méthode d'obtention de l'équation de récurrence du filtre :

- Expression par Millman ou lois de Kirchoff de la tension de sortie  $V_s$  en fonction de la tension d'entrée  $V_e$  sous forme complexe ou temporelle
- Expression de la relation liant  $V_s(t)$  à  $V_e(t)$  sous forme polynomiale
- Discrétisation du signal analogique à la fréquence  $f_e = 1/T_e$
- Intégration par la méthode des rectangles ou trapèzes des termes à gauche et à droite de l'équation
- Déduction de l'équation de récurrence par isolement de la variable de sortie

Soit ci-dessous un signal numérique modulé en amplitude  $v_{mod}(t)$  composé de la somme suivante :

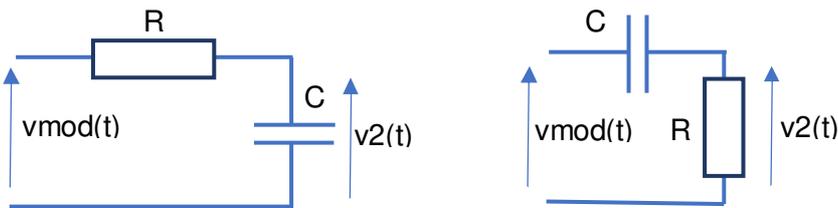
- $v_1(t) = \sin(2.\pi.400.t)$
- $v_2(t)$  : signal carré (type binaire) d'amplitude 0,4V et de fréquence 20Hz



1) On souhaite récupérer le signal de type binaire, proposer un gabarit de filtre qui dispose des caractéristiques suivantes :

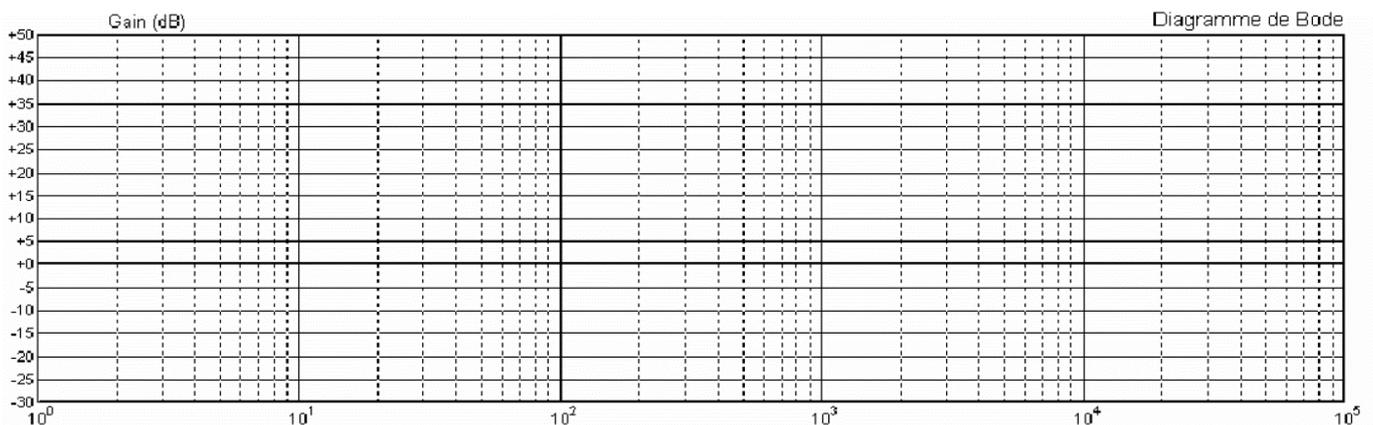
- Bande passante :  $G > -3\text{dB}$
- Bande coupée :  $G < -20\text{dB}$
- Pente maximale de + ou - 20dB/dec

2) En analysant le comportement aux hautes et basses fréquences, sans calcul proposer le type de montage ci-dessous qui convient à notre application



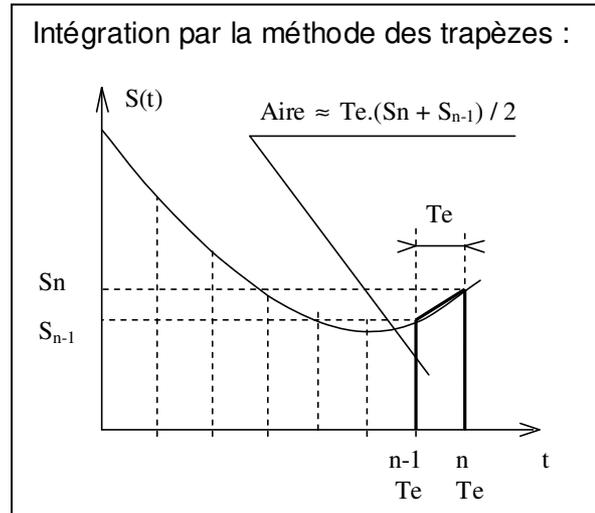
3) Exprimer la transmittance  $T(j\omega)$  du montage retenu que vous mettrez sous forme canonique.

4) Tracer le diagramme de Bode asymptotique du filtre réalisé, on prendra la valeur de fréquence de cassure définie par le gabarit.



On souhaite par la suite réaliser ce filtre de manière programmée, en utilisant une équation de récurrence.

- 5) Rappeler les étapes nécessaires à l'établissement de l'équation de récurrence d'un filtre.
- 6) Déterminer l'équation de récurrence sous forme littérale en utilisant la méthode des trapèzes pour l'intégration numérique.



- 7) Compléter le programme ci-dessous de telle sorte à réaliser le filtre numérique avec la fonction filtre qui prend comme argument en entrée une liste de valeurs et qui renvoie en sortie la liste des valeurs filtrées.

```
from math import *
from matplotlib import pyplot as plt
import numpy as np
```

```
T = mesure_vmod[3:,0]           # Liste des temps échantillonnés de vmod
vmod = mesure_angle [3:,1]     # Liste des valeurs de tension de vmod
Te = T[1] - T[0]               # période d'échantillonnage
```

```
def filtre( ):
    tau =
    N = len( )
    S =
    S[ ] = E[ ]
    for n in range(1,N):
        S[n] =
    return S
```

- 8) Affecter le résultat de vmod passé en entrée de la fonction « filtre » à la variable v2.
- 9) Donner les instructions permettant de tracer les deux signaux vmod et v2 en fonction du temps.
- 10) Dessiner le type de signal ainsi obtenu pour v2.