

DIAGRAMMES DE BODE AVEC LA CALCULATRICE TI 89

Pour le diagramme de Bode du gain ou de la phase, on trace les courbe paramétrées :

- En abscisse : $x(t) = \log(t)$ t : fréquence réduite
- En ordonnée : $y(t) = 20 \log\left(\left|\frac{H}{i}\right|\right)$ ou $y(t) = \arg(H)$

Choisir **MODE** **Graph** **PARAMETRIQUE**

● **1^{er} exemple : passe-bas du premier ordre** : $\frac{H}{i} = \frac{1}{1 + it}$ t : fréquence réduite

■ **Gain en dB** :

Dans l'écran de la calculatrice, taper : $20 \log(\text{abs}(\frac{1}{1 + it}))$ **STO** $g(t)$

Touche **Y=** Entrer : $xt1(t) = \log(t)$ $yt1(t) = g(t)$

WINDOW Entrer : $t_{\min} = 0,1$ $t_{\max} = 10$ $t_{\text{step}} = 0,1$ (pas des calculs)

$xscl = 1$ (scale : graduation sur l'axe Ox) $yscl = 5$ (scale : graduation sur l'axe Oy)

F2 **Zoom Auto** Après un certain temps, ... la courbe s'affiche.

On ne voit pas l'axe horizontal Ox .

WINDOW Entrer : $y_{\max} = 1$ **F2** **ZoomCadr**

Lecture des coordonnées des points de la courbe : **F3** **Trace**

Avec les touches \rightarrow et \leftarrow , on peut lire les différentes valeurs de t , x et y .

On remarque que les points de mesure sont assez espacés à gauche et de plus en plus rapprochés à droite. C'est à cause de l'échelle logarithmique ; les différentes valeurs de t sont :

$$t_{\min}, t_{\min} + t_{\text{step}}, t_{\min} + 2t_{\text{step}}, t_{\min} + 3t_{\text{step}}, \dots, t_{\min} + nt_{\text{step}}, \dots, t_{\max}$$

Si on veut des points de mesure plus resserrés pour la partie gauche de la courbe, il faut diminuer le pas t_{step} .

WINDOW Entrer : $t_{\text{step}} = 0,01$ (pas des calculs) **F2** **ZoomCadr**

La courbe est belle mais ... c'est bien long ! Touche **ON** pour arrêter les calculs.

Il ne faut pas faire plus de 100 itérations, sinon les calculs sont trop longs ! $t_{\text{step}} \geq \frac{t_{\max} - t_{\min}}{100}$

WINDOW Entrer : $t_{\text{step}} = 0,1$ (pas des calculs) **F2** **ZoomCadr**

Asymptote HF : Dans l'écran de la calculatrice, taper : $20 \log(\text{abs}(\frac{1}{it}))$ **STO** $as(t)$

Touche **Y=** Entrer : $xt2(t) = \log(t)$ $yt2(t) = as(t)$ **F2** **ZoomAuto**

Amélioration : on ne veut tracer l'asymptote HF que pour $t > 1$. On utilise la touche $|$ « sachant que » :

Dans l'écran de la calculatrice, taper : $20 \log(\text{abs}(\frac{1}{it})) | t > 1$ **STO** $as(t)$

Touche **Y=** **F2** **ZoomCadr**

■ **Phase** :

Dans l'écran de la calculatrice, taper : $\arg(\frac{1}{1 + it})$ **STO** $\phi(t)$

Touche **Y=** Entrer : $yt1(t) = \phi(t)$ Effacer $yt2(t)$

F2 **Zoom Auto** Après un certain temps, ... la courbe s'affiche.

On ne voit pas l'axe horizontal Ox .

WINDOW Entrer : $y_{\max} = 0,1$ **F2 ZoomCadr**

Lecture des coordonnées des points de la courbe : **F3 Trace**

Avec les touches \rightarrow et \leftarrow , on peut lire les différentes valeurs de t , x et y .

Asymptote HF : Dans l'écran de la calculatrice, taper : $\arg\left(\frac{1}{it}\right)$ **STOre as(t)**

Touche **Y=** Entrer : $xt2(t) = \log(t)$ $yt2(t) = as(t)$ **F2 ZoomCadr**

On ne voit pas l'asymptote HF.

WINDOW Entrer : $y_{\min} = -1,7$ **F2 ZoomCadr**

Amélioration : on ne veut tracer l'asymptote HF que pour $t > 1$. On utilise la touche $|$ « sachant que » :

Dans l'écran de la calculatrice, taper : $\arg\left(\frac{1}{it}\right)|t > 1$ **STOre as(t)**

Touche **Y=** **F2 ZoomCadr**

- **2^{ème} exemple : passe-bas du second ordre :** $H = \frac{1}{1 + 2sit + (it)^2}$ t : fréquence réduite
 s : facteur d'amortissement

■ **Gain en dB :**

Dans l'écran de la calculatrice, taper : $20 \log\left(\text{abs}\left(\frac{1}{1 + 2sit + (it)^2}\right)\right)$ **STOre g(t)**

1 STOre s Touche **Y=** Entrer : $xt1(t) = \log(t)$ $yt1(t) = g(t)$

WINDOW Entrer : $t_{\min} = 0,1$ $t_{\max} = 10$ $tstep = 0,1$ (pas des calculs)
 $xscl = 1$ (scale : graduation sur l'axe Ox) $yscl = 5$ (scale : graduation sur l'axe Oy)

F2 ZoomAuto Après un certain temps, ... la courbe s'affiche.

On ne voit pas l'axe horizontal Ox .

WINDOW Entrer : $y_{\max} = 2$ **F2 ZoomCadr**

Lecture des coordonnées des points de la courbe : **F3 Trace**

Avec les touches \rightarrow et \leftarrow , on peut lire les différentes valeurs de t , x et y .

Asymptote HF : Dans l'écran de la calculatrice, taper : $20 \log\left(\text{abs}\left(\frac{1}{(it)^2}\right)\right)$ **STOre as(t)**

Touche **Y=** Entrer : $xt2(t) = \log(t)$ $yt2(t) = as(t)$ **F2 ZoomCadr**

Tracé simultané de plusieurs courbes : On veut tracer les courbes de gains pour différentes valeurs de s

Dans l'écran de la calculatrice, taper :

$20 \log\left(\text{abs}\left(\frac{1}{1 + 2sit + (it)^2}\right)\right) | s = 0,1$ **STOre g1(t)** | est l'opérateur « sachant que »

$20 \log\left(\text{abs}\left(\frac{1}{1 + 2sit + (it)^2}\right)\right) | s = 1$ **STOre g2(t)**

$20 \log\left(\text{abs}\left(\frac{1}{1 + 2sit + (it)^2}\right)\right) | s = 10$ **STOre g3(t)**

Touche : **Y=** Entrer : $yt1(t) = g1(t)$ $xt2(t) = \log(t)$ $yt2(t) = g2(t)$
 $xt3(t) = \log(t)$ $yt3(t) = g3(t)$ **F2 ZoomAuto**

C'est un peu long ! On pourrait diminuer $tstep$.

Asymptote HF : Dans l'écran de la calculatrice, taper : $20 \log(\text{abs}(\frac{1}{(it)^2}))$ **STOre** as(t)

Touche : **Y=** Entrer : xt4(t) = log(t) yt4(t) = as(t) **F2 ZoomCadr**

■ **Phase :**

Dans l'écran de la calculatrice, taper : $\arg(\frac{1}{1 + 2sit + (it)^2})$ **STOre** phi(t)

Touche **Y=** Entrer : xt1(t) = log(t) yt1(t) = phi(t)

F2 Zoom Auto Après un certain temps, ... la courbe s'affiche.

On ne voit pas l'axe horizontal Ox .

WINDOW Entrer : ymax = 0,1 **F2 ZoomCadr**

Lecture des coordonnées des points de la courbe : **F3 Trace**

Avec les touches \rightarrow et \leftarrow , on peut lire les différentes valeurs de t , x et y .

Asymptote HF : Dans l'écran de la calculatrice, taper : $\arg(\frac{1}{(it)^2})$ **STOre** as(t)

Touche **Y=** Entrer : xt2(t) = log(t) yt2(t) = as(t) **F2 ZoomCadr**

On ne voit pas l'asymptote HF .

WINDOW Entrer : ymin = -3,5 **F2 ZoomCadr**

On ne voit toujours pas l'asymptote HF !

WINDOW Entrer : ymax = 3,5 **F2 ZoomCadr**

La calculatrice trace l'asymptote $yt2(t) = \pi$ et non pas $yt2(t) = -\pi$ comme souhaité. On la décale donc de 2π vers le bas ; dans l'écran de la calculatrice, taper :

$\arg(\frac{1}{(it)^2}) - 2\pi$ **STOre** as(t) Touche **Y=** **F2 ZoomCadr**

Tracé simultané de plusieurs courbes : On veut tracer les courbes de phases pour différentes valeurs de s . Dans l'écran de la calculatrice, taper :

$\arg(\frac{1}{1 + 2sit + (it)^2})$ | s = 0,1 **STOre** phi1(t) | est l'opérateur « sachant que »

$\arg(\frac{1}{1 + 2sit + (it)^2})$ | s = 1 **STOre** phi2(t)

$\arg(\frac{1}{1 + 2sit + (it)^2})$ | s = 10 **STOre** phi3(t)

Touche **Y=** Entrer : yt1(t) = phi1(t) xt2(t) = log(t) yt2(t) = phi2(t)

xt3(t) = log(t) yt3(t) = phi3(t) **F2 ZoomAuto**

C'est un peu long ! On pourrait diminuer tstep .