

norme française

NF ISO 11783-2
Septembre 2002

Indice de classement : **U 05-100-2**

ICS : 35.240.99 ; 65.060.01

Tracteurs et matériels agricoles et forestiers

Réseaux de commande et de communication de données en série

Partie 2 : Couche physique

E : Tractors and machinery for agriculture and forestry — Serial control and communications data network — Part 2: Physical layer

D : Traktoren und Maschinen für die Land- und Forstwirtschaft — Serielles Kontroll- und Kommunikationsnetzwerk — Teil 2: Physikalische Schicht

Norme française homologuée

par décision du Directeur Général d'AFNOR le 5 août 2002 pour prendre effet le 5 septembre 2002.

Correspondance

Le présent document reproduit intégralement la norme internationale ISO 11783-2:2002.

Analyse

L'ISO 11783, qui comprend 11 parties, prescrit un réseau de commande et de communication de données en série pour tracteurs agricoles ou forestiers, ou instruments portés, semi-portés, remorqués ou automoteurs pour normaliser la méthode et le format de transfert des données.

Le présent document définit et décrit une couche physique à câble à quatre conducteurs torsadés, pour une vitesse de transfert de 250 kbits/sec.

Descripteurs

Thésaurus International Technique : machine agricole, tracteur agricole, matériel forestier, échange d'information, transfert de données, dispositif de commande, interconnexion de réseaux, couche physique, spécification.

Modifications

Corrections



Membres de la commission de normalisation

Président : M GRENIER

Secrétariat : MME DURANTON — AFNOR

M	BAILLY	SNVEL
M	BRIE	DION GENERALE DE L'ALIMENTATION
MME	CARBONNEL	MERIAL
M	CHAISEMARTIN	DION GENERALE DE L'ALIMENTATION
MME	CHOQUERT	DIGITIP STSI
M	DUBOUIX	ALLFEX EUROPE
M	GOUPILLON	SYGMA
M	GRENIER	ENITA DE BORDEAUX
M	HANOUNE	VIRBAC FRANCE SA
M	KEROURIO	DION GENERALE DE L'ALIMENTATION
MME	MARGUIN	INSTITUT DE L'ELEVAGE
MME	MELIK	DION GENERALE DE L'ALIMENTATION
M	MICHEL	ANELA
M	MICHOT	ORDICAM
M	VIGIER	CEMAGREF
M	VIGOUROUX	CONSEIL GENERAL VETERINAIRE

Avant-propos national

Références aux normes françaises

La correspondance entre les normes mentionnées à l'article «Références normatives» et les normes françaises identiques est la suivante :

- ISO 1724 : NF ISO 1724 (indice de classement : R 43-407)
- ISO 14982 : NF EN ISO 14982 (indice de classement : U 10-001)



Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Description générale	1
3.1 Couche physique du réseau	1
3.2 Support physique	2
3.3 Tension différentielle	2
3.4 Bus	2
3.5 Résistance et capacité	3
3.6 Durée d'un bit	4
3.7 Paramètres en courant alternatif	6
4 Description fonctionnelle	7
5 Spécifications électriques	7
5.1 Données électriques	7
5.2 Paramètres du support physique	11
5.3 Circuit de polarisation de terminaison (TBC)	13
5.4 Spécifications relatives aux connecteurs	14
6 Essais de conformité	28
6.1 Exigences générales	28
6.2 Résistance interne	28
6.3 Résistance interne différentielle	29
6.4 Seuil d'entrée récessif d'une UCE	29
6.5 Seuil d'entrée dominant d'une unité de commande électronique	30
6.6 Sortie dominante d'une UCE	31
6.7 Temps de retard interne d'une UCE	31
7 Erreurs de bus et confinement des défaillances	32
7.1 Généralités	32
7.2 Déconnexion du réseau	33
7.3 Perte de puissance du nœud ou perte de la masse	33
7.4 Coupures et courts-circuits	33
Annexe A (informative) Synchronisation et dénomination du contrôleur de protocole	37
Annexe B (informative) Exemples de circuits de couche physique	40
Bibliographie	51

This document is now
PUBLIC

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 3.

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*.

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: Mise en œuvre de couche d'application de messages*
- *Partie 8: Messages de groupe motopropulseur*
- *Partie 9: Interface de contrôle commande tracteur*
- *Partie 10: Contrôleur de tâches et système de gestion pour échange de données*
- *Partie 11: Dictionnaire de données*

Les annexes A et B de la présente partie de l'ISO 11783 sont données uniquement à titre d'information.



Introduction

L'ISO 11783, qui comprend 11 parties, spécifie un système de communication destiné aux matériels agricoles basés sur le protocole CAN 2.0 B [1]. Les documents SAE J 1939, sur lesquels certaines parties de l'ISO 11783 sont basées, 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 J 1939 relatives aux camions et aux bus, sans que des modifications majeures soient nécessaires. La présente partie de l'ISO 11783 est harmonisée sur les spécifications SAE J 1939/81 [2]. 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 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

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.



Downloaded from www.worldscientific.com by UNIVERSITY OF NEWCASTLE on 09/01/20



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

Partie 2: Couche physique

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 11783 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'équipement, ou qu'ils en soient un composant. 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 kbits/sec.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de l'ISO 11783. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de l'ISO 11783 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

ISO 1724, *Véhicules routiers — Connexions électriques entre véhicule tracteur et véhicule tracté équipés d'un circuit électrique de 12 V — Connecteur à 7 contacts de type 12 N (normal)*.

ISO 14982, *Machines agricoles et forestières — Compatibilité électromagnétique — Méthodes d'essai et critères d'acceptation*.

3 Description générale

3.1 Couche physique du réseau

La couche physique correspond au branchement électrique de plusieurs UCE (unités de commande électroniques) sur un segment de bus d'un réseau. Le nombre total d'UCE est fonction des charges électriques du segment de bus. Le nombre maximum d'UCE est fixé à 30 pour un segment donné eu égard aux paramètres électriques définis dans la présente partie de l'ISO 11783.



3.2 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 commandés par signaux. Les broches correspondantes des UCE portent les mêmes noms, respectivement CAN_H et CAN_L. Les deux autres conducteurs, désignés par les noms TBC_PWR et TBC_RTN, fournissent l'électricité aux circuits de polarisation de terminaison de tous les segments de bus.

3.3 Tension différentielle

Le rapport entre la tension des conducteurs CAN_H et CAN_L et la masse 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 telle que

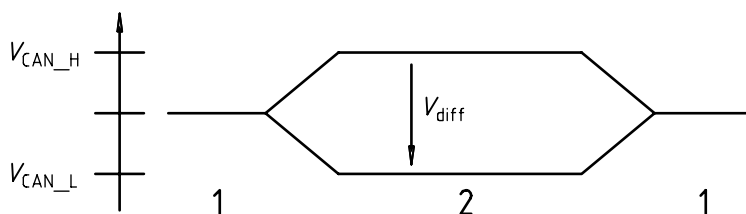
$$V_{diff} = V_{CAN_H} - V_{CAN_L} \quad (1)$$

3.4 Bus

3.4.1 Niveaux

3.4.1.1 Généralités

Les lignes de signaux du bus possèdent deux états logiques, un état dominant et un état récessif (voir Figure 1). À l'état récessif, V_{CAN_H} et V_{CAN_L} sont attachés 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 ou d'un bus récessif. L'état dominant est défini par une tension différentielle supérieure à un seuil minimum. L'état dominant est prioritaire sur l'état récessif; il est transmis lors d'un bit dominant. (Voir aussi l'article 4.)



Légende

- 1 Récessif
- 2 Dominant

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

3.4.1.2 Arbitrage de conflits

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

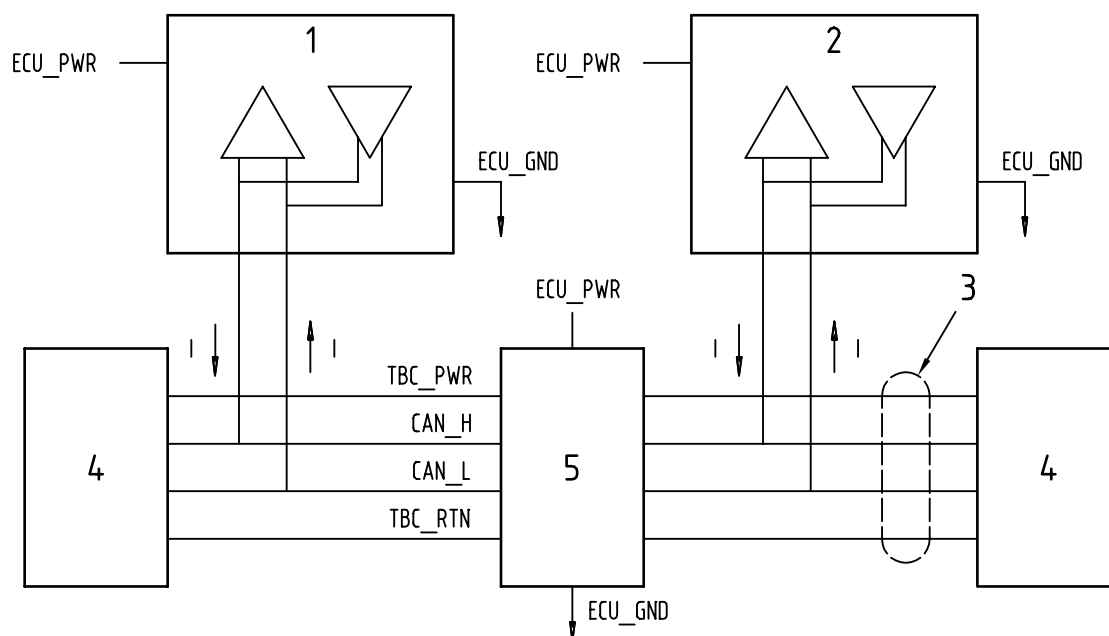
3.4.2 Échelle de tension

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



3.4.3 Terminaison

Les lignes de signaux de bus de tous les segments de bus possèdent à chaque extrémité une terminaison électrique qui revêt la forme d'un circuit de polarisation de terminaison. Ce type de circuits 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 (Figure 2).



Légende

- 1 UCE n° 1
- 2 UCE n° *n*
- 3 Câble à quartes torsadé
- 4 Circuit de polarisation de terminaison (TBC)
- 5 Alimentation de TBC_PWR et TBC_RTN

Figure 2 — Diagramme fonctionnel de la couche physique

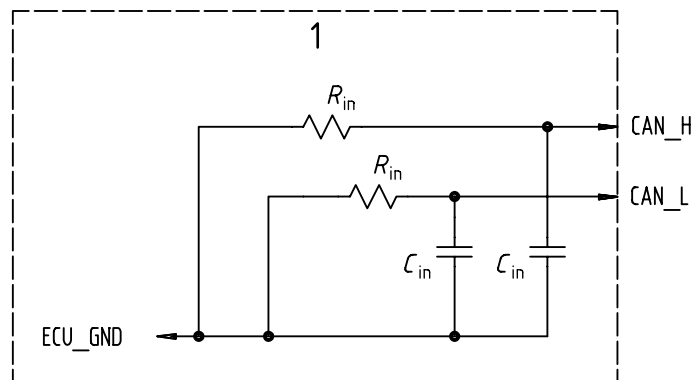
3.5 Résistance et capacité

3.5.1 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 minimum 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 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 minimum doit être utilisée pour confirmer la conformité.

La résistance et la capacité internes sont illustrées à la Figure 3.



Légende

1 UCE

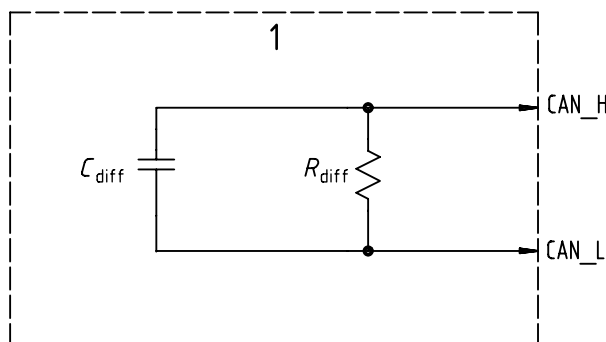
Figure 3 — Résistance et capacité internes d'une UCE à l'état récessif

3.5.2 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 minimum 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 (Figure 4). Les mesures doivent être effectuées avec et sans alimentation de l'UCE, la valeur minimum devant être utilisée pour confirmer la conformité.

La résistance et la capacité internes différentielles sont illustrées à la Figure 4.



Légende

1 UCE

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

3.6 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 μ s, soit 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:

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

Une liste des noms et de la chronologie des contrôleurs du protocole, ainsi qu'une description détaillée de la durée de bit d'un contrôleur de protocole type, sont fournies en annexe A.



3.7 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 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.	Nominal	Max.	Unité	Conditions
Durée d'un bit	t_B	3,998	4,000	4,002	μs	250 kbits/s ^a
Durée de transition	t_T	600	800	1000	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	50	100	pF	250 Kbits/s pour CAN_H et CAN_L par rapport à la masse ^d
Capacité différentielle interne	C_{diff}	0	25	50	pF	d
Rejet mode commun	CMR	40			dB	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}	2,75			μs	Avec longueur bus 40 m ^e

^a Tolérance initiale, température et vieillissement compris.

^b La couche physique utilise des techniques d'annulation par l'utilisateur; 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_{ECU} doit être garantie pour une tension différentielle $V_{\text{diff}} = 1,0 \text{ V}$ pour une transition de l'état récessif à l'état dominant et pour $V_{\text{diff}} = 0,5 \text{ V}$ pour une transition de l'état dominant à l'état récessif. Un retard normal de l'interface CAN de 800 ns (contrôleur non compris) peut survenir avec une réserve d'environ 200 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 la compatibilité électromagnétique. Les valeurs de retard sont indiquées pour le bus équipement et sont à la discrétion du constructeur OEM («original equipment manufacturer») pour le bus tracteur.

Le temps de retard minimal peut être égal à zéro. La valeur maximale tolérable est 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 $t_T(\text{rise}_1) + t_T(\text{rise}_R) + t_T(\text{repeater}) + t_T(\text{rise}_R) + t_T(\text{repeater}) + 2t_T(\text{line}) + t_T(\text{node}_2)$. Si le retard est égal à zéro pour la ligne, le répéteur et la boucle du nœud 2 (node_2) et que 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 de 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 répéteur vrai.

^d Outre les restrictions en matière de capacité interne, une connexion bus doit également posséder 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 sont fonction de la synchronisation de 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 $V_{\text{diff}} = 1 \text{ V}$ et n'augmentent pas le niveau récessif de tension différentielle au-dessus de $V_{\text{diff}} = 0,5 \text{ V}$ dans chaque unité de commande électronique (voir Tableaux 3 et 4).

^e Le temps disponible est fonction de l'unité de synchronisation de bits du circuit intégré du protocole. Dans la plupart des circuits intégrés de contrôleur, par exemple, ce temps est égal à TSEG1. En raison d'une mauvaise synchronisation, il est possible de perdre la longueur de la largeur de bande de saut de synchronisation (SJW). Le temps disponible (t_{avail}) avec une mauvaise synchronisation est égal à TSEG1–SJW ms. Un quantum temporel (t_q) de 250 ns et SJW = 2 t_q , TSEG1 = 12 t_q , TSEG2 = 3 t_q produisent un temps disponible $t_{\text{avail}} = 2,75 \mu\text{s}$.



4 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 le 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 détecté respectivement à l'état récessif et à l'état dominant.

NOTE Les UCE doivent être connectées aux conducteurs CAN_H et CAN_L.

5 Spécifications électriques

5.1 Données électriques

5.1.1 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 donné. Les valeurs limites indiquées dans les Tableaux 1 à 5 sont définies pour les broches CAN_H et CAN_L des unités UCE, lorsque les UCE sont déconnectées des lignes de signaux du bus (voir article 6).

5.1.2 Valeurs absolues maximales

Les valeurs limites indiquées dans le Tableau 2 correspondent aux tensions absolues maximales en courant continu que sont capables de supporter les connexions aux 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 cesseront de fonctionner pour cause d'erreur à partir d'un laps de temps donné).



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

Paramètre	Symbole	Minimum	Maximum	Unité	
Tension max. en continu					
Conditions	Tension nominale batterie 12 V	V_{CAN_H}	-3,0	16,0	V
	Tension nominale batterie 24 V	V_{CAN_L}			
NOTE 1 Le fonctionnement de la connexion ne doit pas nécessairement 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 en service deviennent passifs à partir d'un certain laps de temps écoulé).					
NOTE 4 Par rapport à la broche de masse de l'unité de commande électronique (l'émetteur/récepteur doit pouvoir traiter une large gamme s'il y a une chute de tension le long des lignes internes de l'unité de commande électronique).					

5.1.3 Paramètres courant continu

5.1.3.1 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 courant continu d'une UCE déconnectée du bus à l'état récessif

Paramètre	Symbole	Min.	Max.	Unité	Conditions
Tension du bus	V_{CAN_H} V_{CAN_L}	2,2	2,7	V	a b
Résistance différentielle interne	R_{diff}	10	—	k Ω	f
Résistance interne	R_{in}	20	—	k Ω	f
Adaptation résistance différentielle interne		-5	5	%	d f
Tension différentielle interne d'entrée devant être 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 Thévenin équivalente du circuit de polarisation d'entrée doit être comprise entre 80 k Ω et 100 k Ω et apparaître en série des deux terminaux 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 par l'utilisateur; 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 3.5.1 et 3.5.2.

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

Paramètre	Symbole	Min.	Nominale	Max.	Unité	Conditions
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 devant être 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_RTIN.

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

5.1.3.2 Paramètres courant continu d'une UCE connectée

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 courant continu de tension du bus, avec toutes les UCE connectées du bus à l'état récessif, sans erreur

Paramètre	Symbole	Min.	Nominale	Max.	Unité	Conditions
Tension du bus	V_{CAN_H} V_{CAN_L}	0,5	—	5,0	V	Mesurée par rapport à la masse de chaque UCE ^a
Tension différentielle du bus	V_{diff_R}	−1,0	0	0,5		Mesurée à chaque UCE connectée aux lignes de signaux du bus ^{b c}

^a Valeur maximale récessive (3,0 V, voir Tableau 3) + valeur différentielle de masse maximale (2,0 V).

^b La tension différentielle du bus est déterminée par le comportement à la sortie de toutes les unités de commande électroniques à l'état récessif. V_{diff} est par conséquent approximativement égal à zéro (voir Tableau 3).

^c Bien que la valeur $V_{diff} < -1,0$ V ne soit possible qu'en cas d'erreur, elle doit être interprétée comme récessive afin d'être conforme aux spécifications relatives aux erreurs.

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

Paramètre	Symbole	Min.	Nominale	Max.	Unité	Conditions
Tension du bus	V_{CAN_H}	—	3,5	7,0	V	Mesurée par rapport à la masse de chaque UCE ^a
	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 ^b
				5,0		Lors de l'arbitrage

^a La valeur minimale de V_{CAN_H} est déterminée par la valeur minimum de V_{CAN_L} augmentée de la valeur minimale de V_{diff} . La valeur maximale de V_{CAN_L} est déterminée par la valeur maximale de V_{CAN_H} diminuée de la valeur de V_{diff} .

^b Charge des lignes de signaux du bus lorsque des UCE sont ajoutées à un segment de bus d'un réseau, en fonction des valeurs R_{diff} et R_{in} de chaque UCE. En conséquence, V_{diff} est susceptible de décroître. La valeur minimale de V_{diff} limite généralement le nombre d'UCE admises sur le bus. La valeur maximale de V_{diff} est fournie pendant l'arbitrage lorsque plusieurs UCE conduisent les lignes de signaux du bus. La valeur maximale de V_{diff} affecte le fonctionnement avec sortie asymétrique et ne doit pas excéder 3 V.

5.1.4 Tensions du bus (tensions de service)

Les paramètres indiqués dans le Tableau 6 sont à utiliser lorsque toutes les UCE (UCE 2 à 30) sont connectées à un segment de bus possédant une terminaison correcte. Le décalage de masse maximum 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.

5.1.5 Décharge électrostatique

Il est recommandé de tester CAN_H et CAN_L lorsqu'ils sont déconnectés des lignes de signaux du bus, conformément à l'ISO 14982 relative aux décharges électrostatiques de 15 kV.



5.2 Paramètres du support physique

5.2.1 Câble à quartes torsadé

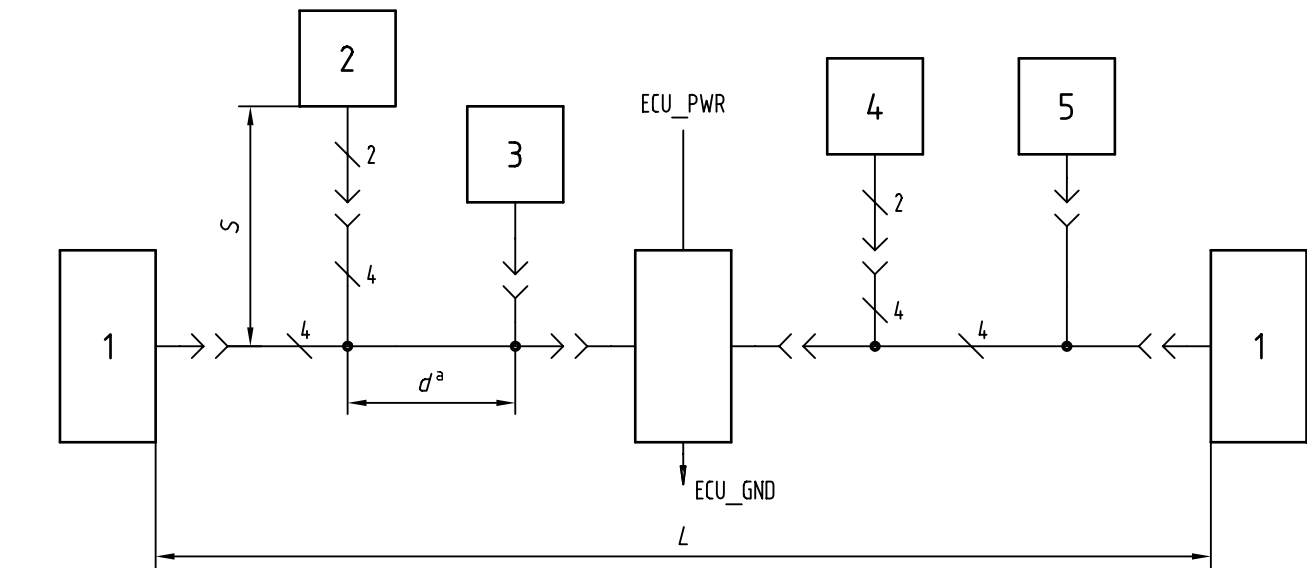
Les paramètres de média physique pour câble à quartes torsadé doivent être conformes au Tableau 7.

Tableau 7 — Paramètres de média physique pour câble à quartes torsadé

Paramètre	Symbole	Min.	Nominale	Max.	Unité	Conditions
Impédance	Z_H Z_L	70	75	80	Ω	Mesurée à 1 MHz entre chaque ligne de signaux et la masse avec TBC_PWR et TBC_RTN de masse
Résistance spécifique	R_b	0	25	50	m Ω /m	a
Retard ligne spécifique	t_p	—	5,0	—	ns/m	b
Capacité spécifique	C_b	0	40	75	pF/m	Entre CAN_H et CAN_L
	C_a	0	70	110	pF/m	Entre les conducteurs adjacents
Taille conducteur	a_c	—	0,5	—	mm ²	Section formée d'un minimum de 19 brins de cuivre étamé ou nu 32 AWG
Diamètre isolation conducteur	d_{ci}	2,0	2,11	3,05	mm	—
Couleur isolation conducteur	—	—	Rouge	—	—	TBC_PWR
	—	—	Jaune	—	—	CAN_H
	—	—	Noir	—	—	TBC_RTN
	—	—	Vert	—	—	CAN_L
Torsade conducteur	—	48	50	52	mm/turn	Pas de torsade gauche — séquence TBC_PWR, CAN_H, TBC_RTN, CAN_L
Taille enveloppe	t_j	—	0,5	—	mm	—
Diamètre câble	d_c	6,0	6,2	8,5	mm	—
Gamme température	T	−40	—	+125	°C	Fonctionnement continu sans dégradation
^a La tension différentielle du segment de bus détectée par une UCE émettrice dépend de la résistance de ligne entre le segment et l'UCE émettrice. La résistance totale des conducteurs de signaux est donc limitée par les paramètres de niveau de bus de chaque UCE. ^b Le retard minimum entre deux points d'un segment de bus peut être égal à zéro. La valeur maximale est déterminée par la durée d'un bit et les temps de retard du circuit émetteur/récepteur.						

5.2.2 Topologie

La topologie du câble d'un segment de bus présente une structure aussi linéaire que possible, afin d'éviter les phénomènes de réflexions. En pratique, il peut être nécessaire de connecter des adaptateurs de ligne courts à un câble principal, selon la Figure 5. Afin de réduire les phénomènes d'ondes stationnaires, il est préférable que les espaces séparant les nœuds sur le segment de bus ne soient pas de la même grandeur, et que les adaptateurs de ligne soient de longueur différente. Les spécifications en matière de dimensions de cette topologie sont précisées dans le Tableau 8.



Légende

- 1 Circuit de polarisation de terminaison
- 2 UCE 1
- 3 UCE 2
- 4 UCE $n-1$
- 5 UCE n

^a Il est recommandé que la distance d soit définie de manière aléatoire, sans être inférieure à 0,1 m.

Figure 5 — Topologie du câble d'un segment de bus

Tableau 8 — Paramètres dimensionnels topologiques

Paramètre	Symbole	Min.	Max	Unité	Conditions
Longueur bus	L	0	40	m	Adaptateurs à ligne non compris
Longueur adaptateur à ligne	S	0	1	m	
Distance nœud	d	0,1	40	m	

5.2.3 Connexion d'une UCE à TBC_PWR et TBC_RTN

Chaque nœud du bus peut posséder une broche à laquelle connecter TBC_PWR et TBC_RTN de manière à détecter l'état du réseau. Les limites de charge sont indiquées au Tableau 9.

Tableau 9 — Charge du nœud TBC_PWR et TBC_RTN

Paramètre	Symbole	Min.	Max.	Unité	Conditions
Impédance	$ Z _{TBC_PWR}$	80	—	k Ω	Mesurée à 1 MHz entre TBC_PWR et tout autre signal au sein de l'UCE
	$ Z _{TBC_RTN}$	80	—	k Ω	Mesurée à 1 MHz entre TBC_RTN et tout autre signal au sein de l'UCE
Capacité	C_{TBC_PWR}	—	10	pF	Mesurée à 1 MHz entre TBC_PWR et tout autre signal au sein de l'UCE
	C_{TBC_RTN}	—	10	pF	Mesurée à 1 MHz entre TBC_RTN et tout autre signal au sein de l'UCE

5.2.4 Alimentation de TBC_PWR et de TBC_RTN

TBC_PWR et TBC_RTN d'un segment de bus doivent être alimentés depuis un point unique. Ce point de connexion doit être sélectionné en fonction des spécifications de filtrage indiquées au Tableau 10. Le filtrage et la régulation peuvent être assurés au sein du module alimentant l'interconnexion (Voir annexe B).

5.3 Circuit de polarisation de terminaison (TBC)

Chaque extrémité d'un segment de bus doit posséder un circuit de polarisation de terminaison. Le circuit doit être raccordé aux quatre conducteurs du câble torsadé. Le circuit doit assurer la polarisation des signaux CAN_H et CAN_L ainsi que la terminaison résistive de mode commun des conducteurs correspondants. La Figure 6 représente le circuit Thévenin équivalent à utiliser pour un circuit de polarisation de terminaison. Chaque extrémité de tous les segments de bus du réseau doit être dotée d'un tel circuit (voir annexe B). Le circuit de polarisation de terminaison doit posséder les caractéristiques précisées au Tableau 10.

Tableau 10 — Paramètres du circuit de polarisation de terminaison

Paramètre	Symbole	Min.	Nominale	Max.	Unité	Conditions	
Tension polarisation CAN_H	U_H	2,25	2,5	2,75	V	U_H doit pouvoir alimenter 5 mA et tasser 90 mA à la masse	
Tension polarisation CAN_L	U_L	2,25	2,5	2,75	V	U_L doit pouvoir alimenter 90 mA et tasser 500 μ A à la masse	
Suivi polarisation	U_L-U_H	-0,1		0,1	V	—	
Résistance de terminaison CAN_H	R_{tH}	70	75	80	Ω	Équivalent Thévenin du circuit de polarisation de terminaison	
Résistance de terminaison CAN_L	R_{tL}	70	75	80	Ω	Équivalent Thévenin du circuit de polarisation de terminaison	
Adaptation résistance	R_{tH}/R_{tL}	0,98	—	1,02		—	
Capacité parallèle	C_{pL}		—	15	pF	CAN_H ou CAN_L /masse	
Inductance série	L_{sL}		—	0,1	μ H	—	
Gamme alimentation de service	système 12 V	TBC_PWR	8	—	16	V	Ondulation de crête à crête 25 mV dans une gamme de 20 kHz à 2 MHz
	système 24 V	TBC_PWR	16	—	32	V	Ondulation de crête à crête 25 mV dans une gamme de 20 kHz à 2 MHz
Tolérance d'erreur sur les lignes de signaux du bus	Courts-circuits batterie	—	—	—	—	Continu	
Tolérance d'erreur sur les lignes de signaux du bus	Courts-circuits masse	—	—	—	—	Continu	

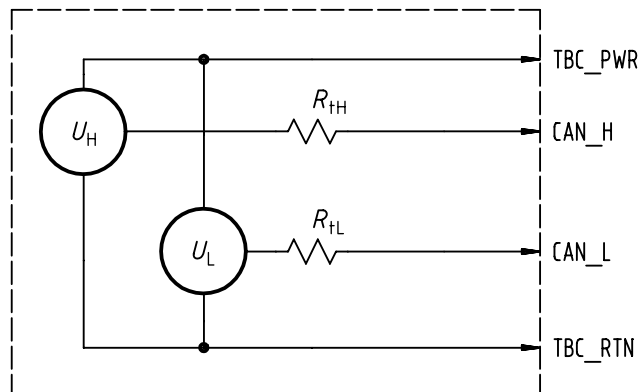


Figure 6 — Circuit de polarisation de terminaison Thévenin équivalent

5.4 Spécifications relatives aux connecteurs

5.4.1 Généralités

Trois connecteurs doivent être utilisés pour construire le segment d'équipement (voir Figure 7):

- connecteur d'extension de bus situé dans la cabine de tracteur (voir 5.4.2);
- connecteur de séparation de bus équipement (voir 5.4.3);
- connecteur de diagnostic facilitant la détection des erreurs et la maintenance du réseau ISO 11783 (voir 5.4.4).

NOTE Les différents segments et leur interconnexion sont décrits en détail dans l'ISO 11783-4.

5.4.1.1 Spécifications électriques

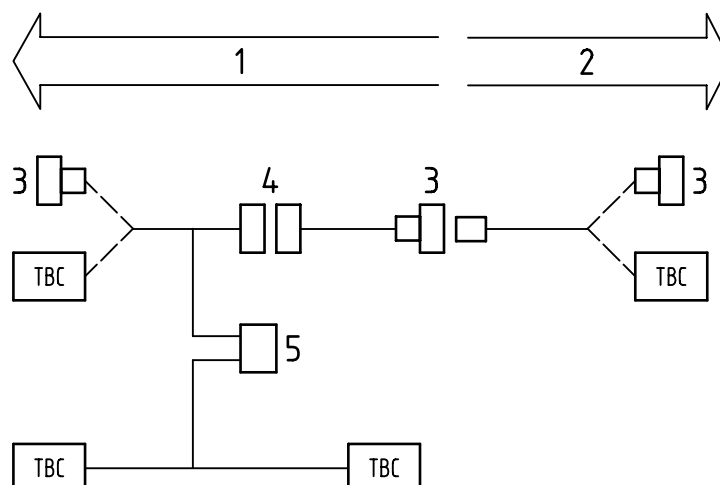
Les connecteurs et les terminaux associés utilisés pour relier des lignes de bus à un segment de bus doivent être conformes aux spécifications électriques précisées au Tableau 11.

5.4.1.2 Spécifications mécaniques

Il convient que les connecteurs soient équipés de dispositifs de verrouillage, de détrempe et de rétention conformes aux spécifications applicables à l'application. Il convient également que les connecteurs possèdent une protection environnementale appropriée à l'application.

NOTE Un connecteur facultatif d'adaptateur à ligne d'une unité de commande électronique peut être utilisé pour connecter des unités de commande électroniques SAE J1939/11 à un réseau ISO 11783. (Les connecteurs d'adaptateur à ligne, un connecteur facultatif de circuit de polarisation de terminaison et un exemple d'interconnexion de réseau au moyen des connecteurs obligatoires et des connecteurs facultatifs sont décrits en annexe B.)





Légende

- 1 Tracteur
- 2 Équipement
- 3 Connecteur de séparation
- 4 Connecteur d'extension de bus
- 5 Connecteur de diagnostic

Figure 7 — Exemple d'architecture d'une couche physique

Tableau 11 — Paramètres électriques du connecteur

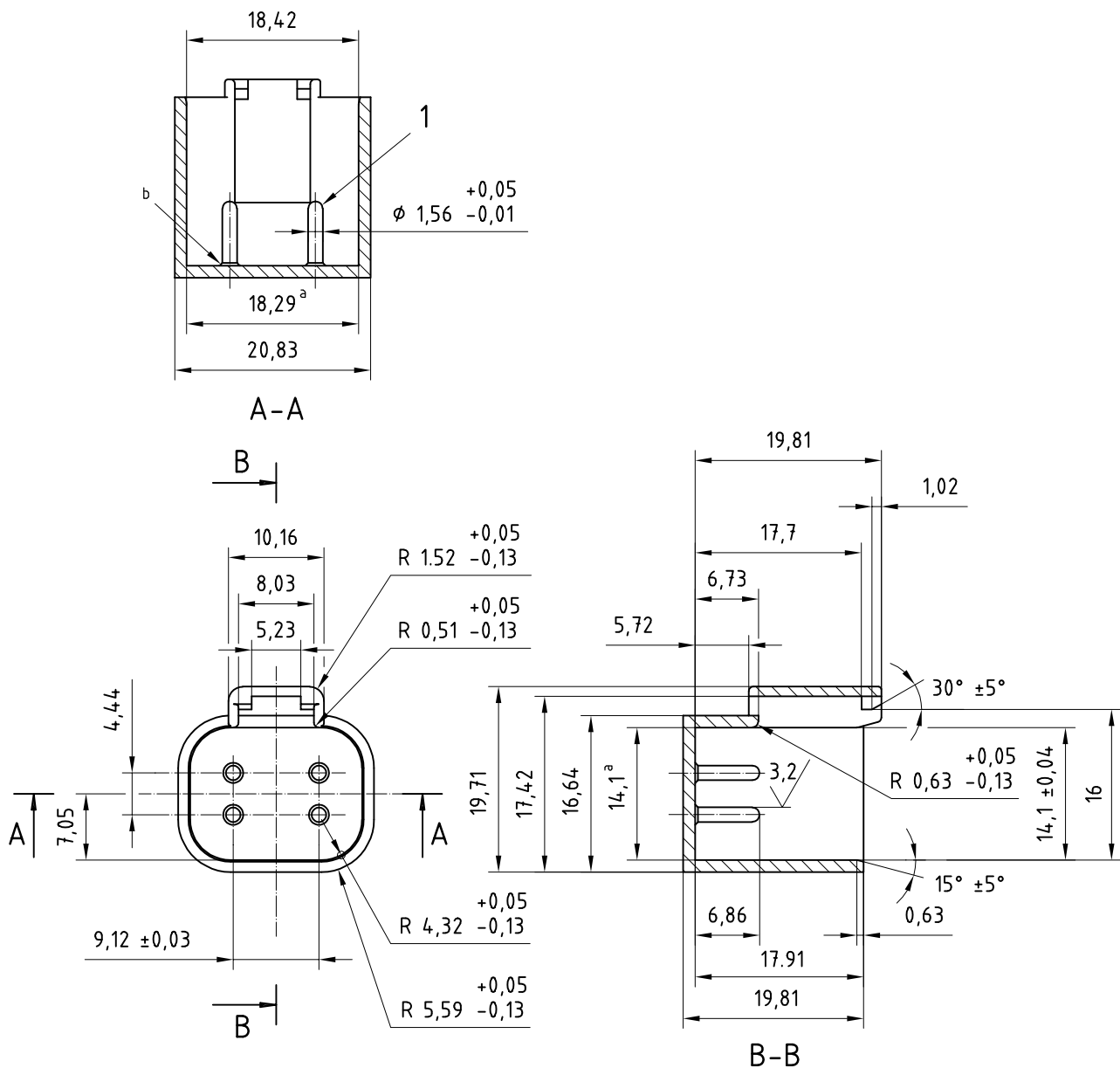
Paramètre	Symbole	Min.	Nominale	Max.	Unité	Conditions
Fuite diélectrique à la tension résistante	—	—	—	2	mA	À 1500 V; toute broche à toute autre broche ou au capot du connecteur
Résistance contact	R_c	—	—	2	mV	Mesurée à 100 mA (équivalent à 20 mΩ)
Courant	I	0	32	70	mA	—
Courant crête	I_p	2,5	—	—	A	Restriction temporelle: 2 s
Tension de service	V	—	2,5	40	V	—
Caractéristique impédance	Z_c	30	60	120	Ω	Il convient que la longueur du connecteur maximale ne soit pas supérieure à deux fois la longueur du connecteur d'interface.
Capacité parallèle	C_p	—	—	35	pF	Entre CAN_H ou CAN_L et toutes les autres broches ou le capot
Fréquence coude	f	10	—	—	MHz	Point 3 dB avec signal p-p 1 V

5.4.2 Connecteur d'extension de bus

Une paire de connecteurs à contacts doit permettre d'étendre les lignes de signaux du bus équipement dans le tracteur. Cette paire de connecteurs doit être placée de préférence dans la cabine du tracteur à droite du siège conducteur et devant les commandes machine externes. Elle est destinée à permettre à l'utilisateur d'étendre si nécessaire le bus équipement en cas d'ajout de dispositifs tels que des terminaux virtuels (voir annexe B).

5.4.2.1 Dimensions

Le socle du connecteur d'extension de bus doit posséder les dimensions précisées à la Figure 8. La fiche du connecteur doit être en contact avec le socle du connecteur d'extension de bus.



Légende

- 1 Type broche rayon complet
a Tolérance de maintien sur longueur aire de fermeture = 5,97 min.
b 0,31 max. $\times 45^\circ$ type chanfrein

NOTE Ces spécifications dimensionnelles sont satisfaites par les connecteurs Deutsch DT04-04PE et DT06-04SE ¹⁾.

Figure 8 — Spécifications dimensionnelles d'un connecteur d'extension de bus

1) Deutsch est une marque déposée. Cette information est fournie aux utilisateurs de la présente partie de l'ISO 11783 à titre indicatif et ne saurait engager la responsabilité de l'ISO concernant les produits mentionnés ci-dessus. Des produits équivalents peuvent être utilisés dans la mesure où il est prouvé que leur utilisation permet d'obtenir les mêmes résultats.

5.4.2.2 Affectation des broches

Affectation des quatre broches du connecteur:

- Broche 1: TBC_PWR
- Broche 2: CAN_H
- Broche 3: TBC_RTN
- Broche 4: CAN_L

5.4.3 Connecteur de séparation de bus équipement

Un socle doit être placé à l'arrière du tracteur à proximité du connecteur d'éclairage du matériel remorqué et orienté dans le même sens que ce dernier, conformément à l'ISO 1724. Le connecteur doit être doté d'une protection contre la poussière et les intempéries le recouvrant lorsque le matériel remorqué n'est pas connecté.

Un socle facultatif peut être installé à l'avant du tracteur à proximité des coupleurs hydrauliques avant lorsque des équipements avant sont adaptés. Ce socle doit être identique à celui installé à l'arrière du tracteur.

Une fiche en contact avec le socle décrit ci-dessus doit être placée sur le crochet d'attelage des équipements. Son câble doit être suffisamment long pour être relié au socle. Si d'autres équipements peuvent être attachés au premier, un socle tel que décrit en 5.4.3.2 doit être placé au point d'attache de l'équipement supplémentaire. Le connecteur doit être doté d'une protection contre la poussière et les intempéries le recouvrant lorsque le matériel remorqué n'est pas connecté.

5.4.3.1 Circuit de polarisation de terminaison

Un circuit de polarisation de terminaison doit être installé avec chaque socle de connecteur de séparation de bus équipement. Le circuit sera actif à l'extrémité du bus connectée au socle. Lorsque la fiche du connecteur de séparation du bus équipement est connectée au socle correspondant, le circuit de polarisation de terminaison à l'extrémité du segment connecté au socle doit être déconnecté de CAN_H et de CAN_L.

L'alimentation de la broche 5 du socle déconnecte le circuit de polarisation de terminaison du bus équipement. La broche 5 de la fiche est mise en court-circuit avec la broche 4 de connexion ECU_PWR. La charge du circuit de polarisation de terminaison déconnecté aux points TBC_PWR et TBC_RTN doit être inférieure à 20 mA.

5.4.3.2 Dimensions

Le socle du connecteur de séparation de bus équipement doit posséder les dimensions précisées à la Figure 9. Monté sur un tracteur ou autre équipement, il doit posséder des broches à contacts.

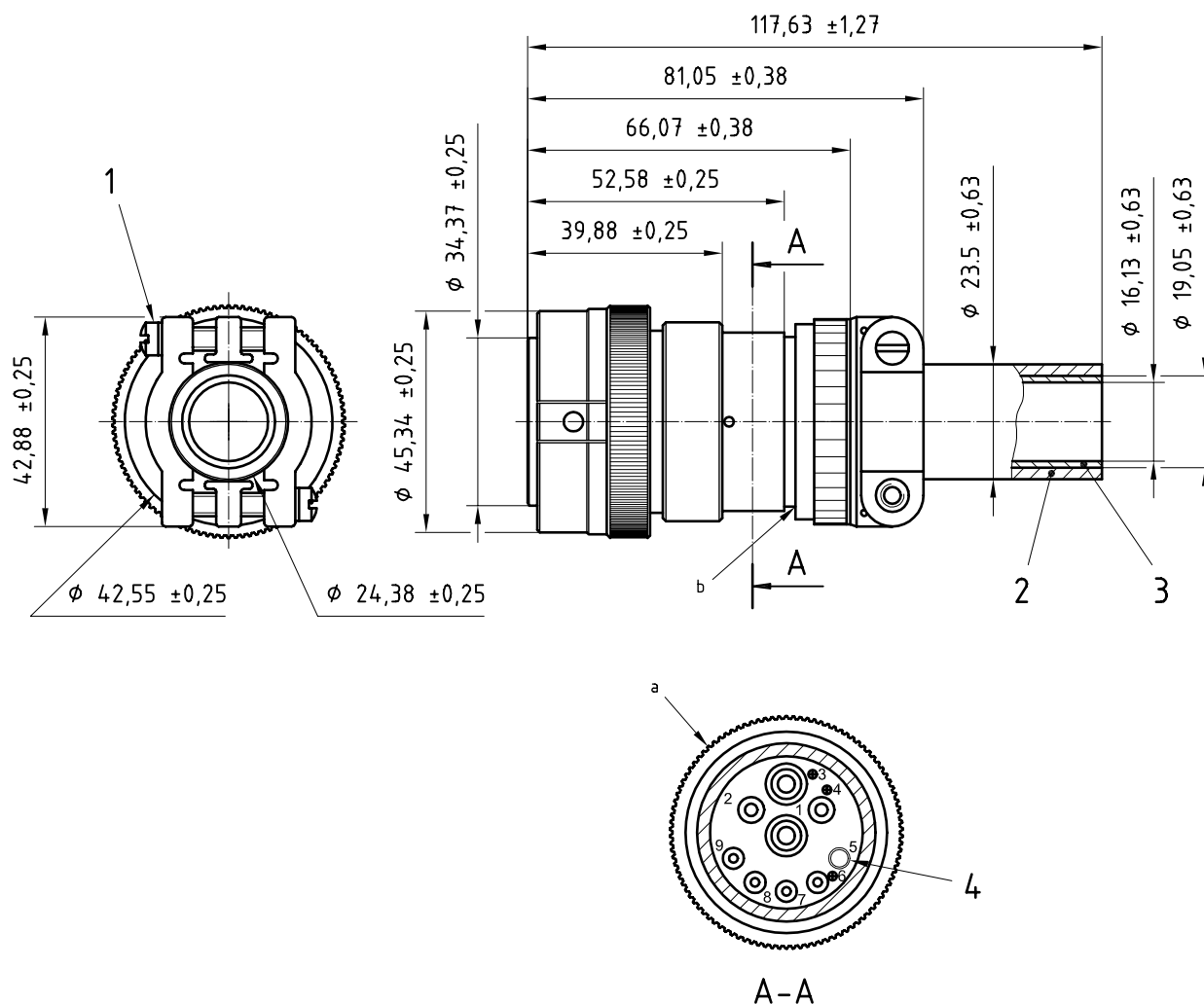
Les dimensions de la fiche à contacts doivent être identiques à celles indiquées à la Figure 10. La broche montée sur l'équipement doit comporter des contacts.

Le module contenant le socle de séparation et le circuit de polarisation de terminaison à commutation automatique doit posséder les dimensions indiquées à la Figure 11.





Dimensions en millimètres



Taille contact	Diamètre extérieur minimal	Diamètre extérieur maximal	Gamme de section des fils, mm ²	Gamme de calibre des fils
A	4,83	6,10	8 à 5	8 à 10
B	3,40	4,32	3 à 2	12 à 14
C	2,54	3,40	1 à 0,5	16 à 20

Key

- 1 Vis 8-32, 27,94 LG
- 2 Manchonnage externe
- 3 Manchonnage interne
- 4 Fiche de fermeture

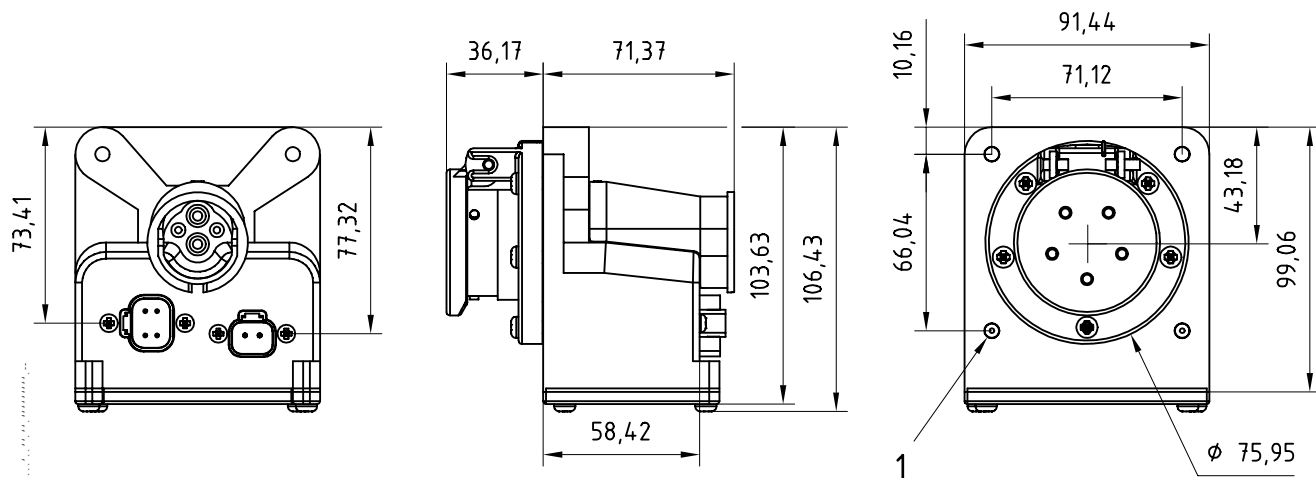
a Ø 47,63 max. sur molette

b Filetage 36,512-18 (7/16 inches)

Figure 10 — Dimensions de la fiche d'un connecteur de séparation de bus équipement

This document is now
PUBLIC

Dimensions en millimètres



Légende

- 1 Trou aveugle $\phi 5,68$ - $\phi 5,40$, profondeur 15,24, convient à vis autofiletée M6 $\times$ 1,0

Figure 11 — Dimensions d'un connecteur de séparation de bus équipement doté d'un circuit de polarisation de terminaison automatique

5.4.3.3 Affectation des broches

L'affectation des broches du connecteur de séparation de bus équipement doit être conforme au Tableau 12 (des exemples de couleurs de câbles sont aussi donnés). Un socle de séparation de bus équipement comprenant un circuit de polarisation de terminaison peut également posséder un connecteur d'extension de bus à broches affectées tel que décrit dans le Tableau B.2. Un connecteur dont les broches sont affectées comme indiqué dans le Tableau B.1 peut être utilisé pour connecter l'alimentation de l'UCE au circuit de polarisation de terminaison du socle de séparation de bus équipement.

NOTE L'alimentation des broches du connecteur de séparation de bus est commandée par l'UCE du tracteur spécifiée dans l'ISO 11783-9. Un exemple de circuit de commande de l'alimentation est fourni en annexe B de la présente partie de l'ISO 11783.

Tableau 12 — Affectations des broches du connecteur de séparation de bus équipement

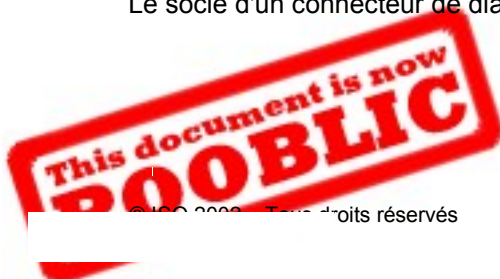
N° broche	Désignation	Taille contact ^a	Couleur du câble	Commentaires
1	GND	A	Noir	Connectée à la masse du châssis sur le tracteur et sur l'équipement. Toutes les charges d'énergie principales (les feux, les moteurs, etc.) utilisent cette voie de retour. La connexion au châssis garantit qu'il n'y a pas de différence potentielle, ni de différence de charge statique entre l'équipement et le tracteur.
2	ECU_GND	B	Noir	Circuit fournissant uniquement un retour électrique aux modules électroniques montés sur des équipements. La connexion sur le tracteur doit être faite à un point électriquement silencieux situé à proximité de la masse de la batterie. Cette broche doit être isolée électriquement de la masse du châssis de l'équipement.
3	PWR	A	Rouge	Alimentation des feux, moteurs, etc. nécessitant normalement une énergie importante et tendant à générer des transitoires sur la ligne d'alimentation. Sur les équipements en disposant, les feux normalement alimentés par le connecteur ISO 1724 peuvent être alimentés par cette broche.
4	ECU_PWR	B	Rouge	Destiné à fournir une bonne source d'énergie positive de la batterie des UCE montées sur des équipements.
5	TBC_DIS	C	Néant	Existe uniquement dans les connecteurs (c'est-à-dire n'existe pas pour des connexions externes) pour commander le relais de la connexion/suppression du circuit de polarisation de terminaison. Connectée à la broche 4 sur la fiche du connecteur d'équipement.
6	TBC_PWR	C	Voir Tableau 7	Alimentation du circuit de polarisation de terminaison. Ne doit pas être utilisé pour un dispositif autre qu'un circuit de polarisation de terminaison.
7	TBC_RTN	C	Voir Tableau 7	Fournit une voie de retour pour le ou les circuits de polarisation de terminaison. Ne doit pas être utilisé pour un dispositif autre qu'un circuit de polarisation de terminaison.
8	CAN_H	C	Voir Tableau 7	Ligne de transmission de données dont la tension augmente à l'état dominant.
9	CAN_L	C	Voir Tableau 7	Ligne de transmission de données dont la tension diminue à l'état dominant.
^a Définie à la Figure 10.				

5.4.4 Connecteur de diagnostic

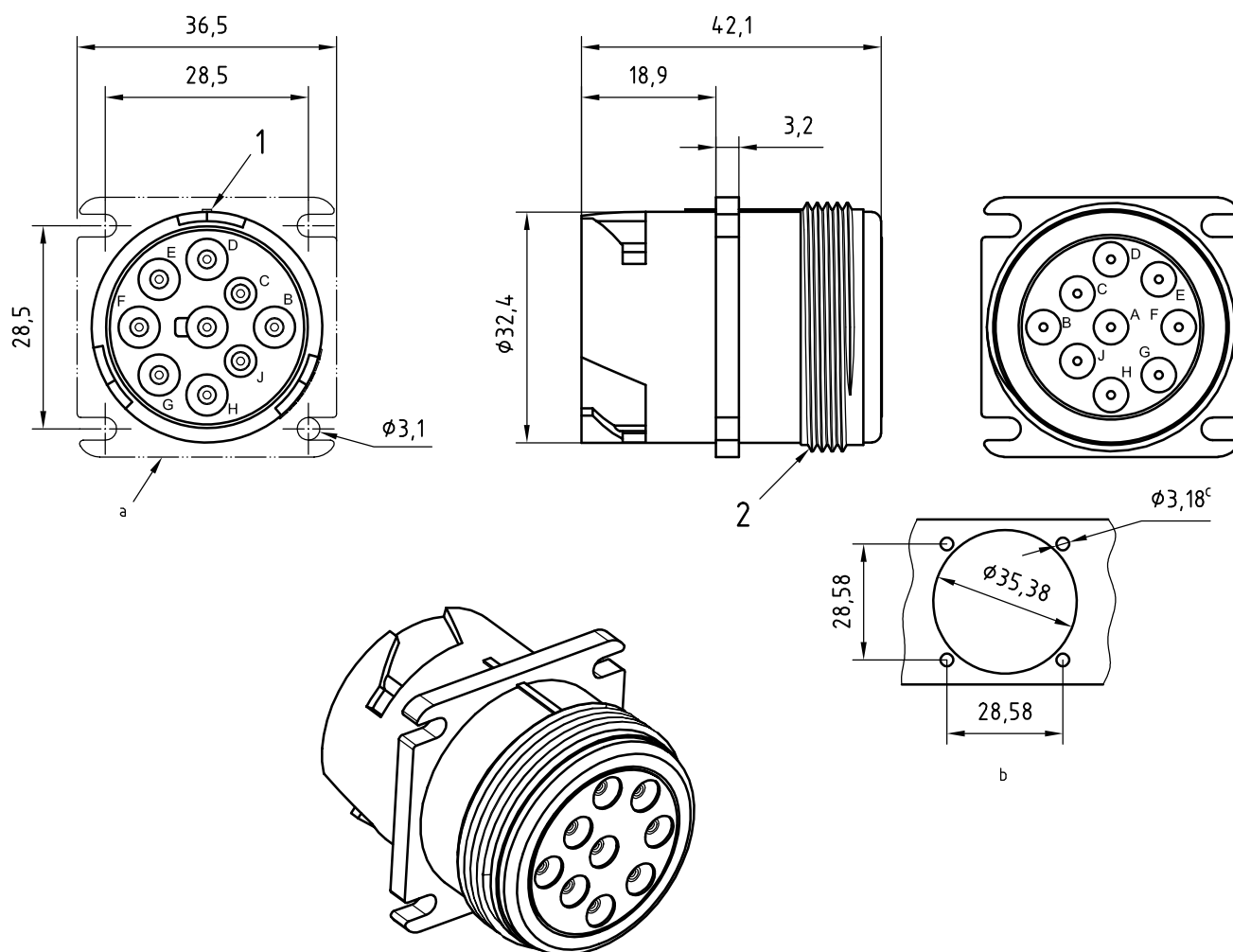
Le connecteur de diagnostic doit être placé de préférence dans la cabine du tracteur à un endroit facilement accessible. Le connecteur et ses terminaux associés doivent être conformes aux spécifications électriques indiquées au Tableau 11.

5.4.4.1 Dimensions du socle

Le socle d'un connecteur de diagnostic doit posséder les dimensions précisées à la Figure 12.



Dimensions en millimètres



Légende

- 1 Nervure polarisante principale
- 2 Filetage à pas fin 1,375-18 UNEF-2A

a Ligne fantôme pour la clarification seulement.

b Panneau recommandé.

c 4PL

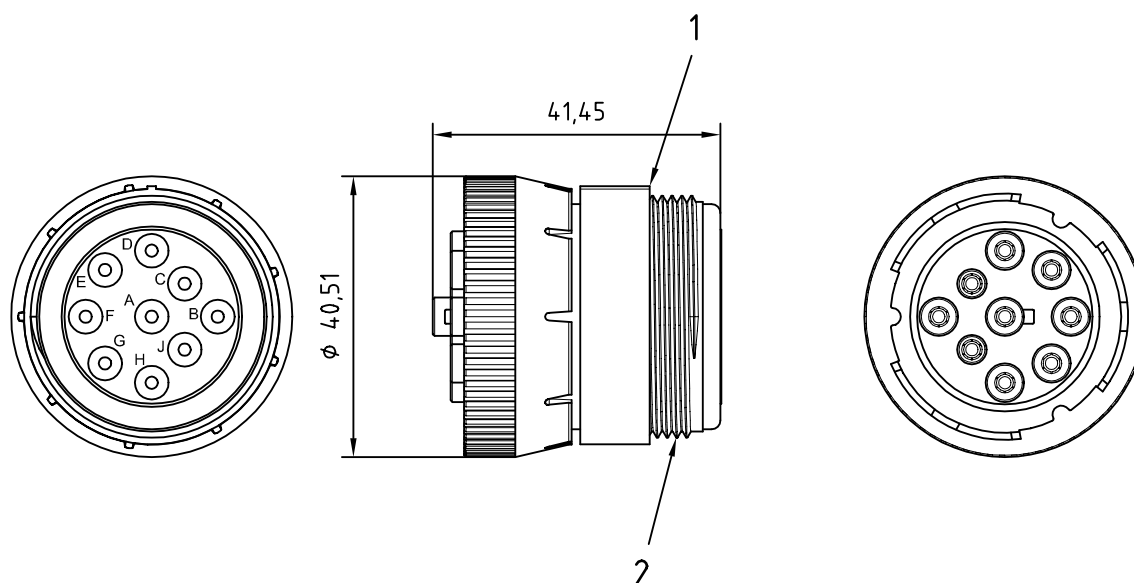
NOTE Ces spécifications sont satisfaites par le connecteur Deutsch HD10-9-1939PE [voir note 1) de bas de page de la Figure 8].

Figure 12 — Dimensions du socle d'un connecteur de diagnostic

5.4.4.2 Dimensions de la fiche verrouillable

La fiche verrouillable du connecteur de diagnostic doit posséder les dimensions précisées à la Figure 13.

Dimensions en millimètres



Légende

- 1 Nervure polarisante principale
- 2 Filetage à pas fin 1,375-18 UNEF-2A

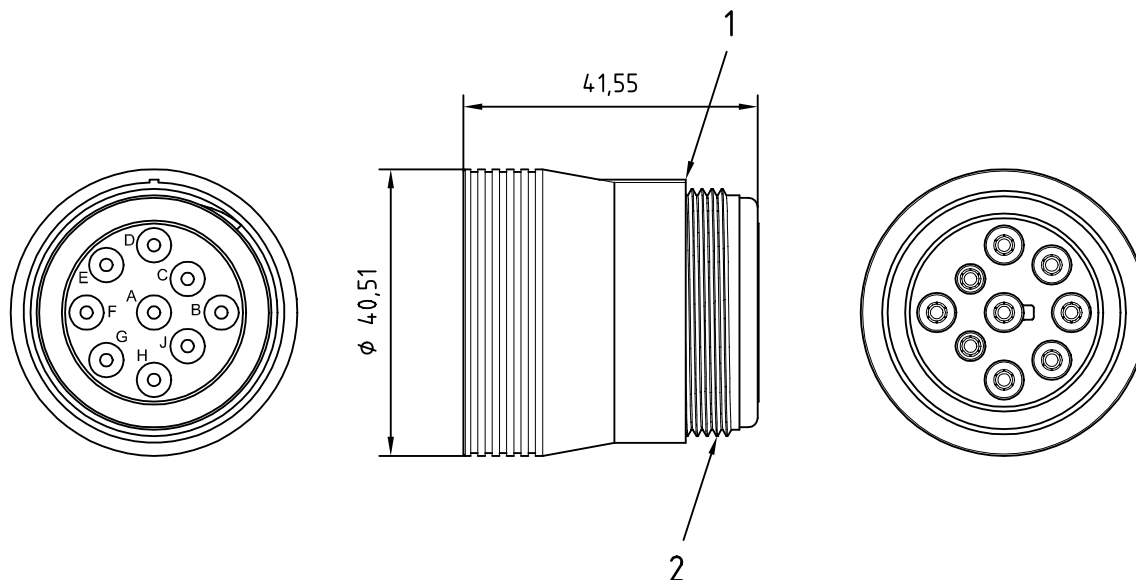
NOTE Les spécifications dimensionnelles de la fiche verrouillable d'un connecteur de diagnostic sont satisfaites par le connecteur Deutsch HD16-9-1939SE [voir note 1) de bas de page de la Figure 8].

Figure 13 — Spécifications dimensionnelles de la fiche verrouillable d'un connecteur de diagnostic

5.4.4.3 Dimensions de la fiche non verrouillable du connecteur de diagnostic

La fiche non verrouillable du connecteur de diagnostic doit posséder les dimensions précisées à la Figure 14.

Dimensions en millimètres



Légende

- 1 Nervure polarisante principale
- 2 Filetage à pas fin 1,375-18 UNEF-2A

NOTE Les spécifications dimensionnelles de la fiche non verrouillable d'un connecteur de diagnostic sont satisfaites par le connecteur Deutsch HD17-9-1939SE [voir note 1) de bas de page de la Figure 8].

Figure 14 — Dimensions de la fiche non verrouillable d'un connecteur de diagnostic

5.4.4.4 Affectation des broches

Les broches du connecteur de diagnostic doivent être conformes au Tableau 13.



Tableau 13 — Affectation des broches du connecteur de diagnostic

Broche n°	Affectation
A	ECU_GND
B	Non commuté ^a
C	CAN_H bus tracteur
D	CAN_L bus tracteur
E	Non spécifié ^b
F	Non spécifié ^c
G	Non spécifié ^c
H	CAN_H bus équipement
J	CAN_L bus équipement
^a Connexion directe à une alimentation de batterie positive par un fusible de 10A. ^b Utilisée pour le blindage d'un réseau SAE J1939 dans un connecteur de diagnostic SAE. ^c Utilisées pour un réseau SAE J1708 [3] dans un connecteur de diagnostic SAE.	

5.4.4.5 Dimensions du connecteur de diagnostic

Le connecteur de diagnostic doit posséder les dimensions d'interface précisées à la Figure 15.

Dimensions en millimètres

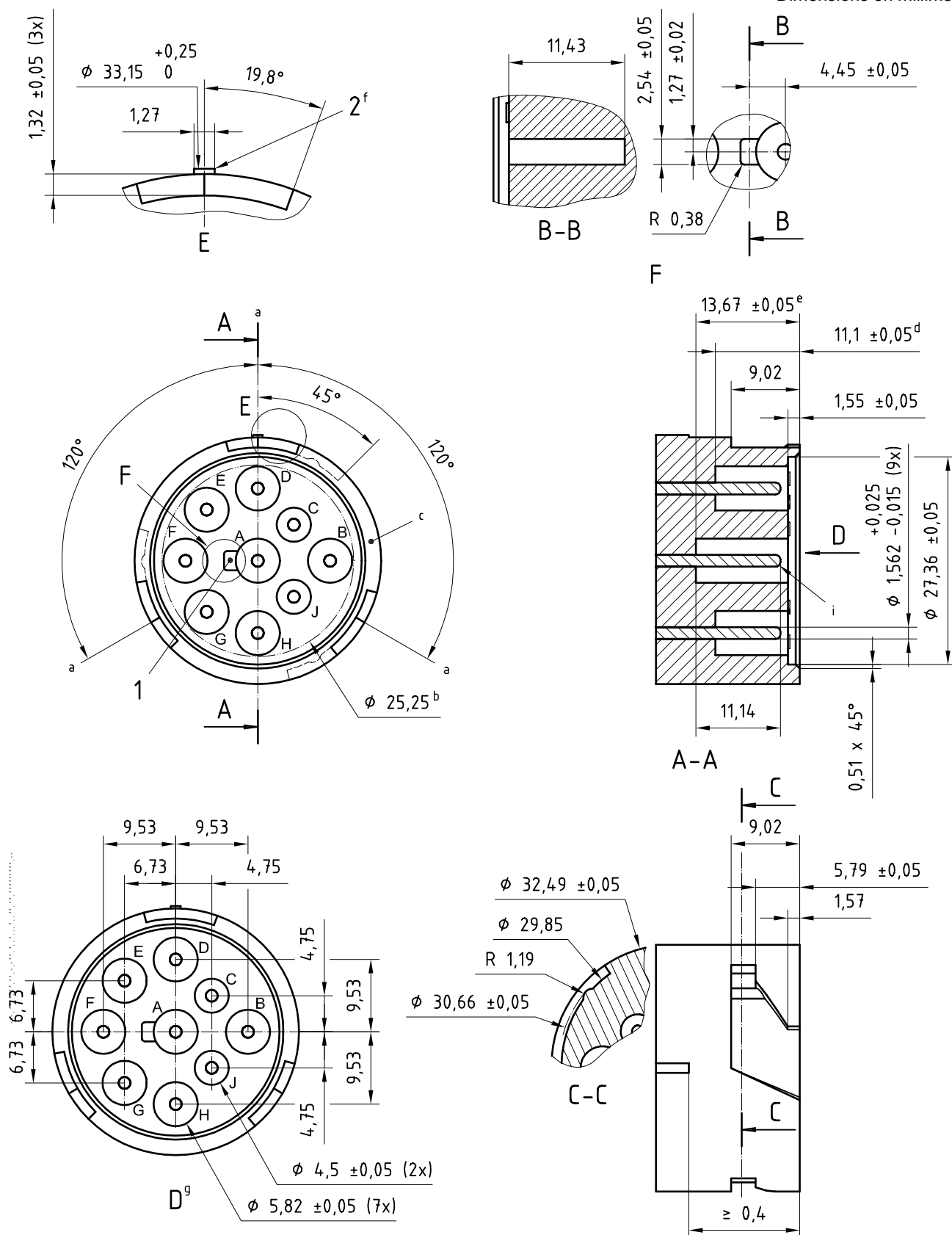
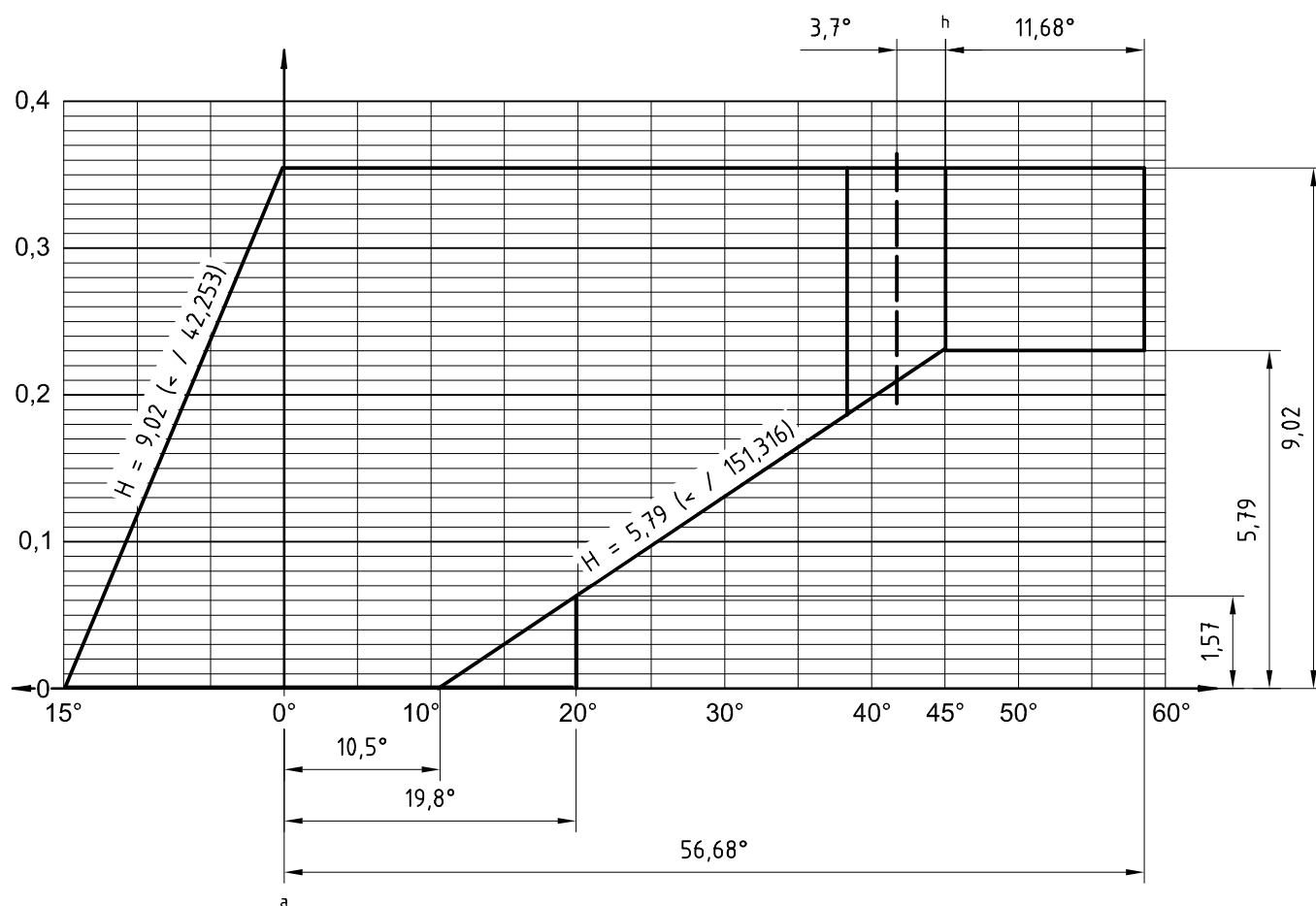


Figure 15 — Specifications dimensionnelles de l'interface d'un connecteur de diagnostic



Légende

- 1 Rainure de clavette
- 2 Nervure d'alignement

a Donnée A

b Les lettres indiquant les cavités contact sont fournies uniquement à titre informatif; leur position sur le schéma n'est pas nécessairement correcte. Elles ne doivent pas être étendues au-delà de $\varnothing 25,25$ (pas de portes ni de lignes de signalisation sur les surfaces de fermeture).

c Pas de portes ni de lignes de signalisation sur les surfaces de fermeture.

d Dimension s'appliquant aux cavités B, C, D, E, F, G, H et J.

e Dimension ne s'appliquant qu'à la cavité A.

f La nervure polarisante est facultative.

g Emplacement des cavités

h Donnée B

i Rayon complet

NOTE Tous les emplacements de cavité doivent être à $\pm 0,05$ des axes.

Figure 15 (suite)

6 Essais de conformité

6.1 Exigences générales

6.1.1 Les Figures 16 à 21 et les formules 2 à 4 décrivent les principes selon lesquels les constructeurs de composants doivent tester les paramètres spécifiés à l'article 5; les exigences générales concernant les essais de conformité sont fixées de 6.1.2 à 6.1.6.

6.1.2 La connexion de masse doit faire référence à la masse de l'UCE autre que TBC_RTN.

6.1.3 Les tests doivent être conduits sur l'ensemble de la gamme de tension de service de l'UCE; cette gamme doit s'étendre au minimum de 10 V à 16 V, le constructeur étant responsable de la vérification de toute application nécessitant une gamme de tension plus large.

6.1.4 Afin de garantir le fonctionnement du bus en dépit de certaines défaillances, de nombreux paramètres doivent être vérifiés, l'UCE n'étant pas reliée à la masse et/ou n'étant pas alimentée.

6.1.5 Concernant les essais indiqués ci-après, toutes les sources doivent posséder une impédance interne d'une magnitude inférieure à $0,1 \Omega$ pour toutes les fréquences inférieures à 5 MHz. L'impédance à l'entrée de tous les appareils de mesure doit être supérieure à $10 M\Omega$ shunté de moins de 10 pF du courant continu à 5 MHz.

6.1.6 Ces essais supposent l'utilisation d'un système indépendant provoquant une tentative d'initialisation de transmission de message via le bus de communication de la part de l'UCE testée.

6.2 Résistance interne

6.2.1 Mesurer la résistance interne R_{in} (voir Figure 3) de CAN_H et de CAN_L comme indiqué dans la Figure 16.

6.2.2 Cet essai doit être conduit pour une gamme entière de U (gamme de tension: $-2 V$ à $8 V$) de masse entre les nœuds d'un segment de bus donné et pour quatre scénarios de connexion d'alimentation:

- a) UCE connectée uniquement au conducteur de masse;
- b) UCE connectée à la batterie et au conducteur de masse;
- c) UCE déconnectée de la batterie et du conducteur de masse;
- d) UCE connectée uniquement au conducteur de batterie.

6.2.3 Une polarisation doit être appliquée à CAN_H et à CAN_L, en général simultanément.

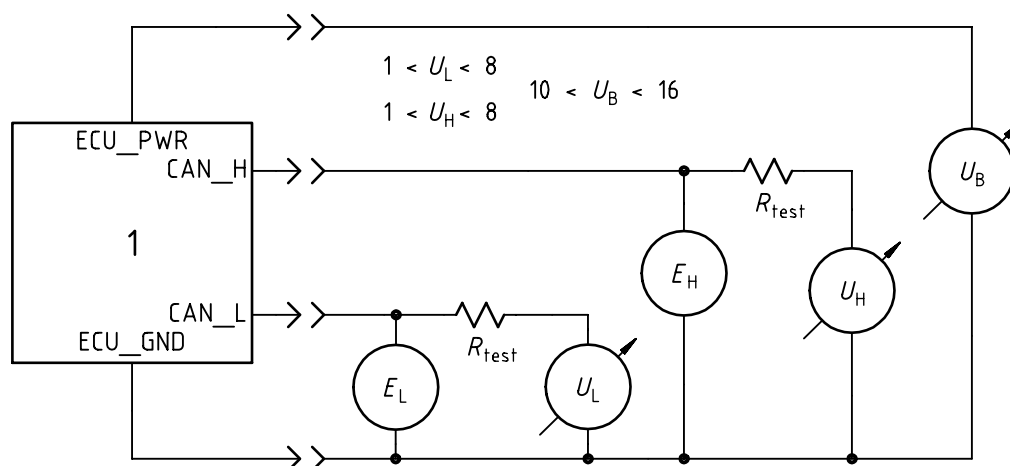
6.2.4 Les R_{in} de CAN_H et de CAN_L doivent être mesurées pour la gamme $-2 V \leq U \leq 8 V$. La valeur minimum est alors utilisée pour vérifier que la R_{in} de l'UCE est supérieure au minimum requis.

6.2.5 Les mesures sont faites avec $R_{test} = 5 k\Omega$. La R_{in} de CAN_H ou de CAN_L peut être calculée à partir de la formule ci-après:

$$R_{in} = R_{test} \frac{E_n}{U_n - E_n} \quad (2)$$

où R_{in} est défini pour l'état récessif au Tableau 3 des paramètres de courant continu.





Légende

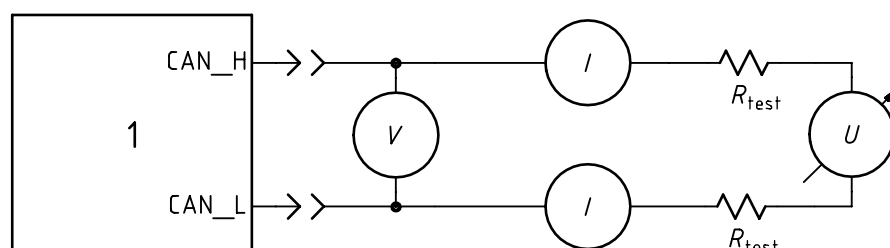
1 UCE

Figure 16 — Mesure de R_{in} , avec CI du protocole ECU en période d'inactivité du bus

6.3 Résistance interne différentielle

6.3.1 La résistance interne différentielle R_{diff} (voir Figure 4) de CAN_H et CAN_L peut être mesurée comme indiqué à la Figure 17.

6.3.2 Cet essai doit être conduit pour une gamme entière de U (décalages de masse entre les nœuds d'un segment de bus donné) et pour les mêmes scénarios de connexion d'alimentation qu'en 6.2.2.



Légende

1 UCE

Figure 17 — Mesure de R_{diff} , avec CI du protocole ECU en période d'inactivité du bus

6.3.3 R_{diff} est défini pour $U = 5 \text{ V}$ et $R_{test} = 5 \text{ k}\Omega$ lors d'une période d'inactivité du bus comme indiqué dans l'équation ci-après:

$$R_{diff} = \frac{V}{I} \quad (3)$$

où l'alimentation électrique doit garantir une isolation par rapport à l'alimentation des autres UCE de façon que les mesures rendent compte de l'impédance de l'UCE et non pas des courants de fuite de l'alimentation.

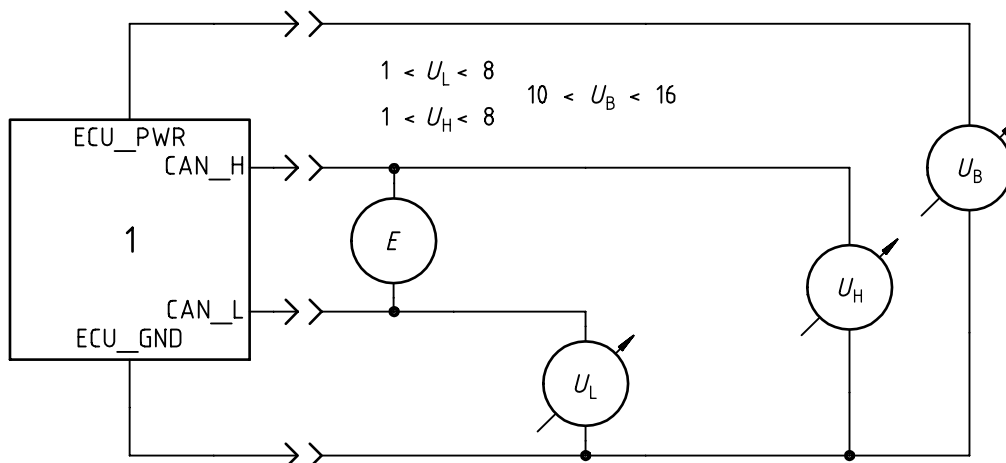
6.4 Seuil d'entrée récessif d'une UCE

6.4.1 Le seuil d'entrée récessif peut être vérifié pour une gamme de mode commun comme indiqué à la Figure 18.

6.4.2 Vérifier que l'UCE peut détecter des niveaux de bits récessifs, c'est-à-dire commencer et/ou continuer à émettre pour toutes les valeurs de U_H et U_L dans la gamme de 1 V à 8 V, soit une valeur de E égale à 0,5 V (c'est-à-dire dans tous les cas où CAN_H est supérieur de 0,5 V à CAN_L). Cette mesure doit être effectuée lorsque l'UCE est alimentée.

NOTE 1 Il est supposé pour cet essai que la plus petite tension différentielle correspond aux conditions les plus difficiles. Si cette valeur est inconnue, l'utilisateur doit effectuer l'essai avec la plus grande tension différentielle, soit $E = -1,0$ V (c'est-à-dire tous les cas où CAN_L est supérieur de 1,0 V à CAN_H).

NOTE 2 La valeur 6 V est utilisée à la place de la valeur 7 V, étant donné que le seuil maximum de réception d'un bit dominant est égal à 0,5 V, comme indiqué dans le Tableau 3.



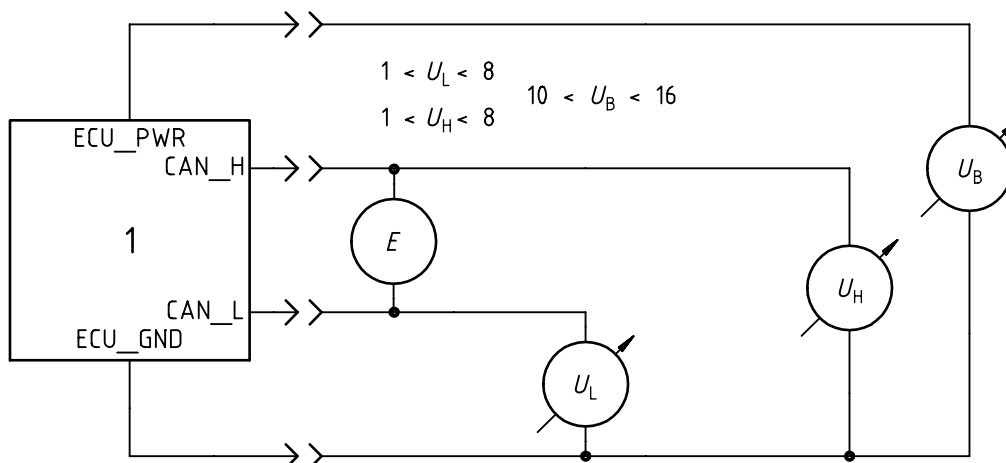
Légende

1 UCE

Figure 18 — Vérification du seuil d'entrée en vue de la détection du bit récessif

6.5 Seuil d'entrée dominant d'une unité de commande électronique

6.5.1 Le seuil d'entrée récessif peut être vérifié pour une gamme de mode commun comme indiqué à la Figure 19.



Légende

1 UCE

Figure 19 — Vérification du seuil d'entrée en vue de la détection du bit dominant

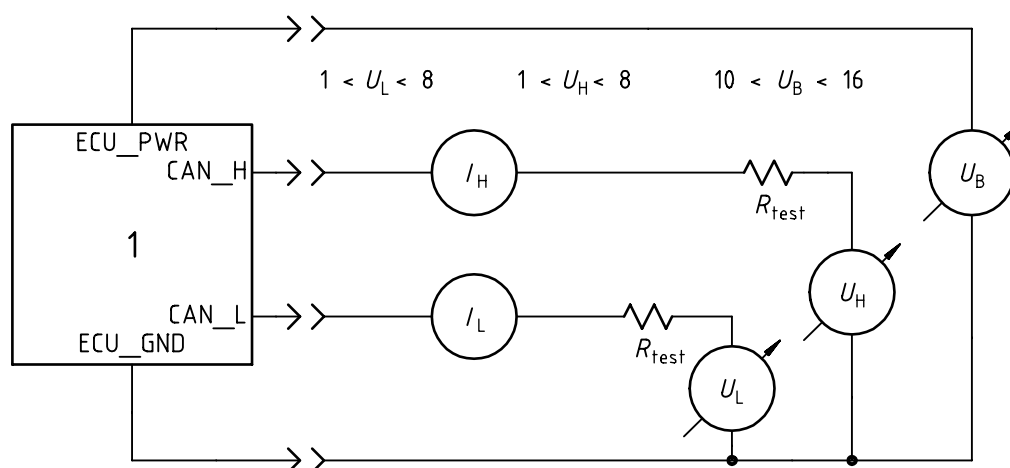
6.5.2 Il est nécessaire de vérifier que l'UCE peut détecter des niveaux de bits dominants, c'est-à-dire commencer et/ou continuer à émettre pour toutes les valeurs de U_H et U_L dans la gamme de 1 V à 8 V, soit une valeur de E égale à 0,075 V (c'est-à-dire dans tous les cas où CAN_H est supérieur de 0,075 V à CAN_L). Cette mesure doit être effectuée lorsque l'UCE est alimentée.

NOTE La valeur 6 V est utilisée à la place de la valeur 7 V étant donné que le seuil maximum de réception d'un bit dominant est égal à 1 V, comme indiqué dans le Tableau 4.

6.6 Sortie dominante d'une UCE

6.6.1 La sortie dominante d'une unité de commande électronique peut être mesurée comme indiqué à la Figure 20. Étant donné que la tension différentielle est définie par l'équation 1, elle peut être mesurée de façon différentielle, en tant que tension différentielle, entre les lignes de signaux du bus CAN_H et CAN_L, ou en tant que différence entre les tensions existant entre CAN_H et la masse, et entre CAN_L et la masse. Les magnitudes des courants de sortie peuvent être directement déduits de cet essai; le rapport des courants doit être calculé.

NOTE Étant donné que le rapport et la variation du courant sont des paramètres propres à chaque constructeur, aucune valeur réelle acceptable n'est spécifiée dans la présente partie de l'ISO 11783.



Légende

1 UCE

Figure 20 — Mesurage de V_{CAN_H} et V_{CAN_L} lors de la transmission d'un bit dominant par l'UCE

6.6.2 V_{CAN_H} , V_{CAN_L} , I_H et I_L sont mesurés lors de la transmission d'un bit dominant. R_{test} est défini comme étant égal à 37,5 Ω . La valeur de V_{diff} peut être au choix mesurée ou calculée.

6.6.3 La charge doit être définie comme indiqué à la Figure 20. Le rapport entre I_H et I_L doit être compris entre 0,98 et 1,02 pour une tension nominale récessive de 2,5 V.

6.7 Temps de retard interne d'une UCE

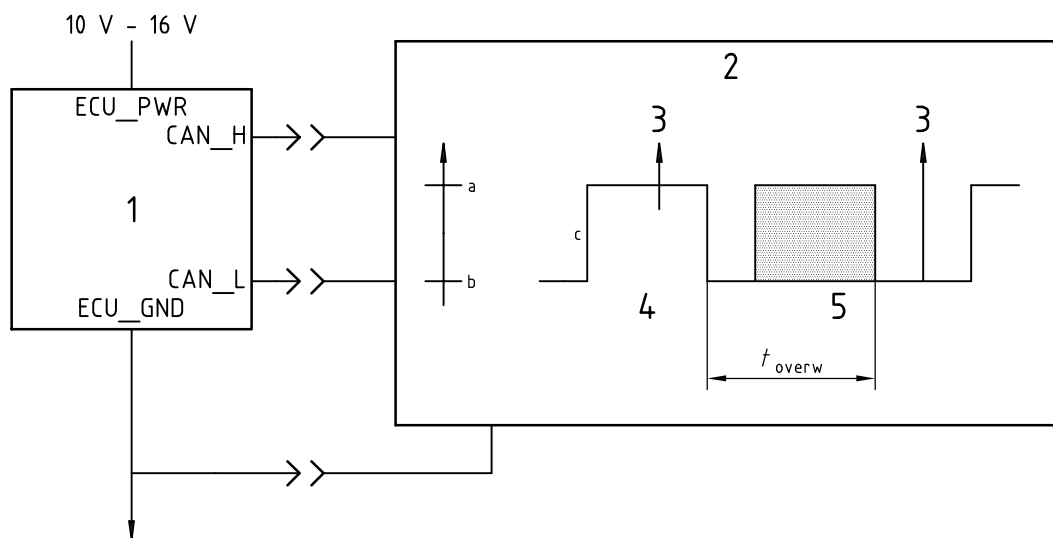
6.7.1 Le temps de retard interne d'une UCE peut être mesuré comme indiqué à la Figure 21. L'unité testée représentée à la Figure 20 s'autosynchronise par rapport au début de la transmission du bit de trame par le circuit intégré du protocole de l'UCE. Lorsqu'elle détecte le premier bit d'identification récessif, l'unité testée remplace partiellement le bit récessif par un bit dominant pour une durée t_{overw} (partie grisée de la Figure 21). La partie remplacée augmente jusqu'à ce que le circuit intégré du protocole de l'UCE perde l'arbitrage et cesse la transmission. À ce point, la partie disponible de la durée d'un bit t_{avail} pour la compensation du délai est juste achevée (voir également annexe A).

6.7.2 Le temps t_{ECU} est calculé à partir de la formule ci-après:

$$t_{\text{ECU}} = t_{\text{avail}} - t_{\text{overw}} \quad (4)$$

où t_{avail} est déduit de l'unité de durée d'un bit du circuit intégré du protocole [2,75 μs , durée de la limite du bit jusqu'au point d'échantillonnage (voir 3.6)] et t_{overw} de l'unité testée.

6.7.3 Les niveaux de tension récessif et dominant sont définis par l'unité testée comme étant égaux aux tensions de seuil de réception correspondant. En conséquence, le niveau de remplacement dominant est égal à 1,0 V et le niveau récessif à 0,5 V. Un rapport défini de manière univoque entre les niveaux de tension et le temps de retard interne est ainsi assuré.



Légende

- 1 UCE
- 2 Unité d'essai
- 3 Point d'échantillonnage
- 4 Début de trame
- 5 Premier bit d'identification récessif
- a Dominant
- b Récessif
- c Inactivité

Figure 21 — Mesure du temps de retard interne t_{ECU}

7 Erreurs de bus et confinement des défaillances

7.1 Généralités

Dans des conditions normales, plusieurs types d'erreurs de bus peuvent se produire et avoir des répercussions sur le fonctionnement du réseau. Il est recommandé que les équipements de la couche physique disposent d'une sortie asymétrique pour que le réseau puisse continuer à fonctionner en dépit des défaillances. Il est également recommandé de préserver l'intégrité des données lors de la commutation entre le fonctionnement avec sortie asymétrique et le fonctionnement différentiel.

7.2 Déconnexion du réseau

Si un nœud se déconnecte d'un segment de bus, les autres nœuds continuent à communiquer. Des erreurs affectent le fonctionnement des ponts, des passerelles et des routeurs lorsque les communications entre les segments de bus deviennent impossibles sur les différents ports.

7.3 Perte de puissance du nœud ou perte de la masse

7.3.1 Si un nœud subit une perte de puissance ou s'il fonctionne à faible tension, le segment de bus auquel il est relié ne doit pas être chargé électriquement et les autres nœuds continuent à communiquer.

7.3.2 Si un nœud perd la masse, la tension relevée sur le segment de bus auquel il est relié n'est pas polarisée. Les autres nœuds continuent à communiquer.

7.4 Coupures et courts-circuits

En règle générale, les erreurs peuvent être détectées si le taux de destruction du message identifié par les UCE est important. Certains événements externes sont susceptibles de provoquer des erreurs (voir Figure 22), avec la réponse réseau requise, comme dans les cas suivants.

Cas n° 1: CAN_H est interrompue entre la «première» ou la «dernière» UCE et l'un des circuits de polarisation de terminaison

Les échanges de données entre les nœuds peuvent continuer. L'erreur doit être signalée par l'UCE. Le rapport signal/bruit peut diminuer et/ou les émissions électromagnétiques augmenter. (L'amplitude de CAN_H sera égale au double de celle de CAN_L, permettant d'éviter une interruption du système.)

Cas n° 2: CAN_H est mise en court-circuit avec ECU_PWR

Les échanges de données entre les nœuds peuvent continuer. L'erreur doit être signalée par l'UCE. Le rapport signal/bruit peut diminuer et les émissions électromagnétiques augmenter. (Le système fonctionnera avec sortie asymétrique parce que cela doit être considéré comme une erreur par l'émetteur-récepteur du bus.)

Cas n° 3: CAN_L est mise en court-circuit avec GND

Les échanges de données entre les nœuds peuvent continuer parce que les tensions des bus sont comprises dans les limites autorisées en mode commun. Le rapport signal/bruit diminue et les émissions électromagnétiques peuvent augmenter. L'immunité électromagnétique diminue. L'erreur doit être signalée par l'UCE. (Le système fonctionnera avec sortie asymétrique parce que cela doit être considéré comme une erreur par l'émetteur-récepteur du bus.)

Cas n° 4: CAN_H est mise en court-circuit avec GND

Les échanges de données entre les nœuds peuvent continuer. L'erreur doit être signalée par l'UCE. Le rapport signal/bruit diminue et les émissions électromagnétiques peuvent augmenter. L'immunité électromagnétique diminue. L'erreur doit être signalée par l'UCE. (Le système fonctionnera avec sortie asymétrique parce que cela doit être considéré comme une erreur par l'émetteur-récepteur du bus.)

Cas n° 5: CAN_H est interrompue

Les échanges de données peuvent continuer entre les nœuds situés de chaque côté de l'interruption. Il n'est peut-être pas possible de maintenir les communications d'un côté à l'autre de l'interruption. L'erreur doit être signalée par l'UCE. Le rapport signal/bruit peut être réduit entre les nœuds situés de part et d'autre de l'interruption.

Cas n° 6: CAN_L est interrompue

Les échanges de données peuvent continuer entre les nœuds situés de chaque côté de l'interruption. Il n'est peut-être pas possible de maintenir les communications d'un côté à l'autre de l'interruption. L'erreur doit être signalée par l'UCE. Le rapport signal/bruit peut être réduit entre les nœuds situés de part et d'autre de l'interruption.

Cas n° 7: CAN_L est mise en court-circuit avec ECU_PWR

Les échanges de données entre les nœuds peuvent continuer. L'erreur doit être signalée par l'UCE. Le rapport signal/bruit pourra diminuer lorsque le système fonctionnera avec sortie asymétrique.



Cas n° 8: TBC_PWR est mis en court-circuit avec GND

Les échanges de données entre les nœuds peuvent continuer. L'erreur doit être signalée par l'UCE. Le rapport signal/bruit pourra diminuer lorsque le système fonctionnera effectivement avec un seul circuit de polarisation de terminaison et des niveaux de signaux incorrects.

Cas n° 9: CAN_L est ouverte vers une seule UCE

Les échanges de données entre les nœuds peuvent continuer. L'erreur doit être signalée par l'UCE. Le rapport signal/bruit pourra diminuer lorsque le système fonctionnera avec sortie asymétrique. Les constantes de temps du récepteur seront importantes dans ce cas de figure. Les récepteurs ne doivent pas subir de pertes de données lors de la commutation en fonctionnement avec sortie asymétrique, lorsque cette UCE commencera à émettre.

Cas n° 10: CAN_H est ouverte vers une seule UCE

Les échanges de données entre les nœuds peuvent continuer. L'erreur doit être signalée par l'UCE. Le rapport signal/bruit pourra diminuer lorsque le système fonctionnera avec sortie asymétrique. Les constantes de temps du récepteur seront importantes dans ce cas de figure. Les récepteurs ne doivent pas subir de pertes de données lors de la commutation en fonctionnement avec sortie asymétrique, lorsque cette UCE commencera à émettre.

Cas n° 11: CAN_H est mise en court-circuit avec CAN_L

Les échanges de données sont impossibles.

Cas n° 12: TBC_PWR est interrompu entre la terminaison d'alimentation et la terminaison d'extrémité

Les échanges de données entre les nœuds peuvent continuer. L'erreur doit être signalée par l'UCE. Le rapport signal/bruit pourra diminuer lorsque les lignes de signaux seront chargées à la masse par le circuit de polarisation de terminaison, qui est à présent hors tension.

Cas n° 13: Les deux lignes de signaux du bus sont interrompues au même endroit

Les échanges de données entre les nœuds situés de part et d'autre d'une interruption sont impossibles. Les échanges de données entre les nœuds situés du même côté d'une interruption peuvent continuer, mais avec un rapport signal/bruit réduit. L'erreur doit être signalée par l'UCE.

Cas n° 14: TBC_RTN est interrompu entre les circuits de polarisation de terminaison d'alimentation et d'extrémité

Les échanges de données entre les nœuds sont impossibles. L'erreur doit être signalée par l'UCE.

Cas n° 15: CAN_L est interrompue entre la «première» ou la «dernière» UCE et l'un des circuits de polarisation de terminaison

Les échanges de données entre les nœuds peuvent continuer. L'erreur doit être signalée par l'UCE. Le rapport signal/bruit peut diminuer et/ou les émissions électromagnétiques augmenter. (L'amplitude de CAN_H sera égale au double de celle de CAN_L, permettant d'éviter une interruption du système.)

Cas n° 16: L'alimentation de la batterie est interrompue avant d'atteindre les circuits de polarisation de terminaison

Les échanges de données entre les nœuds sont impossibles. L'erreur doit être signalée par l'UCE.

Cas n° 17: La masse est interrompue avant d'atteindre les circuits de polarisation de terminaison

Les échanges de données entre les nœuds sont impossibles. L'erreur doit être signalée par l'UCE.

Cas n° 18: CAN_H et CAN_L sont ouvertes vers une UCE [à savoir déconnexion du segment de bus (voir 7.2)]

Si un nœud se déconnecte de son segment de bus, les autres nœuds continuent à communiquer.

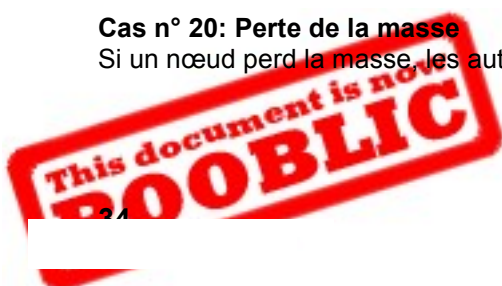
Cas n° 19: Perte de puissance du nœud

Si un nœud subit une perte de puissance ou s'il fonctionne à faible tension, les autres nœuds continuent à communiquer.

NOTE Voir l'ISO 11783-5 concernant la réaction aux perturbations de tension de l'alimentation.

Cas n° 20: Perte de la masse

Si un nœud perd la masse, les autres nœuds continuent à communiquer.



Cas n° 21: Perte de l'un des circuits de polarisation de terminaison

Les échanges de données entre les nœuds peuvent continuer. L'erreur ne peut probablement pas être détectée par les UCE. Les émissions électromagnétiques peuvent augmenter et le rapport signal/bruit diminuer parce que les lignes du support n'ont plus une terminaison correcte. Si les deux circuits de polarisation de terminaison sont déconnectés, les communications risquent d'échouer.

Cas n° 22: CAN_H est mise en court-circuit avec TBC_PWR

Les échanges de données entre les nœuds peuvent continuer. L'erreur doit être signalée par l'UCE. Le rapport signal/bruit peut diminuer et les émissions électromagnétiques augmenter. (Le système fonctionnera avec sortie asymétrique parce que cela doit être considéré comme une erreur par l'émetteur-récepteur du bus.)

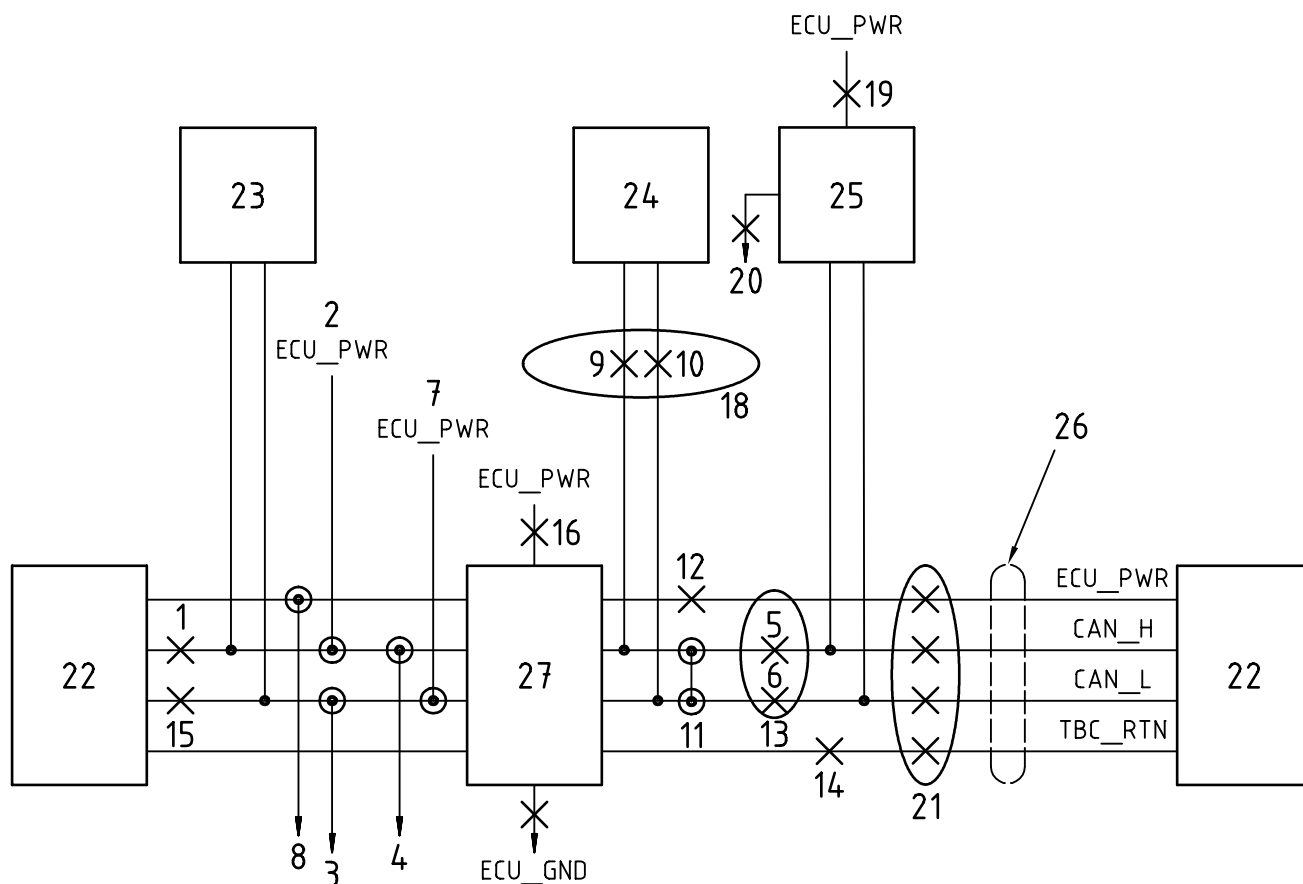
Cas n° 23: CAN_L est mise en court-circuit avec TBC_PWR

Les échanges de données entre les nœuds peuvent continuer. L'erreur doit être signalée par l'UCE. Le rapport signal/bruit peut diminuer et les émissions électromagnétiques augmenter. (Le système fonctionnera avec sortie asymétrique parce que cela doit être considéré comme une erreur par l'émetteur-récepteur du bus.)

Cas n° 24: Violations des paramètres de topologie (à savoir longueur du bus, longueur de l'adaptateur à ligne, espacement entre les nœuds, impédance de polarisation)

Les échanges de données par le bus sont possibles, mais avec une diminution du rapport signal/bruit et d'éventuelles pertes d'arbitrage.





Légende

1	Boîtier 1	10	Boîtier 10	19	Boîtier 19	×	Circuits ouverts
2	Boîtier 2	11	Boîtier 11	20	Boîtier 20	⊙	Courts-Circuits
3	Boîtier 3	12	Boîtier 12	21	Boîtier 21		
4	Boîtier 4	13	Boîtier 13	22	TBC		
5	Boîtier 5	14	Boîtier 14	23	UCE 1		
6	Boîtier 6	15	Boîtier 15	24	UCE $n-1$		
7	Boîtier 7	16	Boîtier 16	25	UCE n		
8	Boîtier 8	17	Boîtier 17	26	Câble de transmission à quartes torsadé		
9	Boîtier 9	18	Boîtier 18	27	Alimentation de TBC_PWR et de TBC_RTN		

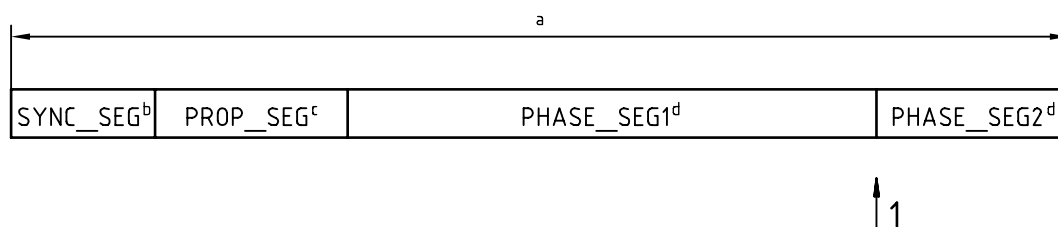
Figure 22 — Erreurs pouvant être provoquées par des événements extérieurs (voir 7.4)

Annexe A (informative)

Synchronisation et dénomination du contrôleur de protocole

A.1 Subdivision de bits

Les divers fournisseurs de circuits intégrés du protocole CAN utilisent des noms différents pour désigner les segments de bits (voir Figure A.1). Toutefois, ce regroupement est censé fournir un aperçu du fonctionnement et de la configuration des circuits. Dans la mesure où ces définitions peuvent varier, il est possible que deux segments de bits dans un équipement correspondent à un seul segment de bits dans un autre équipement. Par conséquent, il se peut que les circuits intégrés d'un contrôleur de protocole donné ne puissent être configurés pour la segmentation de bits présentée ici.



Légende

1 Point d'échantillonnage (instant auquel le niveau de bus est lu et interprété comme valeur du bit correspondant)

^a Durée nominale d'un bit

^b Cette partie de la durée d'un bit est utilisée pour synchroniser les diverses unités de commande électroniques sur le bus. Une limite doit se produire sur ce segment.

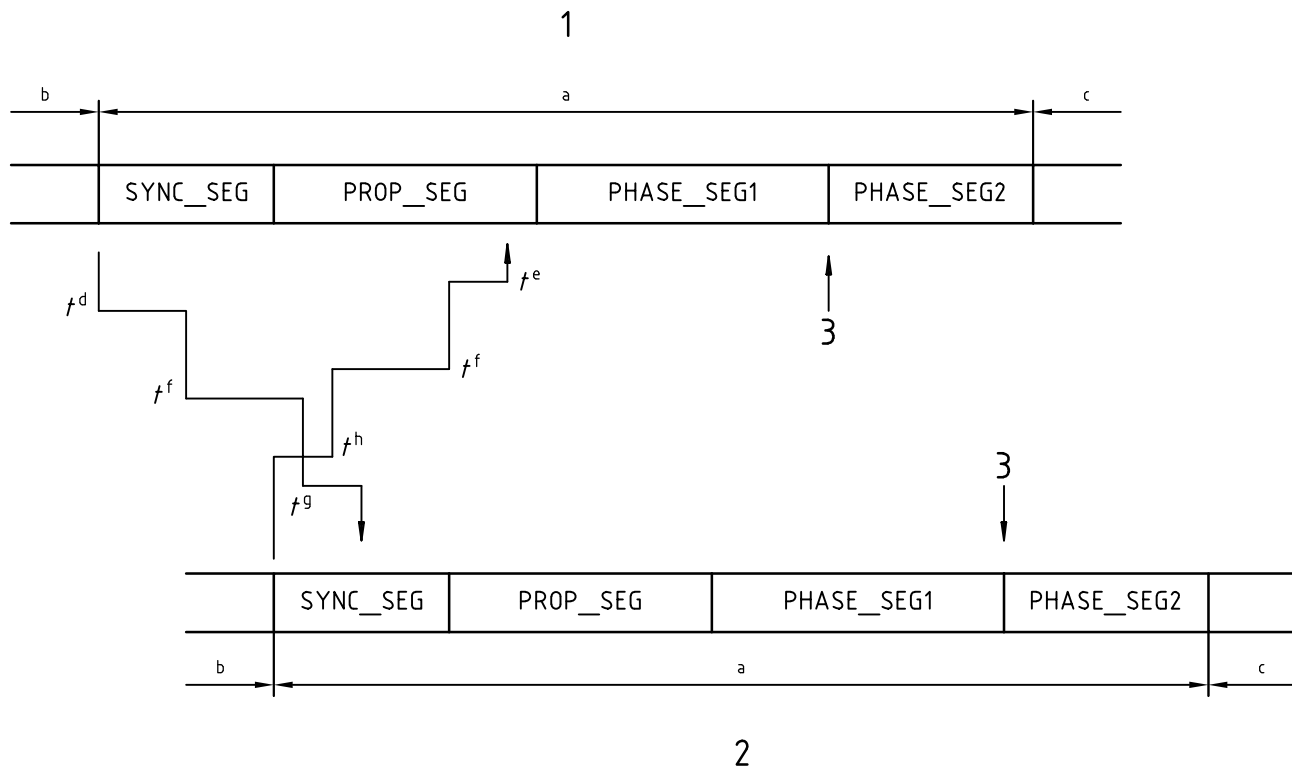
^c Cette partie de la durée d'un bit est utilisée pour compenser les temps de retard internes physiques sur un segment de bus. Ces retards sont dus au temps de propagation de la ligne de signaux du bus et au temps de retard internes des UCE.

^d Ces segments Tampon phase sont utilisés pour compenser les erreurs de phase; ils peuvent être raccourcis ou étendus par resynchronisation.

Figure A.1 — Segmentation de bits

A.2 Durée du retard interne

La durée du retard interne d'une UCE, t_{ECU} , est égale à la somme des retards asynchrones qui surviennent au cours de la transmission et de la réception de certaines UCE, par rapport à l'unité logique de synchronisation de bits des circuits intégrés du protocole (voir Figure A.2).



2

Légende

- 1 Synchronisation de bits de l'UCE A
 2 Synchronisation de bits de l'UCE B
 3 Point d'échantillonnage
 a Bit n
 b Bit $n - 1$
 c Bit $n + 1$

- d Temps de retard, sortie A
 e Temps de retard, entrée A
 f Temps de retard, ligne de bus
 g Temps de retard, entrée B
 h Temps de retard, sortie B

NOTE 1 La somme des temps de retard d'entrée et de sortie de l'UCE, lorsque celle-ci est déconnectée du bus, par rapport à la logique de synchronisation de bits est essentielle. Le paramètre caractéristique important de l'UCE est $t_{\text{ECU}} = t_{\text{Output}} + t_{\text{Input}}$ [où ECU (A,B,...)].

NOTE 2 La condition suivante doit être satisfaite pour un arbitrage correct:

$$t_{\text{AECU}} + t_{\text{BECU}} + 2t_{\text{Bus line}} \leq t_{\text{PROP_SEG}} + (t_{\text{PHASE_SEG1}} - t_{\text{SJW}})$$

NOTE 3 SYNC_SEG n'est pas pris en compte étant donné que ce segment peut être perdu en cas de décalage de phase entre modules.

NOTE 4 t_{SJW} fait partie de PHASE_SEG1 pour compenser les erreurs de phase. Il est soustrait du temps disponible étant donné qu'une pointe de tension peut provoquer une mauvaise synchronisation en cas de décalage de phase de t_{SJW} .

Cela signifie que la logique de synchronisation de bits émettrice conductrice, par rapport à la synchronisation de l'UCE A, doit pouvoir connaître le niveau de bus correct du bit n au point d'échantillonnage. Les valeurs tolérables de t_{ECU} sont fortement dépendantes de la vitesse du bit et de la longueur de la ligne du bus, de même que la synchronisation de bits possible comme indiqué par la condition d'arbitrage.

NOTE 5 Les tolérances des quartz des circuits intégrés du protocole et le potentiel de mauvaise synchronisation sont déterminés par les segments PHASE_SEG1 et PHASE_SEG2.

Figure A.2 — Rapport entre la logique de synchronisation de bits de l'UCE A et celle de l'UCE B lors de synchronisation



A.3 Synchronisation

Les deux formes de la synchronisation sont la synchronisation ferme et la resynchronisation. Elles obéissent aux règles suivantes:

- a) Une seule synchronisation est autorisée dans la durée d'un bit.
- b) Une limite ne sera utilisée pour la synchronisation que si la valeur détectée au point d'échantillonnage précédent (valeur de bus lue précédemment) est différente de celle qui suit immédiatement la limite.
- c) La synchronisation ferme est effectuée durant ladite limite à chaque fois qu'une limite «récessive» à «dominante» se présente.
- d) Toutes les autres limites «récessives» à «dominantes» obéissant aux règles a) et b) seront utilisées pour la resynchronisation. Par contre, un émetteur n'effectuera pas de resynchronisation résultant d'une limite «récessive» à «dominante» associée à une erreur de phase positive, si seules les limites «dominantes» à «récessives» sont utilisées pour la resynchronisation.

A.4 Largeur de bande de saut de synchronisation (SJW)

À l'issue de la synchronisation, PHASE_SEG1 peut être allongé ou PHASE_SEG2 raccourci. La proportion de l'allongement ou du raccourcissement des segments de bits du tampon de phase a un plafond défini par la largeur de bande de saut de synchronisation ($\leq$ PHASE_SEG1).

A.5 Spécifications de synchronisation de bits CAN

Des restrictions de synchronisation de bits sont nécessaires afin que les éléments provenant de différents fournisseurs puissent recevoir et interpréter correctement les messages valides. À défaut de cela, il se peut, dans certaines conditions, qu'un dispositif indésirable ait accès au réseau, et la gestion du réseau (diagnostic du système) risque de devenir beaucoup plus complexe.

Les fournisseurs de puces CAN recommandent également de programmer l'ensemble des éléments d'un réseau avec les mêmes valeurs de synchronisation de bits.

Tous les circuits intégrés CAN divisent la durée d'un bit en sections plus petites appelées quanta de durée (t_q). Pour certains circuits intégrés CAN, $1 t_q = 250$ ns (déterminé par la fréquence de l'oscillateur et le diviseur préalable de cadence de modulation).

Par conséquent, chaque contrôleur de protocole doit avoir des valeurs précises dans ses registres de synchronisation de bits. Ces valeurs garantissent la fiabilité du réseau pour tous les nœuds. Leur définition doit s'appuyer sur le meilleur compromis entre le temps de propagation et la tolérance d'horloge (les définitions des segments de bits varient d'un constructeur de circuits intégrés CAN à l'autre).

Il en résulte que pour un segment de bus de 40 m et 250 kbps, les valeurs réelles t_q recommandées pour des circuits intégrés de contrôleur standard sont les suivantes:

SYNC = 0 (synchronisation à la limite récessive à dominante uniquement)
SAMPLE = 0 (durée maximale des retards externes)

TSEG1 = 12 t_q

TSEG2 = 3 t_q

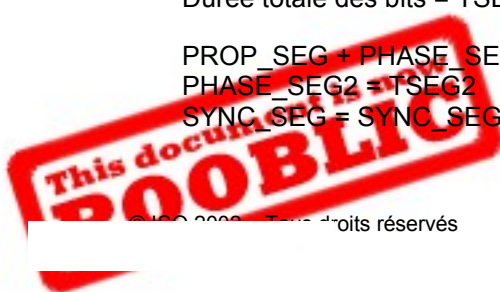
SJW = 2 t_q (SJW est une partie de TSEG1 et TSEG2)

Durée totale des bits = TSEG1 + TSEG2 + Tsyncseg = 12 + 3 + 1 = 16 $t_q = 4 \mu s$

PROP_SEG + PHASE_SEG1 = TSEG1

PHASE_SEG2 = TSEG2

SYNC_SEG = SYNC_SEG



Annexe B (informative)

Exemples de circuits de couche physique

B.1 Généralités

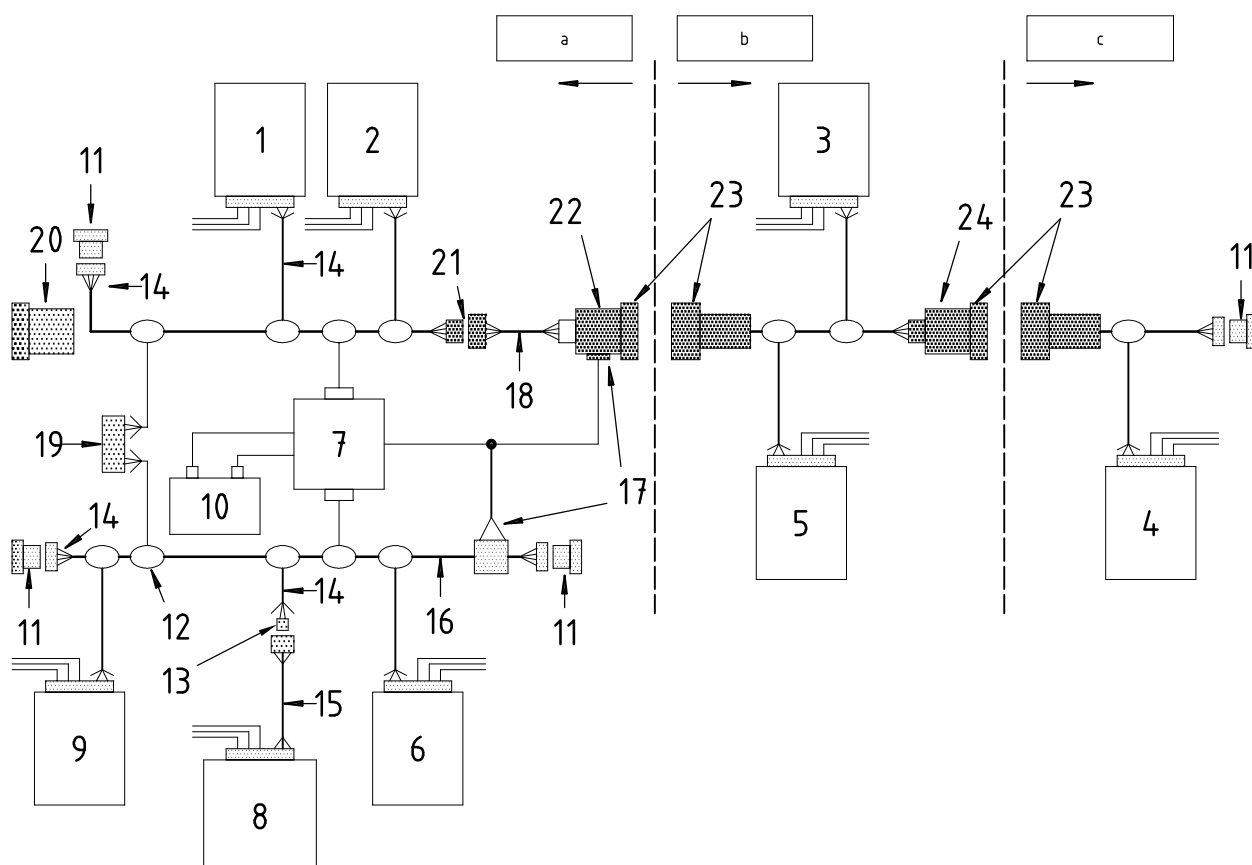
Cette annexe contient des exemples des différents aspects de cette couche physique. Un nœud destiné à une UCE doit comporter des circuits provenant de plusieurs de ces modèles, pour être conforme à la présente partie de l'ISO 11783. Il est possible de changer l'amplitude ou d'inverser la logique des niveaux logiques à l'entrée et à la sortie des circuits présentés dans l'exemple, afin de les raccorder au contrôleur de protocole et aux logiciels. Dans certaines applications, il est également possible de supprimer les sorties des indicateurs d'état ou l'option de fonctionnement avec sortie asymétrique.

Les articles B.2 à B.9 présentent, respectivement, un exemple d'interconnexions de réseau, qui illustre l'utilisation des connecteurs et les connexions du nœud aux différentes UCE, un émetteur et un récepteur intégrés à l'aide d'un circuit d'émetteur-récepteur intégré CAN, des circuits d'émetteur-récepteur à composants discrets conformes aux spécifications électriques de la couche physique mentionnées dans la présente partie de l'ISO 11783, un circuit de polarisation de terminaison, un circuit de polarisation de terminaison destiné à être utilisé avec un connecteur de séparation de bus, un connecteur à utiliser sur un modèle de circuit de polarisation de terminaison, et le connecteur de l'adaptateur à ligne facultatif destiné à permettre la connexion de l'UCE au réseau.

B.2 Interconnexion de réseau

La Figure B.1 représente des interconnexions de réseau au moyen de connecteurs standard, facultatifs et exclusifs. Elle offre également plusieurs exemples de connexions de circuit de polarisation de terminaison.





Légende

1	UCE 1 (ISO 11783-2)	10	Batterie	19	Connecteur de diagnostic
2	UCE 2 (ISO 11783-2)	11	Circuit de polarisation de terminaison (TBC)	20	TBC optionnel automatique
3	UCE n (ISO 11783-2)	12	Épissure	21	Connecteur Bus cabine
4	UCE $n - 2$ (ISO 11783-2)	13	Connecteur adaptateur à ligne UCE	22	TBC automatique avec connexion alimentation réseau
5	UCE $n - 1$ (ISO 11783-2)	14	Quatre connecteurs	23	Connecteur de séparation de Bus équipement
6	UCE z (ISO 11783-2)	15	Trois connecteurs	24	TBC automatique
7	UCE de tracteur	16	Bus tracteur	a	Tracteur
8	UCE y (SAE J1939-11)	17	Connexion alimentation réseau	b	Équipement 1
9	UCE x (ISO 11783-2)	18	Bus équipement	c	Équipement 2

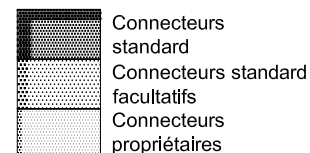
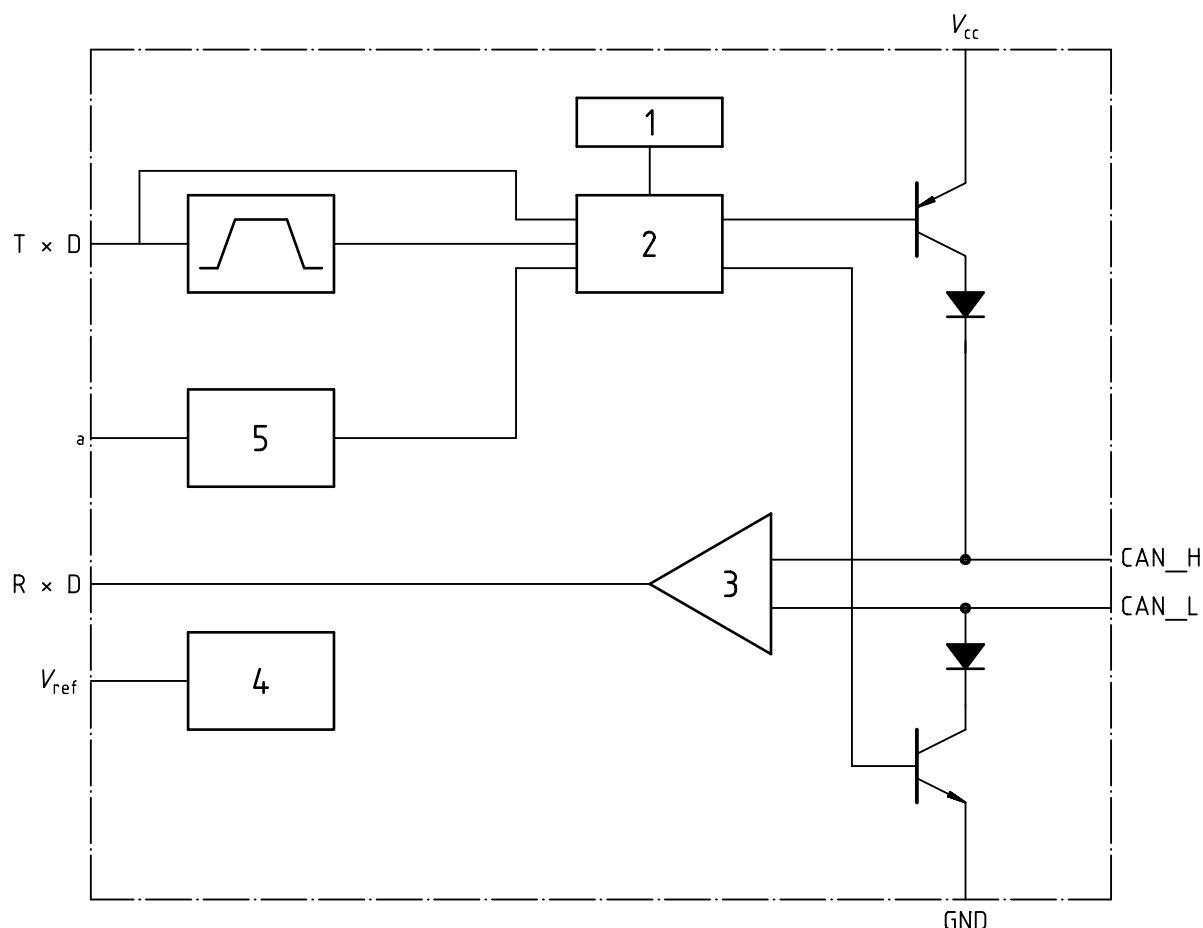


Figure B.1 — Exemple d'interconnexion réseau

B.3 Émetteur-récepteur intégré du domaine commercial

La Figure B.2 présente dans le détail les connexions nécessaires pour exploiter un circuit intégré à usage civil sur un émetteur-récepteur, pour cette couche physique. Cet appareil permet de contrôler et de régler la vitesse de balayage des tensions de sortie. Des circuits de protection sont également prévus pour limiter la dissipation en cas d'erreurs.



NOTE Les spécifications relatives à l'émetteur/récepteur intégré sont satisfaites par les dispositifs Philips PCA82C250 et PCA82C251²⁾.

Légende

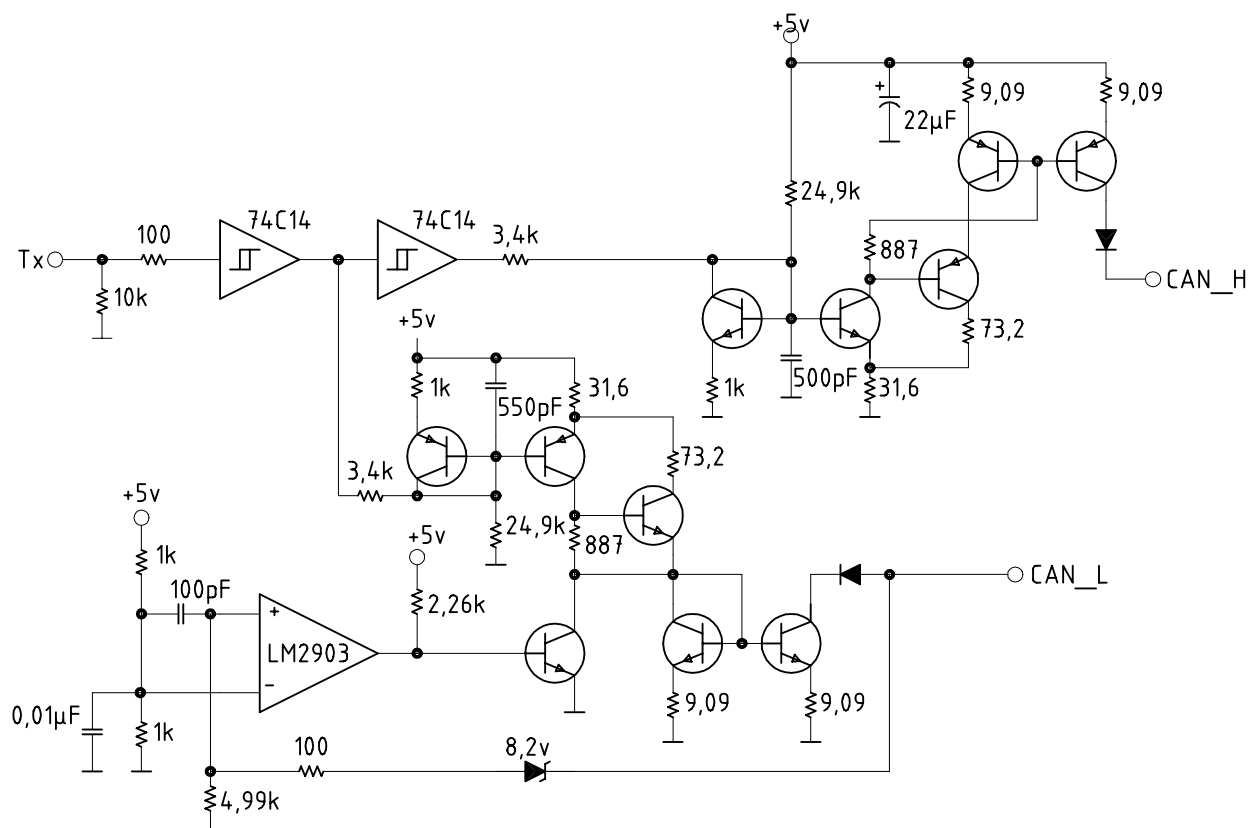
- 1 Protection
- 2 Circuit de commande
- 3 Récepteur
- 4 Tension de référence
- 5 Pente/État de veille
- a Commande pente

Figure B.2 — Exemple de schéma d'émetteur/récepteur de circuit intégré civil

²⁾ Philips est une marque déposée. Cette information, fournie aux utilisateurs de la présente norme internationale à titre indicatif, ne constitue pas une recommandation par l'ISO des produits mentionnés ci-dessus. Des produits équivalents peuvent être utilisés dans la mesure où il est prouvé que leur utilisation permet d'obtenir les mêmes résultats.

B.4 Émetteur discret

La Figure B.3 représente le schéma détaillé d'un émetteur discret pour cette couche physique. Ce circuit est conçu pour des courants de sortie adaptés, représentés avec une forme d'onde sur les courants et les tensions. Des circuits de protection sont également prévus pour limiter la dissipation en cas d'erreurs.

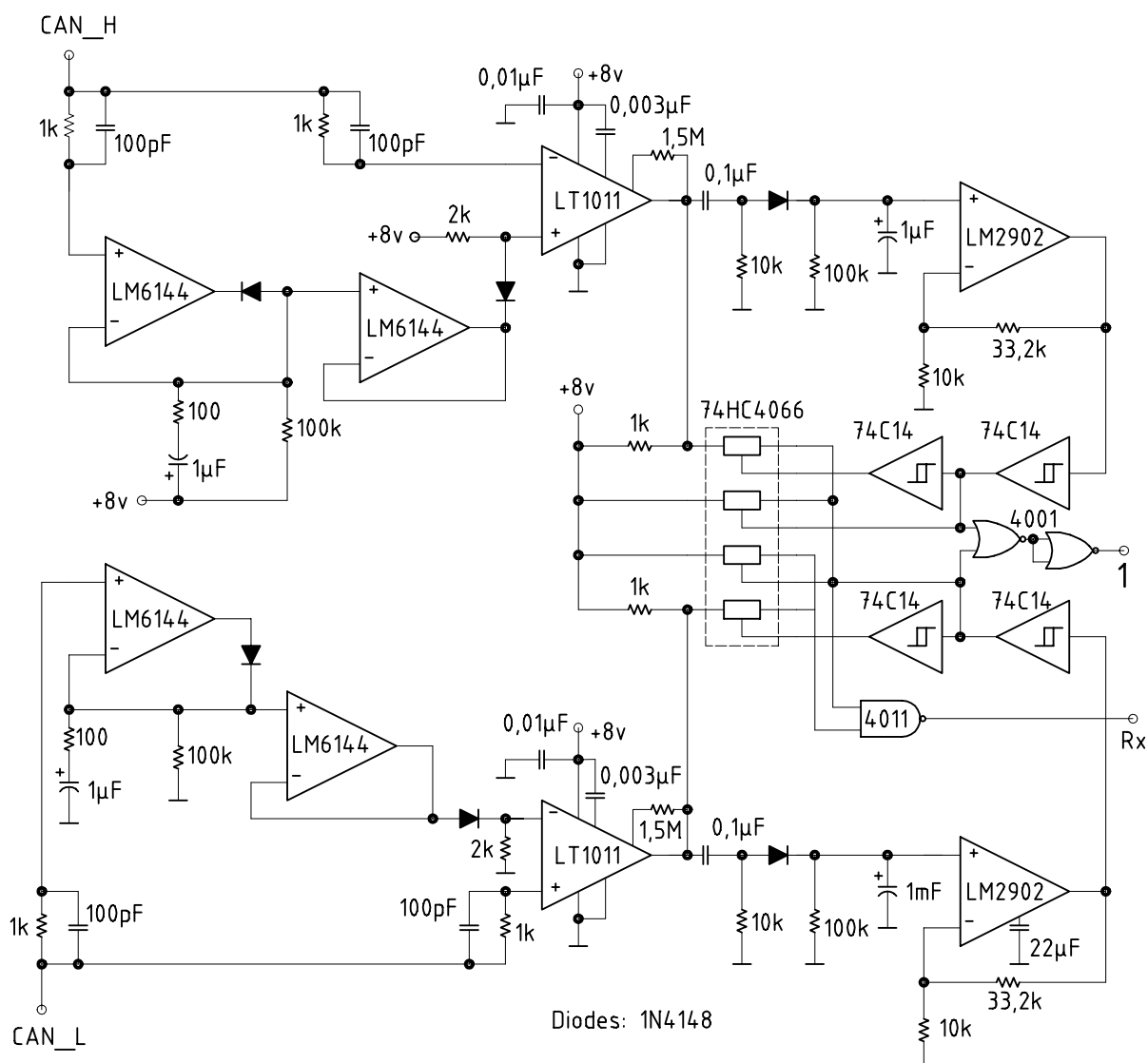


NOTE Diodes: 1N4148; transistors PNP: 2N2907; transistors NPN: 2N2222.

Figure B.3 — Exemple de schéma d'émetteur discret

B.5 Récepteur discret

La Figure B.4 illustre de manière détaillée un récepteur discret pour cette couche physique. Ce circuit détecte séparément les signaux issus de chaque ligne de signaux de bus (CAN_H et CAN_L), puis les combine pour produire sa sortie. Il peut dès lors fonctionner avec sortie asymétrique ou en mode différentiel normal. Un circuit de détection et de description des erreurs permet également de déconnecter une ligne de signaux de bus défaillante du récepteur et fournir une sortie d'état.



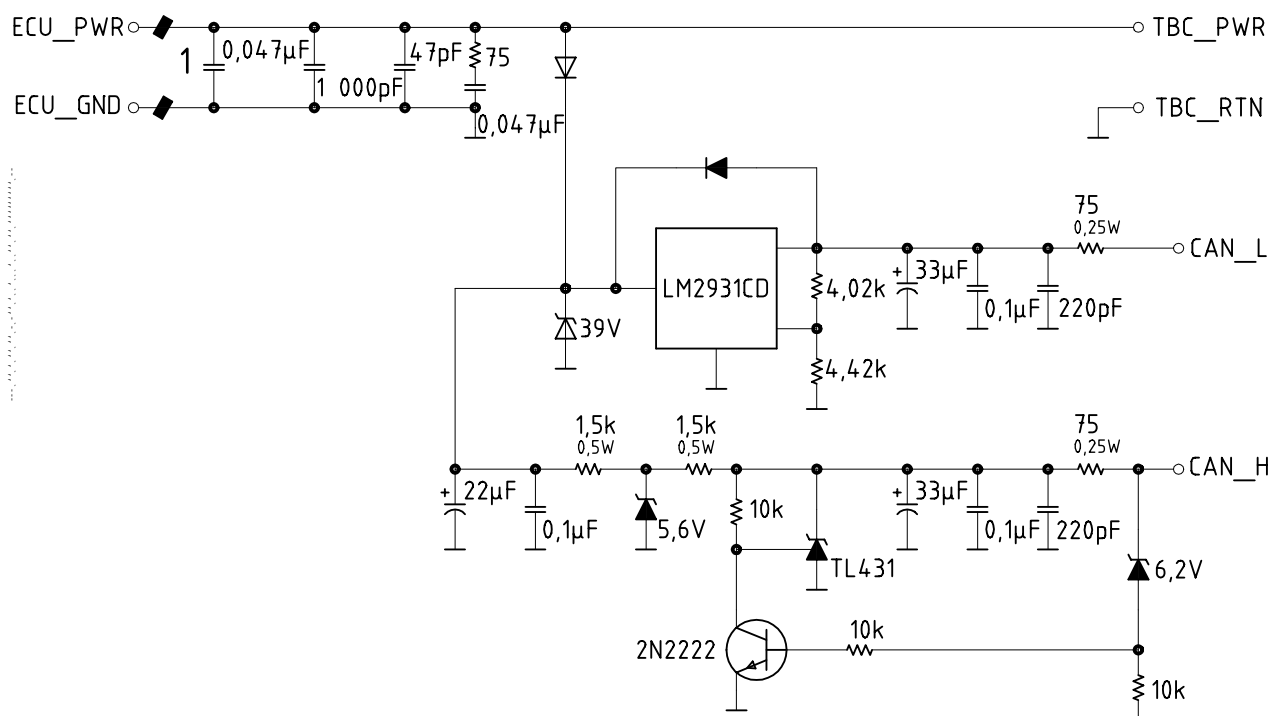
Légende

1 Statut (0 = normal, 1= erreur)

Figure B.4 — Exemple de schéma de récepteur avec détection d'erreur et statut

B.6 Circuit de polarisation de terminaison

La Figure B.5 donne un exemple détaillé de circuit de polarisation de terminaison. Ce circuit utilise des composants discrets et des régulateurs de tension pour fournir la tension de polarisation et la terminaison. Une protection contre les erreurs est également prévue pour limiter la dissipation.



Légende

1 Transistors de commutation NPN

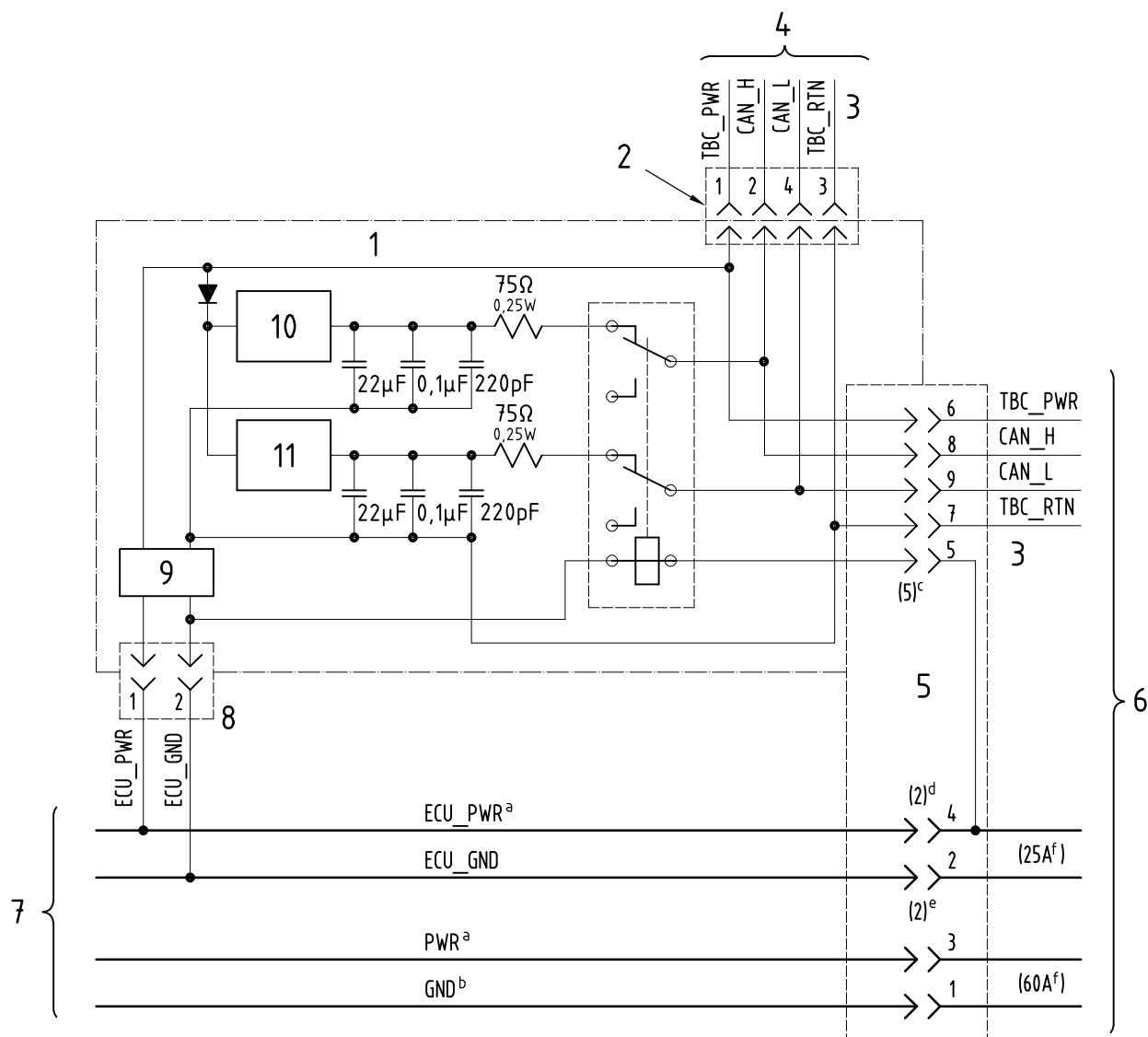
Figure B.5 — Exemple de circuit de polarisation de terminaison

B.7 Circuit de polarisation de terminaison dans un connecteur de séparation de bus

Cet exemple décrit un module de carte de circuit imprimé qui permet de mettre automatiquement le circuit sous tension et hors tension dans un connecteur de séparation de bus. Il ne donne pas de détails sur les composants réels utilisés dans le circuit pour fournir la tension de polarisation et la terminaison, mais il explique comment peut être obtenue la commutation automatique lorsqu'un équipement est connecté au milieu d'une connexion de séparation de bus. Il fournit également une description détaillée des connecteurs à emboîter dans ce module.

La Figure B.6 présente une version utilisée sur le connecteur de séparation de l'équipement avec des connexions à l'alimentation de l'UCE. La Figure B.7 présente une version utilisée sur le connecteur de séparation de l'équipement, qui pourrait permettre de connecter d'autres équipements.

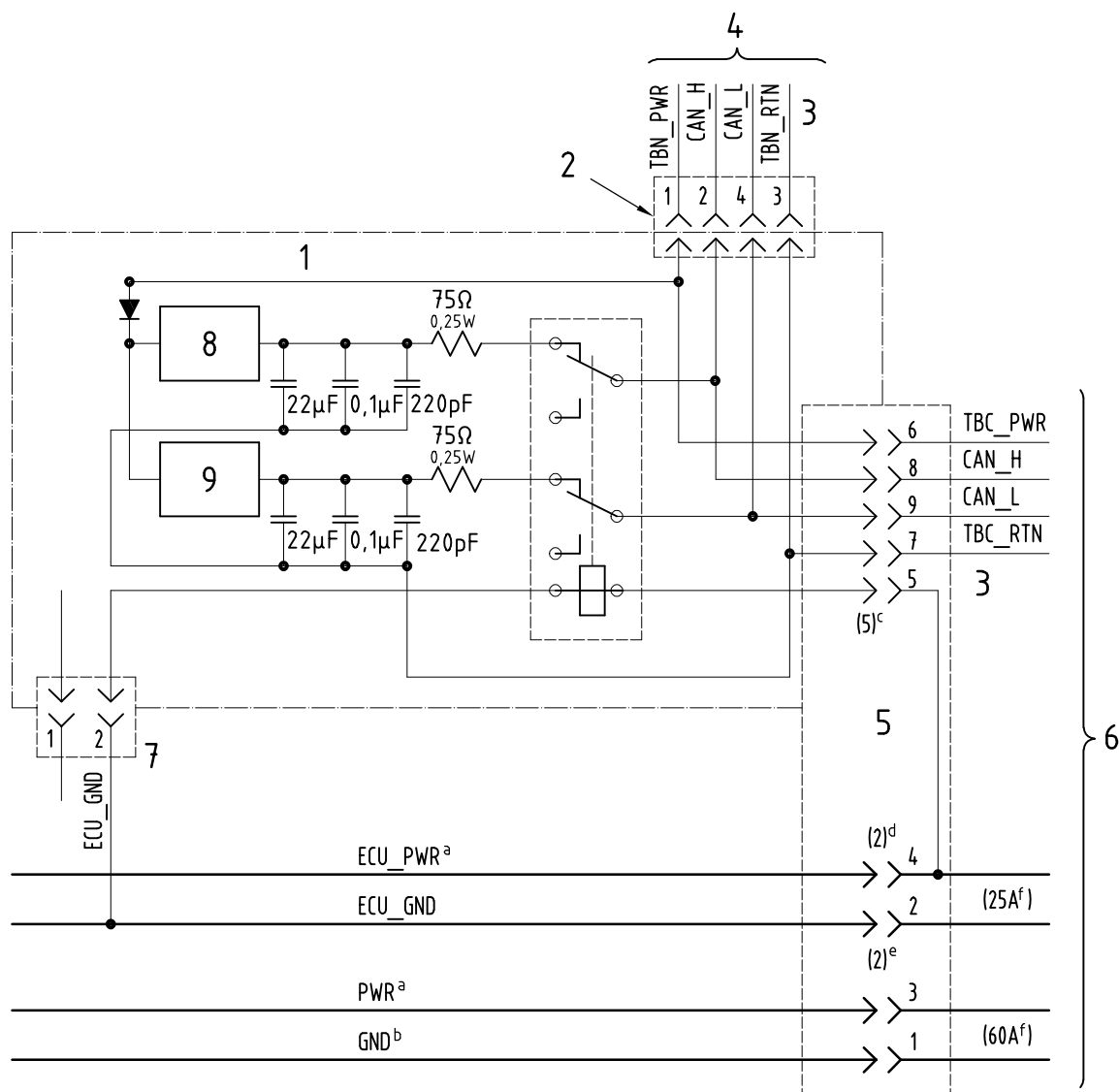
Le Tableau B.1 décrit l'affectation des broches pour les connexions de l'alimentation de l'UCE au circuit de polarisation de terminaison automatique. Le Tableau B.2 décrit l'affectation des broches des connexions de bus de l'équipement au circuit de polarisation de terminaison.



Légende

- | | | | |
|---|--|----|----------------------------------|
| 1 | Module carte de circuit imprimé | 10 | Alimentation de source +2,5 V |
| 2 | Connecteur 4 broches, taille 16 contacts | 11 | Alimentation de tassement +2,5 V |
| 3 | Câble à quarts torsadé | a | Commandé |
| 4 | Bus équipement sur tracteur | b | Châssis |
| 5 | Connecteur de séparation de bus équipement | c | Taille 16 contacts |
| 6 | Vers l'équipement | d | Taille 12 contacts |
| 7 | Circuit d'alimentation du tracteur | e | Taille 8 contacts |
| 8 | Connecteur 2 broches, taille 16 contacts | f | Capacité |
| 9 | Réseau filtre haute fréquence | | |

Figure B.6 — Exemple de circuit de polarisation de terminaison automatique relié au connecteur de séparation de bus, avec connexion d'alimentation réseau



Légende

- | | | | |
|---|--|---|--------------------|
| 1 | Module carte de circuit imprimé | a | Commandé |
| 2 | Connecteur 4 broches, taille 16 contacts | b | Châssis |
| 3 | Câble à quarts torsadé | c | Taille 16 contacts |
| 4 | Bus équipement | d | Taille 12 contacts |
| 5 | Connecteur de séparation de bus équipement | e | Taille 8 contacts |
| 6 | Vers l'équipement suivant | f | Capacité |
| 7 | Connecteur 2 broches, taille 16 contacts | | |
| 8 | Alimentation de source + 2,5 V | | |
| 9 | Alimentation de tassement + 2,5 V | | |

Figure B.7 — Exemple de circuit de polarisation de terminaison automatique relié au connecteur de séparation de bus

Tableau B.1 — Affectations des broches d'un connecteur de séparation de bus équipement pour la connexion d'alimentation au circuit de polarisation de terminaison automatique

N° broche	Désignation	Taille contact	Commentaires
1	ECU_PWR	B	Destiné à fournir une bonne source d'énergie positive de la batterie des unités de commande électroniques montées sur des équipements.
2	ECU_GND	B	Circuit fournissant uniquement un retour électrique aux modules électroniques montés sur des équipements. La connexion sur le tracteur doit être faite à un point électriquement silencieux situé à proximité de la masse de la batterie. Cette broche doit être isolée électriquement de la masse du châssis de l'équipement.

Tableau B.2 — Affectations des broches d'un connecteur de séparation de bus équipement pour la connexion du bus équipement au circuit de polarisation de terminaison automatique

N° broche	Désignation	Taille contact	Commentaires
1	TBC_PWR	C	Alimentation du ou des circuits de polarisation de terminaison. Ne peut être utilisé pour un dispositif autre qu'un circuit de polarisation de terminaison à un autre endroit du bus.
2	CAN_H	C	Ligne de transmission dont la tension augmente à l'état dominant.
3	TBC_RTN	C	Retour du ou des circuits de polarisation de terminaison. Ne peut être utilisé pour un dispositif autres qu'un circuit de polarisation de terminaison à un autre endroit du bus.
4	CAN_L	C	Ligne de transmission dont la tension diminue à l'état dominant.

B.8 Modèle de circuit de polarisation de terminaison facultatif

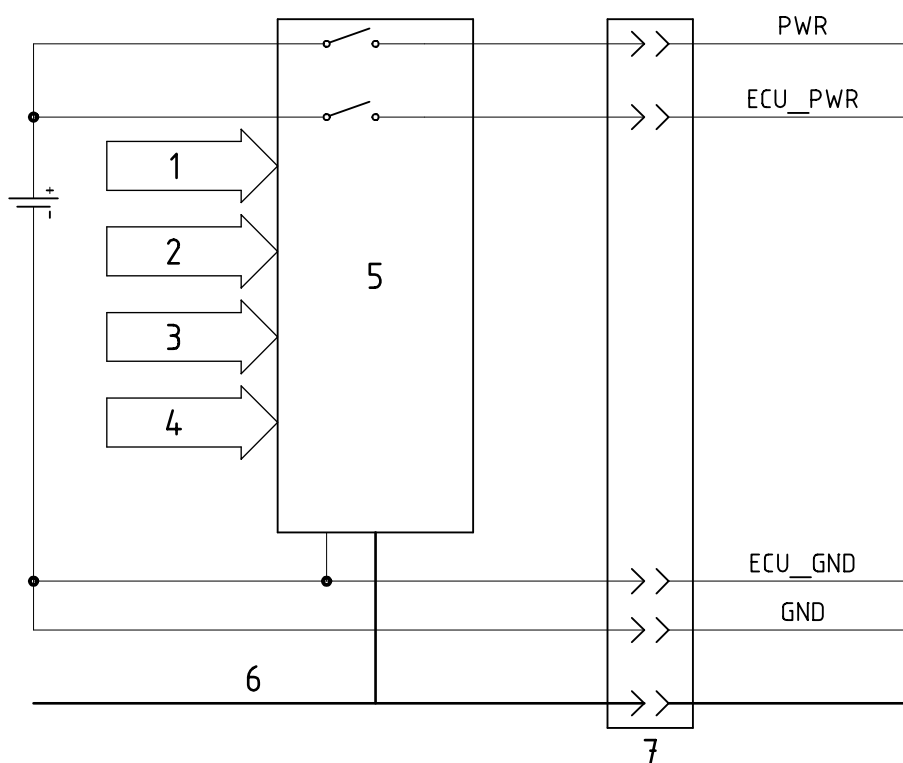
Un modèle de circuit de polarisation de terminaison facultatif peut être utilisé avec un réseau ISO 11783. Il existe deux configurations possibles de ce circuit. La première permet d'alimenter un segment de bus donné dans n'importe quel réseau de communications en connectant l'alimentation filtrée des terminaux ECU_PWR et ECU_GND aux lignes TBC_PWR et TBC_RTN. La seconde configuration fournit uniquement la fonction de polarisation de terminaison et utilise les lignes TBC_PWR et TBC_RTN, alimentées par une autre source sur le support du segment de bus en question. Ces deux configurations se distinguent par la couleur du corps du circuit.

NOTE Les spécifications relatives au modèle de circuit de polarisation de terminaison facultatif sont satisfaites par les circuits RE70623 et RE70773 de Riverside Electronics³⁾.

B.9 Circuits destinés à la commande de l'alimentation

La Figure B.8 présente un exemple de contrôle des connexions d'alimentation du connecteur de séparation du bus de l'équipement du tracteur. L'ISO 11783-9 ^[4] fournit les détails des messages nécessaires au contrôle de l'alimentation de l'équipement et des feux. L'UCE de l'éclairage de l'équipement peut faire partie de l'UCE de l'équipement. ECU_GND doit être équipé d'un système de signal sans bruit à la source d'alimentation.

³⁾ Riverside Electronics est une marque déposée. Cette information, fournie aux utilisateurs de la présente partie de l'ISO 11783 à titre indicatif, ne constitue pas une recommandation par l'ISO du produit mentionné ci-dessus. Des produits équivalents peuvent être utilisés dans la mesure où il est prouvé que leur utilisation permet d'obtenir les mêmes résultats.



Légende

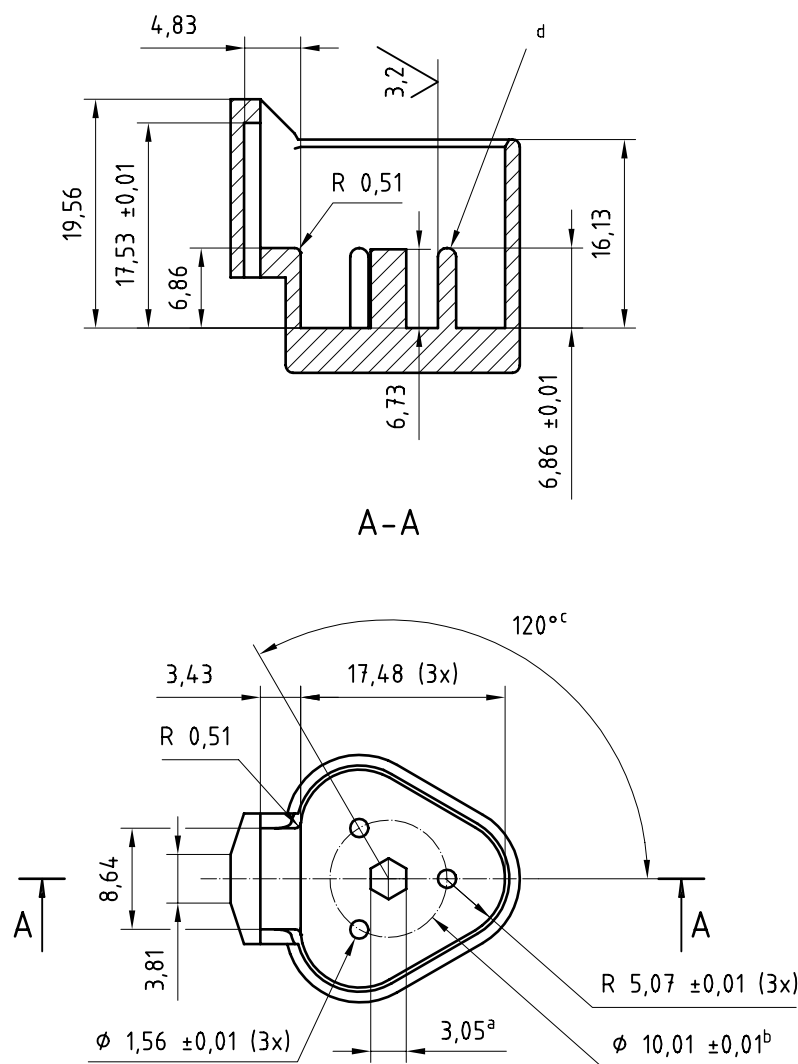
- 1 Largeur bande synchronisation principale
- 2 Feux
- 3 Travail
- 4 Défaillance
- 5 UCE tracteur
- 6 Bus équipement
- 7 Connecteur de séparation de bus équipement

Figure B.8 — Exemple de circuit de commande d'alimentation

B.10 Connecteur facultatif d'adaptateur à ligne d'une UCE

B.10.1 Le connecteur facultatif permettant de connecter n'importe quelle UCE à son adaptateur à ligne sur un segment de bus ISO 11783 est appelé connecteur d'adaptateur à ligne. Seules CAN_H et CAN_L doivent être transférées par ce connecteur.

B.10.2 Le socle du connecteur doit avoir les dimensions indiquées à la Figure B.9.



- a Hexagone, 6,73 en élévation
 b Contact 3PL
 c Commun
 d Rayon complet, extrémité 3PL

NOTE Les spécifications relatives au connecteur facultatif d'adaptateur à lignes d'une UCE sont satisfaites par le connecteur Deutsch DT04-03P [voir note 1) de bas de page de la Figure 8].

Figure B.9 — Spécifications dimensionnelles d'un connecteur facultatif d'adaptateur à lignes d'une UCE

B.10.3 Les trois broches du connecteur doivent être affectées comme suit:

- Broche A: CAN_H;
- Broche B: CAN_L;
- Broche C: inutilisée ou CAN_SHLD adaptée au support sur l'UCE.

B.10.4 La fiche du connecteur facultatif d'adaptateur à ligne d'une UCE doit avoir les dimensions appropriées pour s'emboîter dans le socle du connecteur présenté à la Figure B.9.

NOTE Les spécifications relatives à la fiche du connecteur facultatif d'adaptateur à ligne d'une UCE sont satisfaites par la fiche DT06-03S de Deutsch [voir note 1) de bas de page de la Figure 8].

Bibliographie

- [1] CAN Specification Version 2.0, Parts A and B, Robert Bosch GmbH, September 1991
- [2] SAE⁴⁾ J 1939/81, *Recommended Practice for Serial Control and Communications Data Network — Part 81: Network Management*
- [3] SAE J 1708, *Recommended Practice for Serial Data Communications between Microcomputer Systems in Heavy-Duty Vehicle Applications*
- [4] ISO 11783-9, *Tracteurs et machines agricoles et forestiers — Réseaux de commande et de communication de données en série — Partie 9: Interface de contrôle commande tracteur*
- [5] SAE J 1939/12, *Recommended Practice for Serial Control and Communications Data Network — Part 12: Physical Layer — 250kbts/s — Twisted Quad Pair*
- [6] 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*
- [7] ISO 11783-5, *Tracteurs et machines agricoles et forestiers — Réseaux de commande et de communication de données en série — Partie 5: Gestion du réseau*
- [8] SAE J 1939/11, *Recommended Practice for Serial Control and Communications Data Network — Part 11: Physical Layer — 250kbts/s — Twisted Shielded Pair*

⁴⁾ US Society of Automotive Engineers.