

CORRIGÉ-BARÈME		/80
A : CONDITIONNEMENT DES SIGNAUX ISSUS DES THERMOCOUPLES		/30
1. Premier étage d'amplification		
1.1.1.	$A_R = 20 \cdot \log \left[\frac{ A_{D1} \cdot V_A}{ A_{C1} \cdot V_{MC}} \right] = 20 \cdot \log \left[\frac{ A_{D1} }{ A_{C1} } \right] + 20 \cdot \log \left[\frac{V_A}{V_{MC}} \right] = T_{RMC} + 20 \cdot \log \left[\frac{V_A}{V_{MC}} \right]$	2
1.1.2.	$V_A = \alpha \cdot \Delta T \Rightarrow V_A = 12 \mu V$ et $A_R = 140 + 20 \cdot \log(12 \cdot 10^{-6}) = 42 dB$ C'est suffisant.	1,5
1.2.1.	Il s'agit d'un filtrage passe bas.	1
1.2.2.	$G_{D10} = 52 \text{ dB}$ (voir document réponse 1 corrigé) d'où $ A_{D10} = 398$.	1+2
1.2.3.	Voir document réponse 1 corrigé, $f_{01} \approx 1,4 \text{ kHz}$	1+1
1.2.4.	Voir document réponse 1 corrigé, pente -20 dB/dec (ou -6 dB/oct), filtre d'ordre 1.	1+1+1
1.2.5.	Atténuation à 60 kHz par rapport au gain statique $\approx 33 \text{ dB}$. Ce qui ne permet pas une atténuation suffisante du bruit de commutation.	2
2. Deuxième étage d'amplification		
2.1.1.	En continu le condensateur C_4 est équivalent à un circuit ouvert. On retrouve une structure type amplificateur inverseur avec $A_{20} = -R_4/R_3$	1+1
2.1.2.	$A_{20} = -15$	1
2.2.1.	$f_{02} = 1/T_{02} = 1 / (5 \times 0,5 \text{ s}) = 0,4 \text{ Hz}$	1,5
2.2.2.	$A_{22} = V_{Spp} / V_{S1pp} = 1,03 / 0,097 = 10,6$ pour $f = 0,4 \text{ Hz}$. f_{02} est la fréquence de coupure à -3 dB car $A_{22}/A_{20} = 0,707 = 1/\sqrt{2}$	1+2
3. Etude de la chaîne d'amplification complète		
3.1.	Le gain statique de la chaîne complète a augmenté de $75 - 52 = 23 \text{ dB}$. Le filtre est maintenant un filtre d'ordre 2 qui est donc plus sélectif.	2+1
3.2.	Le gain à 60 kHz est égal à -60 dB donc l'atténuation obtenue vaut $75 - (-60) = 135 \text{ dB} > 80 \text{ dB}$; Le cahier des charges est donc respecté.	2+1
3.3.	Une forte amplification permet d'obtenir une tension v_s à priori suffisamment importante pour être correctement traitée par le CAN.	2

B : TRANSMISSION RADIOFRÉQUENCE DES DONNEES		132
1. Étalement de spectre		
1.1.1	$T_c = T_b/8$	1
1.1.2.	$C = 8.D = 2$ Mchip/s	1+0,5
1.2.1.	$BW_b = 250$ kHz et $BW_c = 2$ MHz.	1+1
1.2.2.	$\frac{DSP_chips}{DSP_bits} = 0,125 = 1/8$ à $f = 0$ Hz	1
1.2.3.	On a un encombrement spectral multiplié par 8 et une DSP divisée par 8	1 + 1
2. Étude de la modulation O-QPSK		
2.1.	Voir document réponse 3 corrigé	2
2.2.	Voir document réponse 4 corrigé	1,5
2.3.1.	$y_2(t) = \hat{A}_p \cdot \cos\left(\omega_p t + \frac{\pi}{2}\right)$	1
2.3.2.	$z_1(t) = \hat{A}_p \sqrt{2} \cos(\varphi_k) \cos(\omega_p t)$ $z_2(t) = \hat{A}_p \sqrt{2} \sin(\varphi_k) \cos\left(\omega_p t + \frac{\pi}{2}\right)$	2
2.3.3.	$p(t) = \hat{A}_p \cdot \sqrt{2} \cdot \cos \varphi_k \cdot \cos(\omega_p t) - \hat{A}_p \cdot \sqrt{2} \cdot \sin \varphi_k \cdot \sin(\omega_p t) = \hat{A}_p \cdot \sqrt{2} \cdot \cos(\omega_p t + \varphi_k)$	2
2.3.4.	φ_k porte l'information c'est donc une modulation de phase.	1
2.4.1.	$R_{s2} = \frac{1}{T_{s2}} = \frac{1}{2T_c} = \frac{C}{2}$ soit $R_{s2} = 1$ Mbaud	1+ 0,5+1
2.4.2.	Voir document réponse n°5 corrigé	2
2.4.3.	Voir document réponse n°5 corrigé	1+1
2.5.1.	Voir document réponse n°5 corrigé	1
2.5.2.	Voir document réponse n°5 corrigé	1+1
2.6.1.	Voir document réponse n°4 corrigé	2
2.6.2.	Variation maximale de phase = $\pi/2$	1
2.6.3.	Variation maximale de phase = π , deux fois plus importante qu'en O-QPSK	1+0,5
2.6.4.	L'amplitude du signal O-QPSK ne passe pas par 0, les variations de son amplitude sont moins grandes que pour le signal QPSK.	1

C : FILTRAGE NUMERIQUE DE MISE EN FORME		/18
1. Détermination de la réponse impulsionnelle du filtre numérique en demi-sinus		
1.1.	$h_n = \sin\left(\frac{n\pi}{32}\right)$ si $0 \leq nT_E \leq T_{S2}$	2
1.2.	Voir document réponse n°6 corrigé	2
1.3.	Il s'agit d'un filtre RIF car il y a un nombre fini d'échantillons non nuls pour la réponse impulsionnelle il est donc non récursif.	2
1.4.	Les RIF sont toujours stables.	1
2. Etude de la réponse fréquentielle du filtre numérique en demi-sinus		
2.1.	Il s'agit d'un filtrage de type passe-bas.	1
2.2.	Voir document réponse n°7 corrigé ; $f_c/F_E \approx 0,018$	1,5 +0,5
2.3.	$f_c \approx 576$ kHz	1
2.4.	L'amplitude du signal modulé avec filtrage étant quasi constante le rendement des amplificateurs de puissance sera meilleur que sans filtrage	1
3. Encombrement fréquentiel du signal Zigbee		
3.1.	Voir document réponse n°8 corrigé. $f_p = 2405$ MHz	1
3.2.	On trouve $N_c = 11$	1,5
3.3.	Voir document réponse n°8 corrigé. Encombrement spectral du lobe principal ≈ 3 MHz	1+ 0,5
3.4.	Voir document réponse n°8 corrigé.	1
3.5.	L'encombrement spectral du lobe principal est inférieur à la largeur du canal ce qui assure un bon fonctionnement de la transmission.	1