

Projets scientifiques

17 octobre 2017

Vous devez lors de la dernière séance de TP ARDUINO vous mettre en groupes de travail (2 ou 3) et sélectionner un projet scientifique parmi ceux qui vous sont proposés. Vous devrez étudier votre projet d'un point de vue théorique et en discuter avec l'enseignant responsable pour commander éventuellement les éléments qui vous seront utiles pour son développement, idéalement avant le 2^{ième} semestre.

Vous devrez réaliser le projet ou tout au moins aller le plus loin possible, en concertation avec l'enseignant responsable et présenter vos travaux à l'issue des séances de projets. Vous aurez la possibilité d'emporter vos montages pour travailler chez vous, en dehors de l'université. Nous vous rappelons que vous trouverez sur le réseau la majorité des informations qui vous seront nécessaires à la compréhension de votre projet. Vous aurez ensuite dans la majorité des cas à adapter un programme à votre cas particulier.

Chapitre 1

Anémomètre et girouette à effet Doppler

Enseignant responsable : R. Bocquet

Le but du projet est de réaliser un anémomètre à effet Doppler. Il s'agit d'utiliser cet effet bien connu, dans la gamme des ultrasons, pour mesurer la vitesse du vent ainsi que sa direction. Cette gamme de sons se situe à des fréquences au-dessus des 20 kHz, limite audible de tout être humain normalement constitué. Vous aurez à votre disposition des émetteurs et des récepteurs accordés certainement à 30 kHz mais qu'il faudra vérifier. L'idée de la mesure est assez simple : l'onde sonore est une onde mécanique portée par l'air, la vitesse de propagation dépendra donc de la vitesse de l'air.

Vous devrez :

- comprendre le principe physique de l'effet Doppler dans l'air
- mettre en évidence cet effet dans une expérience
- proposer un montage permettant de donner également la direction
- proposer un montage (électronique + ARDUINO) pour mesurer des vents allant de 0,1 noeud à 50 noeuds¹
- réaliser le montage si vous avez le temps et le tester.

Ne négligez pas le travail préparatoire dans ce projet.

1. 1 noeud = 1 mile nautique par heure

Chapitre 2

Cinémomètre à GPS

Enseignant responsable : R. Bocquet

Le but du projet est de réaliser un instrument de la taille d'une grosse montre pour mesurer la vitesse et la direction de déplacement d'un bateau à voile ou d'une bicyclette. Pour cela on vous propose d'utiliser un composant (u-blox 6 GLONASS GPS) qui n'est autre qu'un GPS et un tout petit écran de visualisation de 4 caractères en bus I2C. On utilisera le format de données NMEA, très utilisé dans l'industrie du nautisme et disponible sur le GPS que vous avez à votre disposition. Vous devrez :

- réaliser le montage GPS et visualisation avec carte ARDUINO
- réaliser le montage GPS et visualisation sur écran
- réaliser le montage avec un micro-contrôleur Atiny 45 ou 85
- si vous avez le temps :
 - travailler avec le technicien pour développer une carte électronique autonome (pile 3,3 V bouton)
 - réaliser un boîtier avec imprimante 3D, adapté à un guidon de bicyclette et permettant de contenir l'électronique

Chapitre 3

Centrale météorologique - 2 groupes de travail

Enseignant responsable : R. Bocquet

Il s'agit de mettre en place une centrale de mesure météorologique avec un boîtier extérieur embarquant les capteurs et un boîtier intérieur pour réception, traitement et stockage des données. Les deux boîtiers seront reliés par une transmission radiofréquence à 433 MHz. Dans le cas où un seul groupe est constitué, chaque partie peut -être traitée séparément.

Groupe 1 : capteurs et émetteur

Vous réaliserez et mettrez au point un montage permettant à minima de mesurer la température, la pression, l'humidité relative et la luminosité. Vous définirez un protocole de données et mettrez en place une liaison RF pour transmettre les données. Vous étudierez les possibilités de transfert sur carte de votre montage en utilisant un micro-contrôleur ATtiny 45 ou 85.

Groupe 2 : récepteur

Vous réaliserez et mettrez au point un récepteur des données météo du groupe 1 avec un moyen de sauvegarde. Vous programmerez une carte ARDUINO pour visualiser sur un écran LCD graphique les données et développerez un code pour réaliser une prévision météo, fonction des données enregistrées.

Groupes 1 et 2 : liaison RF

Vous devez établir la liaison RF entre les 2 boîtiers et tester les distances possibles de transmission, ainsi que les difficultés qui pourraient nuire à la qualité de transmission.

Chapitre 4

Optimisation de la consommation d'un micro-contrôleur ATtiny 85

Enseignant responsable : R. Bocquet

Les micro-contrôleurs que vous utilisez ont la possibilité de fonctionner avec de très faibles consommations et sous des tensions de 3,3 V. Il s'agit dans ce projet de mettre en place une programmation d'un micro-contrôleur ATtiny 85 qui est un composant électronique enfichable sur la plaquette d'essais et de faire un montage permettant de mesurer la consommation du composant. Ce projet demande des notions d'électronique et de très bonnes connaissances de la langue anglaise. En effet vous devrez lire la notice du micro-contrôleur et programmer directement les ports du micro-contrôleur.

Chapitre 5

Capteur de vitesse par sonde Pitot

Enseignant responsable : D. Sadovskii

On propose de fabriquer un capteur autonome de vitesse relative (resistance) du vent sur la base d'Arduino et d'une sonde (tube) Pitot (Henri Pitot en 1732, voir le cours de hydrodynamique). Ce capteur peut être déployé dans une voiture (les voitures de F1 possèdent une sonde de ce type), drone, etc. L'objectif minimum sera d'avoir un prototype capable de mesurer la vitesse avec la précision et la stabilité raisonnables et les reporter par la connexion série/usb et/ou sur un écran lcd.

En option, on peut envisager une connexion via bluetooth vers des smartphones et une application pour piloter le capteur.

La sonde peut être trouvée d'occasion ou fabriquée au laboratoire. Pour les mesures, il s'agit de piloter plusieurs capteurs de pression (statique, dynamique) et de température, utiliser leur données pour calculer la vitesse, puis tester et calibrer l'appareil.

Chapitre 6

Capteurs environnementaux

Enseignant responsable : D. Sadovskii

Dans des application différentes de repérage de la pollution, des installations chimiques (fuites), combustion ou autres on cherche à mesurer les concentrations de gaz (NO₂, CO, CO₂, O₃, SO₂ ...) ainsi que la pression, la température et les particules fines. On propose de développer un appareil portable capable d'effectuer et enregistrer ces mesures (mode traceur) en temps réel et en autonomie pendant une certaine période de temps. Ce genre d'appareil peut être monté sur un drone ou un robot et être ramené dans les zones dangereuses, voir inaccessibles aux hommes. Ce projet est naturellement d'importance pour les sites de Calais et Dunkerque.

On envisage de piloter plusieurs capteurs avec enregistrement des données sur une carte CF en temps réel, par exemple chaque seconde. En option, on peut envisager une communication wifi ou RF, ou même GSM.

Si la partie électronique n'est pas trop lourde, la calibration des capteurs est à faire (en collaboration avec les chimistes sur Dk en chambre d'essais). On peut avoir plusieurs binômes faisant différents capteurs et autres parties de l'appareil, notamment un système d'enregistrement universel (avec aussi données GPS) à déployer ici et dans le capteur Pitot.

Chapitre 7

PCR et qPCR thermal cyclers

Enseignant responsable : D. Sadovskii

Many modern molecular diagnostic assays targeting nucleic acids are typically confined to developed countries or to the national reference laboratories of developing-world countries. The ability to make technologies for the rapid diagnosis of infectious diseases broadly available in a portable, low-cost format would mark a revolutionary step forward in global health. Many molecular assays are also developed based on polymerase chain reactions (PCR), which require thermal cyclers that are relatively heavy (>20 pounds) and need continuous electrical power. The temperature ramping speed of most economical thermal cyclers are relatively slow (2 to 3°C/s) so a polymerase chain reaction can take 1 to 2 hours. Most of all, these thermal cyclers are still too expensive (\\$2k to \\$4k) for low-resource setting uses.

En bref : on propose de fabriquer un appareil de réplication de gènes (DNA). Il existe pas mal de projets fort développés : Le OpenPCR et le PS-PCR sont déjà très développés et testés, il y a une doc très détaillée pour les reproduire et tout le logiciel nécessaire (y compris code PC où on les branche via port usb). Comme la cerise, on pourrait peut être y ajouter un pilote par iPhone... évolution vers la détection en temps réel avec fluorescence voir Open qPCR alternative robotique à l'élément Peltier, voir rapide and low-cost PCR thermal cycler for low resource settings. À la base, c'est un bon élément Peltier piloté par Arduino. On mesure/contrôle aussi la température et (en option) la fluorescence. Il y a une grande partie biologique et un peu de cinétique chimique. Les tests sont à faire en collaboration avec les biologistes.