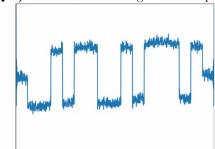
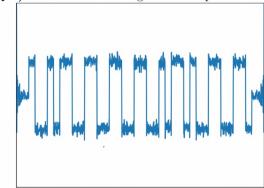


**Q 1)** Décodez le message sachant qu'il a été envoyé avec le codage NRZ.



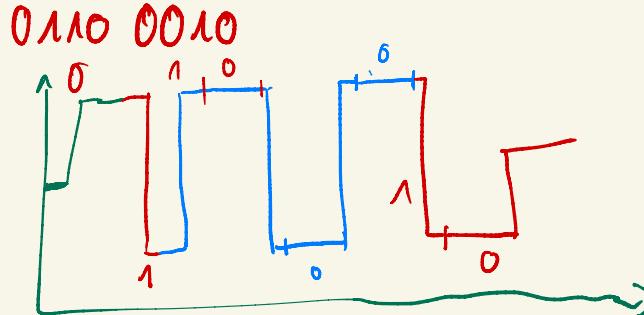
**Q 2)** La réponse que vous avez donné à la question précédente était-elle la seule possible ? Justifiez.

**Q 3)** Décodez le message sachant qu'il a été envoyé avec le codage Manchester.

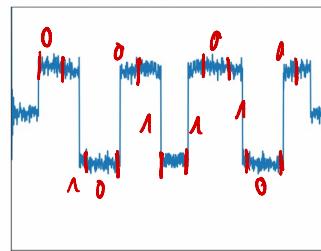


Le code de Miller est obtenu de la façon suivante. Chaque bit est codé en une unité de temps

- Si le bit est 0 et que le bit précédent est 1, on garde la tension actuelle pendant une unité de temps
- Si le bit est 0 et que le bit précédent est 0 (ou s'il n'y pas de bit précédent), on inverse la tension actuelle et on émet la nouvelle tension pendant une unité de temps
- Si le bit est 1, on garde l'ancienne tension pendant une demi unité de temps, puis on inverse la tension et on émet la nouvelle tension pendant une demi unité de temps.



**Q 6)** Représentez 01100010 en codage Miller et en codage Manchester sur le même dessin. Que constate-t-on ? (Regardez attentivement quand les courbes coupent l'axe des abscisses)



## 2 2D PAM-6

Un code PAM- $n$  code les bits en utilisant  $n$  niveaux différents de tension. Le code NRZ est donc un code PAM-2.

**Q 1)** Proposez un code PAM-4 qui permet de coder 2 bits à chaque unité de temps. On utilisera des tensions comprises entre -5V et +5V. Coder 101011100011.

**Q 2)** Quelle est l'erreur maximale sur la tension (qui peut prouver du bruit, de la qualité du câble, etc) que supporte ce protocole avant qu'on se trompe sur la valeur d'un bit ?

**Q 3)** On suppose avoir deux liaisons entre deux machines, et on transmet 4 bits simultanément (2 par liaison) en utilisant le code PAM-4. Quelle est l'erreur maximale cumulée sur la tension que supporte ce protocole avant qu'on se trompe sur la valeur d'un des 4 bits ?

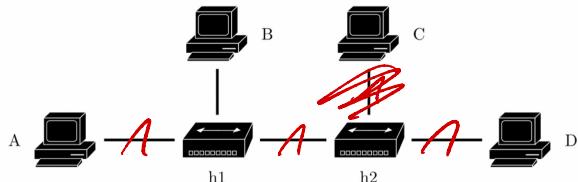
Un code 2D PAM- $n$  est un code qui utilise deux liaisons à la fois pour transmettre l'information, et en utilisant  $n$  niveaux différents de tension. L'exemple précédent était donc un code 2D PAM-4.

On représente souvent un code 2D par une constellation : sur l'axe des abscisses on met la tension envoyée sur la première liaison, sur l'axe des ordonnées la tension envoyée sur la deuxième liaison, et on indique où se trouve chaque code. Le code 2D PAM-4 de la question précédente ressemble par exemple peut-être à la constellation suivante :

5V	1101	1011	0111	1111
1.7V	0110	1010	1100	1001
-1.7V	1000	0011	0101	1010
-5V	0000	0001	0010	1110

3,33  
↓  
3,15  
↑

On considère le petit réseau suivant. Les deux boîtes représentées dans le réseau sont des concentrateurs (hub). On rappelle qu'un concentrateur, lorsqu'il reçoit un signal sur un port, retransmet le signal sur les autres ports.



On va faire plusieurs hypothèses simplificatrices :

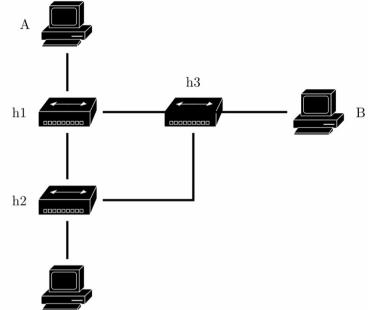
- Le passage dans le hub est instantané
- Le passage dans chacun des 5 câbles dure exactement 1 ns.
- Chaque machine met exactement 1 ns à envoyer un bit.

**Q 1)** On suppose que la machine A envoie les 4 bits 1001 sur le réseau. Expliquer, à chaque instant, ce qui est transmis sur chacun des câbles. On complétera pour cela le tableau suivant :

t	Ah1	Bh1	h1h2	Ch2	Dh2
1	1				
2	0	1	1	.	
3	0	0	1	1	
4	1	0	0	0	0
5		1	1	0	0
6			1	1	1

**Q 2)** Que se passe-t-il si A et D envoient simultanément 4 bits sur le réseau ?

**Q 3)** On suppose que la machine A envoie les 4 bits 1001 sur le réseau. Expliquer, à chaque instant, ce qui est transmis sur chacun des câbles, et dans quelle direction.



t	Ah1	h1h2	h1h3	h2h3	h2C	h3B
1	1(A→h1)					
2	0(A→h1)					
3						
4						
5						
6						

# 1 PPP

Q 1) La couche réseau de la machine transmet à la couche Liaison la séquence de bits suivante :

01111110 0111101111<sup>10</sup> 01111110 01111110

Quelle séquence binaire sera envoyée à la couche Physique, sachant qu'on utilise le protocole PPP qui utilise le fainion de début et fin de trame 01111110 ?

Q 2) Réciproquement, décodez la séquence suivante :

01111110111110 1001011111 011101111110 -

## 2 Codes

Q 1) Combien d'erreurs peut détecter et corriger un code ayant une distance de Hamming de 6 ?

Q 2) A quoi sert un code détecteur d'erreur à un protocole de couche 2 ? Expliquez comment il peut l'utiliser.

Q 3) Essayez d'imaginer des situations où un protocole utilisant un code correcteur d'erreur est préférable à un protocole utilisant un code détecteur d'erreurs

## 3 CRC

Q 1) Calculez le CRC obtenu à partir de la séquence 10101011 lorsqu'on utilise le polynôme générateur  $G(X) = X^5 + X + 1$

Q 2) Quelle est la séquence de bits  $T$  qui sera envoyée ?

Q 3) Quel est le reste de la division de  $T(X)$  par  $G(X)$  ?

Q 4) On suppose que le 3e bit de  $T$  (en partant de la gauche) est modifié. Vérifiez qu'on détecte l'erreur.

Q 5) Donner une modification possible de la séquence de bits  $T$  qui ne sera pas détectée.  
*on ajoute le poly une bit au msg  
indetectable car plus detectable*

Q 6) Calculez le CRC obtenu à partir de la séquence 10101011 lorsqu'on utilise le polynôme générateur  $G(X) = X^4 + X^2 + 1$ . Donnez également la séquence de bits  $T$  envoyée.

Q 7) Donner une modification possible de seulement deux bits de la séquence  $T$  qui ne sera pas détectée.

101011101100  
100011  
-----  
00100011  
100011  
-----  
01100

1010101101101100  
100011  
-----  
00100111  
100011  
-----  
100011  
100011  
-----  
00000

### 3 Trames

Famica

On observe les bits suivants (regroupés par 4 et présentés en hexa) sur le réseau (ce qui fait  $24 \times 5 = 120$  blocs de 4 bits donc 60 octets)

~~1234ABCC5EAD18024309813E~~  
~~A998813BABA5AB1931BA5A11~~  
~~AB1245AB81BACD820282B0EF~~  
~~1B1B812B12B14B12B1B1381A~~

que des 4 puis A  
adresse dest.  
adresse src  
s type  
data  
CRC

Q 1) Ecrire AA et AB en binaire

Q 2) Qu'en déduit-on ?

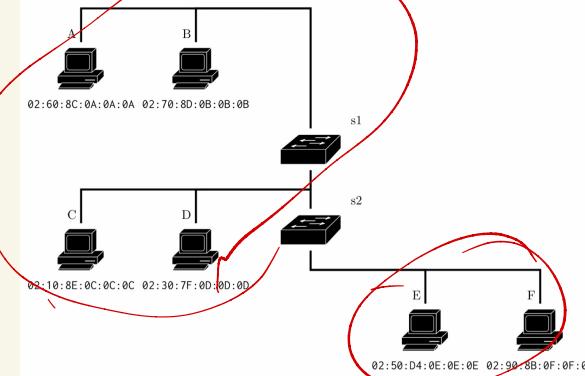
Q 3) Donner  
 — L'adresse destination de la trame  
 — L'adresse source de la trame  
 — Le contenu du message (premier et dernier octet)  
 — Le CRC

1010 1010

1010 1011

### 2 Deuxième exercice

On considère le réseau local Ethernet suivant. Les deux commutateurs ont chacun deux ports, noté "Haut" et "Bas".



Q 1) L'ordinateur E émet une trame pour l'ordinateur A

- Décrivez tout ce qui se passe au niveau des commutateurs dans ce cas précis (pas de généralités).
- En déduire leurs tables d'apprentissage.

Q 2) Mêmes questions si maintenant l'ordinateur C envoie une trame à l'ordinateur E

Q 3) Mêmes questions si maintenant l'ordinateur A envoie une trame à l'ordinateur D

Q 4) Donner les tables d'apprentissage des deux commutateurs lorsque tous les ordinateurs ont émis des trames

Q 5) Dessinez le schéma du réseau local vu par le commutateur 1

Q 6) Dessinez le schéma du réseau local vu par le commutateur 2

## Introduction

Q 1) Ecrire les puissances de 2 jusqu'à 4096.

Q 2) Ecrire en binaire sur 4 bits et en hexadécimal les chiffres décimaux de 0 à 15.

## Adressage

On considère l'adresse IP 193.5.101.1/21.

Q 3) Donner le masque du réseau en binaire, hexadécimal et décimal

Q 4) Donner l'adresse du réseau, et l'adresse de broadcast du réseau

Q 5) Donner le nombre d'adresses IP du réseau qui peuvent être affectées et la plage de ces adresses.

## Adressage, le retour

Q 6) Mêmes questions avec 152.81.173.254/10

## Routage

On considère la machine A, d'adresse IP 192.168.200.3/24 dont la table de routage est la suivante :

Destination	Masque	Prefixe	Gateway
192.33.169.0	255.255.255.0	192.168.200.252	
193.50.40.0	255.255.255.0	192.168.200.252	
194.1.3.0	255.255.255.0	192.168.200.250	
192.33.169.11	255.255.255.255	192.168.200.250	
194.1.3.64	255.255.255.192	192.168.200.251	

Q 7) Dessinez le réseau local de la machine A, et toutes les machines que vous connaissez sur ce réseau.

Q 8) Remplissez la colonne préfixe de la table.

Q 9) Déterminez, pour chaque des entrées de la table de routage, l'intervalle d'adresses qui lui correspond.

Q 10) On cherche à envoyer un message vers chacune des six adresses suivantes. Précisez vers quel routeur, si nécessaire, le datagramme sera envoyé :

- 194.1.3.97
- 194.1.3.129
- 193.50.40.2
- 192.33.169.11
- 192.168.200.5
- 152.81.1.2

Considérons le réseau local Ethernet présenté Figure 1. On suppose que les deux commutateurs viennent d'être allumés

1. L'ordinateur E émet une trame pour l'ordinateur A.
  - a) Décrivez tout ce qui se passe au niveau des commutateurs dans ce cas précis (pas de généralités).
  - b) En déduire leurs tables d'apprentissage.
2. Mêmes questions si maintenant l'ordinateur C envoie une trame à l'ordinateur E
3. Mêmes questions si maintenant l'ordinateur A envoie une trame à l'ordinateur D
4. En déduire les tables d'apprentissage des deux commutateurs lorsque tous les ordinateurs ont émis des trames
5. Dessinez le schéma du réseau local vu par le commutateur 1
6. Dessinez le schéma du réseau local vu par le commutateur 2

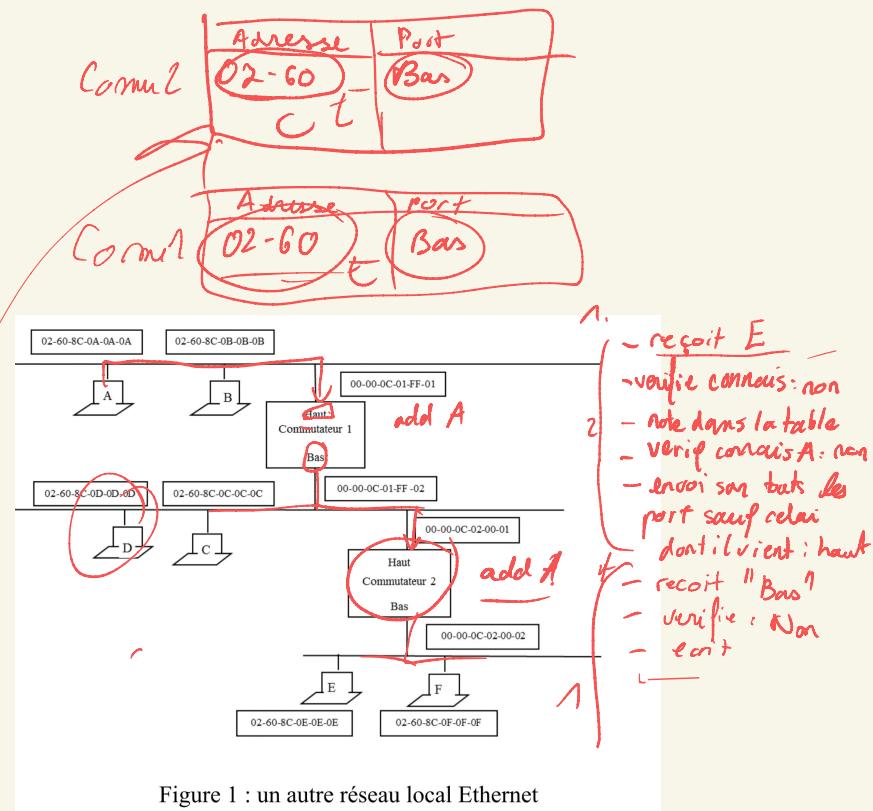
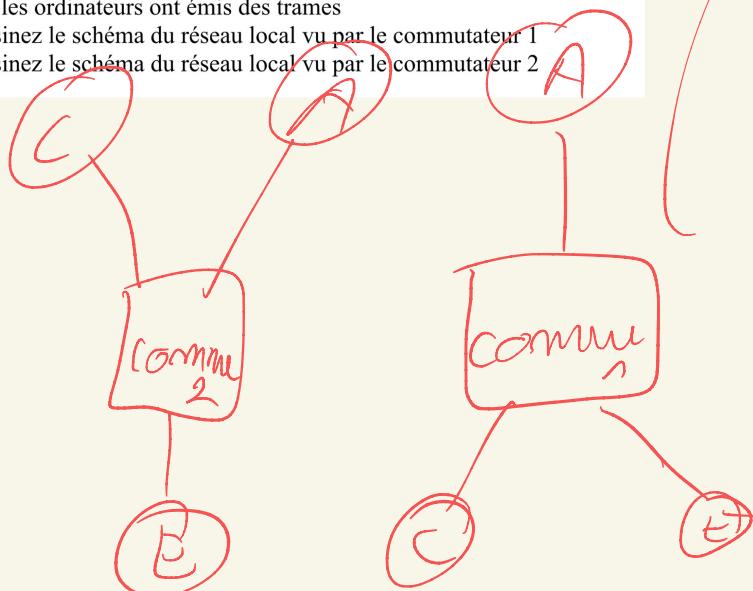


Figure 1 : un autre réseau local Ethernet

## Adressage

Soit l'adresse IP 152.81.173.254/10.

Donnez en détaillant les calculs :

- (a) le masque de réseau en hexadécimal et en décimal
  - (b) l'adresse du réseau
  - (c) le nombre d'adresses IP qui pourront être affectées à des interfaces dans ce réseau
  - (d) la plage de ces adresses (première, dernière)
  - (e) l'adresse de broadcast pour ce réseau

1111 1111  
 F F  
 2ss .  
 127

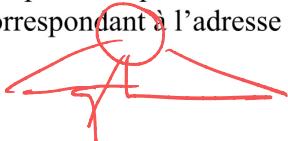
0100 0000	0 x 16	00
<del>0011 1111</del>		
0814 1914	0 0	00
192 ↓ - 0 - 0		
		32

$$\begin{array}{r} 32 \\ - 10 \\ \hline 22 \end{array}$$

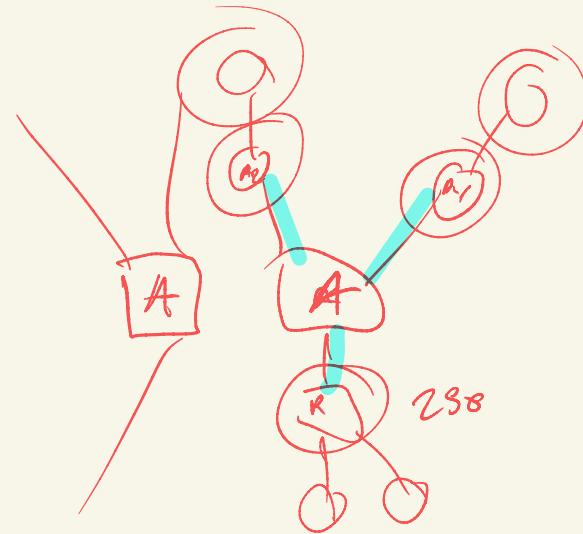
~~6h Qres: 182.64 - 0.0~~  
~~1 182.64 - 0.1~~  
~~182.62 127.285.284~~

## Routage

- La table de routage 1 est la table de routage de la station A.  
Dessinez le réseau local contenant la station A.
- Le module IP de la station A envoie un datagramme aux adresses suivantes, déterminez à quel routeur le module IP envoie le datagramme en utilisant deux méthodes :
  - en utilisant la méthode d'IP
  - en déterminant pour chaque entrée de la table, l'intervalle des adresses correspondant à l'adresse destination
  - 193.50.40.200
  - 192.33.169.111
  - 194.1.3.97
  - 194.1.3.129
  - 152.81.1.2



more



3. Même question avec la table de routage 2.

Destination	Gateway
192.33.169.0 255.255.255.0	192.168.200.252
193.50.40.0 255.255.255.0	192.168.200.250
194.1.3.0 255.255.255.0	192.168.200.252
192.33.169.11 255.255.255.255	192.168.200.251
194.1.3.64/26	192.168.200.250

Tableau 1 : Table de routage 1

Destination	Gateway
default 0.0.0.0	192.168.200.252
194.1.3.0 255.255.255.0	192.168.200.250
192.33.169.11 255.255.255.255	192.168.200.250
194.1.3.64/26	192.168.200.251

Tableau 2 : Table de routage 2

1. Déterminez les bits de redondance ajoutés par la couche LLC émettrice lorsqu'elle utilise le polynôme générateur

$$G(X) = x^4 + x^3 + 1$$

pour la séquence de données '1yz' à transformer en binaire sur 6 bits, où :

- y = chiffre des unités de votre mois de naissance ;

- z = chiffre des unités de votre jour de naissance.

Exemple : quelqu'un né le 24/07, la séquence de données à transformer en binaire sera 174.

2. Déterminez la séquence complète T envoyée. Le polynôme correspondant à cette séquence est-il divisible par G(X) ?
3. Calculez le reste  $T^*(X)G(X)$  quand T a été modifiée d'un seul bit dans la trame T\*.
4. Trouvez un train d'erreur qui sera non détecté par la couche 2 réceptrice.

25/09

$\hookrightarrow 174$

$$G(X) = X^5 + X^3 + X^0$$

(100101)

0

1100 001 00000

④ 100101

0101021

100101

0011100

100101

011110

100101

0110110

100101

001010

100101

000100

100101

000010

100101

000001

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101

000000

100101