

---

---

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

**Partie 2:  
Couche physique**

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
*Tractors and machinery for agriculture and forestry — Serial control and  
communications data network —  
Part 2. Physical layer*  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 11783-2:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/023d239a-b345-495a-aa97-81d4bcab8819/iso-11783-2-2012>



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

ISO 11783-2:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/023d239a-b345-495a-aa97-81d4bcab8819/iso-11783-2-2012>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2012

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 .....	v
Introduction.....	vi
<b>1</b> <b>Domaine d'application .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives.....</b>	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes et définitions .....</b>	<b>1</b>
<b>4</b> <b>Description générale.....</b>	<b>1</b>
4.1 <b>Couche physique du réseau .....</b>	<b>1</b>
4.2 <b>Support physique.....</b>	<b>2</b>
4.3 <b>Tension différentielle .....</b>	<b>2</b>
4.4 <b>Bus .....</b>	<b>2</b>
4.4.1 <b>Niveaux.....</b>	<b>2</b>
4.4.2 <b>Plage de tensions.....</b>	<b>2</b>
4.4.3 <b>Terminaison .....</b>	<b>3</b>
4.5 <b>Résistance et capacité.....</b>	<b>3</b>
4.5.1 <b>Résistance interne (<math>R_{in}</math>), capacité interne (<math>C_{in}</math>).....</b>	<b>3</b>
4.5.2 <b>Résistance interne différentielle (<math>R_{diff}</math>), capacité interne différentielle (<math>C_{diff}</math>).....</b>	<b>4</b>
4.6 <b>Durée d'un bit .....</b>	<b>5</b>
4.7 <b>Paramètres en courant alternatif.....</b>	<b>5</b>
<b>5</b> <b>Description fonctionnelle .....</b>	<b>7</b>
<b>6</b> <b>Spécifications électriques.....</b>	<b>7</b>
6.1 <b>Données électriques.....</b>	<b>7</b>
6.1.1 <b>Généralités .....</b>	<b>7</b>
6.1.2 <b>Valeurs absolues maximales .....</b>	<b>7</b>
6.1.3 <b>Paramètres courant continu.....</b>	<b>8</b>
6.1.4 <b>Tensions du bus (tensions de service).....</b>	<b>9</b>
6.1.5 <b>Décharge électrostatique .....</b>	<b>9</b>
6.2 <b>Paramètres du support physique .....</b>	<b>9</b>
6.2.1 <b>Câble à quatre conducteurs torsadés.....</b>	<b>9</b>
6.2.2 <b>Topologie .....</b>	<b>10</b>
6.2.3 <b>Connexion d'une UCE à TBC_PWR et TBC_RTN.....</b>	<b>11</b>
6.2.4 <b>Alimentation de TBC_PWR et de TBC_RTN .....</b>	<b>11</b>
6.3 <b>Paramètres du circuit de polarisation de terminaison (TBC) .....</b>	<b>12</b>
6.4 <b>Connecteurs.....</b>	<b>13</b>
6.4.1 <b>Généralités .....</b>	<b>13</b>
6.4.2 <b>Connecteur d'extension de bus.....</b>	<b>14</b>
6.4.3 <b>Connecteur de séparation de bus outil.....</b>	<b>16</b>
6.4.4 <b>Connecteur cabine .....</b>	<b>21</b>
6.4.5 <b>Connecteur de diagnostic .....</b>	<b>25</b>
<b>7</b> <b>Essais de conformité .....</b>	<b>30</b>
7.1 <b>Exigences générales.....</b>	<b>30</b>
7.2 <b>Résistance interne.....</b>	<b>30</b>
7.3 <b>Résistance interne différentielle .....</b>	<b>31</b>
7.4 <b>Seuil d'entrée récessif d'une UCE .....</b>	<b>31</b>
7.5 <b>Seuil d'entrée dominant d'une unité de commande électronique.....</b>	<b>32</b>
7.6 <b>Sortie dominante d'une UCE.....</b>	<b>33</b>
7.7 <b>Temps de retard interne d'une UCE .....</b>	<b>33</b>
<b>8</b> <b>Erreurs de bus et confinement des défaillances .....</b>	<b>34</b>
8.1 <b>Généralités .....</b>	<b>34</b>

8.2	Déconnexion du réseau .....	34
8.3	Perte de puissance du nœud ou perte de la masse.....	35
8.4	Coupures et courts-circuits.....	35
Annexe A (informative) Contrôleur de protocole: synchronisation et dénomination.....		39
Annexe B (informative) Exemples de circuits de couche physique .....		43
Bibliographie.....		52

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

ISO 11783-2:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/023d239a-b345-495a-aa97-81d4bcab8819/iso-11783-2-2012>

## 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'ISO 11783-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 23, *Tracteurs et matériels agricoles et forestiers*, sous-comité SC 19, *Électronique en agriculture*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 11783-2:2002), qui a fait l'objet d'une révision technique. Elle comprend également l'Amendement ISO 11783-2:2002/Amd.1:2006 et le Rectificatif technique ISO 11783-2:2002/Cor.1:2003.

L'ISO 11783 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *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*
- *Partie 2: Couche physique*
- *Partie 3: Couche liaison de données*
- *Partie 4: Couche réseau*
- *Partie 5: Gestion du réseau*
- *Partie 6: Terminal virtuel*
- *Partie 7: Couche d'application de base*
- *Partie 8: Messages de gestion de la transmission (boîte de vitesses)*
- *Partie 9: Unité de commande électronique du tracteur*
- *Partie 10: Contrôleur de tâches et échange de données des systèmes d'information de gestion*
- *Partie 11: Dictionnaire d'éléments de données mobiles*
- *Partie 12: Services de diagnostic*
- *Partie 13: Serveur de fichiers*
- *Partie 14: Contrôle de séquence*

## Introduction

L'ISO 11783, Parties 1 à 14, spécifie un système de communications destiné aux matériels agricoles, fondé sur l'ISO 11898-1<sup>[4]</sup> et l'ISO 11898-2<sup>[5]</sup>. Les documents SAE J1939<sup>[8]</sup>, sur lesquels certaines parties de l'ISO 11783 sont fondées, 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. Les documents joints ont été élaborés pour permettre l'utilisation, par 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. Les informations d'ordre général concernant l'ISO 11783 se trouvent dans l'ISO 11783-1.

L'objectif de l'ISO 11783 est de proposer un système ouvert pour les systèmes électroniques embarqués interconnectés. Elle vise à permettre la communication entre unités de commande électroniques (UCE) en proposant un système normalisé.

L'ISO attire l'attention sur le fait qu'il est établi que la conformité avec la présente partie de l'ISO 11783 peut nécessiter de recourir au brevet concernant le protocole CAN (Controller Area Network) auquel il est fait référence dans ce document.

L'ISO ne prend pas position concernant le fondement, la validité et le domaine d'application de ce brevet.

Le détenteur de cette licence a assuré à l'ISO qu'il était soucieux de négocier des licences dans des conditions raisonnables et non discriminatoires avec les demandeurs dans le monde entier. À cette fin, la déclaration du détenteur de ce brevet est déposée à l'ISO. Il est possible d'obtenir des informations auprès de

Robert Bosch GmbH  
Wernerstrasse 51  
Postfach 30 02 20  
D-70442 Stuttgart-Feuerbach  
Allemagne

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/023d239a-b345-495a-aa97-81d4bcab8819/iso-11783-2-2012>

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments de la présente partie de l'ISO 11783 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.

# 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 dans son ensemble spécifie un réseau de commande et de communication de données en série pour les tracteurs forestiers ou agricoles et les équipements portés, semi-portés, remorqués ou autotractés. Elle vise à normaliser la méthode et le format du transfert de données entre capteurs, actionneurs, dispositifs de commande, 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'objectif de l'ISO 11783 est de proposer un système ouvert interconnecté pour les systèmes électroniques utilisés par les matériels agricoles et forestiers. La présente partie de l'ISO 11783 définit et décrit une couche physique à câble à quatre conducteurs torsadés, pour une vitesse de transfert de 250 kbit/s.

STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

### 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 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 donnés dans l'ISO 11783-1 s'appliquent.

### 4 Description générale

#### 4.1 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 la présente partie de l'ISO 11783.

## 4.2 Support physique

La présente partie de l'ISO 11783 comprend la définition d'un support physique composé d'un câble à quatre conducteurs torsadés. Les deux premiers 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. 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.

## 4.3 Tension différentielle

Le rapport entre la tension des conducteurs CAN\_H et CAN\_L et la masse 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 l'Équation (1):

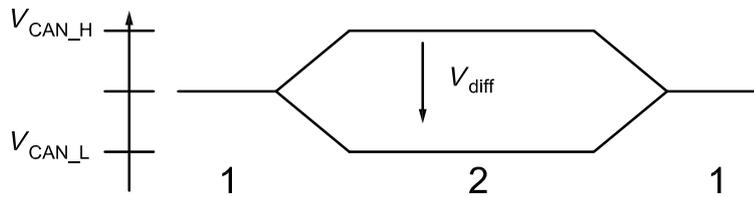
$$V_{diff} = V_{CAN\_H} - V_{CAN\_L} \tag{1}$$

## 4.4 Bus

### 4.4.1 Niveaux

#### 4.4.1.1 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 de 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 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 l'Article 5).



#### Légende

- 1 récessif
- 2 dominant

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

#### 4.4.1.2 Arbitrage de conflits

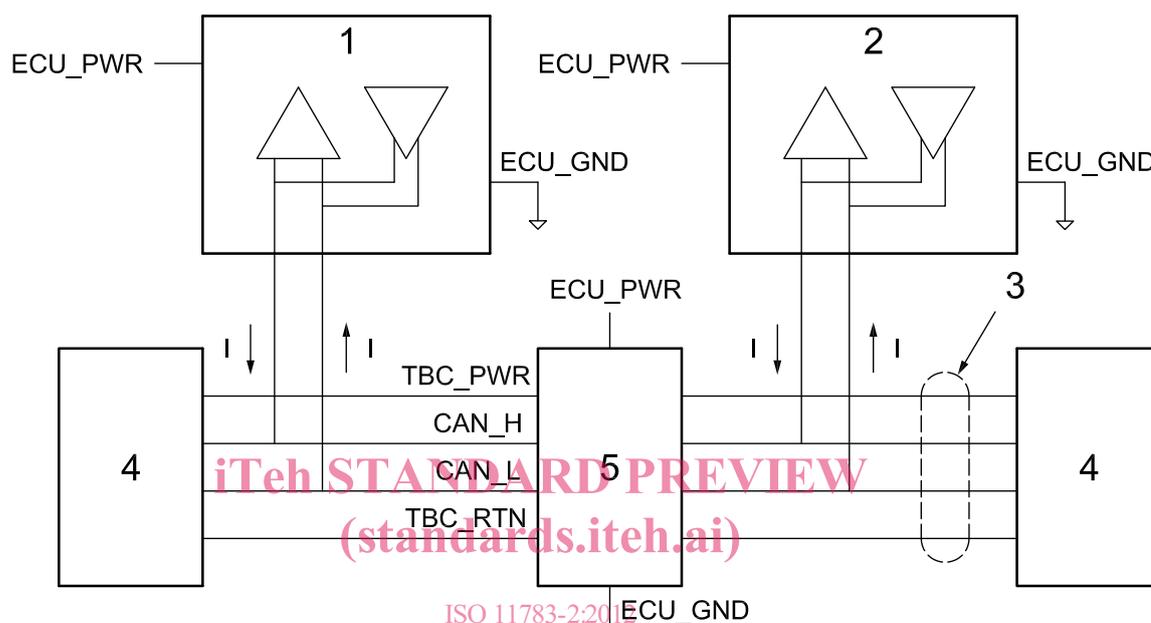
Lorsqu'un bit dominant et un bit récessif sont imposés par deux UCE différentes sur les lignes de signaux du bus pendant une durée de bit donnée, le bit dominant l'emporte.

#### 4.4.2 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.

#### 4.4.3 Terminaison

Les lignes de signaux de bus de tous les segments du bus possèdent à chaque extrémité une terminaison électrique qui revêt la forme d'un circuit de polarisation de terminaison (TBC). 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).



ISO 11783-2:2012  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/023d239a-b345-495a-aa97-81d4bcab8819/iso-11783-2-2012>

#### 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 TBC\_RTN

Figure 2 — Diagramme fonctionnel de la couche physique

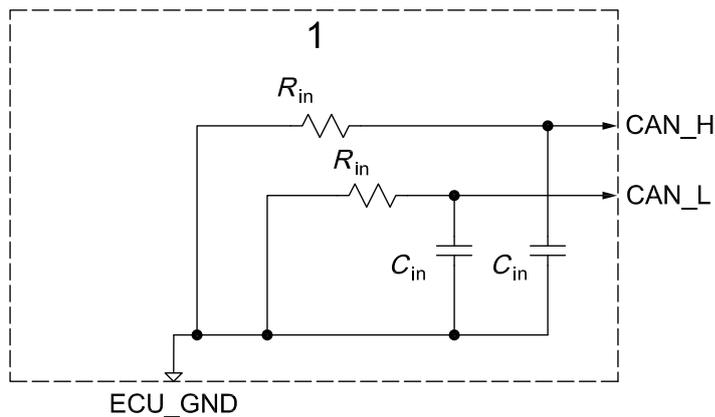
### 4.5 Résistance et capacité

#### 4.5.1 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 mesures doivent être effectuées 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 mesures doivent être effectuées avec et sans alimentation de l'UCE. La valeur minimale doit être utilisée pour confirmer la conformité.

La résistance et la capacité internes de l'UCE sont illustrées à la Figure 3.



**Légende**

1 UCE

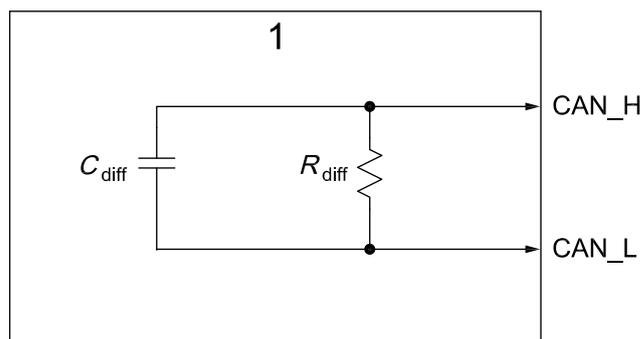
**Figure 3 — Résistance et capacité internes d'une UCE à l'état récessif**

**4.5.2 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 mesures doivent être effectuées 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 4). Les mesures doivent être effectuées avec et sans alimentation de l'UCE. La valeur minimale doit être utilisée pour confirmer la conformité.

La résistance et la capacité internes différentielles de l'UCE sont illustrées à la Figure 4.



**Légende**

1 UCE

**Figure 4 — Résistance et capacité internes différentielles d'une UCE à l'état récessif**

#### 4.6 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 la présente partie de l'ISO 11783 est de 4  $\mu$ 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 au Tableau 1.

Il est nécessaire de vérifier qu'un réseau ISO 11783 construit à l'aide d'UCE de fournisseurs différents demeure fiable. En effet, en l'absence de synchronisation, des UCE différentes pourraient ne pas être capables de recevoir et d'interpréter correctement les messages valides. En conséquence, il est nécessaire d'établir des spécifications particulières pour les registres de synchronisation de bits de chaque contrôleur de protocole. Les segments de bits utilisés par les divers constructeurs de circuits intégrés de contrôleur de protocole présentent des différences dans leur définition.

Les spécifications ci-après doivent être utilisées pour les contrôleurs de protocole type de réseau ISO 11783 présentant une vitesse de transmission de données de 250 kbits/s et possédant des segments de bus d'une longueur de 40 m:

- utilisation d'un seul point d'échantillonnage;
- point d'échantillonnage égal à 80 %  $\pm$  3 % de la durée de bit auquel il est fait référence au début de la durée du bit.

NOTE Pour plus d'informations sur le protocole de synchronisation et la dénomination associée, ainsi que pour une description détaillée de la durée d'un bit pour un contrôleur de protocole type, voir l'Annexe A.

#### 4.7 Paramètres en courant alternatif

Les paramètres en courant alternatif d'une UCE déconnectée du bus sont indiqués dans le Tableau 1. Les paramètres de temps s'appliquent 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	Conditions
Durée d'un bit	$t_B$	3,998	4,000	4,002	µs	250 kbits/s <sup>a</sup>
Durée de transition	$t_T$	75	200	500	ns	Mesurée de 10 % à 90 % de la tension à l'état dominant <sup>b</sup>
Temps de retard interne	$t_{ECU}$	0,0	—	0,9	µs	c
Capacité interne	$C_{in}$	0	—	100	pF	250 Kbits/s pour CAN_H et CAN_L par rapport à la masse <sup>d</sup>
Capacité différentielle interne	$C_{diff}$	0	—	50	pF	d
Réjection mode commun	CMR	40	—	—	dB	Courant continu à 50 kHz
	CMR <sub>5MHz</sub>	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 <sup>e</sup>

<sup>a</sup> Tolérance initiale, température et vieillissement compris.

<sup>b</sup> La couche physique utilise des techniques d'annulation de champ. 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 électromagnétiques dans la mesure où les spectres présentés sont déterminés par la forme réelle de l'onde.

<sup>c</sup> La valeur de  $t_{ECU}$  est garantie pour une tension différentielle  $V_{diff} = 1,0$  V pour une transition de l'état récessif à l'état dominant et pour  $V_{diff} = 0,5$  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 durée d'un bit indiquée dans ce tableau. Cela permet le ralentissement des pentes de transmission et le filtrage d'entrée. Il est recommandé d'utiliser cette fonction pour limiter les problèmes de compatibilité électromagnétique. 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 doit être fonction de la durée d'un bit 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<sub>2</sub> (node<sub>2</sub>), et la durée de transition est supérieure ou égale à 0,25 durée d'un bit, alors les durées de transition continuent à absorber toute la durée possible d'un bit. Le réseau ISO 11783 possède un point d'échantillonnage à 80 % de la durée d'un bit et permet une durée de transition égale à 0,25 durée d'un bit de telle sorte qu'il n'est pas possible d'utiliser de répétiteur vrai.

<sup>d</sup> Outre les restrictions en matière de capacité interne, il convient qu'une connexion bus possède également une inductance 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 8). Le bon fonctionnement est garanti si les ondes de résonance du câble ne suppriment pas le niveau dominant de tension différentielle en-dessous de  $V_{diff} = 1$  V et n'augmentent pas le niveau récessif de tension différentielle au-dessus de  $V_{diff} = 0,5$  V dans chaque unité de commande électronique (voir Tableaux 3 et 4).

<sup>e</sup> Le temps disponible est fonction de l'unité de synchronisation de bits du circuit intégré du contrôleur de protocole CAN. Dans la plupart des circuits intégrés de contrôleur CAN, par exemple, ce temps est égal à  $t_{TSEG1}$ . En raison d'une mauvaise synchronisation, il est possible de perdre la longueur de deux largeurs de bande de saut de synchronisation (SJW, *synchronization jump widths*). 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  $t_{avail} = 2,5 \mu s$ .

## 5 Description fonctionnelle

Tout segment de bus linéaire possède à chaque extrémité une terminaison de la forme d'un circuit de polarisation de terminaison (voir Figure 2). Ces circuits assurent 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 de chaque 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.

Les UCE doivent être connectées uniquement aux conducteurs CAN\_H et CAN\_L.

## 6 Spécifications électriques

### 6.1 Données électriques

#### 6.1.1 Généralités

Les paramètres spécifiés dans les Tableaux 1 à 6 doivent rester constants pour les températures de service de chaque UCE. Ils permettent de connecter au maximum 30 UCE à un segment de bus de 40 m. Les valeurs limites indiquées dans les Tableaux 1 à 5 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 7).

ISO 11783-2:2012

#### 6.1.2 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 un laps de temps donné).

Tableau 2 — Limites de  $V_{CAN\_H}$  et  $V_{CAN\_L}$  d'une UCE déconnectée du bus

Paramètre		Symbole	Min.	Max.	Unité
<b>Tension max. en continu</b>					
<b>Conditions</b>	Tension nominale batterie 12 V	$V_{CAN\_H}$	-3,0	16,0	V
	Tension nominale batterie 24 V	$V_{CAN\_L}$		32,0	
NOTE 1	Le fonctionnement de la connexion ne peut pas être garanti à ces conditions.				
NOTE 2	Le circuit de l'émetteur/récepteur ne peut pas être endommagé.				
NOTE 3	Pas de limite de temps (bien que les contrôleurs CAN se mettent en «erreur passive» à partir d'un certain laps de temps écoulé).				
NOTE 4	Relative à la broche de masse ECU_GND de l'unité de commande électronique (l'émetteur/récepteur doit pouvoir supporter une plus large gamme s'il y a une chute de tension le long des lignes internes de l'unité de commande électronique).				

6.1.3 Paramètres courant continu

6.1.3.1 UCE déconnectée du bus

Les paramètres pour courant continu de l'état récessif et de l'état dominant d'une UCE déconnectée du bus sont indiqués respectivement dans les Tableaux 3 et 4.

Tableau 3 — Paramètres pour courant continu d'une UCE déconnectée du bus à l'état récessif

Paramètre	Symbole	Min.	Nom.	Max.	Unité	Conditions
Comportement de la tension de sortie du bus	$V_{CAN\_H}$ $V_{CAN\_L}$	2,0	2,5	3,0	V	a b
Comportement de la tension de sortie différentielle	$V_{diff\_OR}$	-1 200		50	mV	
Résistance différentielle interne	$R_{diff}$	10		100	kΩ	f
Résistance interne	$R_{in}$	5		15	kΩ	f
Adaptation résistance interne	—	-5		5	%	d f
Tension différentielle d'entrée détectée comme récessive	$V_{diff\_IR}$	-1,0		0,5	V	a c e

a L'unité de commande électronique doit être alimentée.

b La résistance de Thévenin équivalente du circuit de polarisation d'entrée apparaît en série des deux bornes CAN\_H et CAN\_L à la source de polarisation d'entrée. La polarisation d'entrée est nécessaire pour fournir un état connu pour les signaux réseau d'une UCE déconnectée de son segment de bus.

c La réception doit être garantie pour la gamme de tensions de mode commun définie aux Tableaux 5 et 6.

d La couche physique utilise des techniques d'annulation de champ; l'adaptation entre les tensions du circuit de commande 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.

e Bien que la valeur  $V_{diff} < -1,0 V$  ne soit possible qu'en cas d'erreur, il convient de l'interpréter comme récessive, afin d'être conforme aux spécifications relatives aux erreurs.

f Minimum de la valeur, avec l'unité de commande électronique alimentée ou non pour 4.5.1 et 4.5.2.

Tableau 4 — Paramètres pour courant continu d'une UCE déconnectée du bus à l'état dominant

Paramètre	Symbole	Min.	Nom.	Max.	Unité	Condition
Tension du bus	$V_{CAN\_H}$	3,0	3,5	5,0	V	a
	$V_{CAN\_L}$	0,0	1,5	2,0		
Tension différentielle de sortie	$V_{diff\_OD}$	1,5	2,0	3,0		a
Tension différentielle détectée comme dominante	$V_{diff\_ID}$	1,0	—	5,0	a b	

a La résistance série équivalente des deux circuits de polarisation de terminaison montés en parallèle (37,5 Ω) est connectée entre CAN\_H et CAN\_L et TBC\_PWR qui fournit la tension de polarisation relative à TBC\_RTN.

b La réception doit être garantie pour la gamme de tensions de mode commun définie aux Tableaux 5 et 6.

6.1.3.2 UCE connectée au bus

Les paramètres pour courant continu de l'état récessif et de l'état dominant des UCE connectées à un segment de bus et des autres UCE sont indiqués respectivement dans les Tableaux 5 et 6.

**Tableau 5 — Paramètres pour courant continu de tension du bus, avec toutes les UCE connectées au bus à l'état récessif, sans erreur**

Paramètre	Symbole	Min.	Nom.	Max.	Unité	Conditions
Tension du bus	$V_{CAN\_H}$ $V_{CAN\_L}$	0,1	2,5	4,5	V	Mesurée par rapport à la masse de chaque UCE <sup>a</sup>
Tension différentielle du bus	$V_{diff\_R}$	-400	0	12	mV	Mesurée à chaque UCE connectée aux lignes de signaux du bus <sup>b c</sup>
<p><sup>a</sup> Valeur maximale récessive (3,0 V, voir Tableau 3) + valeur différentielle de masse maximale (2,0 V).</p> <p><sup>b</sup> La tension différentielle du bus est déterminée par le comportement à la sortie de toutes les unités de commande électroniques à l'état récessif. <math>V_{diff}</math> est par conséquent approximativement égal à zéro (voir Tableau 3).</p> <p><sup>c</sup> Bien que la valeur <math>V_{diff} \leq 1,0</math> V ne soit possible qu'en cas d'erreur, il convient de l'interpréter comme récessive afin d'être conforme aux spécifications relatives aux erreurs.</p>						

**Tableau 6 — Paramètres pour courant continu de tension du bus, avec toutes les UCE connectées au bus à l'état dominant, sans erreur**

Paramètre	Symbole	Min.	Nom.	Max.	Unité	Conditions
Tension du bus	$V_{CAN\_H}$	—	3,5	7,0	V	Mesurée par rapport à la masse de chaque UCE <sup>a</sup>
	$V_{CAN\_L}$	-2,0	1,5	—		
Tension différentielle du bus	$V_{diff\_D}$	1,2	2,0	3,0	V	Mesurée à chaque UCE connectée aux lignes de signaux du bus <sup>b</sup>
				5,0		Lors de l'arbitrage
<p><sup>a</sup> La valeur minimale de <math>V_{CAN\_H}</math> est déterminée par la valeur minimale de <math>V_{CAN\_L}</math> augmentée de la valeur minimale de <math>V_{diff}</math>. La valeur maximale de <math>V_{CAN\_L}</math> est déterminée par la valeur maximale de <math>V_{CAN\_H}</math> diminuée de la valeur de <math>V_{diff}</math>.</p> <p><sup>b</sup> La charge sur les lignes de signaux du bus, lorsque des UCE sont ajoutées à un segment de bus d'un réseau, est fonction des valeurs <math>R_{diff}</math> et <math>R_{in}</math> de chaque UCE. En conséquence, <math>V_{diff}</math> est susceptible de décroître. La valeur minimale de <math>V_{diff}</math> limite généralement le nombre d'UCE admises sur le bus. La valeur maximale de <math>V_{diff}</math> est fournie pendant l'arbitrage lorsque plusieurs UCE pilotent les lignes de signaux du bus. La valeur maximale de <math>V_{diff}</math> affecte le fonctionnement avec sortie asymétrique et ne doit pas excéder 3 V.</p>						

#### 6.1.4 Tensions du bus (tensions de service)

Les paramètres de tension du bus indiqués dans le Tableau 6 sont à utiliser lorsque toutes les UCE (de 2 à 30 UCE) sont connectées à un segment de bus possédant une terminaison correcte. Le décalage de masse maximal autorisé entre plusieurs UCE et entre une UCE et le circuit de polarisation de terminaison du bus est égal à 2 V. Les tensions extrêmes associées à ce décalage peuvent apparaître à l'état dominant ou à l'état récessif.

#### 6.1.5 Décharge électrostatique

Il est recommandé de soumettre à des essais de décharges électrostatiques CAN\_H et CAN\_L lorsqu'ils sont déconnectés des lignes de signaux du bus, conformément à l'ISO 14982, en utilisant 15 kV.

### 6.2 Paramètres du support physique

#### 6.2.1 Câble à quatre conducteurs torsadés

Les paramètres pour câble à quatre conducteurs torsadés doivent être conformes au Tableau 7.