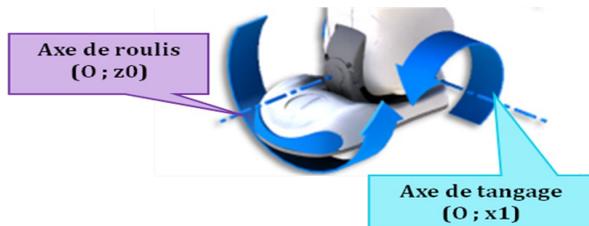


Problème technique

Le Robot Nao, créé par la société Aldebaran, est avant tout un démonstrateur ; l'objectif est de réaliser un robot d'aide à la personne plus grand : Roméo. L'étude porte uniquement sur un sous-ensemble du robot, la cheville ; en effet, les solutions retenues pour les 2 robots sont très proches. Les chevilles possèdent 2 axes de rotation (roulis et tangage), le contrôle de la position angulaire de ces axes est fondamental. Les contraintes mécaniques sur Roméo sont telles qu'il est nécessaire d'imbriquer 3 boucles de régulation (courant, vitesse et position). On s'intéresse, dans ce TP, à la réalisation de la boucle de courant. On propose après une rapide prise en main du robot Nao et du sous-système cheville :

- d'analyser la solution technique utilisée pour mesurer le courant moteur,
- de valider ou non son intégration dans une boucle de courant,
- de proposer des alternatives.



Objectif et démarche

Les compétences visées au terme de la séance sont d'être capable de :

- **justifier** les choix effectués au regard du cahier des charges,
- **identifier** les régimes de fonctionnement mécanique (fonctionnement dans 1, 2 ou 4 quadrants),
- **analyser** le fonctionnement du convertisseur (formes d'ondes des tensions et des courants).

Table des matières

Table des matières.....	2
Découverte et appropriation du système.....	3
Etude de la chaîne d'énergie de la cheville.....	3
Résolution du problème technique	4
Affichage signé du courant en fonctionnement moteur.....	7
Modification à prévoir pour Roméo.....	7



Dossier pédagogique
Performances d'un convertisseur statique
DC-DC

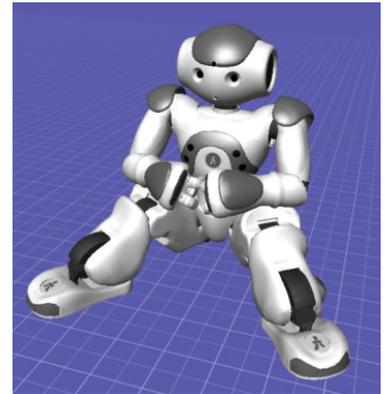
DÉCOUVERTE ET APPROPRIATION DU SYSTÈME

Poser le robot Nao au sol en le positionnant assis comme sur la figure ci-contre. Démarrer le robot en appuyant 3s sur le bouton situé sur son torse. Le processus de démarrage dure quelques minutes. A la fin, les yeux arrêtent de clignoter.

Appuyer sur sa tête, un programme pré-enregistré s'exécute alors (le robot se met debout, danse puis se rassoit).

Veiller à la position du robot : il ne doit pas tomber !

Le passage de la position assise à debout nécessite le contrôle des 25 axes du robot. Nous allons, dans la suite, nous intéresser uniquement à la cheville qui a été didactisée.



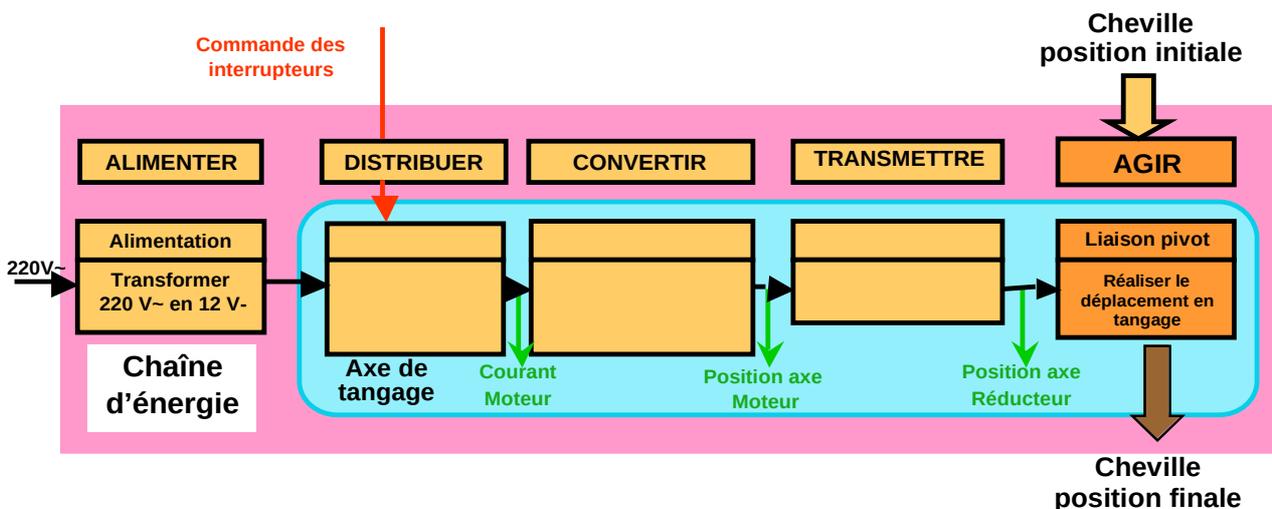
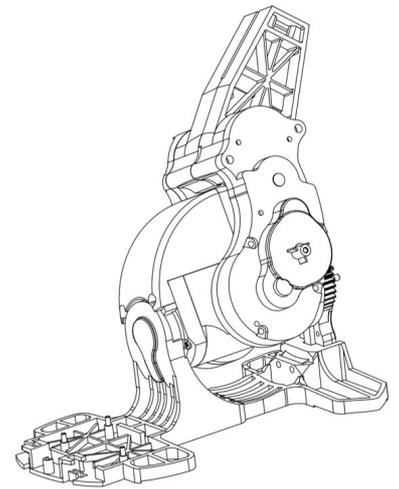
ETUDE DE LA CHAÎNE D'ÉNERGIE DE LA CHEVILLE

L'objectif est ici d'identifier les différents constituants de la chaîne d'énergie de la cheville de Nao. En effet, tous les axes de rotation de Nao sont commandés de la même façon.

Manipuler, sans l'alimenter, la cheville dans le but de définir les 2 degrés de liberté.

Q1 : Repérer sur le schéma ci-contre les 2 axes de rotation de tangage (pitch) et de roulis (roll).

Q2 : Compléter en utilisant le document ressource la chaîne d'énergie pour l'axe de tangage.

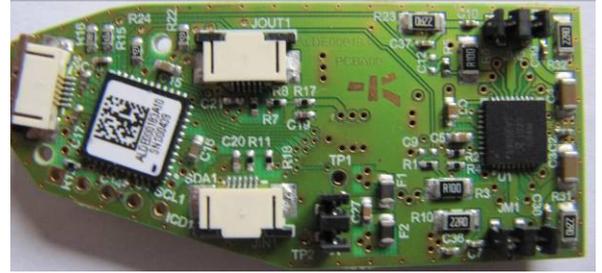


Une carte électronique est à votre disposition, repérer grâce aux différentes photos du document ressource, sa position dans la cheville.

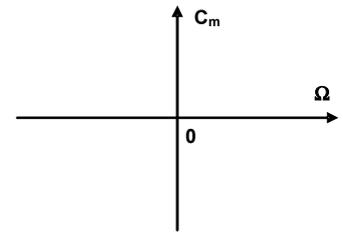
Q3 : Repérer sur la photo ci-dessous les hacheurs ainsi que l'emplacement des câbles allant aux 2 moteurs. Commenter sa taille ! Un dissipateur est-il utilisé ?

Q4 : En utilisant la documentation du composant A3995, déterminer la structure du (des) hacheur(s) ainsi que la tension maximale et le courant maximal autorisés.

Q5 : Vérifier en cherchant les grandeurs nominales et maximales des moteurs que ces hacheurs sont bien adaptés.



Q6 : En tenant compte des manipulations effectuées avec le robot, justifier la nécessité d'utiliser un hacheur 4 quadrants. Préciser pour chaque quadrant le fonctionnement de la MCC



RÉSOLUTION DU PROBLÈME TECHNIQUE

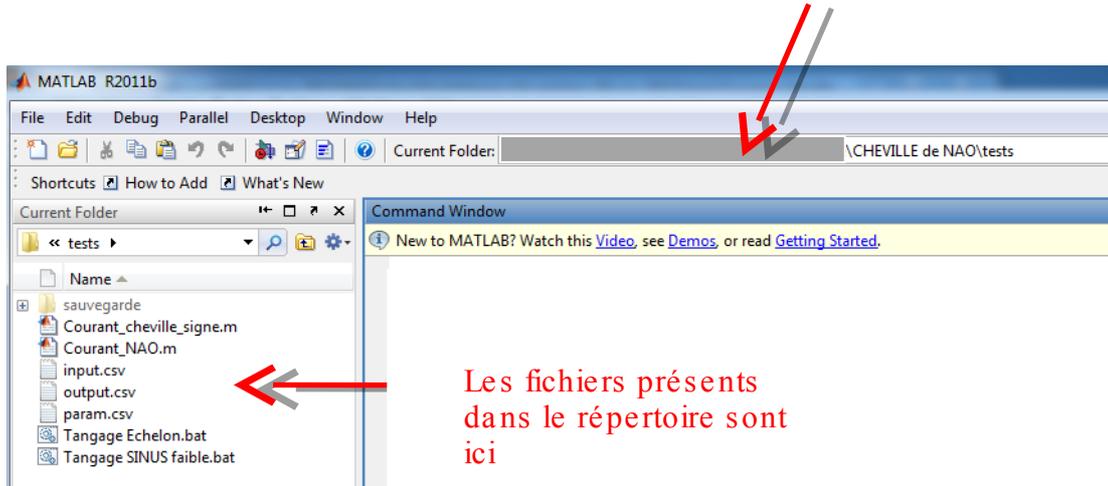
Q7 : Décrire les solutions retenues par le constructeur en terme de contrôle du courant moteur pour Nao et Roméo.

Analyse du courant mesuré dans la cheville de Nao

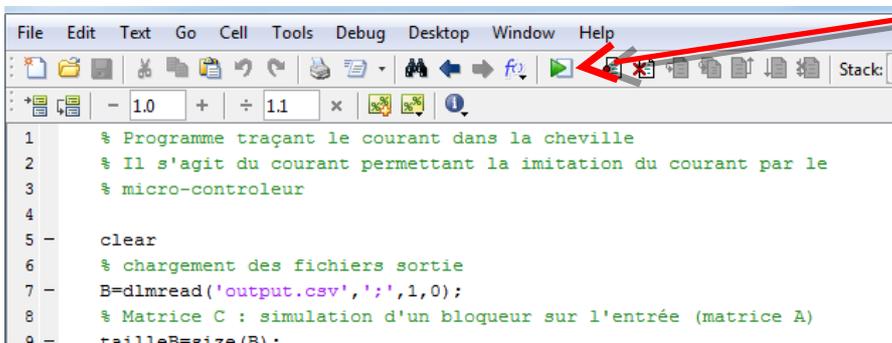
- Alimenter la cheville avec l'alimentation (attention à respecter les bornes rouge avec rouge, noir avec noir !).
- Brancher le câble USB sur votre PC.
- Positionner la cheville droite.
- Aller dans le répertoire *CHEVILLE DE NAO/test/*

Réaliser **l'essai n°1** en cliquant sur le programme *Tangage sinus faible* (la cheville doit « osciller » légèrement).

Lancer le logiciel Matlab. Indiquer votre répertoire de travail dans *Current Folder*. Vous devez obtenir ceci :

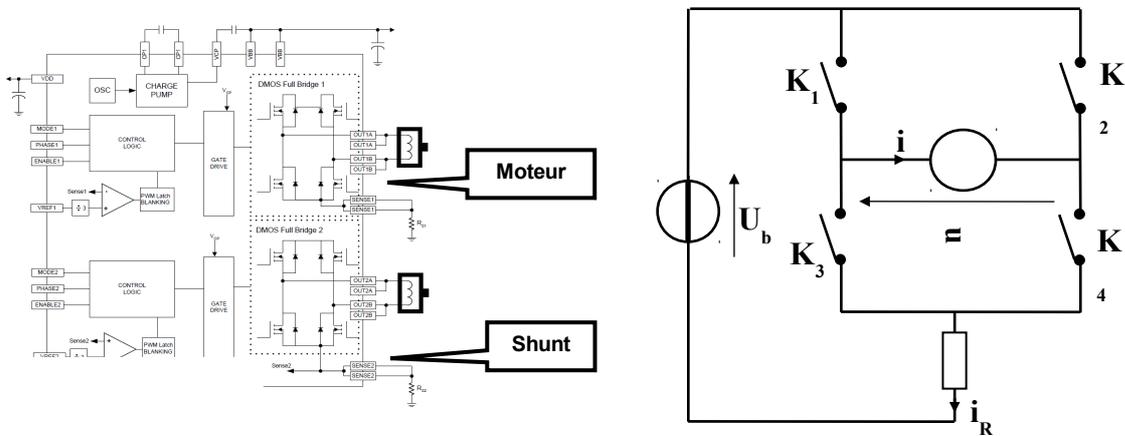


Cliquer sur le fichier *Courant_NAO*. Exécuter le programme en cliquant sur la flèche verte.



Le courant moteur se trace dans la figure 1.

- Q8 :** Décrire la nature du mouvement. Dans quels quadrants semblent fonctionner la MCC ? Prévoir le signe du courant. Les mesures faites sont-elles conformes à vos hypothèses ?
- Q9 :** En utilisant le document ressource, rechercher comment se fait la mesure du courant. Est-ce vraiment le courant moteur ?
- Q10 :** Vérifier en numérotant les transistors que les schémas suivant sont identiques :



La table de vérité de la commande du hacheur est donnée ci-dessous :

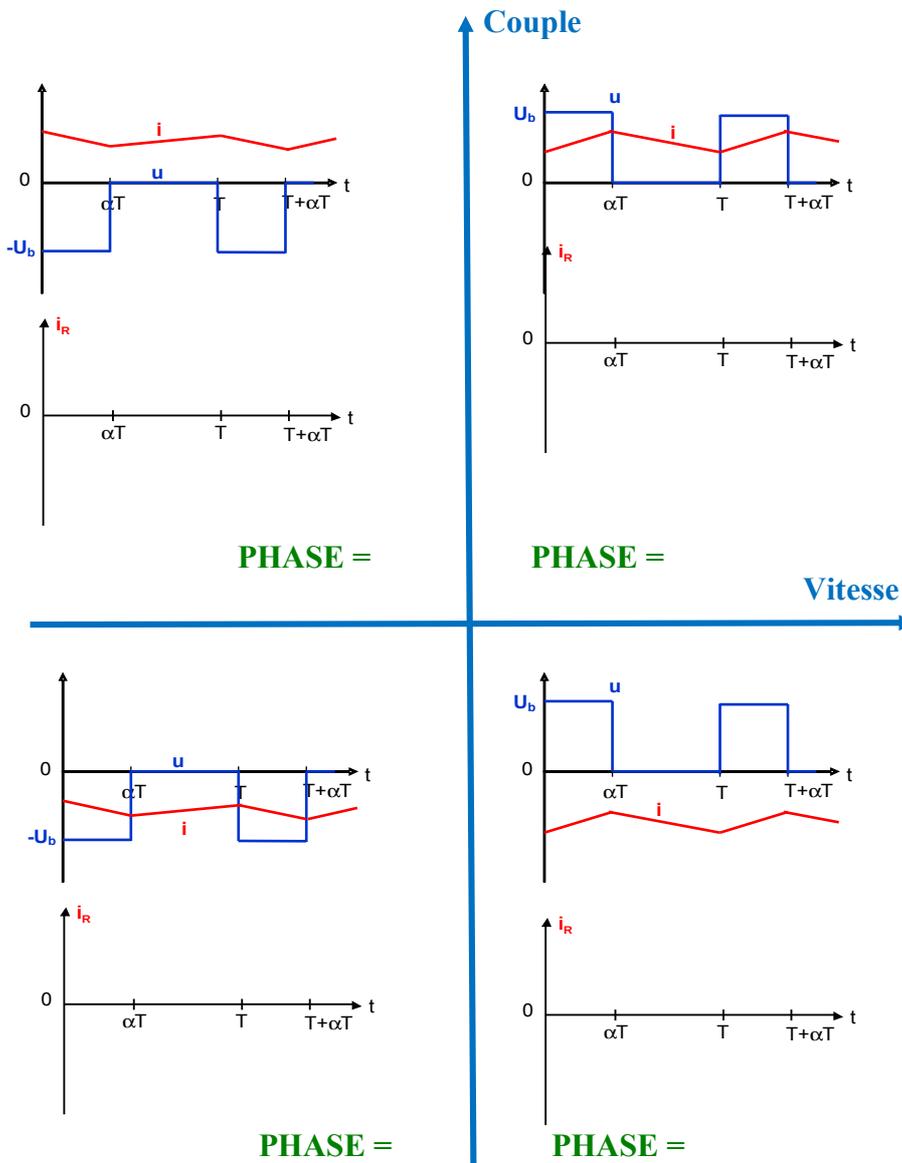
DC Control Logic

PHASE	ENABLE	MODE	OUTA	OUTB	Function
1	1	1	H	L	Forward (slow decay SR)
1	1	0	H	L	Forward (fast decay SR)
0	1	1	L	H	Reverse (slow decay SR)
0	1	0	L	H	Reverse (fast decay SR)
X	0	1	L	L	Brake (slow decay SR)
1	0	0	L	H	Fast decay SR*
0	0	0	H	L	Fast decay SR*

La commande se fait donc par les entrées logiques PHASE et ENABLE.

Q11 : Déterminer pour chaque quadrant l'état de la commande PHASE et compléter les graphes du courant i_R mesuré.

De 0 à αT , ENABLE = 1 et de αT à T, ENABLE = 0. Et MODE = 1.



Q12 : Peut-on distinguer les 4 quadrants avec cette acquisition du courant ? Quel est le problème ?

Q13 : *A quel instant le courant i_R est-il échantillonné pour avoir une image de la valeur moyenne du courant moteur ?*

Réaliser un second essai en programmant la commande Tangage Echelon pour cela pencher la cheville légèrement vers l'arrière et placer une petite masse (document ressource page 18). Visualiser le courant via Matlab avec le programme Courant_Nao.m.

Q14 : *Décrire cet essai. Quels quadrants sont maintenant sollicités ? Prévoir le signe du courant. Les mesures faites sont-elles conformes à vos hypothèses ?*

La mesure du courant est convertie en grandeurs numériques par un CAN contenu dans le dsPic. Seules les valeurs positives sont traitées.

Q15 : *La solution choisie par Aldebaran est-elle suffisante pour limiter le courant lors du contrôle des axes ?*

AFFICHAGE SIGNÉ DU COURANT EN FONCTIONNEMENT MOTEUR

Q16 : *Proposer une méthode, en utilisant la commande PHASE pour connaître le signe du courant moteur.*

Cette solution est mise en œuvre dans le kit Cheville.

Reprendre l'essai n°1 et visualiser le courant avec le programme Courant_cheville_signe.m.

Q17 : *Reporter puis analyser les résultats obtenus en précisant le fonctionnement de la MCC.*

MODIFICATION À PRÉVOIR POUR ROMÉO

Les contraintes mécaniques sur Roméo sont telles qu'une boucle interne de courant est nécessaire. Il faut donc connaître le courant quelque soit le fonctionnement de la machine.

Q18 : *Proposer une solution répondant aux cahiers des charges.*