

Exercices Corrigés

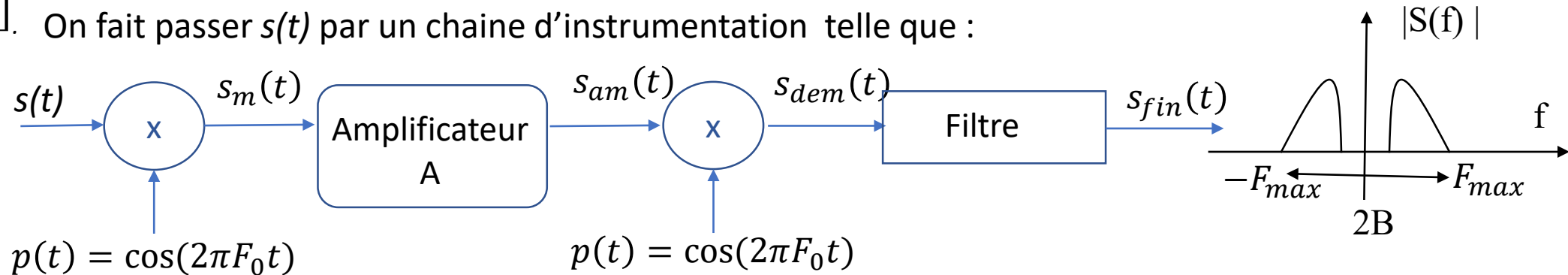
MSS 3

1A NRJ & ISN

Partie 3: Modulation

Exercice 3.1

Soit un signal réel $s(t)$ à énergie finie qui a pour transformée de Fourier $S(f)$ et pour largeur de bande B effective $[0, F_{max}]$. On fait passer $s(t)$ par un chaîne d'instrumentation telle que :



$$F_0 \gg F_{max}$$

$$AN : F_{max} = F_c = 100\text{Hz}; F_0 = 1\text{KHz}; A = 100;$$

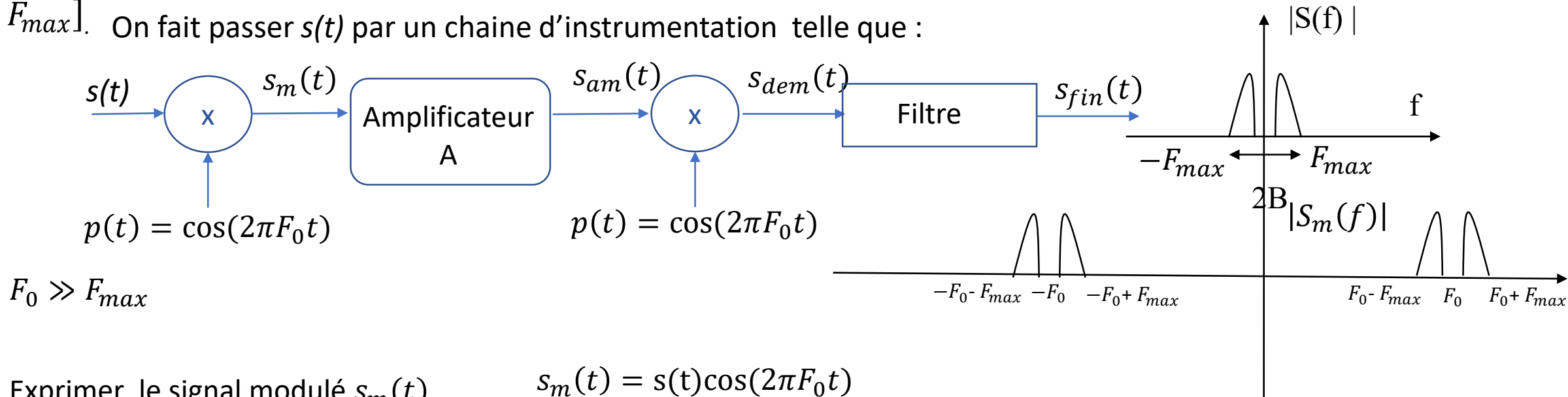
1. Exprimer le signal modulé $s_m(t)$
2. Exprimer la transformée de Fourier $S_m(f)$ de $s_m(t)$ en fonction de $S(f)$ et F_0 représenter cette transformée de Fourier
3. Exprimer la transformée de Fourier $S_{dem}(f)$ de $s_{dem}(t)$ en fonction de $S(f)$ et F_0 représenter cette transformée de Fourier
4. Quelles sont les caractéristiques du filtre de fin de chaîne pour récupérer un signal de sortie tel que $s_{fin}(t) \approx \alpha s(t)$

Partie 3: Modulation

Exercice 3.1

Exercice corrigé 3.1

Soit un signal réel $s(t)$ à énergie finie qui a pour transformée de Fourier $S(f)$ et pour largeur de bande B effective $[0, F_{max}]$. On fait passer $s(t)$ par une chaîne d'instrumentation telle que :



$$F_0 \gg F_{max}$$

1. Exprimer le signal modulé $s_m(t)$
2. Exprimer la transformée de Fourier $S_m(f)$ de $s_m(t)$ en fonction de $S(f)$ et F_0 représenter cette transformée de Fourier

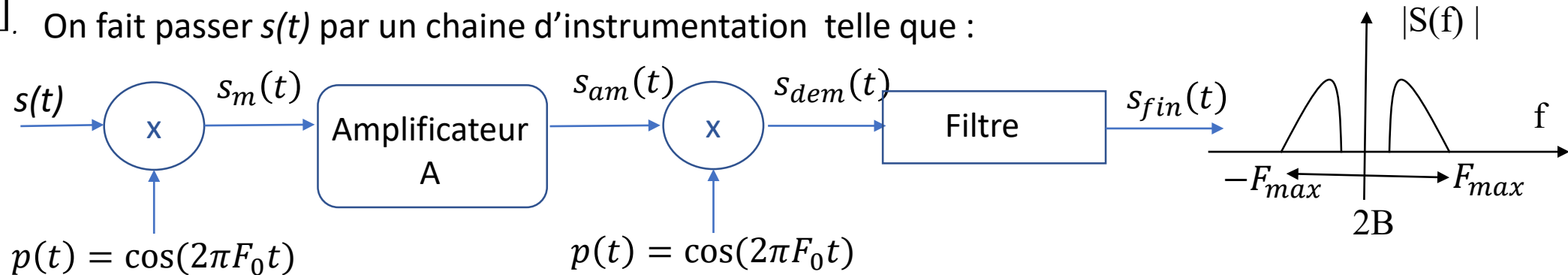
$$\begin{aligned}
 S_m(f) &= \int_{-\infty}^{+\infty} s_m(t) e^{-j2\pi f t} dt = \int_{-\infty}^{+\infty} s(t) \cos(2\pi F_0 t) e^{-j2\pi f t} dt = \frac{1}{2} \int_{-\infty}^{+\infty} s(t) e^{-j2\pi(f-F_0)t} dt + \frac{1}{2} \int_{-\infty}^{+\infty} s(t) e^{-j2\pi(f+F_0)t} dt \\
 S_m(f) &= \frac{1}{2} S(f - F_0) + \frac{1}{2} S(f + F_0)
 \end{aligned}$$

Partie 3: Modulation

Exercice 3.1

Exercice corrigé 3.1

Soit un signal réel $s(t)$ à énergie finie qui a pour transformée de Fourier $S(f)$ et pour largeur de bande B effective $[0, F_{max}]$. On fait passer $s(t)$ par une chaîne d'instrumentation telle que :



$$F_0 \gg F_{max}$$

3. Exprimer la transformée de Fourier $S_{dem}(f)$ de $s_{dem}(t)$ en fonction de $S(f)$ et F_0 et représenter cette transformée de Fourier

$$|s_{dem}(t)| = A s(t) \cos^2(2\pi F_0 t) = \frac{A}{2} s(t) (1 + \cos(4\pi F_0 t))$$

$$|s_{dem}(f)| = A s(t) \cos^2(2\pi F_0 t) = \frac{A}{2} S(f) + \frac{A}{4} S(f - 2F_0) + \frac{A}{4} S(f + 2F_0)$$

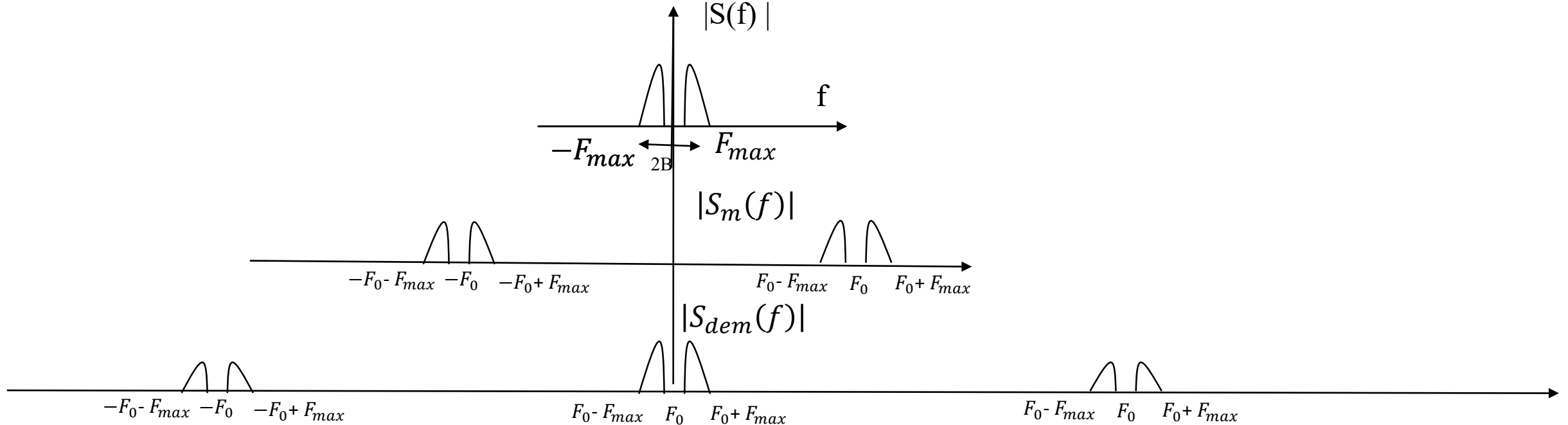
Partie 3: Modulation

Exercice 3.1

Exercice corrigé 3.1

Soit un signal réel $s(t)$ à énergie finie qui a pour transformée de Fourier $S(f)$ et pour largeur de bande B effective $[0, F_{max}]$. On fait passer $s(t)$ par un chaîne d'instrumentation telle que :

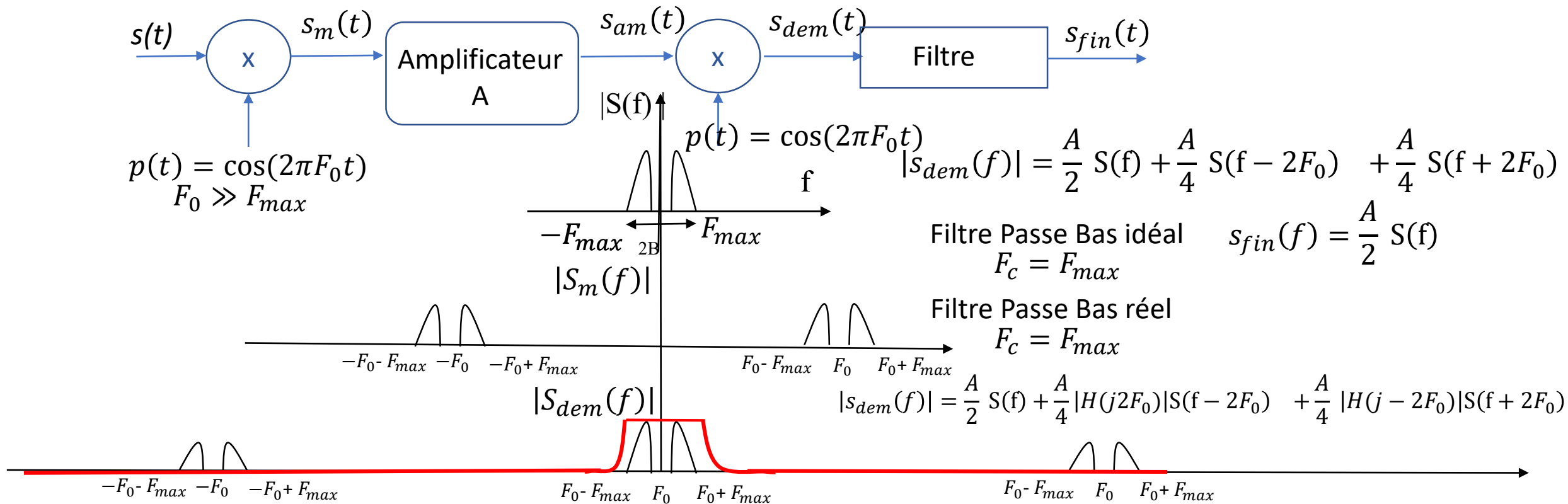
$$|s_{dem}(f)| = A s(t) \cos^2(2\pi F_0 t) = \frac{A}{2} S(f) + \frac{A}{4} S(f - 2F_0) + \frac{A}{4} S(f + 2F_0)$$



Partie 3: Modulation

Exercice 3.1

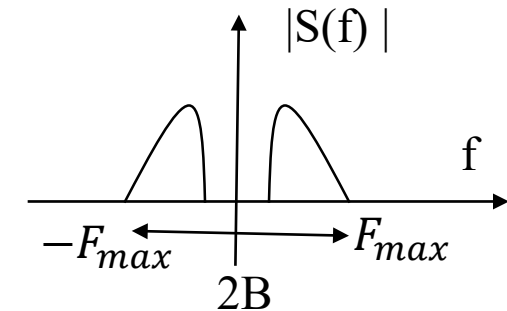
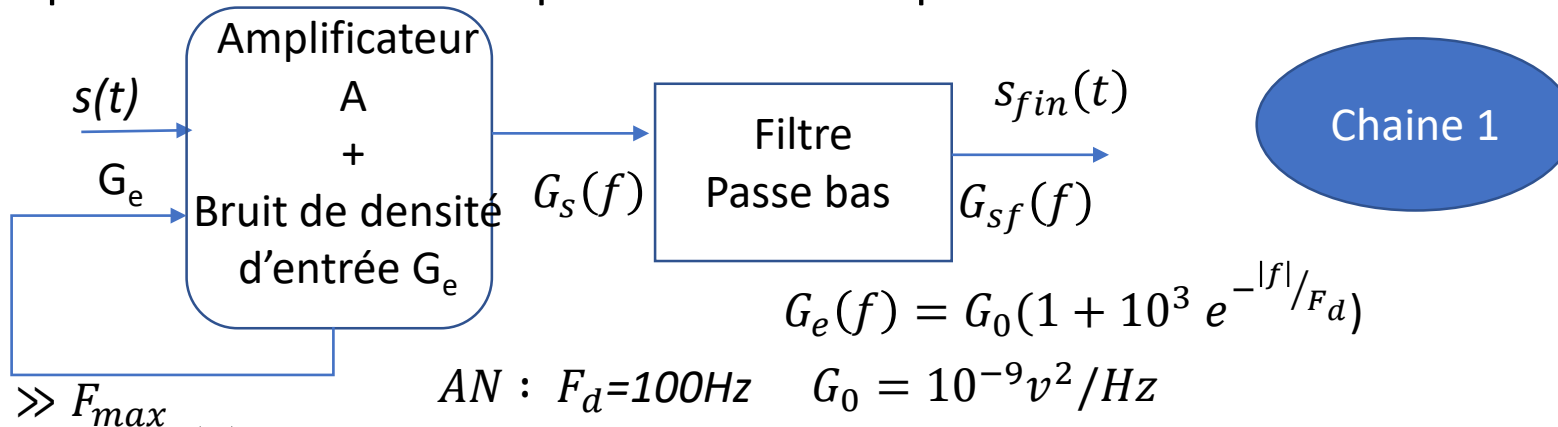
4. Quelles sont les caractéristiques du filtre de fin de chaîne pour récupérer un signal de sortie tel que $s_{fin}(t) \approx \alpha s(t)$



Partie 3: Modulation

Exercice 3.2

Dans l'exercice précédent, la modulation du signal n'apporte aucun intérêt ! Par contre si l'amplificateur génère son propre bruit additif telle que la densité de puissance de bruit d'entrée G_e

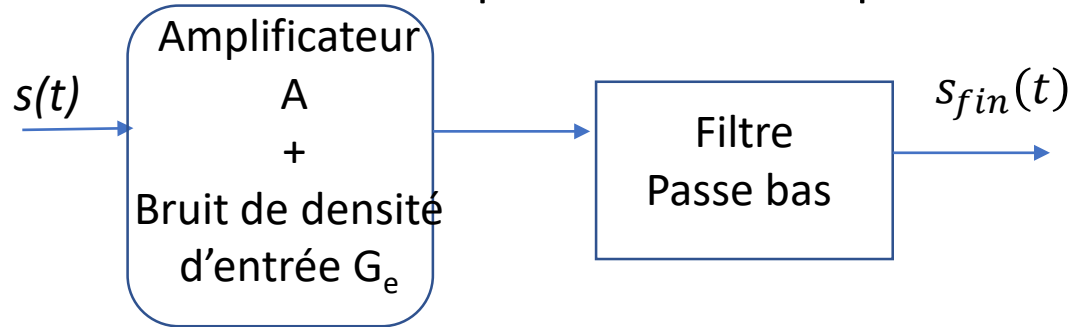


1. Exprimer $G_s(f)$ en sortie de l'amplificateur sans modulation au préalable
2. Représenter la densité spectrale de puissance en sortie de la chaine ci-dessus si le filtre passe bas finale est idéal de gain 1 dans la bande passante et 0 dans la bande coupée et de fréquence de coupe F_{max}
3. Exprimer la puissance de bruit en sortie de chaine
4. Exprimer la valeur efficace du Bruit en sortie de chaine
5. Même questions si la chaine d'instrumentation est celle de l'exercice précédent

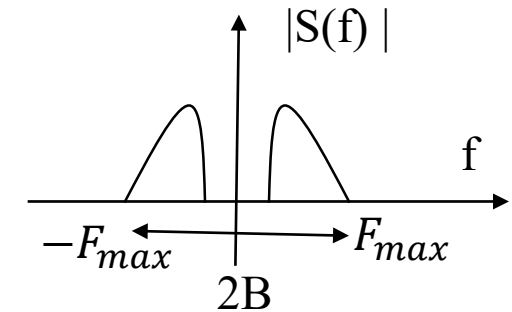
Partie 3: Modulation

Exercice 3.2

Dans l'exercice précédent, la modulation du signal n'apporte aucun intérêt ! Par contre si l'amplificateur génère son propre bruit additif telle que la densité de puissance de bruit d'entrée G_e $G_e(f) = G_0(1 + 10e^{-|f|/F_d})$



Chaine 1

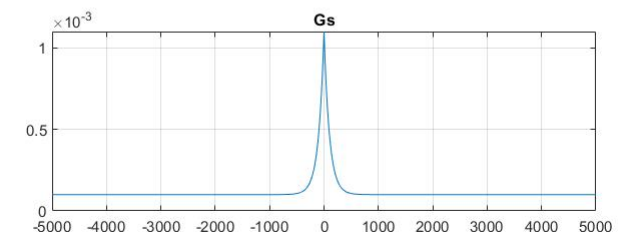
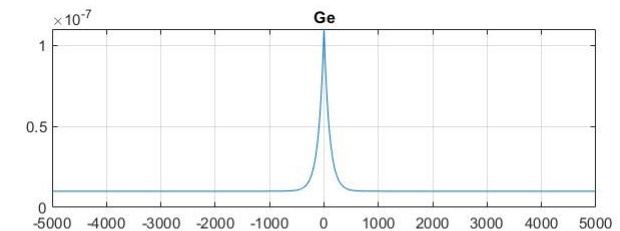


$$F_0 \gg F_{max}$$

1. Exprimer $G_s(f)$ en sortie de l'amplificateur sans modulation au préalable

$$G_e(f) = G_0(1 + 10^3 e^{-|f|/F_d})$$

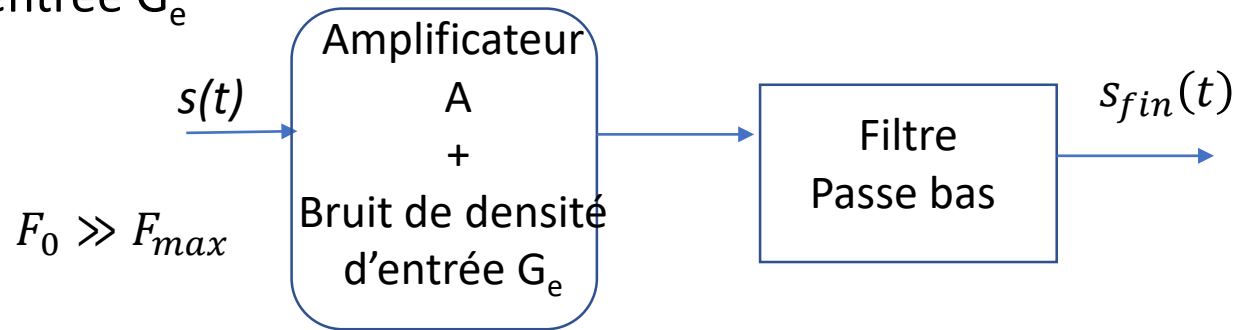
$$G_s(f) = A^2 G_0(1 + 10^3 e^{-|f|/F_d})$$



Partie 3: Modulation

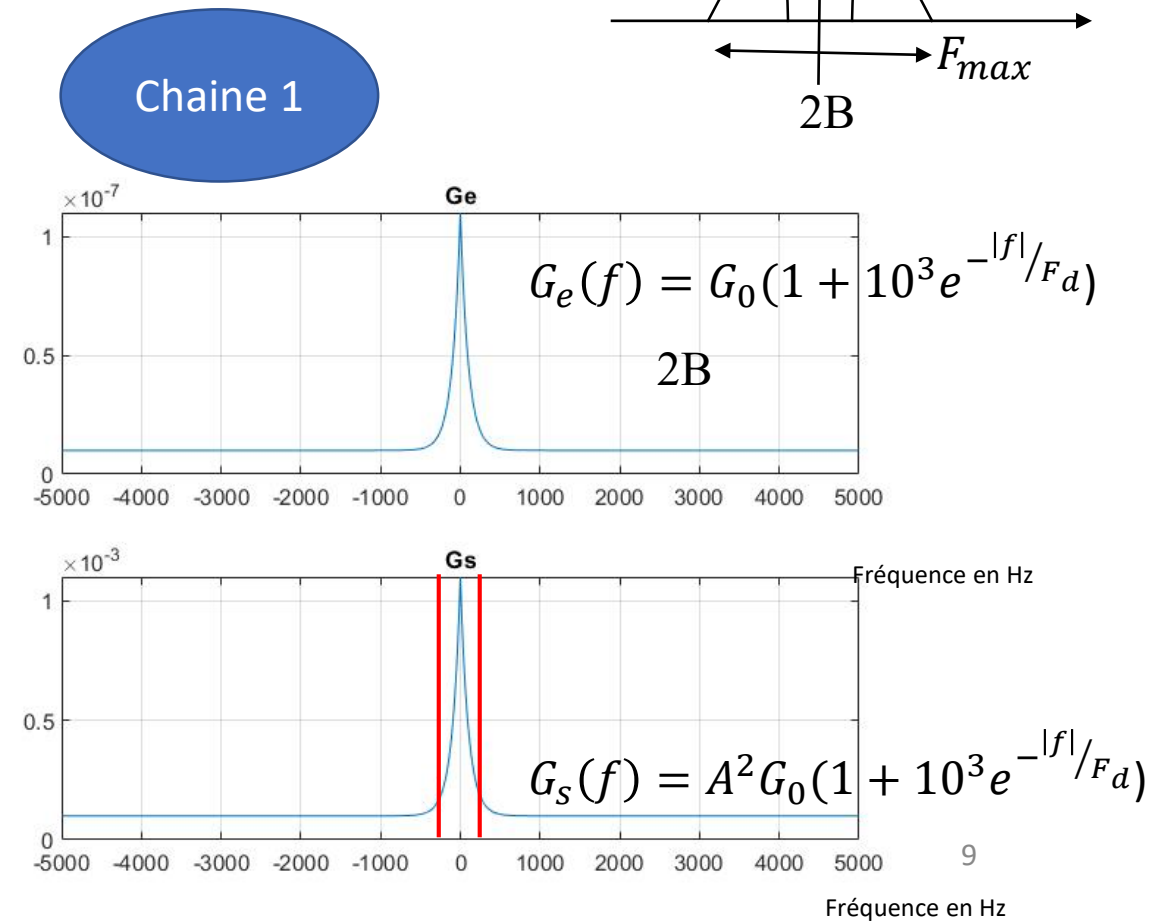
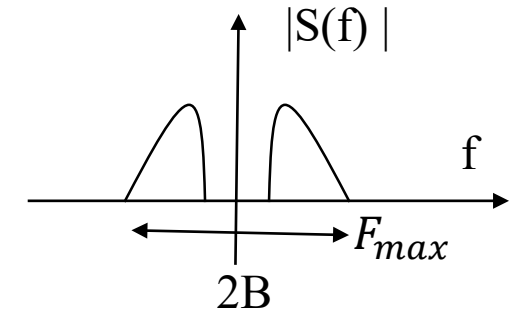
Exercice 3.2

Dans l'exercice précédent, la modulation du signal n'apporte aucun intérêt ! Par contre si l'amplificateur génère son propre bruit additif telle que la densité de puissance de bruit d'entrée G_e



$$G_s(f) = A^2 G_0 (1 + 10^3 e^{-|f|/F_d})$$

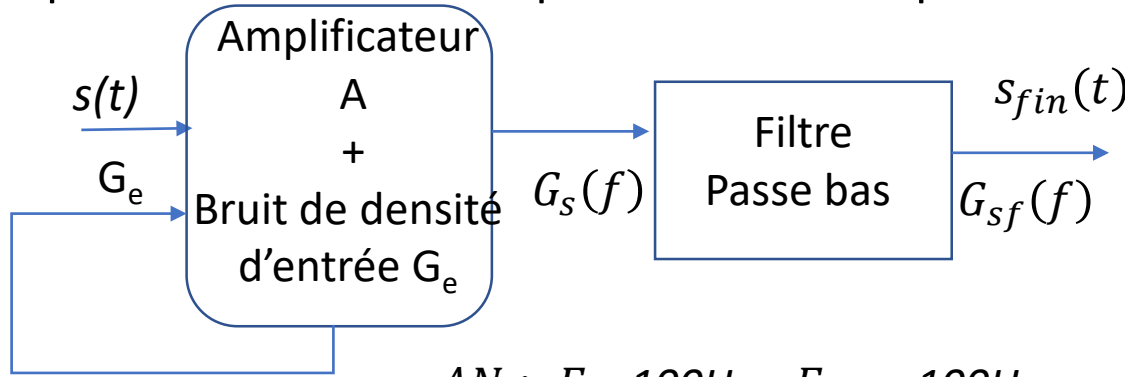
2. Représenter la densité spectrale de puissance en sortie de la chaine ci-dessus si le filtre passe bas finale est idéal de gain 1 dans la bande passante et 0 dans la bande coupée et de fréquence de coupe F_{max}



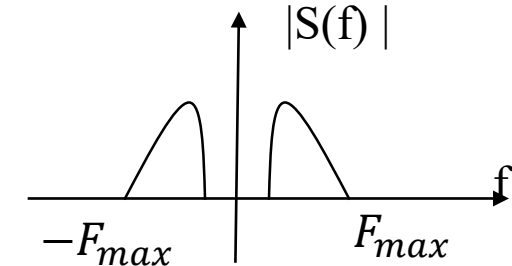
Partie 3: Modulation

Exercice 3.2

Dans l'exercice précédent, la modulation du signal n'apporte aucun intérêt ! Par contre si l'amplificateur génère son propre bruit additif telle que la densité de puissance de bruit d'entrée G_e $G_e(f) = G_0(1 + e^{-|f|/F_d})$



Chaine 1



$$G_0 = 10^{-9} v^2 / \text{Hz}$$

$$AN : F_d = 100 \text{ Hz} \quad F_{max} = 100 \text{ Hz}$$

3. Exprimer la puissance de bruit en sortie de chaine

4. Exprimer la valeur efficace du Bruit en sortie de chaine

$$P_{Bs f} = \int_{-F_{max}}^{+F_{max}} G_s df = \int_{-F_{max}}^{+F_{max}} A^2 G_0 (1 + 10^3 e^{-|f|/F_d}) df = 2A^2 G_0 \left[f - 10^3 F_d e^{-f/F_d} \right]_0^{+F_{max}}$$

$$P_{Bs f} = 2A^2 G_0 \left[F_{max} - 10^3 F_d e^{-F_{max}/F_d} + 10^3 F_d \right]$$

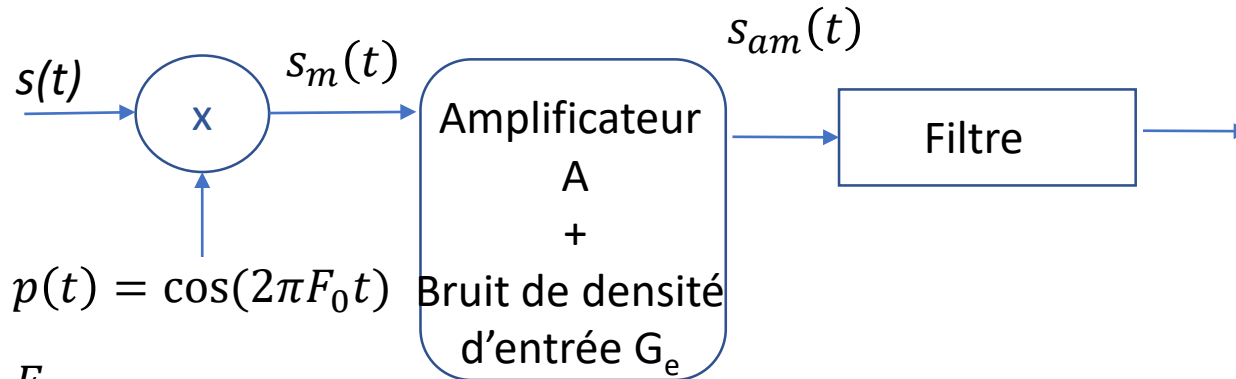
$$P_{Bs f} = 2A^2 G_0 [1001 F_{max} - 10^5 e^{-1}]$$

$$AN: P_{Bs f} = 1,26 v^2 \quad V_{eff \text{ Bruit}} = \sqrt{P_{Bs f}} = 1,12 \text{ volts}$$

Partie 3: Modulation

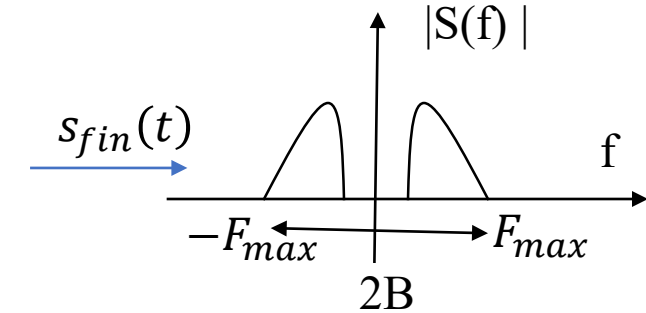
Exercice 3.2

Dans l'exercice précédent, la modulation du signal n'apporte aucun intérêt ! Par contre si l'amplificateur génère son propre bruit tel que la densité de puissance de bruit d'entrée G_e



$$F_0 \gg F_{max}$$

$$G_e(f) = G_0(1 + 1000e^{-|f|/F_d})$$



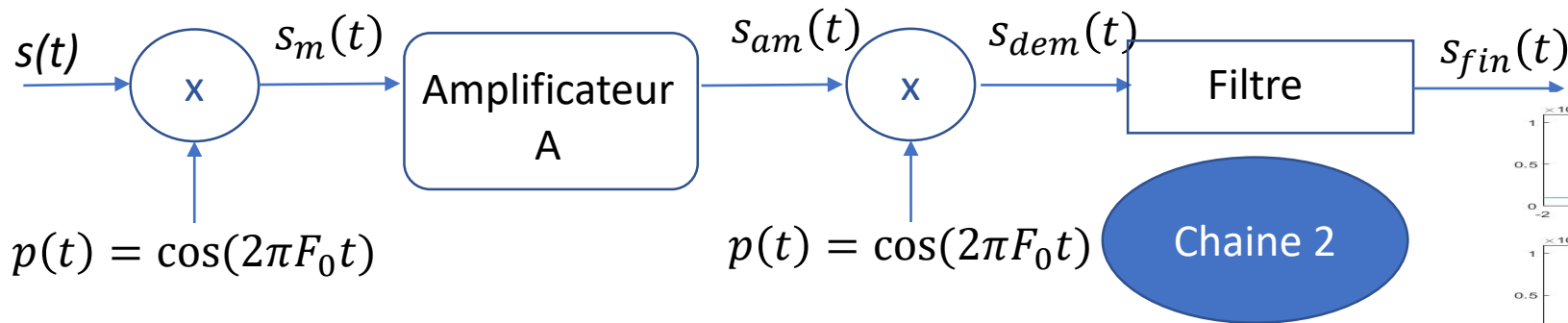
1. Exprimer $G_s(f)$ en sortie de l'amplificateur sans modulation au préalable
2. Représenter la densité spectrale de puissance en sortie de la chaine ci-dessus si le filtre passe bas finale est idéal de gain 1 dans la bande passante et 0 dans la bande coupée et de fréquence de coupe F_{max}
3. Exprimer la puissance de bruit en sortie de chaine
4. Exprimer la valeur efficace du Bruit en sortie de chaine
5. Même questions si la chaine d'instrumentation est celle de l'exercice précédent

Chaine 2

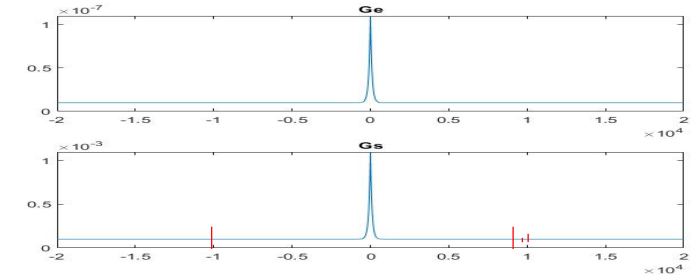
Partie 3: Modulation

Exercice 3.1

Soit un signal réel $s(t)$ à énergie finie qui a pour transformée de Fourier $S(f)$ et pour largeur de bande B effective $[0, F_{max}]$. On fait passer $s(t)$ par une chaîne d'instrumentation telle que :



$$F_0 \gg F_{max} \quad \text{AN : } F_{max} = F_c = 100\text{Hz}; F_0 = 10\text{KHz}; A = 100;$$



$$\begin{aligned} P_{Bs f} &= 2 \int_{F_0 - F_{max}}^{+F_0 + F_{max}} G_s df = 2 \int_{+F_0 - F_{max}}^{+F_0 + F_{max}} A^2 G_0 (1 + 10e^{-|f|/F_d}) df = 2A^2 G_0 \left[f - 1000 F_d e^{-f/F_d} \right]_{+F_0 - F_{max}}^{+F_0 + F_{max}} \\ &= 2A^2 G_0 \left[F_0 + F_{max} - F_0 + F_{max} - 1000 F_d e^{-(F_0 + F_{max})/F_d} + 1000 F_d e^{-(F_0 - F_{max})/F_d} \right] \approx 4A^2 G_0 F_{max} \end{aligned}$$

$$\text{AN : } P_{Bs f} = 0,004 v^2 \quad V_{eff} = \sqrt{P_{Bs f}} = 0,02 v \text{ soit } 20 mv$$