

**Couche LIAISON, Protocole HDLC**  
**- CORRECTION -**

**Exercice 1. : Contrôle de flux et Efficacité d'une liaison**

Un canal a un débit de 2 Mbit/s (C), un délai de propagation ( $T_p$ ) de 20 ms et une vitesse de propagation sur le support (V) de 260 000 Km/s. On utilise un protocole de type « envoyer et attendre ». On suppose que le temps de traitement d'une trame est négligeable. On supposera que la longueur d'un acquittement ( $L_{acq}$ ) est de 100 octets (en-tête inclus).

- Quelle est la longueur de la liaison (d) ?
- Quelle taille de trames permet d'obtenir une efficacité de 50% ( $L_m$ ) ?
- On décide de fixer la taille de la trame  $L_m$  à 128 octets (en-tête inclus) et d'utiliser le mécanisme par fenêtre glissante de largeur  $n$  (W). Déterminer  $n$  pour obtenir une efficacité optimale de 100% ?
- Quelle sera la longueur minimale (en bits) du champ numérotation de trames pour la question c) ?

**Réponses :**

- a) Tps de propagation = Longueur Liaison / Vitesse de propagation sur le média  
=  $L/V$   
avec  $L = T_p \times V$

$$\text{A.N : } L = 0,02 \times 260\,000 = 5200 \text{ Km}$$

- b) Methode 1 : Efficacité = Débit Utile / Débit de la liaison =  $D_u / D$

Avec  $D_u = I / T$  et  $I$  : longueur de la trame de données  
 $T$  : Tps de transmission total  
 $I'$  : longueur de l'acquittement

$$\begin{aligned} \text{Soit } T &= \text{Temps émission de la trame} + \text{Tps de propagation de la trame} \\ &\quad + \text{Tps d'émission de l'acquittement} + \text{Tps de propagation de l'acquittement} \\ &= T_e \text{ trame} + T_p + T_e \text{ ACK} + T_p \\ &= I/D + I'/D + 2T_p \\ &= [(I+I') + 2DT_p]/D \end{aligned}$$

$$\text{Soit } D_u = I.D / [(I+I') + 2DT_p]$$

$$\text{Soit } E = D_u/D = I/[(I+I') + 2DT_p] > 0,5$$

$$\text{Soit } I > 0,5I + 0,5.I' + D.T_p$$

$$\text{Soit } I > I' + 2D.T_p$$

$$\begin{aligned} \text{A.N : } I &> 800 + 0,02.4.10^6 = 800 + 8.10^4 \\ &= 80\,800 \text{ bits} = 10\,100 \text{ octets} / 1024 = 9,86 \text{ Ko} \end{aligned}$$

**La longueur de la trame doit être > à 9,86 Ko**

Methode 2 : on utilise la formule :

efficacité =  $T_{e,m} / T_t$  avec  $T_{e,m}$  = Temps emission de la trame de données  
et  $T_t$  = Temps de transmission total (trame et acquittement)

$$T_{e,m} = L/C$$

$$T_t = T_{e,m} + 2T_p + T_{e,a}$$

$$E = [T_{e,m} / T_t] = [L/C] / [L/C + 2d/V + I/C] = 1/2$$

$$= LV/CV / [LV/CV + 2dC/CV + IV/CV] = 1/2$$

$$L = 2C.T_p + L_{acq}$$

$$\text{A.N } L = 2 \times 2.10^6 \times 20 \times 10^{-3} + 100 \times 8 = 80\,800 \text{ bits} = 10\,100 \text{ octets} = 9,86 \text{ Ko} (/1024)$$

- c)  $n \cdot T_e = \text{Tps émission de la 1ere trame} + \text{Tps propagation 1ere trame} + \text{Tps émission acquittement} + \text{Tps de propagation acquittement}$   
 $= T_{e,m} + 2 \cdot T_p + T_{e,a}$

$$n = (T_{e,m} + 2T_p + T_{e,a}) / T_{e,m}$$

$$T_{e,m} = L_m / C = 128 \times 8 / 2 \cdot 10^6 = 1024 / 2 \cdot 10^6 = 512 \cdot 10^{-6}$$

$$T_p = d / V = 5200 \cdot 10^3 / 260 \cdot 10^6 = 20 \cdot 10^{-3} =$$

$$T_{e,a} = L_{acq} / C = 100 \times 8 / 2 \cdot 10^6 = 800 / 2 \cdot 10^6 = 4 \cdot 10^{-4}$$

$$A.N : n = 78,1$$

d) **La fenêtre d'anticipation est de 78 trames de 128 octets chaque.**

Le champ de numérotation de trames HDLC sur 3 bits est insuffisant. De même que le champ de numérotation étendue sur 6 bits. Il faut en effet un champ N(S) sur 7 bits au minimum pour réaliser une numérotation des trames modulo 78.

Par conséquent la numérotation peut se faire modulo 64 au mieux.

Dans ce contexte, pour améliorer l'efficacité de la liaison, il faut agrandir la taille des trames à 256 octets.

## Exercice 2 : Couche Liaison et Protocole HDLC

Rappel : Le format d'une trame HDLC est le suivant.

Drapeau	Adresse	Contrôle	Données	FCS	Drapeau
---------	---------	----------	---------	-----	---------

Le format du champ de « contrôle » (également appelé « Commande ») HDLC est le suivant.

	0	1	2	3	4	5	6	7	
0	N(S)			P/F	N(R)				champ C d'une trame I
1	0	M		P/F	N(R)				champ C d'une trame S
1	1	M'		P/F	M'				champ C d'une trame U

- Dans le cas de la procédure HDLC, expliquer le rôle des champs N(S) et N(R) ?
- Comment s'effectue la synchronisation des horloges de l'émetteur et du récepteur dans une procédure HDLC ?
- On désire transmettre la suite de bits de données suivante avec le protocole HDLC:  
« 0111111001101110111110 »  
Quelle est la suite de bits réellement transmise au niveau physique ?
- On désire maintenant transmettre la suite des bits de données suivante :  
« 0110110100111011011110 »  
Par suite d'une erreur de transmission, la couche liaison du récepteur reçoit la séquence de données suivante (hors Fanions de début et de Fin) : 01101101001111101111100.  
Comment le récepteur interprète-t-il cette séquence de données ?
- A quel niveau peut-on détecter cette erreur ? Indiquer le type de reprise sur erreur qui sera entrepris.

### Réponses :

1. HDLC et ses versions dérivées (LAP-B, LAP-D, PPP, LLC), est le protocole de niveau Liaison le plus répandu dans les réseaux de communications. La trame HDLC possède un champ N(S) pour préciser le numéro de la trame émise, et un champ N(R) pour que l'émetteur indique le numéro de la prochaine trame.

attendus. N(R) joue le rôle d'accusé de réception positif en indiquant que toutes les trames ayant un numéro inférieur à N(R) ont bien été reçues.

La numérotation de N(S) et N(R) est modulo 8, soit une numérotation de 0 à 7.

Dans chaque système, deux variables V(S) et V(R) sont initialisées à zéro et permettent de contrôler les valeurs des champs N(S) et N(R).

A chaque envoi d'une trame, le champ N(S) est incrémenté de 1.

A chaque réception d'une trame, le champ N(R) est incrémenté de 1.

2. La synchronisation est réalisée par l'insertion d'un octet ayant une configuration binaire particulière, appelé FANION ou FLAG. Ayant la valeur « 0111 1110 ». Ce FANION assure également le rôle de délimiteur de trame.

3. Nous devons utiliser un mécanisme de « Transparence » ou « de remplissage de bits ».

Lorsque la couche Liaison de l'émetteur détecte une suite consécutive de cinq bits à 1, elle insère un bit supplémentaire à « 0 » à la suite avant d'envoyer les données.

La suite de bits originale à émettre : 0111111001101110111110

La suite de bits émis sur le support physique est : 0111111010011011101111100

La suite de bits stockés dans la mémoire du récepteur : 0111111001101110111110

4. Suite de bits reçus par le récepteur : 0110110100111011011110

Le récepteur identifie un FANION et il considère qu'il vient de recevoir 2 trames délimitées par un FANION.

6. Cette erreur est détectée par le protocole de niveau Liaison, soit HDLC, au moyen:

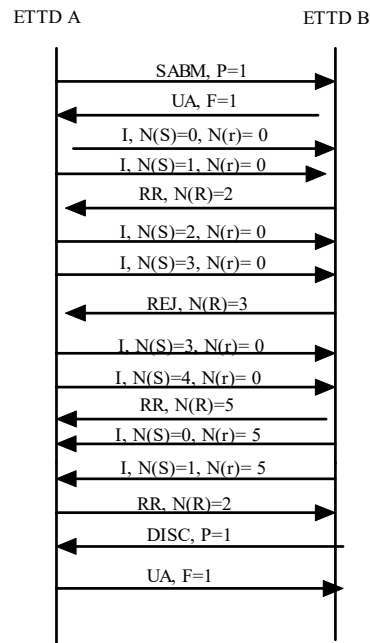
- du contrôle de la taille minimale de la trame
- identification et cohérence des valeurs des champs d'en-tête de trame
- du contrôle du code de redondance cyclique (CRC)

Une demande de retransmission de trame basée sur la variable V(R).

### Exercice 3. : Analyse de diagramme d'échange HDLC

Commenter le diagramme d'échange ci-dessous dans le cas d'une liaison HDLC bidirectionnelle.

Combien de trames de données sont échangées dans les deux sens de communication ? Quelle est la taille de la fenêtre d'émission ?



- a) Y a-t-il des erreurs de transmission ? des reprises sur erreurs ?
- b) Quel est le terminal qui clos la liaison ? Est-ce que l'autre terminal peut faire de même ?

#### Réponses :

- a) A vers B : 5 trames émises

B vers A : 2 trames émises

La fenêtre de transmission est de taille 2

b) oui, il y a un erreur de transmission de A vers B : la trame n° 3 est détectée erronées par B.

oui il y a des retransmissions de trames de A vers B : trames n° » et trame n°4.

c).B initie la clôture de la connexion. En utilisant le mode équilibré de la procédure HDLC, donc LAP-B, l'un ou l'autre des ETTD peut prendre l'initiative de clore la connexion.