

# Dispositifs à Semiconducteurs

## Démodulation AM

### Travail Pratique 3



**Professeur :** Dr. Marco Mazza  
**Assistant :** Armando Bourgknecht

marco.mazza@hefr.ch  
armando.bourgknecht@hefr.ch

## 1 Introduction

Cette dernière session de laboratoire constitue une courte introduction à la démodulation AM par la conception d'un circuit élémentaire à diode.

En partant d'un signal modulé par modulation d'amplitude, il s'agira de simuler le circuit de démodulation dans LTSpice et d'en extraire l'information.

## 2 Organisation

Ce laboratoire est prévu pour se dérouler sur une seule session.

Le matériel nécessaire est listé ci-dessous :

- Oscilloscope Keysight MSOX3034T
- Ordinateur portable personnel
- Environnement Python (version récente recommandée)
- Câble USB
- Câble coaxial RG58
- Câble GPIB
- Platine avec connecteurs pour câbles coaxiaux RG58

Les bibliothèques Python utilisées lors de ce laboratoire sont listées ici :

- `pyvisa`
- `time`

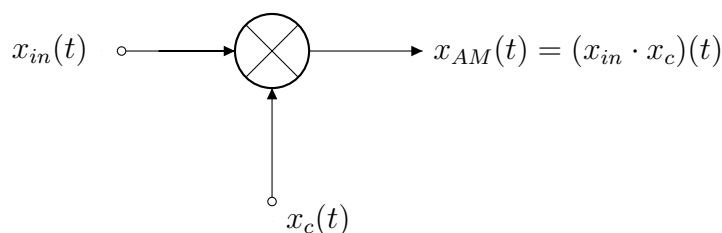
Le matériel spécifique à cette session est listé ici :

- Résistance à déterminer
- Capacité de  $1nF$
- Diode 1N4148

### 3 Principe de la modulation AM

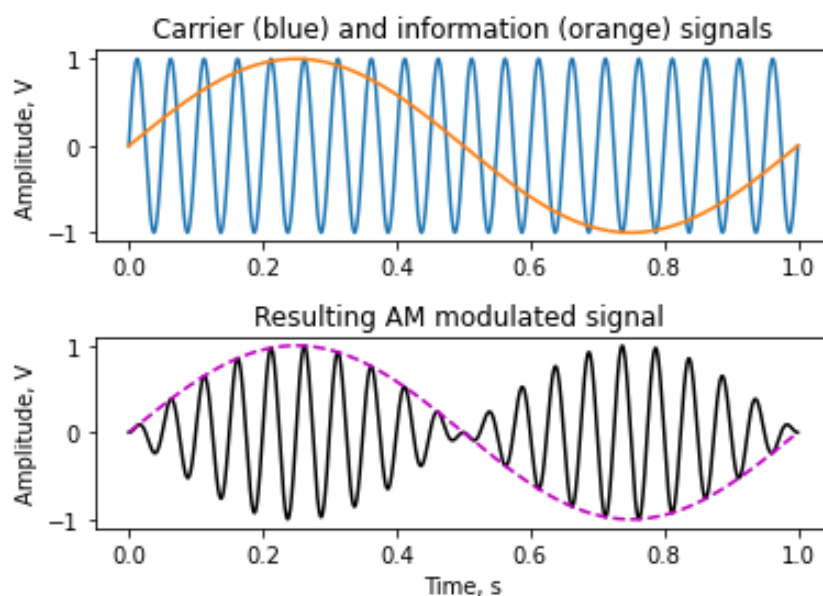
La modulation d'amplitude (*Amplitude Modulation*) est une technique principalement mise en œuvre dans le domaine des télécommunications pour la transmission d'information par ondes radio.

Un signal contenant une information est **multiplié** à un signal sinusoïdal de fréquence plus élevée, que l'on appelle usuellement une *porteuse* (en anglais : *carrier*).



**Figure 1 :** Système de modulation AM.

Le signal résultant comporte les caractéristique de l'information et de la porteuse : sa fréquence globale est plus élevée et l'information qu'il transporte est codée dans la variation de son amplitude.



**Figure 2 :** En haut haut : signal de porteuse à haute fréquence en bleu, signal d'information en orange. En bas : signal modulé en AM affiché en noir, avec son enveloppe en trait-tillé.

La composante à haute fréquence permet de transmettre le signal à longue distance. Lors de la réception, il suffit de récupérer l'*enveloppe* du signal pour reconstruire l'information.

## 4 Expérimentations

Chacune des expérimentations prévues pour ce laboratoire est listée sous cette section. La session est validée lorsque tous les points sont réalisés.

### 4.1 Dimensionnement du démodulateur

Dans un premier temps, dimensionner la résistance du démodulateur pour une capacité imposée à  $1nF$ .

1. Dimensionner la résistance du démodulateur pour une tension d'ondulation résiduelle maximale de  $500mV$
2. Vérifier les valeurs de la capacité et de la résistance à l'impédance-mètre
3. Vérifier la tension de jonction de la diode au multimètre

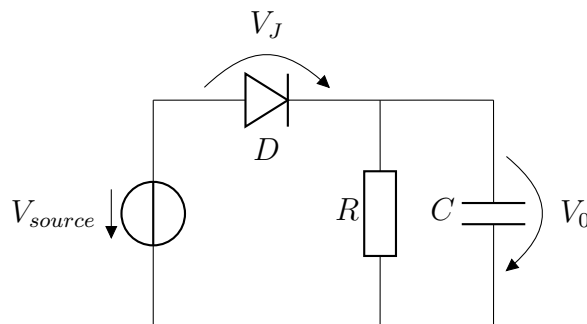
Pour rappel, l'expression de la tension d'ondulation s'exprime comme :

$$V_{ripple} = V_0(1 - e^{-\frac{T}{RC}}) \quad (4.1)$$

Avec  $V_0 = V_{source} - V_J$  la tension aux bornes du circuit parallèle résistance-capacité (où  $V_{source}$  est la tension de crête de la source de tension et  $V_J$  la tension de jonction de la diode) et  $T$  la période de la porteuse, dont la fréquence est fixée à  $200kHz$ .

### 4.2 Montage du circuit et mesures

Le circuit à monter se présente comme suit :



**Figure 3 :** Circuit de démodulation AM.

1. Monter le circuit avec le signal à appliquer en entrée et la mesure de sortie sur la tension de la capacité
2. Adapter le programme Python pour automatiser la mesure et enregistrer les données en fichier texte
3. Enregistrer les signaux d'entrée et de sortie

### 4.3 Simulation du circuit par LTSpice

Pour ce point, on souhaite simuler le signal appliqué au démodulateur pour le comparer avec les valeurs de mesure réelles obtenues par l'oscilloscope.

1. Créer une simulation LTSpice avec un générateur de tension pour répliquer le signal réel d'entrée
2. Ajouter un générateur de tension PWL et indiquer le fichier contenant les valeurs mesurées
3. Comparer les signaux démodulés : la simulation est-elle vraisemblable ?

## 5 Synthèse et conclusion

Au terme de cette session l'étudiant doit pouvoir :

- Automatiser l'enregistrement d'un signal provenant d'un oscilloscope dans un fichier texte
- Générer un signal dans LTSpice à l'aide d'une source PWL
- Comprendre le principe de fonctionnement de la modulation/démodulation AM et son utilité
- Différencier les modulations AM et ASK
- Dimensionner un démodulateur AM élémentaire à diode
- Comprendre la notion d'ondulation résiduelle (*ripple voltage*)