

# Transmission hyperfréquence de signaux vidéo

## LA LIAISON HYPERFREQUENCE

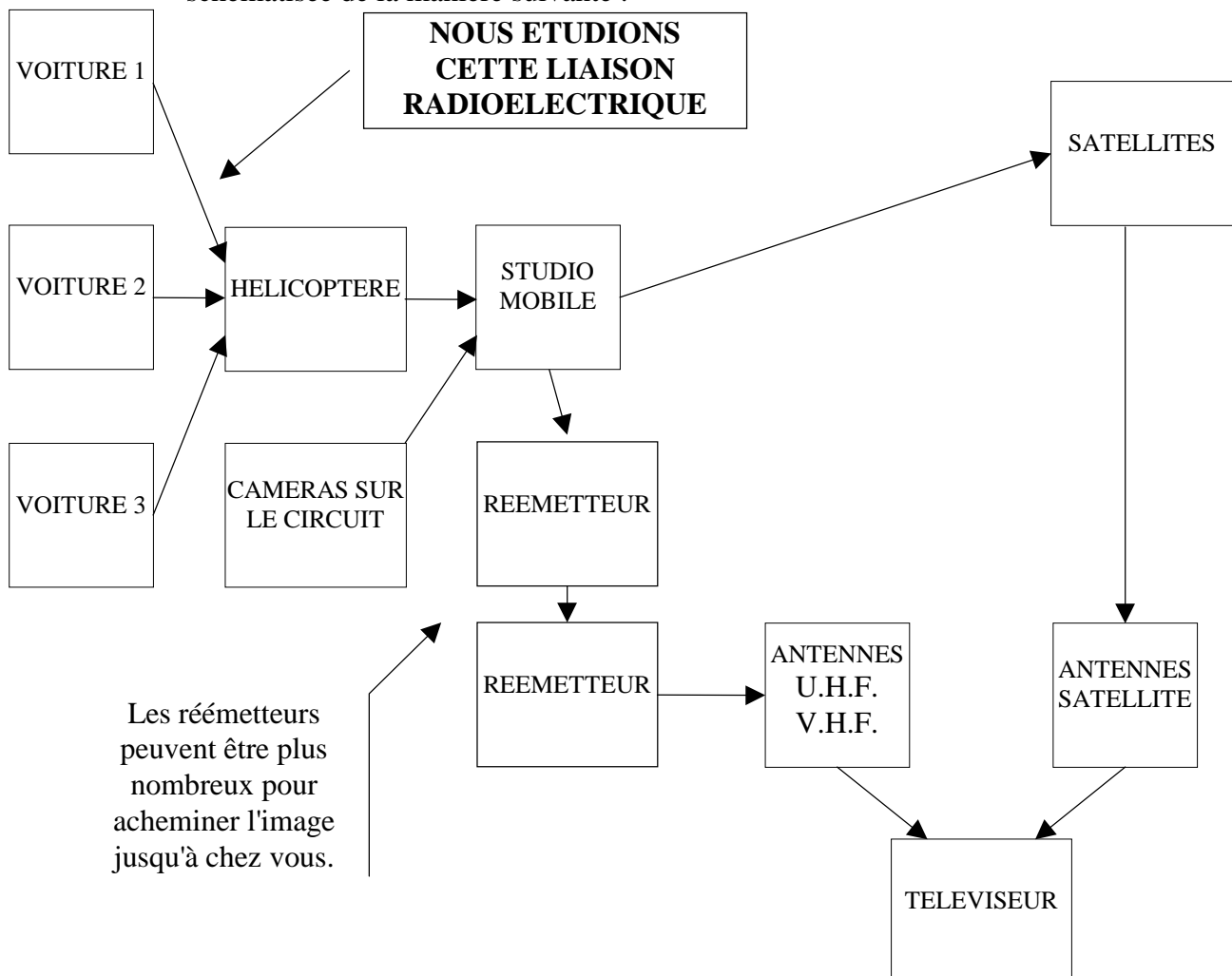
### PRESENTATION FONCTIONNELLE

Vous avez tous vu, sur votre récepteur de télévision, un grand prix de Formule 1, les 24 Heures du Mans ou encore un grand prix de moto, et vous avez été émerveillés par les images sensationnelles prises à bord de la voiture ou de la moto pendant la course.

Depuis quelques années, ces images sont retransmises en direct. Cela signifie que la voiture ou la moto embarque à son bord un système de transmission radioélectrique permettant la transmission du signal issu d'une caméra vidéo miniature.

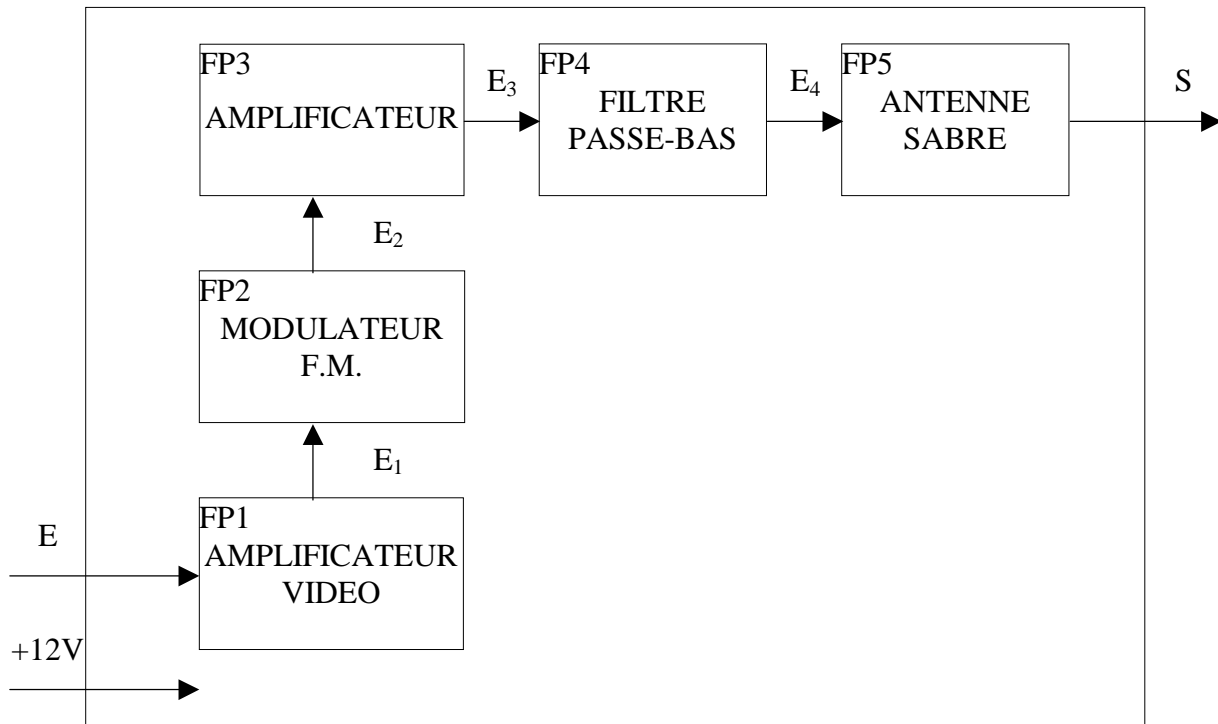
Le signal radioélectrique émis à partir de la voiture n'est bien sûr pas celui que vous recevez directement sur votre antenne de réception télévision ou votre antenne de réception satellite. En effet, ce signal, pour avoir une couverture nationale ou internationale, devra être relayé par de nombreux relais hertziens ou par des satellites de transmission.

La chaîne de transmission entre la voiture et votre récepteur de télévision peut être schématisée de la manière suivante :



# L'EMETTEUR

## SCHEMA FONCTIONNEL DE 1er DEGRE DE L'EMETTEUR



### FP1 AMPLIFICATEUR VIDEO

ROLE : il permet l'adaptation d'impédance entre la caméra vidéo miniature dont l'impédance de sortie est de  $75 \Omega$  et l'impédance d'entrée de  $50 \Omega$  du modulateur FM.

Le signal vidéo composite est amplifié pour obtenir l'excursion FM. souhaitée en sortie du modulateur.

ENTREE E : signal vidéo composite (0-1V) en bande de base (0-3.5 Mhz) sous  $75 \Omega$  provenant de la caméra miniature.

SORTIE  $E_1$  : signal vidéo composite amplifié, en bande de base sous  $50 \Omega$ .

## **FP2 GENERATEUR MODULE EN FREQUENCE**

ROLE : générer un signal sinusoïdal de fréquence 2.3 GHz, modulé en fréquence par le signal vidéo composite.

ENTREE  $E_1$  : signal vidéo composite en bande de base sous 50  $\Omega$ .

SORTIE  $E_2$  : porteuse sinusoïdale 2.3 GHz, modulée en fréquence par le signal vidéo composite et de puissance suffisante pour attaquer l'amplificateur.

## **FP3 AMPLIFICATEUR**

ROLE : amplifier en puissance le signal fourni par le modulateur FM et amener la puissance émise à 3 watts.

ENTREE  $E_2$  : porteuse sinusoïdale 2.3 GHz modulée en fréquence par le signal vidéo composite et de puissance suffisante pour attaquer l'amplificateur.

SORTIE  $E_3$  : porteuse 2.3 GHz de puissance 3 watts sous 50  $\Omega$ , modulée en fréquence par le signal vidéo composite. Cette porteuse est malheureusement accompagnée de **nombreux harmoniques indésirables**.

## **FP4 FILTRE PASSE-BAS**

ROLE : atténuer les composantes harmoniques et non harmoniques de la porteuse 2.3 GHz non modulée.

ENTREE  $E_3$  : porteuse 2.3 GHz 3W sous 50  $\Omega$ , modulée en fréquence par le signal vidéo composite. Ce signal comporte de nombreuses raies harmoniques indésirables de la porteuse.

SORTIE  $E_4$  : porteuse 2.3 GHz 3 W sous 50  $\Omega$ , modulée en fréquence par le signal vidéo composite. La puissance de chacune des composantes harmoniques et non harmoniques de la porteuse non modulée n'excède pas – 25 dBm.

## **FP4 ANTENNE SABRE**

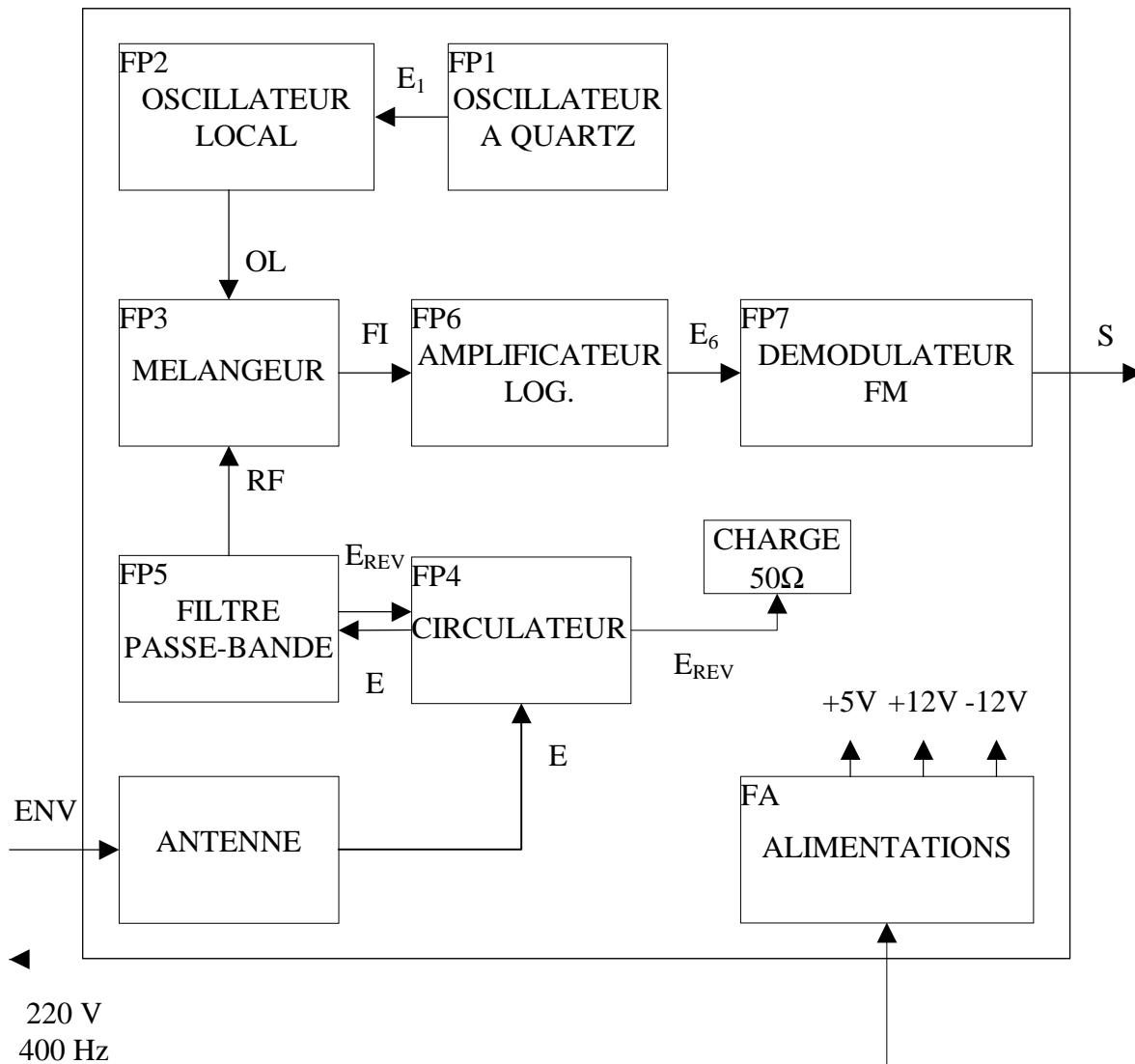
ROLE : rayonner la puissance transmise par le filtre avec le minimum de perte. L'antenne a un profil aérodynamique soigné pour ne pas dégrader le  $C_x$  de la voiture émettrice.

ENTREE  $E_4$  : porteuse 2.3 GHz 3 W sur 50  $\Omega$ , modulée en fréquence par le signal vidéo composite. La puissance de chacune des composantes harmoniques et non harmoniques de la porteuse non modulée n'excède pas – 25 dBm.

SORTIE S : onde électromagnétique omnidirectionnelle de fréquence 2.3 GHz, modulée en fréquence par le signal vidéo de la caméra miniature.

## LE RECEPTEUR

### SCHEMA FONCTIONNEL DE 1er DEGRE DU RECEPTEUR



### FA ALIMENTATIONS

ROLE: convertir l'énergie fournie par l'hélicoptère, en tensions continues nécessaires au fonctionnement du récepteur.

ENTREE : tension alternative 220 V, 400 Hz.

SORTIE : tensions continues + 12 V, - 12 V, + 5 V.

### FP1 OSCILLATEUR A QUARTZ

ROLE : fournir une référence de fréquence précise et stable, indépendante de la température et de l'altitude et insensible aux vibrations mécaniques (très importantes sur un hélicoptère).

SORTIE  $E_1$ : signal logique de 1.044932 Mhz.

### **FP2 OSCILLATEUR LOCAL**

ROLE : générer un signal sinusoïdal non modulé précis et stable de fréquence 2.1 GHz.

ENTREE  $E_1$  : signal logique de 1.044932 MHz.

SORTIE OL : sinusoïde de fréquence 2.1 GHz, non modulée, verrouillée en phase sur le signal logique de 1.044932 MHz, OL hérite des qualités de stabilité en fréquence de  $E_1$ .

### **ANTENNE**

ROLE : capter les ondes électromagnétiques de l'environnement et les convertir en courants électriques de même fréquence.

ENTREE ENV : environnement radioélectrique de l'antenne comportant (on l'espère) une onde électromagnétique de fréquence 2.3 GHz, modulée en fréquence par le signal vidéo de la caméra miniature.

SORTIE E : signal composé des raies relatives à l'ensemble des émissions radioélectriques captées par l'antenne, et en particulier de la porteuse 2.3 GHz modulée en fréquence par le signal vidéo en provenance de la voiture.

### **FP4 CIRCULATEUR**

ROLE : adapter l'antenne sous 50  $\Omega$ .

ENTREE PORT 1: signal E composé des raies relatives à l'ensemble des émissions radioélectriques captées par l'antenne et en particulier de la porteuse 2.3G Hz modulée en fréquence par le signal vidéo en provenance de la voiture.

SORTIE PORT 1 : le signal E de PORT 1.

ENTREE PORT 2 : le signal  $E_{REV}$  est l'ensemble des signaux captés par l'antenne et rejeté par le filtre passe-bande, donc, en fait, toutes les composantes indésirables autres que la porteuse 2.3 GHz.

SORTIE PORT 2 : le signal  $E_{REV}$  de PORT 2. L'énergie correspondant à l'ensemble des signaux rejetés par le filtre passe-bande est dissipée dans la charge 50  $\Omega$ .

### **FP5 FILTRE PASSE-BANDE 2.3 GHz**

ROLE : éliminer de l'ensemble des signaux captés par l'antenne toutes les composantes indésirables autres que la porteuse 2.3 GHz et risquant, lors du changement de fréquence, de bruite le signal vidéo.

ENTREE : signal composé de l'ensemble des émissions radioélectriques captées par l'antenne, et en particulier de la porteuse 2.3 GHz modulée en fréquence par le signal vidéo.

SORTIE : porteuse 2.3 GHz modulée en fréquence par le signal vidéo.

### **FP3 MELANGEUR**

ROLE : réaliser un changement de fréquence.

L'information vidéo, jusqu'alors transportée par une porteuse 2.3 GHz modulée en fréquence, se trouve maintenant transportée par une porteuse (appelée FI [fréquence intermédiaire]) de 200 MHz, toujours en modulation de fréquence.

ENTREES : LO sinusoïde de fréquence 2.1 GHz, non modulée.  
RF porteuse 2.3 GHz modulée en fréquence par le signal vidéo.

SORTIE FI : principalement dans le spectre apparaît FI de fréquence 200 MHz (2.3 GHz - 2.1 GHz), modulée en fréquence par le signal vidéo.

### **FP6 AMPLIFICATEUR LOGARYTHMIQUE.**

ROLE : amplifie le signal FI avec un gain inversement proportionnel à la puissance de FI. Ceci permet de corriger les variations de puissance de FI liées à la qualité de réception du signal émis par la voiture.

Puissance d'entrée faible (mauvaise réception)  $\Rightarrow$  amplification élevée.

Puissance d'entrée correcte (bonne réception)  $\Rightarrow$  amplification faible.

ENTREE FI : porteuse 200 MHz modulée en fréquence par le signal vidéo de puissance variable (- 80 dBm, - 20 dBm).

SORTIE E6 : porteuse 200 MHz modulée en fréquence par le signal vidéo, régénérée et de puissance constante quelle que soit la qualité de la réception.

### **FP7 DEMODULATEUR FM**

ROLE : effectuer la démodulation de fréquence de la porteuse 200 MHz, pour récupérer le signal vidéo de la caméra miniature en bande de base. Amplifier ce signal vidéo pour le rendre conforme au standard de télévision (0-1V).

ENTREE E6 : porteuse 200 MHz modulée en fréquence par le signal vidéo, de puissance constante quelle que soit la qualité de la réception.

SORTIE S : signal vidéo composite (0-1V) en bande de base (0-3.5 MHz) sous 50  $\Omega$ , identique au signal provenant de la caméra miniature. Maintenant le signal vidéo est disponible dans l'hélicoptère.

## SUJET DE L'ETUDE

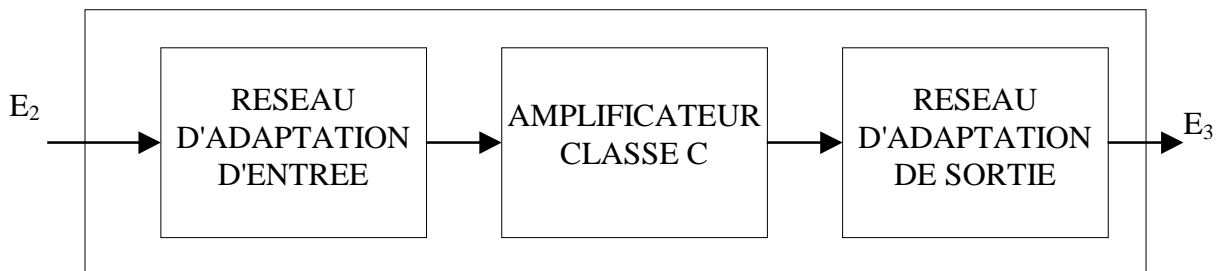
L'étude proposée dans le cadre de ce thème porte sur :

⇒ l'adaptation d'impédance de l'amplificateur 3 watts au filtre passe-bas et au synthétiseur,

⇒ le filtre passe-bas de l'émetteur,

⇒ le relevé du spectre des signaux dans l'émetteur et le receptr.

### SCHEMA FONCTIONNEL DE 2e DEGRE DE L'AMPLIFICATEUR



#### RESEAU D'ADAPTATION D'ENTREE

Rôle : présente une impédance d'entrée de  $50 \Omega$  au modulateur pour adapter celui-ci et fournit la puissance ainsi transmise à l'entrée du transistor sous une impédance de sortie égale à l'impédance complexe conjuguée de l'impédance d'entrée du transistor à la fréquence de 2.3 GHz.

#### RESEAU D'ADAPTATION DE SORTIE

Rôle : présente une impédance d'entrée égale à l'impédance complexe conjuguée de l'impédance de sortie du transistor à la fréquence de 2.3 GHz pour adapter celui-ci et fournit la puissance ainsi transmise à l'entrée du filtre passe-bas sous une impédance de sortie de  $50 \Omega$ .

#### AMPLIFICATEUR CLASSE C

Rôle : amplifie la puissance transmise à son entrée jusqu'à 3 watts.

### SCHEMA FONCTIONNEL DE 2e DEGRE DU FILTRE PASSE-BAS





Ce filtre ne contient pas de fonction secondaire, c'est un filtre passif réalisé avec des éléments localisés en lignes microrubans.