

4) $P = E_b \cdot D$ car $\begin{cases} E_b: \text{moy} \text{ } \checkmark \text{ par bit} \\ D: \text{nb bit par unité de tps} \end{cases} \Rightarrow \text{Puiss est une moy par rapport au tps.}$

Soit $N_0 = 4 \cdot 10^{-14} \text{ W/Hz}$, $D = 34 \text{ Mbits/s}$.

Trouver $P_{\min}$ et $P_e \leq 10^{-4}$.

$$\frac{1}{2} \operatorname{erfc} \sqrt{\frac{P}{N_0 D}} \leq 10^{-4} \Rightarrow \frac{1}{2} \operatorname{erfc}(x) \leq 10^{-4}$$

$$0,00020 \times \frac{1}{2} \leq 10^{-4}$$

Donc d'après le tab: $\operatorname{erfc}(2,63)$

$$\Leftrightarrow \sqrt{\frac{P}{4 \cdot 10^{-14} \cdot 34 \cdot 10^6}} \geq 2,63 \Rightarrow \underset{\text{calculatrice}}{P_{\min} = 9,40 \cdot 10^{-13}}$$

$$\Leftrightarrow \frac{P_{\min}}{13 \cdot 10^{-15}} = 2,63^2$$

$$\Leftrightarrow \boxed{P_{\min} = 9,40 \cdot 10^{-13} \text{ W}}$$

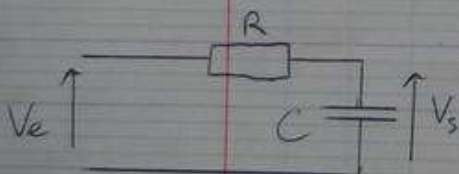
08-12-11

Sujet 3 : Canal à bande limitée en bande de base

1. Filter passe-bas du 1^{er} ordre

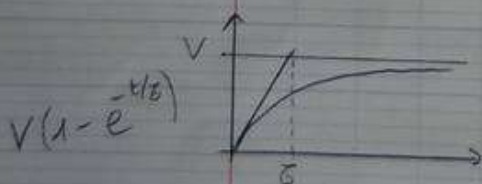
↳ équivalent à un dispositif RC.

On modélise le canal par un filtre PB car canal en bande de base.



$$\frac{V_s(p)}{V_e(p)} = \frac{1/C_p}{R + 1/C_p} = \frac{1}{1 + RC_p} = \frac{1}{1 + \tau p}$$

$\uparrow$ transf de Laplace

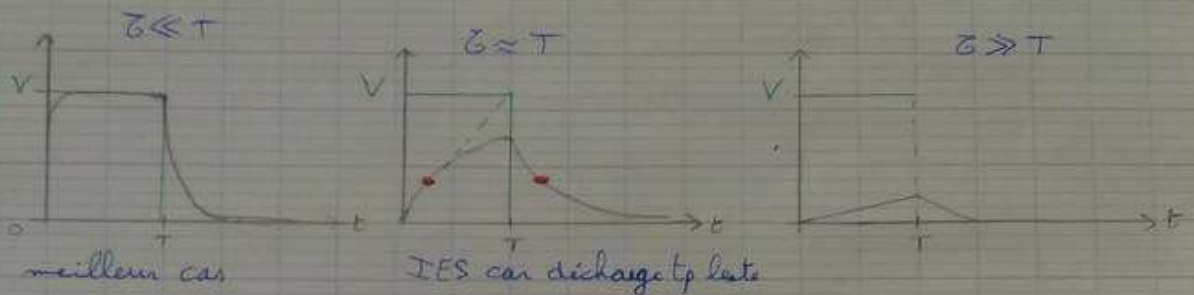


1. Si $h(t)$ est la rep du canal à $g(t)$, alors en sortie du canal j'aurai : $\sum a_k h(t - kT)$.

Si $p = gwc = \frac{1}{2}$ alors $H(jwc) = \frac{1}{1+j}$

T devient le tps de charge
↓
chargé à 60%

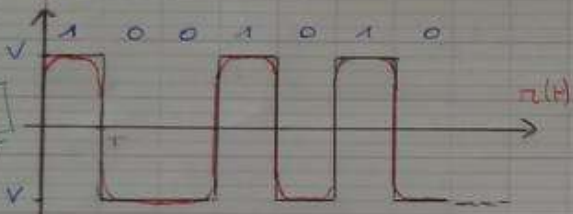
$h(t)$



2 $r(t)$

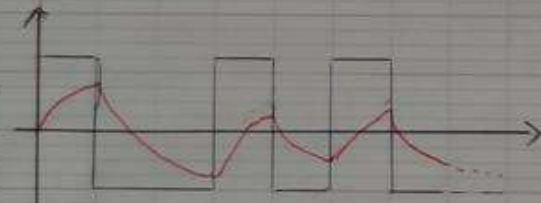
NRZ

$T \ll T$
 $wc \ll T$



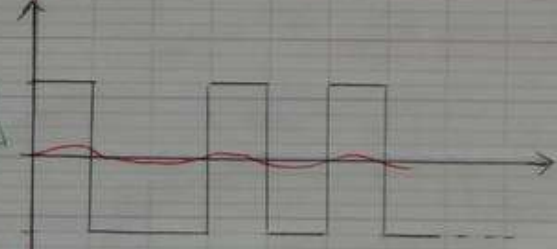
IES nulle.
 $f_c \gg 1/T$: critère de N. longem^t respecté.

$T \approx T$
 $wc \approx T$



IES caractéristique, les symb précédents influent. Le niveau de charge va dépendre des symb précédem^t envoyés.

$T \gg T$
 $wc \gg T$



IES très forte car effet mémoire important ; on a quasiment la $\sum$ de ts l'ens^{mb} moy.

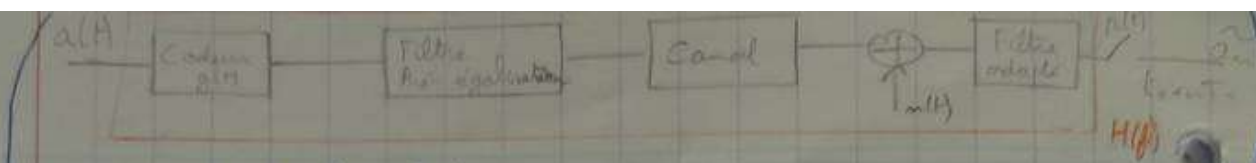
b → On peut étudier la pente (pr savoir si on envoie un 1 ou 0) : ceci équivaut à une dérivat^e, filtre passe-haut.

On peut effectuer une égalisat pr annuler l'IES.

c → $T \gg T \Leftrightarrow 1/T \ll 1/T \Leftrightarrow f_c \ll 1/T$: critère de N. pas respecté

$S_{ny}(f) = S_{xx}(f) \cdot |H(f)|^2$



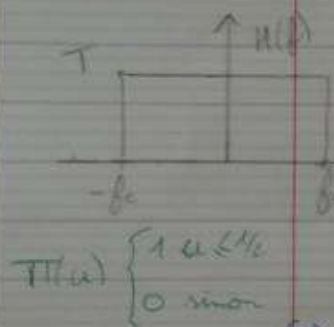


$$n(t) = \sum a_k h(t - kT)$$

$$n(t_0 + nT) = a_n h(t_0) + \sum_{p \neq n} a_p h(t_0 + pT)$$

2. Filtre passe-bas idéal

{codeur, canal, filtre de récept.} : $T_{\text{échant}} = H(f) = A \cdot \frac{1}{T} \left(\frac{f}{f_c} \right)$ filtre passe
avec $A = T$



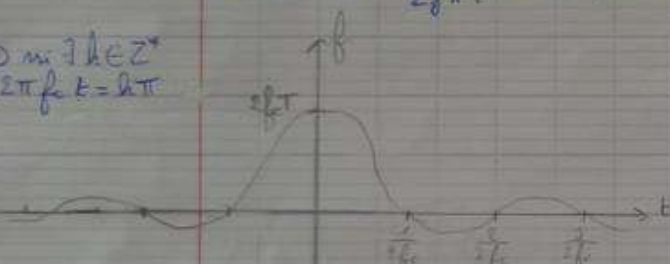
$$h(t) = \int_{-\infty}^{\infty} H(f) e^{2\pi j f t} df$$

$$\Rightarrow h(t) = \int_{-f_c}^{f_c} T \Pi\left(\frac{f}{2f_c}\right) e^{2\pi j f t} df = T \left[\frac{1}{2\pi j t} e^{2\pi j f t} \right]_{-f_c}^{f_c}$$

$$\Rightarrow h(t) = \frac{T}{2\pi j t} (e^{2\pi j f_c t} - e^{-2\pi j f_c t})$$

$$\Rightarrow h(t) = \frac{T}{2\pi j t} (2j \sin(2\pi f_c t)) = \boxed{\text{sinc}(2\pi f_c t) \cdot 2f_c T}$$

$$h(t) = 0 \text{ m } \exists k \in \mathbb{Z}^* \text{ } 2\pi f_c t = k\pi$$



3) Trouver f_c et T Nyquist ✓

On prend $t_0 = 0$, on cherche : $\begin{cases} h(0) \neq 0 \\ h(0 + nT) = 0 \text{ p } n \neq 0 \end{cases}$

$$h(nT) = \text{sinc}(2\pi f_c nT) \cdot 2f_c T$$

$$\Rightarrow \exists k \in \mathbb{Z}^* \quad 2\pi f_c nT = k\pi \Rightarrow f_c = \frac{k}{2nT} = \frac{1}{2nT} = \frac{1}{2T}$$

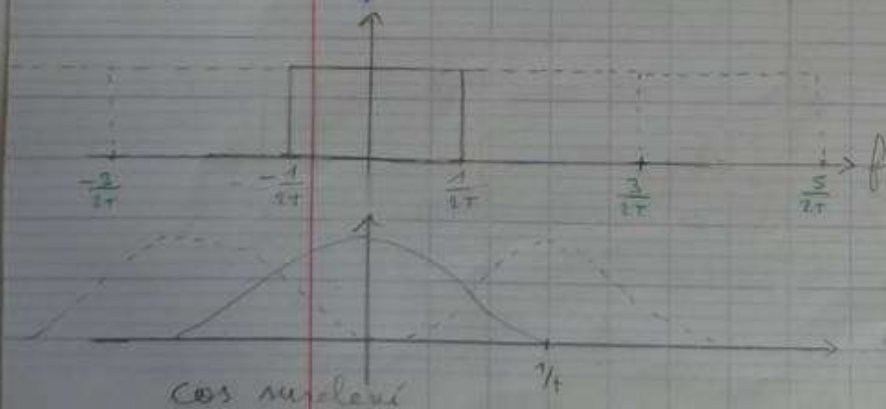
$$h(0) = 2Tf_c$$

$$\boxed{\text{Donc si } f_c = \frac{1}{2T} \quad h(nT) = 0 \text{ p } n \neq 0}$$

$$\begin{aligned} h(0) &= A \\ h(nT) &= 0 \Rightarrow \sum H(f - \frac{n}{2T}) = AT \end{aligned}$$

4) Nyquist de domaine fréquentiel

$$\sum H(f - \frac{n}{2T}) = 2T^2 f_c$$



on voit que f_c doit être supérieur à $\frac{1}{2T}$