Transmission synchrone

Bruno Gauthier

9 mai 2000

1 Principe des transmissions synchrones

Lors d'une transmission synchrone, le signal d'horloge de l'émetteur est
- transmis sur la ligne au récepteur ;
- reconstitué par le récepteur.

Ceci évite une synchronisation en réception (cf transmission asynchrone, bits `start/stop`).
En pratique, l'horloge de synchronisation en réception peut être élaborée :
- directement à partir de l'horloge d'émission si celle-ci est transmise sur une ligne séparée (cas des transmissions sur quatre fils) ;
- par reconstitution (dans le modem) de l'horloge d'émission à partir des instants de transition du signal et suivant le type de modulation ;
- en utilisant des **caractères de synchronisation** situés au début des trames (succession de 0 et de 1).

Trame synchrone

La longueur des trames n'est plus limitée à un caractère comme pour la transmission asynchrone mais est quelconque, ce qui réduit l'importance des bits servant au contrôle par rapport aux bits utiles.

Le début d'une trame est annoncé par un ou plusieurs caractères de synchronisation. Suivent ensuite un **champ de service** pouvant contenir l'adresse de l'émetteur et du récepteur ou d'autres informations sur le type de trame, un **champ de données** correspondant au message, un **champ de contrôle** permettant la détection des erreurs de transmission suivi éventuellement d'un ou plusieurs caractères de fin de trame.

caractère de synchronisation	champ de service	champ de données	champ de contrôle

Structure générale d'une trame synchrone

2 Protocoles et procédures synchrones

La transmission synchrone est souvent associée au partage du support physique par différents systèmes ou stations. Il est nécessaire d'utiliser des trames spécifiques dites de supervision et de contrôle. Ces trames devront permettent d'établir la liaison, de préciser l'adresse du destinataire, d'acquitter ou rejeter les trames émises, de contrôler le flux…

Les différentes procédures définissent la séquence des trames échangées entre stations. Trois phases apparaissent :

- établissement de la liaison ;
- transfert des informations ;
- libération de la liaison.

La procédure est orientée *caractère* si les trames sont composées de caractères définis par un codage spécifique (généralement sur 8 bits) : *cf procédure Binary Synchronous Communication.*

La procédure est orientée *bit* si les trames sont composées de différents champs d'un nombre variable de bits (chaque bit ou groupe de bit ayant une signification précise) : *cf procédure High level Data Link Control procedure.*

Exemples de protocoles

cf exemple des devoirs d'été.

3 Procédure BSC

3.1 Caractéristiques

– mode half-duplex ;
– transmission en mode caractère : ASCII ou CCITT 5 (7 bits), EBCDIC (8 bits) ;
– commandes par caractères de contrôle ;
– liaison point à point ou multipoint.

Qui commande ?

– en point à point, deux possibilités :
  - primaire/secondaire ;
  - mode contention : la parole est à qui la prend ; les rôles primaire/secondaire n'existent qu'en cas de conflit.
– en multipoint : un seul patron (primaire).
– c'est la station primaire qui décide qui a la parole : elle interroge (polling) et invite à recevoir (addressing).

3.2 Trame BSC

Le protocole définit les états des stations et de la liaison (primaire, secondaire, mode commande ou transparent...).
La trame est encadrée par une suite de bits 0 et 1 permettant l'initialisation de l'horloge du récepteur avant arrivée du message.
Les commandes sont des caractères.
La liaison est établie par `ENQ` et libérée par `EOT`.

3.2.1 Structure d'une trame de contrôle BSC

PAD	**SYN**	**SYN**	**CONT**	**BCC**	**PAD**

Structure d'une trame de contrôle BSC

où `PAD` = `01010101`,
`SYN` : caractère de synchronisation,
`CONT` : caractère de contrôle (`ENQ` demande de réponse, `ACK` accusé de réception, `WACK` Ack et Wait,...),
`BCC` : Block Check Character (somme de contrôle).

3.2.2 Structure d'une trame d'information BSC

PAD	**SYN**	**SYN**	**SOH**	***EN-TETE***	**STX**	***TEXTE***	**ETX** **ETB**	**BCC**	**PAD**

Structure d'une trame d'information BSC

où `PAD` = `01010101`,
`SYN` : caractère de synchronisation,
`SOH` : Start Of Heading (début d'en-tête de message),
`STX` : Start of TeXte (début de texte),
`ETX` : End of TeXte (fin de texte),
`ETB` : End of Transmission Block (fin de bloc de données),
`BCC` : Block Check Character (somme de contrôle).

3.3 Exemple d'échange

4 Procédure HDLC

4.1 Caractéristiques

- mode half-duplex ou full-duplex ;
- liaison point à point ou multipoint ;
- les informations transmises sont considérées comme des groupements binaires et donc indépendantes d'un codage ou d'un alphabet particulier.

4.2 Modes de liaison

Dans le mode de liaison **non équilibré** ou mode LAP (Link Access Procedure), une seule station (toujours la même) assure la gestion de la transmission et est susceptible d'émettre des trames de commande : c'est la station *primaire*. La station *secondaire* émet des réponses aux commandes de la station *primaire*.
Dans le mode **équilibré** ou mode LAPB (Balanced Link Access Procedure) utilisé notamment par le réseau Transpac, chaque station possède une fonction *primaire* et une fonction *secondaire*. Les trames de commande et en particulier les trames d'information peuvent être échangées simultanément, ce qui permet une exploitation en full-duplex.

4.3 Différentes trames

Trois types de trames :
- information : données ou indications sur l'état de la transmission ;
- supervision : gestion des erreurs et du flux (accusé réception, demande de retransmission, ...) ;
- non numérotée (unumbered) : pour établir et libérer la liaison.

Chaque trame est constituée d'un certain nombre de champs (suivant son type) d'une taille multiple de 8 bits.

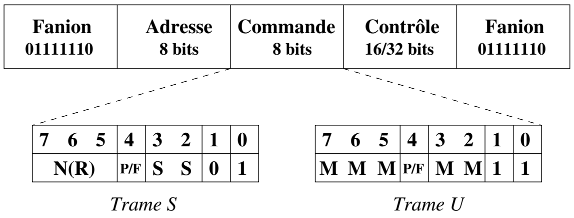
4.4 Structure d'une trame d'information HDLC

Fanion 01111110	Adresse 8 bits	Commande 8 bits	*INFORMATIONS*	Contrôle 16/32 bits	Fanion 01111110

7 6 5	4	3 2 1	0
N(R)	P/F	N(S)	0

Structure d'une trame d'information HDLC

4.5 Structure d'une trame de supervision et d'une trame non numérotée HDLC



Structure d'une trame de supervision et d'une trame non numérotée HDLC

4.6 Les différents champs constituant les trames

- Les **fanions** (`01111110`) de tête et de queue annoncent l'ouverture et la fermeture d'une trame. Un fanion de queue peut être un fanion de tête de la trame suivante.
  L'état de repos de la liaison est indiqué par une succession de 1 ou de fanions.
  Lorsqu'un caractère dans un champ quelconque comprend une suite de 6 bits à 1, un bit 0 est inséré (à l'émission) après le cinquième bit pour éviter une confusion avec un fanion (il sera éliminé à la réception).
- Le **champ adresse** permet d'identifier la ou les stations concernées par l'échange dans une trame de commande. Dans une trame de réponse, la station transmet sa propre adresse.
- La signification des 8 bits du **champ de commande** est fonction du type de trame. Dans les trames I et S, ce champ contient un numéro de séquence en réception *N(R)* qui donne le numéro de trame à recevoir (sur 3 bits).
  Un autre numéro de séquence en émission *N(S)* est contenu dans le champ de commande d'une trame I, il indique le numéro de trame émise.
  Le bit `P/F` est appelé bit d'invitation à émettre (`P`=Poll) dans le cas d'une commande et bit de fin (`F`=Final) dans le cas d'une réponse et permet de demander l'acquittement immédiat d'une trame.
  Les bits `S S` permettent le codage de quatre types de trames de supervision.
- Le **champ d'information** est constitué d'une suite de bits formant un nombre entier d'octets.
- Le **champ de contrôle** est constitué d'une séquence de contrôle de trame (Frame Check Sequence) calculée par la méthode des CRC.

4.6.1 Champs de commande des trames de supervision

S S	Symbole	Description
0 0	RR : Receiver Ready	La station primaire indique qu'elle est prête à recevoir la trame numéro N(R)
0 1	RNR : Receiver Not Ready	La station n'est pas prête à recevoir mais elle confirme la bonne réception des trames jusqu'au numéro N(R)-1
1 0	REJ : REJect	La station rejette les trames à partir du numéro N(R) (erreur de transmission)
1 1	SREJ : Selectif REJect	Équivalent à REJ mais uniquement pour la trame numéro N(R)

4.6.2 Champs de commande des principales trames non numérotées

M M M P/F M M 1 1	Symbole	Description
0 0 0 F 1 1 1 1	DM : Disconnect Mode Ready	Indique à l'une des stations que la connexion est interrompue
0 0 1 P 1 1 1 1	SABM : Set Asynchronous Balanced Mode	Établissement de la liaison en mode équilibré (mode LAPB)
0 1 0 P 0 0 1 1	DISC : DISConnected	Commande de déconnexion
0 1 1 F 0 0 1 1	UA : Unumbered Acknowledgment	Acquittement d'une commande non numérotée (du type DISC, SABM...)
1 0 1 F 0 1 1 1	FRMR : FRaMe Reject	Rejet définitif d'une trame
1 0 1 P/F 0 0 1 1	XID : eXchange IDentification	Échange d'identification des stations

5 Notion de fenêtre

La notion de fenêtre permet à l'émetteur d'envoyer consécutivement plusieurs trames d'informations, sans attendre les différents acquittements. Ce procédé permet d'accroître l'efficacité des transmissions dans les transmissions full duplex. En absence d'erreur de transmission, la taille de la fenêtre indique à l'émetteur combine il peut émettre de trames I consécutives. Dés que le nombre de trames non acquittées est atteint, l'émetteur doit attendre un acquittement pour pouvoir continuer son émission. La taille de la fenêtre est un paramètre de la procédure, il peut soit être fixé une fois pour toutes, soit être négocié avant la transmission de données.
La fenêtre est donc un mécanisme de régulation qui empêche un émetteur de saturer le récepteur par un trop grand nombre de trames. La fenêtre définit donc un intervalle de numéros de trames que l'émetteur a le droit d'envoyer. Cet intervalle évolue au fur et à mesure de l'arrivée de l'acquittement des trames précédentes :

$$\text{dernier N(R) reçu} \leq \text{numéro de trame à émettre} < \text{dernier N(R) reçu} + \text{W},$$

où W représente la taille de la fenêtre.