



LES CAPTEURS DANS LES TRANSPORTS

- 
- I Les principaux capteurs dans un véhicule
 - II Le traitement du signal
 - III Chaîne d'information dans un véhicule

I Les principaux capteurs dans un véhicule



Quels sont les principaux capteurs mis en œuvre dans cette situation ?

On a des capteurs :

- d'accélération, vitesse et déplacement (sous le nez de la voiture et dans les roues).
- de température (disques de frein, bande de roulement des pneus – type infrarouge, température du bitume).
- de pression (pneumatiques, huile).
- de force (clés dynamométriques pour montage des pneumatiques, 2 sont posées par terre).
- de lumière (caméra embarquée -derrière le pilote, ports IR).
- de tension (antenne de communication avec le staff - derrière la caméra, communication pneumatiques/calculateur –antennes sur les roues).

1. Définitions

Un capteur est un dispositif qui, à partir d'une grandeur physique d'entrée appelée mesurande (notée m) fournit une grandeur de sortie électrique appelée réponse (notée s).

Capteur passif

- Il s'agit en général d'un capteur dont la résistance, la capacité ou l'inductance varie avec la grandeur physique d'entrée.
- Il faut l'intégrer dans un circuit avec une alimentation.
- Exemples : Thermistance, diode etc..

Capteur actif

- Il est directement générateur d'une tension, d'un courant ou d'une charge à partir de la grandeur physique d'entrée.
- La valeur fournie étant généralement faible, il faudra l'amplifier.
- Exemples : photodiodes, phototransistors, thermocouples.

2. Propriétés

Sensibilité S

- Pour une variation de la grandeur physique d'entrée Δm , la sortie du capteur varie de Δs .
- La sensibilité, S , est définie par :

$$S = \frac{\Delta s}{\Delta m}$$

Plage de mesure (ou étendue de mesure)

- C'est la gamme des valeurs d'entrée qu'il peut traiter sans dégrader son fonctionnement.



Linéarité

- Un capteur est linéaire si sa sensibilité est constante.
 - La relation entre grandeur physique à mesurer et grandeur électrique est alors linéaire (équation d'une droite affine ou linéaire).
- 

Justesse

- Un capteur est juste si ses valeurs ne changent pas quand on les compare à des valeurs étalon, ou à des valeurs données par d'autres capteurs normalisés.

Fidélité

- Un capteur est fidèle si ses valeurs ne changent pas au cours du temps (mesures reproductibles).
- Si on mesure deux fois la même grandeur à deux moments différents, on doit obtenir deux fois la même valeur.

II Le traitement du signal

1. Grandeur analogique et numérique

Grandeur analogique :

- Une grandeur analogique est une grandeur qui peut passer par une infinité de valeurs sans discontinuité.

Grandeur numérique :

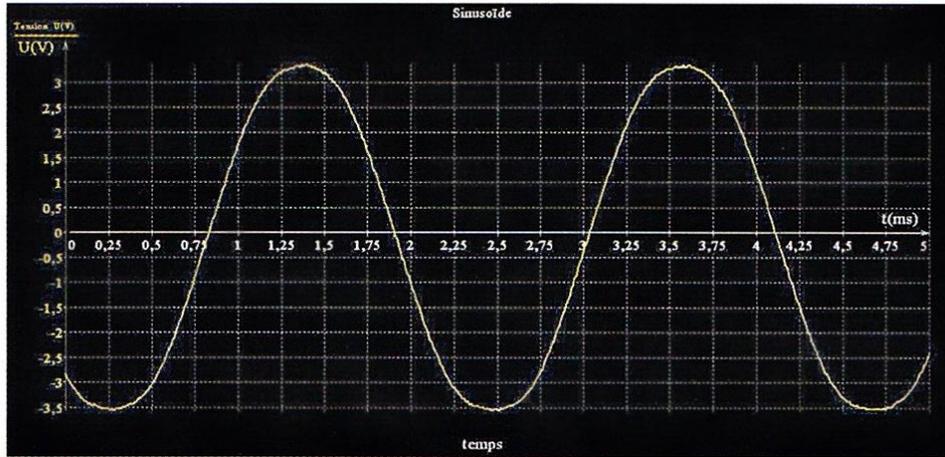
- Une grandeur numérique ne prend qu'un certain nombre limité de valeurs. Elle est codée en binaire à l'aide de bits (binary digit : 0 ou 1).

2. Spectre d'un signal périodique

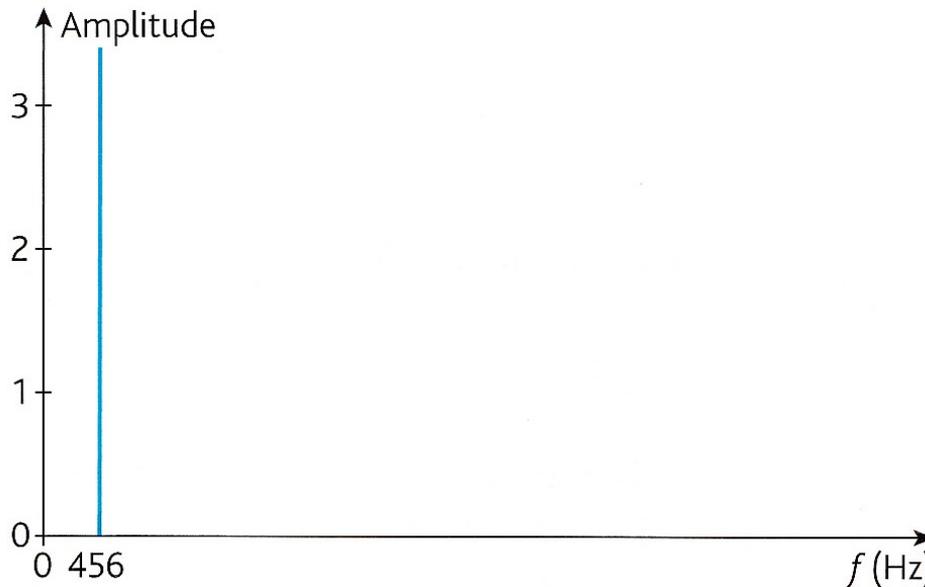
- Les signaux émis par les capteurs sont, en général, des signaux périodiques complexes.
- Un signal périodique peut être décomposé en une somme de fonctions sinusoidales de fréquences f , $2f$, $3f$, $4f$ etc...
- [Voir Animation.](#)
- Le spectre d'un signal est la représentation, en fonction de la fréquence, des amplitudes des différentes composantes dans le signal.

Spectre d'un signal sinusoïdal

Signal sinusoïdal-Tension enregistrée

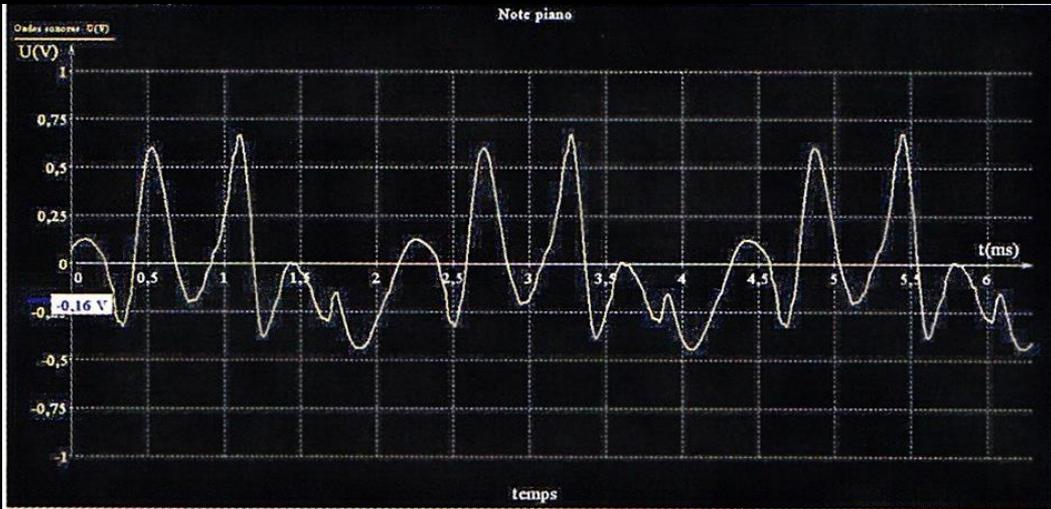


Spectre

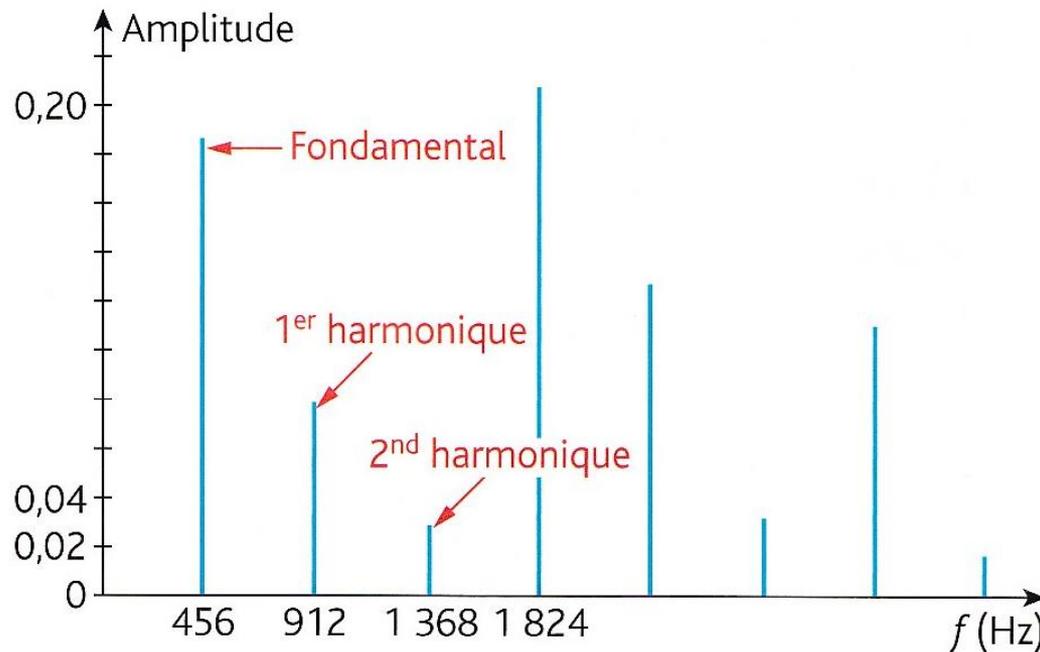


- Il n'est constitué que d'une seule raie.

Spectre d'un signal complexe :



Spectre



- 
- Le spectre d'un signal complexe est constitué d'une raie de fréquence F , appelée fondamentale, qui correspond à la fréquence du signal et de plusieurs raies de fréquences multiples de F , les harmoniques.

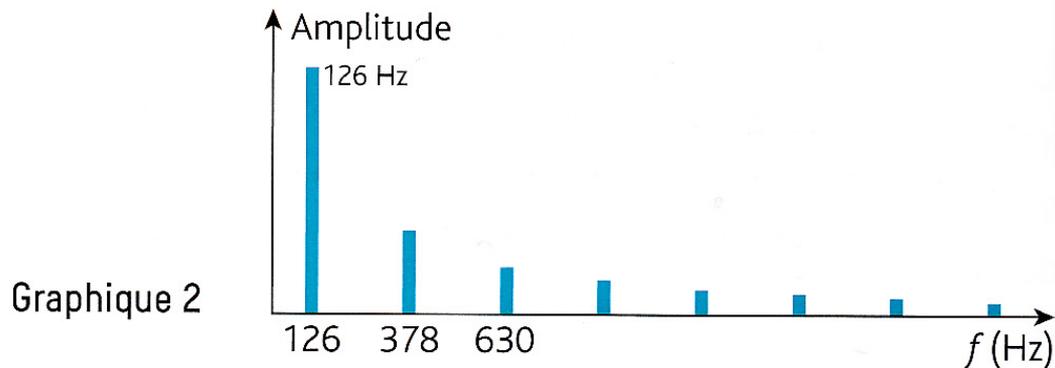
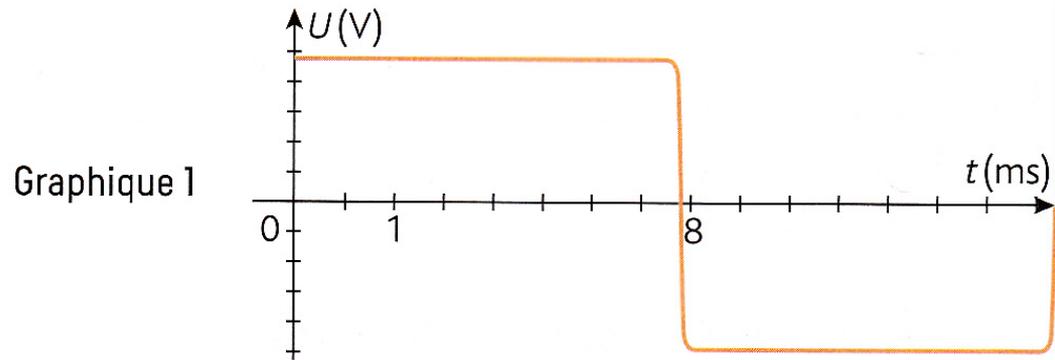
Remarque :

- Si une raie apparaît à 0 Hz, elle correspond à la valeur moyenne de l'amplitude du signal, c'est la composante continue.
 - Si elle n'apparaît pas, la valeur moyenne du signal est nulle.
- 

Exercice n°1:

Le signal d'une tension électrique est enregistré par une interface EXAO. L'analyse de Fourier par le logiciel donne le second diagramme.

1. Premier graphique :
Quelle est la forme du signal enregistré?
Déterminer sa fréquence.

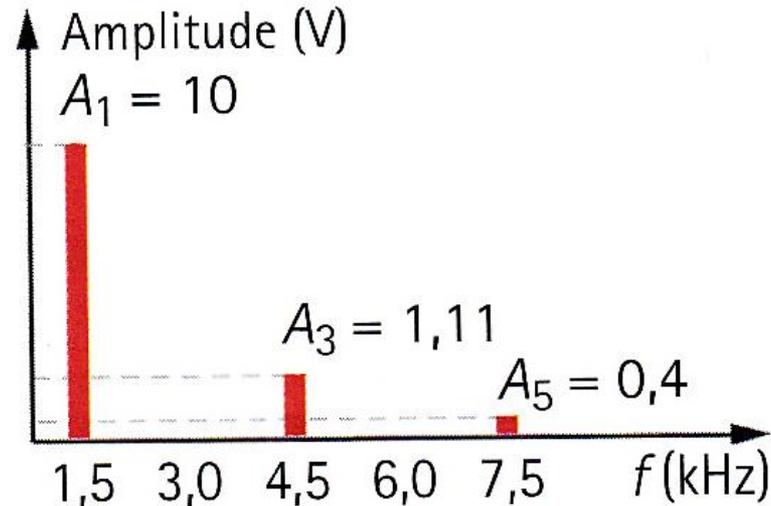


2. Second graphique :

- a. Quelle est la grandeur en abscisse ? En ordonnée ? Quel nom donne-t-on à ce diagramme ?
- b. Quelle barre représente la fréquence fondamentale ?
Le premier harmonique non nul ?
- c. Comparer la fréquence fondamentale à celle du signal.

Exercice n°2

L'analyse harmonique de la tension $u(t)$ délivrée par un capteur a produit le spectre ci-contre :



1. Quelle est la valeur de la fréquence du signal délivré par le capteur ?
2. Que vaut l'amplitude de l'harmonique 3 et celle de l'harmonique 4 ?
3. Que vaut la valeur moyenne du signal $u(t)$?

3. Conversion analogique numérique.

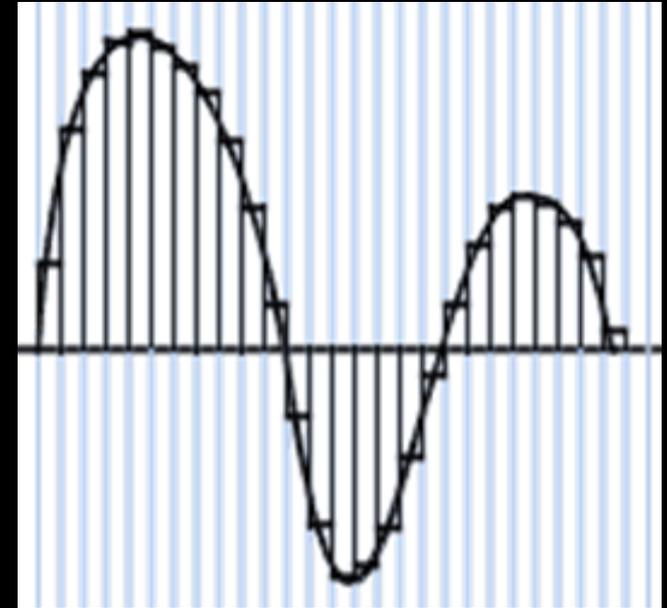
Numérisation :

- La transformation d'un signal analogique en signal numérique est appelée **numérisation**.
- La numérisation comporte deux activités parallèles: **l'échantillonnage** (en anglais **sampling**) et la **quantification**.
- L'échantillonnage consiste à prélever périodiquement des échantillons d'un signal analogique.
- La quantification consiste à affecter une valeur numérique à chaque échantillon prélevé.

- La qualité du signal numérique dépendra de deux facteurs:

Rappel : $F = \frac{1}{T}$ s

Hz



- La fréquence d'échantillonnage: c'est le nombre d'échantillons pris par seconde durant la numérisation.
- Le nombre de bits sur lequel on code les valeurs : il est lié au nombre de valeurs différentes qu'un échantillon peut prendre. Plus celui-ci est grand, meilleure est la qualité.

Fréquence d'échantillonnage :

- Le **théorème de Nyquist-Shannon**, nommé d'après Harry Nyquist et Claude Shannon, énonce que :

la fréquence d'échantillonnage d'un signal doit être égale ou supérieure au double de la fréquence maximale contenue dans ce signal, afin de convertir ce signal d'une forme analogique à une forme numérique.

- Ce théorème est à la base de la conversion numérique des signaux.

- *La meilleure illustration de l'application de ce théorème est la détermination de la fréquence d'échantillonnage d'un CD audio, qui est de 44,1 kHz. En effet, l'oreille humaine peut capter les sons jusqu'à 16 kHz, quelquefois jusqu'à 20 kHz. Il convient donc, lors de la conversion, d'échantillonner le signal audio à au moins 40 kHz. 44,1 kHz est la valeur normalisée par l'industrie.*

Résolution :

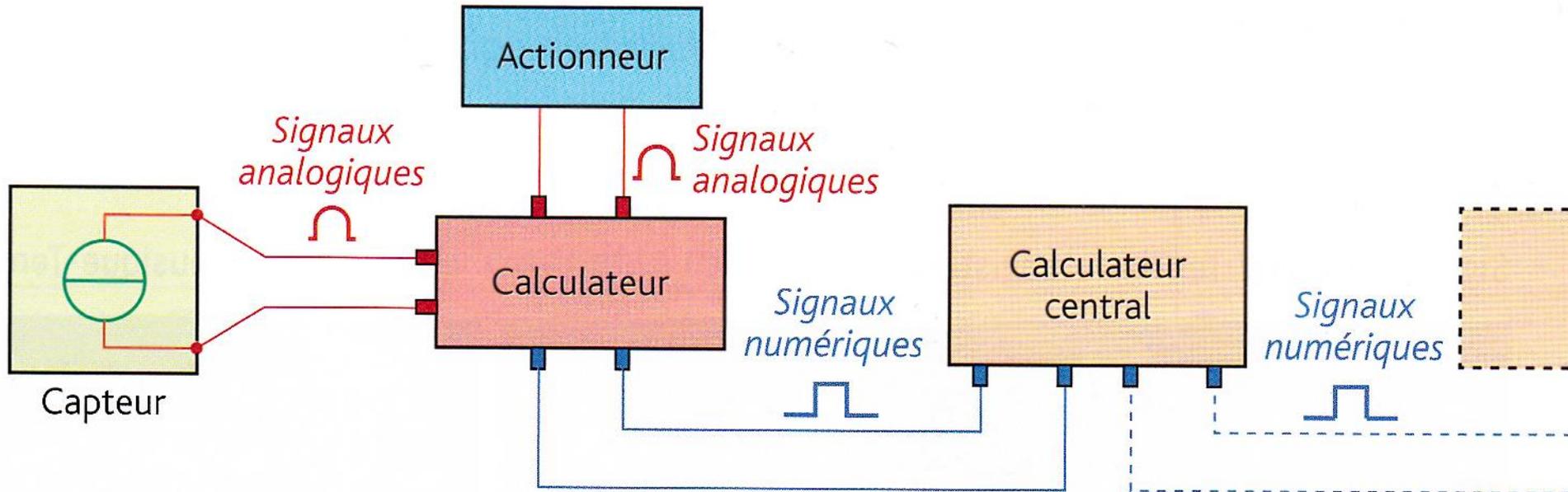
- Un convertisseur comportant n bits effectue une quantification avec 2^n valeurs différentes.
- La résolution (ou quantum) correspond à la plus petite variation de tension détectable par l'interface.
- Ainsi, pour un écart de calibre de ΔU , le quantum est :

$$q = \frac{\Delta U}{2^n}$$

- L'erreur de quantification est égale à $\frac{q}{2}$. Il s'agit de l'écart maximal entre la tension convertie et la tension analogique.

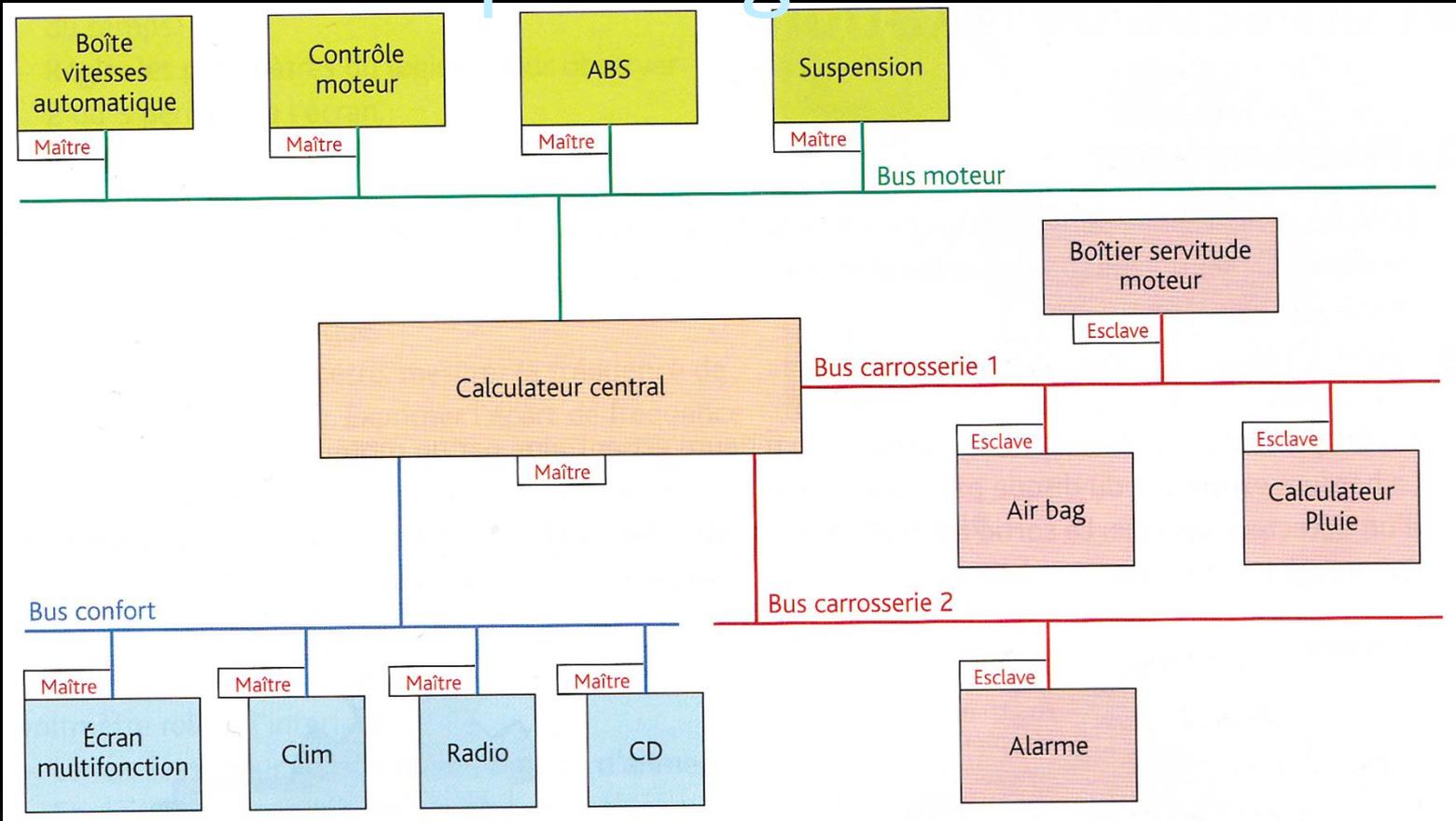
III Chaîne d'information dans un véhicule

1. Relation entre capteur et actionneur.



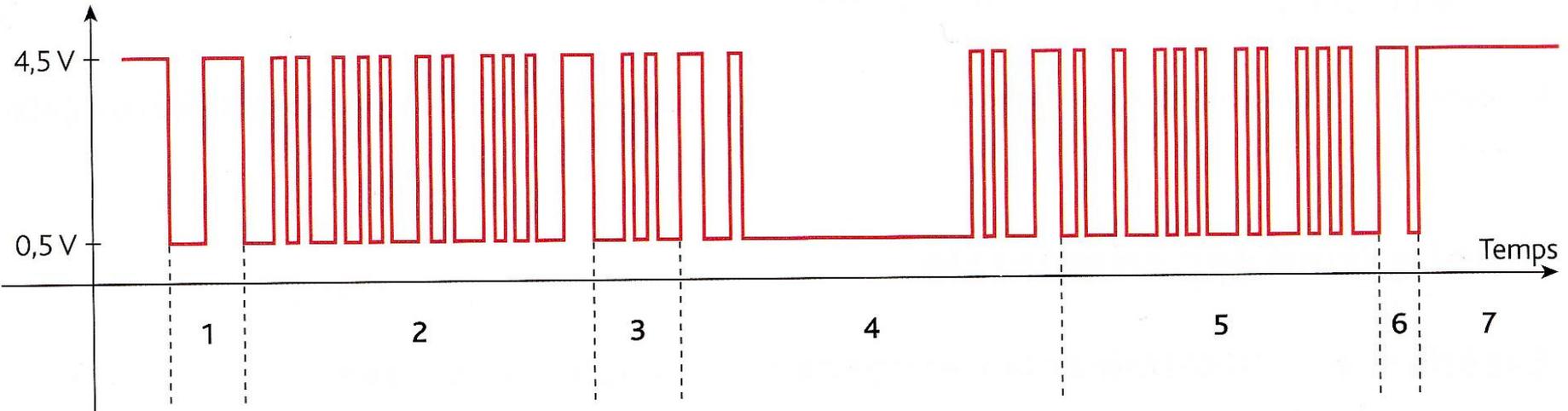
- L'information sortant du capteur est transmise au calculateur qui lui est associé.
- Selon l'information l'actionneur est activé ou non.
- L'information est également transmise au calculateur central.

2. Le multiplexage



- Le multiplexage permet la mise en commun et l'échange d'informations entre les différents calculateurs.
- Les informations, **numériques**, circulent simultanément ou successivement dans des circuits appelés **bus**.

3. L'information



- 1 - Début de trame
- 2 - Identification de l'émetteur
- 3 - Commande : nature du message ou de la commande
- 4 - Données

- 5 - Contrôle des données
- 6 - Acquiescement : le récepteur indique la bonne réception
- 7 - Fin de trame

- Les signaux numériques sont transmis sous forme de trame contenant toutes les informations, tant pour le récepteur que pour l'émetteur.
- L'information multiplexée est une tension électrique prenant une valeur basse ou une valeur haute (ex : 0,5 V ou 4,5V).



FIN

