

Université de Sherbrooke
Faculté de génie
Département de génie électrique et de génie informatique

Rapport d'app7 : Space-Invaders

Interfaces utilisateurs graphiques

Présenté à
L'équipe professorale

remis le 12 avril 2024

Poulin-Bergevin, Charles
Stephenne, Laurent

Pouc1302
stel2002

Table des Matières

1 Reproduction du Problème	1
1.1 Indiquer le schéma électrique	1
1.2 Comparer le signal reçu aux spécifications de la carte	1
2 Analyse temporelle	2
2.1 Identification de chaque créneau	2
2.2 Explication du Problème	3
2.3 Mesure par analyse temporelle des branches	3
3 Analyse fréquentielle	4
3.1 Explication du problème dans le domaine fréquentiel	4
3.2 Détermination précise des longueurs des 3 branches	5
4 Solution du problème observé	7
4.1 Solution simple sans modifier le réseau	7
4.2 Solution en remplaçant le connecteur en T	7
5 Viabilité de la technologie	7
5.1 Problèmes à 1GHz	8
5.2 Est-ce qu'un réseau avec des centaines de clients fonctionne en full duplex?	8

1 Reproduction du Problème

1.1 Indiquer le schéma électrique

Nous pouvons voir ci-dessous le schéma électrique de la bobine reçue. Il s'agit d'un réseau en étoile, avec une bobine centrale et trois branches de longueurs variables. La branche B est connectée à un générateur d'ondes carrées de 1 MHz. La branche A est connectée à une résistance de 50ohms. La branche C est un circuit ouvert.

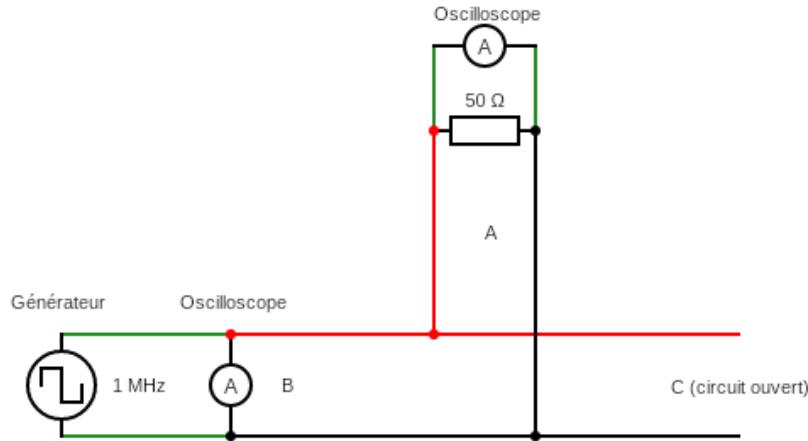


FIGURE 1 – Schéma électrique du réseau

1.2 Comparer le signal reçu aux spécifications de la carte

La figure suivante représente l'onde observée lorsque le signal possède une fréquence d'1MHz et qu'un des fils est resté en circuit ouvert. (voir 2) La ligne bleu représente le signal à l'entrée du circuit (connecteur du fil A). La ligne jaune représente le signal à l'extrémité du circuit (connecteur du fil B).

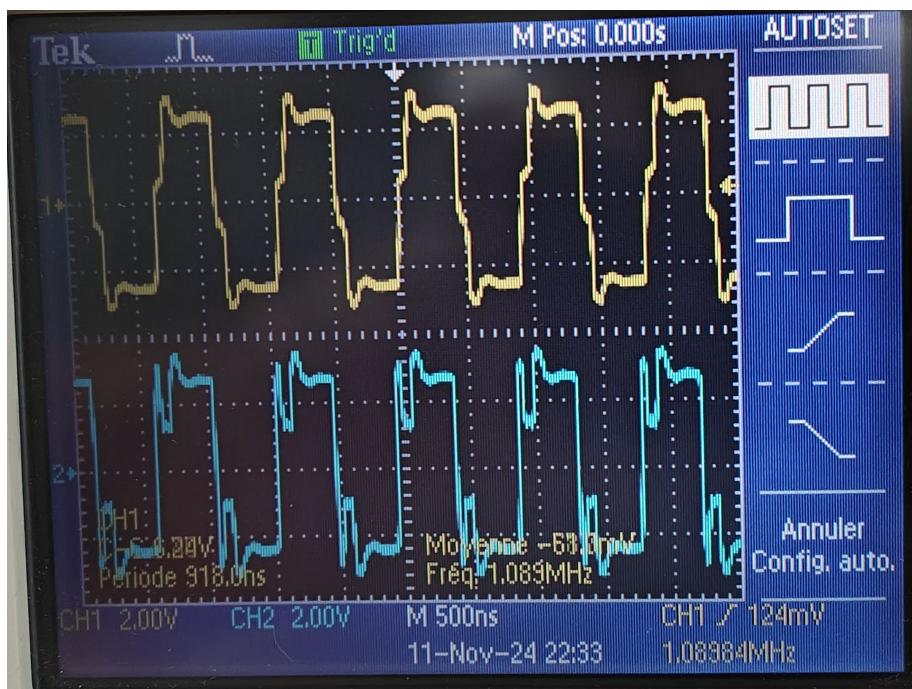


FIGURE 2 – Signaux d'entrée et de sortie à 1MHz

On peut voir que les impulsions carrées sont déformées par la réflexion du signal sur la branche ouverte. La réflexion est aussi forte car lorsqu'un fil est laissé en circuit ouvert, son impédance est infinie. Par contre, les impulsions ont une amplitude de plus de 2V et une durée d'environ 450ns ce qui est adéquat pour que la carte réseau les décode correctement.

2 Analyse temporelle

2.1 Identification de chaque créneau

La figure suivante représente l'onde observée lorsque le signal possède une fréquence d'1MHz et qu'un des fils est resté en circuit ouvert. La ligne bleue représente le signal à l'entrée du circuit (connecteur du fil A). La ligne jaune représente le signal à l'extrémité du circuit (connecteur du fil B). Le fil C est laissé en circuit ouvert.

2

Lorsque l'on observe le cycle de la ligne bleue, on peut voir que juste après le début de l'émission du signal, une descente se produit lorsque la réflexion du signal se produit et revient à l'entrée du circuit. La réflexion est aussi forte car lorsqu'un fil est laissé en circuit ouvert, le coefficient de réflexion est de 1. On peut observer que la ligne jaune ne semble pas avoir les mêmes "corrections" induites par la réflexion que la ligne bleue. Cela s'explique par le fait que la réflexion a l'effet inverse sur la sortie. Si l'on observe attentivement, là où l'onde est augmenté sur la ligne bleue, elle diminue sur la ligne jaune et vice-versa, mais à une amplitude réduite aussi.

2.2 Explication du Problème

Comme on peut le voir dans les créneaux précédablements identifiés, il se passe de la réflexion dans le fil non connecté à une carte (le fil C pour les mesures démontrées). Cela vient donc brouiller le signal et empêche la bonne lecture du signal d'origine. Ce problème empire lors de l'augmentation de la fréquence. Comme vus dans les photos, l'onde réfléchie n'impact qu'une petite partie du signal d'origine lorsqu'à 1MHz. Cependant, lorsqu'à 10MHz, l'onde entière est impactée, à cause du racourcissement temporel de chaque créneaux, brouillant ainsi le signal en entier.

2.3 Mesure par analyse temporelle des branches

En utilisant la formule suivante, on peut calculer la longueur du fil si l'on connaît la vitesse de transmission dans notre fil et le temps de transmission :

$$v = \frac{\Delta X}{\Delta T} \quad (1)$$

Donc, en utilisant les résultats suivants obtenus en prenant la mesure entre l'émission de l'onde et sa réception à l'autre extrémité du circuit ,comme la figure ci-dessous le démontre, On peut arriver aux résultats suivants.



FIGURE 3 – Mesure temporelle du temps de réception du signal

TABLE 1 – Résultats des mesures temporelles

Fil d'entrée	Fil d'extrémité	Fil ouvert	Résultat (ns)
A	B	C	74
B	C	A	60
C	A	B	52

La vitesse de transmission assumée du fil est de 2/3 de la vitesse de la lumière, ce qui donne :

$$2 * 10^8 \frac{m}{s} \quad (2)$$

On peut donc obtenir les résultats suivants en utilisant nos mesures et la formule de vitesse 1 on obtient 3 équations et 3 inconnues.

TABLE 2 – Longueurs selon les mesures temporelles

Fil	Longueur (m)
A	5,9
B	7.7
C	4.3

3 Analyse fréquentielle

3.1 Explication du problème dans le domaine fréquentiel

Au niveau fréquentiel, les problèmes survenants sont surtout liés au principe de l'impédance ramenée. Cela fait que la réflexion crée des annulations partielles trop importantes. Cela vient diminuer l'amplitude du signal jusqu'à un point où la carte ne peut plus lire le signal émis (amplitude plus basse que 0.5V). Ce phénomène se produit lorsque la longueur d'un câble est proche d'un multiple de la longueur d'onde du signal.

Ces problèmes peuvent être réglés en adaptant l'impédance du circuit (rajouter des fin de connexions sur les fils non-utilisés), en s'assurant que les fils possèdent une bonne longueur selon la fréquence souhaitée, ou encore en utilisant des câbles spécialisés possédant déjà l'impédance souhaitée.

3.2 Détermination précise des longueurs des 3 branches

Le principe d'inductance ramenée explique le fait que lorsque la longueur du fil correspond au quart de la longueur d'onde, l'onde émise se voit presque annulée en amplitude (car réduite par sa propre réflexion). Cela veut donc dire que le fil mesuré est le fil ouvert.

$$L = \frac{\lambda}{4} \quad (3)$$

En utilisant la formule suivante, on peut calculer la longueur du fil si l'on connaît la vitesse de transmission dans notre fil et la fréquence :

$$\lambda = \frac{v}{F} \quad (4)$$

on peut donc combiner les équations 3 et 4 et le fait que nos fréquences seront en MHz et que notre vitesse est une constante 2 afin d'obtenir la simple équation suivante :

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{2 * 10^8}{F * 10^6} \\ L &= \frac{200}{F} / 4 \\ L &= \frac{50}{F} \end{aligned} \quad (5)$$

Donc, en utilisant les résultats suivants obtenus en prenant la mesure de la fréquence lorsque l'amplitude est la plus réduite possible, comme la figure ci-dessous le démontre, on peut arriver aux résultats suivants.

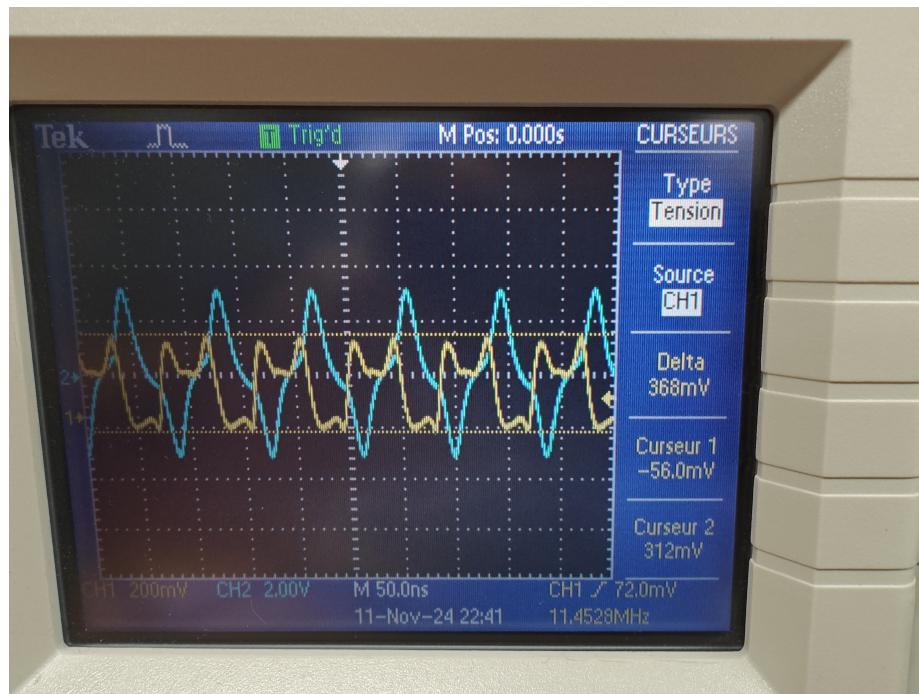


FIGURE 4 – Mesure fréquentielle d’atténuation du signal

TABLE 3 – Résultats des mesures fréquentielles

Fil d’entrée	Fil d’extrémité	Fil ouvert	Résultat (MHz)
B	C	A	8.18
C	A	B	6.5
A	B	C	11.45

On peut donc obtenir les résultats suivants en utilisant nos mesures et la formule de vitesse 1 on obtient 3 équations et 3 inconnues.

TABLE 4 – Longueurs selon les mesures fréquentielles

Fil	Longueur (m)
A	6.11
B	7.69
C	4.40

On peut donc voir que les mesures concordent avec celles obtenues en 2

4 Solution du problème observé

4.1 Solution simple sans modifier le réseau

La solution simple venant régler les différents problèmes déterminés par nos tests est de ne laisser aucun fils en circuit ouvert. Cela veut dire qu'il faut absolument que chaque fils aient une impédance de 50ohms à leurs bouts, que ce soit par une carte ou un simple connecteur possédant la bonne impédance. Cela vient régler les problèmes d'impédance ramenée et les problèmes de réflexion.

4.2 Solution en remplaçant le connecteur en T

Le connecteur en T devrait être remplacé par un connecteur en T dont chaque connecteur possède déjà une impédance adaptée, permettant ainsi d'annuler la réflexion causée par le connecteur. De plus, comme pour la solution simple, il ne faut pas de circuits ouverts, on doit donc avoir une carte ou simplement une résistance rajoutée à chaque fin de connection afin d'éviter de la réflexion. Le calcul suivant démontre les résistances nécessaires pour adapter l'impédance du connecteur en T comme expliqué précédemment.

$$\begin{aligned}
 Zl &= Zc = 50 \\
 R1 &= R2 = R3 \\
 Zl &= R1 + [(R3 + Zc) // (R2 + Zc)] \\
 Zl &= R1 + \left(\frac{1}{R3 + Zc} + \frac{1}{R2 + Zc} \right)^{-1} \\
 Z &= R + \left(\frac{2}{R + Z} \right)^{-1} \\
 Z &= R + \frac{R + Z}{2} \\
 50 &= R + \frac{R + 50}{2} \\
 25 &= R + \frac{R}{2} \\
 25 * \frac{2}{3} &= R1 \\
 R &= 16.66
 \end{aligned} \tag{6}$$

5 Viabilité de la technologie

5.1 Problèmes à 1GHz

Lorsqu'on augmente la fréquence du générateur d'ondes jusqu'à 10GHz, la réflexion du signal est beaucoup plus forte, et les signaux d'entrée et de sortie sont non reconnaissables. Les cartes réseaux ne peuvent pas décoder ces signaux, étant donnée que la longueur des impulsions est trop courte.

5.2 Est-ce qu'un réseau avec des centaines de clients fonctionne en full duplex ?

Il est improbable que la communication full-duplex soit possible avec une centaine de clients, surtout à haute fréquence. En effet, la réflexion causée par une centaine de connecteurs en T ammenerait des interférences qui rendraient toute communication impossible. Même une fois ce problème réglé, l'atténuation des signaux dans un réseau passif serait trop importante pour garder une amplitude de plus de 0.5V dans l'entiereté du réseau. Il est donc nécessaire de trouver une autre solution pour la communication full-duplex.