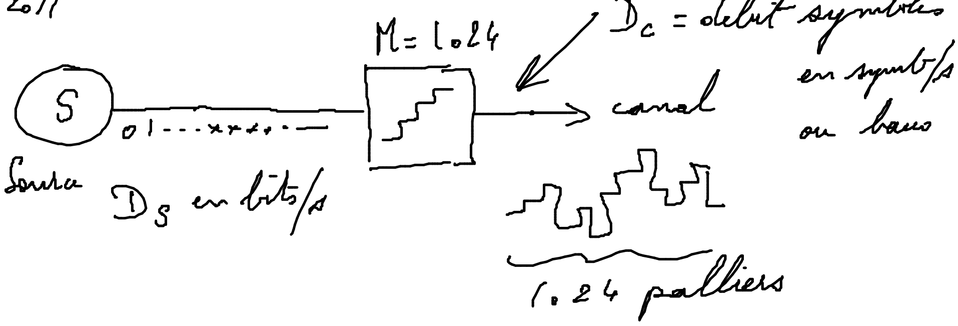
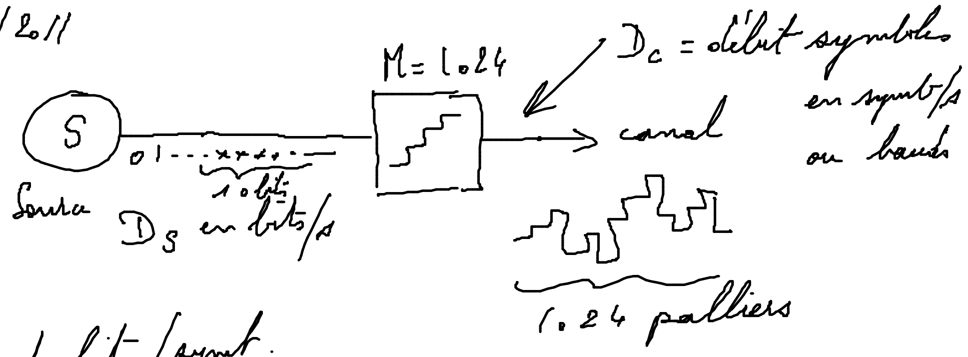
13/12/2011

Ex 1.1.



13/12/2011

Ex 1.1.



Nombre de bits/symb.

$$M = 2^n \Rightarrow n = \log_2 M$$

$$M = 1024 = 2^{10} \rightarrow 10 \text{ bits/symbole}$$

$$D_C = \frac{D_S}{\log_2 M} =$$

Si $D_C = 4000$ bauds

$$D_S = 4000 \times 10 = 40000 \text{ bits/s}$$
$$= 40 \text{ kbits/s}$$

Si l'utilisateur veut diviser le temps de transmission par 2, il doit doubler le débit.
Si la bande passante du réseau reste constante, D_c, débit symbole, doit rester constant également.
La seule solution consiste à doubler le nombre de bits par symbole transmis

On passe donc de $n = 10$ à $n = 20$. bits/symb

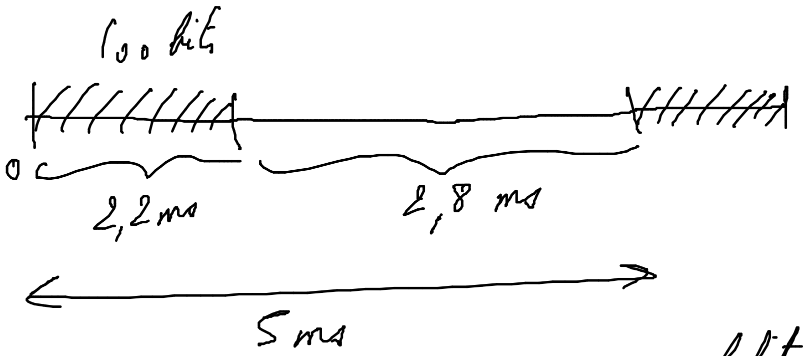
$M = 2^n = 2^{20}$. (irréaliste !)

1.2

100 bits en 2,2 ms

Débit : $\dfrac{100 \text{ bits}}{2{,}2.10^{-3} \text{ s}} = 45{,}45 \,.\, 10^{3}$ bits/s

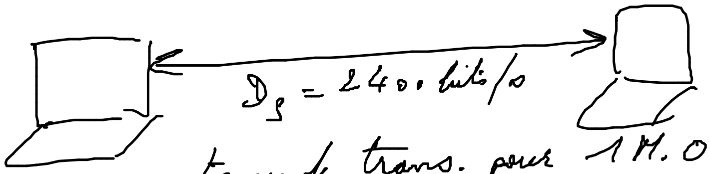
$= 45{,}45$ kbits/s



Débit net $= \dfrac{100}{5.10^{-3}} = 20$ kbits/s

Le réseau doit être dimensionné pour une capacité de 45 kbits/s.

1.3



temps de trans. pour 1 M.O.

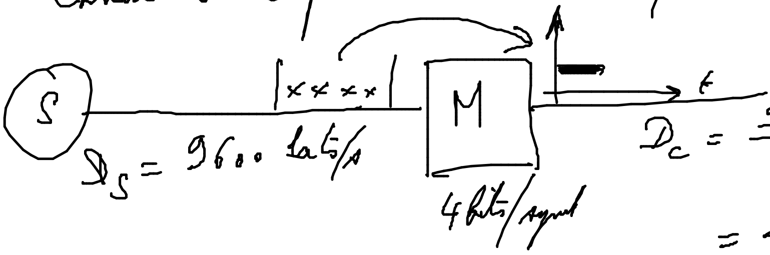
$$\text{temps} = \frac{10^6 \times 8 \text{ bits}}{2400 \text{ bits/s}} = \frac{8 \cdot 10^6}{2400}$$

$$= 3333\,s < 1h$$

1.4

$n = 4$ bits/symb

Canal de capacité 9600 bits/s



$$D_C = \frac{9600}{4} = 2400 \text{ bauds}$$

1.5

$T_{symb} = 2{,}5$ ms $\qquad n = 6$ bits/symb

Capacité en bits/s ?

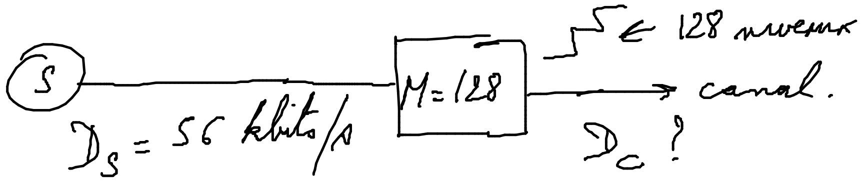
$$\underbrace{D_S}_{?} = \underbrace{D_C}_{=\frac{1}{T_{sy.}}} \cdot \underbrace{\log_2 M}_{n = 6}$$

$T_{sy.} = 2{,}5$ ms

$$\longrightarrow D_C = \frac{1}{2{,}5 \cdot 10^{-3}} = \frac{10^3}{2{,}5} = 400 \text{ bauds}$$

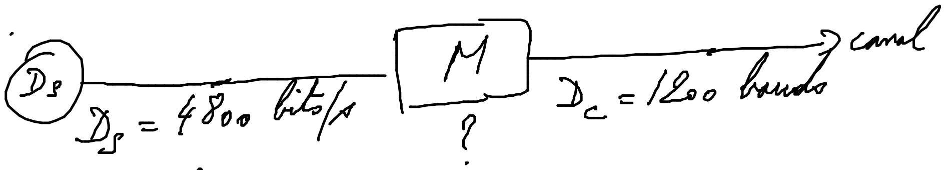
$$D_S = 400 \cdot 6 = 2400 \text{ bits/s} = 2{,}4 \text{ kbits/s}$$

1.6



$$D_c = \frac{D_s}{\underbrace{\log_2 M}_{M = 2^7}} = \frac{56\,000 \text{ bits/s}}{7} = 8000 \text{ bauds} = 8 \text{ kbauds}$$

1.7

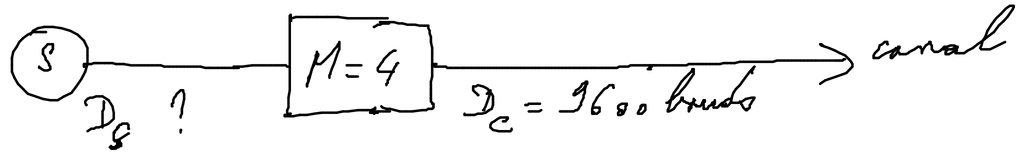


$$D_s = D_c \cdot \log_2 M$$

ou $\log_2 M = \dfrac{D_s}{D_c} = \dfrac{4800 \text{ bits/s}}{1200 \text{ bauds}} = 4$ bits/symb

$$M = 2^4 = 16 \text{ niveaux}$$

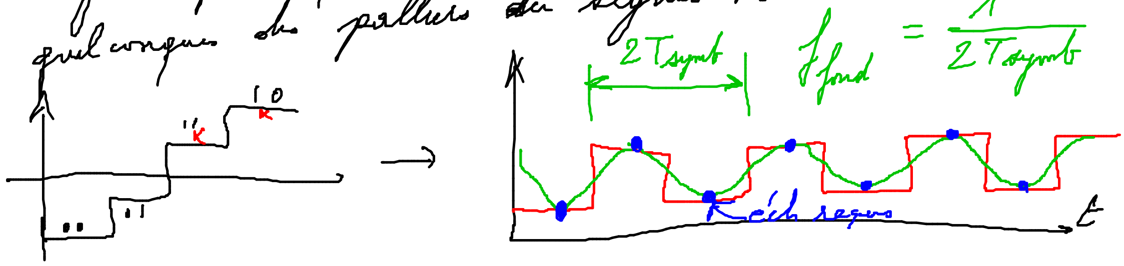
1.8 .



$$D_S = D_c \cdot \log_2 M = 9600 \cdot \log_2 4$$
$$= 9600 \cdot 2$$
$$= 19200 \text{ bits/s}$$

Calcul de la bande passante :

Selon l'approche intuitive, la bande passante est définie par la fréquence de la composante fondamentale du signal périodique construit par l'alternance de deux quelconques des palliers du signal M-aire



On a $D_c = 9600$ bauds

$$= \frac{1}{T_{symb}}$$

$$\Rightarrow T_{symb} = \frac{1}{9600} \, s$$

$$\Rightarrow 2\,T_{symb} = \frac{2}{9600} \, s$$

$$\rightarrow f_{fond} = \frac{1}{2T_{symb}} = \frac{9600}{2} = 4800 \, Hz$$

= Bande passante nécessaire

$$B_p = 4800 \, Hz \, .$$

1.9 Classe 1 $\rightarrow$ B_p : 300 à 3400 Hz

$\frac{S}{N} = 40\,dB$

Classe 2 $\rightarrow$ B_p : 600 à 2800 Hz

$\frac{S}{N} = 30\,dB$

On so -- un $D_S = 20$ kbits/s

On applique la formule de Shannon :

$$C = B_p \log_2\left(1 + \frac{S}{N}\right)$$

linéaire

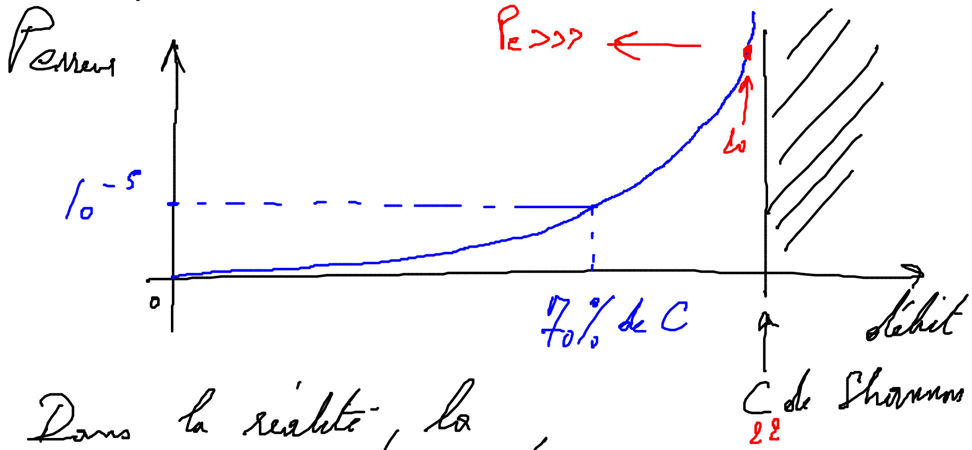
Classe 1 :

$$C = (3400 - 300) \log_2\left(1 + 10^{40/10}\right)$$

$$\approx 3100 \cdot \log_2 10^4 = 3100 \cdot \frac{\log 10^4}{\log 2}$$

$$= \frac{3100 \cdot 4}{0{,}3} = \frac{12400}{0{,}3} = 41 \text{ kbits/s}$$

$C = 41$ kbits/s est une valeur théorique car inaccessible. A partir de 41 kbits/s, il n'y a plus de transmission possible, le taux d'erreur étant maximum.



Dans la réalité, la transmission sera correcte pour un débit réel de l'ordre de 70% de la capacité de Shannon → 70% de 41 kbits/s ≃ 30 kbits/s

Liaison de classe 2 :

$$C = B_p \log_2\left(1 + \frac{S}{N}\right)$$

$$= (2800 - 600) \cdot \log_2\left(1 + 10^3\right)$$

$$\simeq \frac{2200}{0,3} \cdot \log 10^3$$

$$= \frac{2200}{0,3} \cdot 3 = 22\,000 \text{ bits/s}$$

$$= 22 \text{ kbits/s}$$

Avec 20 kbits/s demandé, on est trop proche de la limite de Shannon. En considérant 70 % de la capacité de Shannon, la liaison de classe 2 n'est exploitable, en fait, que jusqu'à 70 % 22 kbits/s $\cong 15_{<20}$ kbits/s. Ceci impose l'utilisation de la liaison de classe 1.

1.10

$$\eta = \frac{\text{Débit source en bits/s}}{\text{Bande passante minimale nécessaire en Hz}}$$

$$= \text{bits/s/Hz}$$

On a $\eta = 4$ bits/s/Hz

On utilise Shannon :

$$C = B_{p_{min}} \log_2\left(1 + \frac{S}{N}\right)$$

$$\frac{C}{B_p} = \log_2\left(1 + \frac{S}{N}\right)$$

$$\eta = \log_2\left(1 + \frac{S}{N}\right)$$

$$4 = \log_2\left(1 + \frac{S}{N}\right) \Rightarrow 2^4 = 16 = 1 + \frac{S}{N}$$

$$\boxed{\frac{S}{N} = 15}$$

Doubler le nombre d'utilisateurs = doubler le trafic ou les débits.

On doit donc passer de 4 bits/s/Hz à 8 bits/s/Hz

On doit donc avoir :

$$8 = \log_2\left(1 + \frac{S}{N}\right) \Rightarrow 2^8 = 1 + \frac{S}{N}$$

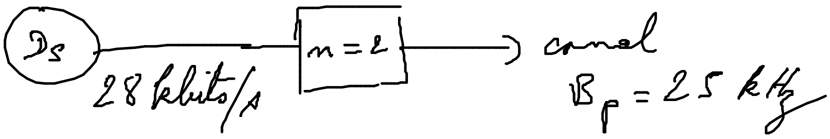
$$\frac{S}{N} = 255$$

$15 \longrightarrow 255$

Si N est constant, cet accroissement de $\frac{S}{N}$ est entièrement porté par un accroissement de S, puissance du signal dans le rapport

$$\frac{255}{15} = 17 \longrightarrow 12,3\ dB.$$

1.11



η ?

D_c ?

$$D_c = \frac{D_s}{\log_2 M} = \frac{D_s}{n} = \frac{28000}{2} = 14000 \text{ bauds}$$

$$\eta = \frac{28\cancel{000} \text{ bit/s}}{25\cancel{000}} = \frac{28}{25} = 1{,}12 \text{ bit/s/Hz}$$

$$B_p = 2 D_c = 2 \cdot 14000 = 28000 \text{ Hz}$$

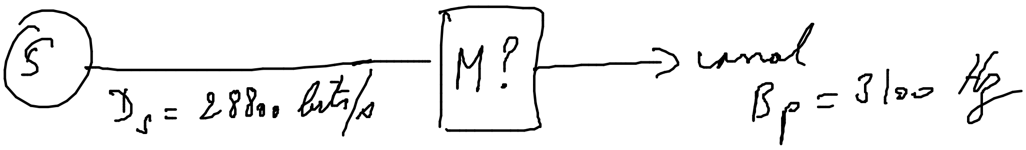
1.12

$B_p = 3,1$ kHz

$D_s = 28,8$ kbits/s

$M = ?$

$\eta = \frac{288\cancel{00}}{31\cancel{00}} = 9,2$ bits/s/Hz



$D_c = 2 B_{p_{min}}$

$= 2 . 3100 = 6200$ bauds

$D_s = D_c \log_2 M \longrightarrow \log_2 M = \frac{D_s}{D_c} = \frac{288\cancel{00}}{62\cancel{00}} \simeq 4,6$ bits/symb

On va choisir 5 bits/symb

On dispose alors d'un D_s de $5 \times 6200 = 31000$ bits/s

La demande est satisfaite.

1.13.

$\text{S} \longrightarrow \boxed{M = 64} \longrightarrow$ canal

B_p ?

$D_s = 2{,}048$ Mbits/s

$$D_c = \frac{D_s}{\log_2 M} = \frac{2{,}048 \cdot 10^6}{\log_2 64}$$

$$= \frac{2{,}048 \cdot 10^6}{6}$$

$$= 0{,}34 \cdot 10^6 \text{ bauds}$$

$$= 340 \text{ kbauds}$$

$$D_c = 2 B_{p\,min}$$

$$B_{p\,min} = \frac{D_c}{2} = \frac{340\,000}{2} = 170 \text{ kHz}$$

1.14 $B_p = 3\ kHz$

$\frac{S}{N} = 30\ dB$

$C = B_{p_{min}} \log_2\left(1 + \frac{S}{N}\right)$

$= 3000 \log_2\left(1 + 10^3\right)$

$\simeq \frac{3000}{0{,}3} \log 10^3 = 10000 . 3$

$= 30\ kbits/s$

$B_p = 3\ kHz$

$D_c = 2 B_p = 6000$ bauds.

$\log_2 M = \frac{30000}{6000} = 5$ bits/symb

$M = 2^5 = \underline{32}$ symboles.