

EXERCICES CORRIGES SUR LES RESEAUX ETHERNET

Exercice n°1 CRC (Cyclic Redundancy Check)

Méthode de calcul du CRC

- Calcul d'un checksum basé sur l'arithmétique polynomiale modulo 2
- On considère le mot binaire suivant de taille n : $b=(b_{n-1},b_{n-2},\dots,b_1,b_0)$
- Ce mot s'exprime sous la forme d'un polynôme de degrés $n-1$, à coefficients binaire :

$$B(X)=b_{n-1}.X^{n-1} + b_{n-2}.X^{n-2} + \dots + b_1.X + b_0$$
- La clé $C(X)$ associée à un tel mot est définie comme étant le reste de la division de $B(X).X^k$ par un polynôme générateur $G(X)$ de degré k .
- Le mot à transmettre est alors $M(X) = B(X).X^k + C(X)$.

Exemple d'utilisation des CRCs

- CRC-1 (bit de parité) : $G(X) = X + 1$
- CRC-8 (ATM) : $G(X) = X^8 + X^2 + X + 1$
- CRC-16 (USB, PPP, Bluetooth, ...)
- CRC-32 (Ethernet) : $G(X) = X^{32} + X^{26} + X^{23} + X^{22} + X^{16} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8 + X^7 + X^5 + X^4 + X^2 + X + 1$
- CRC-160 (MD5 checksum)

Question : Quelle est la clé associée au mot 110111 avec $G(X) = X^2+X+1$?

- Mot = 110111
- $B(X) = X^5 + X^4 + X^2 + X + 1$
- $B(X).X^2 = X^7 + X^6 + X^4 + X^3 + X^2$
- Calcul : $B(X).X^2 / G(X) = \dots$

| | |
|--|------------------------|
| $B(X).X^2 = X^7 + X^6 + X^4 + X^3 + X^2$ | $G(X) = X^2 + X + 1$ |
| $\begin{array}{r} \\ \underline{-(X^7 + X^6 + X^5)} \\ X^5 + X^4 + X^3 + X^2 \\ \underline{-(X^5 + X^4 + X^3)} \\ X^2 \\ \underline{-(X^2 + X + 1)} \\ C(X) = X + 1 \end{array}$ | $P(X) = X^5 + X^3 + 1$ |

En algèbre binaire (modulo 2), on a : $1+1 = 0$ ou encore $1 = -1$, par conséquent ajouter est identique à soustraire !

- Le reste est $C(X) = X+1$
- Donc la clé est 11 (coefficients de $C(X)$)
- Le mot à envoyer sera 11011111

Question : Comment peut-on détecter une erreur ?

- $M(X)$ est le polynôme correspondant au mot transmis...
- $M(X)$ doit être divisible par $G(X)$.
- On peut le vérifier en effectuant la division de $M(X)$ par $G(X)$; le reste $R(X)$ doit être nul.
- Si ce n'est pas le cas, une erreur est détectée !

Exercice n°2 : Analyse d'une trame Ethernet

Exemple de trame Ethernet

```
aa aa aa aa aa aa ab 00 40 07 03 04 2b 02 60
8c e8 02 91 08 00 45 00 00 2c 14 ee 00 00 3c 06
85 7a 93 d2 5e 63 93 d2 5e 5c 10 a4 09 e7 42 0c
56 01 00 00 00 00 60 02 40 00 c1 29 00 00 02 04
05 b4 02 80 9a b2 5c 48
```

Questions :

- Que représentent les 8 octets de début ?
- Donner les adresses MAC du destinataire et de l'émetteur ?
- Donner le protocole encapsulé dans la trame ?
- Que représente les 4 octets de la fin ?

Correction :

- Le préambule qui est : **aa aa aa aa aa aa ab**
- l' @MAC destinataire : **00 40 07 03 04 2b**
- l' @MAC source : **02 60 8c e8 02 91**
- Le type du protocole encapsulé : IP (0800)
- **9a b2 5c 48** représentent le CRC-32

Exercice n°3 : Codage du flux binaire

- Ethernet est basé sur le codage Manchester (simple)
- tensions -0.85 et +0.85 volts
- approche robuste utilisant une transition pour chaque bit, ce qui facilite la synchronisation ainsi que la détection du début de l'émission.

Question : Coder en Manchester et Manchester différentiel la séquence 1000010111

