

Partie technologie

30 minutes - 25 points

(dont 2 points pour la présentation de la copie et l'utilisation de la langue française)

Iron Man, un Héros fantastique pas si loin de la réalité, du moins pour son armure qui lui permet d'amplifier sa force physique. Actuellement dans le monde, on compte une vingtaine de projets d'exosquelettes : une armure solide qui se place par dessus un être vivant qui imite nos bras et nos jambes.

Les exosquelettes robotisés ont pour but d'aider un être humain à effectuer un mouvement : porter une charge lourde sans forcer, se déplacer sans effort, rééduquer ou utiliser des membres paralysés. Nous parlons dans ce cas, d'homme augmenté.

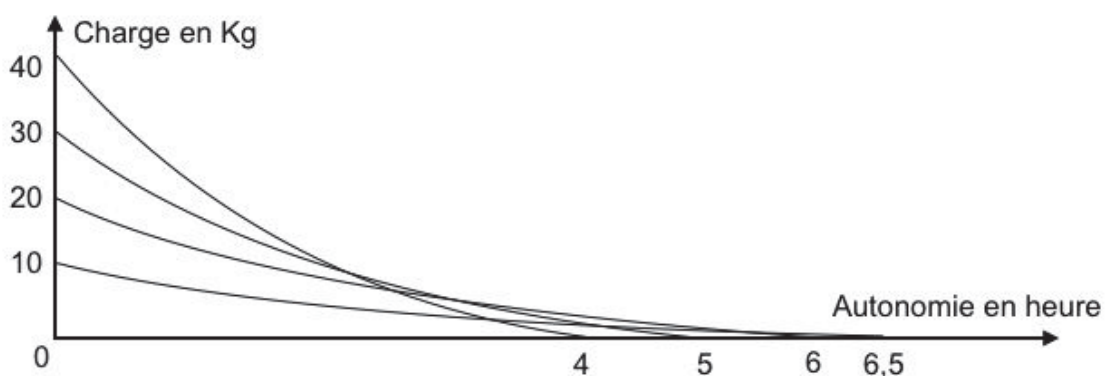


Le caractère innovant de ces projets annoncés comme une réelle technologie de demain, procure concurrence et course aux Brevets entre les entreprises sur ce nouveau marché. Il est donc difficile de trouver des informations techniques. Dans la suite du sujet, les données sont donc en partie factices et permettent juste une réflexion théorique.

L'entreprise Française RB3D développe actuellement le modèle Hercule V3 (figure 1). Un exosquelette exclusivement pour les jambes qui permet de transporter une charge de 40kg sur une plateforme, ce qui permet à l'utilisateur d'avoir les mains libres.

L'ensemble est alimenté par une batterie LI-Ion de 600 Watts dont l'autonomie en fonction de la charge transportée est indiquée sur le document 1.

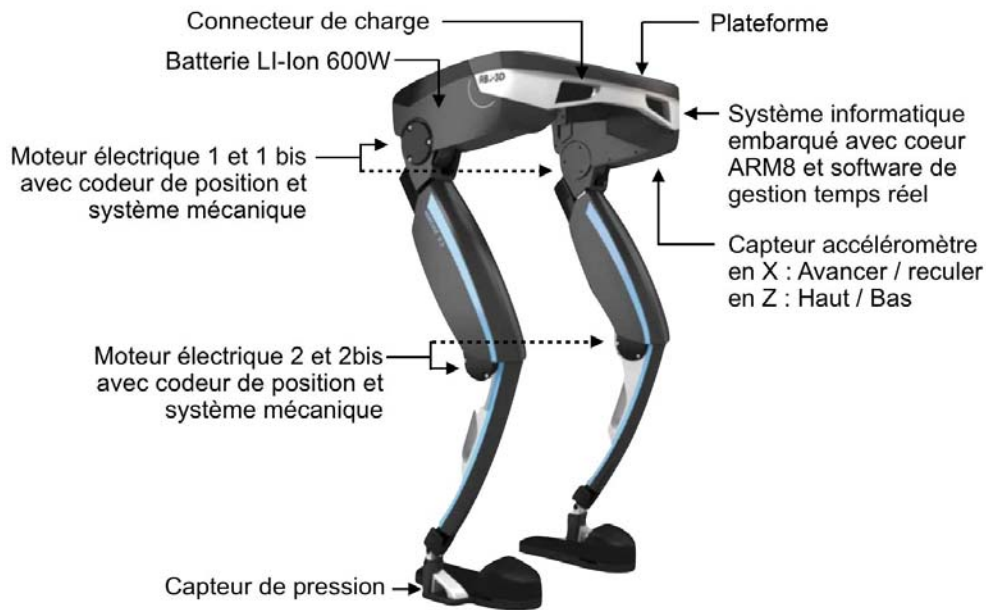
Document 1 : Autonomie en fonction de la charge transportée



Question 1

Déterminer à l'aide du document 1, l'autonomie maximale de l'exosquelette avec une charge transportée de 40 kg ?

Document 2 : Description de l'exosquelette Hercule V3



La commande de l'exosquelette se fait naturellement par les mouvements du corps, un capteur accéléromètre permet de déterminer si l'utilisateur souhaite avancer ou reculer (mouvement en X), se lever ou se baisser (mouvement en Z). Ainsi le système Hercule détecte/anticipe et accompagne les

mouvements de l'utilisateur tout en supportant la charge transportée. Autrement dit, il suffit d'amorcer un mouvement pour que l'exosquelette prenne le relais.

Un capteur de pression sous les pieds permet à l'exosquelette de capter le sol ou marche d'escalier.

Il est équipé de 2 moteurs à chaque jambe, l'un pour l'articulation de la hanche, l'autre pour le genou. Les moteurs sont équipés de codeurs permettant au système embarqué de connaître la position des membres et piloter les moteurs en fonction.

Question 2

A l'aide des informations (introduction et document 2), compléter la description du système sous forme de chaîne d'information et d'énergie présente sur le document réponse.

Question 3

A l'aide des informations du document 2, compléter l'algorithme sur le document réponse qui décrit le fonctionnement général. Pour cela utiliser les indications suivantes :

accélération en Z (vers le haut), accélération en -Z (vers le bas), accélération en X (vers devant), accélération en -X (vers derrière), lancer sous-programme Avancer, lancer sous-programme Reculer, lancer sous-programme Se baisser, lancer sous-programme Se lever.

Afin d'utiliser sans danger l'exosquelette, il est important que le système embarqué soit informé de la position des membres notamment au niveau de la rotation de la hanche et du genou. C'est le rôle des codeurs positionnés sur chaque moteur. Sans ces informations et sans programmation appropriée, l'exosquelette risquerait d'accompagner l'utilisateur dans un mouvement anti-humain ce qui provoquerait automatiquement une fracture de la hanche ou du genou (exemple avec une rotation du genou vers devant ou une rotation de la hanche vers derrière).

Document 3 : Acquisition de la position des rotations

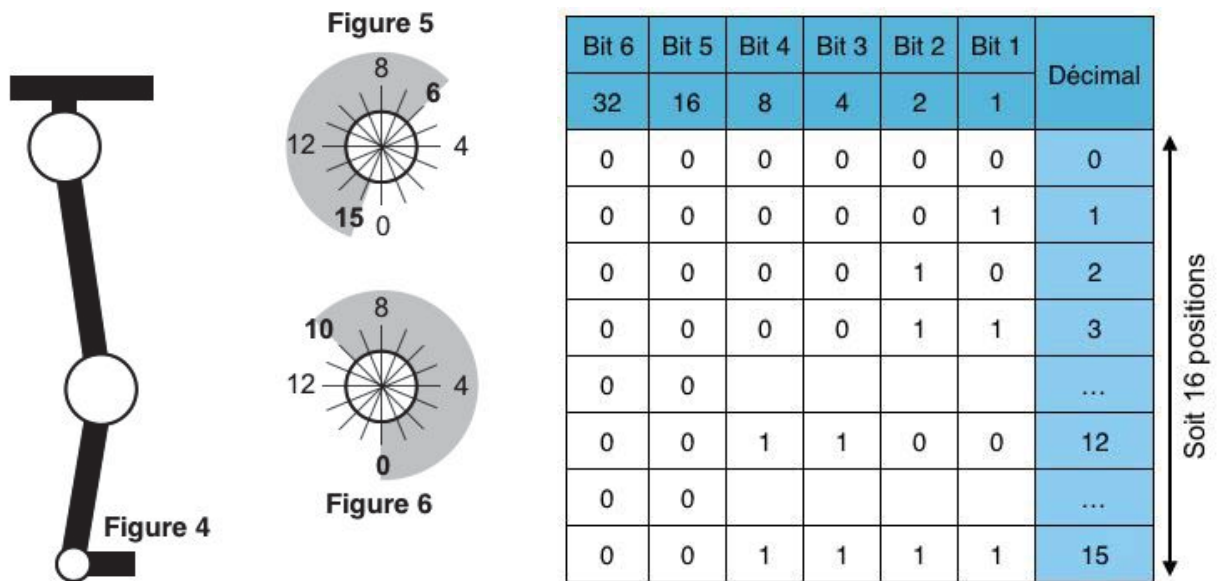


Figure 4 : Schématisation de l'exosquelette

Figure 5 : Positions détectables par le codeur des moteurs de la hanche

Figure 6 : Positions détectables par le codeur des moteurs du genou

Les zones grisées correspondent aux positions interdites car dangereuses pour l'utilisateur.

Un codeur est un capteur qui fournit directement l'information sous forme de signal numérique. L'information est donc directement numérisée ce qui permet un traitement plus aisé au niveau de la programmation.

Question 4

Indiquer sur le document réponse à l'aide du document 3 :

- Quel est le nombre maximal théorique de positions détectables par le codeur utilisé dans ce système ?
- Quel est le type de cette information : logique ou analogique ?
- Combien de bits sont nécessaires pour transporter cette information ?
- Quel est la valeur numérique de la position 12 et 14 ?

Question 5

Les rotations dangereuses sont indiquées en gris sur le document 3, compléter le sous-programme de gestion de la sécurité sur le document réponse.

Question 6

Sur le document réponse, proposer un exemple d'utilisation de ce type d'exosquelette dans un domaine spécifique en présentant les avantages qu'il peut amener à l'utilisateur.