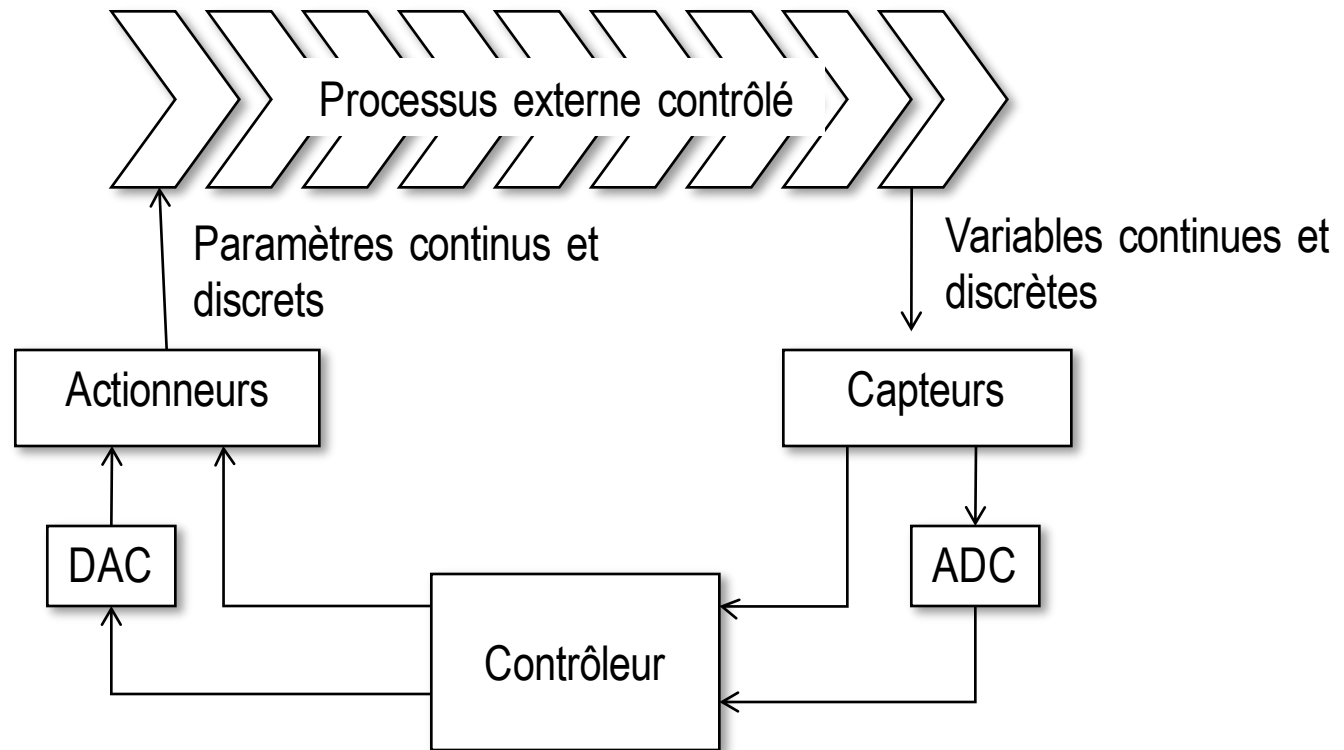


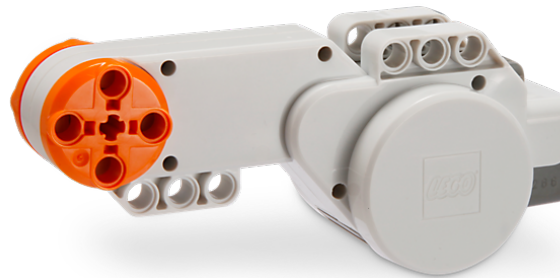


Systèmes numériquement contrôlés : architecture matérielle



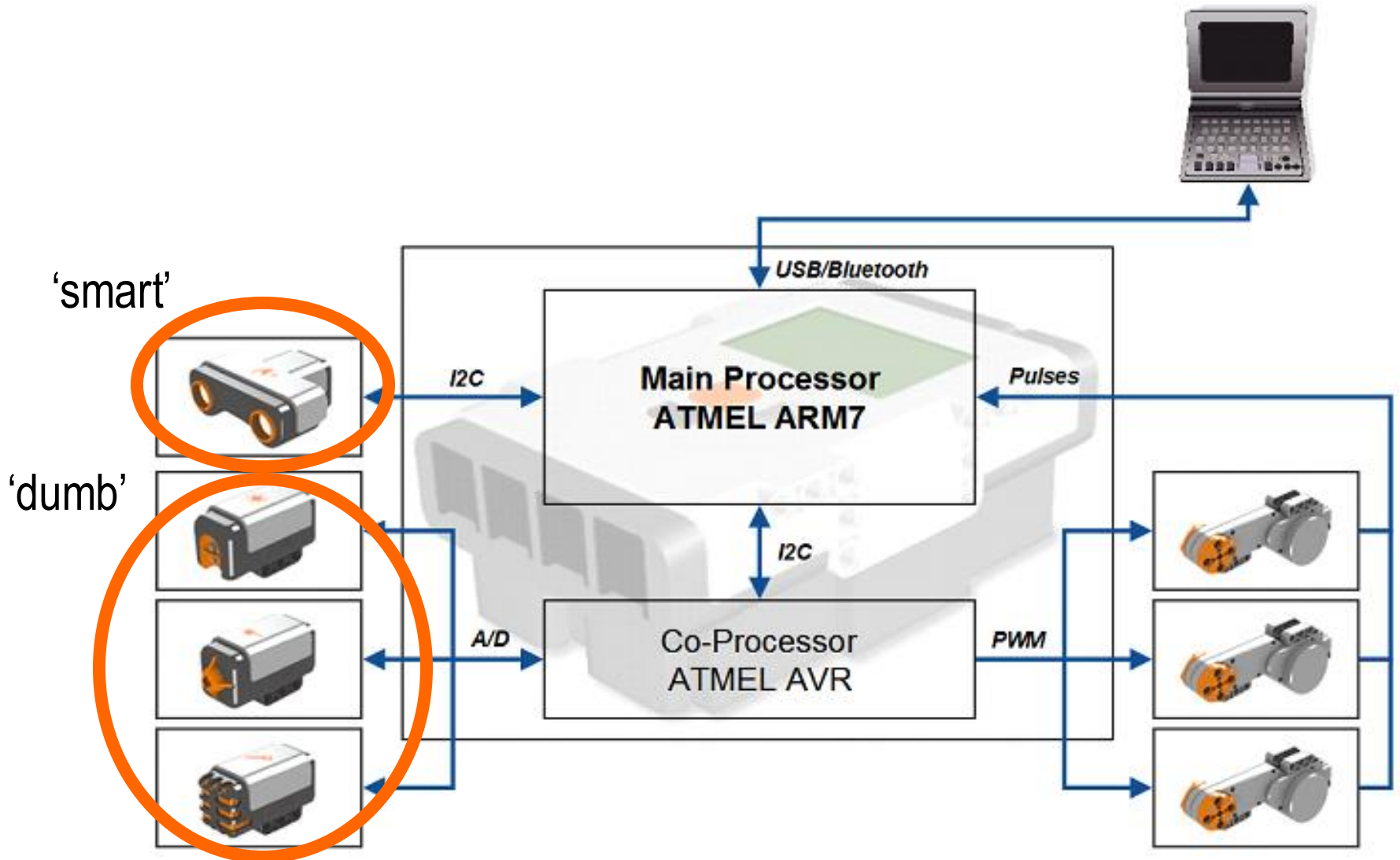


Lego segway





Lego NXT architecture





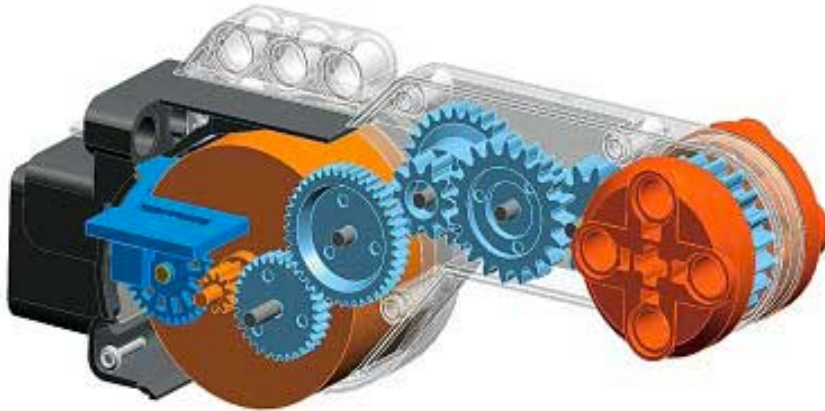
Lego NXT Gyroscope

- 'dumb' : utilise un convertisseur A/N (ADC) 10 bits
- mesure rotation de $\pm 360^\circ$ /s, 300 fois/s





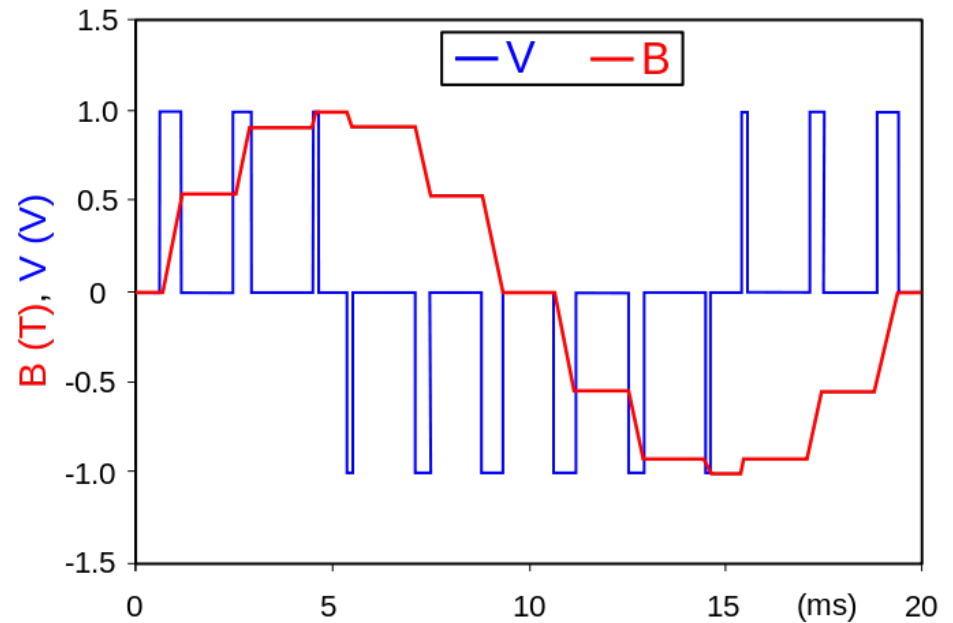
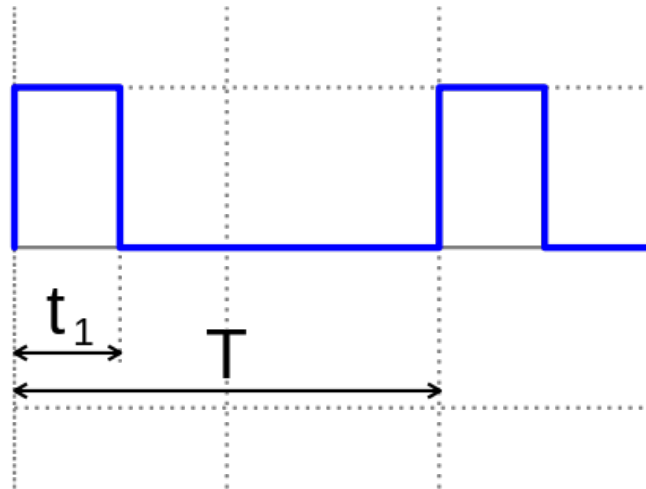
Lego NXT moteur



- Moteur à courant continu
- Commande en PWM (Pulse Width Modulation)



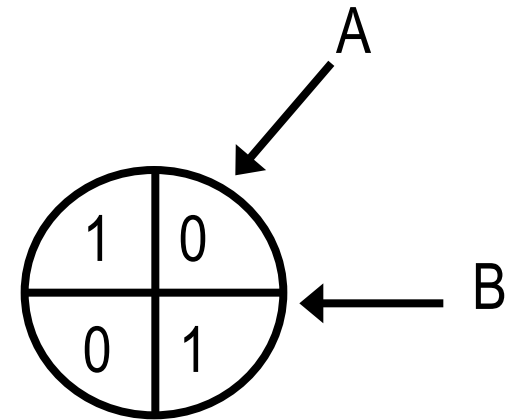
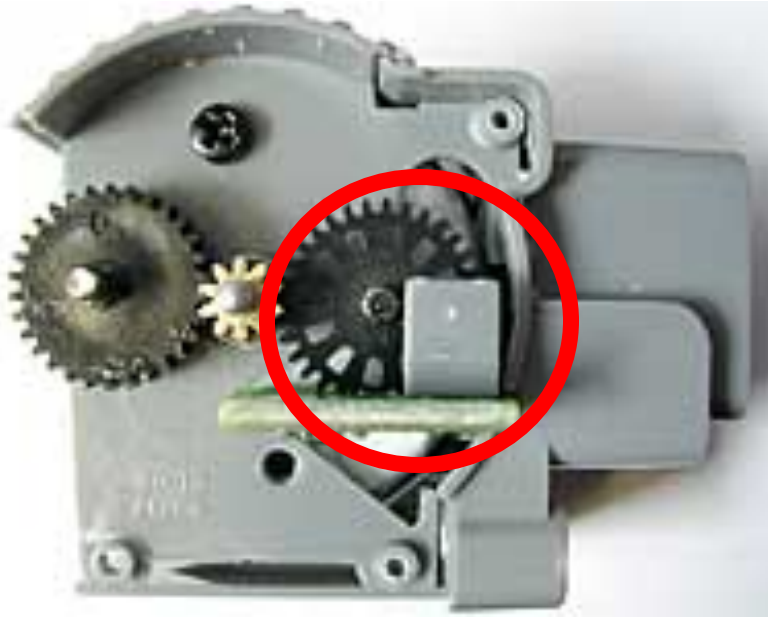
PWM : Pulse Width Modulation



- Peut être aussi utilisé en entrée



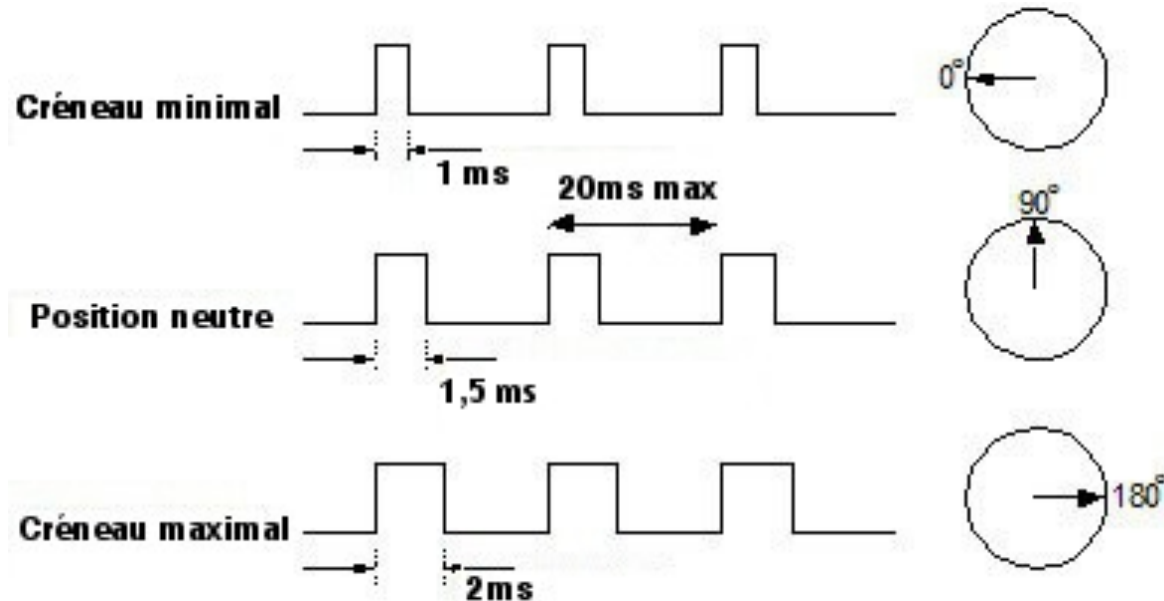
Lego NXT motor : capteur de rotation



- Sens horaire : 01, 00, 10, 11, 01, etc.
- Sens anti-horaire : 01, 11, 10, 00, 01, etc.

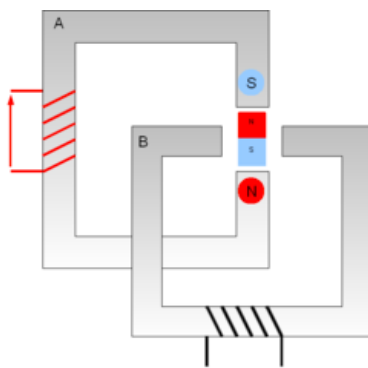
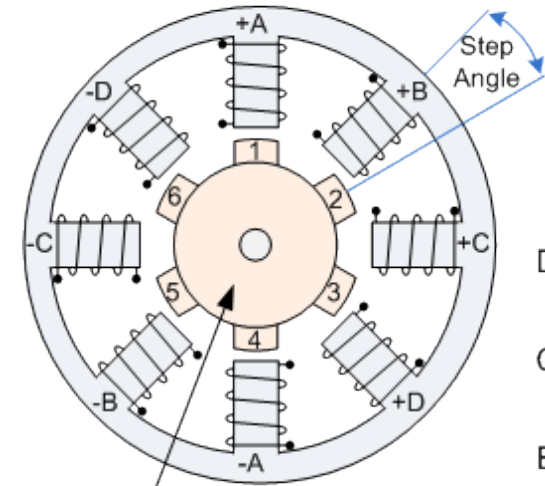


Disgression : servo-moteurs

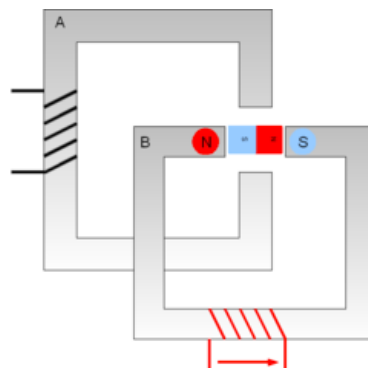




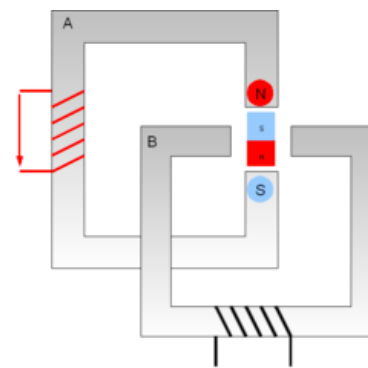
Disgression : moteurs pas à pas



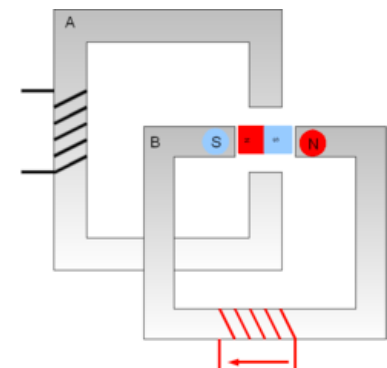
Pas 1



Pas 2



Pas 3



Pas 4



Bus I2C

- Le bus I²C (Inter Integrated Circuit) fait partie des bus série : 3 fils pour faire tout passer
- Développé au début des années 1980, par Philips pour minimiser les liaisons entre les circuits intégrés numériques de ses produits (Téléviseurs, éléments HiFi, magnétoscopes, ...).



Lego NXT brochage câbles

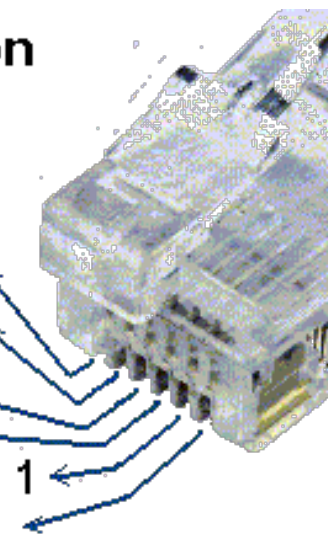
NXT Pinout Information

Input mode:

1. White - Analog Input
 2. Black - Ground
 3. Red - Ground (?)
 4. Green - ~ 4.5 Volts
 5. Yellow - Serial data (I2C Clock?)
 6. Blue - Serial data (I2C SDA?)
- 
- A close-up image of a white NXT cable connector. Blue arrows point from the text list to the corresponding pins on the connector: White to pin 1, Black to pin 2, Red to pin 3, Green to pin 4, Yellow to pin 5, and Blue to pin 6.

NXT Pinout Information

Output mode:

1. White - Motor Power 1
 2. Black - Motor Power 2
 3. Red - Ground
 4. Green - ~ 4.5 Volts
 5. Yellow - Encoder signal 1
 6. Blue - Encoder signal 2
- 
- A close-up image of a white NXT cable connector. Blue arrows point from the text list to the corresponding pins on the connector: White to pin 1, Black to pin 2, Red to pin 3, Green to pin 4, Yellow to pin 5, and Blue to pin 6.



I²C pour Lego NXT

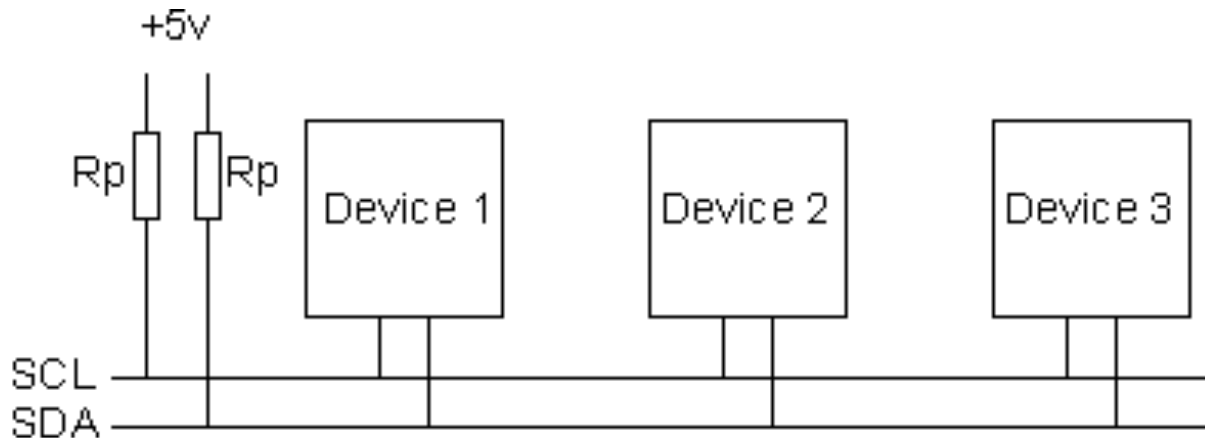
- Les périphériques sont considérés comme des mémoires externes : la lecture à une adresse donne une valeur de capteur, l'écriture à une adresse envoie une commande

Command	Transmitted from NXT			Length
	Byte 0	Byte 1	Byte 2	
		Addr.		
Constants				
Read version	Device address	0x00	R + 0x03	8
Read product ID	Device address	0x08	R + 0x03	8
Read sensor type	Device address	0x10	R + 0x03	8
Read factory zero (Cal 1)	Device address	0x18	R + 0x03	1
Read factory scale factor (Cal 2)	Device address	0x19	R + 0x03	1
Read factory scale divisor	Device address	0x1A	R + 0x03	1
Read measurement units	Device address	0x1B	R + 0x03	7
Variables				
Read variable 1	Device address	0x40	R + 0x03	1
Read variable 2	Device address	0x41		
...				
Commands				
Command 1	Device address	0x80	0xXX	
Command 2	Device address	0x81		
...				



I²C

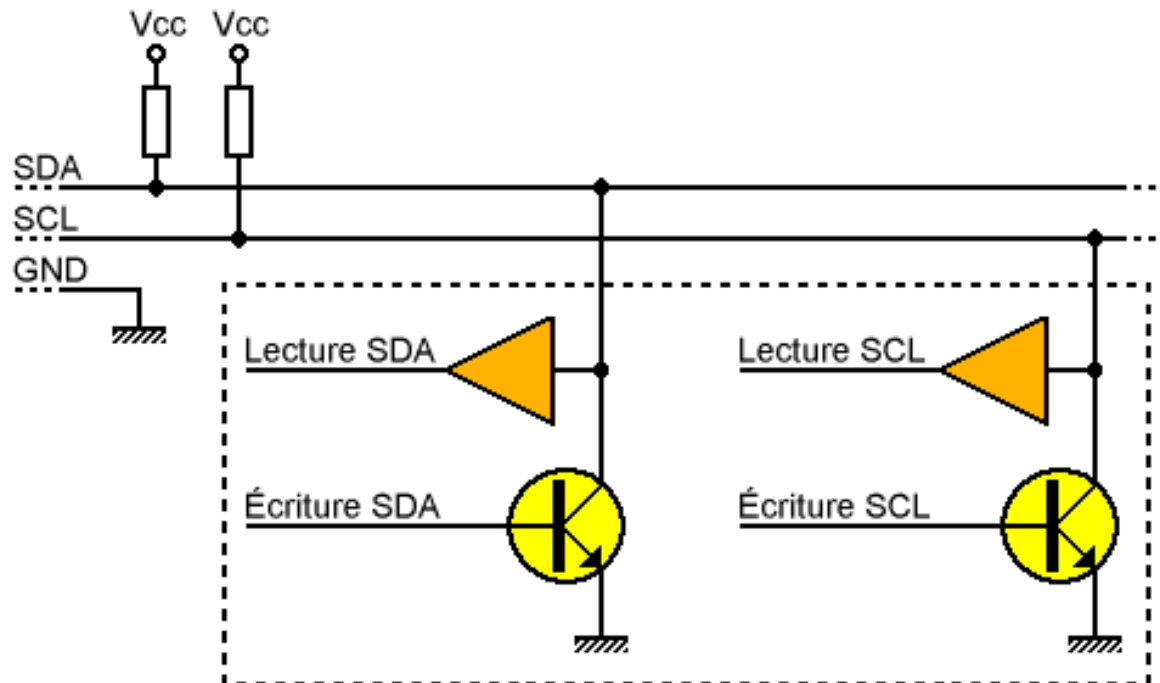
- SDA (Serial Data Line) : ligne de donnée bidirectionnelle
- SCL (Serial Clock Line) : ligne d'horloge de synchronisation bidirectionnelle (vitesse standard : 100kHz)
- Chaque device a une adresse unique de 7 bits
- Un device est 'master', ou 'slave'





I²C

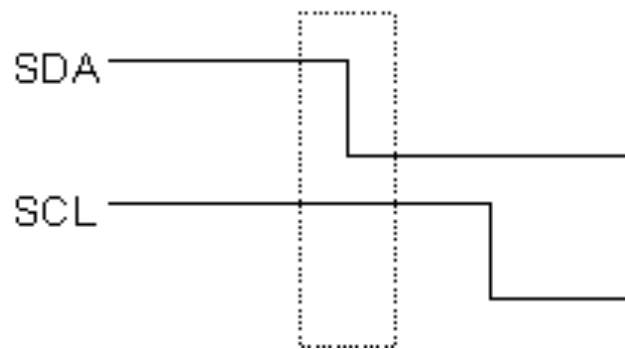
- Comment permettre à plusieurs circuits logiques de connecter leurs sorties ensemble ?
- Il faut utiliser des sorties à collecteur ouvert. Le niveau résultant sur la ligne est alors une fonction « ET » de toutes les sorties connectées.



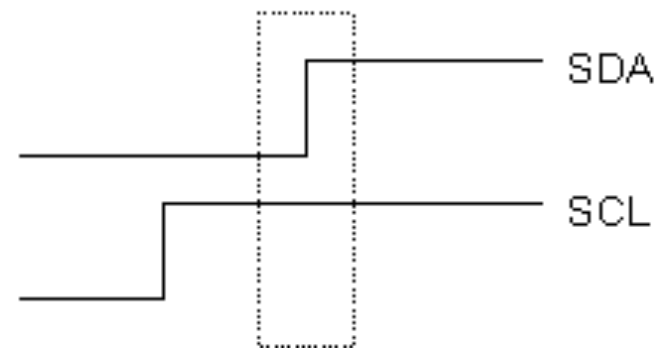


I²C

Start sequence



Stop sequence





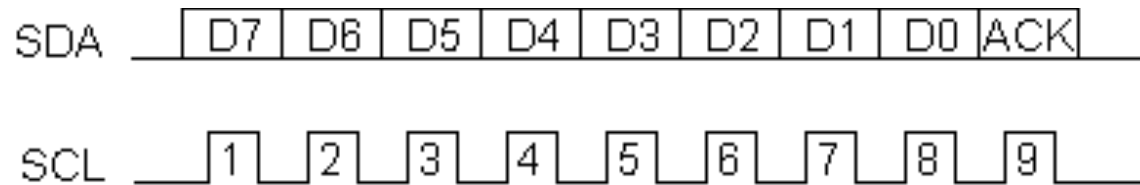
I²C: prise de contrôle du bus

- Communication de maître à esclave ; tout composant peut prendre le statut de maître
- Avant de tenter de prendre le contrôle du bus, un circuit doit vérifier que les lignes SDA et SCL sont au repos, c'est-à-dire à l'état haut.
- Si c'est le cas, le circuit indique qu'il prend le contrôle du bus en mettant la ligne SDA à 0.
- A partir de ce moment là, les autres circuits savent que le bus est occupé et ils ne doivent pas tenter d'en prendre le contrôle.
- Le circuit qui vient de prendre le contrôle du bus en devient le maître (master). C'est lui qui génère le signal d'horloge, quel que soit le sens du transfert.



I²C

- Transmission d'un octet



- En particulier : transmission d'une adresse



- ACK=0 est positionné par l'esclave qui a cette adresse. Si le maître lit 1, cela indique qu'aucun esclave n'a répondu et il lance la séquence de stop

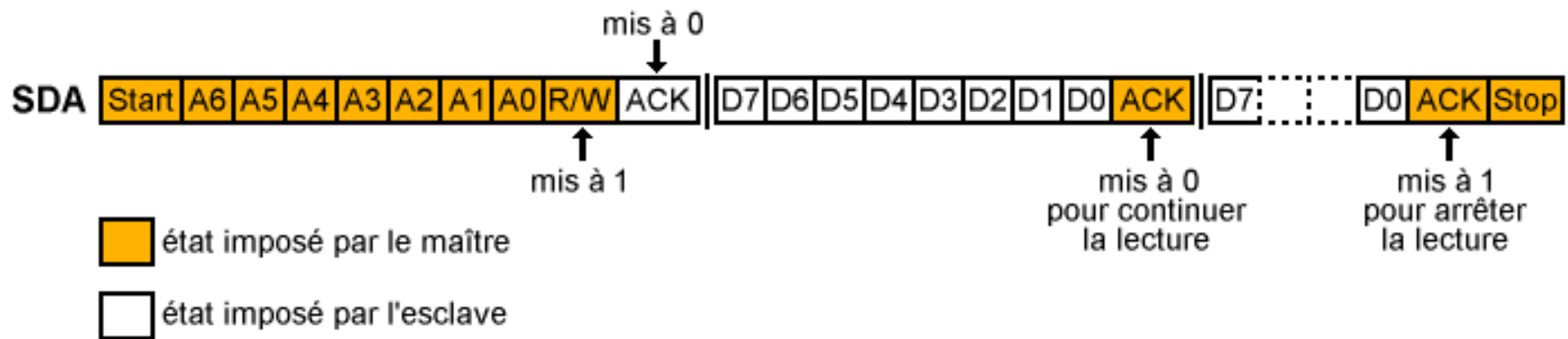


I²C : lecture/écriture de données vers un esclave

1. Envoyer la séquence de start
2. Envoyer l'adresse de l'esclave avec le bit R/W=0 (écriture) ou 1 (lecture)
3. L'esclave qui reconnaît son numéro met ACK=0
4. Envoyer le numéro de registre interne de l'esclave
5. Envoyer le(s) octet(s) de données
6. Envoyer la séquence de stop



I²C : lecture d'un ou plusieurs octets





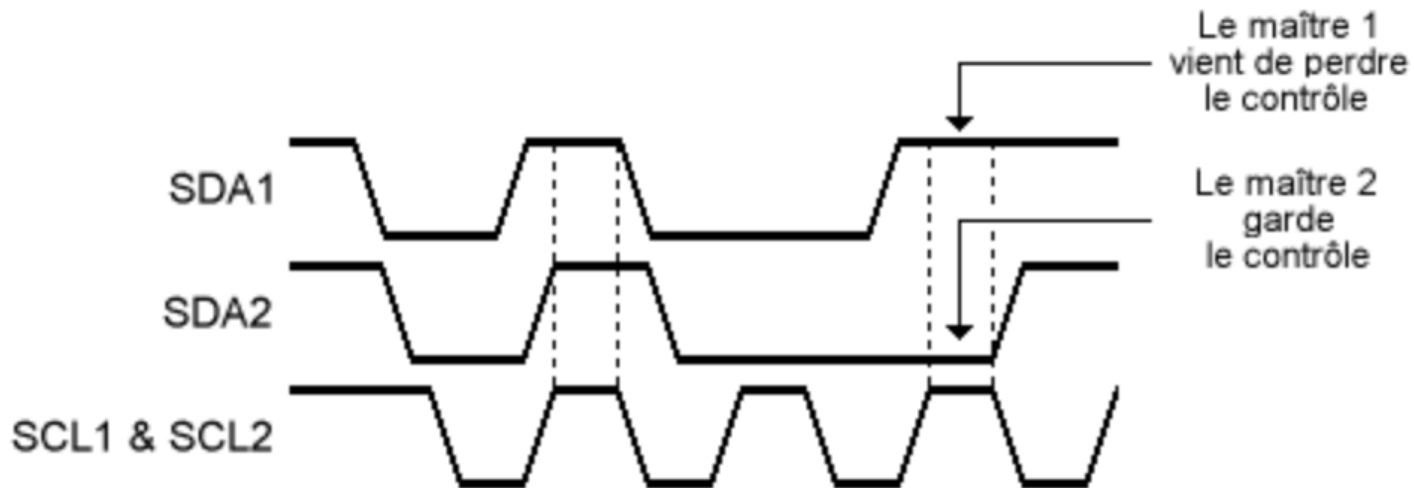
I²C : écriture d'un ou plusieurs octets





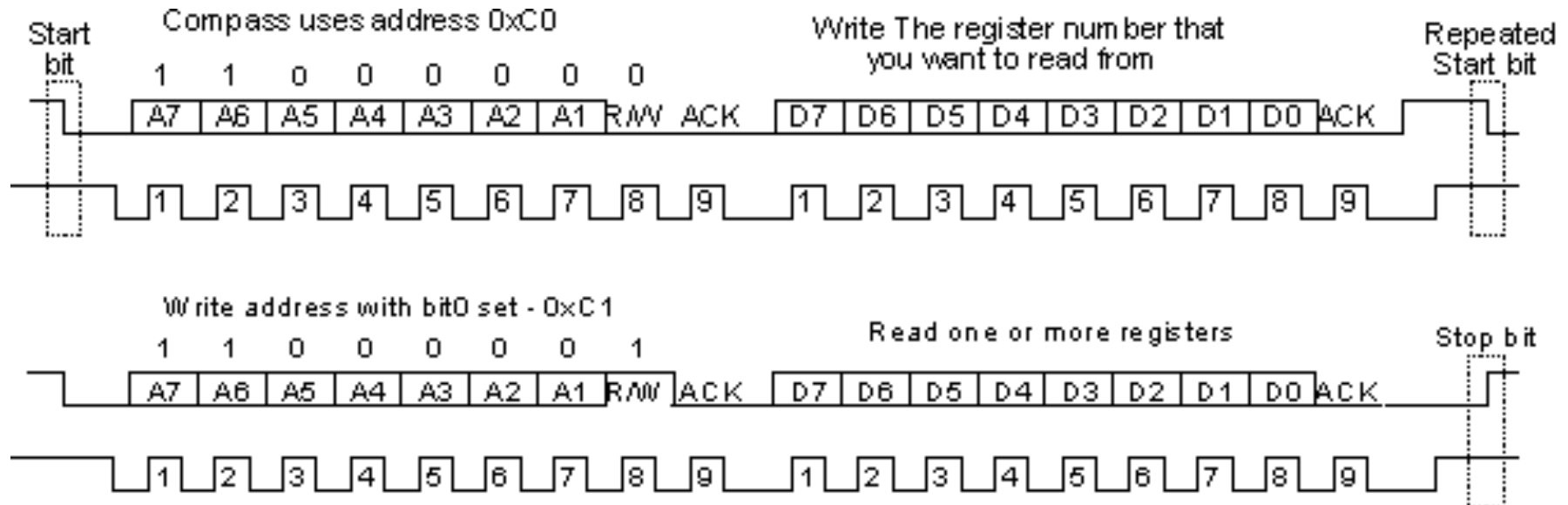
I²C : gestion des conflits

- 2 masters prennent le contrôle du bus en même temps
- À chaque écriture d'un bit, un master relit l'état de la ligne : si différence, conflit, il se retire et se comporte comme esclave en continuant à lire les bits, au cas où le véritable master s'adresserait à lui





I²C : lecture de l'état du gyroscope





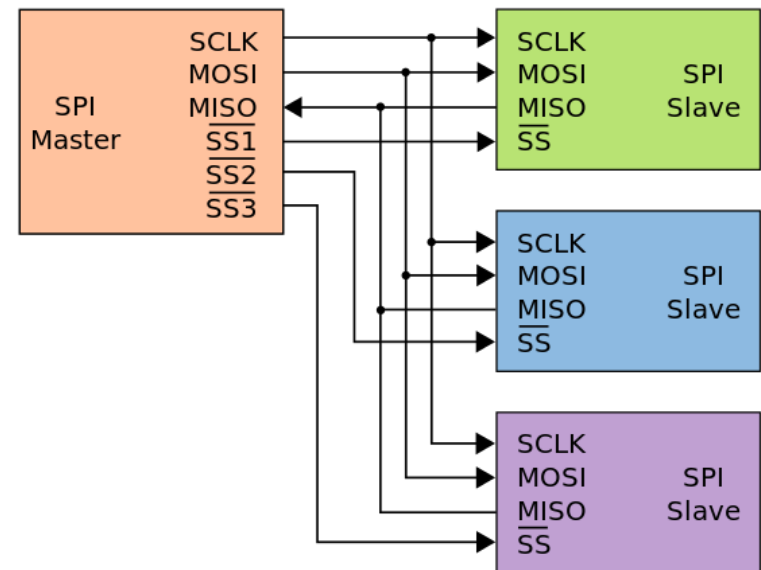
Disgression : les bus multiplexés

- On raccorde à un même câble (un bus) un grand nombre de calculateurs qui communiqueront donc à tour de rôle. Cette technique élimine le besoin de câbler des lignes dédiées pour chaque information à faire transiter (connexion point-à-point)
- Dès qu'un système (voiture, avion, réseau téléphonique...) atteint un certain niveau de complexité, l'approche point-à-point devient impossible du fait de l'immense quantité de câblage à installer et de son coût (en masse, matériaux, main d'œuvre, maintenance).
- L'introduction des bus multiplexés (principalement le CAN) dans l'automobile avait pour objectif de réduire la quantité de câbles dans les véhicules (il y avait alors jusqu'à 2 km de câbles par voiture), mais elle a surtout permis l'explosion du nombre de calculateurs et capteurs distribués dans tout le véhicule, et des prestations correspondantes (baisse de consommation, dépollution, sécurité active/passive, confort, détection des pannes...), tout en diminuant les longueurs câblées.



Disgression : protocole SPI

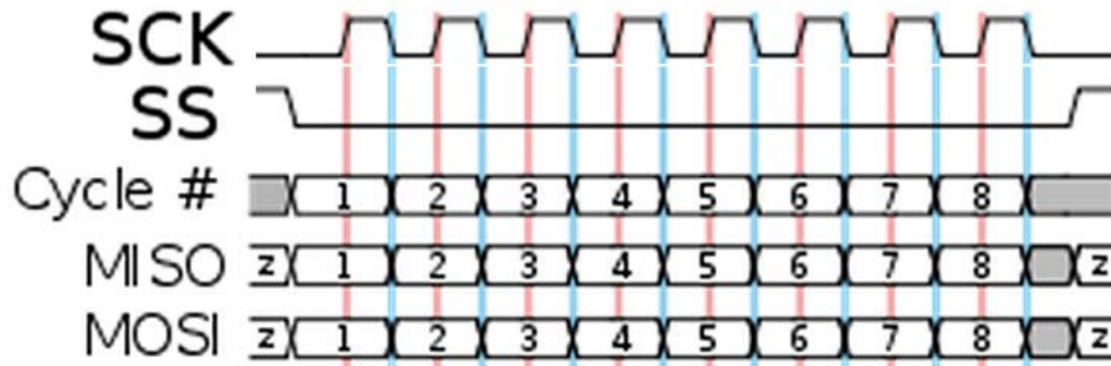
- Le statut master ou slave des devices est figé
- SS: slave select (actif à niveau bas, produite par le maître)
- SCK: serial clock (produite par le master)
- MOSI: master output, slave input (produite par le maître)
- MISO: master input, slave output (produite par l'esclave)

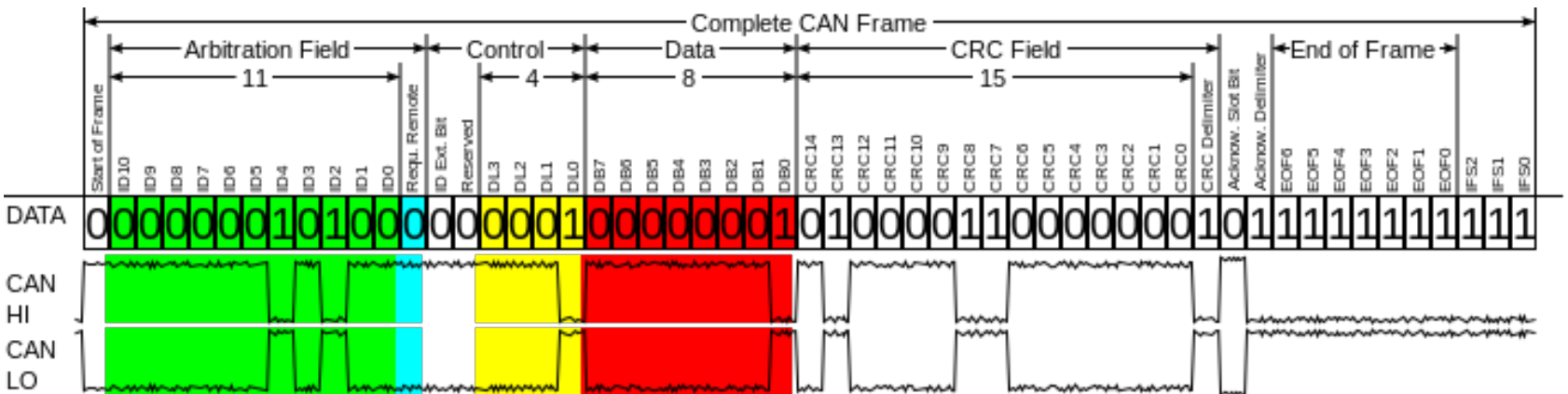




Protocole SPI

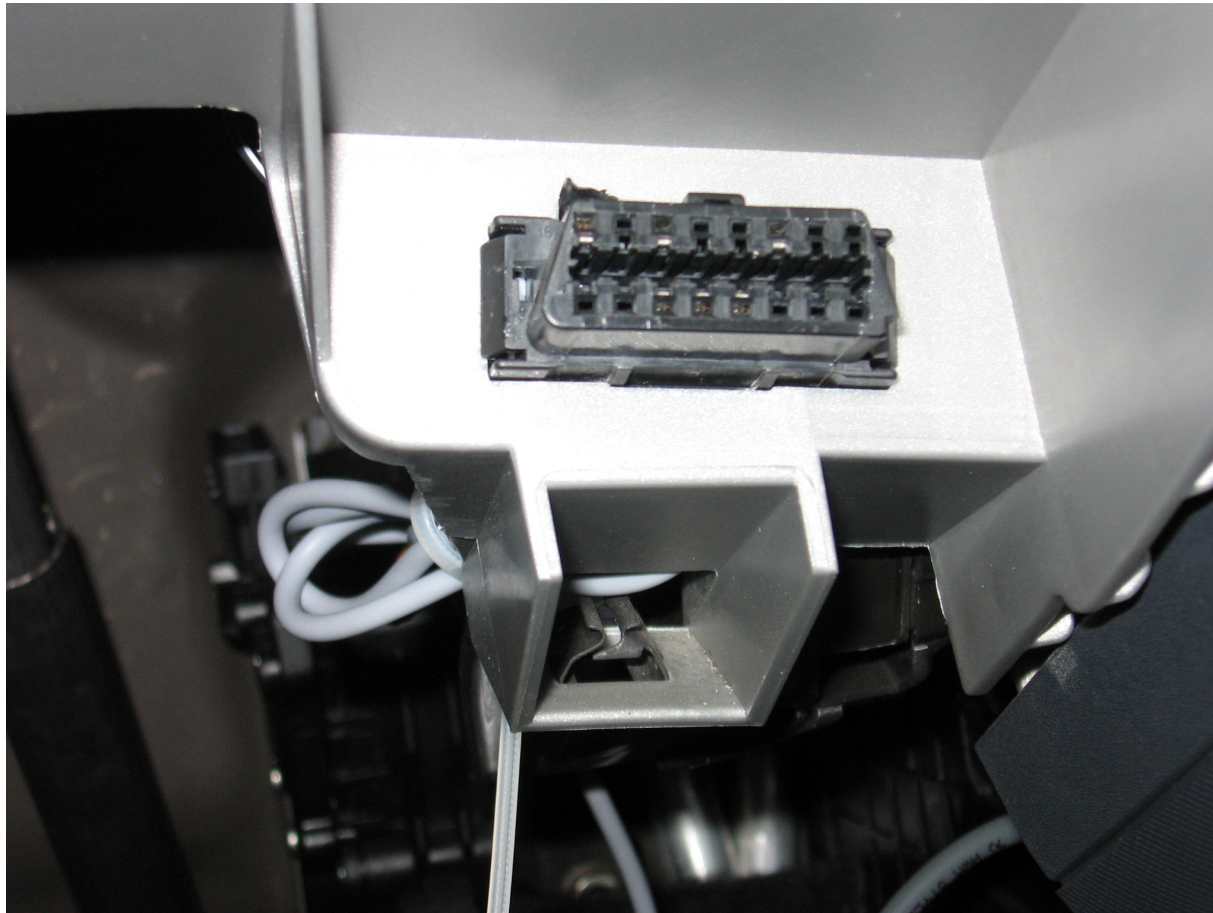
- Une transmission est initiée lorsque SS passe de 1 (repos) à 0, et s'arrête lorsque SS repasse à 1
- À chaque coup de l'horloge SCK le maître et l'esclave s'échangent un bit.
- Après huit périodes de SCK, le maître a transmis un octet à l'esclave et vice versa.







Connecteur OBD pour bus CAN





CAN – adresses Renault Clio III

adresse	débit	fréquence	
0x645	500 Kbps	50/s	Rétroéclairage tableau de bord
0x715	500 Kbps	3 s	Kilométrage total
0x284	500 Kbps	50/s	Vitesse angulaire des roues
0x551	500 Kbps	10/s	Température moteur
0x0c2	500 Kbps	100/s	Position et vitesse angulaire du volant
0x1f9	500 Kbps	100/s	Régime moteur