

TD3-Performances du GSM

INSA

Département Télécommunications, Services & Usages

4 TC ; 2007-2008

Les caractéristiques du GSM sont résumées ci-dessous.

	GSM	DCS
Bande de fréquence	890-915 MHz (up) 935-960 MHz (down)	1710-1785 MHz (up) 1805-1880 MHz (down)
Nombre d'intervalles de temps par trame TDMA	8	8
Nombre de porteuses	124	374
Fréquences porteuses	$f_d=935+0,2.n$, pour $1 \leq n \leq 124$	$f_d=1805,2+0,2.(n-512)$, pour $512 \leq n \leq 885$
Ecart Duplex	45 MHz	95MHz
Rapidité de modulation	271kbit/s	271kbit/s
Débit de la parole	13 kbit/s (5,6kbit/s)	13 kbit/s (5,6kbit/s)
Débit après codage d'erreur	22,8 kbit/s	22,8 kbit/s
Débit max de données	12 kbit/s	12 kbit/s
Accès multiple	Multiplexage fréquentiel et temporel, duplexage fréquentiel	Multiplexage fréquentiel et temporel, duplexage fréquentiel
Rayon des cellules	0,3 à 30 km	0,1 à 4 km
modulation	GMSK	GMSK

I. Modulation GMSK

I.1. Principe de la MSK

On rappelle la formule générale d'une modulation FSK :

$$s_{RF}(t) = \sum_k A \cdot \exp(j2\pi(f_c + \alpha_i \Delta f)t + \varphi_i) \cdot \text{rect}(t/T_s - k)$$

- 1) En extraire le signal en bande de base
- 2) Quels sont les particularités de la modulation MSK
- 3) Quel est le nombre de bits codés par période symbole ?
- 4) Représentez l'évolution du signal en bande de base dans le plan complexe.

I.2. Approximation par modulation linéaire

- 1) Rappelez le principe d'une modulation linéaire
- 2) Tracez les différentes positions successives sur cette constellation lorsqu'on émet le signal binaire suivant : 10011101. Vous étudierez particulièrement l'évolution dans le plan complexe, de chaque point, à chaque transition.
- 3) Représentez la constellation correspondante. Tracez le diagramme de l'œil.
- 4) Vérifier qu'il est possible d'utiliser un récepteur linéaire (à partir des formes d'onde m_i et m_q), en utilisant le détecteur suivant :

$$\hat{\alpha}(2k) = \beta_Q(2k) \cdot \hat{\alpha}(2k-1)$$

$$\hat{\alpha}(2k+1) = -\beta_I(2k+1) \cdot \hat{\alpha}(2k)$$

où $\hat{\alpha}(n)$ sont les estimations des données transmises, et $\beta_I(n) + j\beta_Q(n)$ est le symbole échantillonné à l'instant $(n+1).T_s$.

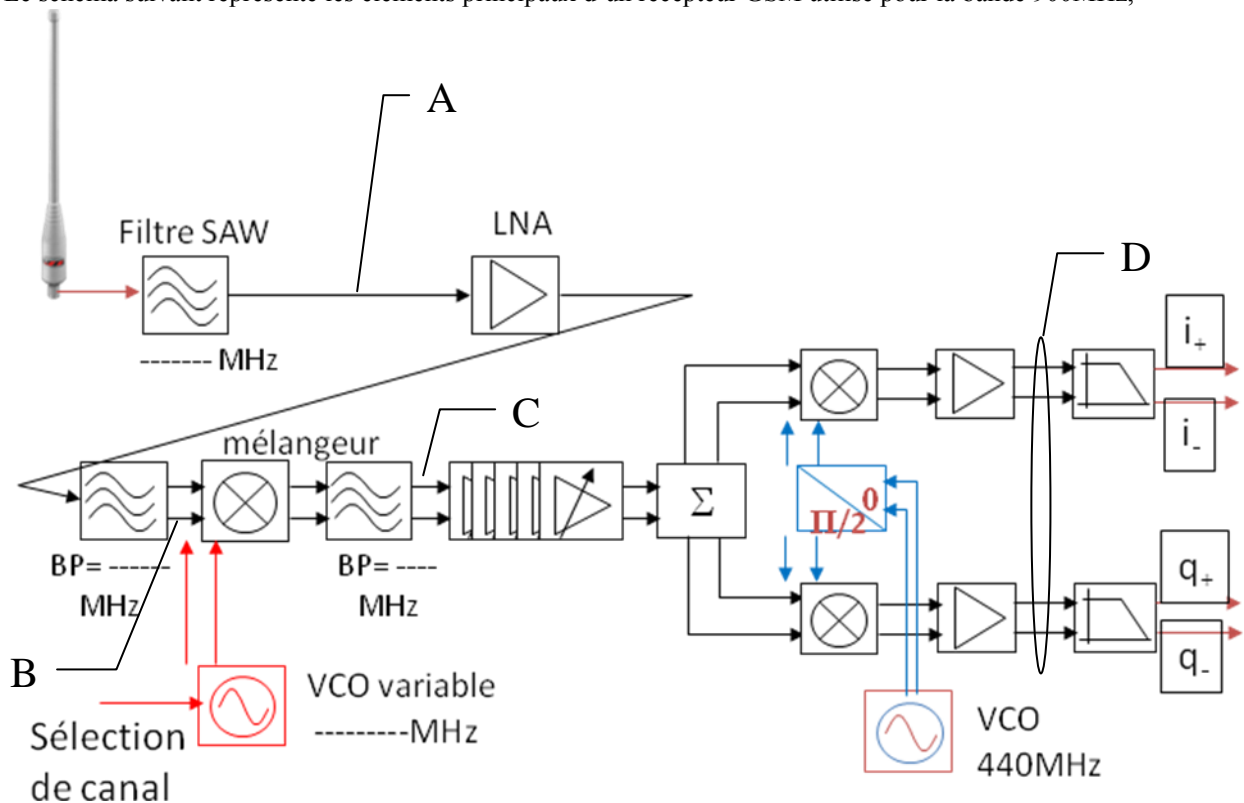
- 5) Quel est l'impact sur les différentes représentations (trajectoire, constellation, signaux I/Q, spectre) d'un filtrage gaussien (filtrage des $m_i(t)$, $m_q(t)$) Dans le GSM, la GMSK effectue en réalité un lissage du signal de phase, et non des signaux m_i et m_q . Pourquoi ?

Approfondissement : reprenez toutes ces questions, en simulation , sous Matlab, en suivant la logique suivante :

- 6) Créez un vecteur bit aléatoire $B=...$
- 7) Générez la phase MSK $\rightarrow \Phi=...$
- 8) Consturisez puis tracez le signal bande de base, puis tracez la trajectoire dans le plan de phase ($\text{plot}(m_i(n), m_q(n))$), et enfin, superposez les constellations.
- 9) Régénérez alors le même signal, en modulation différentielle (une séquence d'impulsions). Convoluez par le filtre que vous avez trouvé ci-dessus. Et comparez.
- 10) Tracez les diagrammes de l'œil, les constellations (avec les points d'échantillonnage) à l'aide de Matlab,
- 11) Appliquez un filtrage gaussien (filtrage des $m_i(t)$, $m_q(t)$) avec différents paramètres,

II. Récepteur GSM

Le schéma suivant représente les éléments principaux d'un récepteur GSM utilisé pour la bande 900MHz,



- 1) Déterminez la bande passante des 3 filtres à onde de surface SAW, en précisant le rôle de chacun.
- 2) Déterminez la plage de variation du VCO variable en expliquant son rôle.
- 3) Donnez la valeur qu'il faut affecter au VCO variable pour récupérer le canal 102.
- 4) Représentez approximativement les spectres des signaux GSM pour les canaux 99 à 105, aux points A, B, C, D et à la sortie. Regardez ce qui se passe vis à vis du bruit.

III. Débit utile

A partir des informations données dans le tableau ci-dessus, expliquez pourquoi avec une telle vitesse de modulation, le débit utile par utilisateur n'est que de 13kb/sec.