



UCLouvain

École polytechnique de Louvain

LELEC1930

Télécom

Synthèse²

Année académique :
EPL BAC₃

Auteurs :
Félix GAUDIN

23 août 2021

1 KESKECÉ UN SIGNAL

2 types

1. **Analogique** càd continu dans le temps, genre une tension (ddp) tu peux la calculer à tout moment
2. **Numérique** genre des 1 et des 0 c'est des séquences d'info

Dans le cours on va surtout focus les signaux analogique parce que... Bah c'est le but du cours _('^_)/

Du coup un signal c'est quoi? C'est la somme de sinusoïdes. Pour savoir facilement c'est quoi ces sinusoïdes on va définir le contenu fréquentiel. En gros c'est un graphe de l'amplitude en fonction de la fréquence. Une fun fact super marrante (ou juste une simple fact) c'est que si t'as un point en $x = 42$ qui a une amplitude de 42 bah t'auras un point avec une amplitude de 42 en $x = -24\text{Hz}$.

1.1 Fourier

Wouhou! Fourier c'est LE truc des signaux du coup ça va être important? Bah non on s'en balek dans le cours HAHAAHAHHA

Mais du coup les formules :

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t)e^{-j\omega t} dt$$

$$f(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} F(\omega)e^{j\omega t} d\omega$$


Voilà ça sert à rien de les retenir :)

1.2 Numérisation

Passage de signal analogique à numérique. Y'a plusieurs techniques qui marchent mais tout ce qu'il faut savoir c'est que la fréquence d'échantillonnage (f_e) doit être au moins deux fois la fréquence maximale du signal (f_{\max}) et ça c'est le théorème de Shannon

$$f_e > 2f_{\max}$$

2 LIGNES DE TRANSMISSION

C'est le type de câble que tu branche . Mais du coup y'a trois trucs qui caractérise une ligne :


1. **L'atténuation** de combien le signal va réduire sur une distance
2. **La distorsion** est ce que la forme du signal risque de fort bouger
3. **Le bruit** les interférences tout ça

Le modèle c'est par un circuit qui rappelle le Vietnam ou le cours d'élec. Bref tout ce qu'il faut savoir c'est qu'au plus ta ligne est longue au plus le signal aura tendance à s'atténuer (genre si test de parler à qqun qui est à 20km bah ça marche pas). Du coup le décibel (dB) c'est une mesure du rapport entre deux puissance sous forme logarithmique parce que c'est cool


$$10 \log \left(\frac{P_1}{P_2} \right)$$

2.1 Impédance

C'est (askip) une généralisation de la résistance $\frac{V}{I}$ et c'est noté z . ($z = v/i$).

Une ligne a une impédance caractéristique (z_c) et il faut donc faire gaffe que l'impédance d'entrée (z_{in}) soit égale à z_c sinon le signal arrive sur le récepteur et ricoche .


2.2 Pupinisation

Y'a des formules qui expliquent le côté de pourquoi ça marche en pratique mais balek. Le truc c'est on place des inductances sur une ligne et POUF on a moins d'atténuation en dessous d'un certain seuil de fréquence (+/- 3.4KHz) .



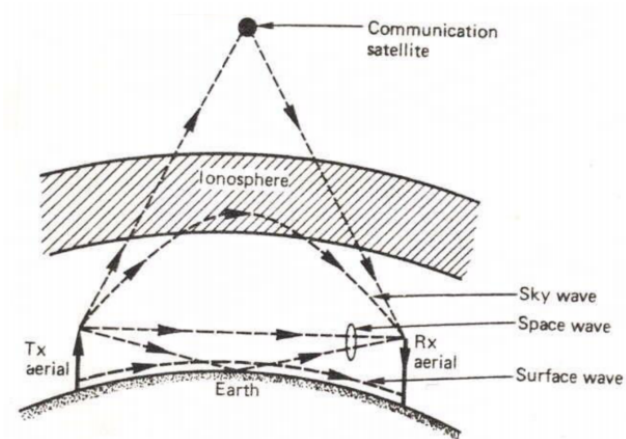
2.3 Fibre optique

Ouais j'ai passé toutes les autres lignes, et alors? Stv te battre on se retrouve gare du Nord.

Fibre optique c'est cool c'est de la fibre ... optique... Et on va envoyer des signaux infrarouge dedans qui vont faire des réfractions totales partout dans le fil et arriver au bout. .

3 TYPES DE PROPAGATIONS

C'est les types de propagations où y'a pas de câble .



Satellite

Ionosphère

Onde directe

Onde de sol

3.1 Onde directe

C'est comme du tir à l'arc, ça va tout droit. Mais le moindre truc sur le chemin ça peut tout niquer 🤔
C'est aussi pas mal sujet aux interférences avec l'onde réfléchiée sur la terre

3.2 Onde de sol

Et non pas l'onde de Fa 🌈

Bref c'est pour les basses fréquences qui ont tendance à se propager sur le sol.

3.3 Propagation ionosphérique

Y'a le haut de l'atmosphère qui se fait ionisé par les UV du soleil et ça a pour conséquence que l'onde va changer de milieu (et donc réfraction). Si les conditions sont bonnes (Bonne fréquence et bonne ionisation), l'onde aura une réfraction totale et reviendra sur terre 🧐 Au plus la fréquence est élevée, au moins ça fera de réfraction totale. Et au plus y'a de soleil au plus ça réfracte.

3.4 Propagation satellite

Comme avant sauf qu'on veut que le truc se réfracte pas 🤔

4 ANTENNES

Une antenne isotrope c'est une antenne qui envoie exactement la même puissance dans toutes les directions. Et du coup on caractérise une antenne par son gain

$$\text{Gain} = \frac{\text{puissance maximale qu'a l'antenne dans une direction}}{\text{puissance dans cette direction si l'antenne était isotrope}}$$

Y'a différents types d'antennes mais c'est chiant et du coup je vais pas expliquer 🤔

5 MODULAITON

En gros du son classique (ce que ton oreille entend) c'est entre 15 et 15kHz. Mais du coup comment tu peux écouter NRJ (la poubelle des radios) et pas une autre radio ? Bah avec la modulation.

Un signal à la forme $v_x(t) = A_c \cos(\omega_c t + \varphi_c)$. On peut donc influencer sur 3 facteurs :

1. **Amplitude** varier A_c (AM)
2. **Fréquence** varier ω_c (FM)
3. **Phase** varier φ_c

5.1 Modulation AM

On varie l'amplitude

$$v_{AM}(t) = A_c[1 + m_s(t)] \cos(\omega_c t)$$

Si m trop grand (y'a pas d'indication sur la grandeur 🤖) y'a de la surmodulation et du coup ça fout la merde.

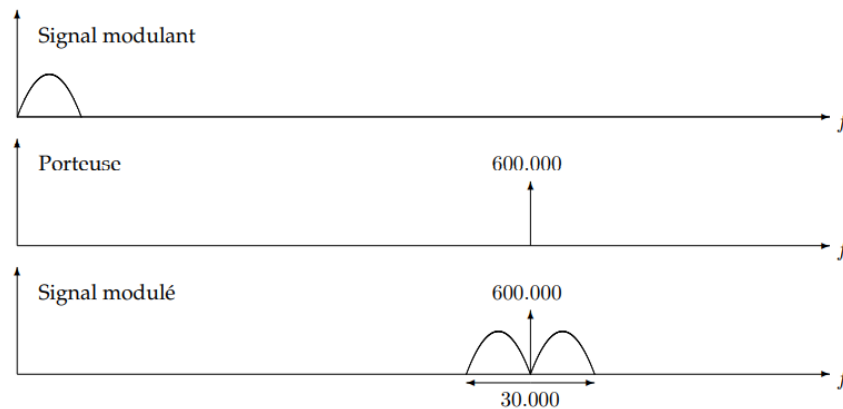


FIGURE 1 – ça explique comment ça se passe 🤖

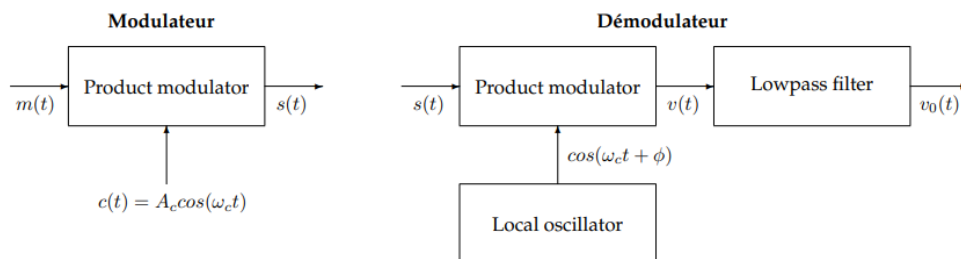


FIGURE 2 – Pourquoi je me fais chier à mettre des mots quand je peux juste taper des screens ? 🤖

Le reste j'ai pas trop compris mais sûrement que c'était intéressant _(_)/

5.2 Modulation FM

J'ai STRICTEMENT rien compris 🤔

Bref y'a des formules :

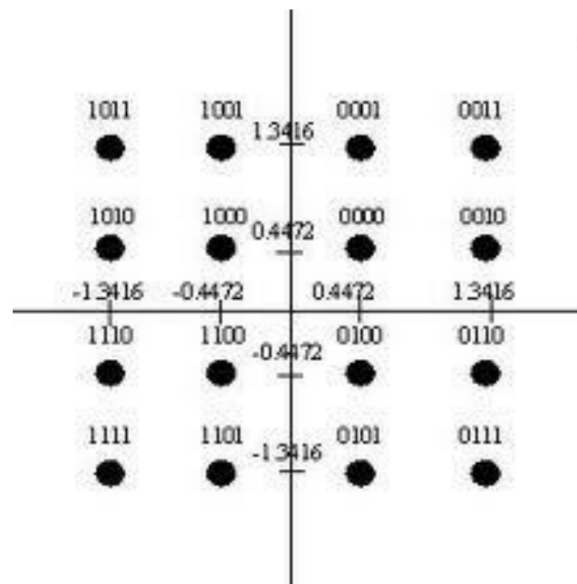
- L'indice de modulation $m = \frac{f_d}{f_m}$ avec f_d l'excursion maximum de fréquence 🧐 et f_m la fréquence maximal du signal modulant
- Formuale de Carson : $B = 2(f_d + f_m)$ (= la largeur d'une bande passante d'un sigla modulé en fréquence)




5.2.1 Modulation numérique


5.2.2 Mapping


On commence par prendre son télescope et on regarde la constellation du signal qui ressemble à un truc du genre



Un des axe modifie la fréquence tandis que l'autre axe modifie l'amplitude (en positif ou en négatif) 

5.2.3 Mise en forme

J'ai rien touché 

Bref y'a Nyquist il dit qu'on échantillone au milieu et que y'a un passage par 0 pour tous les multiples de T. Qu'est ce que ça veut dire/implique ça c'est une bonne question 

5.2.4 Modulation de fréquence


Y'a une modulation de fréquence 

Schéma total

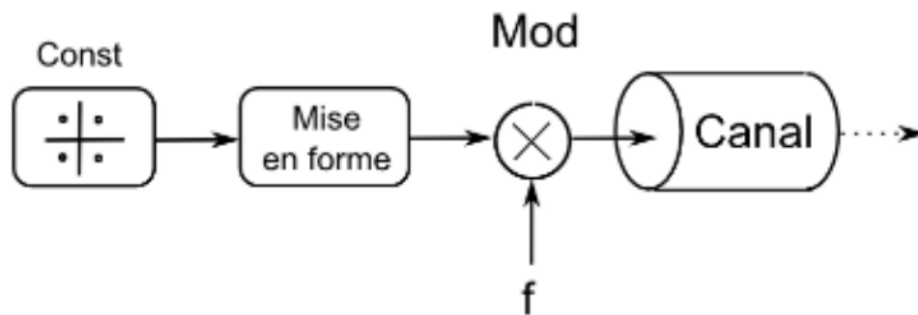






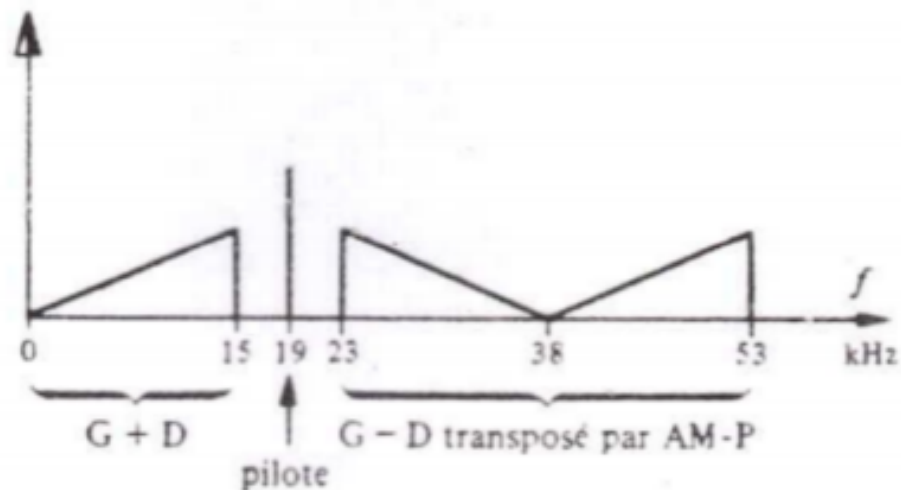
FIGURE 3 – C'est le truc complet 

6 DANS LA VRAIE VIE

Ouais parce que c'est  rigolo  d'avoir vu tout ça mais maintenant ça serait cool de voir a quoi ça sert dans la vrai vie 

6.1 La radio

Le signal ressemble a ça :



Y'a une première partie qui est le son mono (pour rester compatible avec les anciens systèmes) et la partie "différence" entre la gauche et la droite. Il y a aussi un pilote situé à la moitié de la fréquence du signal $G - D$.

6.2 Autre

Wsh laisse moi respirer un peu 🙄 Bon vu que tu m'as soulé tu seras privé de l'explication de la TV 🤔

7 CODE CORRECTEUR D'ERREUR

Vu la merde que c'est pour envoyer des données forcément y'a des erreurs. Le plus simple ça serait d'envoyer les données via des pigeons. Breeeef

7.1 Code de parité

On ajoute un bit qui vaut 1 si le nombre de bit qui vaut 1 est impair sinon 0 (walla) il sait détecté si y'a une erreur sinon bah il sait pas 🤔. Et vu qu'il est noob il corrige RIEN 🤔

7.2 Code à répétition


Répète et Répète sont sur un bateau, Répète tombe à l'eau. Qui il reste ?

On répète juste n fois un bit. Genre 0 \Rightarrow 00 on sait détecter et à partir de $n=3$ on peut un peu corriger.

7.3 Ok, on formalise ?

On va définir k le nombre de bit d'info et n le nombre de bit. Le taux du code est $\frac{k}{n}$. Soit $d = \min(H_dist(mot_i, mot_j))$ (avec mot_i et mot_j n'importe quel mot du dictionnaire (=mots possibles)). Le code permet de détecter $d - 1$ erreurs et de corriger $\frac{\lfloor (d-1) \rfloor}{2}$ 🤔

7.4 Le code de Hamming

C'est ULTRA smart mais j'ai la flemme d'expliquer 

8 COMPRESSION


La compression image c'est cool mais vu qu'il l'a demandé en janvier walla.

8.1 vidéo

Vu que c'est une série d'images, y'a une part de compression d'image mais surtout de prédiction de "comment un block" va bouger. Un film c'est beaucoup d'image semblable (sur la même scène) du coup au lieu de mettre 10^{42} fois la même image, on va dire "y'a ça qui bouge par rapport à l'image d'avant"




Y'a du coup 3 types d'image dans une vidéo compressée :

1. **Intraframe** = image complète (une ou deux par seconde) si y'en a pas ton film ça va être une bouillie de pixel 
2. **Interframe** = image prédite à partir de la précédente
3. **Bidirect** = image prédite à partir de la précédente et de la suivante


9 ET TÉLÉPHONE MAISON


En tant que fan de ET tu te dois de savoir comment ça marche un téléphone nan? Ha bah ET il a un GSM du coup tu vas apprendre.

9.1 Notion de base

- **FDMA** On divise un canal en plusieurs fréquences qui sont attribués aux utilisateurs (genre la radio)
- **TDMA** On divise un canal en timeslot où chaque utilisateur transmet sur une période
- **CDMA** Chaque utilisateur à un code et le signal transmit est les donnés (binaire) XOR le code (qui va plus vite que les donnés) et par magie le receptrer sait que c'est toi 

9.2 GSM (2G)

GG t'as tenu jusque ici 


Du coup y'a des antennes (reliées au central) qui utilisent du TDMA et du FDMA (en même temps). Le gros soucis de ce type d'antenne c'est que si y'a deux antennes proche qui utilisent la même fréquence bah tu risque d'être en communication avec un parfait inconnu 

Un autre truc important c'est que tu ne peux pas envoyer et recevoir des données en même temps! Et un burst (une transmission de donné) c'est super petit et c'est structuré en mode Control + information + sync + information + Control

Alignement dynamique

C'est genre t'es en voiture et tu utilise ton tel. Vu que le temps d'envoi est extrêmement cours, il se peut que tu dépasse sur le timeslot de qqun d'autre. (Attention, QUE pour des liaison montante) Mais du coup c'est l'émetteur qui va essayer de détecter quand tu t'éloigne et va faire un **handover**.


Handover

Du coup l'émetteur va constater que la puissance du signal diminue et va demander au central pour les fréquences d'autres stations autour pour les donner au téléphone pour avoir une transition smooth 

9.3 3G (UMTS)


Il utilise du CDMA (plus de soucis d'alignement de fréquences), c'est les stations qui gèrent les handovers

9.4 4G (LTE)

Ce truc va utiliser OFDMA en upload et du SC-FDMA en download 

Il utilise aussi AMC qui s'adapte aux conditions pour favoriser la transmission. (exemple : proche de l'antenne on sera en 64-QAM tandis que si on est loin plus du 4-QAM pour éviter les collisions)

9.5 5G

Il utilise les puces implantées par le vaccin pour transmettre jusqu'au téléphone et contrôler notre cerveau. 

9.6 MIMO

C'est on va mettre plus d'antennes pour SOIT :

- **Beamforming** = favoriser la direction
- **Multiplexage** = envoyer données via plusieurs antennes (du coup la taille est divisier ça va plus vite



- **Diversité** = Si y'a beaucoup d'antennes y'en a bien une qui va bien marcher



10 INTERNET

DAVE il faut sauver l'internet!!!

Bref on a un réseau local qui réutilise des fréquences, y'a pas de handover et sujet aux interférences. (Il est en FDMA) La modulation c'est un gavage de CDMA mais tout le monde a le même code (pour la robustesse). Les fréquences utilisées sont super proches ce qui est négatif pour les collisions mais niquel pour éviter le fading.

10.1 DSL

Pourquoi c'est encore utilisé? 🤔 Bah en fait ça marche plutôt bien, c'est pas cher vu que tout le monde l'a déjà et ça arrive à suivre les débits (pour l'instant en tous cas).

Mais enfin pourquoi on passe pas à la fibre optique?? 😞 Bah mon loulou, la fibre optique ça coûte de la thunasse et en plus c'est fragile, comme toi!

10.2 ADSL

Y'a 3 canaux :

1. Canal de téléphone
2. Canal montant
3. Canal descendant

10.3 VDSL

Les gens se sont dit "Mais merde le pc de ce con il est super loin" alors Mr VDSL a tiré un gros câble jusqu'à un FTTC (une box au milieu) via de la fibre optique et de la box à ta box chez toi en DSL. Vu que le câble est court on peut taper des plus grosses fréquences 📶