

# **CAN, CANFD, EvoScann® P16D, EviScann® CANDI**

**Pierre Molinaro**

**7 septembre 2022**

# Présentation brève de CAN et CANFD

## **CAN** (Controller Area Network) :

- première spécification par Bosch en 1983 ;
- spécification définitive (CAN 2.0B) en 1995 ;
- intégré dans les micro-contrôleurs à partir des années 2000 ;
- trames contenant 0 à 8 octets de données ;
- débit maximum 1 Mbit/s (pour bus < 40 m).

## **CANFD** (Controller Area Network with Flexible Data) :

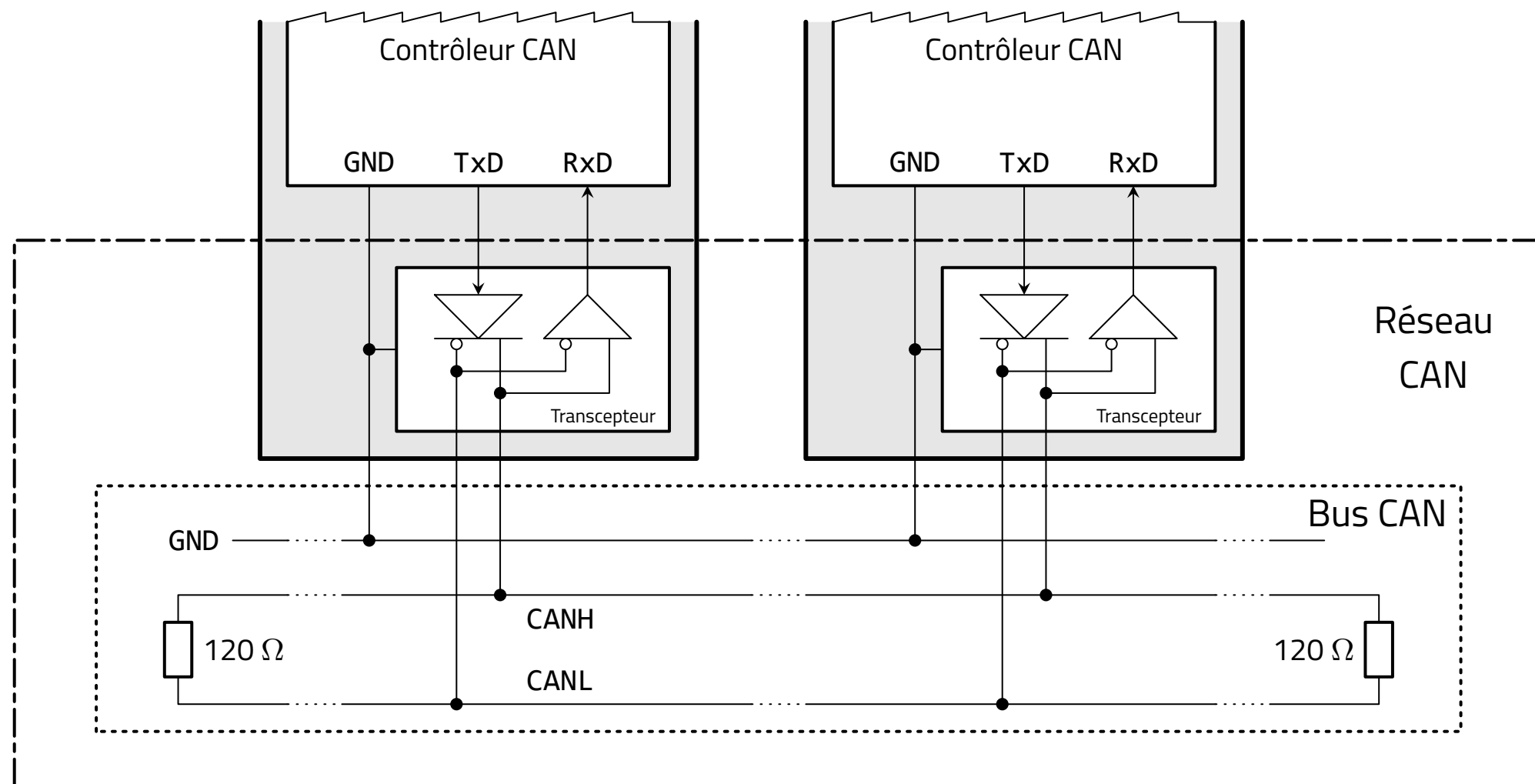
- première spécification par Bosch en 2012 ;
- normalisé avec un changement de format en 2015 ;
- intégré dans les micro-contrôleurs à partir de la fin des années 2010 ;
- trames contenant 0 à 64 octets de données ;
- possibilité de double débit, jusqu'à 8 Mbit/s pour une partie de la trame.

CANFD est une extension de CAN. **Émission** : une station peut demander une émission à tout moment (l'arbitrage d'émission est transparente pour le programmeur). **Réception** : chaque station reçoit toutes les trames qui passent sur le réseau (il est possible de filtrer la réception de façon que le logiciel d'une station ne reçoivent que les trames qui l'intéressent).

Note : CANDI utilise CANFD, P16-D utilise CANFD et / ou CAN.

# Structure la plus classique d'un réseau CAN et CANFD : le bus

Les stations sont disposées à la suite les unes des autres. **Chaque extrémité du bus doit comporter une résistance de 120  $\Omega$ .** L'ordre est sans importance, sauf si une station intègre une résistance de terminaison : elle doit alors être à une extrémité du bus.



Les signaux du réseaux sont véhiculés par **CANH** et **CANL**. Une référence commune de tension **GND** est **très** souhaitable. Un transcepteur CAN (*transceiver*) est un circuit logique permettant de réaliser des bus de plusieurs dizaines de mètres. Le contrôleur CAN (ou CANFD) est un périphérique, souvent intégré dans un micro-contrôleur, qui prend en charge le protocole CAN (ou CANFD), c'est-à-dire l'émission et la réception.

# Application à la connexion entre CANDI et P16-D

Document M-90223 Iss.1 Rev 1



Cable Identification	
YELLOW	CANH
GREEN	CANL
RED	SUPPLY (VSUP)
BLACK	GND

Document M-90227-01 Iss.1 Rev 0



Cable Identification	
YELLOW	CANH
GREEN	CANL
RED	SUPPLY
BLACK	GND

Connexion directe entre **CANH**, **CANL** et **GND**. **SUPPLY** permet d'alimenter le P16-D à partir du CANDI.

**Et les résistances de terminaison de 120  $\Omega$  ?** Ce n'est pas précisé dans les documents. **Connaître la réponse est indispensable, une simple mesure à l'ohmmètre permettrait de lever l'incertitude.** Si une résistance de terminaison est intégrée, alors chaque équipement doit être à une extrémité du bus, ce qui signifie que l'on peut réaliser un bus avec au plus 2 équipements : 1 CANDI et 1 P16-D, ou 2 P16-D.

# Les trames CAN

Les informations sont encapsulées sur le réseau dans des **trames**. Une trame est caractérisée par (ce sont les informations à préciser pour l'envoi d'une trame, et ce sont les informations récupérées lors de la réception):

- son format ;
- son identificateur (un nombre entier  $\geq 0$ ) ;
- ses données.

Formats de trames CAN :

- trame standard de requête ;
- trame étendue de requête ;
- trame standard de données (0 à 8 octets de données) ;
- trame étendue de données (0 à 8 octets de données) ;

Trame de requête : on oublie, inutilisée par CANDI et P16-D. Trame de données : transporte des données.

*Standard* : identificateur sur 11 bits, *étendue* identificateur sur 129 bits.

# Les trames CANFD

Formats de trames CANFD :

- les trames CAN ;
- trame CANFD standard de données (0 à 64 octets de données), sans changement de débit ;
- trame CANFD étendue de données (0 à 64 octets de données), sans changement de débit ;
- trame CANFD standard de données (0 à 64 octets de données), avec changement de débit ;
- trame CANFD étendue de données (0 à 64 octets de données), avec changement de débit.

Le nombre d'octets de données d'une trame CANFD peut être : 0 à 8, 12, 16, 20, 24, 32, 48, ou 64.

Le changement de débit permet de transmettre une trame avec un débit plus important pour une partie de cette trame.

# Paramètres d'un réseau CAN

Le principal paramètre d'un réseau CAN est son débit :

- au maximum 1 Mbit/s ;
- ce débit fixe la taille maximum du bus.

Débit de transmission	Longueur maximum du bus CAN
-----------------------	-----------------------------

1 Mbit/s	40 m
500 kbit/s	100 m
250 kbit/s	200 m
100 kbit/s	500 m
50 kbit/s	1 000 m

# Paramètres d'un réseau CANFD

Plusieurs paramètres caractérisent un réseau CANFD :

- réseau *CANFD non ISO* (respect du document Bosch de 2012) ou *CANFD ISO* (respect de la normalisation ISO de 2015) ; non indiqué dans les documentations de CANDI et P16-D, il est vraisemblable que c'est un réseau *CANFD ISO* ;
- le *débit d'arbitrage* (correspond au débit du réseau CAN, au maximum 1 Mbit/s, ce qui fixe la taille d'un réseau CANFD avec les mêmes limitations que le réseau CAN) ; **CANDI et P16-D fixent cette valeur à 1 Mbit/s ;**
- le *débit des données* (au maximum 8 Mbit/s) ; **CANDI et P16-D fixent cette valeur à 4 Mbit/s ;**
- à degré moindre :
  - le point d'échantillonnage d'un bit d'arbitrage (entre 60% et 90%) ; valeur non indiquée dans les documentations de CANDI et P16-D ;
  - le point d'échantillonnage d'un bit de données (entre 60% et 90%) ; valeur non indiquée dans les documentations de CANDI et P16-D.



# Règles de conception d'un réseau CAN et CANFD

Une trame CAN et CANFD est caractérisée par :

- son format ;
- son identificateur (un nombre entier  $\geq 0$ ) ;
- ses données.

**Règle de conception :** deux stations ne doivent pas envoyer des trames dont les couples (format, identificateurs) sont identiques cela peut planter le bus.

Lorsque l'on conçoit un réseau CAN ou CANFD, il faut maintenir un document qui précise les trames émises par chaque station.

# Les trames du EvoScann® P16-D (M-90227-01 Iss.1 Rev 0, 1/2)

De la section 3.4, je comprends que le P16D émet ses mesures :

- soit par une trame (vraisemblablement standard) CANFD de 32 octets d'identificateur 0x180 (table 2a) ;
- ou bien par une séquence de 4 trames (standard ?) de données de 8 octets, d'identificateur 0x180, 0x181, 0x182 et 0x183 (tables 3a à 3d) ;
- et ce, par défaut, à la fréquence de 100 Hz.

Quel est le comportement par défaut, émission d'une trame CANFD de 32 octets, ou émission d'une séquence de 4 trames CAN de 8 octets ?

Les identificateurs indiqués sont des valeurs par défaut. Si on place plusieurs P16-D sur un même réseau, il faut changer ces valeurs par défaut de façon à respecter la règle de conception (voir page précédente).

Les trames *Sensor Data* (tables 2b et 3e) obéissent à la même logique. Je pense que le *Sensor No* (octets 2 et 3) est un numéro de série fixé en usine et qui identifie de manière unique un exemplaire particulier.

Remarque : 0x180 est une notation en hexadécimal d'un nombre entier :

$$0x180 = 1 \cdot 16^2 + 8 \cdot 16^1 + 0 \cdot 16^0 = 384$$

# Les trames du EvoScann® P16-D (M-90227-01 Iss.1 Rev 0, 2/2)

L'annexe A liste les trames de configuration que l'on peut envoyer à un P16-D.

Remarque générale : si on envoie une telle trame sur le réseau CAN, elle est reçue par tous les P16-D présents sur le réseau. Or toutes les trames présentent le *Sensor No* dans les octets de données. Mon intuition est que seul le P16-D dont le *Sensor No* correspond prend en compte la trame. Les autres l'ignorent.

**La trame *System Zero*.** Quel est son effet ? Réinitialiser la période d'émission, l'identificateur d'émission, l'émission de trames de mesure CANFD ou CAN ? Envoyer la trame CANFD a-t'il le même effet qu'envoyer la trame CAN ?

**La trame *Data Rate Change*.** C'est une trame CANFD, elle fixe la période d'émission des mesures. Pas de trame CAN équivalente ?

**La trame *Data ID Change*.** C'est une trame CANFD, elle fixe les identificateurs des trames de mesure. Pas de trame CAN équivalente ? Le champ CAN ID est (octets 5 et 6) sur 16 bits, c'est donc un identificateur standard, un identificateur étendu aurait requis 4 octets. Mon intuition est que la valeur indiquée fixe la valeur de base, si par exemple on envoie la valeur 0x100 : les trames CANFD (tables 2a et 2b) auront les identificateurs 0x100 et 0x101, et les trames CAN (tables 3a à 3e) les identificateurs 0x100 à 0x104).

**Question :** comment indiquer si on veut les trames de mesure CANFD ou CAN ?

Aucune trame CAN ni CANFD n'est indiquée dans le document. La page 12 liste les paramètres de configurations que l'on peut modifier. Le logiciel doit interfacer plusieurs types de capteurs, il se peut que tous les champs ne s'appliquent pas à un P16-D.

**New Period.** Correspond à la trame *Data Rate Change* ?

**New ID.** Correspond à la trame *Data ID Change* ?

**MUX.** Correspond au choix CAN / CANFD des émissions périodiques de trames de mesures ?

**BAUD.** Change le débit du bus CAN ?

**nBYTE.** ?

**ID.** ?

**PCAN.** ?

# Analyseur logique

Pour mettre au point un réseau CAN ou CANFD, un analyseur logique est très utile. Il permet d'effectuer une capture des trames qui circulent sur un réseau, et de les décoder.

J'utilise cet analyseur, que l'on peut trouver par exemple ici :

<https://fr.aliexpress.com/item/1005004441606914.html>

Le logiciel Logic2 est disponible gratuitement sur <https://www.saleae.com/downloads/>. Les décodeurs de trames CAN et CANFD sont librement disponibles.



# Cartes NUCLEO intégrant des périphériques CANFD

Le problème est la disponibilité et la compatibilité avec Arduino !

Carte NUCLEO	# CANFD	Processeur	Fréquence	Disponibilité Farnell	Disponibilité Mouser	Arduino
H723ZG	3	M7	550 MHz	juillet 2023	Octobre 2022 ?	Non
G474RE	3	M4+	170 MHz	juillet 2023	En stock	Non
H743ZI2	2	M7	480 MHz	juillet 2023	Octobre 2023	Oui
H743ZI	2	M7	480 MHz	<i>non distribuée</i>	<i>non distribuée</i>	Oui
H745ZI-Q	2	M7 + M4	480 MHz	juillet 2023	?	Non
H753ZI	2	M7	480 MHz	<i>non distribuée</i>	Novembre 2022	Non
H755ZI-Q	2	M7	480 MHz	<i>non distribuée</i>	?	Non
H7A3ZI-Q	2	M7	280 MHz	juillet 2023	En stock	Non
G491RE	2	M4+	170 MHz	juillet 2023	?	Non
G0B1RE	2	M0+	170 MHz	juillet 2023	?	Oui
G431KB	1	M4+	170 MHz	En stock	En stock	Non
G431RB	1	M4+	170 MHz	juillet 2023	En stock	Oui