

Réseaux industriels : FIP

Jérôme Ermont

3SN - SEMBIOT

Plan

En bref

Fonctionnement

La table de scrutation

Échanges de variables

Exercice

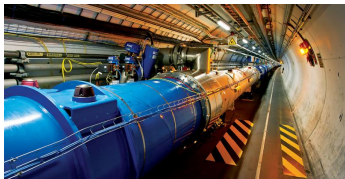
FIP en bref

- FIP = *Factory Information Protocol*
- à l'initiative française (1980 - normes NF)
- domaine industriel : communication entre
 - automates programmables
 - capteurs (variables)
 - actionneurs (commandes)
 - organes de contrôle, de maintenance

Objectif :

Respecter les échéances de communication périodiques tout en tenant compte des communications apériodiques

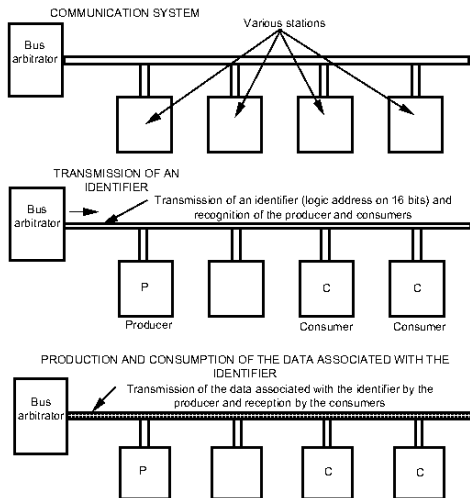
- Un exemple concret : LHC au CERN



Fonctionnement

- Arbitre de bus
 - Autorise l'échange entre producteurs et consommateurs
 - Scrutation périodique du bus assurant le déterminisme
 - Différents types de transfert :
 - Transferts périodique (capteurs, commandes), prioritaires
 - Transferts aperiodiques :
 - critiques (alarmes)
 - non critiques (maintenance), non prioritaires
 - données (variables ou commandes) → identifiant (adresse sur 16 bits)
 - producteur : reconnaît l'identifiant et transmet la donnée sur le bus
 - consommateurs : récupèrent la données
- transmission en *broadcast*

Fonctionnement (suite)



Format des trames

- 2 types de trames :
 - Trames émises par l'arbitre : identifiant
 - Trames émises par le producteur : données

FSS	Type	Data	FCS	FES
-----	------	------	-----	-----

2 octets

1 octet

2 octets

1 octet

Type de trame	Contenu	Taille
Trame de question (id_dat, id_req, id_msg)	Identifiant	2 octets (var.), 3 octets (msgs)
Réponse avec donnée (rp_dat, rp_dat_rq)	Donnée	< 128 octets
Réponse à une requête (rp_rq)	Liste d'identifiants	$n \times 2$ octets ($n < 64$)
Réponse avec msg (rp_msg_[no]ack)	@src, @dest, msg	3o, 3o, <256o
Réponse autre (rp_ack, rp_fin)	NULL	0

La table de scrutation

- utilisée dans l'ordonnancement des systèmes temps-réel
- liste des identifiants
- échéanciers des échanges sur le bus
- cycle élémentaire (micro-cycle) : fenêtre de temps prévu pour effectuer la scrutation par l'arbitre de bus
- macro-cycle : juxtaposition de plusieurs cycles élémentaires
- Choix des temps de micro-cycles et macro-cycles :

$$T_{mc} = \text{pgcd}\{P_i\}, \text{ où } 1 \leq i \leq p$$
$$T_{MC} = \text{ppcm}\{P_i\}, \text{ où } 1 \leq i \leq p$$

avec P_i périodes de p trafics

Et les tâches apériodiques ?

- durée des échanges sur le bus \ll durée d'un micro-cycle
- il reste du temps
- utilisé pour transmettre les variables apériodiques et messages apériodiques
- exemple de table de scrutation :
4 variables périodiques v1 (20 ms), v2 (40 ms), v3 (40 ms), v4 (80 ms)



Et les tâches apériodiques ?

- durée des échanges sur le bus \ll durée d'un micro-cycle
- il reste du temps
- utilisé pour transmettre les variables apériodiques et messages apériodiques
- exemple de table de scrutation :
4 variables périodiques v1 (20 ms), v2 (40 ms), v3 (40 ms), v4 (80 ms)

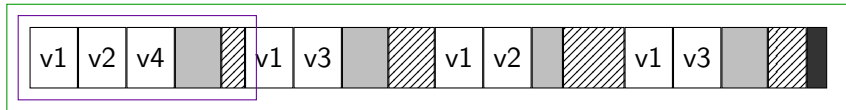
microcycle (20 ms)



Et les tâches apériodiques ?

- durée des échanges sur le bus \ll durée d'un micro-cycle
- il reste du temps
- utilisé pour transmettre les variables apériodiques et messages apériodiques
- exemple de table de scrutation :
4 variables périodiques v1 (20 ms), v2 (40 ms), v3 (40 ms), v4 (80 ms)

microcycle (20 ms)



macrocycle (80 ms)

Et les tâches apériodiques ?

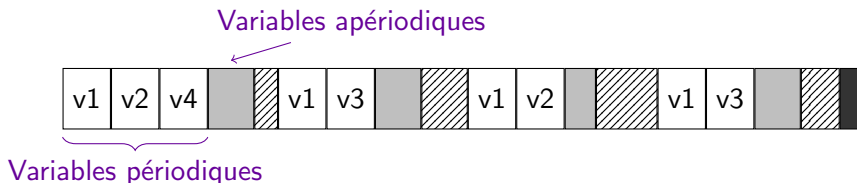
- durée des échanges sur le bus \ll durée d'un micro-cycle
- il reste du temps
- utilisé pour transmettre les variables apériodiques et messages apériodiques
- exemple de table de scrutation :
4 variables périodiques v1 (20 ms), v2 (40 ms), v3 (40 ms), v4 (80 ms)



Variables périodiques

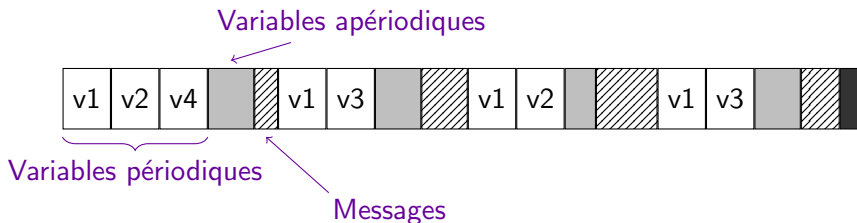
Et les tâches apériodiques ?

- durée des échanges sur le bus \ll durée d'un micro-cycle
- il reste du temps
- utilisé pour transmettre les variables apériodiques et messages apériodiques
- exemple de table de scrutation :
4 variables périodiques v1 (20 ms), v2 (40 ms), v3 (40 ms), v4 (80 ms)



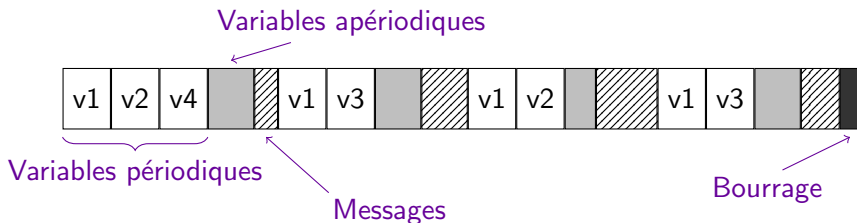
Et les tâches apériodiques ?

- durée des échanges sur le bus \ll durée d'un micro-cycle
- il reste du temps
- utilisé pour transmettre les variables apériodiques et messages apériodiques
- exemple de table de scrutation :
4 variables périodiques v1 (20 ms), v2 (40 ms), v3 (40 ms), v4 (80 ms)



Et les tâches apériodiques ?

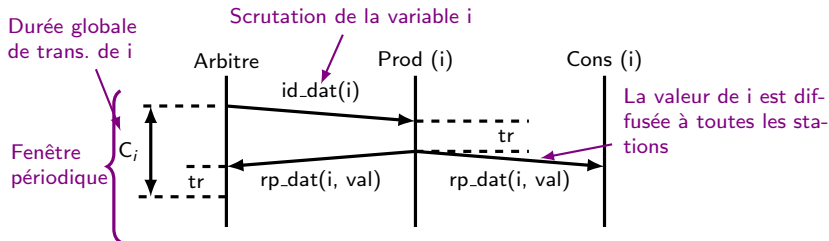
- durée des échanges sur le bus \ll durée d'un micro-cycle
- il reste du temps
- utilisé pour transmettre les variables apériodiques et messages apériodiques
- exemple de table de scrutation :
4 variables périodiques v1 (20 ms), v2 (40 ms), v3 (40 ms), v4 (80 ms)



Différents types d'échanges de variables

- Scrutation périodique de variables périodiques
- Scrutation périodique (directe) de variables apériodiques
 - l'arbitre demande périodiquement aux stations s'il y a des données apériodiques en attente
- Scrutation indirecte de variables apériodiques
 - pendant la fenêtre périodique, les stations indiquent qu'il y a des variables apériodiques en attente
 - après la fenêtre périodique, l'arbitre demande les variables apériodiques en attente

Transmission des variables périodiques

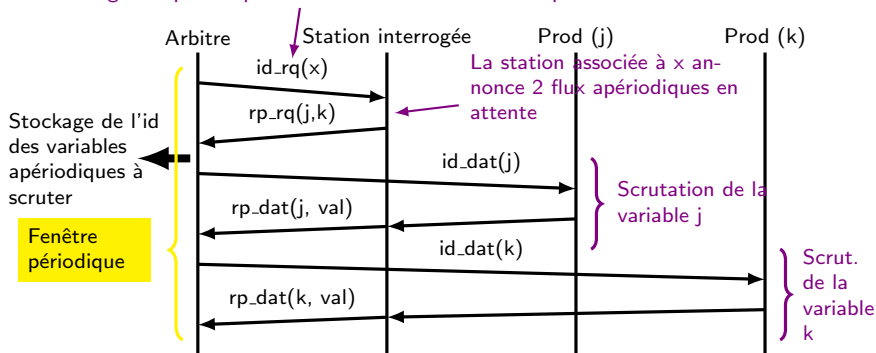


tr = temps de retournement

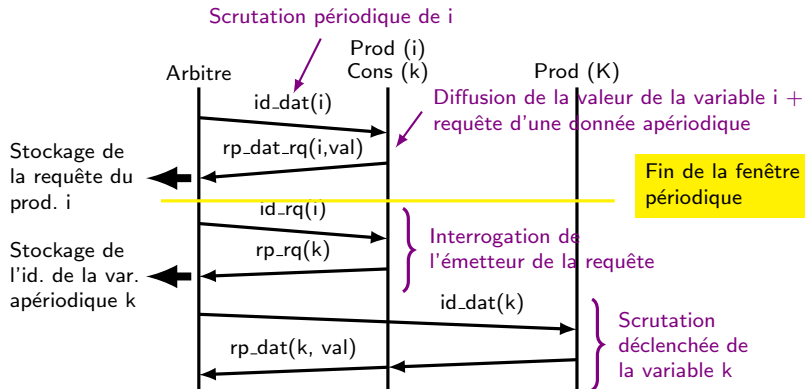
- à 31.25Kb/s : $22.4\mu s < tr < 320\mu s$
- à 1Mb/s : $10\mu s < tr < 70\mu s$
- à 2.5Mb/s : $4\mu s < tr < 28\mu s$

Transmission des variables apériodiques : scrutation directe

Interrogation périodique de la station associée à la requête x



Scrutation des variables apériodiques : scrutation indirecte



Construction d'une table de scrutation

Soit la configuration suivante :

Message	Période (msec)	Délai de Trans. (μ sec)
a	4	200
b	16	450
c	4	250
d	8	400

1. Quelles sont les valeurs du microcycle et du macrocycle ?
2. Construire la table de scrutation permettant de transmettre les messages. Les messages respectent-ils leur contraintes temporelles ?
3. Le message noté *c* est une requête périodique des variables apériodiques *e* et *f*. Dessiner les échanges se déroulant lors de l'exécution de la requête *c*.
4. Lors de la transmission du message *b*, la station productrice de *b* indique à l'arbitre de bus qu'elle a des données apériodiques *g* et *h* en attente de transmission. Dessiner les échanges à partir de la demande de transmission de la variable *b*.