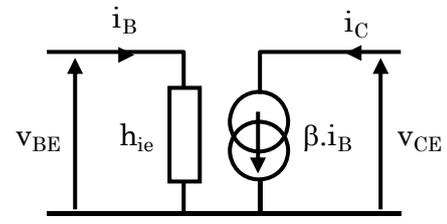
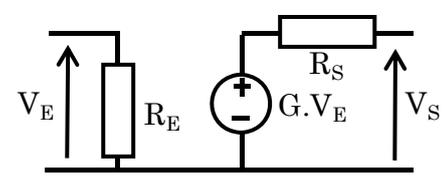


| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Nom : | Prénom : | Groupe : |
| ECOLE POLYTECHNIQUE UNIVERSITAIRE DE NICE SOPHIA-ANTIPOLIS | | |
|  | Cycle Initial Polytech Deuxième Année Année scolaire 2011/2012 | Note / 20 |
| Epreuve d'électronique analogique 2 | | |

Mercredi 12 Octobre 2011 **Durée : 1h30**

- Cours, documents et téléphone non autorisés.
- Calculatrice collègue autorisée
- Vous répondez directement sur cette feuille.
- Tout échange entre étudiants (gomme, stylo, réponses...) est interdit
- Vous êtes prié :
 - d'indiquer votre nom et votre prénom.
 - d'éteindre le téléphone portable dans votre sac (- 1 point par sonnerie).

RAPPELS :

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Admittance | $\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} \\ Y_{21} & Y_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix}$ | $\begin{cases} I_1 = Y_{11} \cdot V_1 + Y_{12} \cdot V_2 \\ I_2 = Y_{21} \cdot V_1 + Y_{22} \cdot V_2 \end{cases}$ | |
| Schéma électrique équivalent du transistor bipolaire NPN en régime de petit signal. h_{oe} est négligé dans ce DS. |  | | |
| Schéma électrique équivalent de l'inverseur. |  | | |
| Impédance d'une capacité C : $1/(jC\omega)$ [Ω] | Impédance d'une self L : $jL\omega$ [Ω] | | |
| Gain d'un filtre passe bas : $A_V = \frac{H}{1 + j \frac{\omega}{\omega_C}}$ | Gain d'un filtre passe haut : $A_V = \frac{H}{1 - j \frac{\omega_C}{\omega}}$ | | |
| Préfixes | micro | μ | 10^{-6} |
| | nano | n | 10^{-9} |
| | pico | p | 10^{-12} |

EXERCICE I : détecteur de métal à inverseurs (8 pts)

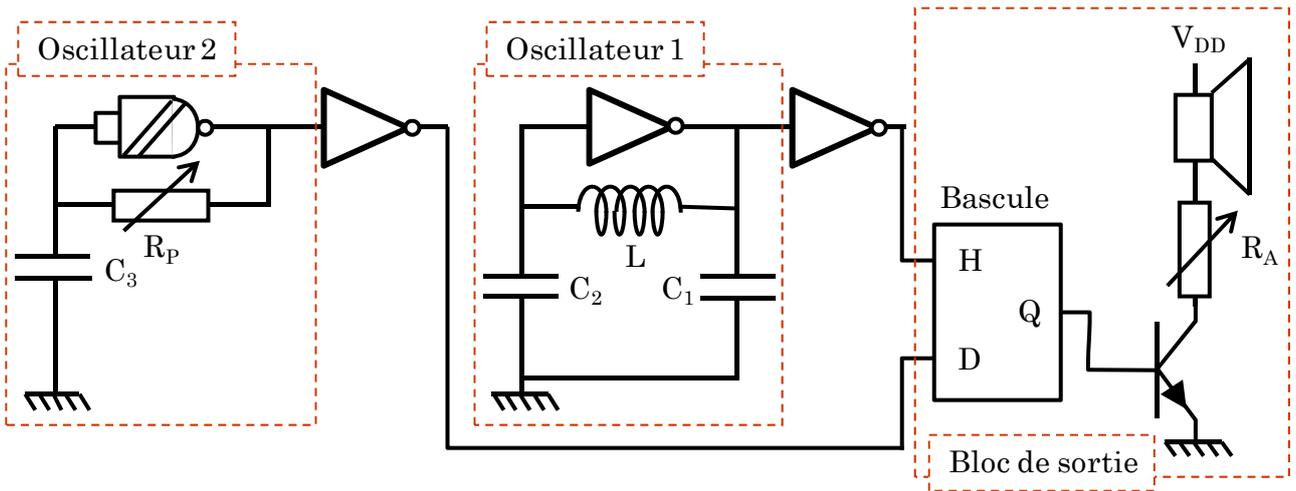


Figure I.1. Les données utiles pour effectuer les calculs sont : $V_{DD} = 9 \text{ V}$, $C_1 = C_2 = 1 \text{ nF}$, $L = 100 \text{ nH}$. Pour l'inverseur : $R_E = 10^{13} \Omega$, $G = -1000$, $R_S = 1 \mu\Omega$. Les caractéristiques de la porte NAND trigger (oscillateur 2) ne seront pas utilisées.

On se propose d'étudier le schéma électrique du détecteur de métal de la figure (I.1) inspiré du Kit KE127 de Tandy Electronique.

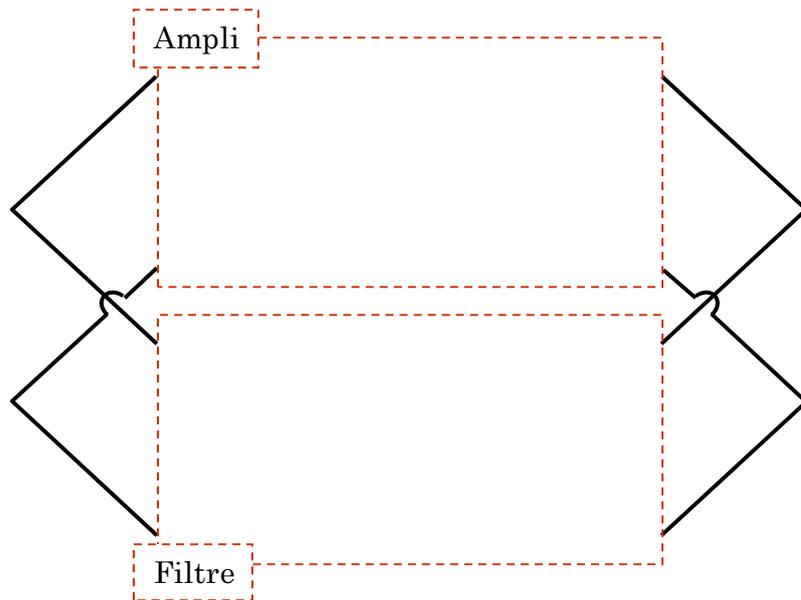
I.1. Analyse de l'oscillateur n°1

Le schéma équivalent de l'inverseur est donné en rappel. Pour ce montage, on le fait fonctionner dans sa partie Amplificateur.

0,25 I.1.1. D'après vous, cet oscillateur est de type :

- Hartley Colpitts Clapp Inconnu

1 I.1.2. Donner le schéma petit signal de l'oscillateur en représentation parallèle-parallèle.



I.1.3. Donner l'expression de la matrice A de l'amplificateur (inverseur).

0,5

I.1.4. Donner l'expression de la matrice B du filtre.

0,5

BROUILLON

0,5

I.1.5. Donner l'expression du quadripôle.

0,5

I.1.6. Donner l'expression du déterminant de l'oscillateur en distinguant les parties réelle et imaginaire.

BROUILLON

I.1.7. Donner l'expression de la fréquence F_0 d'oscillation.

1

I.1.8. Donner la valeur de la fréquence d'oscillation.

0,25

$F_0 =$

I.1.9. Donner l'expression de G.

1

I.1.10. Donner la valeur de G et dire si la condition sur le gain est bien respectée dans le montage.

0,25

$G =$

I.1.11. La valeur que vous avez trouvée pour G implique quoi sur la phase du filtre ?

0,25

I.2. Analyse de l'oscillateur n°2

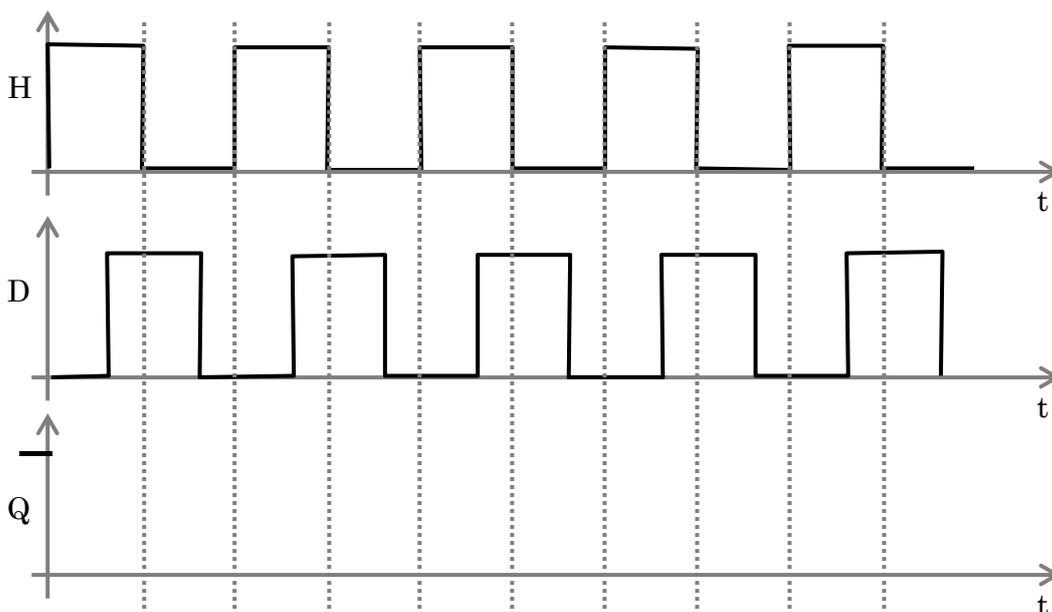
Cet oscillateur est un astable (comme l'oscillateur Abraham BLOCK) réalisé autour d'une porte NAND trigger et il a déjà été étudié en CIP mais avec un AOP. Le principe de fonctionnement est identique et basé sur le temps de charge et de décharge de la capacité C_3 , qui donne un signal de fréquence F_R .

0,25

I.2.1. Quel est l'intérêt de la présence de la résistance réglable R_P ?**BROUILLON****I.3. Analyse du bloc de sortie.**

La bascule mémorise (sortie Q) l'information présente en D à chaque front montant (passage de 0 à V_{DD}) de l'horloge H . Les inverseurs en sortie de chaque oscillateur ne sont là que pour obtenir un signal parfaitement carré.

0,25

I.3.1. Sur la figure (I.2) les signaux H et D ont exactement la même fréquence. Représenter l'évolution temporelle de la sortie Q .**Figure I.2.**

I.3.2. Dans ce cas, peut-on entendre un son sortir du haut parleur ?

0,25

I.3.3. Sur la figure (I.3) la fréquence du signal H est plus petite que celle de D. Représenter l'évolution temporelle de la sortie Q. Il faudra noter que la diminution de la fréquence de H est exagérée par rapport à la réalité du circuit.

0,25

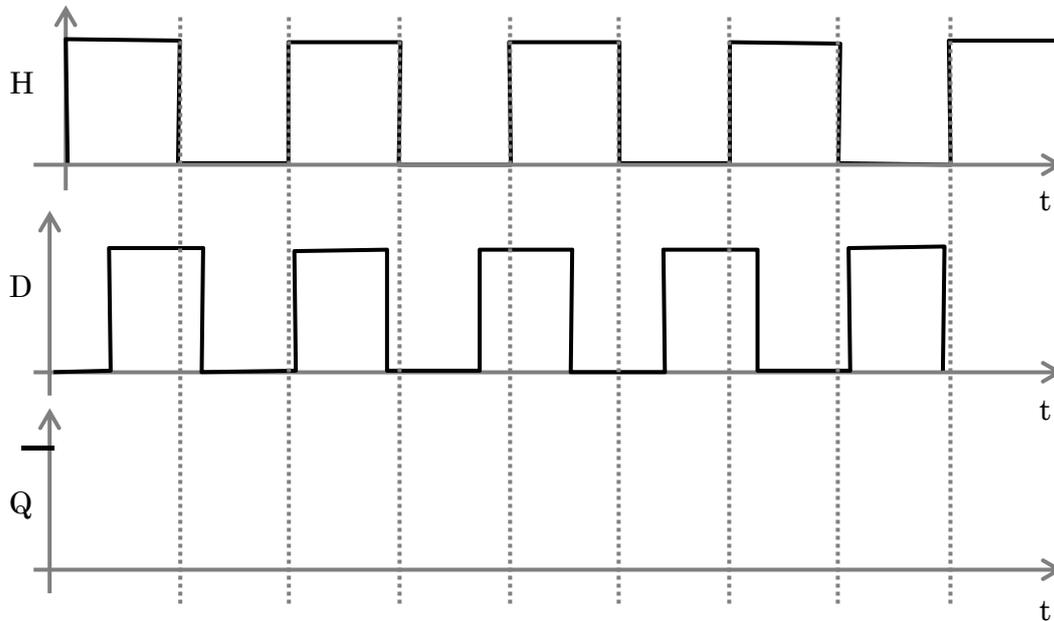


Figure I.3.

I.3.4. Dans ce cas, peut-on entendre un son sortir du haut parleur ?

0,25

I.3.5. Plus l'objet est proche de la bobine plus le son est :

0,25

- Grave
- Aigu

I.4. Expliquer succinctement le fonctionnement de ce détecteur de métal

0,5

EXERCICE II : Emetteur FM (12 pts)

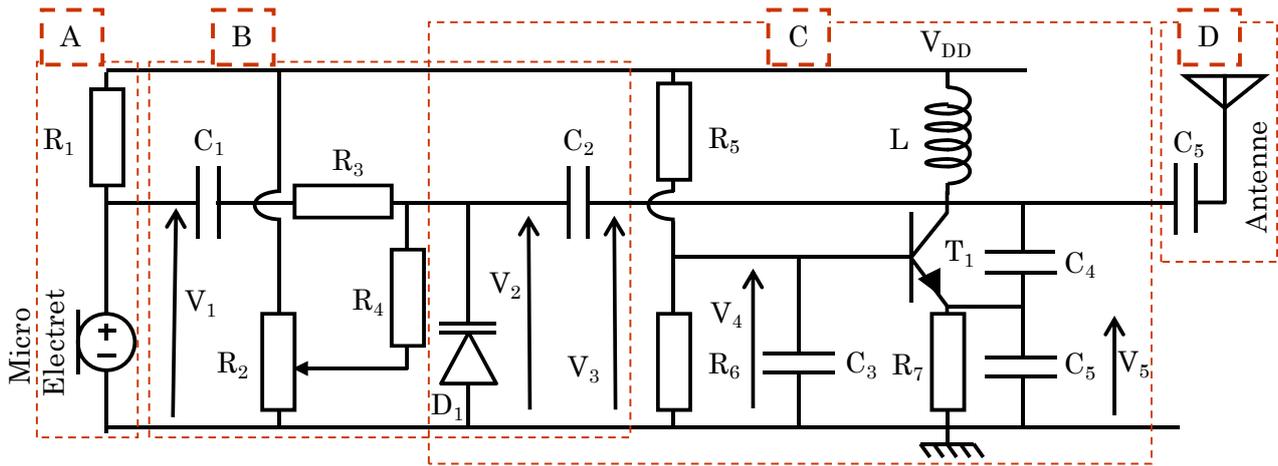


Figure II.1. Emetteur FM à diode varicap. $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 47 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 100 \text{ k}\Omega$, $R_4 = 180 \text{ k}\Omega$, $R_5 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_6 = 4,7 \text{ k}\Omega$, $R_7 = 68 \Omega$, $C_1 = 100 \text{ nF}$, $C_2 = 100 \text{ pF}$, $C_3 = 1 \text{ nF}$, $C_4 = 4,7 \text{ pF}$, $C_5 = 1 \text{ nF}$, $L = 150 \text{ nH}$, $V_{DD} = 9 \text{ V}$. Pour le transistor on a : $\beta = 100$, $V_{CEsat} = 0,2 \text{ V}$, $h_{ie} = 1 \text{ k}\Omega$, $V_S = 0,6 \text{ V}$ et $C_{BE} = 0$. **On considérera que h_{ie} et C_{BE} ne peuvent pas varier.**

II.1. Rôle des éléments du montage.

0,25 **II.1.1.** Donner le rôle du bloc A

0,25 **II.1.2.** Donner le rôle du bloc B

0,5 **II.1.3.** Bloc C : identifier les composants qui forment l'amplificateur de l'oscillateur

II.1.4. Bloc C : identifier les 4 composants, en plus de la diode varicap, qui forment le filtre de l'oscillateur 0,5

II.1.5. Bloc C : identifier le type de contre réaction. 0,5

- Collecteur vers Base Collecteur vers Emetteur Emetteur vers Base

II.2. Etude du bloc B.

II.2.1. En régime statique la diode varicap est équivalente à une résistance $R_V = 200 \text{ M}\Omega$. Déterminer l'expression et la valeur du courant qui circule dans la varicap ainsi que la valeur de la tension V_2 à ses bornes si le curseur est au milieu de R_2 . 0,5

BROUILLON

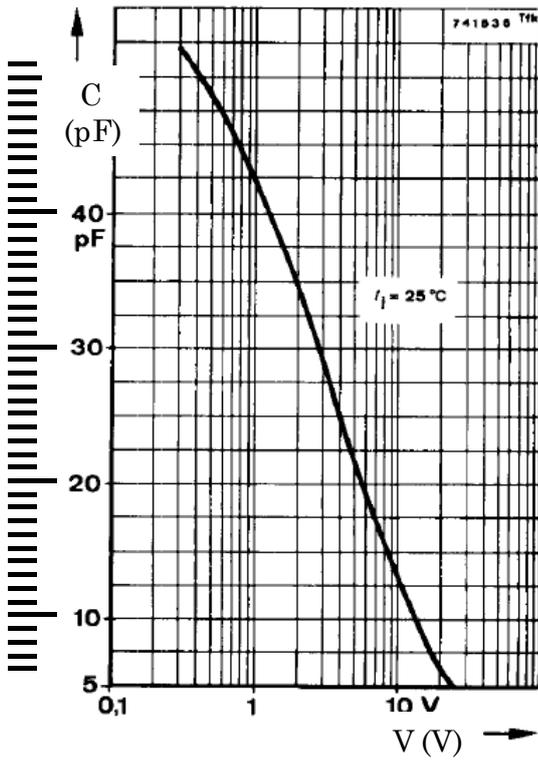


Figure II.2. Valeur de la capacité de la diode varicap (BB109) en fonction de la tension inverse en échelle semi-logarithmique.

0,5 II.2.2. A partir de la caractéristique $C(V)$ de la diode donnée à la figure (II.2), donner la valeur de la capacité en statique C_{v0} . Vous reporterez les éléments de votre mesure sur la figure.

0,5 II.2.3. Quel est le rôle de la capacité C_1 ?

II.2.4. En ne considérant que les éléments R_2 , R_3 , R_4 , R_V et C_1 , déterminer l'expression de V_2/V_1 **en alternatif**. Donner la nature du filtre ainsi que l'expression et la valeur de la fréquence de coupure, F_{C1} . Le curseur est toujours au milieu de R_2 . Vous pourrez vous aider d'un dessin et simplifier vos calculs en remarquant la valeur très élevée de R_V (par rapport à R_4 et R_2).

1

II.2.5. Quel est le rôle de la capacité C_2 ?

0,5

II.3. Etude du bloc C en statique.

0,25

II.3.1. Déterminer l'expression et la valeur du courant de base I_B

0,25

II.3.2. Déterminer la valeur de I_C

0,25

II.3.3. Déterminer la valeur V_{CE} et donner le régime de fonctionnement du transistor

II.4. Etude du bloc C en dynamique.

Le schéma équivalent du transistor est donné en rappel (la résistance $1/h_{oe}$ est négligée). On considère que les éléments à gauche du bloc C n'influencent pas le fonctionnement de l'oscillateur.

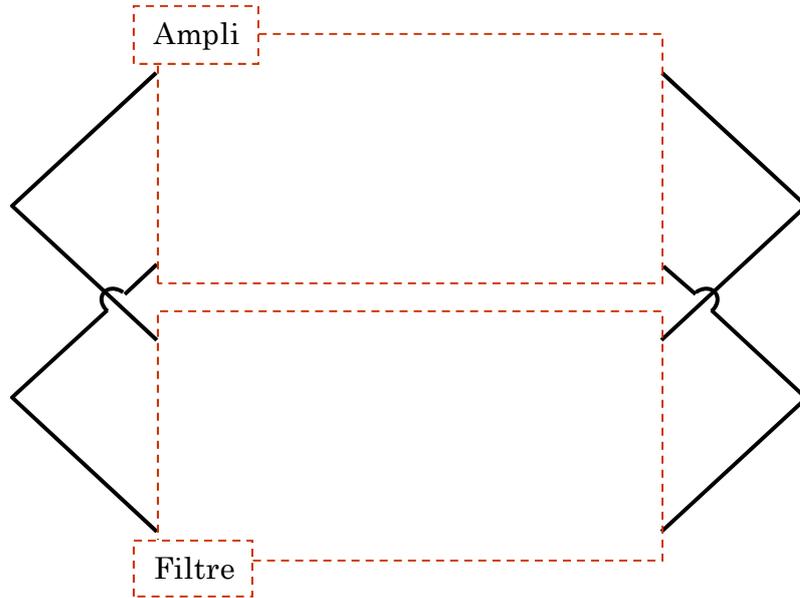
0,5

II.4.1. Quel est le rôle de la capacité C_3 ? Vous préciserez le type de filtre lié à cette capacité et la position de sa fréquence de coupure, F_{C_3} , par rapport à la fréquence d'oscillation, F_0 .

BROUILLON

1

II.4.2. Donner le schéma petit signal de l'oscillateur en représentation parallèle-parallèle. On considèrera que la résistance de la diode varicap n'a pas d'influence et peut être supprimée. Il ne faudra pas oublier C_2 en série avec la capacité de la varicap C_V .



0,5

II.4.3. Donner l'expression de la matrice A de l'amplificateur.

II.4.4. Donner l'expression de la matrice B du filtre. C_2 et C_V seront équivalentes à une capacité appelée C_{eq} 0,5

II.4.5. Donner la matrice de l'oscillateur. 0,5

II.4.6. Donner l'expression du déterminant de la matrice en séparant les parties réelle et imaginaire. 0,5

1

II.4.7. A partir du déterminant, donner l'expression de la fréquence d'oscillation, F_0 .

BROUILLON

II.4.8. Donner la valeur de la fréquence d'oscillation quand personne ne parle.

0,25

$$F_0 =$$

II.4.9. Déterminer l'expression et la valeur de la fréquence liée à la capacité C_3 , F_{C_3} , et dire à quel type de filtre cela correspond. Pour cela, il faudra déterminer l'expression de V_4/V_5 en alternatif en fonction de h_{ie} , R_5 , R_6 et C_3 . Vous pourrez vous aider d'un schéma.

0,75

II.4.10. Sur la figure (II.3) reporter la fréquence F_0 ainsi que l'allure des deux filtres liés aux fréquences F_{C_1} et F_{C_3} .

0,75

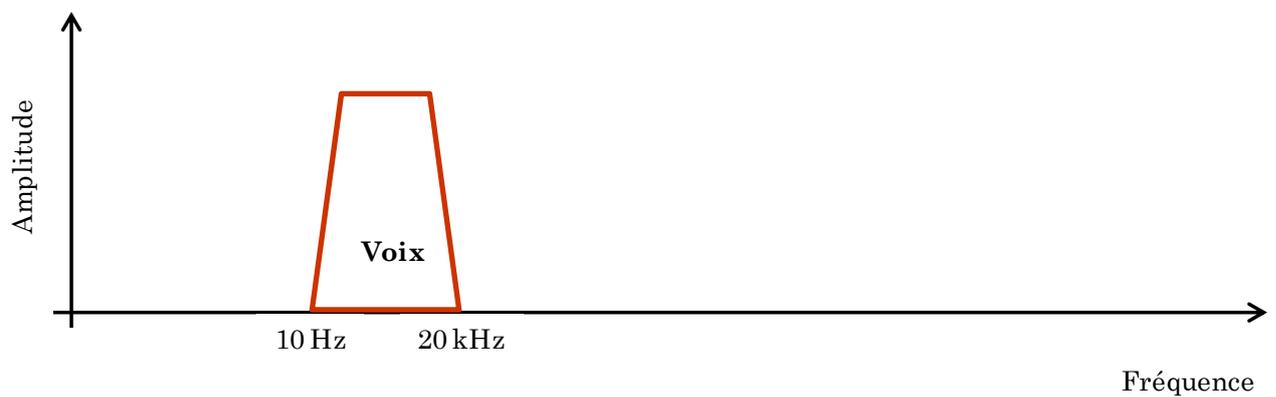


Figure II.3.

BROUILLON