APP1
Cours de restructuration 1 – Réponses aux questions

Maxime Besacier - Sylvain Toru

E2i4 – S7

2021-2022

POLYTECH GRENOBLE

Quel ordre utiliser pour notre filtre : 2 ou 4 ?

Précision sur les documents partagés : Largeur de la bande relative B (2 explications différentes selon le document).

Précision sur la différence entre le f_Notch et F_0

Comment choisir d’utiliser un butterworth ou un bessel sur le MF10 ? En réglant fa et fp ?

Comment régler fa et fp sur le MF10 ?

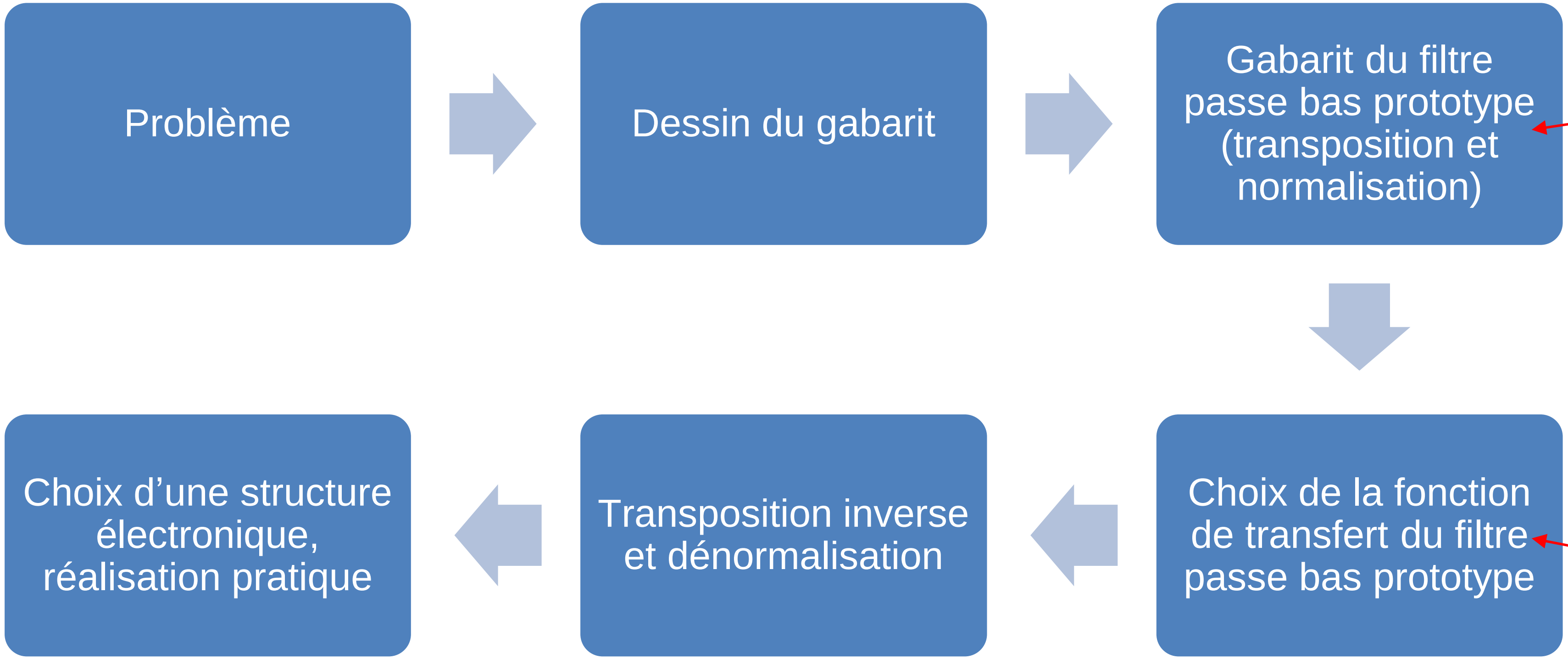
Comment est-ce possible que n'importe quel filtre puisse être équivalent qu'un passe-base ?

Quelle est la différence entre H_{on} et H_{obp}?

Sachant que R_3 avec laquelle on va modifier Q est présente dans Hobp, est-ce que modifier Q va poser un problème de dimensionnement

Synthèse d’un filtre analogique

- Pour réaliser la synthèse complète d’un filtre analogique, il faut suivre la démarche suivante de manière quasi systématique et on arrivera à un résultat respectant le cahier des charges :

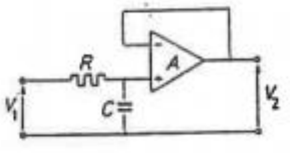
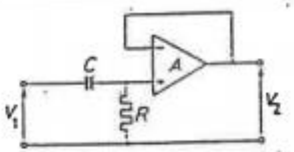
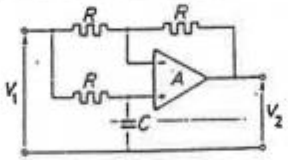


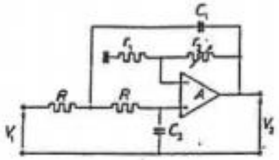
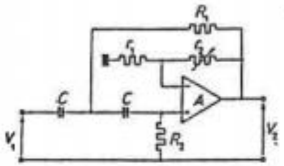
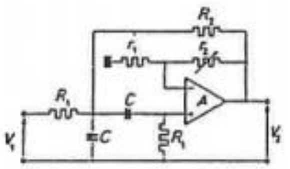
On transforme la synthèse de n’importe quel filtre en celle d’un filtre passe bas de pulsation de coupure $\omega_p = 1\, rad/s$

En fonction du cahier des charges, il existe différentes fonctions de transfert (ou fonctions d’approximation) : Butterworth, Tchebychev…

Structures de filtres analogiques

- On trouve dans la littérature différentes structures électroniques pour réaliser des filtres. Par exemple, pour des filtres actifs, la structure de Sallen-Key est très utilisée :

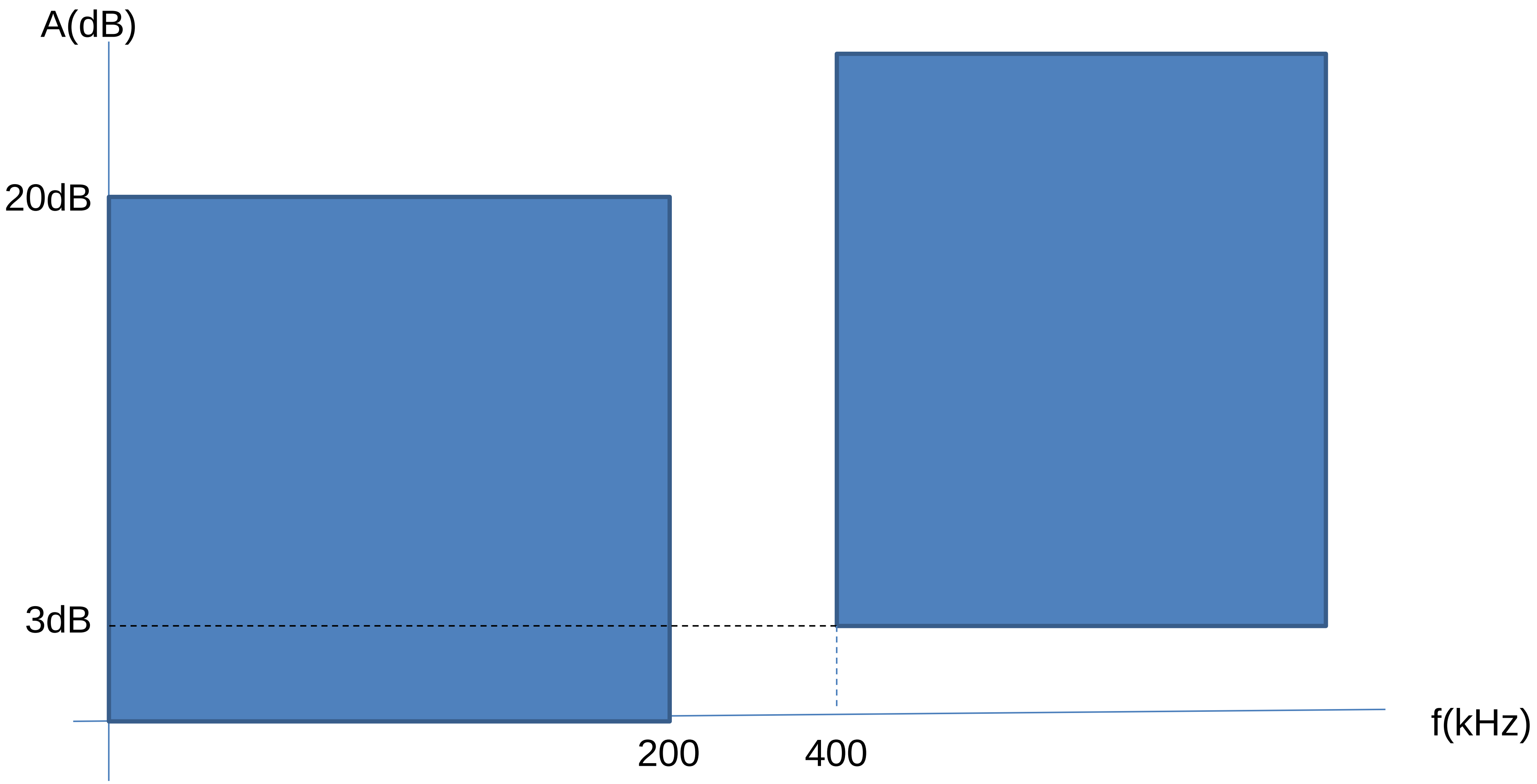
Schéma de la cellule $(n+1)/2$	Fonction de transfert	Paramètres
 ⓐ passe-bas	$\frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{RCp + 1}$	$RC\omega_0 = 1$
 ⓑ passe-haut	$\frac{V_2}{V_1} = \frac{RCp}{RCp + 1}$	$RC\omega_0 = 1$
 ⓒ passe-tout	$\frac{V_2}{V_1} = \frac{1 - RCp}{1 + RCp}$	$RC\omega_0 = 1$

Schémas	Fonction de transfert	Paramètres
 ⓐ passe-bas	$\frac{V_2}{V_1} = \frac{1 + \alpha}{R^2 C_1 C_2 p^2 + Rp(2C_2 - \alpha C_1) + 1}$	$R^2 C_1 C_2 \omega_0^2 = 1$ $\alpha = \frac{r_2}{r_1}$ $Q = \frac{\sqrt{C_1 C_2}}{2C_2 - \alpha C_1}$ Si $r_2 = \alpha = 0$: $C_1 = 4Q^2 C_2$
 ⓑ passe-haut	$\frac{V_2}{V_1} = \frac{R_1 R_2 C^2 (1 + \alpha) p^2}{R_1 R_2 C^2 p^2 + Cp(2R_1 - \alpha R_2) + 1}$	$R_1 R_2 C^2 \omega_0^2 = 1$ $\alpha = \frac{r_2}{r_1}$ $Q = \frac{\sqrt{R_1 R_2}}{2R_1 - \alpha R_2}$ Si $r_2 = \alpha = 0$: $R_1 = R_2/4Q^2$
 ⓒ passe-bande	$\frac{V_2}{V_1} = \frac{(1 + \alpha) R_2 Cp}{R_1 R_2 C^2 p^2 + Cp(3R_2 - \alpha R_1) + 1 + \frac{R_2}{R_1}}$	$R_1 R_2 C^2 \omega_0^2 = 1 + \frac{R_2}{R_1}$ $\alpha = \frac{r_2}{r_1}$ $Q = \frac{\sqrt{R_2 (R_1 + R_2)}}{3R_2 - \alpha R_1}$ Si $r_2 = \alpha = 0$: $R_1 = (9Q^2 - 1) R_2$

Un signal de fréquence fondamentale 100kHz a des harmoniques pairs à 200 et 400kHz. Réaliser un filtre ayant une réponse aussi plate que possible dans la bande passante permettant de conserver uniquement les harmoniques 2 et 4 et d’atténuer le fondamental d’au moins 20dB.

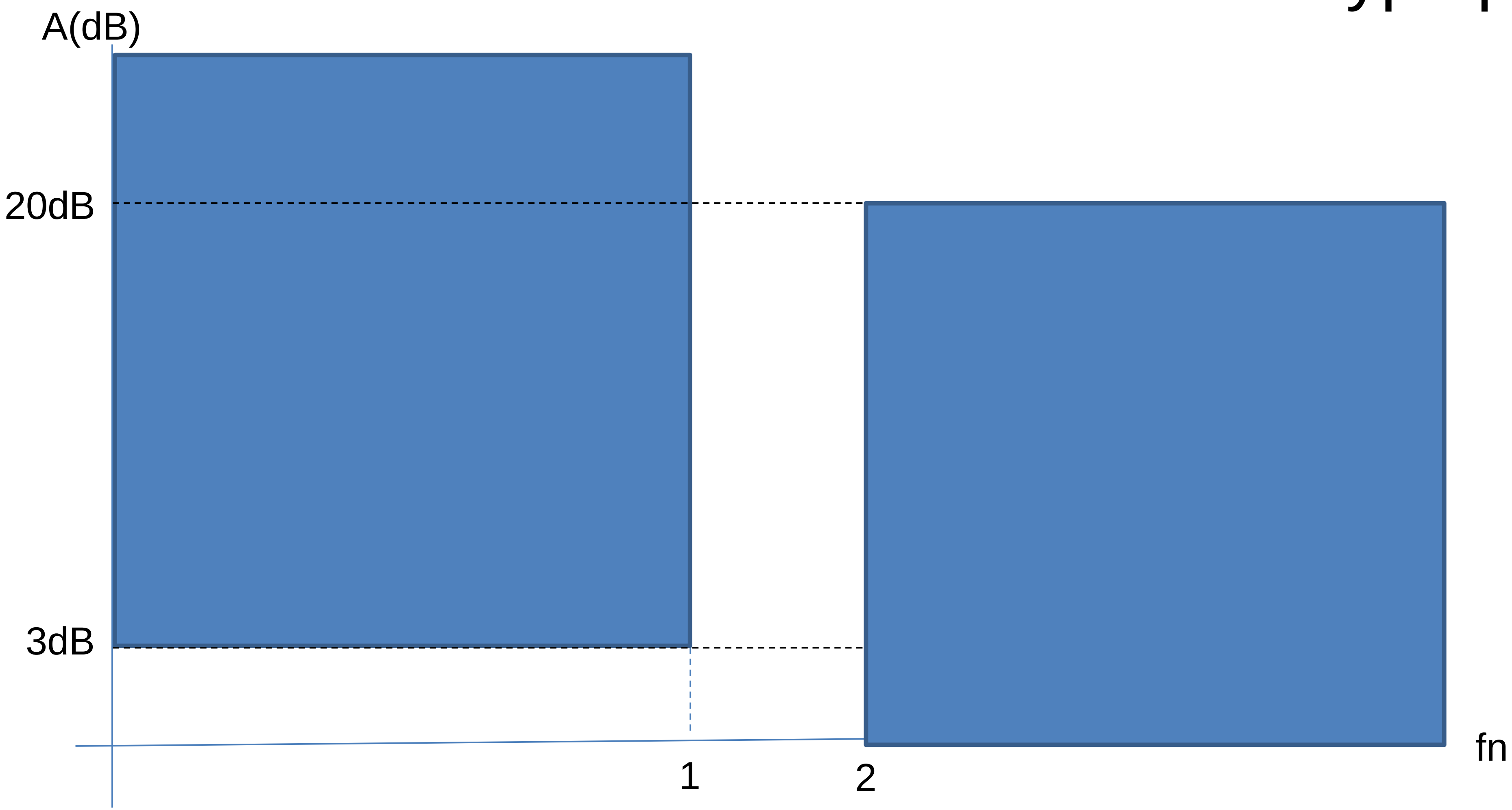
Dessiner le gabarit
Déterminer le nombre de cellules nécessaires ainsi que la valeur des composants.

Gabarit



Atténuation max: 20dB
Atténuation BP: 3dB
Selectivité: k = 200/400 = 0,5

Gabarit normalisé type passe-bas



Ordre	$1/F_n(p)$
1	$1+p$
2	$1+1{,}414p+p^2$
3	$(1+p)(1+p+p^2)$
4	$(1+0{,}765p+p^2)(1+1{,}848p+p^2)$
5	$(1+p)(1+0{,}618p+p^2)(1+1{,}618p+p^2)$
6	$(1+0{,}5176p+p^2)(1+1{,}4142p+p^2)(1+1{,}9319p+p^2)$

Type de filtre : Butterworth (réponse plate dans la bande passante)

Lecture des abaques:

Ordre 4 nécessaire.

La fonction de transfert normalisée type passe bas s'écrit donc

$$F(p) = \frac{1}{1+1{,}8477p+p^2} \cdot \frac{1}{1+0{,}7653p+p^2}$$

Pour dénormaliser il faut repasser dans l'espace réel des fréquences:

$$p_n \to \frac{p}{\omega_0}$$

On passe d'une fonction de transfert de type passe-bas à passe-haut par l'opération:

$$p \to \frac{\omega_0^2}{p}$$

On peut regrouper ces 2 opérations:

$$p_n \to \frac{\omega_0}{p}$$

Comment calculer la sélectivité ?

- Le calcul de la sélectivité dépend du type de filtre

Type de filtre	Sélectivité
Passe bas	$k = \frac{\omega_p}{\omega_a}$
Passe haut	$k = \frac{\omega_a}{\omega_p}$
Passe bande	$k = \frac{\omega_p^+ - \omega_p^-}{\omega_a^+ - \omega_a^-}$
Coupe bande	$k = \frac{\omega_a^+ - \omega_a^-}{\omega_p^+ - \omega_p^-}$