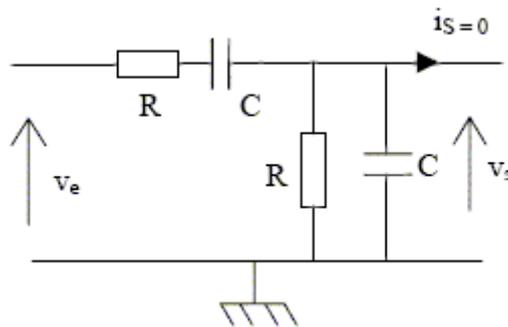


_filtre passe-bande de Wien

Un filtre passe-bande est un filtre ne laissant passer qu'une bande ou intervalle de fréquences compris entre une fréquence de coupure basse et une fréquence de coupure haute du filtre.

Soit le filtre passif en régime harmonique ci-dessous où les résistances R sont identiques, ainsi que les capacités C des condensateurs :

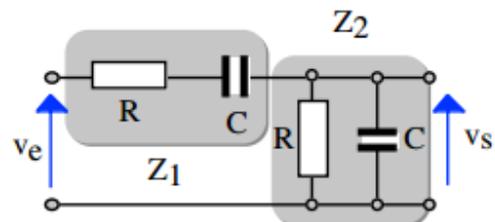


(R = 1 kΩ ; C = 10 nF)

- Fonction de transfert :

On utilise les impédances Z_1 et Z_2 :

- $Z_1 = R + \frac{1}{j\omega C}$
- $Z_2 = \frac{R}{1 + j\omega RC}$



$$\text{Diviseur de tension : } T(j\omega) = \frac{R}{1 + j\omega RC} \frac{1}{R + \frac{1}{j\omega C} + \frac{R}{1 + j\omega RC}}$$

$$\text{Soit en développant : } T(j\omega) = \frac{R}{3R + j\omega R^2 C + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{1}{3 + j(\omega RC - \frac{1}{\omega RC})}$$

Sachant que : $RC = \frac{1}{\omega_0}$ il vient :

$$T(j\omega) = \frac{1}{3 + j(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega})} \quad (1)$$

Soit , si $x = RC\omega$:

$$\underline{H}_W = \frac{1}{3 + j\left(x - \frac{1}{x}\right)}$$

- Courbe de réponse en gain. Bande passante

Le gain exprimé en décibels a pour expression :

$$G_{dB} = 20 \log \left| \widetilde{H}(jx) \right| = -10 \log \left(9 + \left(x - \frac{1}{x} \right)^2 \right)$$

La courbe de réponse en gain admet :

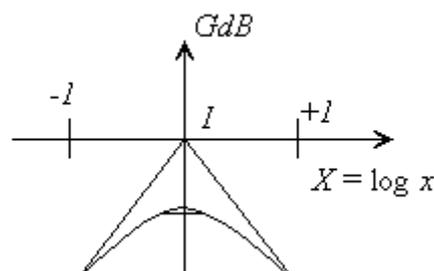
- en basse fréquence : une asymptote passant par l'origine de pente + 20 dB/ décade
 $G_{BF} = 20 \log x = 20 X$
- en haute fréquence :
une asymptote passant par l'origine de pente - 20 dB/décade
 $G_{HF} = -20 \log x = -20 X$

- On reconnaît un filtre de type passe-bande d'ordre deux (forme canonique : $\underline{H} = \frac{H_0}{1 + jQ\left(x - \frac{1}{x}\right)}$, avec

ici $Q = \frac{1}{3}$ et $H_0 = \frac{1}{3}$). Le gain maximal est obtenu à la résonance, pour $x = 1$, avec $g_0 = 20 \log_{10}(|H_0|)$, Soit $g_0 = -20 \log_{10}(3) \approx -9,5 \text{ dB}$.

La fréquence de résonance est $f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$, soit $f_0 \approx 15,9 \text{ kHz}$.

À la résonance, V_s et V_e sont **en phase** ($H_0 > 0$), donc $\phi_{V_e/V_s} = 0$.



- La bande passante à -3 dB correspond à l'intervalle $[f_{cb}, f_{ch}]$ tel que $|H(f_{cb})| = |H(f_{ch})| = \frac{|H|_{\max}}{\sqrt{2}}$.

Soit à résoudre : $\sqrt{1 + Q^2 \left(x - \frac{1}{x}\right)^2} = \sqrt{2}$, ou encore : $Q^2 \left(x - \frac{1}{x}\right)^2 = 1$, conduisant à $Q \left(x - \frac{1}{x}\right) = \pm 1$

Ainsi x est la solution positive des deux équations du second degré : $\begin{cases} (1) & Qx^2 + x - Q = 0 \\ (2) & Qx^2 - x - Q = 0 \end{cases}$.

Avec (1), on tire : $x_1 = \frac{-1 + \sqrt{\Delta}}{2Q}$ et avec (2) : $x_2 = \frac{1 + \sqrt{\Delta}}{2Q}$, où $\Delta = 1 + 4Q^2$.

La bande passante vaut alors $x_2 - x_1 = \frac{1}{Q}$, soit en fréquence : $\Delta f = \frac{f_0}{Q}$.

On en déduit le facteur de qualité du circuit de Wien, défini par : $Q_W = \frac{f_0}{\Delta f}$, soit $Q_W = \frac{1}{3}$.

- Comportement de la phase :

L'argument de la fonction de transfert est donné par :

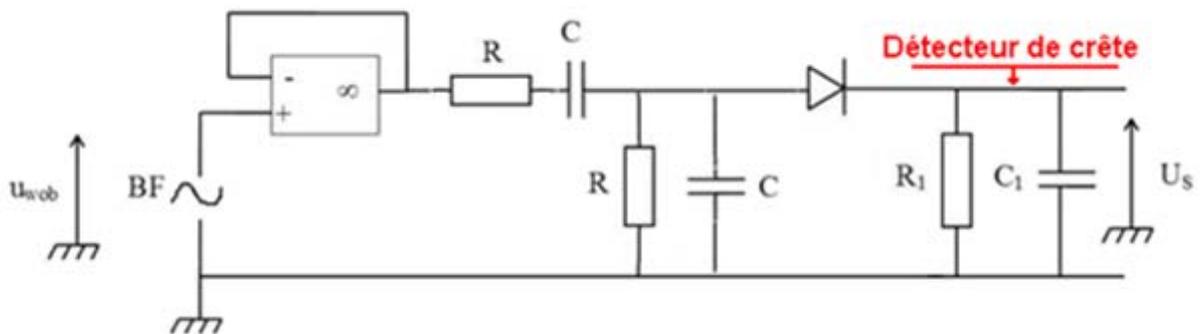
$$\varphi = - \arctan \frac{x - \frac{1}{x}}{3}$$

La courbe de réponse en phase passe le point ($X = 0, \varphi = 0$) et admet :

- en basse fréquence :
une asymptote horizontale $\varphi = \pi/2$.
- en haute fréquence :
une asymptote horizontale $\varphi = -\pi/2$.

Tracé automatique de la courbe de gain d'un filtre de Wien sur Synchronie 6 :

Le signal d'entrée du filtre de Wien du montage suivant est un signal modulé en fréquence (U_{wob}), de fréquence minimale 1000 Hz et de fréquence maximale 100 kHz. On utilise un montage suiveur entre le signal délivré par le GBF et le filtre de Wien afin de ne pas perturber le signal wobulé.



$R = 1 \text{ k}\Omega$; $C = 10 \text{ nF}$ ($F_0 = 15,9 \text{ kHz}$)

$R_1 = 100 \text{ k}\Omega$; $C_1 = 1 \mu\text{F}$

Réglages du GBF :

Fonction Balayage de Fréquence « SWEEP » du GBF :



Le balayage de fréquence entre 1000 Hz et 100 kHz est linéaire et varie en dents de scie. Le signal wobulé est obtenu à la sortie Main Out du GBF.

La période du balayage est fixée à 250 ms :



La fréquence du signal wobulé varie périodiquement en fonction du temps:

$$F(t) = 396000 t + 1000 \text{ (à } t=0, F=1000 \text{ Hz – à } t=250 \text{ ms, } F=100\text{kHz)}$$

La diode permet de supprimer l'alternance négative et le détecteur de crête permet de conserver l'enveloppe du signal en sortie du filtre RC :



On retrouve bien la réponse d'un filtre passe-bande.

Acquisition du signal Us sur Synchronie 6 :

Réglages des paramètres :

Réglage des paramètres

Entrées **Acquis** Courbes Fenêtre Sortie

Réglages

Points 1024

Moyenne 1

Courbes

Remplacer

Ajouter

Durée

Échantillon 244.1 µs

Totale 250 ms

Options

Mode permanent

Déclenchement

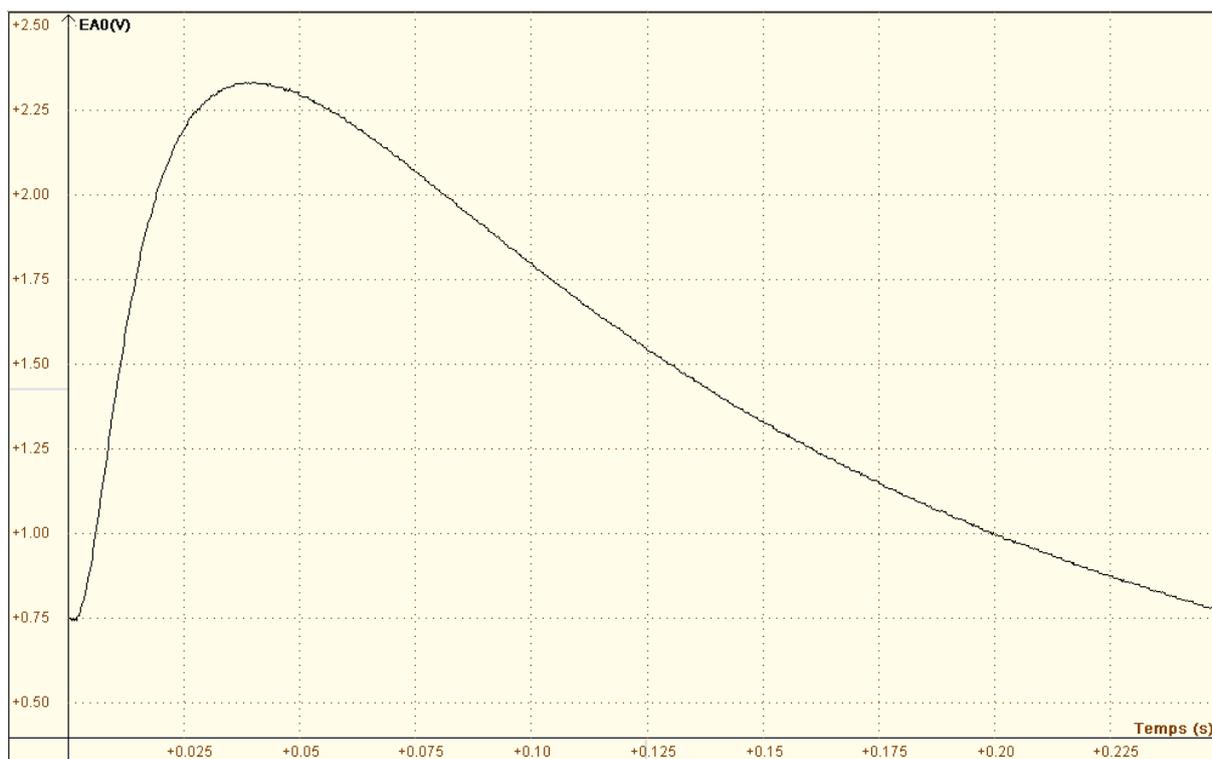
Source Entrée n° 0 [EAO]

Niveau 0.75 V

Condition Sens descendant

% pré trigger 0

Ok Annuler Essayer Aide



Calcul du gain en fonction de la fréquence :

On considère que l'amplitude du signal à l'entrée du filtre est constante et égale à 7 V.

FEUILLE DE CALCULS

Echier Edition Assistant Chercher Calculer Examiner Préférences Points Aide



$F=396000*T+1000$
 $G=20*LOG(EA0/7)$

FicheTableur

Echier Edition Variables Traitements Acquérir Recalculer Aide



F= 0

	T(s)	EA0(V)	F(Hz)	G(dB)
1	0	0.753 V	1.000 kHz	-19.37 dB
2	244.1 µs	0.748 V	1.097 kHz	-19.43 dB
3	488.2 µs	0.748 V	1.193 kHz	-19.43 dB
4	732.3 µs	0.743 V	1.290 kHz	-19.48 dB
5	976.4 µs	0.748 V	1.387 kHz	-19.43 dB
6	1.221 ms	0.743 V	1.483 kHz	-19.48 dB
7	1.465 ms	0.748 V	1.580 kHz	-19.43 dB
8	1.709 ms	0.743 V	1.677 kHz	-19.48 dB
9	1.953 ms	0.753 V	1.773 kHz	-19.37 dB
10	2.197 ms	0.758 V	1.870 kHz	-19.31 dB
11	2.441 ms	0.758 V	1.967 kHz	-19.31 dB
12	2.685 ms	0.773 V	2.063 kHz	-19.14 dB
13	2.929 ms	0.788 V	2.160 kHz	-18.97 dB
14	3.173 ms	0.798 V	2.257 kHz	-18.87 dB
15	3.417 ms	0.803 V	2.353 kHz	-18.81 dB
16	3.662 ms	0.823 V	2.450 kHz	-18.60 dB
17	3.906 ms	0.843 V	2.547 kHz	-18.39 dB
18	4.150 ms	0.862 V	2.643 kHz	-18.19 dB
19	4.394 ms	0.882 V	2.740 kHz	-17.99 dB
20	4.638 ms	0.892 V	2.837 kHz	-17.89 dB
21	4.882 ms	0.907 V	2.933 kHz	-17.75 dB
22	5.126 ms	0.927 V	3.030 kHz	-17.56 dB
23	5.370 ms	0.947 V	3.127 kHz	-17.37 dB
24	5.614 ms	0.972 V	3.223 kHz	-17.15 dB
25	5.858 ms	0.992 V	3.320 kHz	-16.97 dB

Représentation du gain en fonction de la fréquence :

Réglage des paramètres

Entrées Acquis Courbes Fenêtre Sortie

1 2

Abscisse

Nom F

Genre Logarithmique

Unité Hz

Échelle en abscisse

Calibrer sur MANUELLE

Minimum 126.41 Hz

Maximum 11.879 kHz

Échelle en ordonnée

Calibrer sur G

Minimum -22.5

Maximum 1.99

Ok Annuler Essayer Aide



La fréquence de résonance F_0 mesurée est proche de la valeur théorique.