

### Exercice 1

Soit le message composé de la chaîne NET, le contrôle de transmission de chaque caractère est assuré par un bit de parité impair. On suppose que les caractères sont codés en ASCII sur 7 bits. Pour rappel, les codes ASCII des caractères N, E et T sont respectivement 0100111, 1000101 et 1010011. Donner la représentation binaire du message transmis.

### Exercice 2

On considère les 3 mots binaires suivants codés sur 7 bits : 1001111, 1010011 et 1000011.

1. Donner la suite de bits transmis pour un codage de parité paire vertical puis horizontale.
2. Un tel codage permet-il de détecter et/ou de corriger : 0, 1 ou 2 erreurs ?

### Exercice 3

Un code correcteur d'erreur contient les quatre mots suivants : 0000000000, 0000011111, 1111100000 et 1111111111.

1. Que vaut la distance de Hamming de ce code ?
2. Combien d'erreurs peut-il détecter ? Combien d'erreurs peut-il corriger ?
3. Le récepteur reçoit le mot 1110000000, quel est le mot initial ?

### Exercice 4

On considère un code polynomial dont le polynôme générateur est  $G(x) = x^4 + x + 1$ .

1. Rappeler le principe des codes à redondance cyclique.
2. Quel est le nombre de bits de redondance qui seront ajoutés par G ?
3. Donner le polynôme correspondant au mot 1101101011.
4. Calculer les bits de redondance correspondant à ce mot.
5. Vérifier s'il y a des erreurs dans le mot 11011100111011.

### Exercice 5

Le nombre et les types d'erreurs détectables par le CRC dépendent des caractéristiques du polynôme générateur  $G(x)$ . Démontrer les propriétés suivantes :

1. Pour détecter des erreurs simples  $G(x)$  doit posséder au moins deux termes.
2. Pour détecter les erreurs doubles, le polynôme générateur  $G(x)$  ne doit pas diviser de binômes.

### Exercice 6

Démontrer qu'un code dont la distance de Hamming est  $d$  peut détecter  $d - 1$  erreurs.

## Exercice 7

1. Comment s'effectue la synchronisation dans une procédure HDLC (High level Data Link Control)?
2. On désire transmettre la suite de bits de données : 0111111001101110. Quelle est la suite de bits qui est réellement transmise au niveau physique?
3. On désire maintenant transmettre les bits : 011011010011101101111100. Suite à une erreur de transmission le récepteur reçoit la séquence : 011011010011111101111100. Comment le récepteur interprète cette séquence de données?

## Exercice 8

Soit une liaison de données entre deux stations A et B utilisant le protocole HDLC. La suite ci-dessous arrive à la station B.

01111110000000010001010011101111101001111100001010110011111000010100 01111110  
011111100111111000000010100010010010111011111010101111110

1. Délimitez les trames envoyées.
2. Quels sont les éléments binaires après traitement de la transparence binaire?
3. Quels sont les champs et leurs signification? Représentez le diagramme correspondant à l'échange.

## Exercice 9

1. Deux machines A et B sont reliées par un réseau utilisant le protocole de liaison HDLC. B reçoit de A une trame correcte portant les numéros  $N(s) = 4$  et  $N(r) = 5$ . B, à son tour, envoie à A une trame comportant des numéros  $N(s)$  et  $N(r)$ . Quelles sont les valeurs de  $N(s)$  et  $N(r)$  de cette trame?
2. Analysez la suite d'octets de contrôle HDLC suivante. Représentez et commentez le chronogramme associé à cette suite.

00000000 | 00010000 | 00100000 | 00110000 | 10010010 | 00100000 | 00110000

## Annexe.

Le format général d'une trame HDLC :

Fanion				CRC	Fanion
01111110	@destinataire	commande	données	FCS	01111110
1 octet	1 octet	1 octet	$\geq 0$ octets	2 octets	1 octet

Le format général du champ commande est le suivant :

bit	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Trame I</b>	0	$N(s)$			$P/F$	$N(r)$		
<b>Trame S</b>	1	0	$s_1$	$s_2$	$P/F$	$N(r)$		
<b>Trame U</b>	1	1	$u_1$	$u_2$	$P/F$	$u_3$	$u_4$	$u_5$

- $N(s)$  : numéro de séquence de la trame envoyée (modulo 8).
- $N(r)$  : numéro de réponse correspondant au numéro de la prochaine trame attendue (modulo 8).
- $P/F$  : bit utilise a plusieurs fins en fonction du type de la trame et du sens de la transmission :
  - P : primaire, F : secondaire
  - $P = 0$  : ne pas répondre,  $P = 1$  : répondre
  - $F = 0$  : reste encore des données a transmettre,  $F = 1$  : fin de la transmission des données.

Il sert principalement à synchroniser le dialogue entre les deux entités qui communiquent.

- $s_1, s_2$  : leur combinaison désigne le type de la trame de supervision.
- $u_1, u_2, u_3, u_4, u_5$  : leur combinaison désigne le type de la trame d'information non numérotée.
- Trame I : trame qui transporte des données en provenance de la couche réseau.
- Trame S : 4 types sont possibles.

	1	2	3/ $s_1$	4/ $s_2$	5	6	7	8	sémantique
RR	1	0	0	0	$P/F$	$N(r)$			Récepteur prêt à recevoir
REJ	1	0	0	1	$P/F$	$N(r)$			Rejet de toutes les trames à partir de $N(r)$
RNR	1	0	1	0	$P/F$	$N(r)$			Rejet non prêt à recevoir
SREF	1	0	1	1	$P/F$	$N(r)$			Rejet de la trame $N(r)$

- Trame U : 32 possibles, 17 utilisées, classées en 2 groupes :

→ trames de commande :  $P/F = P$

	1	2	3/ $u_1$	4/ $u_2$	5	6/ $u_3$	7/ $u_4$	8/ $u_5$	sémantique
SARM	1	1	1	1	P	0	0	0	Mode synchrone
SNRM	1	1	0	0	P	0	0	1	Mode de réponse normal
SABM	1	1	1	1	P	1	0	0	Mode asynchrone équilibré
SARME	1	1	1	1	P	0	1	0	Mode asynchrone étendu de réponse
SNRME	1	1	1	1	P	0	1	1	Mode normal étendu
SABME	1	1	1	1	P	1	1	0	Mode asynchrone étendu équilibré
DISC	1	1	0	0	P	0	1	0	Déconnexion
SIM	1	1	1	0	P	0	0	0	Demande de mise en oeuvre du mode d'initialisation
UP	1	1	0	0	P	1	0	0	Demande d'émission non numérotée
UI	1	1	0	0	P	0	0	0	Information non numérotée
XID	1	1	1	1	P	1	0	1	Échange d'identification
RESET	1	1	1	1	P	0	0	1	Remise à zéro

→ trames de commande :  $P/F = F$

	1	2	3/ $u_1$	4/ $u_2$	5	6/ $u_3$	7/ $u_4$	8/ $u_5$	sémantique
UA	1	1	0	0	F	1	1	0	Accusé de réception non numéroté
CMDR	1	1	1	0	F	0	0	1	Rejet de commande
DM	1	1	1	1	F	0	0	0	Réponse en mode déconnecté
RD	1	1	0	0	F	0	1	0	Réponse de demande de déconnexion
RIM	1	1	1	0	F	0	0	0	Réponse de demande d'initialisation de mode
UI	1	1	0	0	F	0	0	0	Réponse d'information non numérotée
XID	1	1	1	1	F	1	0	1	Réponse d'échange d'identification