

ELECTRONIQUE ANALOGIQUE

- Une réponse comporte une phrase et une expression littérale le cas échéant.
- La valeur numérique éventuellement demandée comportera l'unité adéquate faute de quoi la réponse ne sera pas prise en compte

La base d'un robot autonome est constituée de deux moteurs qui assurent sa propulsion et d'un système de localisation et d'anticollision composé d'un GPS et de 8 capteurs de distance. Un microcontrôleur de type STM32F446 assure la gestion de l'ensemble.

1. Système de localisation et d'anticollision (25%)

Le système de localisation et d'anticollision ainsi que le microcontrôleur sont alimentés par une batterie, via un régulateur linéaire (figure 1a). La batterie est constituée de la mise en série de N cellules. La courbe de décharge d'une cellule est présentée figure 1b.

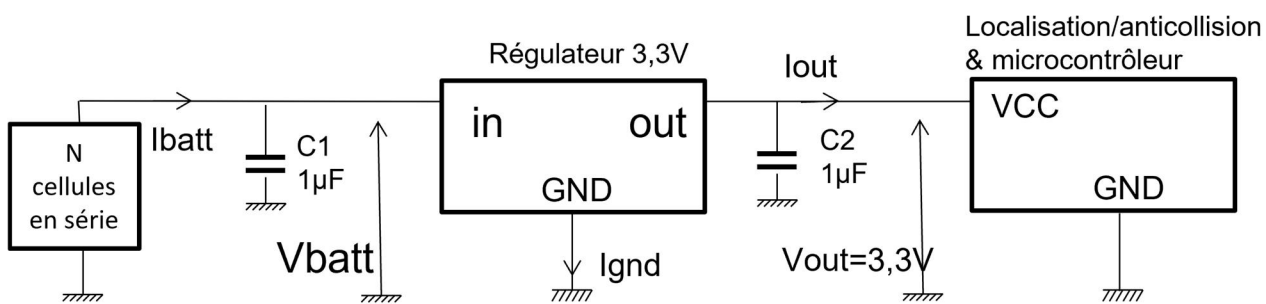
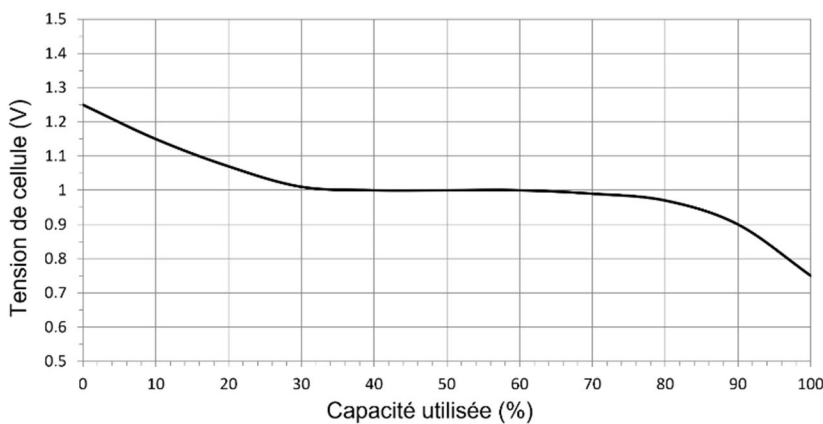


Figure 1a



Figure

1b

symbole	valeur
Vin max	À déterminer
Vout	3,3V
Drop-out: V _{DO}	300mV
I _{gnd}	100µA
I _{out max}	100mA

Figure 1c

- Un capteur de distance consomme 5mA durant la mesure de distance et 100 μ A en standby. Une mesure de distance dure 20 ms, le capteur est en standby lorsqu'il n'effectue pas de mesure. Les capteurs effectuent 10 mesures par seconde.
- Le GPS consomme 32 mA en permanence
- Le microcontrôleur est activé en permanence, il consomme 300 μ A/MHz. Sa fréquence d'horloge est de 16MHz.

a/ Déterminer l'expression du courant moyen consommé $I_{out_{moy}}$. En déduire l'expression du courant moyen débité par la batterie $I_{batt_{moy}}$.

b/ Quelle est la tension minimale $V_{batt_{min}}$ nécessaire pour garantir un fonctionnement du système ? En déduire la valeur de N qui permet d'utiliser la totalité de la capacité de la batterie.

c/ Quelle référence de cellule permet une durée de fonctionnement d'au moins 10 heures ?

Référence de cellule	Capacité (mAh)
HR-2/250	250
HR-2/400	400
HR-2/500	500
HR-2/1600	1600
HR-2/3000	3000

d/ En fonction de la réponse précédente, quelle est la durée réelle de fonctionnement ?

2.0: Alimentation des moteurs (25%)

L'ensemble des questions ci-dessous porte sur le circuit de la figure 2a. Deux moteurs à courant continu sont utilisés pour le déplacement du robot. Ils sont alimentés, via un convertisseur DC-DC de type Buck, par une autre batterie formée de M cellules en série.

- La caractéristique d'une cellule est donnée figure 2b, sa capacité est de 40Ah.
- En fonctionnement normal, chaque moteur consomme 5A sous une tension de 12V.
- Le convertisseur Buck présente un rendement supposé constant $R = 80\%$. Le convertisseur dispose en interne d'une PWM qui détermine automatiquement le rapport cyclique θ nécessaire au maintien d'une tension de sortie V_{mot} constante en présence de variations sur V_{batt} . Cependant, il convient que V_{batt} reste dans des limites telles que le rapport cyclique θ reste dans la plage $20\% \leq \theta \leq 80\%$. Rappel : pour un convertisseur BUCK, $V_{out} = \theta V_{in}$.

a/ Quelles sont les valeurs minimale et maximale de V_{batt} qui assurent un fonctionnement correct du convertisseur BUCK ? En déduire les valeurs minimale et maximale de M.

b/ Quelle est la puissance absorbée en entrée du convertisseur BUCK lors du fonctionnement des moteurs ?

c/ En considérant que les cellules doivent être utilisées à 100% de leur capacité, déterminer le courant I_{batt} moyen permettant de garantir une durée d'utilisation du robot d'au moins 10h, sachant que les moteurs fonctionnent pendant 80% de la durée d'utilisation du robot.

d/ En considérant que les cellules sont utilisées à 100% de leur capacité, déterminer le nombre de cellules M nécessaire pour garantir la durée d'utilisation du robot.

e/ Pour la valeur de M déterminée précédemment, quelle est la durée d'utilisation réelle du robot ?

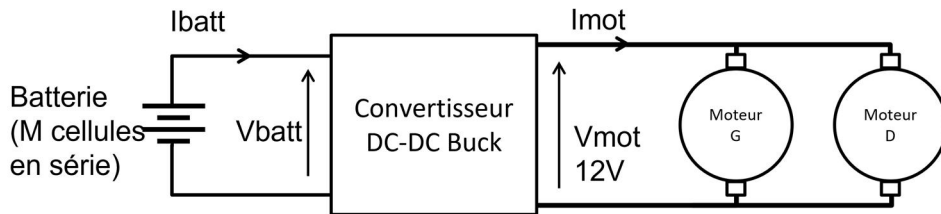


Figure 2a

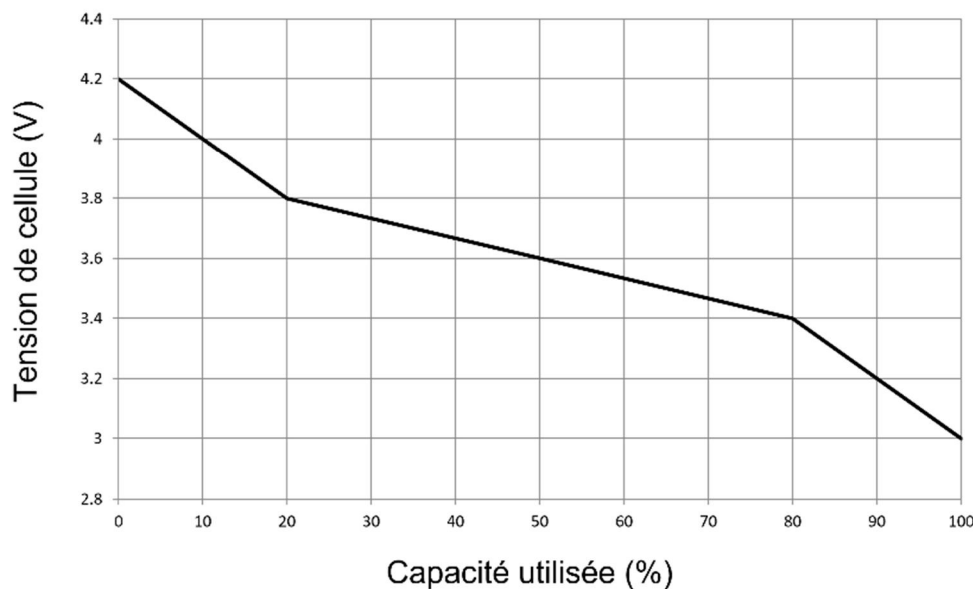


Figure 2b

3.0: Bruit (50%)

L'ensemble des questions ci-dessous portent sur le circuit de la figure 3a. Les amplificateurs opérationnels A1 et A2 sont considérés idéaux sauf en ce qui concerne le bruit pour lequel les caractéristiques sont données par les courbes des figures 3b et 3c. Rappel: $4kT = 1,6 \cdot 10^{-20} \text{ J}$.

a/ Redessinez le schéma de la figure 3a dans la configuration de calcul du bruit (vous ferez apparaître les différentes sources).

b/ Dans le cas du bruit thermique uniquement, déterminez, pour chaque source de bruit, la densité spectrale de bruit en V_{out} (remplir le tableau page 5).

Un filtre passe-bas du premier ordre et de fréquence de coupure $f_c = 10 \text{ Hz}$ est maintenant connecté en V_{out} :

c/ Déterminez la puissance de bruit en sortie du filtre en négligeant le bruit propre du filtre.

d/ Donnez le schéma du filtre. Déterminez la valeur des éléments de ce filtre afin que la puissance de bruit apportée par le filtre soit au plus égale à 10% de la puissance de bruit déterminée à la question précédente.

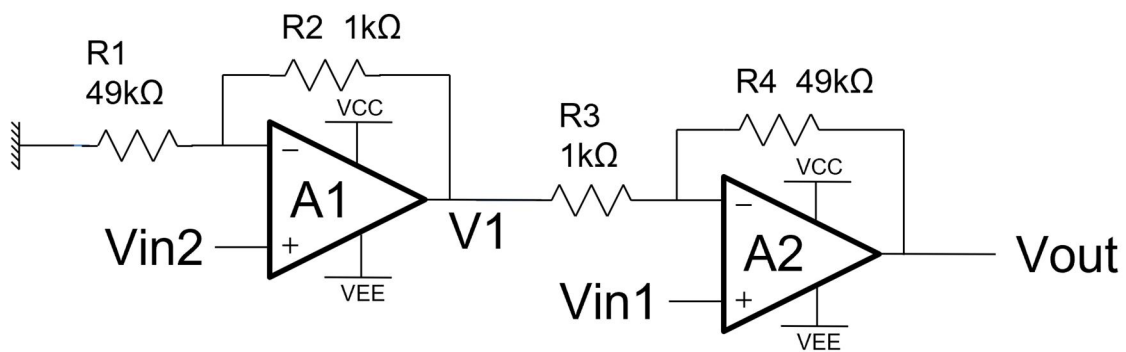


Figure 3a

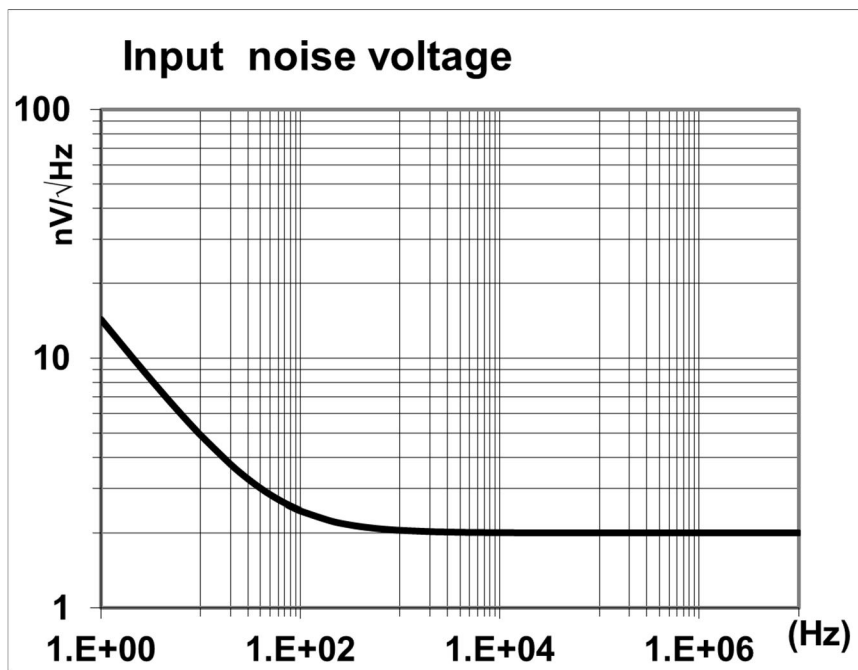


Figure 3b

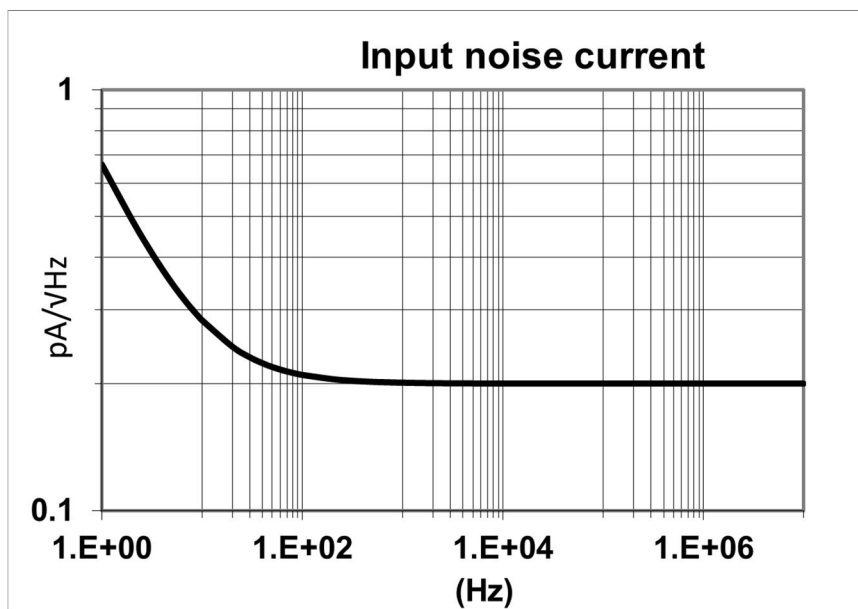


Figure 3c

Page à rendre avec votre copie

Nom :

Prénom :

Amplificateur opérationnel (bruit thermique):

$e_n^2 =$

$i_n^2 =$

Source de bruit	Expression <u>littérale</u> de la contribution de la source à la densité spectrale de bruit <u>en Vout</u>	Application numérique	Unité
	Bruit total en Vout		