10/12/2024

SAE13 Partie 1

Détermination de la vitesse de propagation et de l'atténuation dans un câble réseau



Esteban Fernandez, Tim Leger IUT DE BLOIS

Sommaire

Int	roduction	2
1.	Premières mesures : 1 câble	3
2.	Deuxièmes mesures : 2 câbles	5
3.	Troisièmes mesures : 3 câbles	6
4.	Analyse des résultats : Détermination de la vitesse	7
5.	Analyse des résultats : Détermination de l'atténuation	10
6.	Feuille de calcul de synthèse	12
P	Première feuille :	12
С	Deuxième feuille :	13
T	roisième feuille :	14
Cor	nclusion	16
Tal	ole des illustrations	17

Introduction

Au cours de cette SAE, nous cherchons à mesurer la vitesse de propagation ainsi que l'atténuation d'une impulsion sur un câble réseau.

On rendra ces résultats sous la forme d'une feuille Excel permettant de visualiser les caractéristiques du câble.

On utilisera un oscilloscope, un générateur basse fréquence, des câbles Ethernet RJ45, deux coupleurs Ethernet, des câbles coaxiaux, ainsi qu'une plaquette de connexion afin de mesurer ces valeurs.

On utilisera les notions du calcul de la vitesse d'une onde (avec le temps de vol), ainsi que celles du calcul de l'atténuation d'une onde (avec l'atténuation pour une onde plane et les conversions de dB à Np et inversement)

Au final, en effectuant des mesures pour des câbles de 10, 20 et 30m, on déterminera l'erreur de la plaquette. Comme cette erreur est infime, on va comparer les mesures (qui sont donc proportionnelles) des différents câbles pour tracer leur courbe temporelle et en déduire les différences. Ces différences correspondent à l'erreur recherchée.

1. Premières mesures : 1 câble

Nous avons tout d'abord un câble rouge de 10 mètres. Nous avons donc comme indiqué dans l'introduction, connecté notre premier câble réseau sur la plaquette de connexion. Nous avons donc également connecté l'oscilloscope de manière à mesurer simultanément la tension en entrée (voie 1) du câble, et à sa sortie (voie 2).

Nous avons un générateur paramétré pour produire un train d'onde (burst) constitué de 10 périodes de sinusoïdes de fréquence 5 MHz, d'une amplitude pic à pic de 1 V_{pp} . Il est ensuite connecté en entrée du câble.

Voici le schéma de câblage :

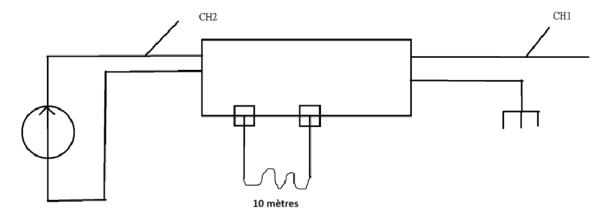


Figure 1 : Schéma de câblage

Nous mesurons donc dans un premier temps sur l'oscilloscope le temps de vol qui est le décalage temporel entre les deux trains d'onde. Donc on utilise l'outil Cursor sur l'oscilloscope en prenant les 2 premiers signaux au point le plus haut les signaux d'entrée et de sortie :



Figure 2 : Temps de vol pour 10 m

Nous trouvons une valeur de temps de vol de $\Delta t = 141,6 \ ns$.

Nous trouvons une amplitude initiale de 800 mV et une amplitude de sortie de 324 mV.

2. Deuxièmes mesures : 2 câbles

On suit le même protocole que dans la partie 1, on refait les mesures sur 2 câbles mis bout à l'aide d'un coupleur Ethernet. Voici la mesure du temps de vol pour les 2 câbles :

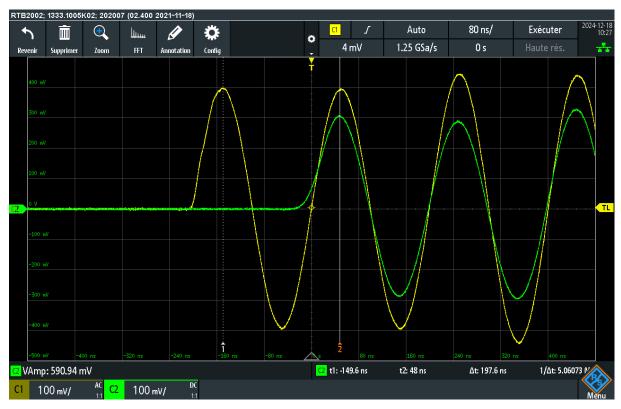


Figure 3 : Temps de vol pour 20 m

Nous trouvons une valeur de temps de vol de $\Delta t = 197,6 \, ns$.

Nous trouvons une amplitude initiale de 800 mV et une amplitude de sortie de 300 mV.

3. Troisièmes mesures : 3 câbles

On suit le même protocole que dans la partie 1, on refait les mesures sur 3 câbles mis bout à l'aide de deux coupleurs Ethernet. Voici la mesure du temps de vol pour les 2 câbles :

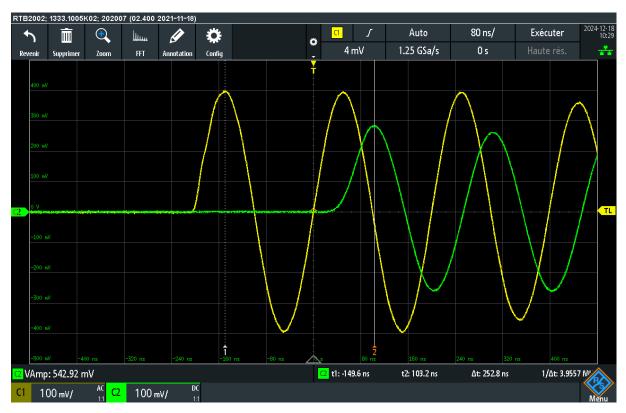


Figure 4 : Temps de vol 30 m

Nous trouvons une valeur de temps de vol de $\Delta t = 251,6~ns$.

Nous trouvons une amplitude initiale de 800~mV et une amplitude de sortie de 280~mV.

4. Analyse des résultats : Détermination de la vitesse

Nous pouvons donc produire notre première feuille Excel afin de déterminer la vitesse de propagation dans le câble et l'erreur due à la plaquette. Nous pouvons placer nos premières valeurs dans un tableau :

Mesure 1	Valeurs	Unité
Temps vol	1,416E-07	S
L	10	m
V	7,06E+07	m/s
Mesure 2		
Temps vol	1,976E-07	s
L	20	m
v	1,01E+08	m/s
Mesure 3		
Temps vol	2,516E-07	s
L	30	m
v	1,19E+08	m/s

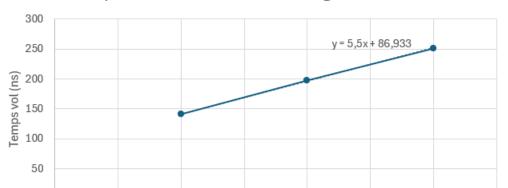
Figure 5 : Valeurs pour les 3 mesures

On peu voir dans ce premier tableau, que les vitesses ne sont pas cohérentes, due à l'erreur de la plaquette.

Nous traçons le temps de vol en fonction de la longueur du câble, puis nous ajoutons une courbe de tendance linéaire pour faire afficher l'équation :

$$\Delta t = \frac{1}{v}L + e_r$$

On a v qui est la vitesse dans le câble ; L la longueur du câble et e_r l'erreur introduite dans nos mesures par la plaquette. Voici notre graphique avec l'équation d'afficher :



15

20

L(m)

25

30

35

Temps de vol en fonction de la longueur du câble

Figure 6 : Tracer du temps de vol en focntion de la longueur du câble

10

0

Nous pouvons donc remarquer l'équation y = 5.5x + 86.933.

On peut donc créer notre tableau de vraie valeur :

Vrai valeurs		
Mesure 1	Valeurs	Unité
Temps vol	5,4667E-08	s
L	10	m
v	1,83E+08	m/s
Mesure 2		
Temps vol	1,10667E-07	s
L	20	m
v	1,81E+08	m/s
Mesure 3		
Temps vol	1,64667E-07	s
L	30	m
v	1,82E+08	m/s
er	86,933	ns

Figure 7 : Tableau des vraies valeurs

On trouve donc finalement des vitesses de propagation cohérente en enlevant l'erreur due de la plaquette sur le temps de vol.

5. Analyse des résultats : Détermination de l'atténuation

On va dans cette partie essayer déterminer l'atténuation. On trace tout d'abord l'amplitude en dBV en fonction de la distance, ensuite nous ajoutons une courbe de tendance linéaire en faisant afficher l'équation :

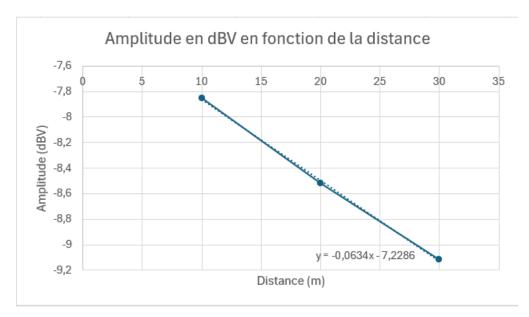


Figure 8 : Tracer de l'amplitude en dBV en fonction de la distance

On remarque ici l'équation y = -0.0634x - 7.2286.

On va donc calculer avec ces valeurs, l'atténuation en dB/m et la valeur de α en Np/m.

Voici nos valeurs sur la feuille numéro 1 de synthèse :

Atténuation		
distance (m)	Np/m	dB/m
10	-0,090386821	-0,784557608
20	-0,045193411	-0,392278804
30	-0,03012894	-0,261519203

Figure 9 : Atténuation

On a calculé la valeur en Np/m avec $\frac{-(LN\frac{Amplitude\ entrée}{Amplitude\ sortie})}{Longueur}$ et la valeur en dB/m avec on à pris la valeur en Np/m et on la multiplie par 8,68.

6. Feuille de calcul de synthèse

Première feuille:

On peu trouver tout d'abord, l'identification couleur de nos câbles en haut à gauche et l'atténuation que nous avons calculé dans la partie d'avant.

Nous avons pu entrer une cellule dans laquelle l'utilisateur pourra saisir une longueur en mètre, et une autre cellule pour saisir l'amplitude initiale de la tension d'entrée dans le câble. Voici la cellule :

Valeur à entrer :		
Longueur (m) Amplitude Initiale (V		
Longueur (m)	Ampulude initiale (v)	
70	8,0	

Figure 10 : Valeurs à entrer

Nous avons finalement 3 cellules permettant de trouver en fonction des valeurs saisies par l'utilisateur, le retard, l'amplitude en V et l'atténuation en dB.

distance (m)	Retard (s)	Amplitude (V)	L'atténuation en dE
70	3,84615E-07	0,20881418	-11,6666

Figure 11 : Les trois cellules

On calcule le retard avec $\frac{La\ disance\ du\ signal}{La\ vitesse\ du\ signal}$ avec la vraie valeur de la vitesse trouvé dans la feuille Excel d'avant :

Vitesse du signa 182000000

Figure 12 : Vitesse du signal

On calcule l'amplitude en V avec $10^{\frac{-0.0634 \, x - 7.2286}{20}} \times Amplitude initiale$. La valeur de -0.0634x - 7.2286 est l'équation de l'atténuation avec x qui est la longueur.

Pour finir, on calcule l'atténuation en dB, avec $20\log \left(\frac{Amplitude\ en\ V}{Amplitude\ initial\ een\ V}\right)$.

Deuxième feuille:

On à pu tout d'abord réaliser sur Excel, un tableau présentant l'évolution de l'amplitude d'une onde de 1V initialement en fonction de la longueur de propagation. La longueur considérée sera de 0 à 30 m, par pas de 50cm.

On aura donc une première colonne qui sera la distance par pas, la deuxième colonne qui sera l'amplitude en V avec la formule $Amplitude\ initial\ \times e^{(-\alpha \times x)},\ \alpha$ étant la valeur de l'atténuation, et x la longueur.

En troisième colonne on aura le délai calculé par $\frac{Distance}{Vitesse\ du\ signal}$

On fait un graphique présentant cette évolution :

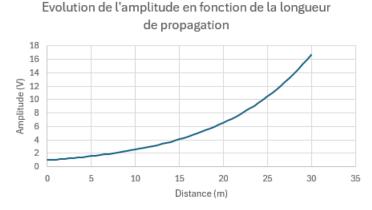


Figure 13 : Evolution de l'amplitude en fonction de la longeur de propagation

Ensuite on présentera un graphique qui nous montre le délai entre l'émission et la réception :

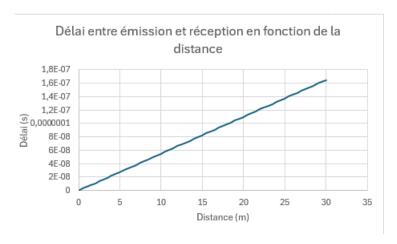


Figure 14 : Délai entre émission et réception

Troisième feuille:

Nous avons dans cette dernière feuille, créer une cellule où l'utilisateur pourra saisir une longueur en mètre ainsi qu'une autre cellule pour saisir l'amplitude final minimale de la tension reçues (en volt).

Valeur à entrer :	
Longueur (m)	10
Amplitude finale (V)	0,324

Figure 15 : Valeurs à entrer

On aura comme résultat une cellule affichant la tension à mettre en entrée pour que la tension reçue après cette propagation corresponde à la demande de l'utilisateur ainsi qu'une cellule affichant le délai associé.

Tension initiale (V)	0,801078379
Délai (s)	5,49451E-08

Figure 16 : Cellule de la tension initiale et le délai

Pour trouver la tension initiale, on utilise la formule :

$$\frac{Amplitude\ finale}{10^{\frac{-0,0634x-7,2286}{20}}}$$

La valeur trouvée ici est cohérente puisqu'on trouve 0.8V alors qu'on à une valeur finale de 0,324 mV qui correspond à nos valeurs pour un seul câble :

	Valeur	Unité
Amplitude Initiale (V)	0,8	V
Amplitude Sortie (V)	0,324	V

Figure 17 : Amplitude intiale et amplitude sortie

Pour trouver le délai, on fait $\frac{Distance}{Vitesse\ du\ signal}$

Conclusion

Pour conclure, on a mesuré la vitesse de propagation ainsi que l'atténuation d'une impulsion sur un câble réseau. On a trouvé l'erreur de la plaquette de connexion et avons pu déterminer les caractéristiques du câble. Les valeurs que nous avons obtenues ont l'air de correspondre puisqu'elles sont proches des valeurs de référence.

Pour améliorer notre manipulation, on aurait pu utiliser des câbles uniques de 10,20 et 30m, sans relier plusieurs câbles de 10m ensemble pour obtenir 30m.

Au final, on a réalisé tous les objectifs de cette SAE et sommes maintenant capables de caractériser un câble Ethernet RJ45, et de déterminer l'erreur d'une plaquette de connexion.

Les résultats se trouvent dans le fichier Excel qui permet de retrouver la vitesse de propagation de l'onde en fonction de la longueur du câble ainsi que la tension initiale en fonction de la tension de sortie

Table des illustrations

Figure 1 : Schéma de câblage	3
Figure 2 : Temps de vol pour 10 m	4
Figure 3 : Temps de vol pour 20 m	5
Figure 4 : Temps de vol 30 m	6
Figure 5 : Valeurs pour les 3 mesures	7
Figure 6 : Tracer du temps de vol en focntion de la longueur du câble	8
Figure 7 : Tableau des vraies valeurs	8
Figure 8 : Tracer de l'amplitude en dBV en fonction de la distance	10
Figure 9 : Atténuation	10
Figure 10 : Valeurs à entrer	12
Figure 11 : Les trois cellules	12
Figure 12 : Vitesse du signal	12
Figure 13 : Evolution de l'amplitude en fonction de la longeur de propagation .	13
Figure 14 : Délai entre émission et réception	14
Figure 15 : Valeurs à entrer	14
Figure 16 : Cellule de la tension initiale et le délai	15
Figure 17 : Amplitude intiale et amplitude sortie	15