
AMPLIFICATEUR LINEAIRE INTEGRE

1- PRESENTATION

Un **amplificateur linéaire intégré** (ALI) est un **circuit intégré** dont la fonction de base est, comme son nom le suggère, l'**amplification**. Il est aussi appelé Amplificateur Opérationnel (A.O.P) en ce sens que ses premières applications ont été la réalisation d'opérations mathématiques (inversion, addition, soustraction, etc). L'un des AOP les plus rependus est le LM741. Ce circuit se présente sous la forme d'un boîtier à 8 broches (DIL 8) :



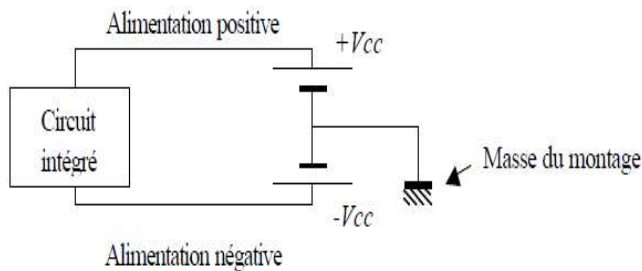
2- BROCHAGE

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.

3- SYMBOLES

4- ALIMENTATION

Comme pour tout circuit ampliateur, il est nécessaire d'alimenter l'AOP afin de fournir l'énergie nécessaire au fonctionnement du circuit. On utilise en général pour cela **deux sources de tension symétriques** selon le montage ci-dessous.



En général les alimentations ne sont pas représentées sur les schémas de principe, mais elles sont évidemment toujours présentes.

5- CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

5.1- Courant d'entrée

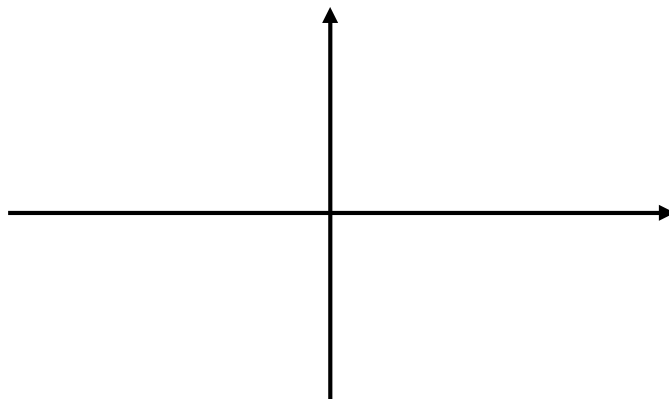
En pratique, les courants d'entrée peuvent être négligés :

5.2- Tension différentielle d'entrée

La tension différentielle d'entrée est la différence de potentiels entre l'entrée non inverseuse et l'entrée inverseuse :

5.3- Caractéristique de transfert

La tension de sortie dépend directement de la tension différentielle d'entrée :



On distingue trois zones :

- zone de linéarité :
- zone de saturation haute :
- zone de saturation basse :

Remarque : si $\pm V_{cc} = \pm 15 \text{ V}$, $\pm V_{sat}$ est de l'ordre de $\pm 14 \text{ V}$.

6- REACTION POSITIVE ET CONTRE-REACTION

On dit qu'il y a *réaction positive* quand la sortie est reliée

On dit qu'il y a *contre-réaction* (ou réaction négative) quand la sortie

- **Conséquences importantes :**

- Une contre-réaction assure un fonctionnement linéaire de l'AOP:

- Une réaction positive provoque la saturation de l'AOP :.....

7- REGIMES DE FONCTIONNEMENT

Il existe deux régimes de fonctionnement pour un Amplificateur Linéaire Intégré :

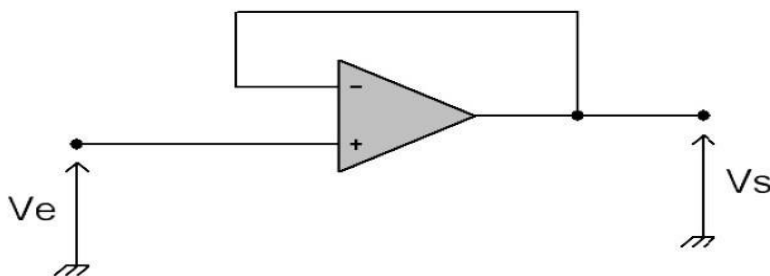
- Régime linéaire
- Régime de saturation

7.1- Montages fondamentaux en régime linéaire

L'A.O. doit avoir une contre-réaction (condition nécessaire mais pas toujours suffisante). On sait qu'en régime linéaire : $\varepsilon \approx 0$ V

7.1.1- Montage suiveur

a- Schéma

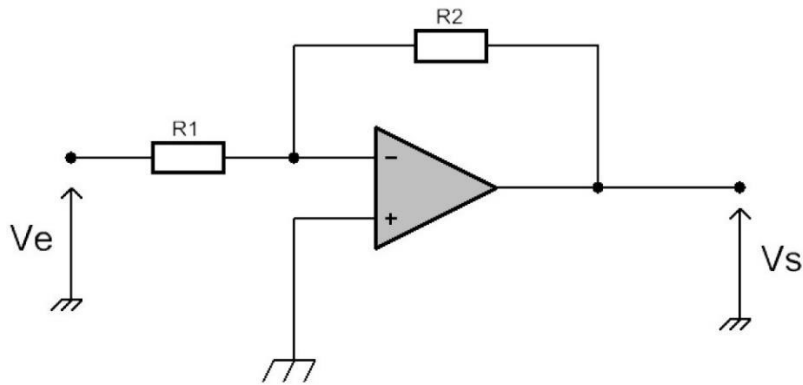


b- Expression de $V_s=f(V_e)$

c- Amplification en tension

7.1.2- Montage inverseur

a- Schéma

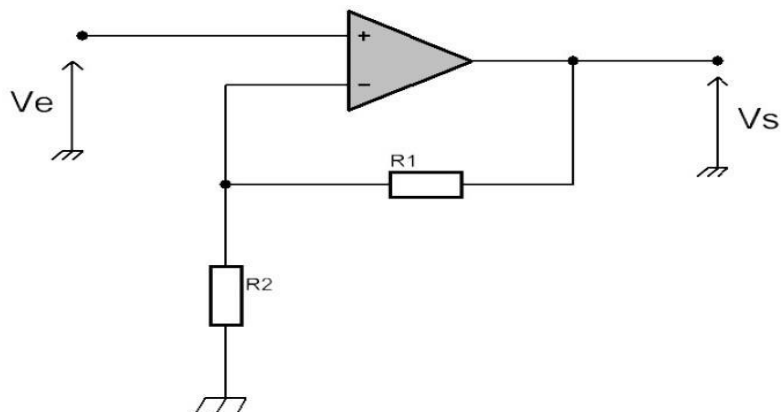


b- Expression de $V_s=f(V_e)$

c- Amplification en tension

7.1.3- Montage non-inverseur

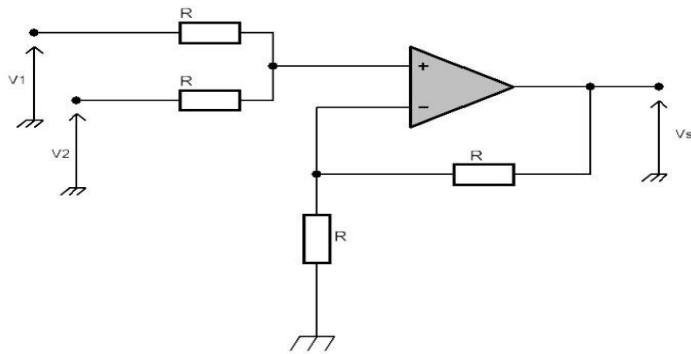
a- Schéma



b- Expression de $V_s=f(V_e)$

7.1.4- Montage sommateur non-inverseur

a- Schéma

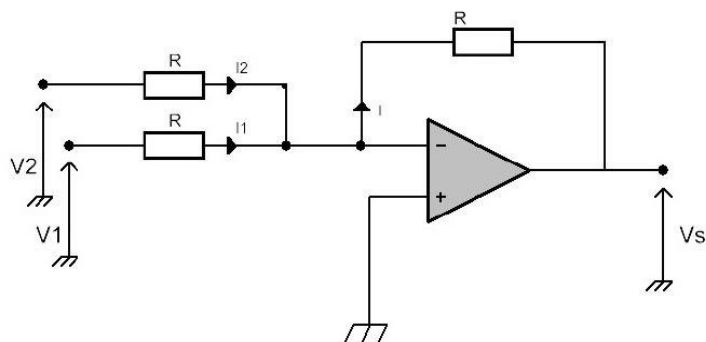


b- Expression de $V_s=f(V_e)$

c- Amplification en tension

7.1.5- Montage sommateur inverseur

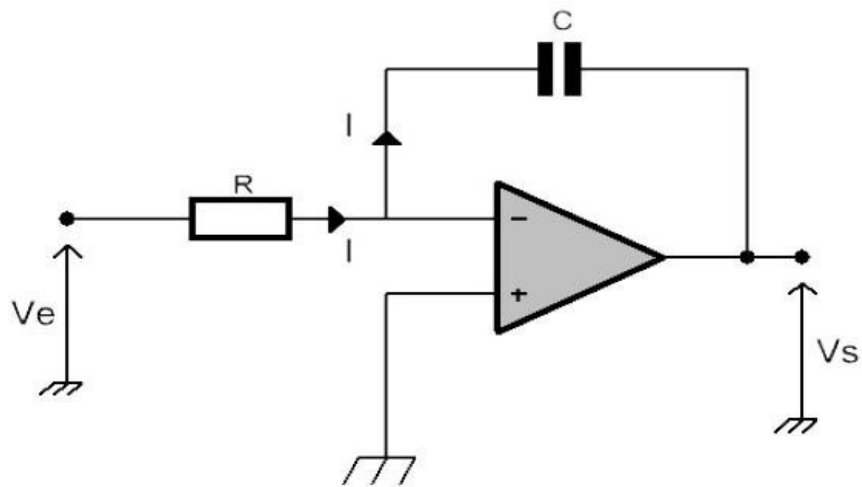
a- Schéma



b- Expression de $V_s=f(V_e)$

7.1.6- Montage intégrateur

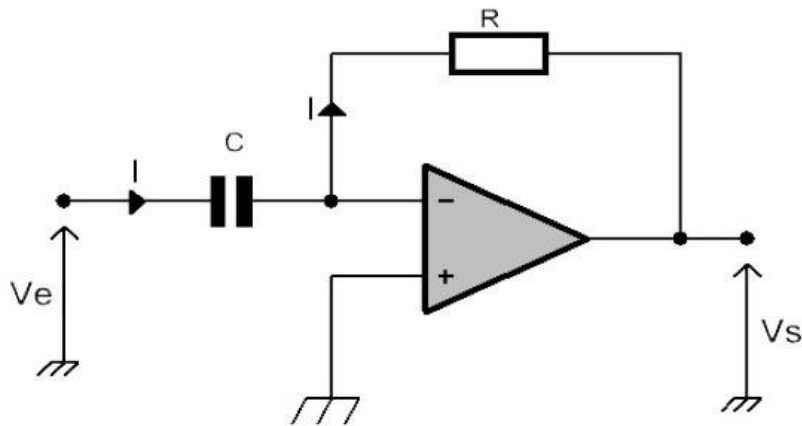
a- Schéma



b- Expression de $V_s=f(V_e)$

7.1.7- Montage dérivateur

a- Schéma



b- Expression de $V_s=f(V_e)$

7.2-Régime de saturation

En régime de saturation l'Amplificateur Linéaire Intégré ne possède pas de contre-réaction. La sortie de l'A.L.I peut prendre *deux* états :

$+V_{sat}$ si $\varepsilon > 0$ ou $-V_{sat}$ si $\varepsilon < 0$

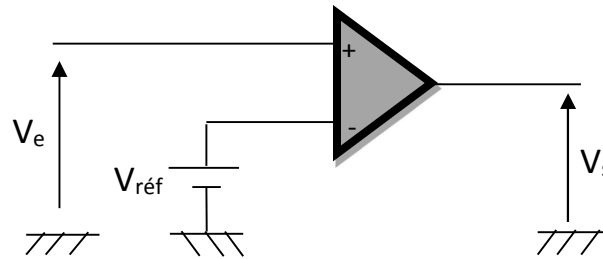
7.2.1- Les comparateurs à simple (un seul seuil)

Il existe deux versions du comparateur simple de tension :

- ✓ Le comparateur simple **non-inverseur**
- ✓ Le comparateur simple **inverseur**

a – Le comparateur simple non-inverseur

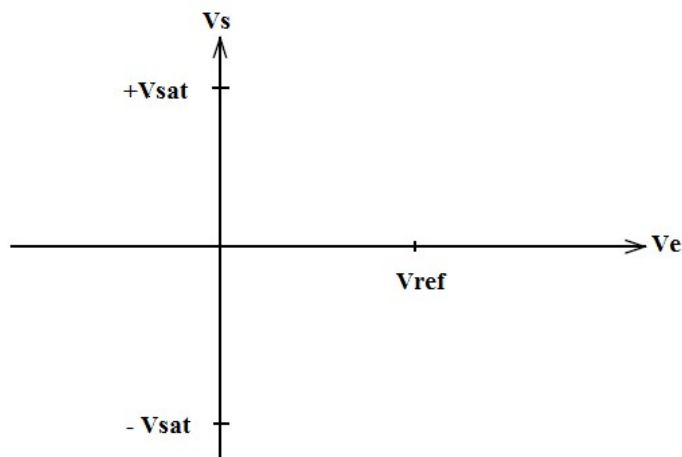
Schéma



Conditions de basculement :

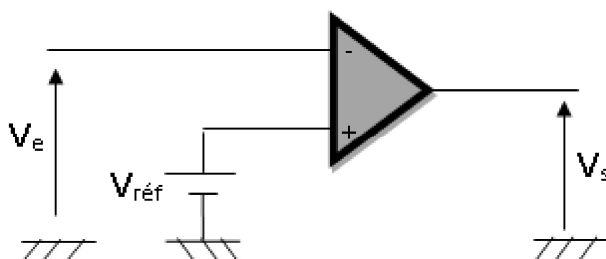
- ✓
- ✓

Caractéristique $V_s=f(V_e)$ du comparateur non-inverseur :



a – Le comparateur simple inverseur

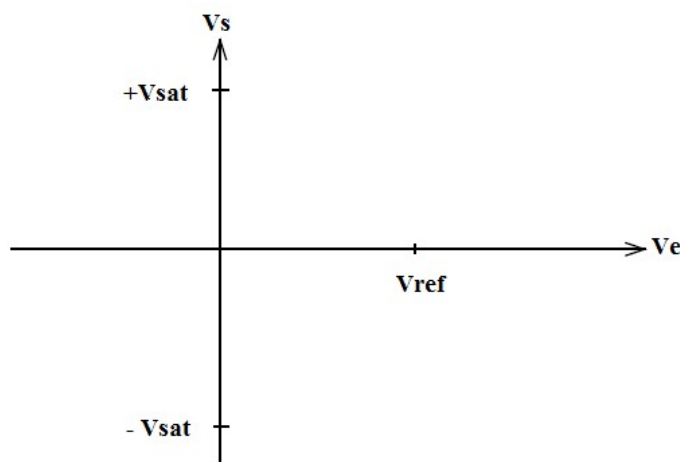
Schéma



Conditions de basculement :

- ✓
- ✓

Caractéristique $V_s=f(V_e)$ du comparateur inverseur :



7.2.2- Montage « comparateur à deux seuils » ou « trigger de Schmitt » ou « comparateur à hystérésis »

Il existe deux versions du comparateur à hystérésis :

- ✓ Le montage Trigger **non-inverseur**
- ✓ Le montage Trigger **inverseur**

Caractéristiques communes aux deux montages :

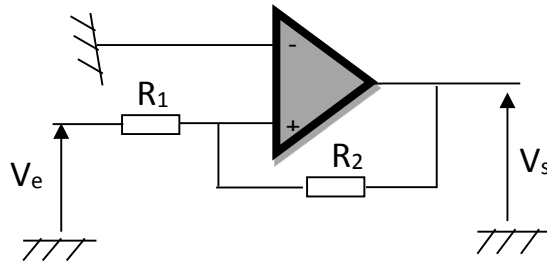
- ✓
- ✓
- ✓
- ✓

Définition des seuils V_{BH} et V_{HB} :

- ✓ V_{BH} est la valeur à appliquer **sur V_e** , afin d'obtenir $V^+=V^-$ (basculement du comparateur), lorsque la sortie V_S a comme valeur **$-V_{sat}$** .
- ✓ V_{HB} est la valeur à appliquer **sur V_e** , afin d'obtenir $V^+=V^-$ (basculement du comparateur), lorsque la sortie V_S a comme valeur **$+V_{sat}$** .

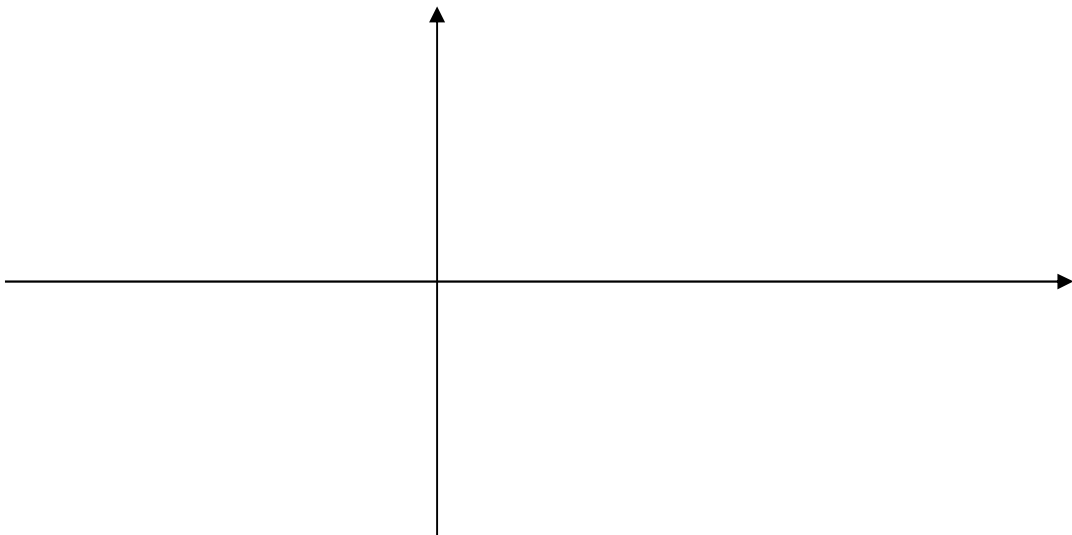
a- Le montage Trigger non inverseur

✓ *Schéma du Trigger non-inverseur :*

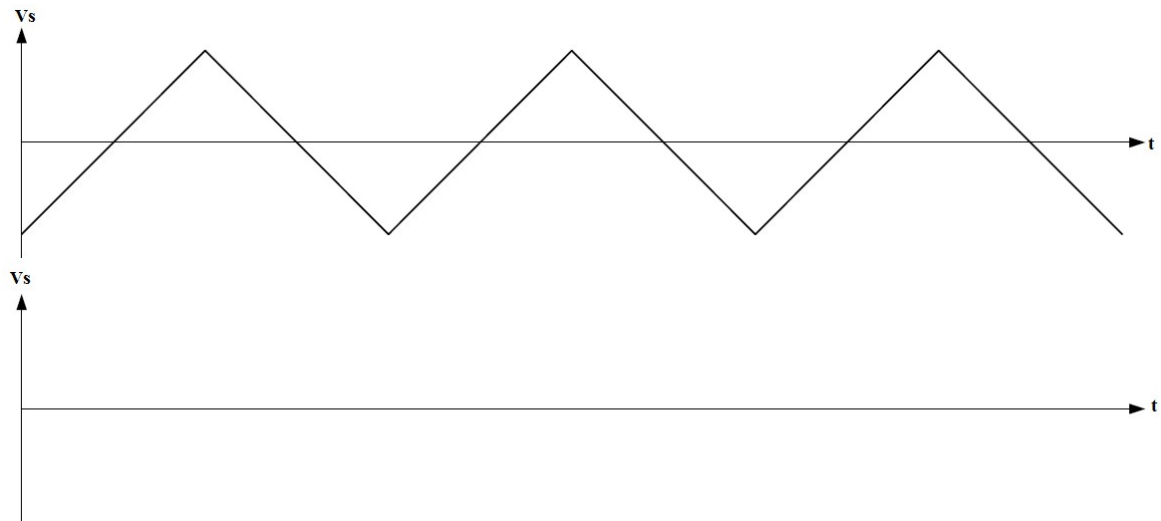


✓ *Calcul des seuils V_{BH} et V_{HB}*

✓ *Caractéristique de transfert $V_s=f(V_e)$*

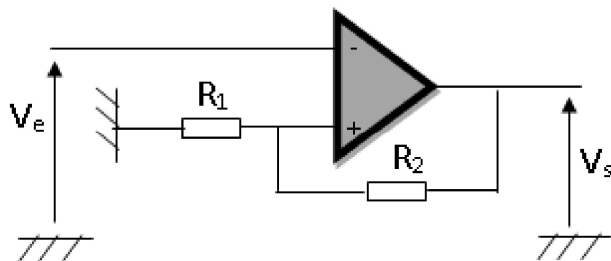


✓ *Chronogrammes des signaux V_e et V_s*



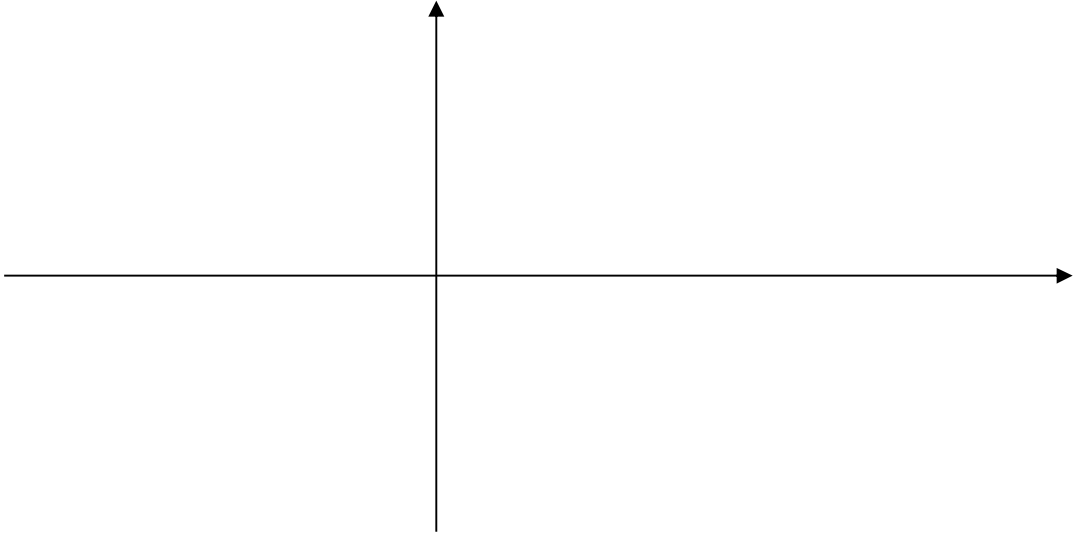
b- Le montage Trigger inverseur

✓ *Schéma du Trigger inverseur :*

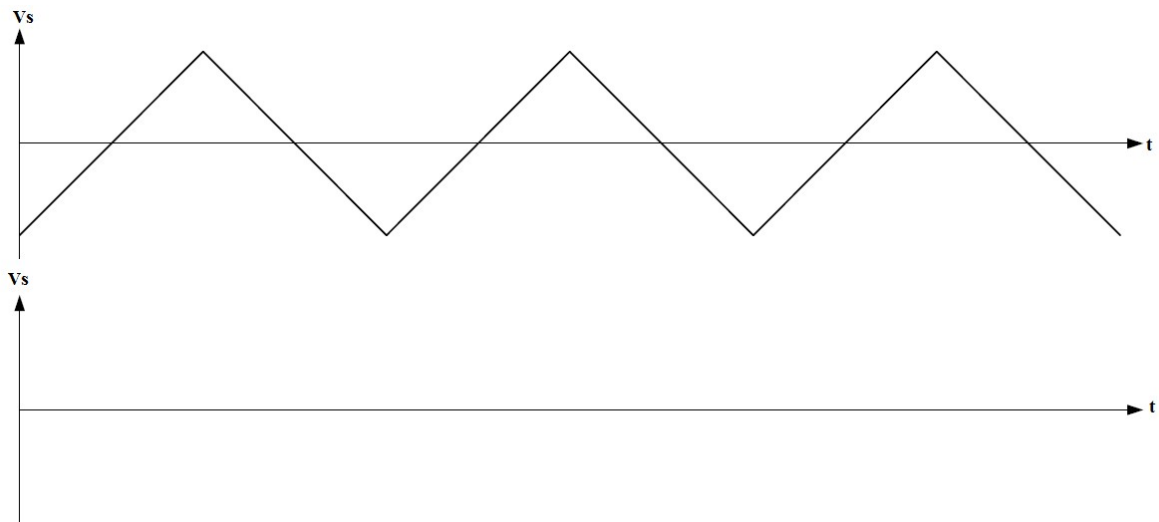


✓ *Calcul des seuils V_{BH} et V_{HB}*

✓ *Caractéristique de transfert $V_s=f(V_e)$*



✓ *Chronogrammes des signaux V_e et V_s*



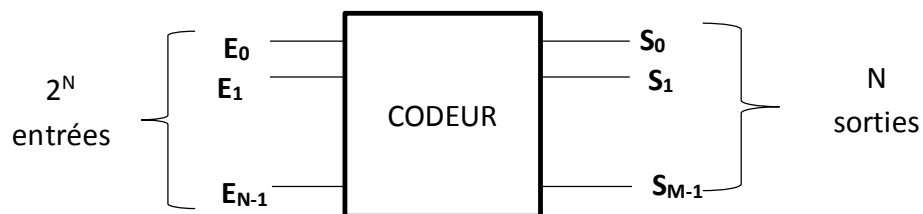
CIRCUITS COMBINATOIRES

1 – CODEURS

1.1- Définition

Un codeur ou encodeur est un circuit logique qui possède voies d'entrée dont une seule est active et voies de sortie.

1.2-Schéma fonctionnel



1.3- Synthèse de décodeurs

1.3.1- Codeur 2 vers 1

Table de vérité

E_1	E_0	S_0
		0
		1

Equation logique

$S_0 = \dots\dots\dots$

Logigramme

1.3.2- Codeur 4 vers 2

Table de vérité

E_3	E_2	E_1	E_0	S_1	S_0
				0	0
				0	1
				1	0
				1	1

Equations logiques

$S_0 = \dots\dots\dots$

$S_1 = \dots\dots\dots$

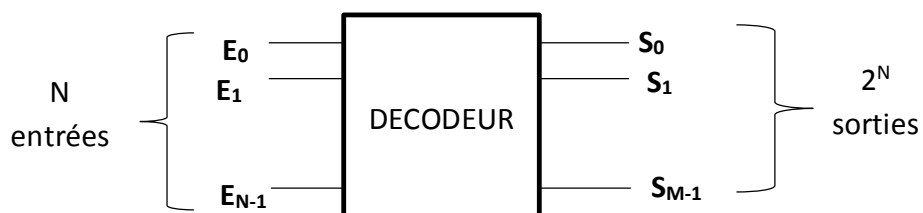
Logigramme

2- DÉCODEURS

2.1.- Définition

Un décodeur est un circuit numérique qui possède entrées etsorties. Pour chacune des combinaisons possibles des entrées, seule une ligne de sortie est validée.

2.2- Schéma fonctionnel



2.3- Synthèse de décodeurs

2.3-1- Décodeur 1 vers 2

Table de vérité

E_0	S_1	S_0	Equations logiques
0			$S_0 = \dots\dots\dots$
1			$S_1 = \dots\dots\dots$

Logigramme

2.3-1- Décodeur 2 vers 4

Table de vérité

E_1	E_0	S_3	S_2	S_1	S_0
0	0				
0	1				
1	0				
1	1				

Equations logiques

$S_0 = \dots\dots\dots$

$S_1 = \dots\dots\dots$

$S_2 = \dots\dots\dots$

$S_3 = \dots\dots\dots$

Logigramme

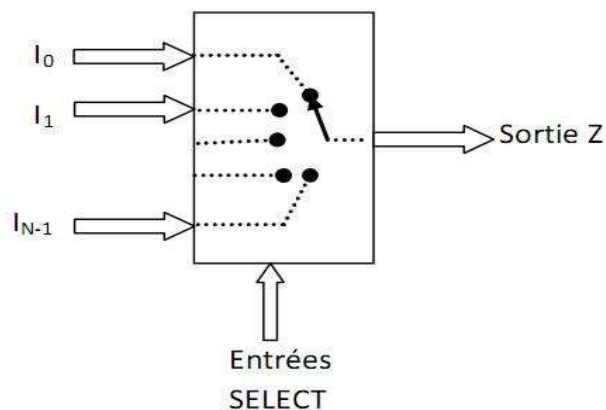
3-MULTIPLEXEUR

3.1- Définition

Un multiplexeur ou sélecteur de données est un circuit logique ayant plusieurs entrées de données, mais seulement une sortie qui communique les données.

L'aiguillage de l'entrée de données qui nous intéresse sur la sortie est commandé par l'entrée SELECT (appelée également entrées d'ADRESSES).

3.2 – Schéma fonctionnel



3.3 – Fonctionnement

Un multiplexeur se comporte comme un commutateur dans lequel un code numérique appliqué aux entrées SELECT commande les entrées de données qui sont raccordées à la sortie.

Le multiplexeur choisit une source de données d'entrée parmi N et transmet celles-ci à la seule voie de sortie existante. C'est ce qu'on appelle le multiplexage.

Exemple : Il peut y avoir sur la sortie Z les données introduites sur I_0 quand on applique un certain code d'entrée SELECT correspondant à I_0 .

3.4- Synthèse de multiplexeurs

3.4.1- Multiplexeur élémentaire à deux entrées de données

a- Table de vérité

S (Entrées de sélection)	Z (Sortie)
0	
1	

b- Equation logique de la sortie

Z=.....

c- Logigramme

3.4.2- Multiplexeur à quatre entrées de données

a- Table de vérité

S_1	S_0	Z
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

b- Equation logique de la sortie

$Z = \dots\dots\dots$

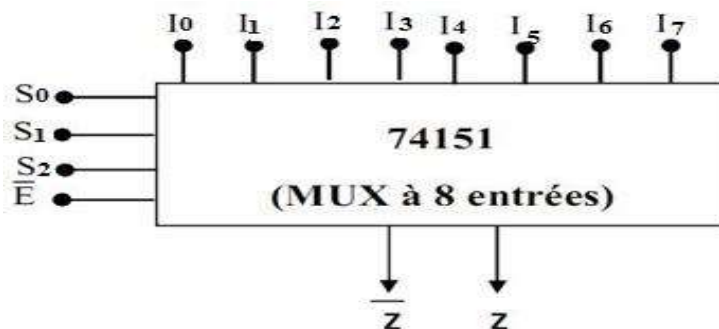
c- Logigramme

Remarque : Pour un multiplexeur, le nombre N d'entrée de donnée est égal au 2^n avec n le nombre d'entrée de sélection.

3.5- Entrée de validation

En plus des entrées de données, de sélection et de la sortie, certains multiplexeurs dispose d'une entrée de validation active au niveau BAS ($\bar{E}$) ou au niveau HAUT (E) et une sortie complémentée ($\bar{Z}$). C'est le cas du multiplexeur 74151.

3.5.1- Schéma



3.5.2- Table de vérité

$\bar{E}$	S_2	S_1	S_0	Z	$\bar{Z}$
H					
B					
B					
B					
B					
B					
B					
B					
B					

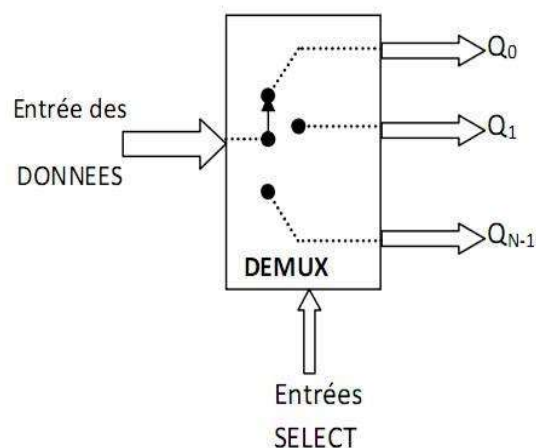
4-DEMULPLEXEUR

4.1- Définition

Le démultiplexeur effectue l'opération inverse du multiplexeur : il n'a qu'une seule entrée et dirige celle-ci vers une sortie parmi plusieurs sorties. Le code d'entrée de sélection détermine à quelle sortie l'entrée de DONNEES est transmise.

Autrement dit, le démultiplexeur (DEMUX) reçoit des données d'une entrée et choisit de les diriger vers une des N voies de sortie possibles; il fonctionne comme un commutateur.

4.2 – Schéma fonctionnel



4.3- Synthèse de démultiplexeurs

4.3.1- Démultiplexeur élémentaire (2 sorties)

a- Table de vérité

Entrée de sélection	Sorties	
S	Q ₁	Q ₀
0		
1		

b- Equations logiques des sorties

Q₀ =

Q₁ =

c-Logigramme

4.3.2- Démultiplexeur 4 sorties

a- Table de vérité

Entrée de sélection		Sortie			
S ₁	S ₀	Q ₃	Q ₂	Q ₁	Q ₀
0	0				
0	1				
1	0				
1	1				

b- Equations logiques des sorties

$Q_0 = \dots\dots\dots$

$Q_1 = \dots\dots\dots$

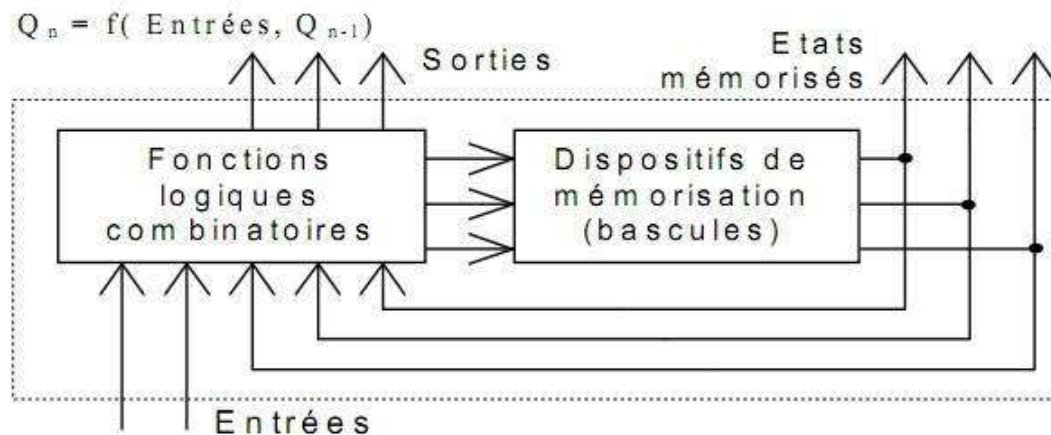
$Q_2 = \dots\dots\dots$

$Q_3 = \dots\dots\dots$

LOGIQUE SEQUENTIELLE

I – PRESENTATION

Les circuits logiques séquentiels, à l'inverse des circuits combinatoires, sont des circuits dont la réaction ou l'état dépend des entrées mais aussi des événements précédemment apparus dans le temps. Ces circuits sont donc dotés de dispositifs de mémorisation d'états logiques.



Le circuit de mémorisation le plus répandu est la bascule (ou montage bistable). Elle possède plusieurs entrées qui déterminent le passage de la bascule d'un état à l'autre (basculement), et dans la plupart des cas 2 sorties:

- une sortie normale notée Q
- une sortie inversée notée $\bar{Q}$

Les sorties d'un circuit séquentiel complet peuvent être générées:

- directement par l'état des éléments mémorisés,
- par une fonction logique (combinatoire) de ces états.

II- BASCULES

1- Définition

La bascule est un circuit bistable pouvant prendre deux états logiques "0" ou "1". L'état de la bascule peut être modifié en agissant sur une ou plusieurs entrées. Le nouvel état de la bascule dépend de l'état précédent, c'est l'élément de base des circuits séquentiels. La bascule peut conserver son état pendant une durée quelconque, elle peut donc être utilisée comme mémoire.

Il existe deux types :

- Les bascules asynchrones
- Les bascules synchrones

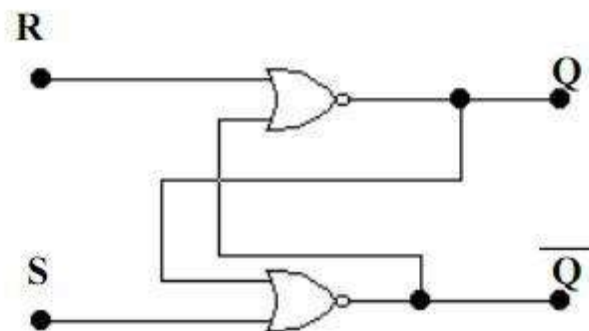
2- Les bascules asynchrones

2.1- Définition

Les bascules asynchrones ne comportent pas d'entrées d'autorisation de fonctionnement qui synchronise le passage de la sortie d'un état à un autre.

2.2 - La bascule RS

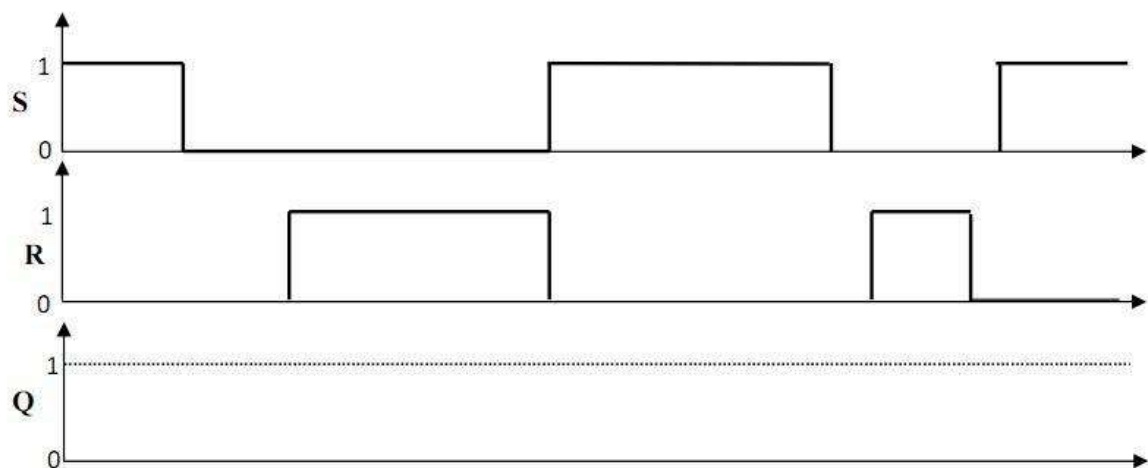
a- Schéma interne



b- Table de vérité

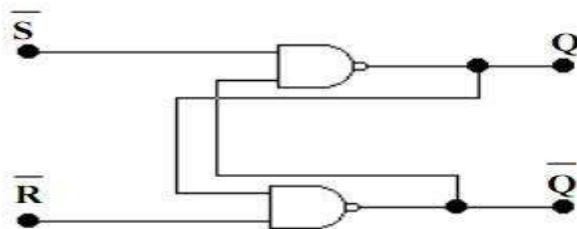
R	S	Q	Commentaires
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

c) Chronogramme



2.3- La bascule $\overline{R}\overline{S}$

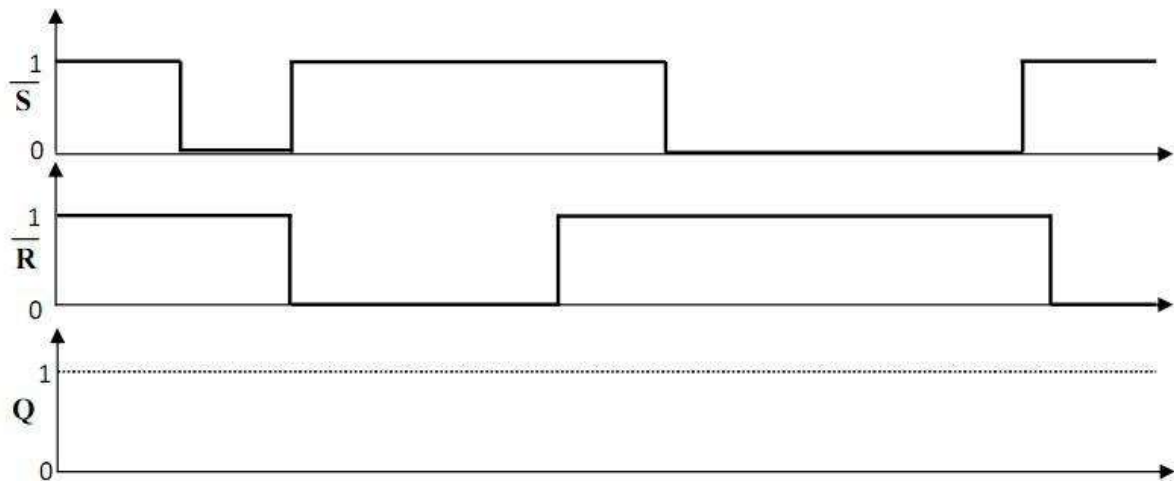
a- Schéma



b-Table de vérité

$\overline{R}$	$\overline{S}$	Q	Commentaires
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

c-Chronogrammes



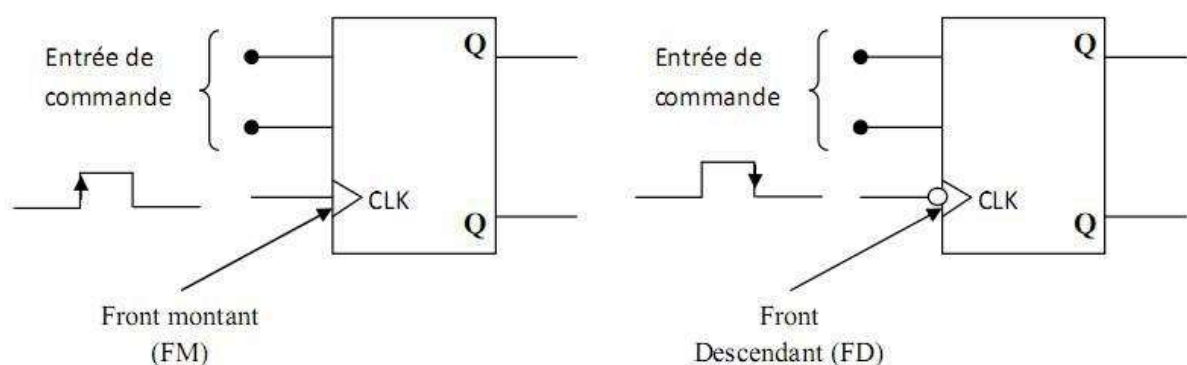
3- Signal d'horloge et Bascules synchrones

3.1- Généralité

Dans un système synchrone, le moment exact où la sortie change d'état est commandé par un signal que l'on appelle couramment signal d'horloge. Ce signal est un train d'ondes rectangulaires ou carrés.

Toutes les bascules synchrones disposent d'une entrée d'horloge qui sera désignée par Clk ou H.

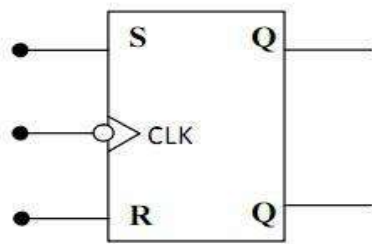
Toutes les bascules possèdent au moins une entrée de commande. Ces entrées sont désignées par des lettres selon leur fonction. Ce sont ces entrées qui déterminent l'état de sortie de la bascule.



3.2- Bascules synchrones

3.2.1- Bascule RS synchrone (ou bascule RSH)

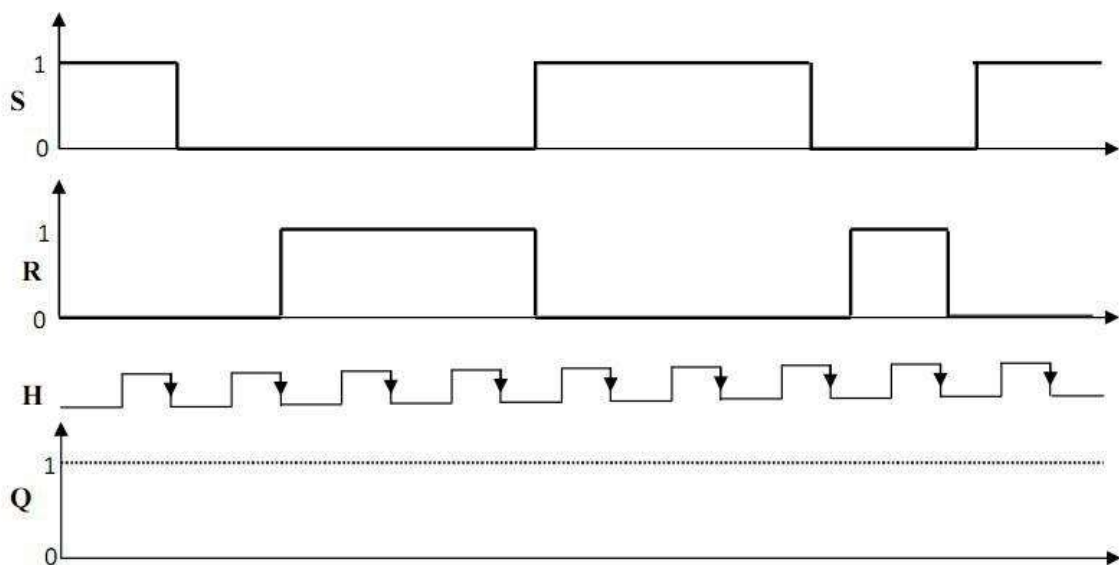
a- symbole



b- Table de vérité

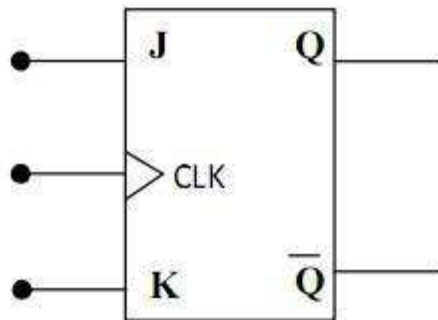
Clk	R	S	Q

c-Chronogramme



3.2.2- Bascule JK synchrone

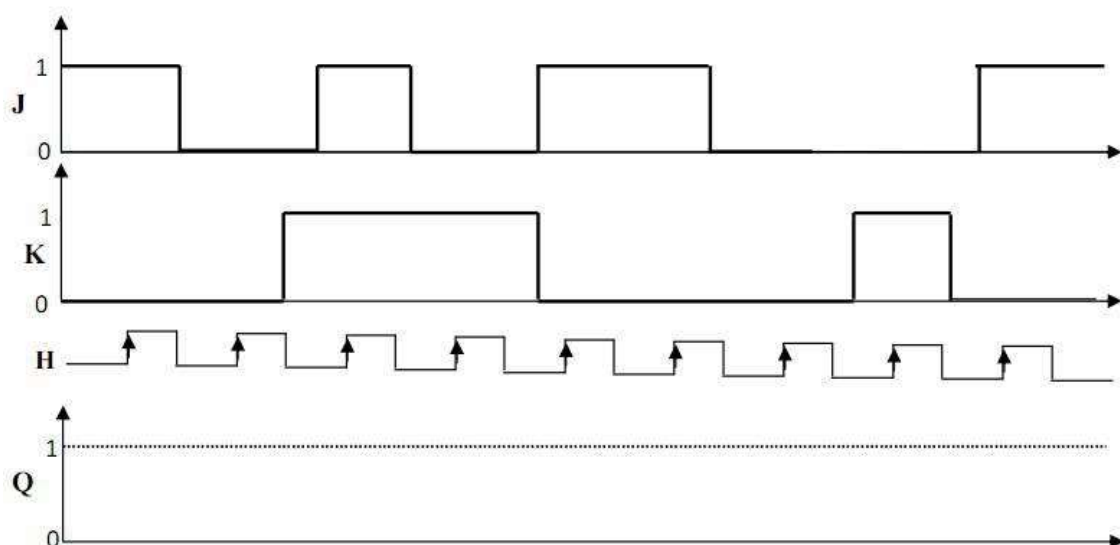
a- Symbole



b- Table de vérité

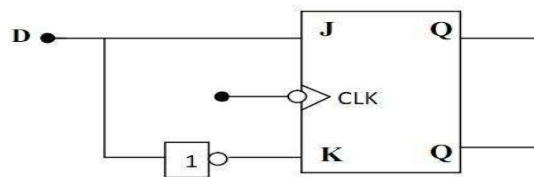
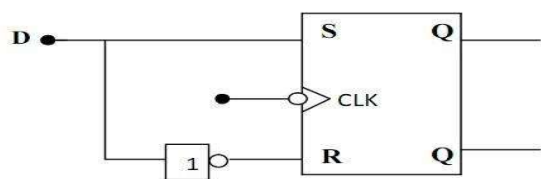
Clk	J	K	Q

c- Chronogramme

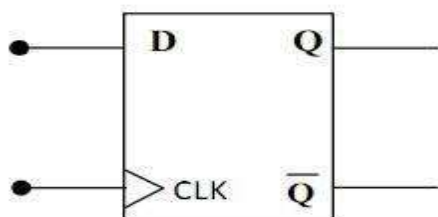


3.2.3- Bascule D

a-schéma



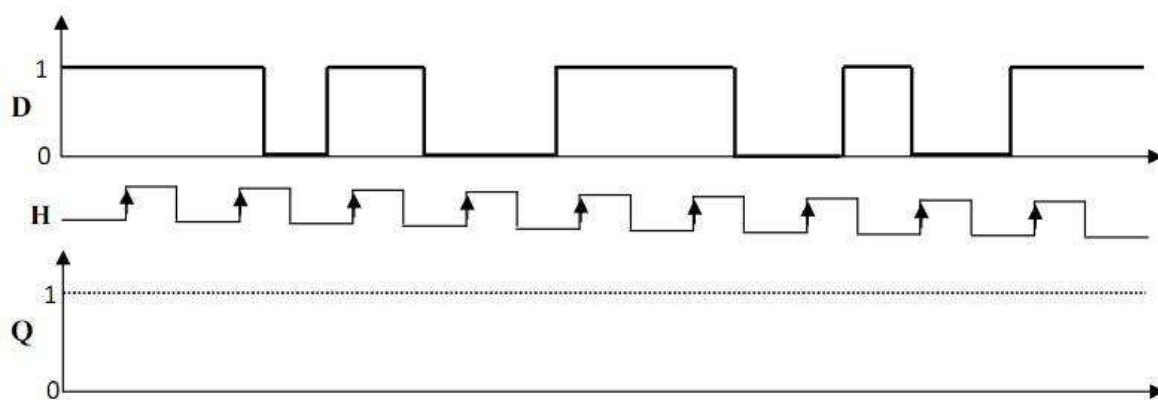
b- Symbole



c- Table de vérité

Clk	D	Q

d-Chronogramme



3.3- Les entrées asynchrones

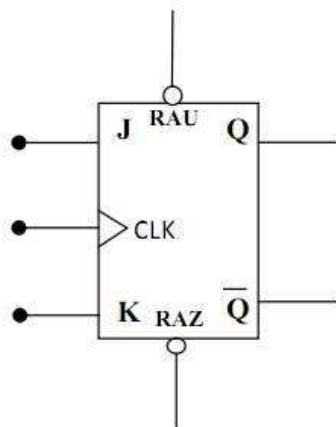
Dans les bascules précédentes, nous avons parlé d'entrées de commande pour les entrées R, S, J, K et D. Ces entrées sont également qualifiées de synchrones étant donné que la sortie de la bascule est synchronisée par le signal d'horloge.

Les entrées de commande synchrones sont utilisées concurremment avec un signal d'horloge qui déclenche la réponse de la bascule.

La majeure partie des bascules synchrones possèdent en plus des entrées asynchrones qui agissent indépendamment des entrées synchrones et du signal d'horloge. On a recours à de telles entrées pour forcer en tout temps la remise à 1 ou à 0 de la bascule, quelles que soient les conditions des entrées. En effet, ce sont des entrées prioritaires, qui imposent un état à la bascule malgré les commandes lancées par les autres entrées.

Exemple : Bascule JK synchrone munie d'entrées asynchrones

a-schéma



b- Table de vérité

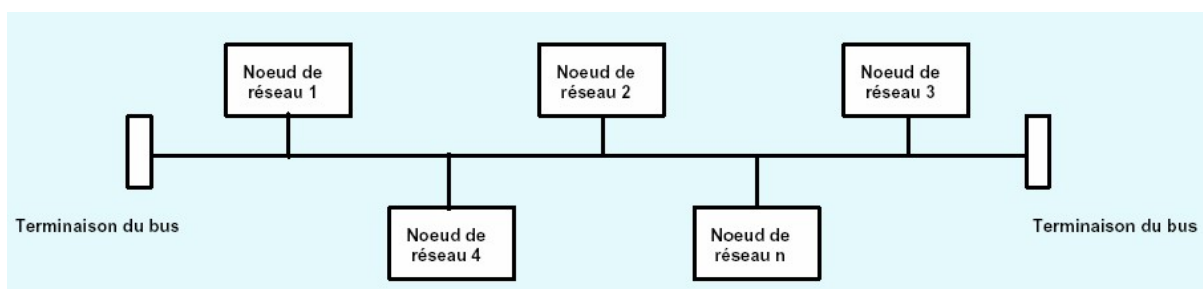
RAU	RAZ	Réponse de la bascule
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

LES BUS CAN

1-GENERALITE

Le bus CAN (Controller Area Network) est un bus de communication développé à la fin des années 80 par l'entreprise allemande Robert BOSCH. L'objectif était de fournir à l'industrie automobile un bus peu coûteux pour l'électronique embarquée des automobiles, comme alternative aux encombrants et complexes câbles des modèles de l'époque.

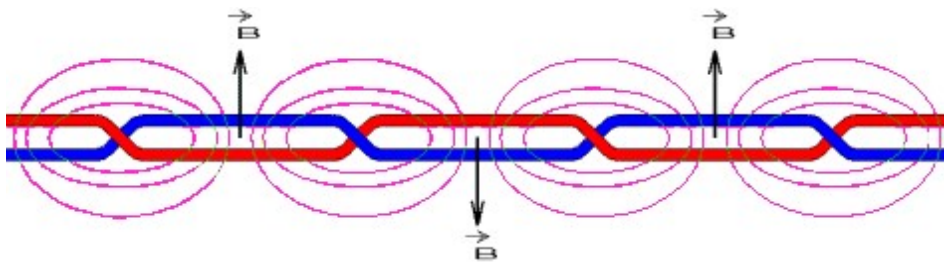
Principe d'une architecture du bus CAN



2- CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DU BUS CAN

La transmission des données est effectuée sur une paire filaire différentielle. La ligne est donc constituée de deux fils :

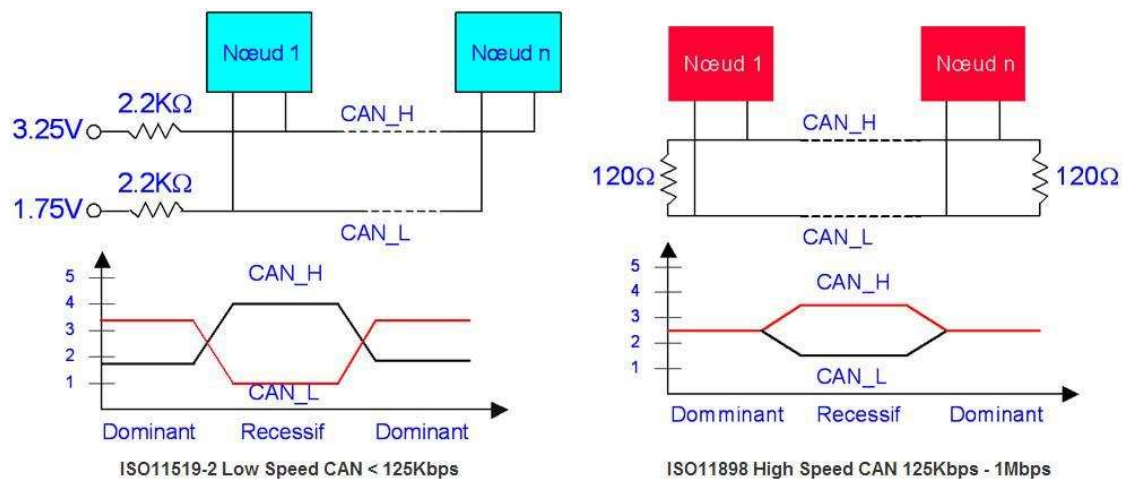
- CAN L (CAN LOW),
- CAN H (CAN HIGH).



Le CAN est un bus de terrain, soumis à des parasites importants. La transmission en paire différentielle permet de s'affranchir de ces problèmes.

Pour les niveaux physiques sur le bus, il est important de distinguer les deux types de transmission possibles :

- transmission en bus CAN *low speed*,
- transmission en bus CAN *high speed*.



LE TABLEAU COMPARATIF DES DEUX TYPES DE BUS

Paramètres	CAN <i>low speed</i>	CAN <i>high speed</i>
Débit	125 kb/s	125 kb/s à 1 Mb/s
Nombre de nœuds sur le bus	2 à 20	2 à 30
Courant de sortie (mode émission)	> 1 mA sur 2,2 kΩ	25 à 50 mA sur 60Ω
Niveau dominant	CAN H = 4V CAN L = 1V	CAN H = 3,5 V CAN L = 1,5 V
Niveau récessif	CAN H = 1,75V CAN L = 3,25V	CAN H = 2,5 V CAN L = 2,5 V
Caractéristique du câble	30 pF entre les câbles de ligne	2*120Ω
Tensions d'alimentation	5V	5V

3-LE PROTOCOLE DE TRANSMISSION

3.1-Description générale

Le protocole définit les règles communes à respecter afin que tous les nœuds du réseau puissent se comprendre. Un nœud peut être un capteur équipé d'un module CAN.

Réseau piloté par un seul maître : seul le maître pose une question (il envoie une trame de requête ou « Remote Frame » en anglais) et l'esclave répond (trame de données ou « Data Frame »). Ce fonctionnement ralentit la communication, car lorsqu'il faut transmettre une information d'un esclave à un autre il faut passer par le maître.

Les trames de données transmises par un nœud (maître ou esclave) sur le bus ne contiennent pas l'adresse du nœud émetteur, ni celle du nœud du destinataire. C'est le contenu de la trame, notamment sa signification qui est précisée par un identificateur (ID).

Chaque nœud recevant tous les messages circulant sur le bus, regarde si celui-ci est intéressant pour lui grâce à l'ID. Si c'est le cas, il le traite, sinon, il l'ignore.

Cet unique ID indique aussi une priorité des messages. Plus la valeur de l'ID est faible (exprimée en décimal), plus le message sera prioritaire. Si deux nœuds ou plus cherchent à avoir accès au bus en même temps (ils veulent envoyer des informations en même temps), c'est celui de plus haute priorité qui gagne et continue à envoyer ces données. Les messages de priorité inférieure seront automatiquement retransmis lorsque le bus sera libre.

On parle dans ce cas-là, d'arbitrage par identificateur de message.

3-2 Format d'une trame CAN

Pour un bus CAN standard, une trame de données comporte les différents champs suivants :



✓ **Le bit S.O.F. (Start Of Frame) :** Il indique le début de la trame.

Le bit Start Of Frame marque le début d'une Data Frame ou d'une Remote Frame.

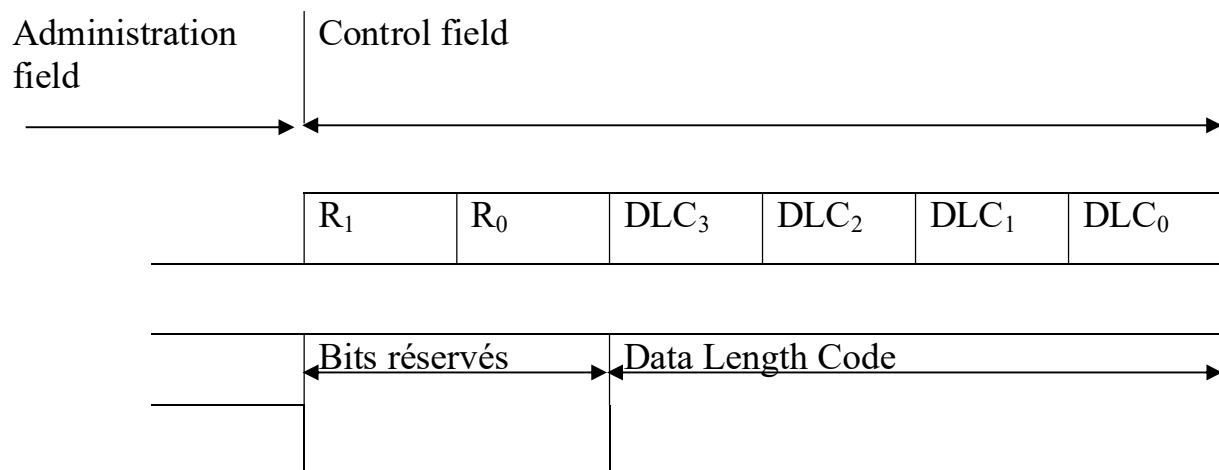
C'est tout le temps un bit dominant. Un nœud ne peut bien sûr débuter une transmission que si le bus est libre (IDLE). Ensuite, tous les autres nœuds se synchronisent sur SOF du nœud ayant commencé une transmission.

✓ **Le champ d'arbitrage**

Il contient l'identificateur (ID) du message codé sur 11 bits et un bit RTR (Remote Transmission Request). S'il s'agit d'une question posée par le maître, ce bit vaut 1 (bit récessif), il vaut 0 (bit dominant) pour une trame de données (réponse par exemple).

✓ Le champ de contrôle

Le champ de contrôle est codé sur 6 bits.



Les 2 premiers bits sont réservés (r1 et r0 toujours récessifs) et le DLC sur 4 bits (Data Length Code) contient le nombre d'octets de données qui remplissent le champ de données. Les 4 bits codant le DLC sont :

Taille des données en octet	(DLC) Data Length Code			
	DLC ₃	DLC ₂	DLC ₁	DLC ₀
0	D	D	D	D
1	D	D	D	R
2	D	D	R	D
3	D	D	R	R
4	D	R	D	D
5	D	R	D	R
6	D	R	R	D
7	D	R	R	R
8	R	D	D	D

D : bit dominant

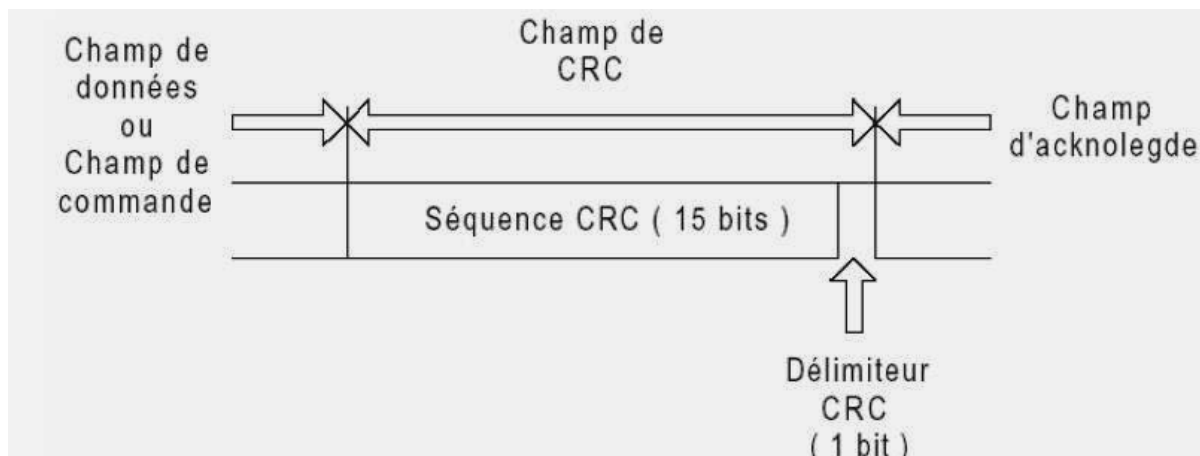
R : bit Récessif

✓ Le champ de données

Il contient les bits de données. Le champ de données a une longueur de 0 à 64 bits, soit de 0 à 8 octets (bytes en anglais). Cette longueur est déterminée lors de l'analyse du champ de contrôle (DLC). Dans le cas d'une trame de requête (Remote Frame), le champ de données est vide.

✓ Le champ CRC

Le champ CRC est codé sur 16 bits.



Il contient le code de redondance cyclique CRC sur 15 bits et un bit délimiteur toujours récessif (à 1).

✓ Le champ d'acquiescement

Le champ d'acquiescement possède 2 bits. La station émettrice de la trame laisse le bus libre pendant 2 coups d'horloge. Elle émet pour cela 2 bits récessifs et passe en mode réception dès le premier coup d'horloge.

Le premier bit ACK correspond à l'acquiescement par l'ensemble des nœuds ayant reçu le message. Si aucune erreur n'a été détectée par un nœud (après calcul du CRC), ce dernier émet un bit dominant sinon il émet une trame d'erreur. La station émettrice du message réagit en fonction de l'émission d'un bit dominant ou non par les autres nœuds (réémission complète de la trame par exemple).

Le second bit est un bit délimiteur d'acquiescement qui doit toujours être récessif.

✓ Le champ de fin de trame : Il est constitué de 7 bits successifs à l'état récessif.

CAPTEURS

1- DEFINITION

Un capteur est organe de prélèvement d'informations qui élabore à partir d'une grandeur physique (information entrante) une autre grandeur physique de nature différente (très souvent électrique). Cette grandeur, représentative de la grandeur prélevée, est utilisable à des fins de mesure ou de commande.

Selon leur mode de fonctionnement, on distingue les capteurs actifs et les capteurs passifs.

- ✓ Les capteurs actifs sont des capteurs alimentés par une tension, qui contiennent des éléments d'amplification ou qui génèrent un signal. Le signal sort, par l'électronique intégrée dans les capteurs, sous forme de tension digitale.
- ✓ Les capteurs passifs sont des capteurs qui ne contiennent que des éléments passifs (bobine, résistance, condensateur). Le plus souvent les signaux sortent sous forme de tension analogique.

2- NATURE DES INFORMATIONS PHYSIQUE APPREHENDÉES

Parmi les informations de toutes natures issues de notre environnement, on distingue les grandeurs physiques associées à des événements climatiques ou encore lumineux ou temporels.

Le rôle du capteur est de rendre exploitable ces différentes grandeurs physiques en vue de leur traitement ultérieur.

- **Mesure de présence :** ces capteurs indiquent la présence d'un « objet » à proximité immédiate.
- **Mesure de position, de déplacement ou de niveau :** ces capteurs indiquent la position courante d'un « objet » animé d'un mouvement de rotation ou de translation.
- **Mesure de vitesse :** ces capteurs indiquent la vitesse linéaire ou angulaire d'un « objet ».
- **Mesure d'accélération, de vibrations ou de chocs.**
- **Mesure de débits, de force, de couples, de pressions.**
- **Mesure de température, d'humidité, de luminosité**

3- LES DIFFÉRENTS TYPES DE CAPTEURS DANS L'AUTOMOBILE

Les capteurs sont utilisés notamment dans les trois domaines suivants:

- ❖ Sécurité (par exemple : système ESP, système ABS et airbag)
- ❖ Groupe motopropulseur (par exemple : sonde lambda, capteur d'arbre à cames et capteurs de cliquetis)

- ❖ Confort (par exemple : capteur de pluie, capteur pour le système de conditionnement d'air et récepteur de télécommande de portes)

Selon leur mode de fonctionnement, on distingue les capteurs actifs et les capteurs passifs. La définition de ces deux qualificatifs n'est pas clairement définie et fait l'objet de discussion entre experts

- Les **capteurs actifs** sont des capteurs alimentés par une tension, qui contiennent des éléments d'amplification ou qui génèrent un signal. Le signal sort, par l'électronique intégrée dans les capteurs, sous forme de tension digitale.
- Les **capteurs passif** sont des capteurs qui ne contiennent que des éléments passifs (bobine, résistance, condensateur). Le plus souvent les signaux sortent sous forme de tension analogique. Les

3.1- CAPTEUR INDUCTIF

Pour la saisie de mouvements (vitesses de rotation, rotations de vilebrequin, etc.) et de positions (position de vilebrequin) on utilise par exemple des capteurs qui fonctionnent selon le principe d'induction (dénommés aussi capteurs inductifs). Le principe physique concernant la production d'une tension inductive repose sur la variation avec le temps du champ magnétique. Par exemple, le capteur de régime balaye les dents de la couronne du volant moteur et fournit une impulsion de sortie par dent.



3.2- CAPTEUR A EFFET HALL

Il est également possible de déterminer des vitesses de rotation (capteur de vitesse de rotation, capteur de vitesse du véhicule) et des positions (point d'allumage) à l'aide d'un capteur à effet Hall. Dans la sonde à effet Hall, une tension UH (tension de Hall) proportionnelle à la densité de champ magnétique B est créée. Un écran rotatif permet de modifier le champ magnétique en phase avec la vitesse de rotation de l'allumeur et il est ainsi possible de créer un signal de tension variant avec le champ magnétique B. La tension UH mesurée sur le générateur Hall est de quelques millivolts et doit être

amplifiée à l'aide d'un circuit intégré Hall et transformée en signal de tension rectangulaire (signal binaire).



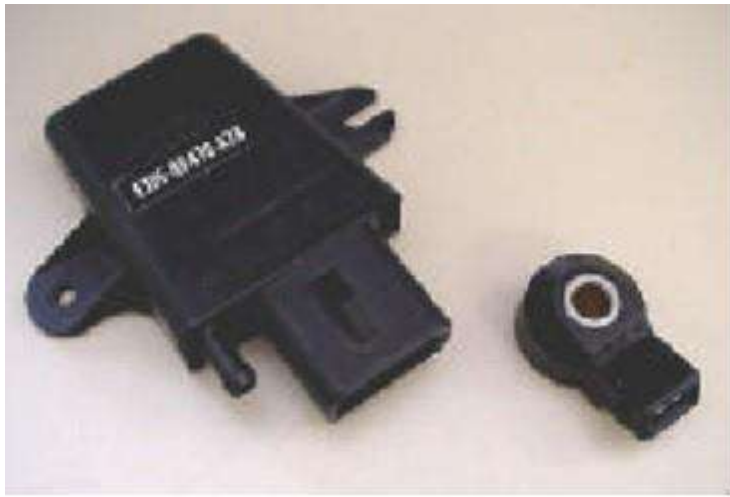
3.3- CAPTEUR DE TEMPERATURE

Les mesures de température du moteur et de l'air aspiré fournissent au calculateur des données importantes relatives aux phases de charge du moteur. Les capteurs de température mesurent électroniquement la température à partir des modifications de résistances au moyen de résistances CTN ou de résistances CTP.



3.4- CAPTEUR DE PRESSION

Pour la mesure des pressions absolues ou bien relatives on utilise des capteurs piézoélectriques. Ces derniers créent une tension électrique lorsqu'ils sont soumis à une pression. Dans le domaine du moteur ces capteurs piézoélectriques sont utilisés comme capteurs de cliquetis et comme capteurs de pression dans le collecteur d'admission par exemple dans des installations d'injection.



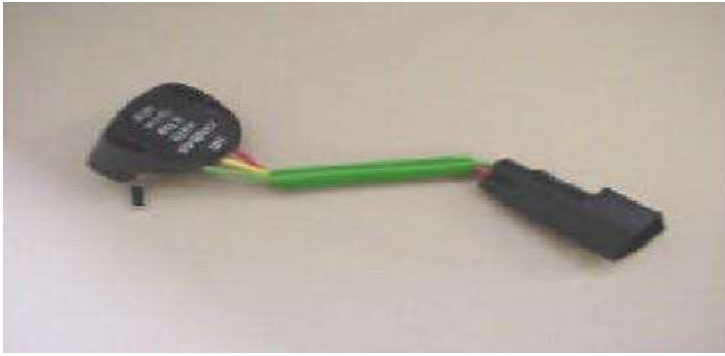
3.5 -SONDE D'OXYGENE (SONDE LAMBDA)

Pour qu'on puisse respecter le plus exactement possible une valeur lambda de $\lambda = 1,00$ pour le traitement des gaz toxiques dans le catalyseur, le système d'échappement est pourvu d'une sonde lambda. Le capteur se compose d'une pièce creuse spéciale qui est fermée d'un côté et dont la partie intérieure est connectée avec l'air extérieur, tandis que la paroi extérieure est en contact avec les gaz d'échappement chauds. S'il y a de l'oxygène dans les gaz d'échappement, la sonde réagit en créant un signal de tension U_λ . La tension varie suivant la richesse du mélange. La tension est transmise au calculateur et à partir de là, le mélange air/carburant est mis à $\lambda = 1,00$ par l'intermédiaire du circuit de réglage λ .



3.6- POTENTIOMETRE

Pour la détermination de la position du papillon des gaz, de la pédale de l'accélérateur etc. on utilise des capteurs potentiométriques, c'est-à-dire des capteurs qui modifient leur résistance effective. Pour la position du papillon des gaz, le balai d'un potentiomètre est actionné de façon proportionnelle à la position du papillon des gaz de sorte qu'une chute de tension correspondante se produit et est transmise à l'appareil de commande.



3.7-CAPTEURS CAPACITIFS

Actuellement, le secteur automobile fait de plus en plus usage de capteurs capacitifs (mesure du niveau d'huile, suspension pilotée, capteur d'accélération). A cet effet, on utilise par exemple la modification de la capacité des deux condensateurs avec une électrode centrale. La position de l'électrode centrale change sous l'influence d'une force. A ce moment, elle s'éloigne d'une électrode et se rapproche de l'autre. La capacité diminue ou augmente en conséquence. En calculant la différence, on obtient la mesure de l'accélération. Un tel condensateur différentiel est composé d'un matériau à base de silicium et peut donc être produit en grandes quantités et à bas prix.



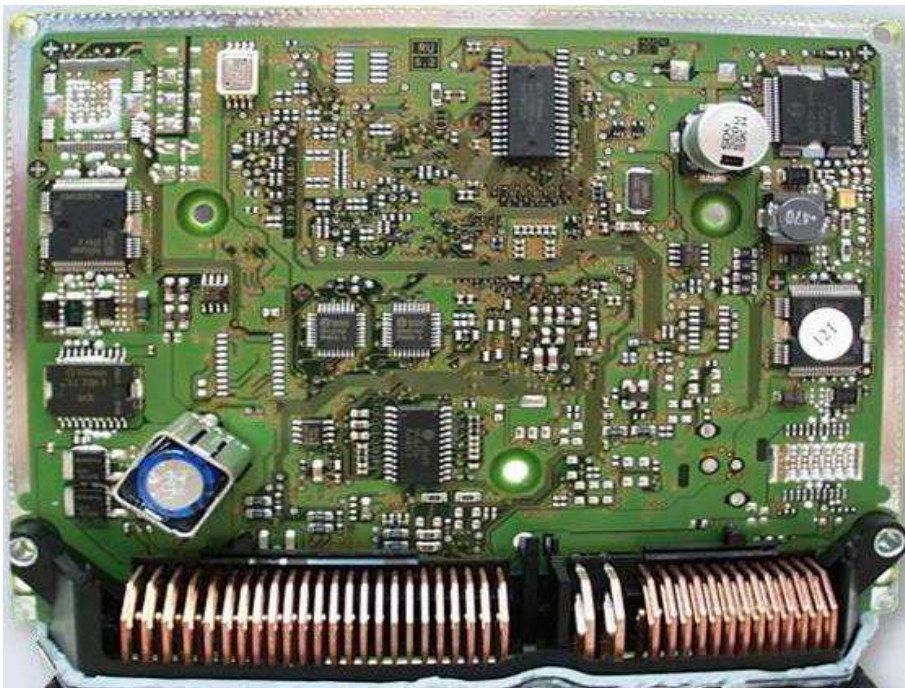
CENTRALE DE COMMANDE OU CALCULATEUR

1- GENERALITES

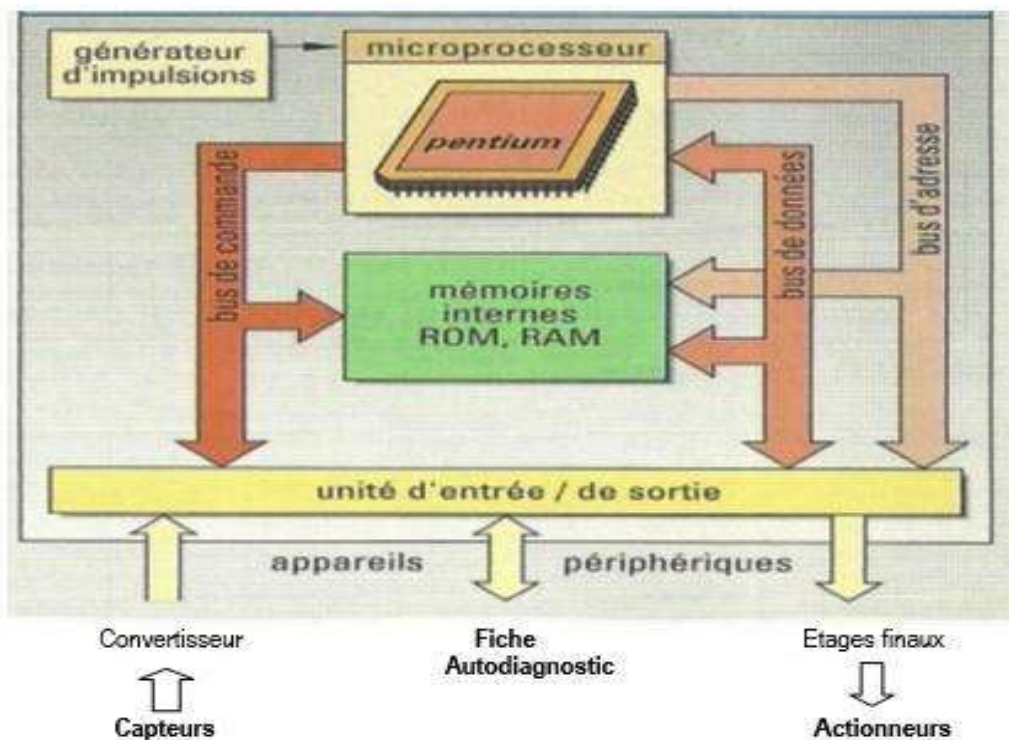
Une Centrale de Commande ou calculateur est un système ou un ensemble de blocs composés d'éléments et de circuits électronique qui se concertent pour exécuter un programme bien défini. Ce dernier est composé d'instructions codées et conservées dans une mémoire avec des données sur lesquelles ce programme travaille. Quand le calculateur reçoit l'ordre d'exécution d'un programme quelconque, il suit et respecte un certain ordre jusqu'à ce que le programme prenne fin.

Un calculateur n'est rien d'autre qu'une machine ultra rapide qui traite les données, résout des problèmes, prend des décisions, tout cela sous la gouverne d'un programme. Un calculateur être assimilé à un micro-ordinateur ou tout autre système à base d'un ou de plusieurs microprocesseurs.

VUE INTERNE DE CALCULATEURS



2- SCHEMA FONCTIONNEL D'UN CALCULATEUR



3) DESCRIPTION

a) Microprocesseur :

- effectue les opérations arithmétiques (addition, soustraction, multiplication, division) et logiques (et, ou, non) avec les données en mémoire centrale.
- stocke des résultats intermédiaires provisoires
- Ensemble avec le générateur d'impulsions, ils commandent le déroulement du travail, rythment les phases de travail, appellent les données nécessaires et commande les opérations d'Entrée/Sortie.

b) Mémoire interne : c'est la mémoire de travail ou mémoire principale. Elle est sous divisée en deux blocs :

- **Mémoire morte (ROM)** ou mémoire à lecture seule : c'est ici que sont stockés de manière indélébile, tous les programmes fixes et toutes les données et courbes caractéristiques, etc....

Ils ne peuvent plus être modifiés et sont conçus pour des applications bien spécifiques.

- **Mémoire vive (RAM)** ou mémoire à accès en lecture/écriture : c'est ici que toutes les données fournies par les périphériques d'entrée y sont stockées jusqu'à ce qu'elles soient appelées par le microprocesseur ou remplacées par des données plus récentes. Par ailleurs, elle permet le stockage intermédiaire des résultats de calcul en vue de leur traitement ultérieur.

c) Bus : les composants du calculateur sont reliés entre eux au travers d'une liaison collectrice de données (*anglais* « **BUS** »):

- **Bus de données** : permet la circulation des données ;
- **Bus d'adresse** : permet l'échange avec chaque adresse de la mémoire ;
- **Bus de commande** : transmet à partir du microprocesseur les ordres de commande ou de contrôle vers les mémoires

d) Unité d'Entrée / Sortie (E/S) : sert de liaison pour l'échange des données entre les unités du calculateur et les appareils périphériques (Capteurs, Actionneurs, ...)

LE MULTIPLEXAGE DANS L'AUTOMOBILE

L'augmentation constante des fonctions électroniques présentes dans nos véhicules (ABS, climatisation, navigation, radar...) tous ces systèmes ont **besoin d'un grand nombre d'informations** pour fonctionner. Certaines de ces informations peuvent être **communes** d'un point de connexion système à l'autre et parfois dépendre de l'état d'un autre système.

1- NECESSITE DU MULTIPLEXAGE

a- la multiplication des fils pour une seule fonction

Exemple: faisceau de porte avant passager

Sur la porte il existe couramment 7 fonctions électriques :

- fermeture centralisée (7 fils)
- lève-vitre électrique (2 fils minimum)
- rétroviseur électrique (3 fils)
- dégivrage du rétroviseur (3 fils)
- sonde de température extérieure (2 fils faisceau porte passager)
- haut-parleur (2 fils)
- éclairage de pied de porte (2 fils)

Ce qui implique un **nombre importants de fils**, environ une vingtaine de fils sont nécessaires pour alimenter ces fonctions, que pour la portière « passager ».

b- la multiplication des fils ou des capteurs pour une même information

Il arrive couramment, qu'une même information soit utilisée différemment par deux calculateurs, il est donc nécessaire d'avoir deux capteurs qui ne fourniront pas le même signal ou pas au même moment.

***Exemple:** Température de l'eau*

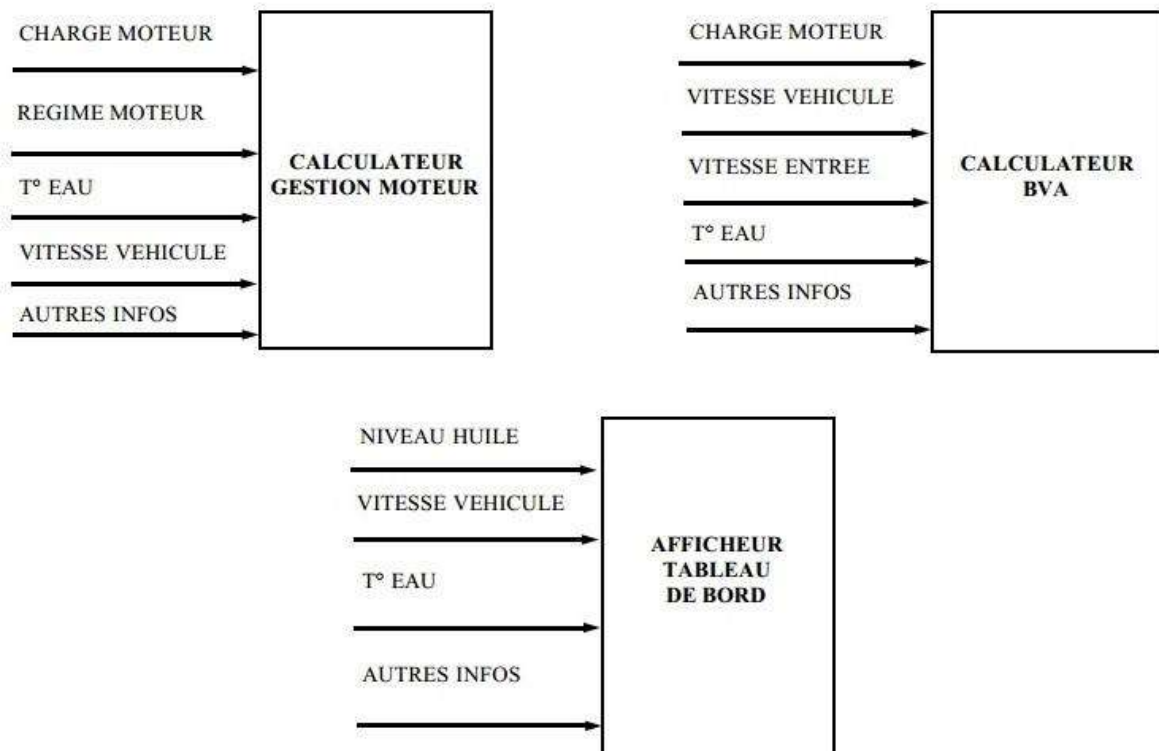
Cette information est utile à trois calculateurs:

- Le calculateur Gestion Moteur
- Le calculateur Boîte de Vitesse Automatique
- Le calculateur Affichage du Tableau de Bord

Il est donc nécessaire d'avoir 3 sondes différentes pour une même information.

2- CABLAGE CLASSIQUE

Dans ce type de câblage les éléments émetteurs et les éléments récepteurs sont **toujours reliés par au moins un fil**.

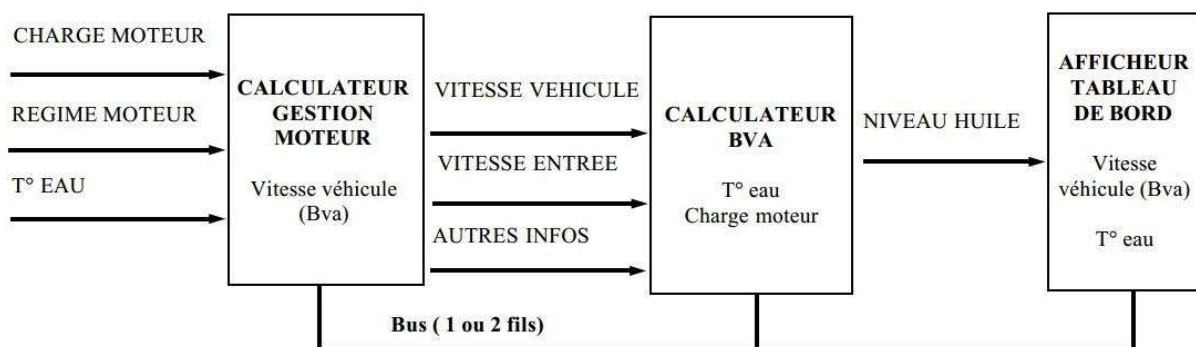


3- SYSTEME MULTIPLEXE

Le multiplexage consiste à **faire circuler une multitude d'informations entre différents calculateurs avec le moins de fils possible**.

On appelle **BUS** les fils électriques véhiculant les informations d'un calculateur à l'autre.

Sur ce bus, les informations sont véhiculées **sous forme numérique**, transmises à haute vitesse **codées et envoyées les unes à la suite des autres**.



Remarque : La défaillance d'un capteur géré par un calculateur peut entraîner des dysfonctionnements sur d'autres fonctions gérées par d'autres calculateurs.
Exemple : Capteur Température d'eau.

4- PRINCIPE D'ÉCHANGE DE DONNEES

L'information vitesse véhicule n'est fournie qu'au calculateur **Boîte de Vitesse Automatique** sous forme analogique, donc mesurable. Le calculateur code cette information. L'information codée est ensuite envoyée sur le réseau.

L'information est disponible à l'entrée de tous les calculateurs. Les calculateurs qui ont besoin de l'information, pour l'utiliser vont au préalable la décoder.

Les calculateurs qui n'ont pas besoin de l'information, ne la décodent pas.
Exemple : L'information « charge du moteur » n'est fournie qu'au calculateur Gestion Moteur sous forme analogique. Ce calculateur code cette information. L'information codée est ensuite envoyée sur le réseau. L'information est disponible à l'entrée des calculateurs **Boîte de Vitesse Automatique (BVA)** et **Afficheur tableau de bord**. Seul le calculateur **Boîte de vitesse automatique (BVA)** qui a besoin de l'information va la décoder pour l'utiliser. L'autre calculateur ne la decode pas.

5- L'INTERET DU MULTIPLEXAGE

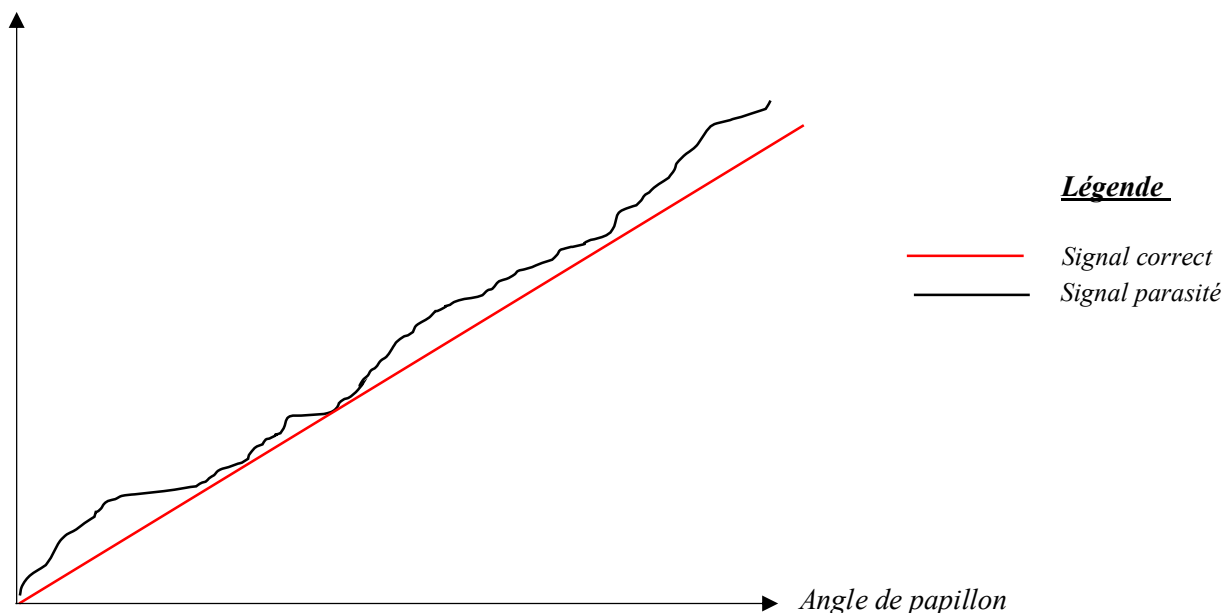
- La diminution du nombre de fils électriques
- **La diminution du nombre de calculateurs et de capteurs**
- **La mise en commun d'informations**
- La rapidité des informations circulant sur un bus
- Réduction de certains coûts de fabrication
- Facilité du diagnostic à l'aide d'une valise de diagnostic.
- **Possibilité d'activer/désactiver des fonctions**

6- LES INCONVENIENTS DU MULTIPLEXAGE

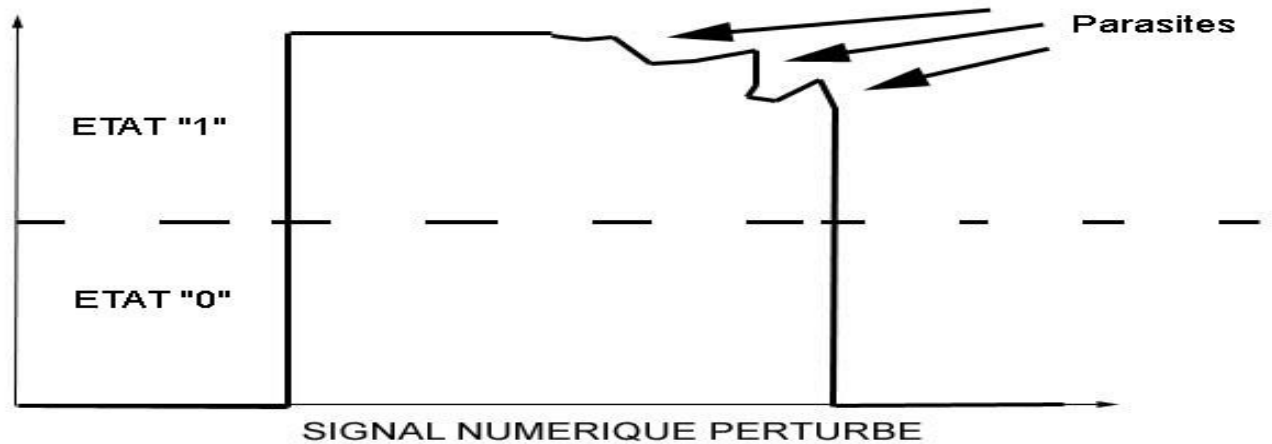
- **Coût des appareils de diagnostic**
- Formation du personnel technique
- **Difficulté d'installation d'un équipement en deuxième monte**
- Diagnostic complet impossible sans l'outil constructeur.
- Technologie nouvelle pas totalement maîtrisée

7- AVANTAGE DU SIGNAL NUMERIQUE

Tension en volts



- un signal analogique parasité reste parasité cela veut dire que ce signal émet de mauvaises informations et donc affecte le bon fonctionnement d'un système (gestion moteur, Abs...)



- Un signal numérique parasité n'est pas gênant, car comme le montre cette figure l'électronique arrive à faire la différence entre le 0 et le 1 même avec si le signal est endommagé.
- Cela signifie que l'information numérique lue par le calculateur ne sera jamais perturbée.

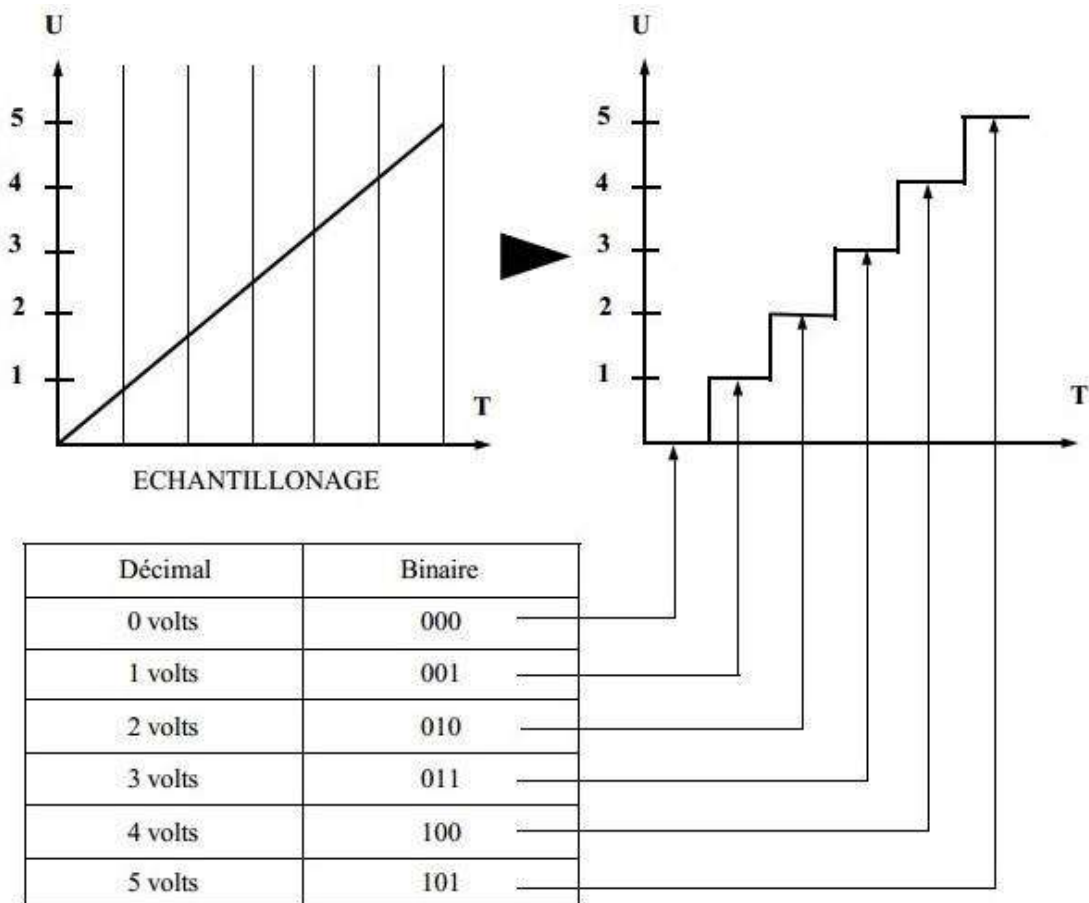
8- PRINCIPE DE CONVERSION D'UN SIGNAL ANALOGIQUE EN UN SIGNAL NUMERIQUE

Un état électrique ne prenant que 2 valeurs 0 ou 1 s'appelle un Bit (Binary digit).

Pour numériser un signal analogique, il faut le découper (échantillonnage) et pour toute valeur de tension correspondante, la coder en bits.

Ces 5 valeurs de tension peuvent être codées sur 3 Bits.

Dans la majorité des cas, le codage s'effectue sur 8 Bits. 8 Bits représentent un octet.



9- LES DIFFERENTS SYSTEMES DE MULTIPLEXAGE (RESEAUX)

Le RESEAU c'est l'architecture (forme du « BUS », mode de fonctionnement, vitesse d'exécution...) d'un système électronique et pour le multiplexage chaque constructeur à plus ou moins son propre système, mais deux systèmes sont plus employés :

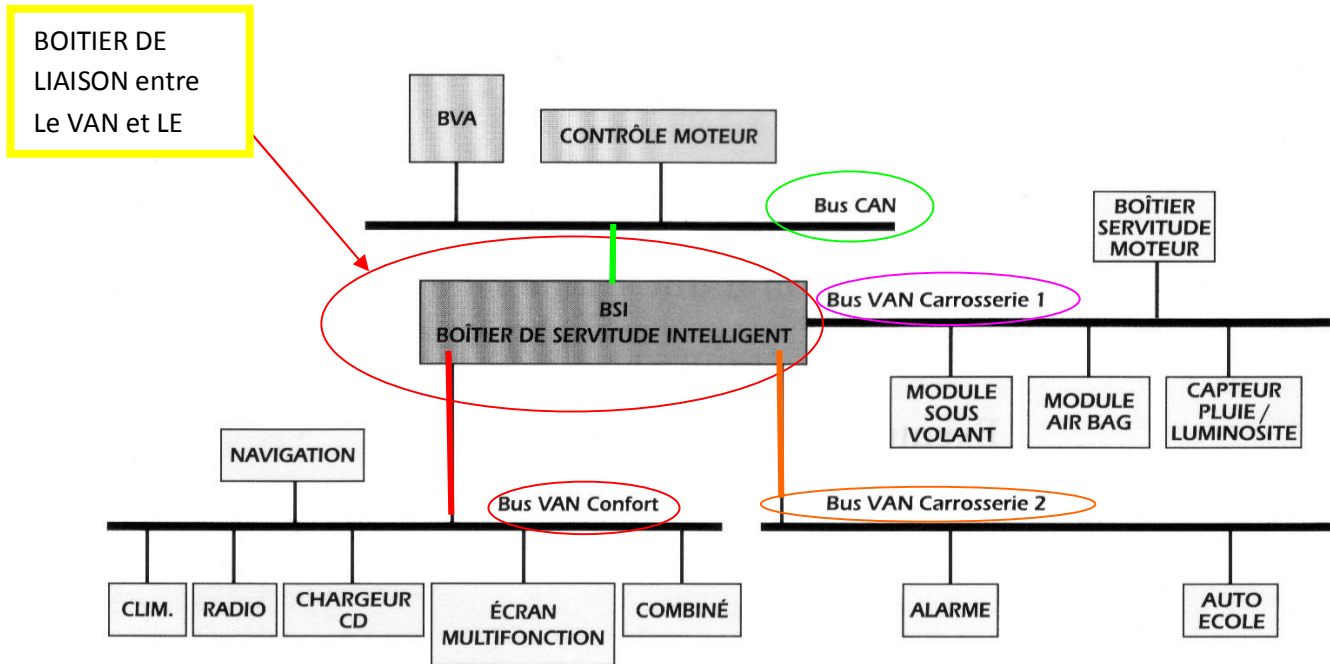
9.1- le réseau VAN (Vehicle Area Network) bus français :

Le réseau **VAN** est utilisé pour la commande de l'autoradio, de la climatisation... (VAN CONFORT), des vitres, toit ouvrant... (VAN carrosserie).

Le réseau **VAN** est aussi, chez **PSA** uniquement, couplé avec le réseau **CAN** (pour la gestion moteur) à l'aide d'un calculateur central appelé « BSI » Boîtier de servitude intelligent.

Le « **BUS** » du réseau **VAN** est constitué de deux fils appelé **DATA** et **$\overline{DATA}$**

Exemple : un réseau VAN+CAN (PSA)



9.2 - Le réseau “CAN” (Controller Area Network) Bus allemand :

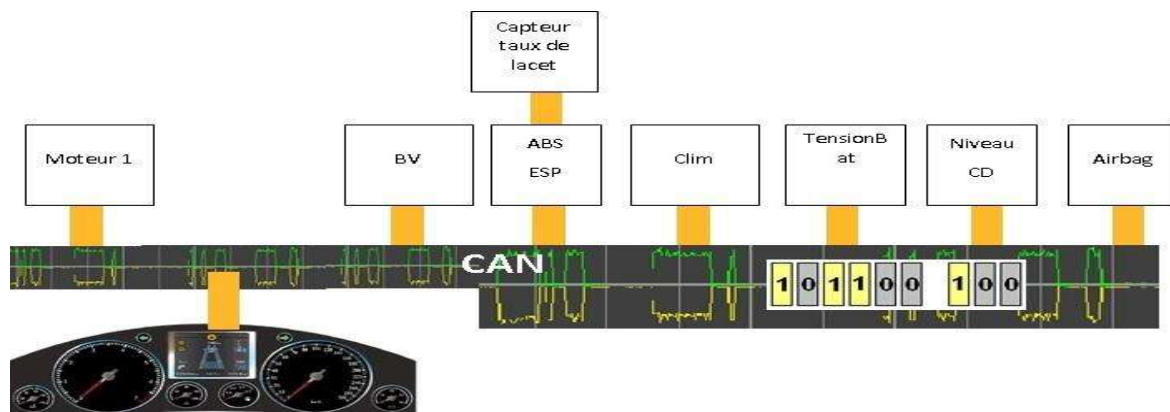
Le réseau CAN est utilisé seul (sans réseau VAN), par Renault et le groupe Volkswagen/Audi...

Le « BUS » du réseau CAN est constitué uniquement de deux fils appelé :

CAN High et CAN Low.

Sa particularité est qu’il transmet les informations plus rapidement que le système VAN c’est pour cela qu’il est entre autre utilisé pour la gestion moteur (calculateur injection, l’ABS...).

Exemple : Un réseau CAN (Audi)



10- Recommandations lors d'interventions sur véhicule

Avant toutes interventions électriques sur un véhicule multiplexé et suivant les opérations à réaliser il faut appliquer des procédures

* Débranchement batterie

- Il **faut attendre** que les communications soient interrompues (attendre 2 minutes)

* Ré-branchement de la batterie

- Il **faut attendre** 1 minute afin que le système transpondeur soit reconnu (anti-scanning) avant de démarrer le véhicule
- Une initialisation de certaines fonctions est nécessaire (anti-pincement vitre, toit ouvrant),

* Echange de calculateur

- Cette opération se réalise **batterie débranchée**.
- Il est formellement **déconseillé de procéder à des essais de calculateur**. En effet certains calculateurs stockent de façon irréversible des données propres au véhicule (kilométrage, code anti-démarrage)
- L'échange de calculateur nécessite souvent **l'utilisation d'un appareil de diagnostic** afin de paramétrer les fonctions sur le véhicule et appairer les systèmes.

* Contrôle :

- L'emploi de lampe témoin - LED au voltmètre analogique pour contrôler une liaison multiplexée communicante **est à proscrire** (consommation de courant entraînant un défaut de ligne).
- Un contrôle du bus (présence de signaux) peut être réalisé avec un multimètre numérique, un oscilloscope ou un testeur spécifique pour le multiplexage.

* Réseau multiplexe :

- Le multiplexage est un moyen de communication. Il est constitué d'une partie matérielle (connectique -câble-) et d'une partie logicielle. Comme pour un réseau informatique un système peut être ajouté/supprimé de façon logiciel comme matériel.
- Tout nouveau système devra être **déclaré (configuration)** à l'ensemble du véhicule pour que le dialogue existe avec le nouveau système.
- L'ajout / suppression système ne peut être réalisé en général qu'avec **un outil constructeur**.

***Réparation des faisceaux**

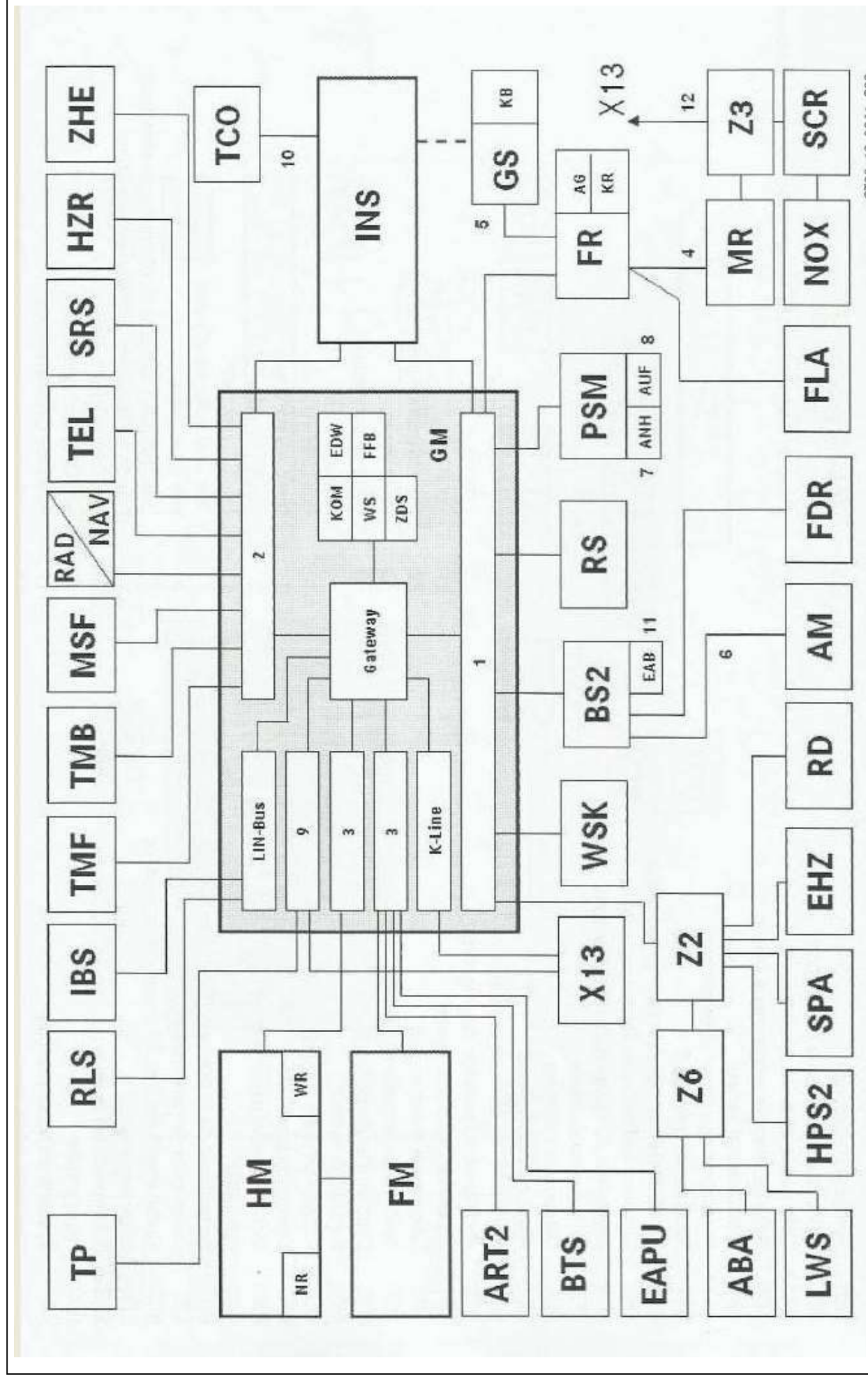
Les lignes de bus sont en fil de cuivre multibrin, elles peuvent donc être réparées de façon classique :

- Soit par kit de réparation.
- Soit par soudure.

Toutefois, il faudra respecter les précautions suivantes :

- Débrancher la batterie.
- Respecter la longueur des fils avec une tolérance de 5 cm.
- Reconstituer les torsades

11- Exemple d'interconnexion : Cas du véhicule industriel Mercedes ACTROS 3



AM	Modulateur d'essieu	RS	Commande de ralentisseur	
AG	Sélection automatique des rapports	SCR	Retraitement des gaz d'échappement, BlueTec	
ANH	Interface CAN système électronique de remorque	SPA	Détecteur de voie	
ART2	Régulateur de vitesse et de distance 2	SR	Contrôle de stabilité	
AUF	Interface CAN électronique superstructure	SRS	Système de retenue	
BS	Système de freinage	TCO	Tachygraphe	
BTS	Coupe-batterie RTMD	TEL	Téléphone	
EAB	Interface CAN frein de remorque électronique	TMF	Module de porte conducteur	
EAPU	Electronic air processing unit	TMB	Module de porte passager	
EDW	Alarme antivol	TP	Plate-forme télématique	
FFB	Télécommande radio	WR	Régulation anti-roulis	
FLA	Système de démarrage à flamme	WS	Système de maintenance	
FM	Module avant	WSK	Convertisseur-embrayage	
FR	Régulation de marche	X13	Prise de diagnostic EOBd (diagnostic embarqué européen)	
GM	Module de base	ZDS	Mémoire centrale de données	
GS	commande de boîte de vitesses	ZHE	Chauffage additionnel	
HM	Module arrière	ZL	Direction additionnelle	
HZR	Régulation du chauffage	Z2	Point de connexion 2	
IBS	Capteur de batterie intégré	Z3	Point de connexion 3	
INS	Instrument	Z6	Point de connexion 6	
KB	Actionnement d'embrayage			
KDiag	Câble K diagnostic	1	Bus CAN véhicule	500 Kbaud
KNot	Câble K commande de secours	2	Bus CAN habitacle	125 Kbaud
KOM	Interface de communication	3	Bus CAN cadre	250 Kbaud
KR	Régulation d'embrayage	4	Bus CAN moteur	125 Kbaud
LWS	Capteur d'angle de braquage	5	Bus CAN boîte de vitesses	250 Kbaud
MSF	Groupe de contacteurs modulaire	6	Bus CAN freins	500 Kbaud
MR	Régulation moteur	7	Interface CAN système électronique de remorque	125 Kbaud
NR	Correcteur de niveau	8	Interface CAN électronique superstructure	125 Kbaud
PSM	Module spécial paramétrable	9	Bus CAN télématique	250 Kbaud
RAD	Autoradio	10	Bus CAN tachygraphe	125 Kbaud
RD	Surveillance de la pression des pneumatiques	11	Interface CAN remorque	125 Kbaud
RLS	Capteur de pluie/luminosité	12	CAN diagnostic embarqué SCR-CAN	250 Kbaud