

FILTRAGE D'UN SIGNAL ISSU D'UN CAPTEUR

- **Classe :** BTS Techniques Physiques pour l'Industrie et le Laboratoire.

- **Durée indicative :** 3 h 00

- **Prérequis :**

- Représentations temporelle et fréquentielle des signaux périodiques : les étudiants savent utiliser l'appareillage classique (oscilloscope et GBF) ainsi que l'outil d'analyse spectrale implanté dans les oscilloscopes.
- Réponse en fréquence d'un système (notion de fonction de transfert, courbes de gain et de phase) : les étudiants ont relevé lors d'une activité expérimentale précédente la courbe de gain d'un petit amplificateur audio (pour différents réglages du volume, des aigus et des graves).



- Action d'un filtre idéal sur un signal, notion de bande passante.
- Les structures des filtres réels n'ont pas encore été étudiées en classe.

- **Objectifs de la séance :**

En terme de contenus :

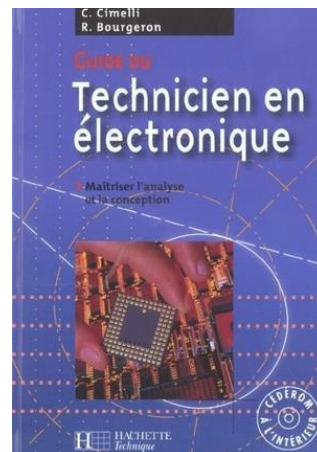
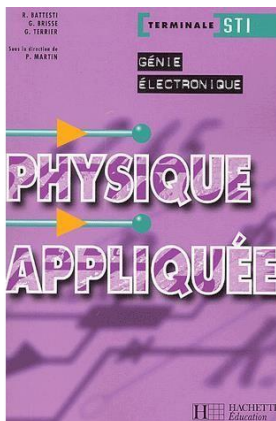
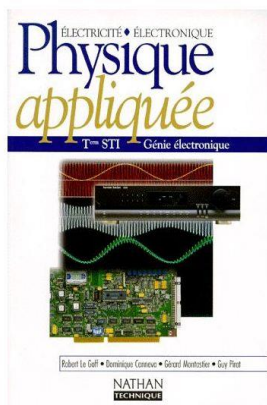
- Action d'un filtre sur un signal
- Exploitation de la relation donnant la fréquence de coupure à 3 dB.

En terme de compétences :

- S'approprier et résoudre une problématique simple de façon autonome.
- Autonomie et esprit d'initiative.
- Proposer, mettre en œuvre, valider (ou invalider) la solution retenue et proposer des améliorations éventuelles.
- Communiquer à l'oral et à l'écrit

- **Déroulement de la séance :**

- Travail en binômes.
- Dans la phase d'appropriation, se réserver la possibilité de regrouper deux binômes afin d'enrichir leurs échanges et les amener à trouver seuls la nature du filtre à implanter.
- Accès à une bibliothèque comportant les ouvrages suivants :



- Pour la recherche bibliographique, indiquer aux étudiants de se reporter au sommaire ou à l'index de l'ouvrage...

■ Comment gérer l'hétérogénéité du public ?

- Imposer les binômes et leurs éventuels regroupements pour la phase d'appropriation.
- Anticiper les difficultés rencontrées par les élèves en prévoyant des coups de pouce à distribuer.

Exemples de coups de pouces pour l'activité décrite :



	<p>Activité 1 : Quelle partie du signal faut-il éliminer ? Quelle partie faut-il transmettre ? Quelle doit être la bande passante du filtre ?</p>
--	---



	<p>Activité 1 : Pour choisir les valeurs des composants, il faut choisir une valeur de la fréquence de coupure.</p>
--	---



	<p>Activité 2 : Quel type de signal faut-il appliquer en entrée du filtre pour relever la courbe de gain ?</p>
--	--



	<p>Activité 3 : Quel signal faut-il appliquer en entrée du filtre pour valider son bon dimensionnement ?</p>
--	--



	<p>Activité 3 : Quelles sont les conditions à respecter pour obtenir une analyse spectrale exploitable (raies de faibles largeur) ?</p>
--	---

▪ Quelles sont les réactions des étudiants ?

- Les plus scolaires peuvent être désarçonnés : les rassurer en leur précisant que ce type de séance les prépare au travail qu'ils seront amenés à conduire dans le cadre du projet. Cet argument permet aussi de valoriser l'intérêt que peut apporter notre matière notamment dans les filières où le coefficient à l'examen n'est pas très significatif...
- D'autres peuvent vraiment se révéler et se montrer très pertinents mais plus réticents à fournir une trace écrite décrivant leur réflexion : leur proposer d'exposer oralement leur démarche de façon claire et organisée.

▪ Comment adapter ce travail à une séance ne durant que 2 heures ?

- Exposer la problématique en classe à la fin d'une séance précédente et demander aux étudiants de conduire la réflexion initiale sous forme de travail personnel à la maison.
- Fournir en annexe une banque de structures de filtres avec les expressions des fréquences de coupure.
- Indiquer les ordres de grandeurs des résistances et capacités de condensateurs disponibles facilement au laboratoire.

▪ Comment aménager ce travail pour des profils d'étudiants différents ?

- Garder le format en adaptant la mise en situation au profil des étudiants ;
Exemple 1 : Pour une filière comportant beaucoup de bacheliers professionnels, il convient de privilégier une situation plus concrète qui interpelle les étudiants dans leur quotidien (annexe 1).
Exemple 2 : Un filtre passe-haut pourquoi faire ? Dans les sections où j'exerce, le plus souvent les étudiants sont confrontés à des situations pour lesquelles un passe-bas est mis en œuvre (annexe 2).
- Transformer ce travail en activité de type mini-projet (annexe 3).

▪ Conseils pour bien démarrer :

Dans ce type d'activité, il faut veiller à

- ne pas se mettre en difficulté inutilement :
⇒ choisir une thématique dans laquelle on se sent à l'aise ;
⇒ anticiper les réactions des étudiants en prévoyant des coups de pouces (jokers) ;
- rester en retrait notamment dans la phase d'appropriation :
⇒ se contraindre à ne pas guider trop vite les étudiants vers une solution ;
⇒ ne pas intervenir immédiatement si des propos erronés sont tenus ;
- ne pas être trop ambitieux en terme d'objectifs ;
- se libérer de la contrainte « finir à tout prix les programmes » : ce genre d'activité est indéniablement chronophage... mais très formatrice... le temps perdu sera regagné plus tard grâce à une meilleure assimilation ;
- utiliser les sujets d'examens pour trouver des contextualisations.

ANNEXE 1 : Lecture du numéro d'un moule (BTS CIRA 2016)

Le contrôle qualité d'une chaîne de fabrication industrielle de bouteilles repose entre autre sur la lecture du numéro de moule de fabrication de la bouteille. En effet si un moule présente un défaut, il faut pouvoir isoler toutes les bouteilles issues de celui-ci.

Pour ce faire, en bas de chaque bouteille figure le code BCD du numéro du moule dont est issue la bouteille (les points extrêmes ne sont pas inclus dans le numéro de moule mais servent à la synchronisation de la lecture du numéro).

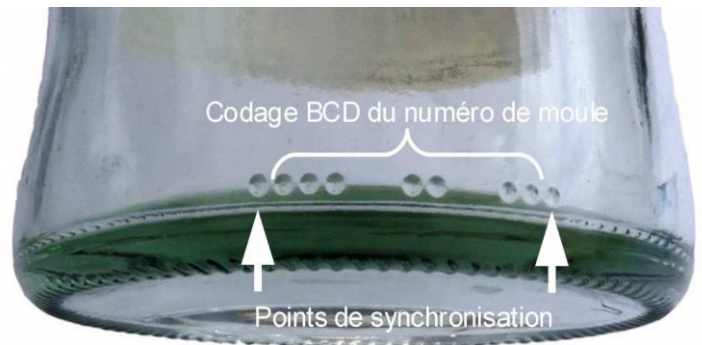


Figure 1

Étapes du décodage du numéro de moule

La bouteille à contrôler est mise en rotation durant un tour et demi. Durant cette phase, les différents contrôles sont effectués et un émetteur envoie sur le bas de la bouteille un faisceau infra-rouge multiplexé à une fréquence de 5 kHz afin de pouvoir décoder le numéro du moule. Quand il n'y a pas de point face au faisceau, la lumière émise est réfléchiée en dehors du champ du capteur qui ne décèle rien. Le système ne doit pas être influencé par des réflexions parasites.

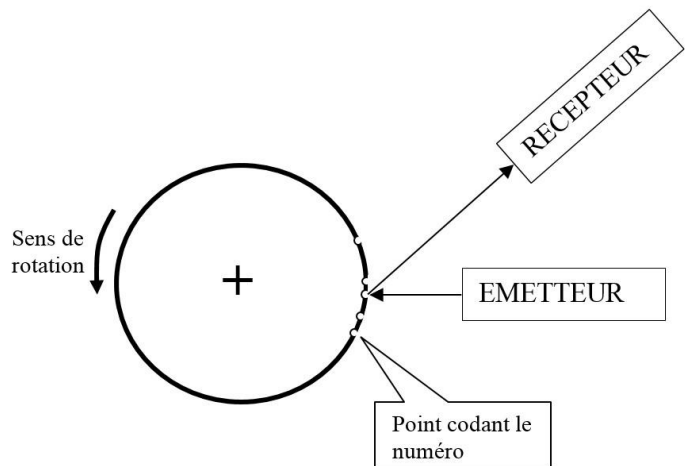


Figure 2 : bouteille vue du haut lors de la phase de contrôle qualité

Le numéro du moule est ainsi décodé. Si celui-ci correspond à un moule présentant un défaut, un automate commande l'éjection de la bouteille afin qu'elle soit recyclée.

La tension délivrée par le récepteur, image du signal infrarouge reçu, est amplifiée dans un premier temps (pour pouvoir être correctement exploitée) puis filtrée afin de s'affranchir des effets de la lumière ambiante.

Les chronogrammes des signaux d'entrée et de sortie du filtre sont représentés à la figure 3.

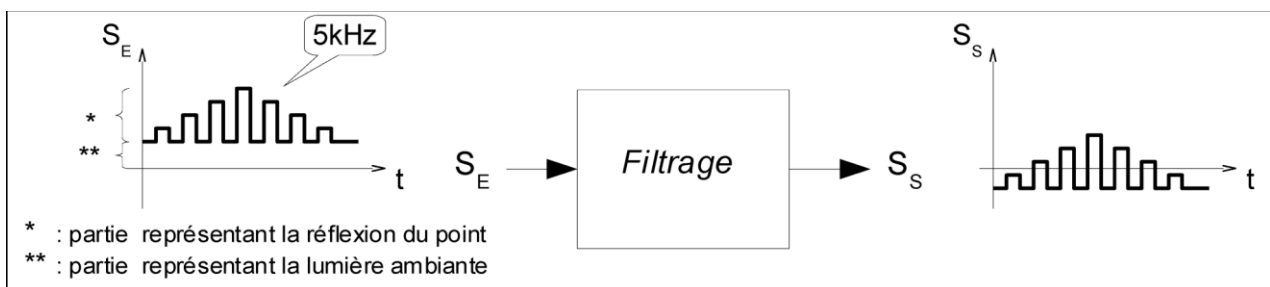
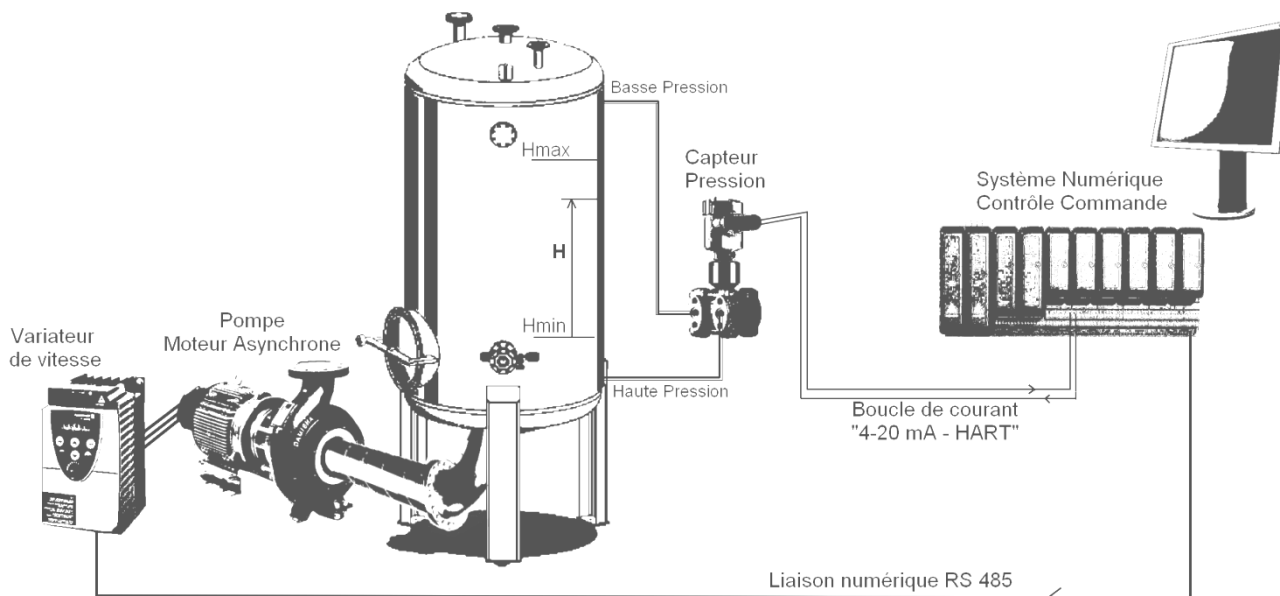


Figure 3

ANNEXE 2 : Capteur 4 - 20 mA et liaison HART (BTS IRIS 2008 et CIRA 2013)

Un système d'asservissement de niveau est décrit par le schéma suivant :

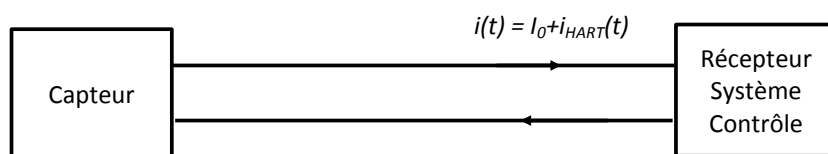


Pour contrôler la hauteur de l'eau dans le réservoir, l'information est transmise à un poste informatique située en salle de supervision grâce à une boucle de courant analogique « 4-20mA – HART ».

La composante continue I_0 du courant de boucle est proportionnelle à la mesure de niveau H (4 mA correspondant au niveau minimal H_{\min} et 20 mA au niveau maximal H_{\max}).

On utilise cette même ligne pour transmettre des données numériques entre le capteur et le poste de supervision (système contrôle - commande) afin d'assurer un dialogue entre ces deux entités.

Cette transmission numérique est réalisée selon le protocole HART (Highway Addressable Remote Transducer) : à la composante continue I_0 du courant de boucle, on superpose un signal $i_{HART}(t)$ sinusoïdal d'amplitude 0,5 mA modulé en fréquence. On recourt à une modulation de type FSK dans laquelle un « 0 » logique est codé par un signal de fréquence 1 200 Hz et un « 1 » logique par une fréquence de 2 200 Hz. La vitesse de transmission est de 1 200 bauds.

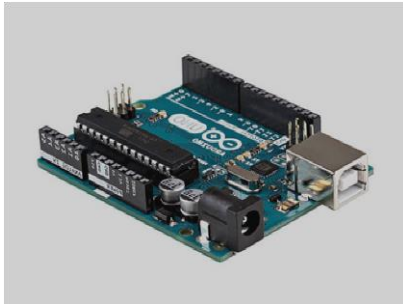


Au niveau du récepteur, une résistance $R = 250 \, \Omega$ réalise une conversion courant-tension de sorte qu'on dispose d'une tension $u(t) = R \cdot i(t)$ image de $i(t)$.

Quel type de traitement du signal convient-il de faire sur cette tension $u(t)$ afin de disposer au niveau du poste de supervision d'une tension proportionnelle au niveau de l'eau dans le réservoir ?

ANNEXE 3 : Mini-projet BTS SN (option EC et IR)

On souhaite mettre en œuvre une transmission par infrarouge entre deux cartes Arduino en utilisant un module émetteur infrarouge et un phototransistor au niveau de la réception conformément au schéma de principe suivant :



Arduino 1



Émetteur IR 38 kHz

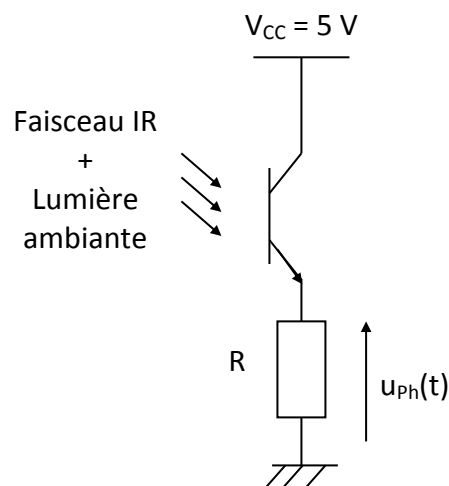


Phototransistor



Arduino 2

À la réception on adopte le conditionnement suivant pour le phototransistor :



Le phototransistor reçoit le signal lumineux de fréquence 38 kHz perturbé par la lumière issue de l'éclairage ambiant de fréquence 100 Hz.

Proposer et tester une solution permettant d'atténuer de 99 % ce signal parasite présent sur la tension $u_{Ph}(t)$.