

## Sujet N°6

Maitres de projet : Jean-Luc BOSSARD et

Alexandre BUSTICO

[jean-luc.bossard@enac.fr](mailto:jean-luc.bossard@enac.fr)

05.62.17.43.17

[alexandre.bustico@enac.fr](mailto:alexandre.bustico@enac.fr)

05.62.17.42.61

Sub: SINA/EES/ELS – bureau

☒ 2 BINOMES ☐ TRINOME

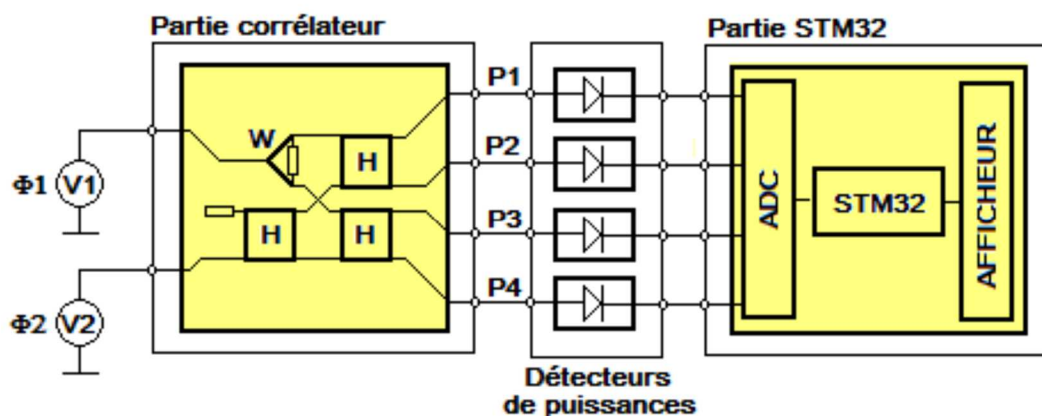
## Mesure amplitude/phase de signaux VHF

### Sujet/Contexte:

Etude et réalisation d'un « phase\_power\_meter » VHF.

En Radionavigation, on a souvent besoin de mesurer les amplitudes/phases de signaux qui alimentent les antennes réseaux en bande VHF (Ex : Localizer ILS). Lors des réglages entre voies antennes, des Voltmètres Vectoriels (VV) permettaient une mesure aisée de déphasage entre les signaux sortants. Aujourd'hui ces appareils de mesure n'existent plus et ont été remplacés par des Analyseurs de Réseaux Vectoriels (VNA). De nouvelles méthodes de réglages plus lourdes ont été réalisées en utilisant ces VNA pour réaliser ces mesures particulières. Un appareil de mesure spécifique serait donc très pratique pour faire ces mesures. D'où la proposition de ce projet.

Schéma de principe du projet :



### Travail à réaliser :

Le projet serait découpé en deux parties : **(2 Binômes)**

- 1) **Un binôme** réaliserait une carte circuit VHF pour acquérir des 2 signaux VHF à mesurer pour les transformer en 4 signaux (P1, P2, P3, P4) à détecter en puissance (carte Corrélateur 6 ports). 4 détecteurs de puissance seront fournis pour synthétiser les signaux sortis du corrélateur. Mais il sera demandé de réaliser une carte de détection spécifique pour l'application.
- 2) **Un binôme** programmerait une carte munit d'un STM32 pour échantillonner les 4 signaux détectés provenant des détecteurs de puissance afin de calculer (I/Q). Il faudra sortir deux signaux I/Q sur bornier et présenter les résultats des mesures calculées sur afficheur (déphasage entre signaux en degré, puissance en dBm de signaux d'entrée...). Les 4 détecteurs de puissance nécessaires pour synthétiser les signaux I/Q du corrélateur seront fournis aux élèves.

Les composants du circuit « corrélateur » seront du commerce (Minicircuits). Ce seront principalement des coupleurs directifs hybrides 90° et des splitters VHF. L'étude de cette carte se ferait avec le simulateur de circuit ADS (Advanced Design System.), déjà utilisé lors des TP Electronique HF. La carte à STM32 sera du commerce. L'environnement de programmation serait celui déjà utilisé lors des cours ENAC dans le domaine. L'écran sera plus grand, mais utilisera le même protocole (et la même librairie) que celui utilisé en cours microcontrôleur.

### Résultats attendus :

En fin de projet, les cartes corrélateur et de détection et d'acquisition(STM32) seront testés ensemble et l'appareil de mesure ainsi réalisé devra fonctionner avec un banc de test de référence RNAV (mesure avec un RPPC - Répartiteur de Puissance à Phase Constante).

### Méthode proposée :

#### Partie corrélateur :

1ère partie : Analyse du circuit corrélateur idéal sur ADS :

- Etude de simulation des circuits idéaux constituant le corrélateur.
- Validation du circuit idéal.

2ème partie : Analyse du circuit corrélateur réel sur ADS :

- Mesure avec VNA des composants réels (coupleurs et splitters) et portage données Touchstone sur ADS.
- Réalisation et simulation du circuit avec les composants réels sur ADS.
- Réalisation du typon sur ADS avec les empreintes des composants et implantation correcte des composants.

3ème partie : Conception et test de la maquette :

- Réalisation de la carte imprimée « microstrip FR4 » intégrant l'ensemble de l'étude (dimensions imposées).
- Test des performances avec les détecteurs de puissance fournis par l'ENAC.

4ème partie : Conception et test de 4 détecteurs :

- Etude et simulation de 4 détecteurs quadratique. Conception du typon.
- Réalisation de la carte imprimée « microstrip » intégrant l'ensemble de l'étude (dimensions imposées).
- Test des performances avec les détecteurs de puissance réalisés.

### Partie acquisition\_STM32 :

1ier partie : prise en main du matériel:

- Étude des périphériques ADC (acquisition) et UART (envoi des commandes à l'écran) du stm32L4 équipant la carte STM32L432
- Étude de l'écran 4DSystem et de sa librairie de communication (abordé en TP µC)

2nd partie : organigramme du programme

- Ecriture de la fonction d'acquisition des signaux
- Ecriture de la fonction d'affichage, fonction détection d'appui tactile, différents affichages en fonction du mode choisi par l'utilisateur.
- Envoi des signaux IQ sur les canaux des DACs.
- Tests unitaires, validations unitaires.

3nd partie : intégration du corrélateur et de la carte à microcontrôleurs

- Réalisation d'un support intégrant l'ensemble de l'étude (dimensions imposées).
- Test des performances.

## Moyens à disposition :

- **Partie corrélateur :**

- ☐ Etude théorique sur simulateur ADS.
- ☐ Mesures avec analyseur de réseaux vectoriel.
- ☐ Fichier de mesures Touchstone s2p sur ADS.
- ☐ Réalisation du typon sur ADS.
- ☐ Réalisation carte microstrip et soudure des composants électroniques.

- **Partie STM32 :**

- ☐ Ordinateur avec éclipse installé (système similaire aux systèmes utilisés en TP)