

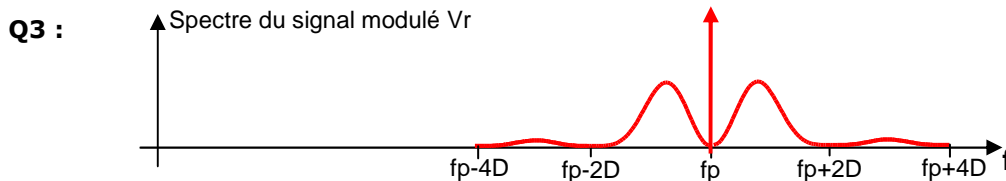
TD N°10 : Modulations numériques

Éléments de correction

Problème n°1 : Transmission RFID

Q1 : ASK : Amplitude Shift Keying

Q2 : Il occupe deux fois plus de place que le code NRZ bipolaire d'un point de vue spectral. Comme il y a une transition à $T_b/2$ pour chaque bit transmis cela permet de récupérer plus facilement le rythme d'émission. Par ailleurs la répartition de puissance est nulle à proximité de 0 ce qui permet d'utiliser plus facilement ce code à travers un filtrage passe haut et une isolation galvanique.



Q4 : La bande passante nécessaire est donc de $4D$ donc $Q = f_p/4D = 64D/4D$ donc $Q=16$

Q5 : $f_p = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ donc $C = \frac{1}{4\pi^2 f_p^2 L} = 2,7nF$

Q6 : Il s'agit d'un détecteur de crête qui est utilisé pour effectuer la démodulation d'amplitude

Q7 : Il faut respecter les conditions suivantes $T_b/2 > R_d C_d >> 1/f_p = 8\mu s$

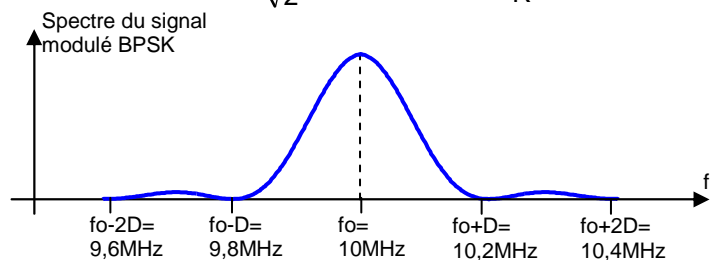
$T_b = 512\mu s$ donc si l'on prend $R_d C_d = 220\mu s$ cela permet d'avoir $C_d = 2,2nF$

Problème n°3 : Etude d'un modulateur IQ

Q1 : Il s'agit de la fréquence porteuse

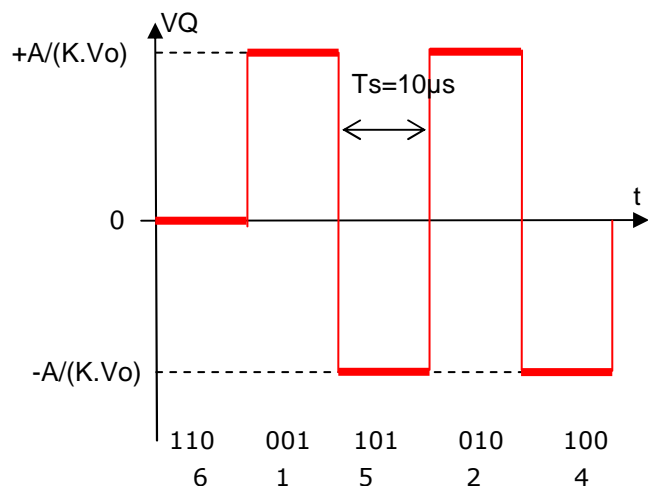
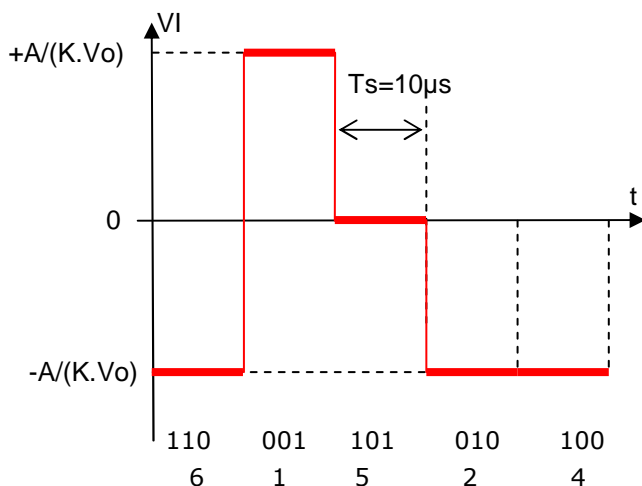
Q2 : on en déduit que $S = K \cdot V_o \cdot V_i \cdot \cos(\omega_o \cdot t)$ ce qui signifie que $S_{eff} = \frac{K \cdot V_o \cdot V_i}{\sqrt{2}}$ comme $P = \frac{S_{eff}^2}{R}$ donc

$V_o = \frac{\sqrt{2} \cdot \sqrt{P \cdot R}}{K \cdot V_i}$ soit $V_o = 1V$



Q3 : On obtient une modulation BPSK

Q4 : Il s'agit d'une modulation on l'on change l'amplitude et la phase et l'on dispose de 8 symboles.



Q5 : l'amplitude du signal modulé prends la valeur A pour les 4 symboles 0,3,6,5 et l'amplitude $A\sqrt{2}$ pour les 4 symboles 1,2,4,7

donc $Seff^2 = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{A}{\sqrt{2}}\right)^2 + \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{A \cdot \sqrt{2}}{\sqrt{2}}\right)^2$ car la probabilité d'apparition des symboles (0,3,6,5)=1/2 ainsi que la probabilité des symboles(1,2,4,7)=1/2

on en déduit donc $Seff^2 = \frac{A^2}{4} + \frac{A^2}{2} = \frac{3.A^2}{4}$ comme $Seff^2 = P.R$ alors $PR = \frac{3.A^2}{4}$ donc $A = \sqrt{\frac{4PR}{3}} = 0,82V$

Problème n°4 : Etude du transmetteur ASK/FSK TDA7100

Q1 : La PLL qui permet d'effectuer la synthèse de fréquence est constitué des éléments suivants :

Xtal Osc : Oscillateur à quartz qui sert de référence de fréquence

PFD : Comparateur de phase (Phase Frequency Detector)

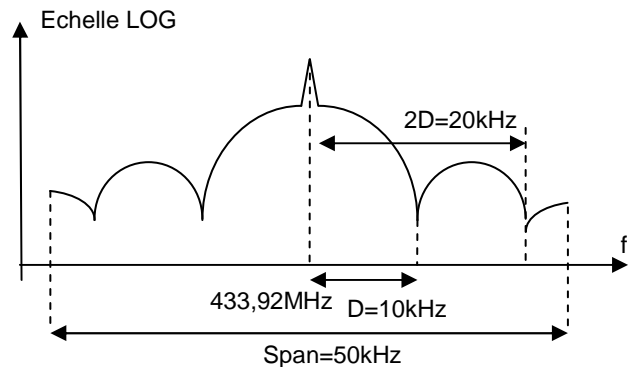
LF : Filtre de boucle (Loop Filter)

VCO : Oscillateur contrôlé en tension (Voltage Controlled Oscillator)

÷64 & (+2) : Diviseur de fréquence

$$FRF = \frac{F_{xtal} \cdot 64}{2} = 32 \cdot F_{xtal}$$

Q2 : On obtient une fréquence porteuse centrée sur $32 \times 13,56MHz$ soit $433,92MHz$



Q3 : Principe d'une modulation FSK

$f_0 = 434MHz$: Fréquence centrale (porteuse)

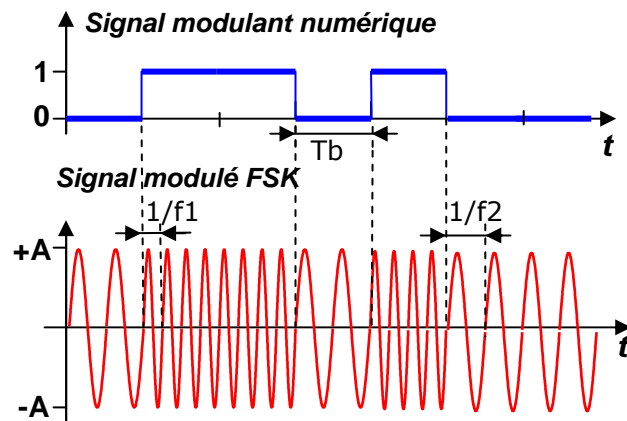
$x=1,5$: Indice de modulation

$D=16kbit/s$: Débit binaire

$$f_0 = \frac{f_1 + f_2}{2} \quad x = \frac{f_2 - f_1}{D}$$

donc

$$f_2 = f_0 + \frac{x.D}{2} \quad \text{et} \quad f_1 = f_0 - \frac{x.D}{2}$$



Q4 : La technique permettant d'obtenir une modulation FSK avec le circuit TDA7100 consiste à faire varier très légèrement la fréquence de l'oscillateur à quartz en changeant la capacité de charge du quartz.

$$f_{2N5} = \frac{f_2}{32} = \frac{f_0 + \frac{x.D}{2}}{32} = 13,562875MHz \quad f_{1N5} = \frac{f_1}{32} = \frac{f_0 - \frac{x.D}{2}}{32} = 13,562125MHz$$

Q5 : $L \approx (2 \times 2,6cm + 2 \times 1,2cm) \cdot 8nH/cm$ soit $L \approx 60,8nH$ comme $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ alors $C = \frac{1}{(2\pi \cdot f_0)^2 \cdot L}$ soit $C \approx 2,2pF$

Q6 : $P_E = 5dBm$ donc $P_E = 3,16mW$ $P_R = -70dBm$ donc $P_R = 0,1nW$ et $\lambda = \frac{c}{f_0} = 0,69m$

comme $D = \sqrt{\frac{P_E \cdot G_E \cdot G_R}{P_R}} \cdot \left(\frac{\lambda}{4\pi}\right)$ alors $D \approx 400m$ ce qui est raisonnable compte tenu de l'application envisagée.

Problème n°6 : Synthèse de fréquence pour un téléphone DECT

Q1 : On n'utilise pas un VCO seul pour effectuer la modulation de fréquence car ce dispositif ne permet pas de garantir avec précision et stabilité à long terme la fréquence porteuse. La synthèse de fréquence qui utilise un oscillateur à quartz apporte la précision et la stabilité nécessaire.

Q2 : Le sommateur permet d'injecter sur l'entrée du VCO le signal modulant. Le filtre de boucle fournit la tension continue nécessaire pour travailler autour de la fréquence porteuse fixée par la fréquence du quartz et les diviseurs de fréquence N & R.

$$\mathbf{Q3 :} \text{ Frf} = 2 \cdot \frac{\text{Fxtal}}{\text{R}} \cdot \text{N}$$

$$\text{Frf} + 1,728\text{MHz} = 2 \cdot \frac{\text{Fxtal}}{\text{R}} \cdot (\text{N} + 1) = 2 \cdot \frac{\text{Fxtal}}{\text{R}} \cdot \text{N} + \frac{2 \cdot \text{Fxtal}}{\text{R}}$$

$$\text{donc } 1,728\text{MHz} = \frac{2 \cdot \text{Fxtal}}{\text{R}} \text{ soit } \text{R} = \frac{2 \cdot \text{Fxtal}}{1,728\text{MHz}} = 16$$

pour $i=0$ $\text{FRFi} = 1881,792\text{MHz}$ donc $\text{N} = 1089$

pour $i=9$ $\text{FRFi} = 1881,792\text{MHz} + (9 \times 1,728\text{MHz})$ donc $\text{N} = 1098$

Q4 : Si l'on suppose que la PLL joue correctement son rôle cela signifie que l'on retrouve en sortie du VCO la fréquence $\text{FRF5}/2 = 945,216\text{MHz}$ avec $\text{FRF5} = 1881,792\text{MHz} + (5 \times 1,728\text{MHz}) = 1890,432\text{MHz}$

La caractéristique du VCO est de la forme : $\text{Fvco} = 940,32\text{MHz} + (1,92\text{MHz/V}) \times \text{Vc}$

donc pour le canal n°5 la tension de commande est $\text{Vc} = 2,55\text{V}$

$$\mathbf{Q5 :} \text{ x} = \frac{f_2 - f_1}{D} = \frac{2\Delta f}{D} = 0,5$$

Q6 : Allure du signal TXDATA au cours du temps afin d'obtenir la modulation souhaitée.

