

Telecom2 : TP7 Filtrage

II/Relevé manuel du diagramme de Bode d'un filtre RLC série

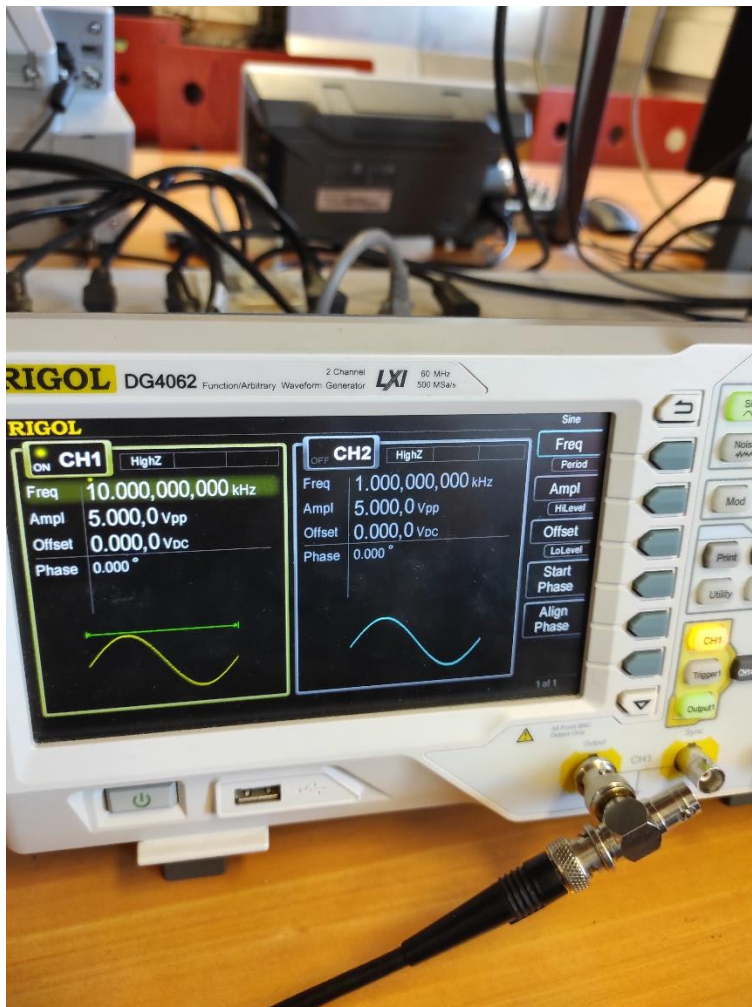
II.1/Préparation de l'expérience

Dans cette partie on réalise les expériences pour permettre de compléter le tableau vu en préparation et comparer les résultats théoriques et expérimentaux (pratiques).

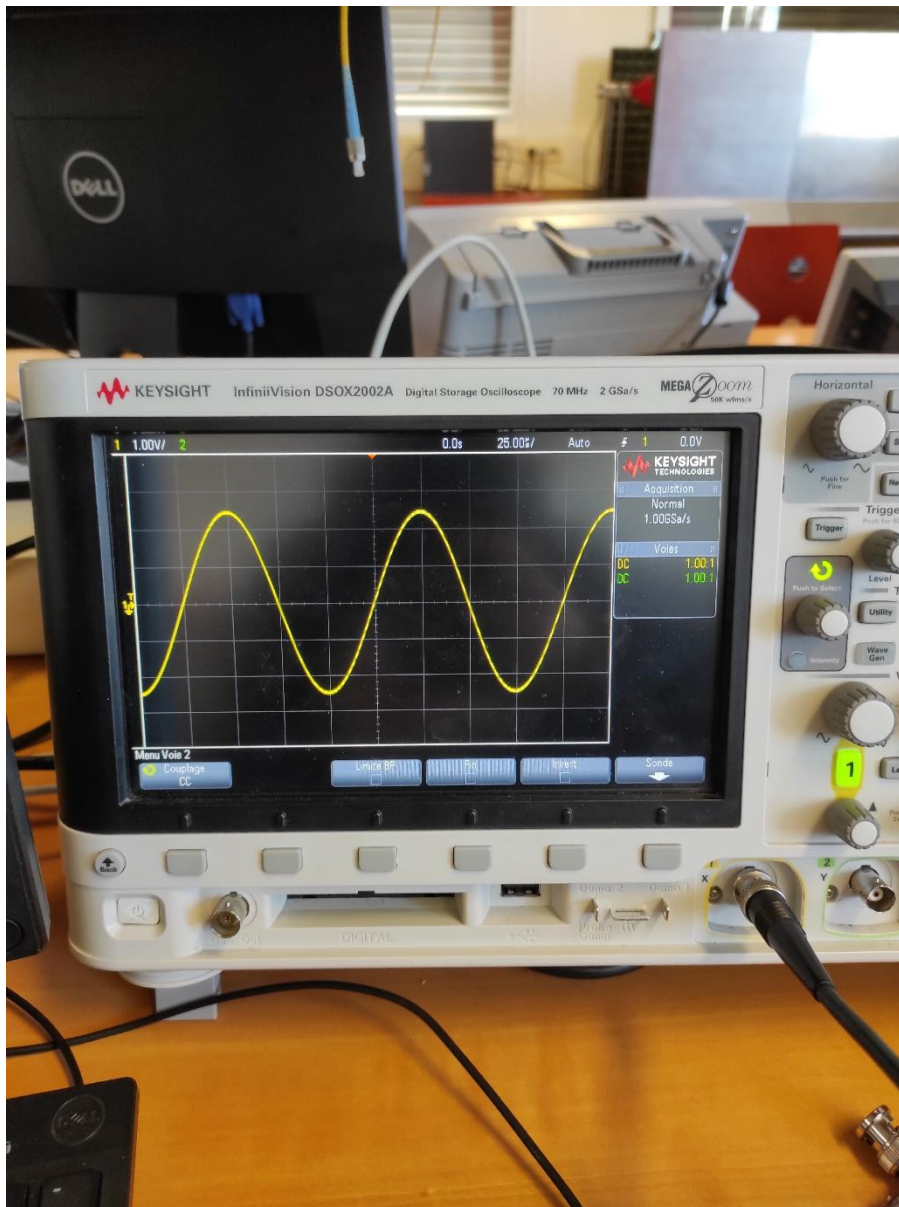
On doit donc utiliser à nouveau le tableau

II.1.a/Génération du signal d'entrée

Pour commencer on génère un Signal sinusoïdal $V_e(t)$ de fréquence $f_0 = 10\text{kHz}$, Amplitude Crête à crête (V_{cc}) = 5V. Donc l'équation du signal V_e ressemble à : $V_e(t) = 5\sin(2\pi \cdot 10000t)$. L'affichage du GBF ressemble à ça :



On vérifie à l'oscilloscope et on voit ça :



On Vérifie et on s'aperçoit que l'échelle verticale est réglé sur 1V/division et que l'amplitude crête – crête du signal est de 5 division donc $5\text{div} * 1\text{V/div} = 5\text{V}$, donc l'amplitude du signal est bien respectée. Maintenant on vérifie l'échelle horizontale : $25\mu\text{s/div}$ sachant qu'un motif est de 4 division donc $25\mu\text{s/div} * 4\text{div} = 100\mu\text{s}$. On rappelle que la période (T) est égale à un (1) sur la fréquence (f_0) donc $T_0 = 1/f_0 = 1/10\text{kHz} = 100\mu\text{s}$ donc c'est juste.

II.1.b/Câblage du circuit RLC

Dans cette partie on doit câbler le circuit RLC de figure 3, ressemblant à ceci :

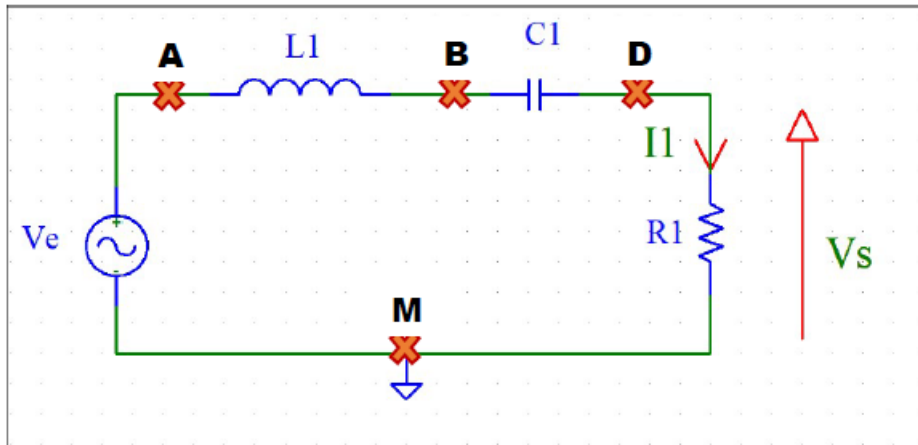
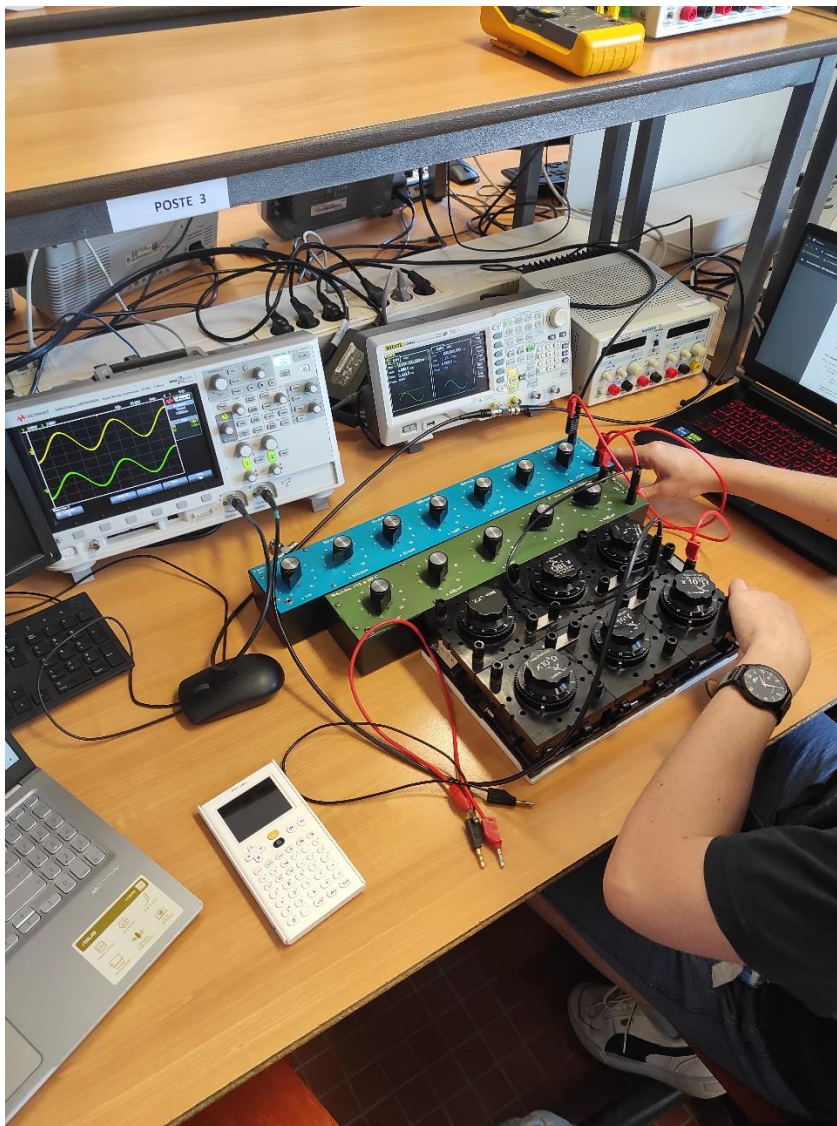


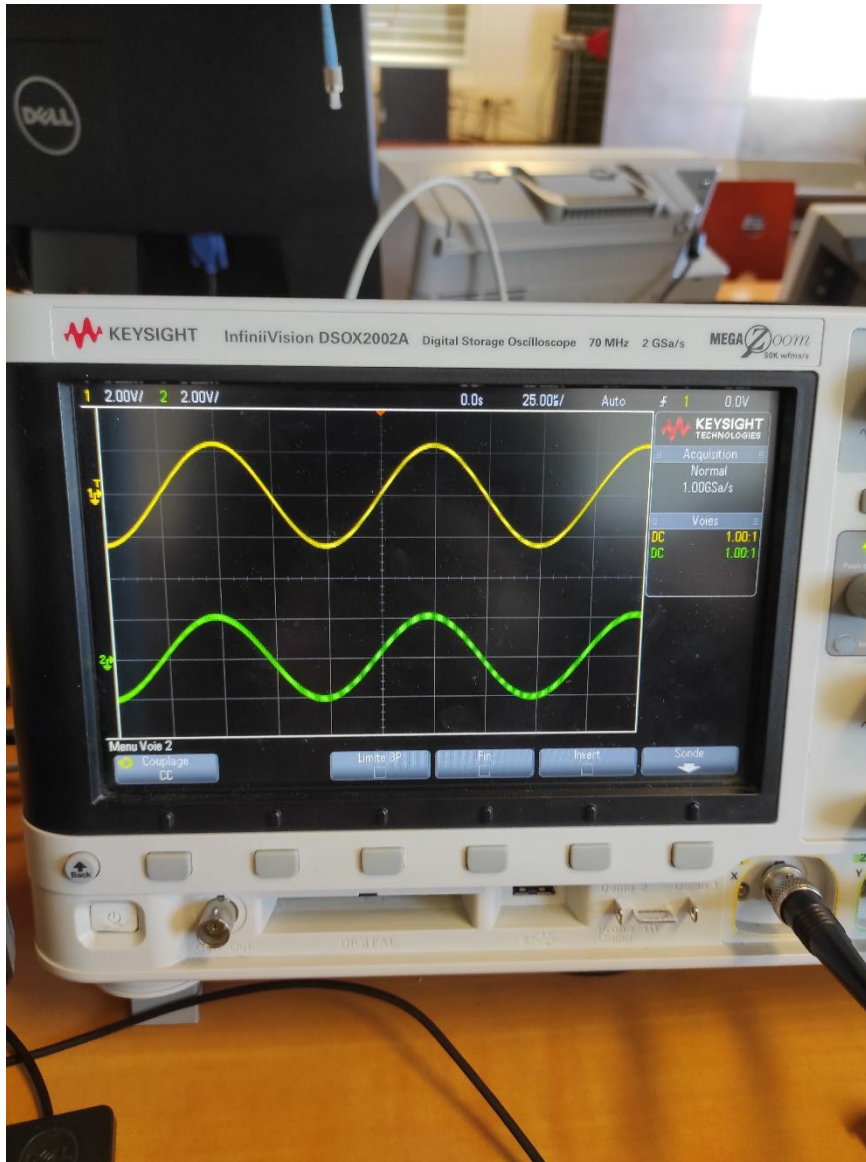
Figure 3 : filte passe-bande RLC

De plus le sujet nous informe de la valeur des différents éléments électronique : la résistance $R1$ (en ohm) vaut $1k\Omega$, le condensateur $C1$ (en farad) vaut $2.5nF$ et la bobine $L1$ (en Henry) vaut $0.1H$. Ainsi le montage physique réel ressemble à cela :



On vérifie la valeur de $R1$ et celle de $C1$ à l'aide du multimètre et on observe que les valeurs théorique et pratiques correspondent. Pour ce qui est de $L1$ nous ne disposons pas d'outils de mesure pour vérifier sa valeur.

On branche le signal $V_e(t)$, celui sortant directement du GBF, sur la voie 1, en jaune, de l'oscilloscope et le Signal $V_s(t)$, celui sortant de $R1$, sur la voie 2 de l'oscilloscope en vert, ainsi le rendu visuel ressemble à ça :



Suite à ce branchement on observe que V_s à la même fréquence que V_e , cependant son amplitude crête-à-crête a diminué à 4V. Maintenant on fait varier la fréquence f_0 entre 5 et 15kHz. Ainsi on peut voir que à 5kHz, l'amplitude de V_s est de $0,5V_{cc}$, à 6kHz c'est à $1V_{cc}$, à 7kHz : $1,12 V_{cc}$, à 8kHz : $1,5 V_{cc}$, à 9kHz : $2,75V_{cc}$, 10kHz : $4,5V_{cc}$, 11kHz : $3,5V_{cc}$, 12kHz : $2V_{cc}$, 13kHz : $1,75V_{cc}$, 15kHz : $1V_{cc}$.

Il s'agit bien d'un Filtre passe bande à 10kHz car plus on se rapproche de 10kHz, plus la tension de V_s augmente et inversement : plus on s'éloigne de 10kHz, plus la tension devient faible.

II.2/Réalisation et exploitation des mesures

II.2.a/Mesures et calcul du gain pour différentes fréquences

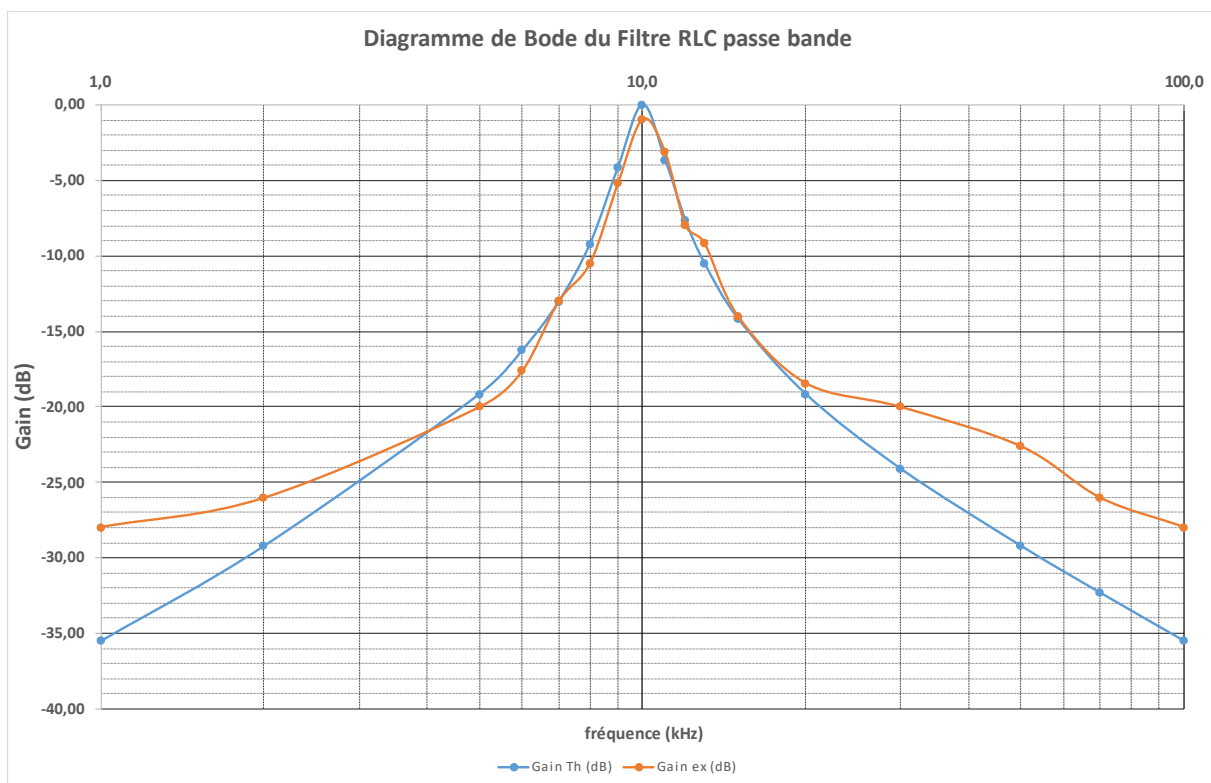
Dans cette partie on fait les mesures nécessaires pour pouvoir remplir les lignes « Relevés expérimentaux / Vepp » et « Relevés expérimentaux / Vspp ». Pour cela on refait la même manipulation faite précédemment et complète les lignes demandés avec les valeurs trouvées en plus de celle déjà calculées.

Vepp	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Vspp	0,20	0,25	0,50	0,66	1,12	1,50	2,75	4,50	3,50	2,00	1,75	1,00	0,60	0,50	0,37	0,25	0,20

Ensuite on programme les cellules « module ex » et « gain ex » sur le tableau donnée en préparation. Pour cela on rentre dans la case le signe « = » suivi du calcul que l'on souhaite faire. Dans le cas de « module ex », il s'agit d'une amplification : V_s/V_e et on « étire » le résultat sur toute la ligne. Pour la ligne « Gain » on rente un signe « = » suivi du de la formule « $20*\log(\text{mod})$ » ou mod est le résultat du module calculé précédemment.

Module ex =Vspp/Vepp	0,0400	0,0500	0,1000	0,1320	0,2240	0,3000	0,5500	0,9000	0,7000	0,4000	0,3500	0,2000	0,1200	0,1000	0,0740	0,0500	0,0400
Gain ex (dB)	-28,0	-26,0	-20,0	-17,6	-13,0	-10,5	-5,2	-0,9	-3,1	-8,0	-9,1	-14,0	-18,4	-20,0	-22,6	-26,0	-28,0

A cette étape nous devons comparer le diagramme de bode que l'on a obtenu grâce à la valeur du gain et celle de la fréquence

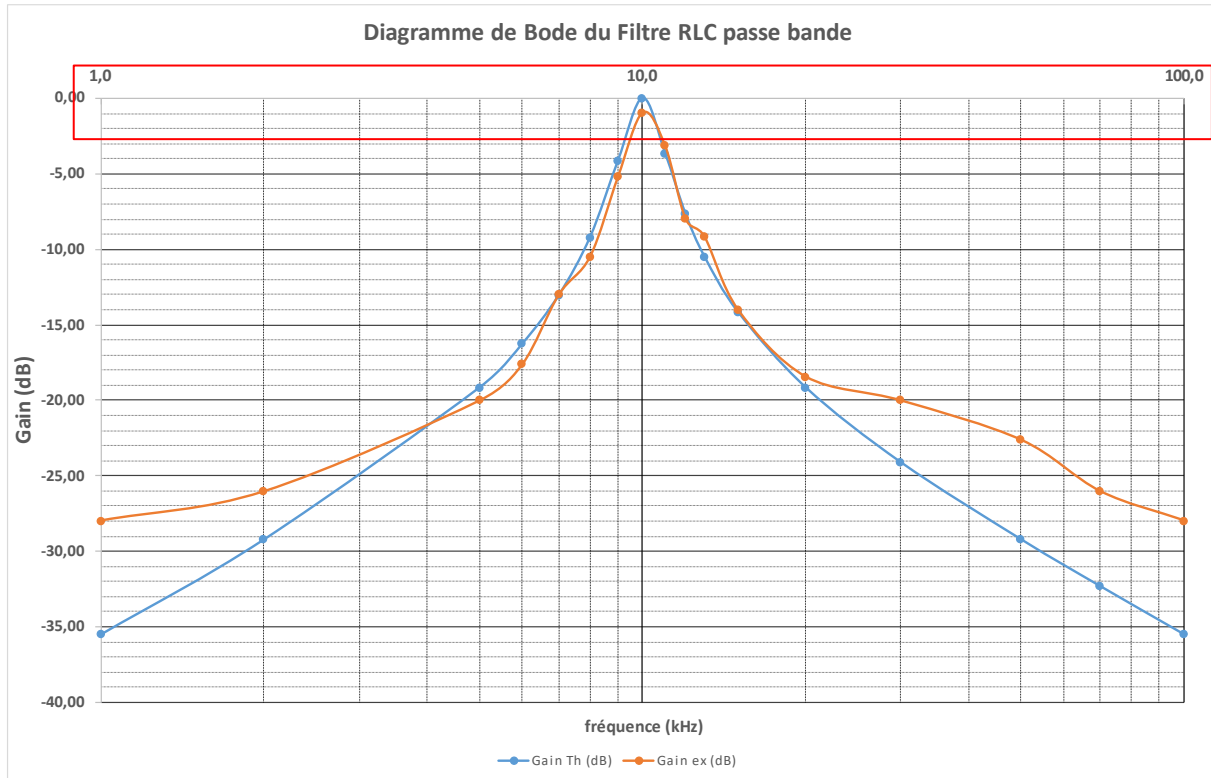


La ligne en bleu est le gain théorique tandis que celle en orange et celui que l'on a obtenu lors de la pratique. On peut en conclure que les valeurs sont presque similaire.

II.2.b / Exploitation du diagramme de Bode

Sur le diagramme de Bode expérimental on doit retrouver les informations suivantes : la fréquence centrale, la perte d'insertion et la fréquence basse (fb) et la fréquence haute (fb) d'atténuation à 3dB

Pour cela on cherche la fréquence sur le graphique ou le gain est le plus élevé :



Il se trouve qu'en théorie comme en pratique, la fréquence ou le gain est le plus élevé est 10kHz. **Donc la fréquence centrale est 10kHz.**

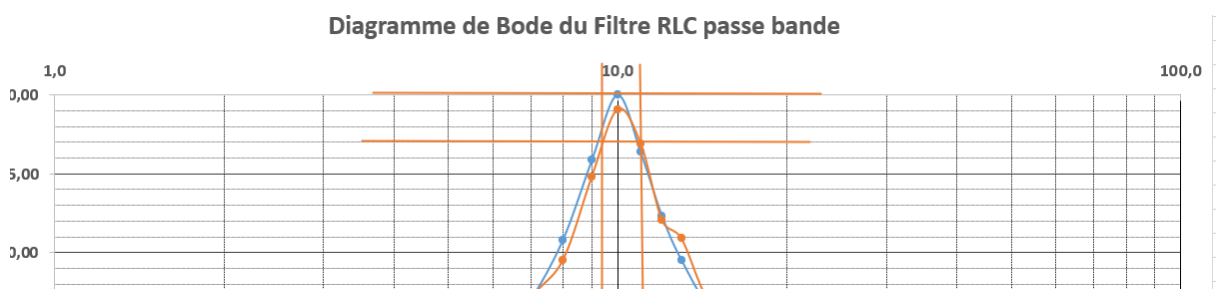
Maintenant on cherche la perte d'insertion, c'est-à-dire la différence de gain sur la fréquence centrale entre la théorie et la pratique. Pour cela on retourne sur le tableau

	10,0
	10000,0
	1,00E+00
16666666,67	0
	16666667
	0,00
	5,00
	4,50
	0,9000
	-0,9

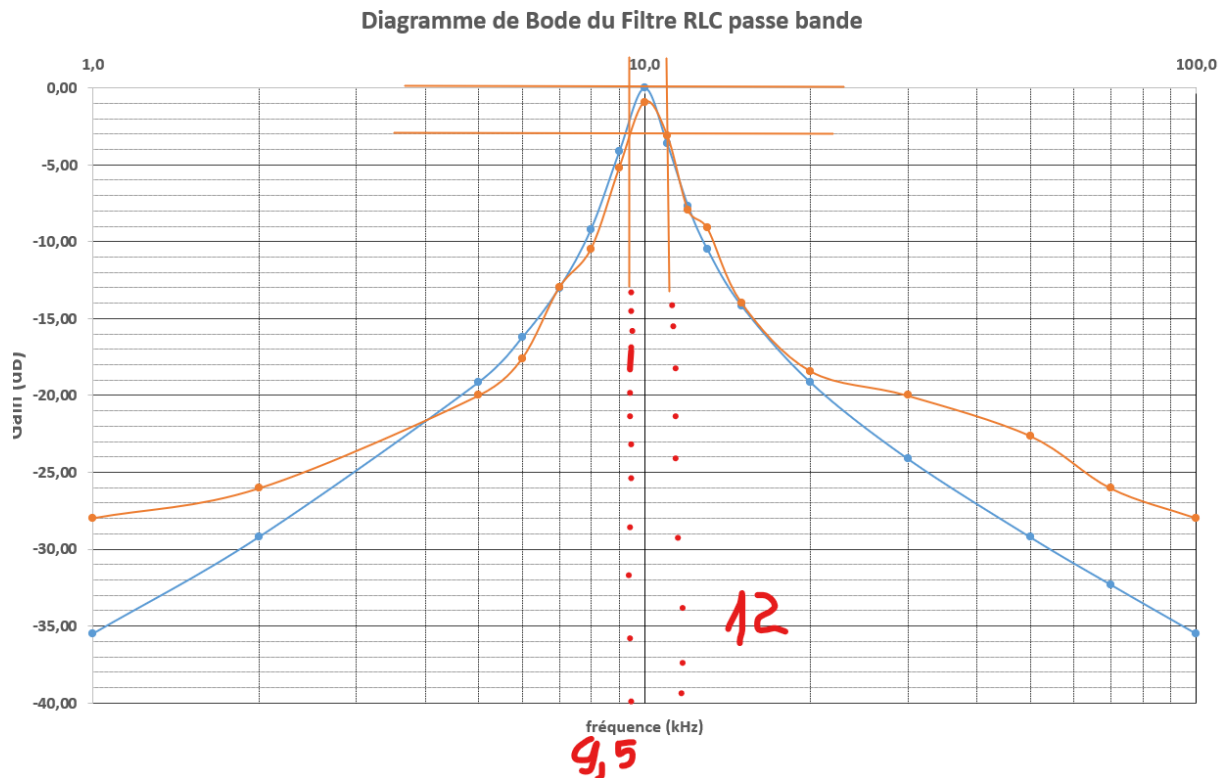
Il s'agit de toutes les informations du tableau à la fréquence de 10kHz, les cases qui nous intéressent sont celle qui a un fond bleu, qui est le gain théorique, et celle avec le fond rouge qui est le gain pratique. On calcule P_i (Perte Insertion) = $|G_{th} - G_p| = |0 - (-0,9)| = 0,9\text{dB}$. La perte d'insertion est de 0,9dB

On cherche maintenant les fréquences hautes et basses à -3dB.

Pour cela on place une droite horizontale au gain le plus haut du diagramme expérimental (dans notre cas -0,9dB) :



On descend de -3dB donc $-0,9 - 3\text{dB} = -3,9\text{dB}$ ou on place une seconde droite horizontale. Ensuite on place deux droites verticales à gauche et à droite de la fréquence centrale au point d'intersection de la représentation graphique du calcul et celle que l'on a faite. On cherche donc la fréquence correspondante



On conclue donc que la fréquence base $f(b) = 9.5\text{kHz}$ et la fréquence haute $f(h) = 12\text{kHz}$

On cherche maintenant la Bande passante -3db. On fait $f_h - f_b = 2,5\text{ kHz}$

On calcule maintenant la qualité de ce filtre. $Q = 1/R * \text{racine}(L/C) \approx 6$

Etant donné que la résistance la valeur de la bobine ainsi que celle du condensateur sont les même en théorie qu'en pratique, la valeur de la qualité de filtre est la même.

III / Relevé automatique du diagramme de Bode d'un circuit RLC

Dans cette partie on cherche à obtenir le tracé expérimental du diagramme de bode mais d'une façon plus rapide.

III.1 / Etude spectrale du filtre à une fréquence donnée

On va essayer ici de retrouver les résultats de la mesure du gain de ce filtre avec une méthode différente. Pour une fréquence donnée, on va relever le spectre du signal en entrée puis en sortie du filtre. L'écart entre ces valeurs en DBV sera égal au gain du filtre à la fréquence d'étude.

III.1.a / Caractérisation du signal en entrée du filtre

On commence par régler un signal sinusoïdal $V_e(t)$ de fréquence $f_1 = 15\text{kHz}$, d'amplitude crête à crête 5V. Donc son équation de droite ressemble à : $V_e(t) = 5\sin(2\pi \cdot 15000t)$

On observe le spectre de ce signal à l'aide de la fonction FFT (Fast Fourier Transform) sur l'oscilloscope. Pour cela on clique sur « Fonction » on choisi la voie du signal V_e (voie 1 si pas

de changement entre temps) et on laisse l'opérateur sur FFT (ou on change sur FFT si il n'y est pas resté par défaut).

L'amplitude relevée de V_e en dBV est $V_e(\text{dBV}) : 5\text{dBV}$. Ce résultat est juste car $V_{ep} = 20 \cdot \log(V_{ep}/2/\text{racine}(2)) \approx 5\text{dBV}$.

III.1.b / Caractérisation du signal en sortie du filtre

L'amplitude de $V_s(\text{dBV}) : -10\text{dBV}$. Le gain que l'on calcule est $\text{Gain}(f_1 : 15\text{kHz}) = v_s/v_e = 0.17$

On le convertit en dBV : $\text{Gain}(\text{dBV}) = -14,9$

Sur diagramme de bode : -14dBV

Donc les résultats sont à peu près similaires

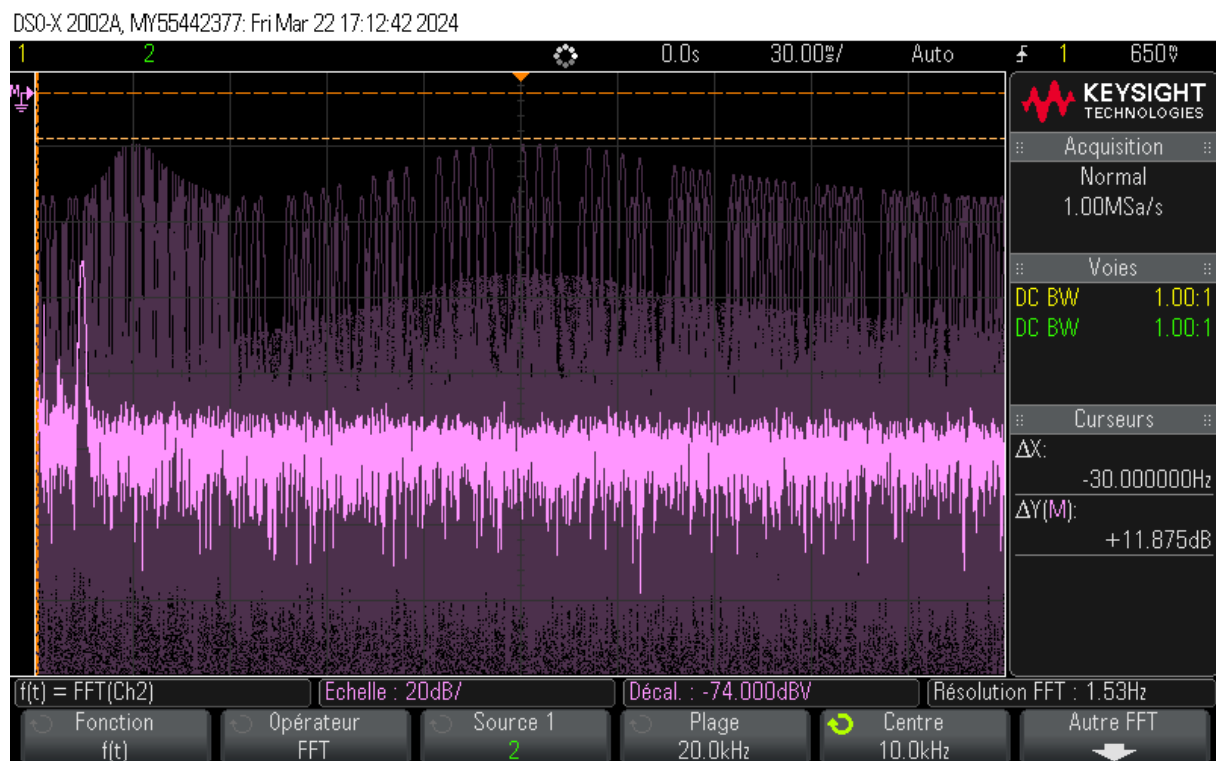
III.2 / Réalisation du balayage en fréquence

On refait la même chose dans l'idée de faire à toute les fréquences avec un générateur capable de faire varier sa fréquence de sortie.

III.2.a / Observation du signal d'entrée

Pour faire varier la fréquence du générateur on cherche et on utilise la fonction de balayage automatique : Documentation « sweep »

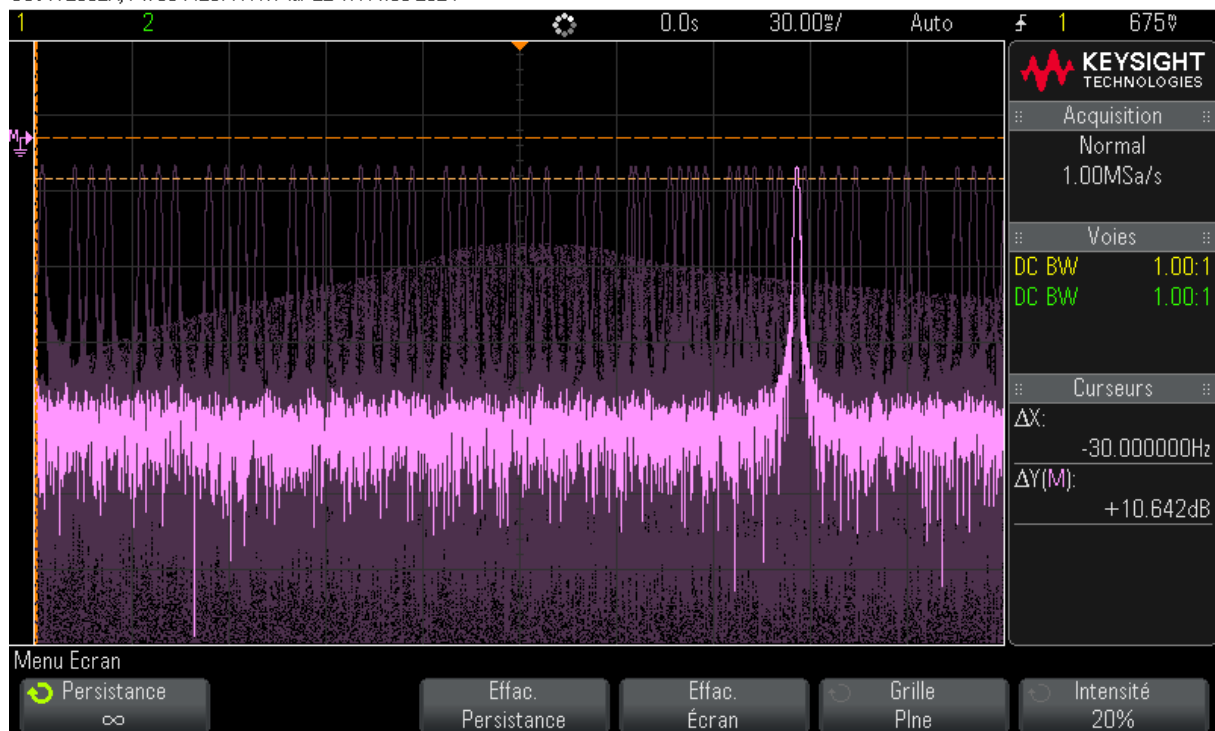
On rentre les paramètres suivantes : Balayage linéaire, Fréq deb : 100Hz, F fin : 20kHz, durée balayage : 30s, on active le module FFT et la fonction Persistance infinie : display, bouton à gauche, persistance infinie.



Nous allons utiliser ce spectre comme référence.

III.2.b / Réalisation du relevé du spectre du signal en sortie du filtre

DSO-X 2002A, MY55442377: Fri Mar 22 17:11:05 2024



On applique le signal directement au Filtre

Les fréquences se rapprochant de 15kHz ont un gain positif.

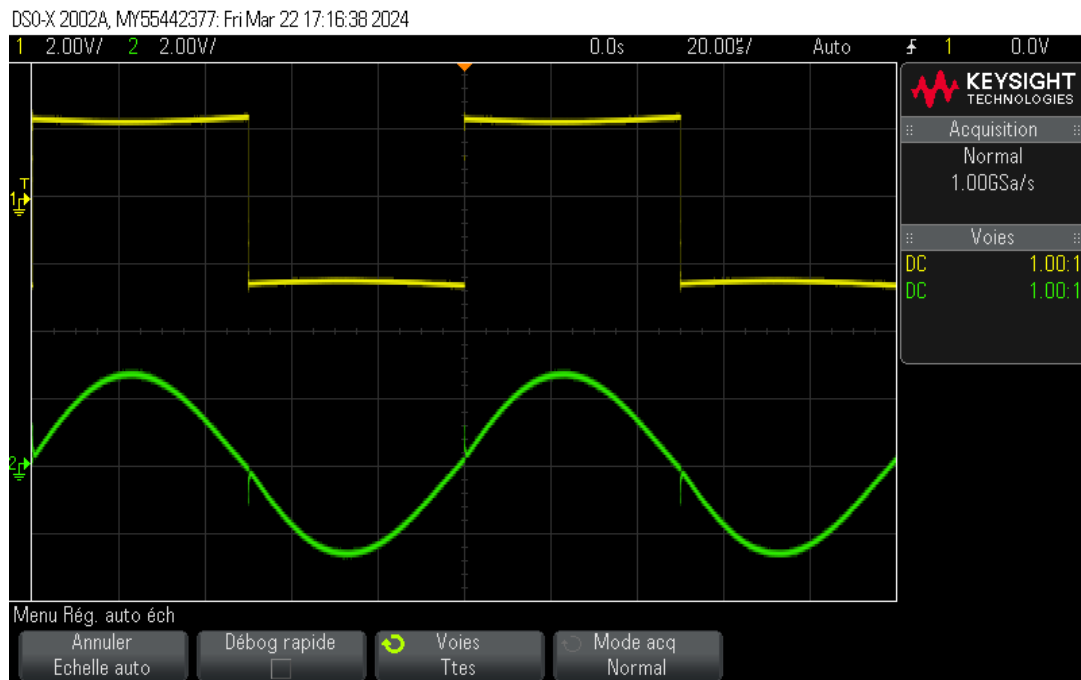
IV / Application : filtrage d'un signal carré

On va maintenant utiliser ce filtre pour essayer de ne pas conserver que le fondamental d'un signal carré 0-5V de fréquence $f_0 = 10\text{kHz}$

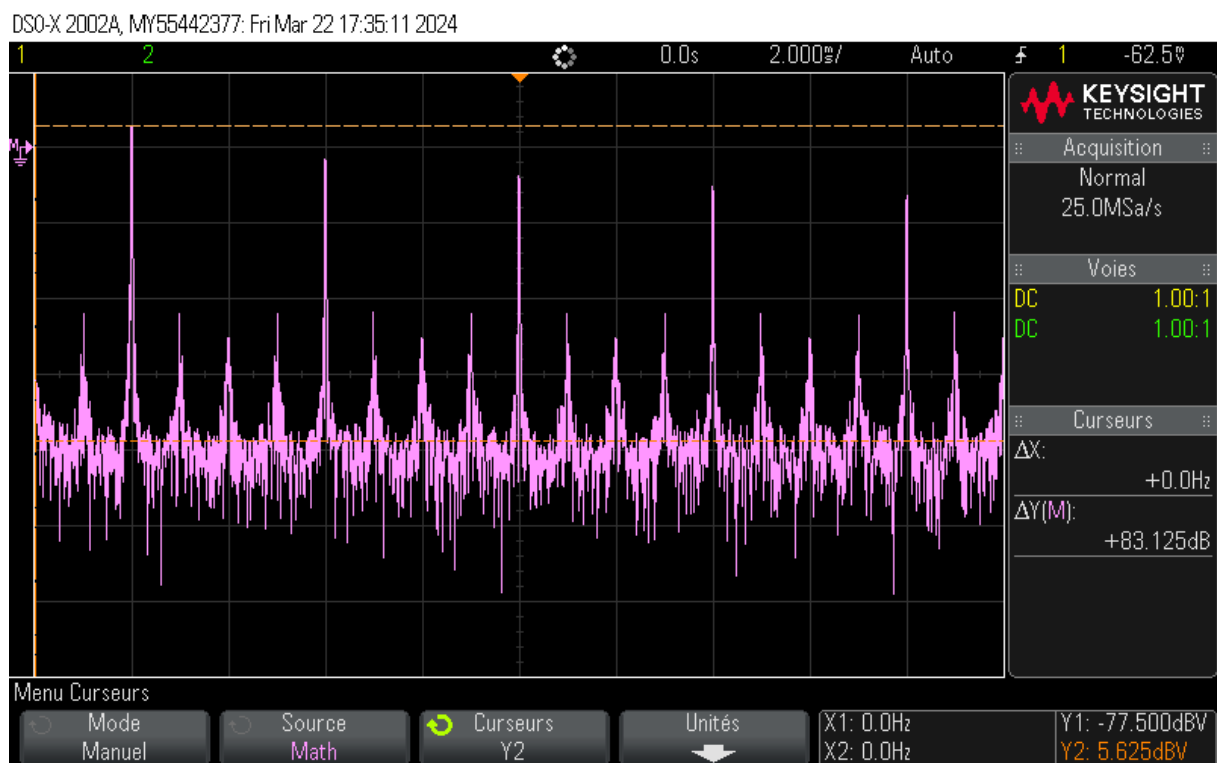
IV.1 / Caractérisation du signal carré

On règle le signal avec les paramètres suivant : 0-5V, signal carré, $f_0 = 10\text{kHz}$

On regarde maintenant dans l'oscilloscope si le rendu est juste. Rappel : $T_0 = 1/f_0 = 1 / 10\text{kHz} = 100\mu\text{s}$



On voit que l'amplitude de 5V est respecté de plus le temporel est respecté car : le motif prend 5 division et que l'échelle horizontale est de 20μs/div donc $5 \times 20 = 100\mu s$ donc c'est juste.



Différence notable entre 0kHz théorique et 0kHz expérimental

On met les résultat dans la cases « Signal carré / Relevé expérimental / Amplitude (dBVeff) »

Signal Carré	Valeurs théoriques	Amplitude (V)	2,50	3,18	1,06	0,64
		Valeur efficace (V)	1,77	2,25	0,75	0,45
		Amplitude (dBVeff)	4,95	7,05	-2,50	-6,93
	Relevé expérimental	Amplitude (dBVeff)	-60	5,62	-3,75	-7,5

IV.1.a / Etude du filtre

Déjà paramétré en préparation

IV.1.b / Etude du signal en sortie du filtre.

On remplit la case « Filtre /Relevé expérimental / Gain ex (dB) » si cela n'a pas été fait en préparation ce qui n'est pas mon cas

Filtre	Valeurs théoriques	Gain Th (dBVeff)	-infini	0,00	-24,10	-29,19
	Relevé expérimental (cf. Diagramme de Bode)	Gain ex (dB)	-infini	-0,92	-20,00	-22,62