

## Exercice 1

1. construire la trame à envoyer au récepteur à partir du bloc de bits suivant (Application de la technique de la transparence puis l'ajout des fanions):

01111110101001001111101001011111011000111110001001001111110

2. Le récepteur dans une communication reçoit la suite de trames suivantes :

0111111001010111110110011110111110011111100101111100111110111001111110

- a. Combien de trames dans cette suite de bits ? **2 trames reçues**
- b. Déterminer les bits de bourrage qui sont ajoutés par l'émetteur dans cette suite (le récepteur doit les enlever avant de poursuivre d'autres contrôles).

**7 '0' de bourrages supprimés**

## Exercice 2

Le polynôme générateur  $x^4 + x^2 + x + 1$

donne la séquence binaire  $1(x^4) + 1(x^2) + 1(x^1) + 1(x^0)$  soit 10111.

La division est, en réalité, un OU exclusif qui peut être exécuté dans des registres à décalage. Le degré du polynôme générateur étant de 4, on doit ajouter 4 zéros à la trame de donnée. La division est représentée ci-après. Le résultat n'est pas exprimé, il est sans intérêt, seul le reste de cette division présente une utilité.

1 0 1 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 0	1 0 1 1 1
1 0 1 1 1	100 110 0100
0 0 0 1 1 1 0 1	ce quotient est sans intérêt
1 0 1 1 1	
0 1 0 1 0 1	
1 0 1 1 1	
0 0 0 1 0 1 0 0	
1 0 1 1 1	
0 0 0 1 1 0 0	

Le reste, de degré  $n - 1$  par rapport au polynôme générateur, est exprimé sur 4 bits. Ce reste est de 1100, le CRC4 est donc de 1100. Le message à transmettre sera :

1 0 1 0 0 1 0 1 1 1 1 1 0 0

## Exercice 3

Les modes de fonctionnement dépendent de deux données : la taille du champ de commande et la capacité d'initiative des stations secondaires. Le mode standard est caractérisé par un champ de commande sur 8 bits. La numérotation des trames sur 3 bits autorise une fenêtre théorique de 8 trames, en pratique 7. Le mode étendu possède un champ de commande sur 16 bits, la numérotation des trames est sur 7 bits, ce qui porte la limite de la fenêtre à 128 trames, en pratique 127. Ce dernier mode est utilisé dans les réseaux locaux (taux d'erreur faible) et dans les liaisons satellites (temps de transit important).

Fanion deb	Adresse	Commande	INFORMATIONS	FCS	Fanion fin
1 octet	1 octet	1 ou 2 octets		2 octets	1 octet

Fanion 01111110	Adresse	Commande	Informations	FCS	Fanion 01111110
--------------------	---------	----------	--------------	-----	--------------------

	1	2	3	4	5	6	7	8	
I	0	N(s)			P/F	N(r)			Trame d'information
S	1	0	S	S	P/F	N(r)			Trame de supervision
U	1	1	U	U	P/F	U	U	U	Trame non numérotée

Trame d'information

Trame de supervision

Trame non numérotée

Figure Structure du champ de commande.

**Trames** : ont un numéro de séquence codé sur n bits ( $0 \rightarrow 2^n - 1$ )  $\rightarrow 2^n$

**Fenêtre d'émission(côté émetteur)** :

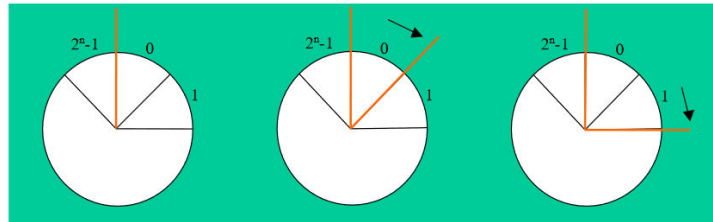
liste des numéros de séquence des trames autorisées à être émises.

**Fenêtre de réception(côté récepteur)** :

liste des numéros de séquence des trames autorisées à être reçues.

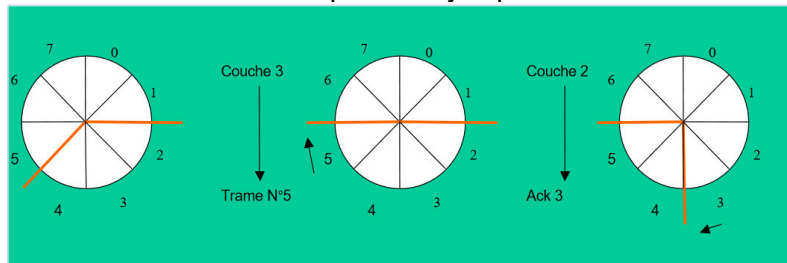
**Taille (maximale)**= nombre de trames autorisées à être émises sans attendre acquittement.

**Contenu**= numéros de séquence des trames envoyées mais non encore acquittées.



L'émetteur stocke les trames non acquittées dans des zones tampons (au plus m trames, si m est la taille de la fenêtre).

- Si la fenêtre atteint son maximum, on n'envoie plus rien jusqu'à une libération, ie un acquittement.



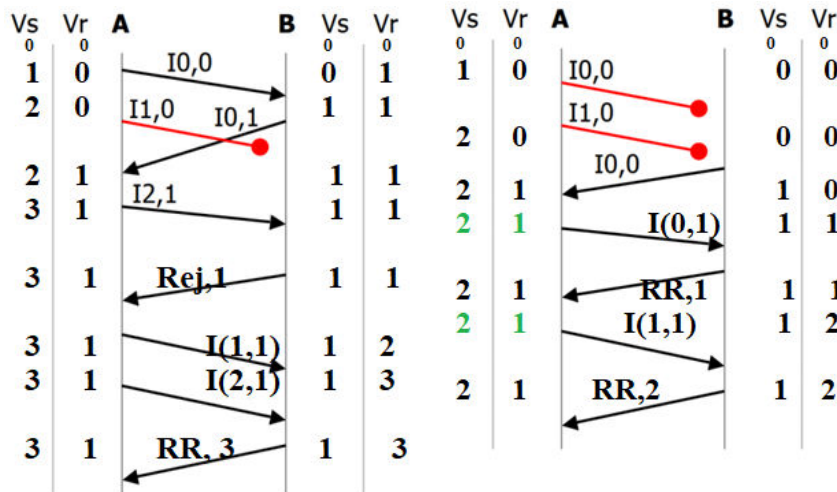
La numérotation se fait modulo N ( $= 2^{\text{la\_largeur\_du\_champ\_de\_numérotation}}$ )

#### Exercice 4

7E 01 83 21 C0 7E  
 7E 03 63 36 08 7E  
 7E 03 C9 42 03 7E  
 7E 01 51 12 22 7E  
 7E 01 2C 0F 0F 23 34 25 7E

7E 01 **83** 21 C0 7E  
 0111 1110 0000 0001 **1000 0011** 0010 0001 1100 0000 0111 1110  
 Fanion adresse (e->r) trame **SNRM** information FCS Fanion  
 7E 03 **63** 36 08 7E UA  
 0111 1110 00000011 **0110 0011** 36 08 0111 1110  
 7E 03 **C9** 42 03 7E  
**1100 1001** Reject (REJ) 6  
 7E 01 **51** 12 22 7E  
**0101 0001** Receive Ready (RR) 2 p=1  
 7E 01 **2C** 0F 0F 23 34 25 7E  
**0010 1100** trame I(6,1)

### Exercice 5 & 6



### Exercice 7

#### 6.2 Probabilité de recevoir un message erroné

Si  $T_e$  est la probabilité pour qu'un bit soit erroné, la probabilité de recevoir un bit correct est de  $(1 - T_e)$ ; pour un bloc de  $N$  bits la probabilité est de  $(1 - T_e)^N$ . Soit, pour un message de 100 caractères comportant 7 bits/caractère (code CCITT N° 5) :  $100 \times 8 = 800$  bits (on transmet des octets en entier).

La probabilité  $P_c$  de réception d'un bloc correct est :

$$P_c = (1 - 0,0001)^{800} = (0,9999)^{800} = 0,923.$$

La probabilité  $P_e$  de recevoir un bloc erroné est :

$$P_e = 1 - 0,923 = 0,077$$

### Exercice 8

Valeur des compteurs après l'échange (après émission et après réception)	A		Échange	B	
	Vs	Vr		Vs	Vr
Exemples de représentation des trames : Indiquer le type (I, U, S) Éventuellement la trame (REJ, SABME...) Les valeurs des compteurs Nr, Ns La valeur du bit P/F					
Initialisation :	0	0		0	0
1) Ouverture en mode asynchrone normal	0	0	(U) SABM P = 0 ou 1 →	0	
2) Acceptation par B	0	0	(U) UA F = 0 ou 1 ←	0	0
Échange :					
3) Trame d'information de A vers B	1	0	(I) Ns = 0, Nr = 0 P = 0 →	0	1
4) Trame d'information de A vers B erronée	2	0	(I) Ns = 1, Nr = 0 P = 0 → <i>non prise en compte</i>	0	1
5) Trame d'information de A vers B	3	0	(I) Ns = 2, Nr = 0 P = 0 → <i>rejet décalage des compteurs</i>	0	1
6) La trame précédente a été rejetée Demande de retransmission	3	0	(S) REJ Nr = 1 P = 0 ←	0	1
7) Trame d'information de A vers B	2	0	(I) Ns = 1, Nr = 0 P = 0 →	0	2
8) Trame d'information de A vers B	3	0	(I) Ns = 2, Nr = 0 P = 0 →	0	3
9) Trame d'information de B vers A	3	1	(I) Ns = 0, Nr = 3 P = 0 ←	1	3
10) Trame d'information de A vers B	4	1	(I) Ns = 3, Nr = 1 P = 0 →	1	4
11) Trame d'information de A vers B	5	1	(I) Ns = 4, Nr = 1 P = 0 →	1	5
12) Trame d'information de A vers B	6	1	(I) Ns = 5, Nr = 1 P = 0 →	1	6
13) Trame d'information de A vers B	7	1	(I) Ns = 6, Nr = 1 P = 1 →	1	7
14) Envoi d'un acquittement	7	1	(S) RR Nr = 7 F = 1 ←	1	7
Fermeture de la connexion :					
15) Demande de fermeture			(U) DISC P = 1 →		
16) Acquiescement par B			(U) UA F = 1 ←		

Exercice 9

1. Longueur de la trame minimale garantissant le fonctionnement de CSMA/CD

Distance entre les deux points les plus éloignés dans le réseaux LAN1 =  $2 \times 200m = 400m$

Temps de propagation du signal sur LAN1 =  $(400 \times 10^{-3} km) / (2 \times 10^5 km/s) = 2 \times 10^{-6} s = 2\mu s$

Temps d'aller retour du signal =  $2 \times 2\mu s = 4\mu s$

Taille de la trame minimale =  $4 \times 10^{-6} s \times 10 \times 10^6 bits/s = 40 bits = 8 Octets$

2) La poste P4 reçoit '0100110' :

Le message contient 7 bits donc on a 3 bits de contrôle (puisque  $2^c > n+1$ ) Les bits de contrôle se trouvent aux positions 1, 2, et 4 donc = 0, 1 et 0

**$C_i$  = somme binaire des bits utilisés pour le calcul de  $C_i$  +  $C_i$  reçu**

bits de contrôle = calcul de parité sur certains bits de données : ceux pour lesquels la décomposition en puissance de 2 de leur position fait intervenir le bit de contrôle concerné

$$C'_0 = 0 + 1 + 0 + 0 = 1$$

$$C'_1 = 1 + 1 + 1 + 0 = 1$$

$$C'_2 = 0 + 0 + 1 + 0 = 1$$

$$C'_2 C'_1 C'_0 = 111 = 7 \neq 0$$

Le bit n°7 est erroné, le message correct est donc '1100110'. Le mot envoyé (sans codage) est '1101'.

Autre méthode :

Le message contient des bits à 1 aux positions

$$2 = 0 \ 1 \ 0$$

$$3 = 0 \ 1 \ 1$$

$$6 = 1 \ 1 \ 0$$

$$c_i \ 1 \ 1 \ 1 \neq 0$$

3)

Fichier de 3KO = 12 trames de 256 Octets (I-00..I-07, I-00..I-03)

Débit du réseau = 512 Kbits/s = 64 KOctets/s

Taille d'une Trame HDLC I = (256 + 2 (fanion) + 1 (adresse) + 1 (commande) + 2 FCS) = 262 octets

$$\text{Temps de transmission d'une Trame I} = \frac{262 \times 8}{64 \times 10^3 \text{ bits/s}} = 4.1 ms$$

Taille de 3 Trames I successives = (256 + 1 (@) + 1 (cmde) + 2 (FCS) ) \* 3 + (4 Fanions) = 784 octets : puisque un fanion termine une trame et ouvre une autre.

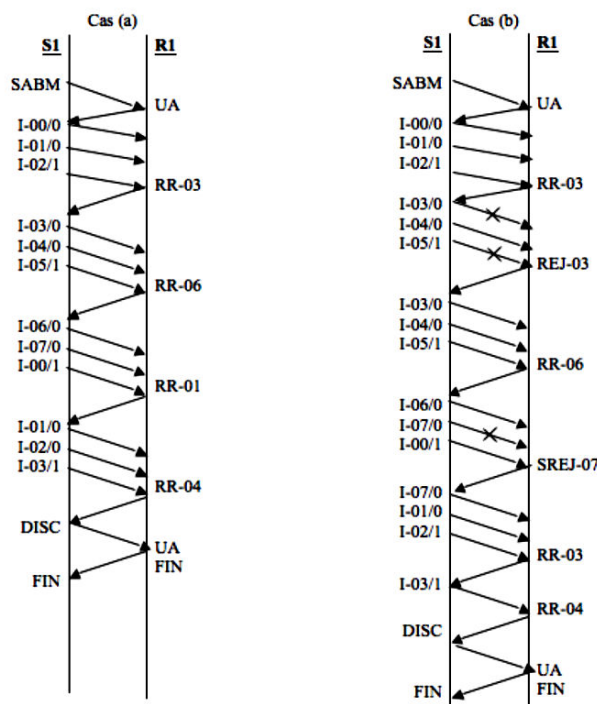
$$\text{Temps de transmission de 3 Trames I successives} = \frac{784 \times 8}{64 \times 10^3 \text{ bits/s}} = 11.68 ms$$

Taille d'une Trame S = 2 (fanions) + 1 (@) + 1 (cmde) + 2 (FCS) = 6 Octets

$$\text{Temps de transmission d'une Trame S} = \frac{6 \times 8}{64 \times 10^3 \text{ bits/s}} = 0.09 ms$$

Taille d'une Trame U = 2 (fanions) + 1 (@) + 1 (cmde) + 2 (FCS) = 6 Octets

$$\text{Temps de transmission d'une Trame U} = \frac{6 \times 8}{64 \times 10^3 \text{ bits/s}} = 0.09 ms$$



(b) Temps de transmission

– Cas (a) :

Temps de transmission de 4 x (3 trames I) =  $11.68 \times 4 = 46.72\text{ms}$

Temps de transmission de 4 trames S =  $0.09 \times 4 = 0.36\text{ms}$

Temps de transmission de 4 trames U =  $0.09 \times 4 = 0.36\text{ms}$

Temps de transmission du fichier =  $46.72 + 0.36 + 0.36 = 47.44\text{ms}$

– Cas (b) :

Temps de transmission de 5 x (3 trames I) =  $11.68 \times 5 = 58.4\text{ms}$

Temps de transmission de 6 trames S =  $0.09 \times 6 = 0.54\text{ms}$

Temps de transmission de 4 trames U =  $0.09 \times 4 = 0.36\text{ms}$

Temps de transmission du fichier =  $58.4 + 4.1 + 0.54 + 0.36 = 63.4 \text{ ms}$

### Exercice 10

2.1. Quelle propriété doit avoir un réseau pour utiliser le CSMA/CD ?

Le réseau doit être peu chargé

2.2. Quelle serait la couverture maximale d'un réseau Ethernet à 10Mbit/s si la taille de trame minimale était de 53 octets et le coefficient de vélocité du câble de 2/3 ?

☐ D : débit

☐ P : durée maximale de propagation

Tranche canal (Slot Time)  $2 \times P$  : l'intervalle de temps, nécessaire pour que la trame se propage en aller/retour, entre les deux extrémités du support de transmission

Taille minimale de la trame =  $2 \times P \times D$

$$53 \times 8 \text{ bits} = 2 \times P \times 10 \times 10^6$$

$$P = 8 \times 53 / (2 \times 10^7)$$

$$P = 212 \times 10^{-7} \text{ s} \quad // = 21.2 \mu\text{s}$$

$$\text{On a } v = v_t \times c = (2/3) \times 3 \times 10^8 = 2 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$\text{On a } v = d/t$$

$$D = v \times t$$

$$= (2 \times 10^8) \times 212 \times 10^{-7}$$

$$= 4240 \text{ m}$$