

Projet réseau sans fil

2020- 2021

De la couche physique à la couche application

SOMMAIRE

I.	Objectif global	1
II.	Couche physique sans fil	2
III.	Couche d'accès au medium (et liaison)	4

I. Objectif global

Le but de ce projet est que vous preniez en considération un ensemble de problématiques impliquées dans une communication réseau de type réseau local :

- la couche physique, ici représentée par une couche radio LORA
- la couche Liaison avec la gestion de la liaison logique (Logical Link Control - LLC) et la gestion de l'accès au médium (Media Access Control - MAC)
- et les répercussions que cela peut entraîner au niveau applicatif.

II. Organisation

Ce projet va se dérouler selon plusieurs phases :

- 1) Travail globalement personnel de prise en main du matériel pédagogique et technique.
- 2) Travail en groupe pour la définition, l'implémentation et la mise en œuvre des protocoles réseaux.
- 3) Travail de restitution tout d'abord en groupe, puis en promo complète.

III. Couche physique sans fil

Présentation et prise en main du matériel

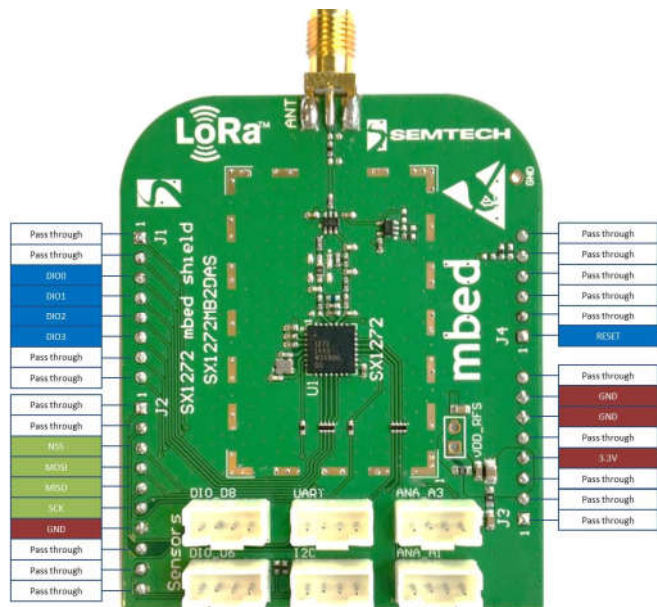
La première étape de ce projet est d'étudier le matériel à disposition. Le but du projet est de développer un logiciel embarqué permettant de gérer des nœuds sans fils dans une infrastructure réseau. Ces nœuds sans fils sont composés d'un shield SemTech LORA pouvant être monté sur une carte arduino ou une carte STM32 Nucléo. Le lien entre le module Semtech LORA SX1272 est le μC se fait via une liaison SPI. Ce module est un modem radio capable de fonctionner dans la bande de fréquence 860MHz à 1020MHz et propose plusieurs types de modulation (FSK, OOK, LORA CSS). Il n'implémente que la couche physique, la couche liaison doit donc être gérée par le logiciel embarqué de pilotage du modem. C'est notamment l'objet de ce projet de développer une couche liaison. **Le projet ne consiste donc pas à simplement réutiliser une librairie implémentant une couche MAC de type LoRaWAN compatible MBED.**

Matériel fourni :

- Un shield SemTech LORA
- Une carte Nucléo 64 STM32F0xx



Shield Mbed embarquant un module SEMTECH LORA



Pinout du shield

1) La première étape de cette partie est d'analyser la documentation du module SEMTECH SX1272

<https://www.semtech.com/products/wireless-rf/lora-transceivers/sx1272#download-resources>

Il faudra notamment lire la section 4.3 de la datasheet relative à l'interface SPI qui permettra de configurer correctement l'interface SPI de la carte STM32.

2) La seconde étape va consister à flasher une STM32F072 nucleo avec un code exemple permettant de communiquer avec le shield Semtech. Dans le projet Atollic, les fonctions de bases d'émission / réception des données sont déjà codées. Les fichiers sources permettant de communiquer avec le module sont répartis dans les dossiers bsp et app.

Vous pouvez noter que ces codes sources permettent de choisir le type de modulation (Lora CSS ou FSK) ainsi que les paramètres de communications (fréquence de la porteuse...).

Analyse des signaux transmis avec des équipements de caractérisation radiofréquences

Une fois le code implémenté dans la STM32, il s'agit d'analyser les signaux transmis sur la couche physique. Pour cela deux équipements peuvent être utilisés :

- une radio logicielle USRP NI-2901 (70MHz – 6GHz)
- analyseur de spectre.

Ces deux équipements sont complémentaires. La radio logicielle permet de capter tout type de signaux RF entre 70MHz et 6GHz et de faire un traitement des signaux reçus (démodulation, décodage, présentation des données). L'analyseur de spectre n'est pas adapté pour traiter les signaux reçus, mais permet de balayer rapidement un large spectre de fréquence, ainsi que de fournir précisément la puissance des signaux radios. Dans le cadre de ce projet vous utiliserez ces deux outils pour l'analyse des performances des protocoles de communications développés. Il sera particulièrement intéressant de faire le lien entre les taux d'erreurs observés et les débits effectifs au niveau applicatif, et l'encombrement du canal de communication, la présence de collisions...

IV. Couche d'accès au medium (et liaison)

Au-dessus de la technologie de communication physique, il est maintenant nécessaire d'implémenter une stratégie d'accès au medium pour gérer la possibilité de faire communiquer plusieurs composants entre eux.

Dans ce projet, vous allez définir et implémenter votre propre solution d'accès au medium.

Concept de base

Nous avons vu en cours que les stratégies d'accès au medium sont globalement basées sur 3 grandes tendances : l'accès par compétition, l'accès basé sur un partage statique ou l'accès contrôlé. Plus précisément :

- **Accès non contrôlé par compétition de type CSMA** : les émetteurs tentent d'émettre dès que le medium est libre. Le contrôle est alors basé essentiellement sur la gestion des collisions potentielles, via les mécanismes de base LLC : acquittement, retransmission, etc
- **Accès contrôlé centralisé de type maitre / esclave** : le maitre décide qui émet et quand. Il s'agira de définir comment le maitre décide et comment il donne la parole.
- **Accès contrôlé distribué de type time-triggered** : partage du temps global entre tous les émetteurs.

Votre projet sera donc basé sur l'une de ces stratégies. Vous devrez définir un fonctionnement de base permettant à plusieurs éléments de communiquer entre eux, en développant une stratégie d'accès au médium et une couche liaison simplifiées.

Etape 1 : développement de la base du protocole

Dans cette étape simple vous devrez définir et implémenter la base de votre protocole.

REMARQUE : Pour l'instant, le medium physique sera considéré comme un medium unique partagé. La dimension sans fil, avec ses particularités, ne sera considérée que dans la(les) étapes suivantes.

Livrables demandés :

- Document : Description de la base du protocole (sous forme de slides. La version finale de votre présentation sera présentée à la promo complète lors de la dernière séance)
- Démonstration de fonctionnement

Etape SF : intégration des particularités sans fils

Cette étape consiste en l'intégration dans votre protocole de spécificité lié à la couche physique sans fil. Elle peut s'intégrer immédiatement après l'étape 1, cad que vous pouvez dès maintenant enrichir votre solution de base, ou alors après l'étape 2 et donc intégrer les particularités du sans-fil comme solution potentielle à la gestion des fautes.

***ATTENTION :** Pour l'instant, le medium physique sera considéré comme un medium unique partagé. La dimension sans fil, avec ses particularités, ne sera considérée que dans la(les) étapes suivantes.*

Livrables demandés :

- Document : Quel que soit la phase pendant laquelle cette étape est abordée, il faudra un transparent dans la présentation finale qui met en exergue les fonctions de votre protocole liées aux particularités du sans-fil.

Etape 2 A/ : Scénarios d'erreurs

La 1^{ère} phase de l'étape 2 est d'imaginer les scénarios pouvant perturber l'accès au médium. Nous appellerons ces scénarios des « scénarios d'erreurs ». En réseau, ces scénarios seront décomposés en deux types : les scénarios simples n'impliquant qu'un élément fautif (composant ou trame), et les scénarios complexes impliquant un ensemble d'éléments.

Il faudra dans ce projet définir des scénarios de ces 2 types. Attention, il s'agira de trouver les scénarios les plus pertinents en fonction du protocole réseau choisi, c'est-à-dire les scénarios d'erreurs les plus à même de perturber votre protocole. *L'idée finale étant de définir les limites de votre solution.* Il s'agira ensuite de les implémenter afin de démontrer les perturbations de façon concrètes. Pour cela, il faudra peut-être s'appuyer sur les techniques de métrologie spécifiques aux réseaux sans fils.

Livrables demandés :

- Document : Description d'un ensemble de scénarios d'erreurs
- Démonstration : vous devez pouvoir prouver/montrer que votre scénario d'erreur perturbe votre protocole de base

Etape 2 B/ : Solutions de gestion d'accès au médium et de liaison robustes

Il s'agira ensuite d'enrichir le concept de base avec des mécanismes pour assurer le bon fonctionnement de l'accès au médium. En particulier, il s'agira de garantir le fonctionnement malgré l'occurrence d'événements indésirables lors des scénarios d'erreurs.

Livrables demandés :

- Document : Description du protocole complet (sous forme de slides)
- Démonstration : vous devez pouvoir prouver/montrer que l'enrichissement de votre protocole permet de contrer ou au moins atténuer votre scénario d'erreur.

Etape 2 C/ : Définition des limites de votre protocole

IMPORTANT : il est possible que votre protocole ne puisse pas répondre à certains scénarios d'erreurs. Cela signifie que vous avez identifié un point faible, une limite de votre solution. Cela peut être une limite liée au concept de base lui-même (ce n'est pas possible), ou alors un manque de temps pour implémenter des fonctions supplémentaires permettant de répondre à cette situation.

Livrables demandés :

- Document : Ajoutez un ou deux slide(s) afin de résumer les points forts / les limites de votre protocole

Restitution finale

Le but est que vous expliquiez aux autres étudiants les principes de votre solution réseau, avec ses caractéristiques, ses points forts et ses points faibles. L'idée est que tout le monde comprenne tous les protocoles, mais aussi que l'on puisse les comparer entre eux.