
**Tracteurs et matériels agricoles et
forestiers — Réseaux de commande
et de communication de données en
série —**

Partie 2:
Couche physique

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

*Tractors and machinery for agriculture and forestry — Serial control
and communications data network —*

Part 2: Physical layer

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/232984b5-af03-4f11-8211-8b23175191a4/iso-11783-2-2019>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 11783-2:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/232984b5-af03-4f11-8211-8b23175191a4/iso-11783-2-2019>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2019

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
Fax: +41 22 749 09 47
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	v
Introduction.....	vi
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Termes abrégés	2
5 Exigences générales	2
5.1 Couche physique du réseau.....	2
5.2 Support physique.....	2
5.3 Tension différentielle.....	3
5.4 Bus.....	3
5.4.1 Niveaux.....	3
5.4.2 Plage de tensions.....	3
5.4.3 Terminaison de bus.....	4
5.5 Résistance et capacité.....	6
5.5.1 Résistance interne (R_{in}), capacité interne (C_{in}).....	6
5.5.2 Résistance interne différentielle (R_{diff}), capacité interne différentielle (C_{diff}).....	6
5.5.3 Terminaison faible pour tronçons de ligne.....	7
5.6 Durée d'un bit.....	7
5.7 Paramètres en courant alternatif.....	8
6 Spécifications relatives aux segments de bus	8
6.1 Segment de bus à quatre conducteurs torsadés.....	8
6.2 Segment de bus de la couche physique à paires torsadées.....	9
7 Spécifications électriques	9
7.1 Données électriques.....	9
7.1.1 Généralités.....	9
7.1.2 Valeurs absolues maximales.....	9
7.1.3 Paramètres en courant continu.....	10
7.1.4 Tensions du bus (tensions de service).....	13
7.1.5 Décharge électrostatique.....	14
7.2 Paramètres du support physique.....	14
7.2.1 Câble à quatre conducteurs torsadés.....	14
7.2.2 Paire torsadée non blindée.....	15
7.3 Topologie des couches physiques à quatre conducteurs torsadés.....	17
7.3.1 Connexion d'une UCE à TBC_PWR et TBC_RTN.....	18
7.3.2 Alimentation de TBC_PWR et de TBC_RTN.....	19
7.4 Topologie de la couche physique à paires torsadées.....	19
7.4.1 Généralités.....	19
7.4.2 Tronçon de ligne simple.....	19
7.4.3 Tronçon de ligne composé.....	20
7.4.4 Jonction de fils multiple.....	21
7.5 Paramètres du circuit de polarisation de terminaison (TBC).....	22
7.6 Connecteurs.....	23
7.6.1 Généralités.....	23
7.6.2 Connecteur d'extension de bus.....	25
7.6.3 Connecteur côté tracteur pour l'outil (IBBC).....	27
7.6.4 Connecteur cabine.....	36
7.6.5 Connecteur de diagnostic.....	40
8 Essais de conformité	45
8.1 Exigences générales.....	45
8.2 Résistance interne.....	46

8.3	Résistance interne différentielle.....	47
8.4	Seuil d'entrée récessif d'une UCE.....	47
8.5	Seuil d'entrée dominant d'une UCE	48
8.6	Sortie dominante d'une UCE.....	49
8.7	Temps de retard interne d'une UCE.....	49
9	Erreurs de bus et confinement des défaillances	50
9.1	Généralités.....	50
9.2	Déconnexion du réseau	51
9.3	Perte de puissance du nœud ou perte de la masse.....	51
9.4	Réaction aux perturbations de l'alimentation électrique	51
9.5	Rupture du réseau lors de la connexion, de la déconnexion ou de la mise sous tension.....	51
9.6	Coupures et courts-circuits.....	51
Annexe A (informative) Contrôleur de protocole: synchronisation et dénomination.....		55
Annexe B (informative) Exemples de circuits de couche physique.....		59
Annexe C (informative) Connecteur d'UCE facultatif sur tronçon de ligne.....		66
Bibliographie.....		68

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 11783-2:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/232984b5-af03-4f11-8211-8b23175191a4/iso-11783-2-2019>

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 (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est attirée 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. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: www.iso.org/iso/fr/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 23, *Tracteurs et matériels agricoles et forestiers*, sous-comité SC 19, *Électronique en agriculture*.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 11783-2:2012), qui a fait l'objet d'une révision technique. Elle comprend également le Corrigendum technique ISO 11783-2:2012/Cor 1:2012. Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- inclusion des aspects liés à la couche physique énumérés auparavant dans d'autres documents de la série ISO 11783;
- ajout d'une couche physique à paires torsadées;
- mises à jour des paramètres des composants de la couche physique pour refléter le progrès technologique;
- mises à jour des d'essai pour vérifier la conformité des mises en œuvre du présent document.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 11783 se trouve sur le site web de l'ISO.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/fr/members.html.

Introduction

Les ISO 11783-1 à ISO 11783-14 spécifient un système de communications destiné aux matériels agricoles, fondé sur le protocole de l'ISO 11898.^[1] Les documents SAE J1939, sur lesquels certaines parties de l'ISO 11783 se fondent, ont été élaborés conjointement pour une utilisation dans des applications de camions et de bus, ainsi que pour des applications de construction et d'agriculture. Des documents communs ont été élaborés pour permettre l'utilisation, sur des matériels agricoles et forestiers, d'unités électroniques conformes aux spécifications SAE J1939 relatives aux camions et aux bus, sans que des modifications majeures soient nécessaires. Des informations générales sur la série ISO 11783 se trouvent dans l'ISO 11783-1.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 11783-2:2019](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/232984b5-af03-4f11-8211-8b23175191a4/iso-11783-2-2019)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/232984b5-af03-4f11-8211-8b23175191a4/iso-11783-2-2019>

Tracteurs et matériels agricoles et forestiers — Réseaux de commande et de communication de données en série —

Partie 2: Couche physique

1 Domaine d'application

L'ISO 11783 spécifie un réseau de données en série pour la commande et les communications de tracteurs forestiers ou agricoles et les outils portés, semi-portés, traînés ou automoteurs. Elle vise à normaliser la méthode et le format du transfert de données entre capteurs, actionneurs, dispositifs de commande et unités de stockage et d'affichage de données, que ces éléments soient montés sur le tracteur ou l'outil, ou qu'ils en soient un composant. L'ISO 11783 propose également un système interconnecté ouvert pour les systèmes électroniques embarqués utilisés sur des matériels agricoles et forestiers. Elle vise à permettre la communication entre unités de commande électroniques (UCE) en proposant un système normalisé.

Le présent document définit et décrit une couche physique à câble à quatre conducteurs torsadés non blindé, pour une vitesse de transfert de 250 kbit/s, ainsi qu'une architecture alternative appelée couche physique à paires torsadées (TPPL), basée sur une couche réseau à câble à paires torsadées non blindé, pour une vitesse de transfert de 250 kbit/s, et son câble, entièrement rétrocompatible avec les machines et dispositifs à câble à quatre conducteurs torsadés.

NOTE Sauf spécification différente, les exigences sont valables aussi bien pour la couche physique à quatre conducteurs torsadés que pour la couche physique à paires torsadées (TPPL).

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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 1724, *Véhicules routiers — Connecteurs pour liaisons électriques entre véhicules tracteurs et véhicules tractés — Connecteur à 7 contacts de type 12 N (normal) pour les véhicules à tension nominale de 12 V*

ISO 11783-1, *Tracteurs et matériels agricoles et forestiers — Réseaux de commande et de communication de données en série — Partie 1: Système normalisé général pour les communications de données avec les équipements mobiles*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'ISO 11783-1 ainsi que les suivants, s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>;
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>.

3.1
UCE du type I

unité de commande électronique sans terminaison interne

3.2
UCE du type I FAIBLE

unité de commande électronique avec terminaison à résistance faible divisée et couplée au centre à ECU_GND par un condensateur et qui peut être utilisée uniquement pour des tronçons de ligne

Note 1 à l'article: Voir [5.5.3](#).

3.3
UCE du type II

unité de commande électronique avec terminaison de bus interne qui peut uniquement être utilisée à une ou à chaque extrémité du bus

Note 1 à l'article: Voir [5.4.3.2](#).

3.4
couche physique à paires torsadées
TPPL

couche réseau à câble à paires torsadées non blindé, pour une vitesse de transfert de 250 kbit/s, destinée à être utilisée comme alternative à la couche physique à quatre conducteurs torsadés et qui est rétrocompatible avec les machines basées sur une couche physique à quatre conducteurs torsadés

3.5
machine

tracteur forestier ou agricole ou outil porté, semi-porté, traîné ou automoteur

3.6
couche physique à quatre conducteurs torsadés
TQPL

couche réseau à câble à quatre conducteurs torsadés non blindé, pour une vitesse de transfert de 250 kbit/s

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/232984b5-af03-4f11-8211-810317518181/iso-11783-2-2019>

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/232984b5-af03-4f11-8211-810317518181/iso-11783-2-2019>

4 Termes abrégés

IBBC connecteur côté tracteur pour l'outil

IBBP connecteur côté outil pour le tracteur

5 Exigences générales

5.1 Couche physique du réseau

La couche physique d'un réseau correspond au branchement électrique de plusieurs unités de commande électroniques (UCE) sur un segment de bus d'un réseau. Le nombre total d'UCE est fonction des charges électriques du segment de bus. Le nombre maximal d'UCE doit être de 30 pour un segment donné, conformément aux paramètres électriques spécifiés dans le présent document.

5.2 Support physique

Le présent document définit deux types de support physique.

- a) TQPL: composé de quatre conducteurs dont deux, CAN_H et CAN_L, sont les porteurs des signaux de communication. Les broches correspondantes des UCE portent les mêmes noms, respectivement CAN_H et CAN_L. Les deux autres conducteurs, désignés TBC_PWR et TBC_RTN, fournissent

l'électricité aux circuits de polarisation de terminaison (TBC, *terminating bias circuit*) de tous les segments de bus.

- b) TPPL: support physique à câble à paires torsadées basé sur la SAE J1939-15. Les conducteurs, CAN_H et CAN_L, sont les porteurs des signaux de communication. Les broches correspondantes des UCE portent les mêmes noms, respectivement CAN_H et CAN_L.

5.3 Tension différentielle

Le rapport entre la tension des conducteurs CAN_H et CAN_L et le conducteur ECU_GND de chaque UCE est désigné respectivement par V_{CAN_H} et V_{CAN_L} . La tension différentielle, V_{diff} , entre V_{CAN_H} et V_{CAN_L} est donnée par la [Formule \(1\)](#):

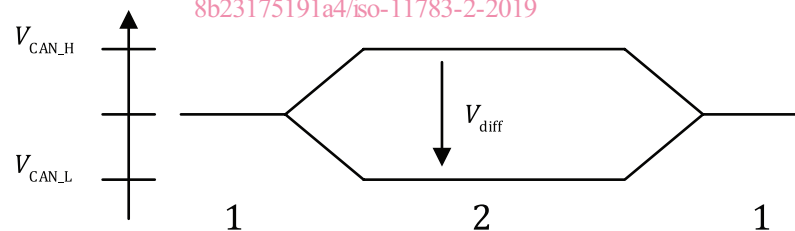
$$V_{diff} = V_{CAN_H} - V_{CAN_L} \quad (1)$$

5.4 Bus

5.4.1 Niveaux

5.4.1.1 Généralités

Les lignes de signaux du bus peuvent être à l'un des deux niveaux et à l'un des deux états logiques, un état dominant ou un état récessif (voir [Figure 1](#)). À l'état récessif, V_{CAN_H} et V_{CAN_L} sont fixés à un niveau de tension de polarisation. V_{diff} est égale approximativement à zéro pour un bus pourvu d'une terminaison. L'état récessif est transmis lors d'une période d'inactivité du bus lorsque tous les pilotes CAN des nœuds sont désactivés. L'état dominant est transmis lorsque l'un des pilotes CAN des nœuds est activé. L'état dominant est défini par une tension différentielle supérieure à un seuil minimal qui est détecté par les circuits de réception CAN des nœuds. L'état dominant est prioritaire sur l'état récessif; il est transmis lors d'un bit dominant (voir aussi [Figure 1](#)).



Légende

- 1 récessif
- 2 dominant

Figure 1 — Représentation physique des bits aux niveaux ou états récessifs et dominants

5.4.1.2 Lors de l'arbitrage

Lorsqu'un bit dominant et un bit récessif sont imposés par deux UCE différentes ou plus sur les lignes de signaux du bus pendant une durée de bit donnée, le bit dominant l'emporte.

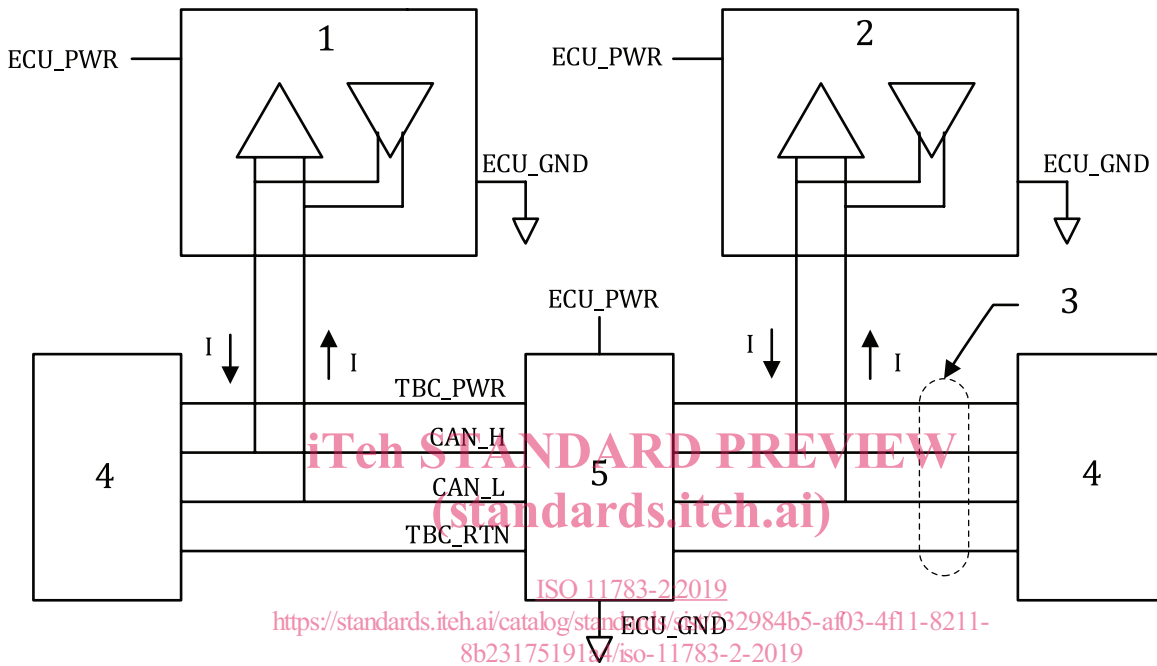
5.4.2 Plage de tensions

La tension est comprise entre le niveau de tension maximal acceptable et le niveau de tension minimal acceptable de CAN_H et CAN_L, mesurés par rapport à la masse (ECU_GND) de chaque UCE, dont le bon fonctionnement est garanti dès lors que toutes les UCE sont connectées aux lignes de signaux du bus.

5.4.3 Terminaison de bus

5.4.3.1 Segment de bus à quatre conducteurs torsadés

Les lignes de signaux de bus de tous les segments du bus à quatre conducteurs torsadés possèdent à chaque extrémité une terminaison électrique qui revêt la forme d'un circuit de polarisation de terminaison. L'activation d'un pilote CAN des nœuds induit un flux de courant, I , qui est soit dissipé par la terminaison CAN_H, soit alimenté par la terminaison CAN_L. Ce circuit de polarisation de terminaison doit être monté de façon externe sur les UCE afin d'assurer la polarisation du bus et la terminaison des lignes lorsque les UCE sont déconnectées (voir Figure 2).



Légende

- 1 UCE n° 1
- 2 UCE n° n
- 3 câble à quatre conducteurs torsadés
- 4 circuit de polarisation de terminaison (TBC)
- 5 alimentation de TBC_PWR et de TBC_RTN

Figure 2 — Diagramme fonctionnel de la couche physique

5.4.3.2 Segment de bus de la couche physique à paires torsadées

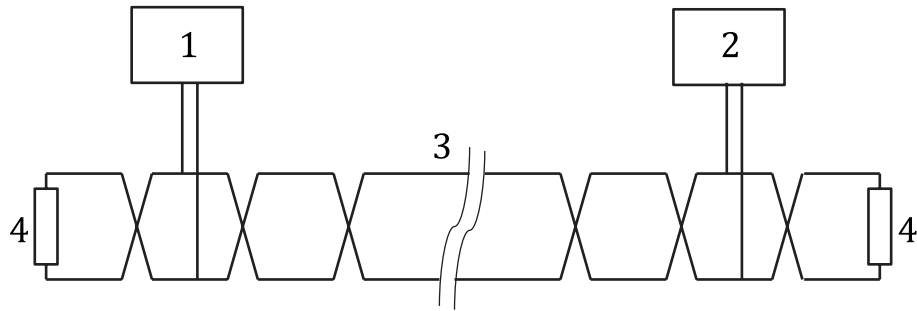
Les lignes de signaux du bus de tous les segments du bus de la TPPL possèdent à chaque extrémité une terminaison électrique qui revêt la forme d'une résistance de charge passive désignée R_L , où $R_L = 120 \Omega$.

Le présent document recommande que R_L soit située à l'extérieur des UCE.

En cas d'utilisation d'une UCE du type II en guise de terminaison du segment du bus, celle-ci doit contenir la résistance de terminaison du bus (voir Figure 5) et doit être placée à l'une ou aux deux extrémités d'un système de bus ISO 11783-2 uniquement. Les UCE du type II doivent être clairement marquées. Une UCE du type II doit uniquement être utilisée à l'extrémité du bus, même lorsque la machine est reliée à une autre machine par un IBBC.

Les UCE du type II doivent être uniquement alimentées par ECU_PWR/ECU_GND.

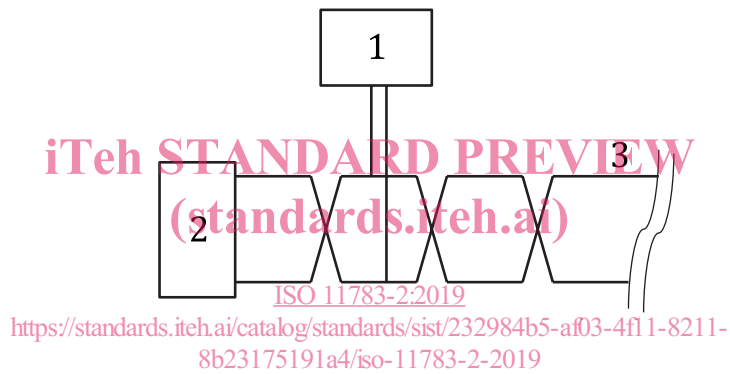
Voir Figure 3 et 4.



Légende

- 1 UCE du type I n° 1
- 2 UCE du type I n° n
- 3 paire torsadée non blindée
- 4 résistances de terminaison R_L

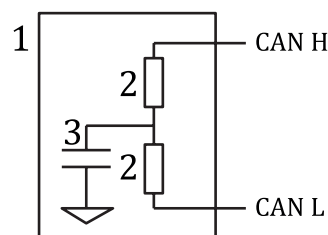
Figure 3 — Diagramme fonctionnel de TPPL



Légende

- 1 UCE du type I
- 2 UCE du type II avec R_L interne
- 3 paire torsadée non blindée

Figure 4 — Diagramme fonctionnel de la couche physique (une extrémité) avec une UCE du type II faisant office de terminaison



Légende

- 1 UCE du type II
- 2 résistances $R_L/2$ de 60Ω
- 3 condensateur de couplage C

Figure 5 — Terminaison à résistance divisée

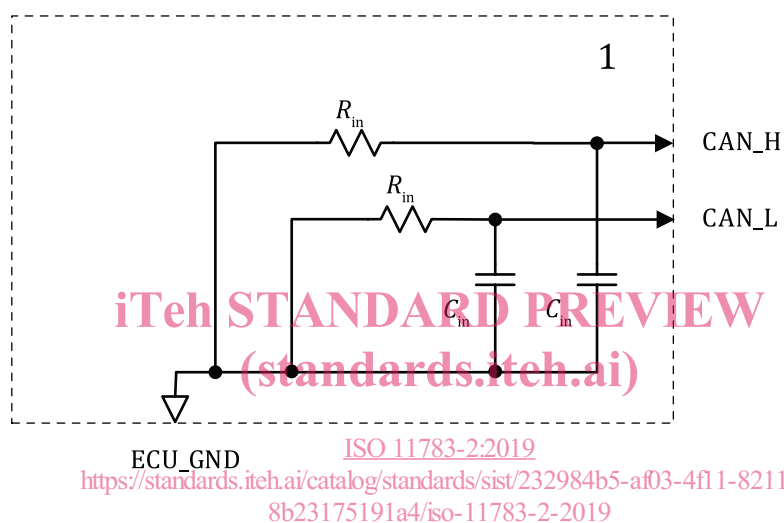
5.5 Résistance et capacité

5.5.1 Résistance interne (R_{in}), capacité interne (C_{in})

La résistance interne, R_{in} , d'une UCE est égale à la résistance observée à l'état récessif entre CAN_H (ou CAN_L) et la masse, ECU_GND, de l'UCE, lorsque l'UCE est déconnectée de la ligne de signaux du bus. Les mesurages doivent être effectués avec et sans alimentation de l'UCE. La valeur minimale doit être utilisée pour confirmer la conformité.

La capacité interne, C_{in} , d'une UCE est égale à la capacité observée à l'état récessif entre CAN_H (ou CAN_L) et la masse, ECU_GND, de l'UCE, lorsque l'UCE est déconnectée de la ligne de signaux du bus. Les mesurages doivent être effectués avec et sans alimentation de l'UCE. La valeur maximale doit être utilisée pour confirmer la conformité.

La résistance et la capacité internes de l'UCE sont illustrées à la [Figure 6](#).



Légende

1 UCE

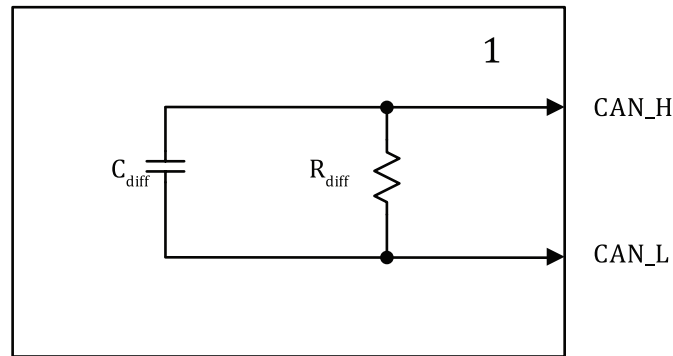
Figure 6 — Résistance et capacité internes d'une UCE à l'état récessif

5.5.2 Résistance interne différentielle (R_{diff}), capacité interne différentielle (C_{diff})

La résistance interne différentielle, R_{diff} , est égale à la résistance observée à l'état récessif entre CAN_H et CAN_L, lorsque l'UCE est déconnectée de la ligne de signaux du bus. Les mesurages doivent être effectués avec et sans alimentation de l'UCE. La valeur minimale doit être utilisée pour confirmer la conformité.

La capacité interne différentielle, C_{diff} , est égale à la capacité observée à l'état récessif entre CAN_H et CAN_L, lorsque l'UCE est déconnectée de la ligne de signaux du bus (voir [Figure 7](#)). Les mesurages doivent être effectués avec et sans alimentation de l'UCE. La valeur maximale doit être utilisée pour confirmer la conformité.

La résistance et la capacité internes différentielles de l'UCE sont illustrées à la [Figure 7](#).



Légende

1 UCE

Figure 7 — Résistance et capacité internes différentielles d'une UCE à l'état récessif

5.5.3 Terminaison faible pour tronçons de ligne

Pour une plus grande immunité et de meilleures performances en CEM, les nœuds de la TPPL qui sont connectés au bus peuvent éventuellement être réalisés en utilisant l'UCE du type I FAIBLE équipée d'une configuration à terminaison à résistance divisée. En cas d'utilisation d'une UCE du type I FAIBLE, le présent document recommande de réaliser la terminaison au moyen d'une terminaison à résistance divisée d'au moins $750 \Omega + 750 \Omega$ et à condensateur de 47 nF couplé avec ECU_GND. Le nombre total d'UCE du type I FAIBLE utilisé sur une seule machine ne doit pas dépasser 3 unités.

En référence à 7.6.3.7, si une UCE est alimentée par le circuit PWR/GND, la terminaison à résistance divisée d'une UCE du type I FAIBLE doit être couplée avec la masse (GND).

5.6 Durée d'un bit

La durée d'un bit, t_B , est égale au délai de transmission d'un bit. Les fonctions de gestion de bus exécutées pendant cet intervalle, telles que la synchronisation du contrôleur de protocole, la compensation du délai de transmission réseau et le positionnement du point d'échantillonnage, sont définies par la logique de synchronisation de bits programmable du circuit intégré du contrôleur du protocole CAN. La durée d'un bit utilisée dans le présent document est de $4 \mu\text{s}$, soit une vitesse de transmission de données de 250 kbit/s . Ce choix suppose en général l'utilisation d'oscillateurs à quartz à tous les nœuds pour atteindre la tolérance d'horloge indiquée dans le [Tableau 1](#).

Il doit être possible de créer un réseau ISO 11783 fiable à partir d'UCE de fournisseurs différents. En effet, en l'absence de synchronisation, des UCE différentes ne peuvent pas recevoir et interpréter correctement les messages valides. En conséquence, il est nécessaire d'établir des exigences particulières pour les registres de synchronisation de bits de chaque contrôleur de protocole. En outre, les segments de bits utilisés par les divers constructeurs de circuits intégrés de contrôleur de protocole présentent des différences dans leur définition.

L'entité de sous-couche de signalisation physique doit être configurée pour prendre en charge un débit binaire de 250 kbit/s . Par ailleurs, les paramètres suivants doivent être configurés:

- la méthode à un seul point d'échantillonnage telle que définie dans l'ISO 11898-1;
- le point d'échantillonnage à $(80 \pm 3) \%$ de la durée d'un bit.

Pour plus d'informations sur le protocole de synchronisation et la dénomination associée, ainsi que pour une description détaillée de la synchronisation de bits, voir [Annexe A](#).

5.7 Paramètres en courant alternatif

Les paramètres en courant alternatif d'une UCE déconnectée du bus sont indiqués dans le [Tableau 1](#). Les paramètres de synchronisation s'appliquent également à une UCE connectée à un segment de bus.

Tableau 1 — Paramètres d'un nœud déconnecté du bus, en courant alternatif

Paramètre	Symbole	Min.	Nom.	Max.	Unité	Condition
Durée d'un bit	t_B	3,998	4,000	4,002	μs	250 kbit/s ^a
Durée de transition	t_T	—	—	500	ns	Mesurée de 10 % à 90 % de la tension à l'état dominant ^b
Temps de retard interne	t_{ECU}	0,0	—	0,9	μs	^c
Capacité interne	C_{in}	0	—	200	pF	250 kbit/s pour CAN_H et CAN_L par rapport à la masse ^d
Capacité interne différentielle	C_{diff}	0	—	100	pF	^d
Réjection mode commun	CMR	40	—	—	dB	Du courant continu à 50 kHz
	CMR _{5MHz}	10	—	—	dB	5 MHz pouvant décroître de façon linéaire entre 50 kHz et 5 MHz
Temps disponible	t_{avail}	2,5	—	—	μs	Avec longueur bus 40 m ^e

^a Tolérance initiale, température et vieillissement compris.

^b L'adaptation entre les tensions d'attaque et les impédances (ou courants) sur les lignes CAN_H et CAN_L est importante pour déterminer les émissions dans la mesure où les spectres présentés sont déterminés par la forme réelle de l'onde.

^c La valeur de t_{UCE} est garantie pour une tension différentielle $V_{diff} = 1,0\text{ V}$ pour une transition de l'état récessif à l'état dominant et pour $V_{diff} = 0,5\text{ V}$ pour une transition de l'état dominant à l'état récessif. Un retard normal de l'interface CAN de 500 ns (contrôleur non compris) peut survenir avec une réserve d'environ 300 ns pour la synchronisation de bits indiquée dans ce tableau. Cela permet le ralentissement des pentes de transmission et le filtrage d'entrée. Les valeurs de retard sont indiquées pour le bus outil et sont à la discrétion du constructeur OEM (*original equipment manufacturer*) pour le bus tracteur.

Le temps de retard interne minimal peut être égal à zéro. La valeur maximale tolérable est fonction de la synchronisation de bits et du temps de retard du bus.

Le temps de retard total lors de l'arbitrage est égal à $t_T(\text{montée}_1) + t_T(\text{montée}_R) + t_T(\text{répétiteur}) + t_T(\text{montée}_R) + t_T(\text{répétiteur}) + 2t_T(\text{ligne}) + t_T(\text{nœud}_2)$. Si le retard est égal à zéro pour la ligne, le répétiteur et la boucle du nœud 2, et la durée de transition est supérieure ou égale au quart de la durée d'un bit, alors les durées de transition continuent à absorber toute la durée disponible d'un bit.

^d Outre les restrictions de capacité interne, il convient qu'une connexion du bus ait également une inductance en série aussi faible que possible. Les valeurs minimales de C_{in} et de C_{diff} peuvent être égales à zéro; les valeurs maximales tolérables doivent être fonction de la synchronisation des bits et des paramètres topologiques L et d (voir [Tableau 15](#)). Le bon fonctionnement est garanti si les ondes de résonance du câble ne suppriment pas le niveau dominant de tension différentielle en dessous de $V_{diff} = 1\text{ V}$ et n'augmentent pas le niveau récessif de tension différentielle au-dessus de $V_{diff} = 0,5\text{ V}$ dans chaque unité de commande électronique (voir [Tableau 7](#) et [Tableau 8](#)).

^e Le temps disponible résulte de l'unité de synchronisation de bits du circuit intégré d'interface de protocole du contrôleur CAN. Dans la plupart des circuits intégrés de contrôleur CAN, comme représenté par exemple à l'[Annexe A](#), ce temps est égal à t_{TSEG1} . En raison d'une mauvaise synchronisation, il est possible de perdre la longueur de deux largeurs de saut de synchronisation (SJW – *synchronization jump widths*) de sorte que le temps disponible, t_{avail} , avec une mauvaise synchronisation est égal à $t_{TSEG1} - SJW$. Un quantum temporel (t_q) de 250 ns et $SJW = 2 t_q$, $t_{TSEG1} = 12 t_q$, $t_{TSEG2} = 3 t_q$, produisent un temps disponible, $t_{avail} = 2,5 \mu\text{s}$.

6 Spécifications relatives aux segments de bus

6.1 Segment de bus à quatre conducteurs torsadés

Tout segment de bus à quatre conducteurs torsadés linéaire doit posséder à chaque extrémité une terminaison de la forme d'un circuit de polarisation de terminaison (TBC) (voir [Figure 2](#)) qui assure la polarisation électrique et la terminaison de mode commun nécessaires à la suppression des réflexions.

Le bus est récessif lorsque les émetteurs de bus de tous les nœuds du bus sont hors tension. Dans ce cas, la tension moyenne d'un segment de bus est générée par les circuits de polarisation de terminaison ([Figure 2](#)). Un bit dominant est transmis aux lignes de signaux du bus dès lors que l'émetteur de bus d'un nœud au moins est sous tension, ce qui induit un courant à chaque extrémité des circuits de polarisation de terminaison. On obtient en conséquence une tension différentielle entre les lignes CAN_H et CAN_L.

Les niveaux de bus récessif et dominant sont communiqués à l'entrée d'un comparateur du circuit de réception afin d'être détectés respectivement à l'état récessif et à l'état dominant.

6.2 Segment de bus de la couche physique à paires torsadées

Tout segment de bus linéaire de la TPPL doit posséder à chaque extrémité une terminaison résistive (voir [5.4.3.2](#)) pour supprimer les réflexions.

Le bus est récessif lorsque les émetteurs de bus de tous les nœuds du bus sont hors tension dans un segment de bus. Un bit dominant est transmis aux lignes de signaux du bus dès lors que l'émetteur de bus d'un nœud au moins est sous tension de sorte qu'une tension différentielle est produite entre les lignes CAN_H et CAN_L.

Les niveaux de bus récessif et dominant sont communiqués à l'entrée d'un comparateur du circuit de réception afin d'être détectés respectivement à l'état récessif et à l'état dominant.

7 Spécifications électriques

7.1 Données électriques

7.1.1 Généralités

Les paramètres spécifiés dans le [Tableau 1](#), le [Tableau 2](#) et du [Tableau 7](#) au [Tableau 10](#) doivent rester constants pour les températures de service de chaque UCE. Ces paramètres permettent de connecter au maximum 30 UCE à un segment de bus de 40 m. L'UCE d'un tronçon peut être débranchée, mais une UCE débranchée compte quand même pour la limitation du nombre maximal d'UCE. Les valeurs limites indiquées dans le [Tableau 1](#), le [Tableau 2](#) et du [Tableau 7](#) au [Tableau 9](#) sont définies pour les broches CAN_H et CAN_L de chaque UCE, lorsque les UCE sont déconnectées des lignes de signaux du bus (voir [Article 8](#)).

7.1.2 Valeurs absolues maximales

Les valeurs limites indiquées dans le [Tableau 2](#) correspondent aux tensions absolues maximales en courant continu qui peuvent être appliquées sur les lignes de signaux du bus sans endommager les circuits émetteur-récepteur. Bien qu'aucune garantie ne soit donnée concernant le bon fonctionnement des connexions à ces tensions, il n'y a pas de limite de temps (les contrôleurs CAN en service passeront en «erreur passive» après une certaine durée).

Tableau 2 — Limites de V_{CAN_H} et de V_{CAN_L} d'une UCE déconnectée du bus

Paramètre	Symbole	Minimum	Maximum	Unité
Tension max. en continu ^a	V_{CAN_H}	-16,0	16,0	V
Conditions Tension nominale d'alimentation 12 V	V_{CAN_L}			
NOTE 1 Le fonctionnement de la connexion ne peut pas être garanti dans ces conditions.				
NOTE 2 Pas de limite de temps (bien que les contrôleurs CAN se mettent en «erreur passive» à partir d'une certaine durée).				
^a Séparément (seul CAN_H ou CAN_L est connecté) ou mode commun. Le circuit de l'émetteur/récepteur ne peut pas être endommagé.				