



NAOtronics

Plate-forme d'étude des technologies électriques (Capteurs, actionneurs, communications, commandes, matériaux...) mises en œuvre dans le robot humanoïde NAO

Descriptif du support technologique

NAOtronics est une plate-forme d'étude des technologies mécatroniques mises en œuvre dans le robot humanoïde NAO. Elle se décompose en 3 Packs :

1. NAOtronics « Détection » :

- **Capteurs** (Effort, Position angulaire, Centrale inertielle, Ultrasons, Infrarouges, Mécanique/Bumper, Capacitif/Toucher, Microphone)

2. NAOtronics « Motorisation » :

- **Commandes** (Microcontrôleur Atmel/Arduino, Microprocesseur ARM/Linux) et asservissements (Position au niveau de la « Main » de NAO)
- **Actionneurs** (Moteur CC, Servo-moteur)

3. NAOtronics « Communication » :

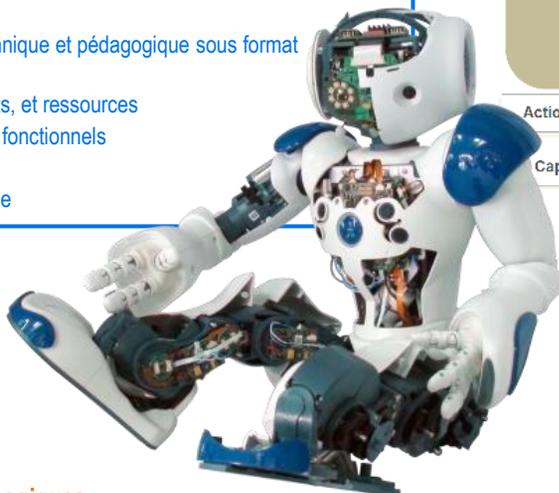
- **Communications** (I2C, SPI, RS485/CAN, Ethernet, WiFi)

NAOtronics est construit à partir du système « Doigt Robotisé », du sous-ensemble « Paume de la main de NAO » et de références ErmaBoard (la plate-forme de prototypage électronique ERM). Les références ErmaBoard fournies avec NAOtronics pourront ainsi être réutilisées pour du prototypage de partie commande lors de travaux pratiques, TIPE...

Un analyseur logique USB pour l'analyse des protocoles série CAN, SPI, I2C, RS232 est disponible en option.

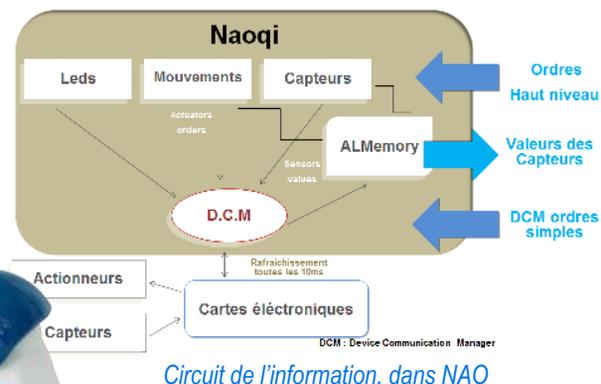
Ce produit est accompagné d'un dossier technique et pédagogique sous format numérique comprenant:

- ✓ CD « HTML » avec les activités, projets, et ressources
- ✓ Sources de programmation, Schémas fonctionnels
- ✓ Fiches techniques des composants
- ✓ Proposition d'organisation pédagogique



STI2D, S SI,
Classes Préparatoires aux Grandes Ecoles
IUT, Universités, Ecoles d'ingénieurs

Thématiques abordées
Instrumentation
Asservissement
Electronique & Communication
Traitement du signal



Références & Activités pédagogiques

NAOtronics, la plate-forme d'étude des technologies de capteurs, actionneurs, communications et commandes mises en œuvre dans le robot humanoïde NAO (Robot non fourni), est proposée sous les références suivante :

- ✓ **NAOtronics « Détection »** : NA15+PR00+PR30+PR31+PR32
- ✓ **NAOtronics « Motorisation »** : NA16+PR00+PR02
- ✓ **NAOtronics « Communication »** : PR00+PR10+PR11+PR18

Les principales activités pédagogiques proposées à l'attention des Classes Préparatoires aux Grandes Ecoles et de l'Enseignement Supérieur sont les suivantes:

- ✓ **Etude des technologies de capteurs** (Phénomènes physiques et signaux analogiques associés, Conversion analogique/numérique, Traitement des signaux)
- ✓ **Programmation** de microcontrôleur et microprocesseur
- ✓ Etude de l'**asservissement** mis en œuvre au niveau de la main de NAO.
- ✓ Etude des principaux **protocoles de communication** utilisés dans les systèmes embarqués (I2C/SPI, RS485/CAN, Ethernet, WiFi)
- ✓ Etude et **comparaison des différents types de moteurs et de leur électronique de commande**
- ✓ Etude des **liaisons mécaniques** et des **cinématiques** de la main de NAO
- ✓ Etude des **matériaux et procédés de fabrication** utilisés dans la main de NAO

Certaines de ces activités seront également proposées, simplifiées, à destination des Bac STI2D et SSI.

NAOtronics est accompagné d'un dossier technique et pédagogique sous format numérique comprenant: Navigation HTML avec les activités, projets, corrigés et ressources, Programmes, Modèles 3D sous Solidworks, Schémas fonctionnels, Fiches techniques de composants, Proposition d'organisation pédagogique



NAOtronics Pack « DETECTION »

Etude des technologies de capteurs

Le matériel fourni dans ce pack permet de l'étude des principales technologies de capteurs embarquées dans NAO :

- **FSR (Pression)**: Positionnés sous les pieds de NAO, ces capteurs permettant de mesurer la répartition du poids sur les appuis et optimiser ainsi les algorithmes de marche
- **MRE (Magnetic Rotary Encoder)**: Ces capteurs permettent de mesurer la position angulaire des arbres des moteurs, et donc la position absolue des membres de NAO
- **Centrale inertielle (Accéléromètre 3 axes, Gyroscope 3 axes)**: Cette centrale inertielle est utilisée dans les algorithmes de marche, équilibre, détection de chute...)
- **Ultrasons**: NAO utilise deux sonars pour détecter des obstacles éloignés
- **Infrarouges**: NAO utilise des récepteurs infrarouges pour recevoir des ordres de télécommande
- **Mécanique/Bumper**: NAO possède au bout de chaque pied un bumper afin de détecter des obstacles
- **Capacitif/Toucher**: Le « toucher » de NAO sur la tête et les mains est réalisé grâce à des capteurs capacitifs
- **Microphone**: NAO possède 4 microphones pour « écouter », mais aussi localiser l'origine des sons

Les ressources et activités pédagogiques disponibles permettent une étude appliquée au contexte du robot NAO:

- **Des phénomènes physiques et signaux analogiques associés**
- **De la conversion analogique/numérique**
- **Du traitement du signal**

A noter que d'autres technologies de capteurs (Infrarouge, Couleur...) sont incluses dans le matériel proposé, ce qui permet d'étudier d'autres technologies, ou de justifier des choix de conception de NAO.

Contenu du pack « DETECTION »

Kit de développement Atmel Arduino UNO (Réf: PR00):

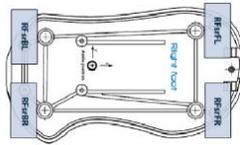
- ✓ Carte de développement microcontrôleur 8 bits Atmel Arduino (ATMEGA 328)
- ✓ Câble USB A-B
- ✓ Programmateur Atmel ATAVRISP2
- ✓ Bloc secteur 9V et cordon secteur
- ✓ Carte de prototypage avec bornier à vis
- ✓ Plaque de câblage sans soudure
- ✓ Translateurs de tension 3.3V/5V
- ✓ Platine de fixation et carter de protection
- ✓ Jeu de connecteurs supplémentaires
- ✓ Valisette de rangement avec liste du contenu



Options

Analyseur logique USB – Analyseur de protocoles (PR09):

- ✓ Analyseur logique 34 voies 500MHz USB (décodeur CAN, SPI,I2C,RS232)
- ✓ Lot de 10 micro Grip-fil



Positions des FSR sous les pieds de NAO



Les sonars de NAO

Contenu du pack « DETECTION »

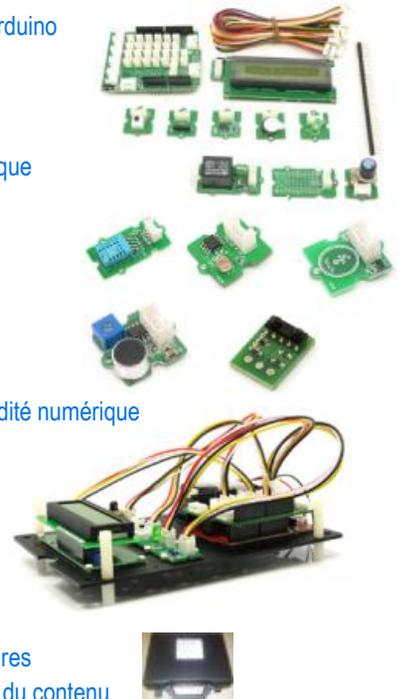
Capteurs spécifiques à NAO (Dans code NA15)

- ✓ 1 valisette de rangement
- ✓ 1 moteur CC
- ✓ Jeu de capteurs de pression FSR et électronique associée
- ✓ 1 platine de test de MRE (Magnetic Rotary Encoder)



Kit capteurs, relais et IHM avec base de connexion (Dans code PR30):

- ✓ Carte de support capteurs pour Arduino
- ✓ 1 platine de prototypage à souder
- ✓ 1 afficheur LCD
- ✓ 1 jeu de 10 câbles de connexion
- ✓ 1 capteur de température analogique
- ✓ 1 bouton poussoir
- ✓ 1 interrupteur à inclinaison
- ✓ 1 potentiomètre
- ✓ 1 LED
- ✓ 1 buzzer
- ✓ 1 relais
- ✓ 1 capteur de température et humidité numérique
- ✓ 1 capteur de luminosité à LDR
- ✓ 1 bouton poussoir capacitif
- ✓ 1 micro à électret
- ✓ 1 récepteur infrarouge
- ✓ 1 platine de fixation
- ✓ 1 hub de 4 ports I2C
- ✓ Jeu de connecteurs supplémentaires
- ✓ Valisette de rangement avec liste du contenu



Kit capteurs accéléromètre, gyroscope, boussole (réf: PR31):

- ✓ 1 accéléromètre 3 axes
- ✓ 1 gyroscope 3 axes
- ✓ 1 boussole 3 axes
- ✓ 1 jeu de 5 câbles de connexion
- ✓ A utiliser avec la base de connexion de PR30
- ✓ Jeu de connecteurs supplémentaires
- ✓ Valisette de rangement avec liste du contenu



Kit de capteurs de distance et détection de proximité et couleurs (réf: PR32):

- ✓ 1 capteur infrarouge de proximité
- ✓ 3 capteurs de distances à ultrason
- ✓ 3 capteurs suiveurs de ligne
- ✓ 1 détecteur pyroélectrique
- ✓ 1 capteur de couleur
- ✓ 1 jeu de 5 câbles de connexion
- ✓ A utiliser avec la base de connexion de PR30
- ✓ Jeu de connecteurs supplémentaires
- ✓ Valisette de rangement avec liste du contenu





NAOtronics Pack « MOTORISATION »

Etude des commandes et asservissements

Le matériel fourni dans le pack « Motorisation » permet l'étude des technologies de commandes et asservissements utilisées dans NAO :

- **Microprocesseur avec Linux embarqué** (« Intelligence centrale » du robot)
- **Microcontrôleur au plus près des capteurs et actionneurs** (« Intelligence répartie » du robot)
- Carte de **contrôle moteur**

Afin d'illustrer les algorithmes d'asservissement mis en œuvre sur le robot NAO, une main mécanique et un **doigt mécatronique avec moteur, réducteur et système d'enroulement de câble** est livrée. Posés sur un support, ils permettent de mettre en œuvre des **modèles d'asservissements autour de la préhension**.

Les ressources et activités pédagogiques disponibles permettent l'étude de :

- la **programmation** de microcontrôleur et microprocesseur
- l'**asservissement** mis en œuvre au niveau de la main de NAO et du doigt robot.

Le **microprocesseur** avec Linux embarqué peut être programmé en **C/C++, Python** ou autres langages adaptés à **Linux**.

Le **microcontrôleur** peut être programmé en **C/Arduino** ou avec le logiciel de programmation graphique **Flowcode pour Atmel**. A noter que Flowcode n'est pas fourni et que les exemples de programmes sont écrits en C/Arduino.

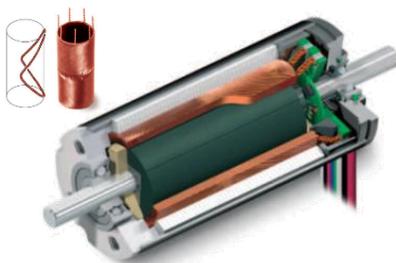
Etude des actionneurs

Le matériel fourni dans NAOtronics permet de l'étude des principaux actionneurs utilisés en robotique, notamment dans NAO :

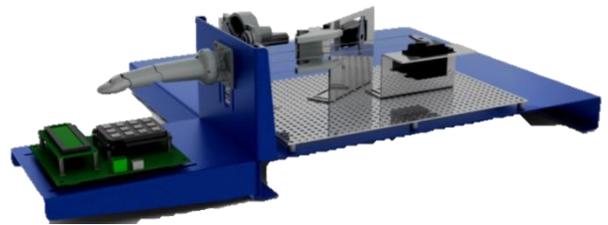
- **Moteur à courant continu**
- **Servo-moteur**

Les ressources et activités pédagogiques disponibles permettent l'**étude et la comparaison des différents types de moteurs** et de leur **électronique de commande**.

Mise en œuvre d'un moteur CC Coreless, utilisé sur NAO



Moteur Maxon + Réducteur
Présents sur NAO



Contenu du pack « MOTORISATION »

Kit Main de NAO et Doigt humanoïde (réf: NA16)

- ✓ Main de NAO
- ✓ Doigt humanoïde
- ✓ 1 Servomoteur
- ✓ 1 Vérin électrique
- ✓ 1 Moteur à courant continu +réducteur
- ✓ Cartes électroniques paramétrables pour la commande des moteurs
- ✓ Support mécanique avec plaque perforée, écran clavier et microcontrôleur
- ✓ 1 jeu de pièces mécaniques pour la mise en œuvre du système

Kit de développement Atmel Arduino UNO (Dans code PR00):

- ✓ Carte de développement microcontrôleur 8 bits Atmel Arduino (ATMEGA 328)
- ✓ Câble USB A-B
- ✓ Programmateur Atmel ATAVRISP2
- ✓ Bloc secteur 9V et cordon secteur
- ✓ Carte de prototypage avec bornier à vis
- ✓ Plaque de câblage sans soudure
- ✓ Translateurs de tension 3.3V/5V
- ✓ Platine de fixation et carter de protection
- ✓ Jeu de connecteurs supplémentaires
- ✓ Valisette de rangement avec liste du contenu

Kit de développement ARM9 Foxboard (Dans code PR02):

- ✓ Carte de développement microcontrôleur 32 bits ARM9
- ✓ Câble USB A-miniB
- ✓ Bloc secteur 9V
- ✓ Boîtier ABS
- ✓ Interface de debug
- ✓ Carte microSD 2GB bootable avec la distribution Debian Linux pré-installée
- ✓ Pile lithium CR1220 3V RTC
- ✓ Lecteur de carte microSD USB
- ✓ Connecteur pour cartes additionnelles
- ✓ Carte de prototypage avec bornier à vis
- ✓ Plaque de câblage sans soudure
- ✓ Translateur de tension 3.3V/5V
- ✓ Câble Ethernet 1m
- ✓ Carte adaptation pour modules périphériques
- ✓ Platine de fixation et carter de protection
- ✓ Jeu de connecteurs supplémentaires
- ✓ Valisette de rangement avec liste du contenu

Options

Analyseur logique USB – Analyseur de protocoles (Réf: PR09):

- ✓ Analyseur logique 34 voies 500MHz USB (décodeur CAN, SPI,I2C,RS232)
- ✓ Lot de 10 micro Grip-fil





NAOtronics Pack « COMMUNICATION »

Etude des communications

Le matériel fourni dans NAOtronics permet de l'étude des principaux protocoles de communication utilisés dans les systèmes embarqués, notamment dans NAO :

- **I2C et SPI**: Filaires jusqu'à quelques dizaines de centimètres
- **RS485/CAN**: Filaires jusqu'à quelques dizaines de mètres
- **Ethernet**: On ne le présente plus
- **WiFi**: Sans fil jusqu'à quelques centaines de mètres

Afin de permettre l'analyse de ces protocoles, un **analyseur logique USB** pour protocoles CAN/SPI/I2C/RS232 est proposé **en option**.

Les ressources et activités pédagogiques disponibles permettent l'**étude des différents protocoles utilisés dans les systèmes embarqués** et des critères de choix justifiant leurs utilisations.

Les différents **exemples de programmes** fournis et les notices d'utilisation permettent de travailler sur le **paramétrage des communications** mettant en œuvre ces protocoles.

Options

Analyseur logique USB – Analyseur de protocoles (Réf: PR09):

- ✓ Analyseur logique 34 voies 500MHz USB (décodeur CAN, SPI, I2C, RS232)
- ✓ Lot de 10 micro Grip-fil



Contenu du pack « COMMUNICATION »

Kit Atmel Arduino UNO pour mise en œuvre SPI / I2C (réf: PR00):

- ✓ Carte de développement microcontrôleur 8 bits Atmel Arduino (ATMEGA 328)
- ✓ Câble USB A-B
- ✓ Programmeur Atmel ATAVRISP2
- ✓ Bloc secteur 9V et cordon secteur
- ✓ Carte de prototypage avec bornier à vis
- ✓ Plaque de câblage sans soudure
- ✓ Translateurs de tension 3.3V/5V
- ✓ Platine de fixation et carter de protection
- ✓ Jeu de connecteurs supplémentaires
- ✓ Valisette de rangement avec liste du contenu



Kit de communication Ethernet (réf: PR10):

- ✓ Carte de communication ethernet
- ✓ Carte microSD
- ✓ Lecteur de carte microSD
- ✓ Cordon Ethernet
- ✓ Jeu de connecteurs supplémentaires
- ✓ Valisette de rangement avec liste du contenu



Kit de communication Wi-Fi (réf: PR11):

- ✓ Module Wi-Fi
- ✓ Support module communication pour arduino
- ✓ Adaptateur USB pour module WiFi avec câble USB
- ✓ Jeu de connecteurs supplémentaires
- ✓ Valisette de rangement avec liste du contenu



Module de communication CAN (réf: PR18):

- ✓ 2 modules de communication CAN
- ✓ Connectique Arduino
- ✓ Câble compatible CAN
- ✓ Jeu de connecteurs supplémentaires
- ✓ Valisette de rangement avec liste du contenu



Communications filaire et sans fil (WiFi), Portées, Débits

Protocole TCP/IP (IPv4, IPv6)

Adresses IP et MAC, Masques, Numéros de port

Protocole POP3, Telnet

Communication BlueTooth

Réseau informatique (Réseau, Switch, Borne, DHCP, Identifiant, SSID, Canal)

Microcontrôleur des (Outils, Filaires, Sans fil)

