

---

---

**Véhicules routiers — Gestionnaire  
de réseau de communication (CAN) —**

**Partie 4:  
Déclenchement temporel  
des communications**

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
*Road vehicles — Controller area network (CAN) —  
Part 4: Time-triggered communication*  
(standards.iteh.ai)

[ISO 11898-4:2004](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/93358c32-ed49-4afe-8ea8-1098ded03261/iso-11898-4-2004)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/93358c32-ed49-4afe-8ea8-1098ded03261/iso-11898-4-2004>



**PDF – Exonération de responsabilité**

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 11898-4:2004](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/93358c32-ed49-4afe-8ea8-1098ded03261/iso-11898-4-2004>

© ISO 2004

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 41 22 749 01 11  
Fax. + 41 22 749 09 47  
E-mail [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos .....	iv
Introduction .....	v
1 <b>Domaine d'application</b> .....	1
2 <b>Références normatives</b> .....	1
3 <b>Termes et définitions</b> .....	2
4 <b>Termes abrégés</b> .....	6
5 <b>Concepts fondamentaux du CAN à déclenchement temporel des communications</b> .....	7
5.1 <b>Conventions générales</b> .....	7
5.2 <b>Principe général du protocole</b> .....	8
5.3 <b>Message de référence</b> .....	11
6 <b>Caractéristiques de temporisation et de synchronisation</b> .....	13
6.1 <b>Niveau 1 et niveau 2</b> .....	13
6.2 <b>Génération du temps local</b> .....	13
6.3 <b>Paramètre Cycle_Time</b> .....	15
6.4 <b>Synchronisation au niveau 2</b> .....	15
6.5 <b>Temps global au niveau 2 (temps local + décalage local)</b> .....	16
6.6 <b>Synchronisation horloge (externe)</b> .....	16
7 <b>Envoi et réception</b> .....	16
7.1 <b>Généralités</b> .....	16
7.2 <b>Transmission de messages</b> .....	17
7.3 <b>Réception de messages</b> .....	19
7.4 <b>Transmission de messages de référence</b> .....	19
8 <b>Initialisation et tolérance aux défaillances des horloges maîtresses</b> .....	20
8.1 <b>Généralités</b> .....	20
8.2 <b>Procédure d'initialisation</b> .....	21
8.3 <b>Défaillance de l'horloge maîtresse courante</b> .....	22
8.4 <b>Arrêt</b> .....	23
9 <b>Gestion des défaillances</b> .....	23
9.1 <b>Généralités</b> .....	23
9.2 <b>Nombre d'état du message (MSC)</b> .....	24
9.3 <b>Interrupt_Status_Vector (vecteur d'état d'interruption)</b> .....	25
9.4 <b>État maître</b> .....	26
10 <b>Interfaces visibles</b> .....	28
10.1 <b>Interfaces de configuration</b> .....	28
10.2 <b>Interfaces de l'application</b> .....	31
10.3 <b>Interfaces optionnelles</b> .....	33
Bibliographie .....	35

## Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'ISO 11898-4 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 22, *Véhicules routiers*, sous-comité SC 3, *Équipement électrique et électronique*. (standards.iteh.ai)

L'ISO 11898 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Véhicules routiers — Gestionnaire de réseau de communication (CAN)*: [ISO 11898-4:2004](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/93358c32-ed49-4afe-8ea8-1098dcd02261/iso-11898-4-2004)

- *Partie 1: Couche liaison de données et signalisation physique*
- *Partie 2: Unité d'accès au support à haute vitesse*
- *Partie 3: Interface dépendant du support, tolérant les défaillances, à basse vitesse*
- *Partie 4: Déclenchement temporel des communications*

## Introduction

Dans le réseau CAN classique, la communication est déclenchée par un événement; des charges maximales peuvent survenir lorsque la transmission de plusieurs messages est demandée au même moment. Le mécanisme d'arbitrage non destructif du CAN garantit la transmission séquentielle de tous les messages en fonction de la priorité de leur identifiant. Pour les systèmes en temps réel câblés, une analyse d'ordonnement du système complet est effectuée pour garantir que tous les délais de transmission sont respectés, même dans des conditions de charge maximale du bus.

Certains systèmes d'exploitation en temps réel sont fondés sur un ordonnancement cyclique statique de toutes les tâches dans le système d'applications (unité de contrôle). Ils élaborent un ordonnancement de créneaux de temps et placent chaque tâche dans un créneau au minimum. Les tâches de priorité élevée apparaissent dans plus d'un créneau. Toute l'activité placée dans un créneau de temps, y compris le traitement des interruptions, doit s'achever avant le début du créneau suivant.

Si un tel système d'exploitation en temps réel est envisagé pour un système d'applications réparties consistant en unités de contrôle reliées par un réseau CAN, l'intégration et les possibilités de liaison du système sont favorisées lorsque la communication sur le réseau CAN suit également un ordonnancement synchronisé.

L'option de déclenchement temporel des communications pour les réseaux fondés sur un CAN (voir l'ISO 11898-1) décrit les conditions préalables nécessaires à la synchronisation de tous les nœuds du réseau CAN. Lorsque les nœuds sont synchronisés, tout message peut être transmis dans un créneau de temps spécifique sans concurrencer les autres messages pour accéder au bus. La perte d'arbitrage est ainsi évitée, le temps d'attente devient prévisible.

[ISO 11898-4:2004](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/93358c32-ed49-4afe-8ea8-1098ded03261/iso-11898-4-2004)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/93358c32-ed49-4afe-8ea8-1098ded03261/iso-11898-4-2004>

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 11898-4:2004](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/93358c32-ed49-4afe-8ea8-1098ded03261/iso-11898-4-2004>

# Véhicules routiers — Gestionnaire de réseau de communication (CAN) —

## Partie 4: Déclenchement temporel des communications

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 11898 spécifie le déclenchement temporel des communications des gestionnaires de réseau de communication (CAN): un protocole de communication série qui prend en charge la commande répartie en temps réel et le multiplexage, pour le besoin des véhicules routiers. Elle est applicable à la mise en place d'un échange d'informations numériques, avec déclenchement temporel, entre les unités de contrôle électronique (UCE) de véhicules routiers équipés d'un CAN, et spécifie l'entité de synchronisation des trames qui coordonne le fonctionnement du contrôle de liaison logique et du contrôle de l'accès au support, conformément à l'ISO 11898-1, pour produire un ordonnancement des communications par déclenchement temporel.

**NOTE** Le CAN à déclenchement temporel des communications est une couche de protocole de niveau supérieur ajoutée au protocole CAN lui-même qui reste inchangé dans le cadre des communications à déclenchement temporel. Les communications à déclenchement temporel maintiennent le temps d'attente de chaque message à une valeur spécifiée indépendante de la charge du bus CAN. Un CAN à déclenchement temporel des communications est en œuvre à deux niveaux. Le niveau 1 est limité exclusivement au transfert cyclique de messages, le niveau 2 assure en plus la prise en charge d'un temps système global. Les communications cycliques et périodiques du CAN à déclenchement temporel s'appuient sur des messages de référence transmis par une horloge maîtresse. Chaque période débutant par un message de référence est appelée cycle de base et elle est subdivisée en plusieurs fenêtres de temps. Les messages de référence sont utilisés pour synchroniser et étalonner les bases de temps de tous les nœuds d'après la base de temps de l'horloge maîtresse, définissant un temps global pour le réseau. Il est prévu un mécanisme permettant à des horloges maîtresses de rechange de remplacer une horloge maîtresse défectueuse.

### 2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 11898-1, *Véhicules routiers — Gestionnaire de réseau de communication (CAN) — Partie 1: Couche liaison de données et signalisation physique*

ISO 11898-2, *Véhicules routiers — Gestionnaire de réseau de communication (CAN) — Partie 2: Unité d'accès au support à haute vitesse*

ISO 11898-3, *Véhicules routiers — Gestionnaire de réseau de communication (CAN) — Partie 3: Interface dépendant du support, tolérant les défaillances, à basse vitesse*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 11898-1, l'ISO 11898-2 et l'ISO 11898-3 ainsi que les suivants s'appliquent.

NOTE Les termes correspondant à des paramètres (Cycle\_Time, Cycle\_Count, etc.) commencent par une lettre majuscule et sont reliés par un «\_» si le paramètre est composé de deux mots ou plus.

#### 3.1

##### **chien de garde de l'application**

entité servant à vérifier que l'application fonctionne correctement

#### 3.2

##### **fenêtre de temps d'arbitrage**

fenêtre de temps affectée à des messages qui partagent la même fenêtre de temps

#### 3.3

##### **cycle de base**

ligne de la matrice du système constituée de plusieurs fenêtres de temps consécutives

#### 3.4

##### **Cycle\_Time**

différence entre le temps local d'une entité de synchronisation des trames (FSE) et son paramètre Ref\_Mark

#### 3.5

##### **Cycle\_Count**

numéro du cycle de base courant du cycle de la matrice

#### 3.6

##### **Cycle\_Count\_Max**

valeur du paramètre Cycle\_Count du dernier cycle de base dans la matrice système donnée du réseau

#### 3.7

##### **Cycle\_Offset**

paramètre précisant, à l'intérieur d'un cycle de la matrice, le premier cycle de base pour lequel un paramètre Rx\_Trigger ou Tx\_Trigger est valide

#### 3.8

##### **Disc\_Bit**

partie du message de référence signalant une discontinuité du temps global survenue à la suite d'une correction de l'horloge externe par l'horloge maîtresse

#### 3.9

##### **gravité de l'erreur**

niveaux distincts de gravité d'une erreur

#### 3.10

##### **fenêtre de temps exclusive**

fenêtre de temps affectée à un message spécifique transmis périodiquement sans concurrence pour l'accès au bus CAN

#### 3.11

##### **Expected\_Tx\_Trigger**

paramètre local qui définit, pour chaque entité de synchronisation des trames (FSE), le nombre prévu de Tx\_Trigger que la FSE va activer entre deux débuts d'un cycle de la matrice



**3.12****Frame\_Synchronisation**

impulsion générée dans chaque entité de synchronisation des trames (FSE) pour chaque trame de données et chaque trame distante dans le réseau CAN, au point d'échantillonnage du bit de début de trame (SOF), synchrone sur l'ensemble du réseau quel que soit le temps de propagation des signaux; un décalage temporel, faisant référence au paramètre Sync\_Segment du bit SOF, peut être ajouté en option pour compenser les variations de la configuration de synchronisation des bits dans le système

**3.13****entité de synchronisation des trames****FSE**

élément qui coordonne le fonctionnement du contrôle de liaison logique et du contrôle d'accès au support

NOTE Chaque contrôleur CAN d'un réseau CAN à déclenchement temporel des communications possède sa propre FSE.

**3.14****fenêtre de temps libre**

fenêtre de temps ne contenant pas de messages, agencée dans la matrice du système

**3.15****temps global**

vue nodale du temps global de l'horloge maîtresse courante

**3.16****Global\_Ref\_Mark**

paramètre enregistré au moment de la réception correcte d'un message de référence

**3.17****Global\_Sync\_Mark**

valeur courante de la vue nodale du temps global, enregistrée au moment de l'impulsion de synchronisation des trames, Frame\_Synchronisation

**3.18****Init\_Watch\_Trigger**

valeur du maximum du temps de cycle

**3.19****Initial\_Ref\_Offset**

valeur d'initialisation pour charger le paramètre Ref\_Trigger\_Offset

**3.20****niveau**

niveau d'implémentation d'un CAN à déclenchement temporel conformément à la présente partie de l'ISO 11898

NOTE Il existe deux niveaux, le niveau 1 et le niveau 2, le niveau 2 étant une extension du niveau 1

**3.21****temps local**

temps généré par un compteur à incrémentation cyclique

**3.22****Local\_Offset**

différence entre Global\_Ref\_Mark et Ref\_Mark, enregistrée à chaque achèvement correct du message de référence

**3.23**

**état maître**

vecteur qui combine les états de l'entité de synchronisation des trames (FSE) se rapportant aux erreurs, à la synchronisation et à la relation maître-esclave, c'est-à-dire un triplet (niveau d'erreur, Sync\_Mode, Master-Slave\_Mode)

**3.24**

**Master\_Ref\_Mark**

**MRM**

paramètre transmis par l'horloge maîtresse dans le message de référence

**3.25**

**cycle de la matrice**

cycle de tous les cycles de base de la matrice du système, consécutifs du premier jusqu'au dernier cycle de base

NOTE Le cycle de la matrice se confond avec le cycle de base si la matrice du système ne comporte qu'un seul cycle de base.

**3.26**

**fenêtre de temps d'arbitrage fusionnée**

fenêtre unique où les fenêtres de temps d'arbitrage consécutives sont fusionnées

**3.27**

**objet message**

tampon assurant le stockage d'une trame de contrôle de liaison logique (LLC) avec des informations de contrôle et d'état

**3.28**

**nombre d'état du message**

**MSC**

compteur d'erreur donnant les moyens de détecter des erreurs d'ordonnement concernant des messages envoyés dans des fenêtres de temps exclusives

**3.29**

**unité de temps du réseau**

**NTU**

unité permettant de mesurer tous les temps et fournissant une constante de l'ensemble du réseau

**3.30**

**vue réseau**

aspect système d'un paramètre du réseau

**3.31**

**vue nodale**

aspect local d'un paramètre du réseau

**3.32**

**vue nodale du temps global**

partie entière de la somme du temps local du nœud et de son décalage local, Local\_Offset

**3.33**

**horloge maîtresse potentielle**

entité de synchronisation des trames (FSE) qui est autorisée à envoyer un message de référence par configuration du système

**3.34**

**Ref\_Mark**

paramètre enregistré à chaque achèvement correct du message de référence

**3.35****Ref\_Trigger\_Offset**

paramètre utilisé pour modifier la marque temporelle à l'intérieur d'un paramètre Tx\_Ref\_Trigger pour l'envoi d'un message de référence

**3.36****message de référence**

message (trame de données) qui commence un cycle de base

**3.37****Repeat\_Factor**

paramètre définissant la cadence de répétition d'un message à l'intérieur d'une colonne de transmission, faisant partie des paramètres Tx\_Trigger ou Rx\_Trigger

NOTE L'unité de la cadence de répétition est «lignes de la matrice du système».

**3.38****Rx\_Trigger**

paramètre définissant à quel moment le succès de la réception d'un message doit être vérifié

**3.39****Sync\_Mark**

valeur courante du temps local enregistrée au moment de l'impulsion de synchronisation des trames, Frame\_Synchronisation

**3.40****matrice du système**

formulaire contenant tous les messages de tous les nœuds du réseau, organisés comme des composants, et consistant en des fenêtres de temps organisées en cycles de base (lignes de la matrice) et en colonnes de transmission (colonnes de la matrice)

NOTE La matrice du système spécifie la corrélation entre les messages et les fenêtres de temps (type et marque temporelle). Le premier cycle de base de la matrice du système commence par le numéro de cycle Cycle\_Count 0.

**3.41****intervalle de temps**

durée comprise entre la fin d'un cycle de base et le début du cycle de base suivant, lorsque le début de ce cycle de base suivant est synchronisé avec un événement

**3.42****marque temporelle**

marque, dans une entité de synchronisation des trames, définissant un instant du Cycle\_Time (en unités de temps du réseau, NTU) où une certaine action est attendue ou prévue

**3.43****horloge maîtresse**

entité de synchronisation des trames (FSE) qui envoie le message de référence

**3.44****fenêtre de temps**

durée affectée à une colonne de transmission spécifique dans la matrice du système

**3.45****colonne de transmission**

colonne de la matrice du système dont les éléments sont en corrélation avec une fenêtre de temps donnée qui est répétée dans chaque cycle de base

NOTE Les lignes de transmission sont les cycles de base de la matrice du système.

**3.46**  
**rapport d'unité de temps**  
**TUR**

rapport entre la longueur d'une unité de temps du réseau (NTU) et la longueur de l'unité de temps fondamentale spécifique à l'entité de synchronisation des trames (FSE) (par exemple la période de l'oscillateur local) utilisé pour la synchronisation horloge

NOTE En principe, le TUR ne correspond pas à un nombre entier. La vue nodale d'une NTU est implémentée par utilisation de la valeur du TUR.

**3.47**  
**Tx\_Count**

compteur qui est réinitialisé à chaque début d'un cycle de la matrice, c'est-à-dire après identification du message de référence correspondant avec Cycle\_Count égal à zéro

**3.48**  
**Tx\_Enable**

période pendant laquelle la transmission d'un message peut être lancée

**3.49**  
**Tx\_Overflow**

indicateur d'état positionné lorsqu'il se produit un nombre de Tx\_Trigger supérieur au nombre attendu défini par Expected\_Tx\_Trigger

**3.50**  
**Tx\_Ref\_Trigger**

paramètre Tx\_Trigger spécial ne concernant que le déclenchement de messages de référence

**3.51**  
**Tx\_Trigger**

paramètre définissant à quel moment un certain message sera transmis; il est composé d'une marque temporelle, de la position à l'intérieur de la colonne de transmission par rapport au premier envoi (Cycle\_Offset) et de la cadence de répétition (Repeat\_Factor) à l'intérieur de cette colonne de transmission, ainsi que d'une référence à un objet message pour lequel le paramètre Tx\_Trigger est valide

NOTE Le paramètre Tx\_Trigger contient également des informations sur le type de fenêtre (exclusive, d'arbitrage, fusionnée).

**3.52**  
**Tx\_Underflow**

indicateur d'état positionné lorsqu'il se produit un nombre de Tx\_Trigger inférieur au nombre attendu défini par Expected\_Tx\_Trigger

**3.53**  
**Watch\_Trigger**

marque temporelle permettant de vérifier si le temps écoulé depuis le dernier message de référence valide a été trop long

## 4 Termes abrégés

CAN gestionnaire de réseau de communication (Controller Area Network)

FSE entité de synchronisation des trames (Frame Synchronisation Entity)

LLC contrôle de liaison logique (Logical Link Control)

LSB bit le moins significatif (Least Significant Bit)

MAC contrôle d'accès au support (Medium Access Control)

MSB bit le plus significatif (Most Significant Bit)

SOF début de trame (Start of Frame)

## 5 Concepts fondamentaux du CAN à déclenchement temporel des communications

### 5.1 Conventions générales

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 11898, les conventions suivantes sont applicables.

Le **chien de garde de l'application** est régulièrement servi par le paramètre Host\_Alive\_Sign.

Les conflits de **fenêtre de temps d'arbitrage** sont résolus par arbitrage selon l'identifiant du CAN, et un nœud CAN ne peut pas lancer une transmission si le bus n'est pas inactif. Plusieurs nœuds CAN du réseau peuvent commencer une transmission à l'intérieur de la fenêtre Tx\_Enable d'une fenêtre de temps d'arbitrage. La retransmission automatique immédiate est désactivée. Exception: fusion de fenêtres de temps.

Les éléments du **cycle de base** sont plusieurs fenêtres de temps consécutives. Le nombre et la longueur des différentes fenêtres de temps sont spécifiés hors ligne et sont identiques pour l'ensemble du réseau. Chaque cycle de base de la matrice du système est composé de la même séquence de fenêtres de temps et commence par la fenêtre de temps contenant le message de référence.

**Cycle\_Time** est tronqué aux 16 bits les plus significatifs de la différence entre le temps local d'une FSE et son paramètre Ref\_Mark;  $\text{Cycle\_Time} = 16 \text{ bits les plus significatifs de } (\text{Local\_Time} - \text{Ref\_Mark})$ .

**Cycle\_Count** commence la numérotation à zéro.

**Cycle\_Offset** fait partie d'un paramètre Tx\_Trigger ou Rx\_Trigger.

**Gravité de l'erreur:** pas d'erreur (S0), avertissement (S1), erreur (S2) et erreur grave (S3).

**Expected\_Tx\_Trigger:** lorsque Tx\_Count atteint Expected\_Tx\_Trigger, tous les paramètres Tx\_Trigger suivants de cette FSE dans le cycle courant de la matrice sont désactivés.

La **FSE** gère la transmission ou la réception des messages de référence temporelle et fournit une interface d'état et de contrôle à la couche d'application.

Les **fenêtres de temps libres** sont réservées pour des extensions futures du réseau.

**Global\_Sync\_Mark** (niveau 2 uniquement) est enregistré au moment de l'impulsion de synchronisation des trames, Frame\_Synchronisation. Cette valeur contient la partie entière de 16 bits ainsi que la partie décimale de la somme (temps local + décalage local).

**Init\_Watch\_Trigger** a la valeur de  $2^{16}-1$ , c'est-à-dire le maximum du temps de cycle.

Le **temps local** est généré avec une largeur de 16 bits au niveau 1 et d'au moins 19 bits au niveau 2. À l'exception des 16 MSB au niveau 2, tous les autres bits donnent la partie décimale d'une NTU. La procédure d'incrémentement du temps local doit garantir que la partie non décimale est incrémentée une fois par équivalent local de la NTU.