

## 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 :  $B(X).X^2 / G(X) = \dots$

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

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

