

# CAPAX-Xtd® Académique

Nous avons mis en place 6 TPs traitant des thèmes capteurs, actionneurs, GRAFCET, commande et réglage respectant une démarche pédagogique bien étudiée. Ces TPs sont destinés pour les établissements d'enseignements supérieurs étatique et privés, section génie électrique, parcours licence, ingénieur et master. Selon le niveau de difficultés, les centres de formation professionnelle peuvent aussi en bénéficier. L'énoncé du TP (fascicule étudiant) est en libre téléchargement, alors que le corrigé (fascicule enseignant) est téléchargeable uniquement par inscription <http://www.infoconsult.tn/fr/inscription.html>. Cependant, nous leur laissons libre cours pour développer d'autres TPs. La matière y est abondante.

## 1. Démarche pédagogique

Pour tous les TPs, une même démarche pédagogique a été adoptée :

### 1.1 Etude théorique

- ☼ **Recherche sur Internet** : l'étudiant doit d'abord identifier le capteur par une recherche bibliographique sur INTERNET, téléchargement des notices constructeurs "datasheet", etc...
- ☼ **Loi de commande** : démonstration, dimensionnement du circuit conditionneur.

### 1.2 Etude expérimentale

- ☼ **Mise en place du capteur par un schéma électrique** : l'étudiant doit réaliser le schéma de connexion du capteur et des composants y afférents sur la carte ARDUINO MEGA en s'aidant des notices constructeurs "datasheet". Le schéma électrique a un double rôle :
  - ✱✱ **Pour l'étudiant** : bien cerner tous les détails du capteur.
  - ✱✱ **Pour l'enseignant** : pas de perte de temps dans un câblage réel, pas de cassure des pattes des composants électroniques, un seul produit à ranger, carte CAPAX-Xtd®.
- ☼ **Etalonnage du capteur** : par mesure directe ou via un circuit conditionneur.
- ☼ **Partie logicielle**
  - ✱✱ **IDE Arduino** : développement du code pour réaliser l'étude expérimentale.
  - ✱✱ **Utilisation de bibliothèques** : intégrées à l'IDE Arduino ou externes.
  - ✱✱ **Utilisation d'autres logiciels** : comme Excel pour le calcul de la pente de la courbe, Matlab pour l'identification de la fonction de transfert ou le dimensionnement du PID, LabVIEW pour des interfaces graphiques plus conviviales.

### 1.3 Le capteur dans son environnement

- ☼ **Application pratique** : insertion du capteur dans des exemples pratiques inspirés de la vie courante (domotique, électronique automobile) étoffe le TP et permettent à l'étudiant de joindre la théorie à la pratique.
- ☼ **Génie logiciel** : manipulation de tableau, chaîne de caractère, notion d'algorithmique, temps réel, etc...

## 2. Présentation des TPs

### 2.1 TP1 : Capteur de distance à ultrason HC-SR04

- ✿ Schéma de câblage des différents composants avec la carte ARDUINO MEGA.
- ✿ Etalonnage du capteur de distance à ultrason HC-SR04.
- ✿ Utilisation d'EXCEL pour le calcul de la pente de la courbe.
- ✿ Calcul de la vitesse des ultrasons par mesure de la température.
- ✿ Exploitation pratique du capteur comme détecteur de proximité et radar de recul.

### 2.2 TP2 : Mouvement Va\_Et\_Vient d'un chariot

- ✿ Schéma de câblage des différents composants avec la carte ARDUINO MEGA.
- ✿ Exploitation du capteur de distance à ultrason comme capteur de fin de course.
- ✿ Calcul des constantes d'accélération et de décélération.
- ✿ Etablissement du GRAFCET de fonctionnement (2 modes).
- ✿ Utilisation de l'IDE Arduino pour la programmation (transcription) d'un GRAFCET.
- ✿ Utilisation de la commande PWM comme régulateur de vitesse à boucle ouverte.
- ✿ Utilisation du pont H pour la commande et le changement du sens de rotation d'un MCC.

### 2.3 TP3 : Capteur de luminosité LDR

- ✿ Schéma de câblage des différents composants avec la carte ARDUINO MEGA.
- ✿ Etude d'un circuit conditionneur pour un capteur passif.
- ✿ Utilisation d'un potentiomètre numérique avec son interface SPI.
- ✿ Détecteur de luminosité et allumage de la lumière proportionnellement avec l'obscurité.

### 2.4 TP4 : Capteurs de température LM35 et DHT22

- ✿ Schéma de câblage avec la carte ARDUINO MEGA.
- ✿ Mesure de la température par le capteur à sortie analogique LM35 (2 méthodes différentes).
- ✿ Mesure de la température par un capteur à sortie numérique série DHT22.
- ✿ Comparaison des valeurs mesurées par les 2 capteurs et leur affichage sur l'écran LCD.
- ✿ Exploitation pratique des capteurs par la réalisation d'une centrale domotique temps réel : Régulation de la température et de l'humidité et affichage des valeurs sur l'écran LCD, Détection d'intrus avec alarme, Détecteur de proximité et d'obscurité avec allumage de la lumière.

### 2.5 TP5 : Identification de la fonction de transfert d'un MCC

- ✿ Recherche bibliographique sur l'identification par SBPA.
- ✿ Implémentation de l'algorithme d'acquisition de données suite à une excitation (IDE Arduino).
- ✿ Identification de la fonction de transfert d'un MCC (Matlab).
- ✿ Etude temporelle et étude fréquentielle.
- ✿ Interfaçage avec Matlab (Communication Arduino-Matlab via le port COM)

### 2.6 TP6 : Commande PID de la vitesse d'un MCC

- ✿ Recherche sur Internet sur les propriétés des systèmes asservis : utilisation du régulateur PID
- ✿ Implémentation d'un régulateur numérique PID sur l'IDE Arduino.
- ✿ Calcul des coefficients du régulateur à partir de Matlab.
- ✿ Influence du correcteur à action proportionnelle : sans et avec perturbation.
- ✿ Influence du correcteur à action intégrale : sans et avec perturbation.
- ✿ Utilisation de Matlab pour le visionnage à la fois de la commande et de la réponse.

## CAPAX-Xtd® Académique (Résumé)

	Titre	Etude théorique	Etude expérimentale	Application pratique
<b>TP1</b>	Capteur de distance à ultrason HC-SR04	<ul style="list-style-type: none"> <li>☼ Recherche sur Internet</li> <li>☼ Loi de commande <math>d = \frac{1}{2}vt\cos\theta</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☼ Schéma de câblage.</li> <li>☼ Etalonnage du capteur de distance à ultrason HC-SR04 : tableau de mesure.</li> <li>☼ Utilisation d'Excel pour la représentation de la courbe et le calcul de sa pente.</li> <li>☼ Ecriture du code en langage IDE Arduino.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☼ Détecteur de proximité.</li> <li>☼ Radar de recul.</li> </ul>
<b>TP2</b>	Mouvement Va_Et_Vient d'un chariot	<ul style="list-style-type: none"> <li>☼ GRAFCET (2 modes de fonctionnement).</li> <li>☼ Calcul des valeurs de l'accélération et de la décélération.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☼ Schéma de câblage.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☼ Transcription d'un GRAFCET en langage IDE Arduino.</li> </ul>
<b>TP3</b>	Capteur de luminosité LDR	<ul style="list-style-type: none"> <li>☼ Recherche sur Internet</li> <li>☼ Dimensionnement circuit conditionneur.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☼ Schéma de câblage.</li> <li>☼ Manipulation de la bibliothèque SPI.</li> <li>☼ Ecriture du code en langage IDE Arduino.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☼ Ohmmètre : mesure de la résistance.</li> <li>☼ Allumage automatique de la lumière proportionnellement avec l'obscurité.</li> </ul>
<b>TP4</b>	Capteurs de température LM35 et DHT22	<ul style="list-style-type: none"> <li>☼ Recherche sur Internet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☼ Schéma de câblage</li> <li>☼ Mesure de la température par deux capteurs différents.</li> <li>☼ Manipulation de bibliothèque pour une sortie numérique sérielle.</li> <li>☼ Ecriture du code en langage IDE Arduino.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☼ Centrale domotique temps réel.</li> </ul>
<b>TP5</b>	Identification de la fonction de transfert d'un MCC	<ul style="list-style-type: none"> <li>☼ Recherche bibliographique sur l'identification par SBPA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☼ Algorithme de la SBPA et son implémentation sur l'IDE Arduino.</li> <li>☼ Communication sérielle IDE ADUINO – Matlab.</li> <li>☼ Graphique Simulink pour le transfert des données IDE Arduino – Matlab.</li> <li>☼ Identification de la fonction de transfert à partir de Matlab.</li> </ul>	
<b>TP6</b>	Commande PID de la vitesse d'un MCC	<ul style="list-style-type: none"> <li>☼ Recherche bibliographique sur le régulateur PID et le rôle de chaque coefficient.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☼ Implémentation de l'équation du régulateur numérique PID sur l'IDE Arduino.</li> <li>☼ Calcul des coefficients du régulateur sur Matlab.</li> <li>☼ Graphique Simulink pour le transfert des données IDE Arduino – Matlab.</li> <li>☼ Visualisation temps réel de la commande et de la réponse sur Matlab.</li> <li>☼ Influence de chaque coefficient sur la stabilité du système.</li> </ul>	