

LP 9 : Transmission de l'information

Élément imposé : Câble ethernet, fibre optique, onde hertzienne, optimisation de transmission, câble coaxiale

Niveau : TS

Biblio :

- Hachette TS
- Microméga TS

Prérequis :

- Onde : double périodicité, relation longueur d'onde fréquence, propagation, intensité sonore (TS)
- Ondes électromagnétiques (TS)
- Notion d'énergie et de puissance (TS)
- Optique : réflexion/refraction, loi de Snell-Descartes (2nd)
- Incertitudes
- Numérisation d'un signal (TS)

Intro pédagogique

Leçon qui intervient dans le thème AGIR (défis du XXI^e s.), en Terminale S, mais également en STI2D (Sciences et technologies de l'industrie et du développement durable). Ici étudiée en TS, où elle s'inscrit dans une séquence axée sur l'information (Numérisation, transmission et stockage). Elève invité à agir.

1^{ère} partie numérisation ; puis dans un 2nd plan ce chapitre davantage axé sur la transmission ; et enfin le stockage de l'info qui pourrait constituer l'objet de la leçon suivante. C'est davantage un chapitre d'ouverture, traité en fin d'année scolaire, où il y a moins de connaissances à retenir impérativement, mais plutôt des généralités qu'il faut garder en tête.

Le chapitre fait appel à un certain nombre de prérequis en optique notamment (Lois de Snell-Descartes) abordées dès la seconde, ainsi que sur les ondes (période, longueur d'onde, ...) en seconde et ondes électromagnétiques (plutôt terminale S avec des notions en première sur les champs électrique et magnétique).

Difficultés : surtout mathématiques : conversion, log

TP : transmettre des infos par fibre optique Act3 p544 Hachette (Qualitatif) ; détermination d'une atténuation pour un câble coaxial (Quantitatif)

TD : approche documentaire plutôt car le chapitre s'y prête mieux, identifier les différents éléments d'une chaîne de transmission + travail sur des objets de la maison : élaboration d'une chaîne de transmission de l'information

Introduction

Depuis ses débuts, l'homme a besoin de cet élément essentiel qu'est la communication pour interagir avec ses semblables. Il a alors continuellement cherché des moyens de communiquer à plus ou moins longue distance.

=> Indiens, signaux fumée

=> Évolution

=> Téléphone, Progrès informatique et en termes de numérisation notamment, l'avènement plus récent de la téléphonie mobile, et de la communication sans fil ; et de la fibre optique que l'on retrouve dans des applications variées allant de la télécommunication au domaine médical (diagnostics et traitement de maladies tq cancer).

Au XXI^e siècle, réseau de communication très développé. La transmission et réception des

informations constitue une évolution technologique spectaculaire de ces 20 dernières années. Pour se faire une idée de l'importance de la transmission de l'information, on peut citer le chiffre d'affaire de Google, entreprise dont le modèle économique est entièrement basé sur le stockage et l'accès à l'information, ce dernier s'élevait à 162 milliards de dollars en 2019. (PIB de la Hongrie !) L'information constitue également un enjeu économique majeur. Il faut être capable de la partager le plus rapidement possible et à grande distance.

On peut s'interroger sur quels principes repose cette transmission. Dans cette leçon, on va étudier la transmission de l'info, au sein d'une chaîne de transmission tout d'abord, puis à travers différents modes de transmission selon les signaux.

Objectifs :

- Identifier les différents éléments intervenant dans une chaîne de transmission de l'info.
- Exploiter les infos extraites afin de comparer les différentes notions de transmission.

I. Chaîne de transmission

A. Définitions

Information : (du latin *informare*, donner forme à) élément de connaissance codé à l'aide de règles communes à un ensemble d'utilisateurs (langage, écriture, ...)

L'information est transmise par l'intermédiaire d'une **chaîne de transmission**.

Exemple guide : beethoven + le téléphone lors d'un appel (slide)

microphone => convertit les signaux sonores de la voix en signaux électriques analogiques. => acheminement jusqu'à un autre tél analogique par le biais de lignes téléphoniques (=canal de transmission). Le haut-parleur du second téléphone convertit la tension en un son (=décodeur) .

Encodeur : dispositif qui va convertir l'information en signal électrique analogique.

Canal de transmission : ce qui permet de transmettre les infos de l'émetteur au récepteur. Constitué de l'émetteur et le récepteur, l'information transmise, et le milieu de transmission

Différents types de signaux : ondes sonores, électromagnétique, signaux électriques

atmosphère	son, ultrason, oem
câbles électriques	signaux électriques
fibre optique	oem

B. Caractéristiques

- Atténuation : P_r est plus faible que P_e , Facteur d'atténuation : $A = P_r/P_e$ et $AdB = 10\log(P_r/P_e)$
- Coefficient d'atténuation linéique : $\alpha dB = AdB/L$, avec L la longueur séparant l'émetteur du récepteur (en m)
- Débit binaire = quantité de données numériques transmises par unité de temps : $D = n/\Delta t$, avec n nombre de bits transmis pendant Δt

Transition : On va s'intéresser au canal de transmission et voir comment on peut jouer sur ce dernier pour transmettre aux mieux l'information. La propagation des ondes peut se faire de deux manières.

II. Propagation libre des ondes hertziennes

=> signal se propage librement dans l'espace.

Cas des ondes hertziennes qui sont des oem émises par les antennes et qui se propagent dans toutes les directions de l'espace d'un E à un R.

Remarque : elles n'ont pas besoin de milieu matériel pour se déplacer et ne nécessitent donc pas de fil de transmission.

ODG : Domaine : 10^{-3} - 10^4 m. Slide(Microméga TS 2012 p 558)

ex. : ondes radio (de l'ordre de la centaine de MHz (87.5-108MHz)) ; ondes TV (30 à 30000 MHz)
2 types de traitement du signal : FM : Fréquence modulation, AM. De même pour la télé : TAT (télévision analogique terrestre la vieil télé). TNT (Télévision numérique terrestre le multiplexage et le principe peut être étudié dans le cas de la filière STI2D).

A. Mise en évidence

<http://www.cea.fr/multimedia/Pages/videos/culture-scientifique/physique-chimie/onde-transport-information.aspx>

Exp : Activité 2 p542 Hachette : transmettre des infos par ondes hertziennes :

On envoie un signal de fréquence 150kHz

Les antennes à ~qq dizaines de cm l'une de l'autre. GBF : sinusoïdal. La propagation est omnidirectionnelle. Utilisation de 2 oscillos pour observer signal émis sur l'un et signal reçu sur l'autre.

On observe :

- L'amplitude du signal reçu < amplitude du signal émis.
- Si on éloigne le câble l'amplitude diminue.
- Si on se déplace de manière circulaire autour de la source l'amplitude reste constante : C'est une propagation omnidirectionnelle.

De plus si on augmente la fréquence on constate que l'amplitude augmente. Ainsi l'atmosphère absorbe moins à hautes fréquences. (En vrai milieu diélectrique donc relation de dispersion complexe mais on peut dire dans tout les cas que cela signifie que pour des grandes fréquences la partie imaginaire de k est nulle et que la vitesse de groupe ne dépend pas de ω).

→ milieu de transmission = atmosphère

→ Soumis à de nbr perturbations dans l'environnement, l'information est transmise sur une courte distance (trop d'atténuation sinon)

→ Autre inconvénient : Une bande de fréquences spécifique doit être allouée à chaque dispositif lors de la propagation libre. En effet un canal de transmission est défini par la largeur de la bande de fréquence qu'il transmet (bande passante). La transmission libre a des limites car bandes de fréquences allouées pour diverses utilisations ne sont pas infinies => passage en 2011 à la télévision numérique terrestre (TNT) (bandes de fréquences utilisées plus étroites)

Transition : Pour pallier ces inconvénients, il est aussi possible de recourir à une autre forme de propagation, dite guidée.

III. Propagation guidée

Milieu de transmission = câble

=> technologie USB vs technologie Wifi / 3G

- Pour signaux électriques ; recours aux câbles électriques torsadés/coaxiaux (slide)

Câbles torsadés: => liaisons Ethernet. Câble Ethernet = deux fils électriques dans une gaine. Les Câbles blindés pour éviter le bruit.

Constitution câbles coaxiaux : - âme = conducteur central ; gaine = isolant ; Les premiers câbles Ethernet étaient coaxiaux

- Pour signaux électromagnétiques ; recours aux fibres optiques

A. Étude du phénomène pour la fibre optique

Fibre optique = Fil de verre ou de plastique qui peut transmettre des oem (visible ou IR)

http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/optiqueGeo/dioptres/fibre_optique.php

Exp : Activité 3 p543 Hachette : transmettre des infos par fibre optique (qualitatif)

Emetteur ici diode laser qui émet un signal rouge. On va mettre en face le récepteur en utilisant comme canal de transmission l'air.

Lorsque le récepteur recevra l'information on entendra un son : On remarque qu'on entend le son mais dès qu'on éloigne la source du récepteur (ou l'inverse) le son s'atténue rapidement.

Donc maintenant on va essayer la fibre optique. On peut mettre les récepteurs où on veut la propagation est bien guidée.

Comment ça se passe ?

Son transformé en signal lumineux (via signal électrique) avec une DEL qui s'allume lorsque la tension passe dans la diode. Le générateur, branché sur boîtier émetteur, sert à alimenter. La fibre optique transmet vers récepteur, qui est une photodiode

De quoi c'est fait une fibre optique ?

Constitution fibres optiques : - cœur = milieu transparent central ; gaine = isolant (slide)

Animation : http://igm.univmlv.fr/~dr/XPOSE2009/Transmission_sur_fibre_optique/typesrecap.html

=> 3 types de fibres optiques: fibres à saut d'indice et à gradient d'indice, et monomodales. (slide)

Infos sous forme d'oem visible ou proche IR.

Propagation sur longues distances => tpeu d'atténuation. Mais + cher. Les fibres optiques protègent le signal du bruit

Indice réfraction cœur > gaine

Cas a et b : les radiations subissent des réflexions => temps de parcours et trajets différents d'une radiation à l'autre => perte en signal qui est plus étalé dans le temps.

Cas a : Multimodale saut d'indice = cœur + gaine d'indices de réfraction différents. réflexions successives dans la fibre. Signal + étalé et atténué dans le temps.

Cas b : Multimodale gradient d'indice : Indice de réfraction varie continument entre le cœur et l'extérieur => csq : la lumière déviée vers le centre.

Cas c : Monomodale peu de réflexions successives et le signal se propage en ligne droite quasiment. Moins d'étalement dans le temps. Utilisé sur longues distances. Dur à mettre en œuvre.

B. Quantification de l'atténuation

(Slide) graphiques représentent la puissance électrique en sortie de câble P_s (ou lumineuse en sortie de fibre optique) => dans tous les cas, elle est inférieure à la puissance de signal en entrée P_e

=> Quelle que soit la propagation de signal, un signal est atténué lors de sa propagation.

Cela peut être dû à l'absorption : Amplitude diminue lors de la propagation du signal, car l'énergie de ce dernier est absorbée par le milieu dans lequel il se déplace et est retransmise par transfert thermique (effet Joule dans un fil électrique). En plus de cette atténuation, il peut y avoir une perturbation (bruit) causée par les appareils électriques.

=> cela peut être dû à la diffusion aussi...

exp : A l'oscilloscope, on visualise l'allure du pulse émis et l'allure du pulse obtenu en sortie de la fibre. Pour avoir le coefficient d'atténuation linéique on divise par la longueur de la fibre qu'on a utilisé

+ Incertitude

On compare avec la valeur des fibres qui passent sous la mer : plus faible et heureusement

Avantage fibre optique :

+ : propagation sur de très longues distances => atténuation plus faible ; sensibilité moindre aux bruits

- : cher ! ; difficile à produire.

Conclusion :

=> éléments d'une chaîne de transmission

=> abordé divers modes de transmission par propagation de type libre ou guidée

L'information une fois transmise et reçue peut devoir ensuite être stockée... C'est le cas notamment avec des CD ou des clefs USB par exemple. Sur quels principes reposent le stockage d'informations. Ca c'est ce que nous verrons dans la prochaine leçon !

Élément imposé :

Optimisation de la transmission hertzienne (leçon Loic)

On veut porter plus loin ! Donc a priori il va falloir travailler à hautes fréquences car ces dernières semblent moins atténuées par le milieu.

Pour se faire on va multiplier les signaux par une haute fréquence.

On utilise pour ça Géogébra logiciel via lequel on calcul le produit entre $\sin(0.1x)$ et $\sin(10x)$. Et les hautes fréquences jouent le rôle de porteuse pour porter le signal de basse fréquence.

Ici à l'échelle de notre expérience on va envoyer une basse fréquence connue 440Hz correspondant à un La qu'on multipliera à un signal de hautes fréquences 1MHz via la commande modulation du GBF.

Du coup sur la radio on va aller chercher la fréquence de 1 MHz avec le poste radio et normalement on entendra le bon son !

Des antennes relais prennent le relais et retransmette le signal pour couvrir une nouvelle zone de 500m.

Débit binaire de données numériques

Caractérise la rapidité d'une transmission numérique.

On définit le débit binaire D comme le rapport du nombre de bits émis n pendant la durée Δt :

$D = n / \Delta t$ (en bit/s)

APPLI NUMERIQUE

En termes d'OG : Câble coaxial : 10Mbit/s sur 100 m. Câble ETHERNET 10 à 1000Mbit/s sur 100 m??