

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

1158-2

1993

AMENDEMENT 2
AMENDMENT 2

1996-11

Amendement 2

**Bus de Terrain utilisé dans les systèmes
de contrôle industriels –**

**Partie 2:
Spécification de la couche physique et
définition du service**

Amendment 2

**Fieldbus standard for use in industrial
control systems –**

**Part 2:
Physical layer specification and
service definition**

© CEI 1996 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIS
PRICE CODE

S

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le sous-comité 65C: Communications numériques, du comité d'études 65 de la CEI: Mesure et commande dans les processus industriels.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
65C/158/FDIS	65C/169/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cet amendement.

Page 2

SOMMAIRE

Ajouter les titres des nouveaux articles suivants:

- 19 (A l'étude)
- 20 (A l'étude)
- 21 Unité de liaison au support (MAU) en mode courant (1A) sur support filaire

Ajouter, à la page 4, à la liste des tableaux, les titres des tableaux 47 à 50 suivants:

- 47 Résumé des spécifications de niveau d'émission pour une MAU en mode courant
- 48 Résumé des spécifications temporelles d'émission pour une MAU en mode courant
- 49 Résumé des spécifications du circuit de réception pour une MAU en mode courant
- 50 Prescriptions relatives à la source d'alimentation du réseau pour la MAU en mode courant à 1,0 Mbits/s

Ajouter, à la page 8, à la liste des figures, les titres des figures 41 à 46 suivants:

- 41 Configuration d'essai pour MAU en mode courant
- 42 Forme d'onde de sortie
- 43 Gigue du bit émis (déviations du point de passage à zéro)
- 44 Sensibilité du récepteur et rejet du bruit
- 45 Circuit d'essai de bruit pour MAU en mode courant
- 46 Gigue du bit reçu

Page 20

Ajouter à la liste le titre des normes suivantes:

2 Références normatives

CEI 364-4-41: 1992, *Installations électriques des bâtiments – Partie 4: Protection pour assurer la sécurité – Chapitre 41: Protection contre les chocs électriques*

CEI 364-5-54: 1980, *Installations électriques des bâtiments – Partie 5: Choix et mise en oeuvre des matériels électriques – Chapitre 54: Mises à la terre et conducteurs de protection*

FOREWORD

This amendment has been prepared by subcommittee 65C: Digital communications, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement and control.

The text of this amendment is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
65C/158/FDIS	65C/169/RVD

Full information on the voting for the approval of this amendment can be found in the report on voting indicated in the above table.

Page 3

CONTENTS

Add the titles of the following new clauses as follows:

- 19 (Under consideration)
- 20 (Under consideration)
- 21 Medium attachment unit (MAU): current mode (1A), wire medium

Add, on page 5, to the table list, the titles of tables 47 to 50 as follows:

- 47 Transmit level specification summary for current-mode MAU
- 48 Transmit timing specification summary for current-mode MAU
- 49 Receive circuit specification summary for current-mode MAU
- 50 Network power supply requirements for the 1,0 Mbit/s, 1,0 A current-mode MAU

Add, on page 9, to the figure list, the titles of figures 41 to 46 as follows:

- 41 Test configuration for current-mode MAU
- 42 Output waveform
- 43 Transmitted bit cell jitter (zero crossing point deviation)
- 44 Receiver sensitivity and noise rejection
- 45 Noise test circuit for current-mode MAU
- 46 Received bit cell jitter

Page 21

Insert, in the list, the title of the following standards:

2 Normative references

IEC 364-4-41: 1992, *Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 41: Protection against electric shock*

IEC 364-5-54: 1980, *Electrical installations of buildings – Part 5: Selection and erection of electrical equipment – Chapter 54: Earthing arrangements and protective conductors*

Page 116

12.3 Spécifications du circuit d'émission pour une MAU en mode tension à 1,0 Mbit/s

Remplacer, à la page 118, les tableaux 13 et 14 par les nouveaux tableaux suivants:

Tableau 13 – Résumé des spécifications de niveau d'émission pour une MAU en mode tension à 1,0 Mbit/s

Caractéristiques du niveau d'émission, valeurs rapportées au tronc (mais mesurées en utilisant une charge d'essai comme indiqué figure 16)	Limites pour 1,0 Mbit/s en mode tension
Niveau de sortie (crête-à-crête, voir figure 17) Avec charge d'essai ($0,5 Z_0$ nominale du câble tronc)	5,5 V à 9,0 V $75 \Omega \pm 1 \%$
Différence maximale des amplitudes positive et négative (décalage de signal) comme indiqué figure 18	$\pm 0,45$ V
Niveau de sortie avec une terminaison du tronc enlevé (crête-à-crête) Avec charge d'essai (Z_0 nominale du câble tronc)	5,5 V à 11,0 V $150 \Omega \pm 1 \%$
Niveau de sortie; circuit ouvert (crête-à-crête)	5,5 V à 30,0 V
Distorsion maximale du signal de sortie; c'est-à-dire surtension, oscillation et pente (voir figure 17)	$\pm 20 \%$
Sortie émission au repos; bruit de l'émetteur (mesuré sur la bande de fréquences 1 kHz à 4 MHz)	≤ 5 mV (eff.)

Tableau 14 – Résumé des spécifications temporelles d'émission pour une MAU en mode tension à 1,0 Mbit/s

Caractéristiques temporelles d'émission, valeurs rapportées au tronc (mais mesurées en utilisant une charge d'essai comme indiqué figure 16)	Limites pour 1,0 Mbit/s en mode tension
Débit binaire émis	1,0 Mbit/s $\pm 0,01 \%$
Durée de bit instantanée	1,0 μ s $\pm 0,025 \mu$ s
Temps de montée et de descente (10 % à 90 % du signal crête-à-crête, voir figure 17)	$\leq 0,2$ durée de bit nominale
Vitesse de variation (en tout point de 10 % à 90 % du signal crête-à-crête)	≤ 200 V/ μ s
Gigue maximale du bit émis (déviation du point de passage à zéro, voir figure 18)	$\pm 0,025$ durée de bit nominale
Temps d'autorisation/interdiction d'émettre (c'est-à-dire temps durant lequel la forme d'onde de sortie peut ne pas satisfaire aux prescriptions d'émission)	$\leq 2,0$ durées de bit nominales

Page 120

12.3.2 Prescriptions relatives au niveau de sortie

Remplacer ce paragraphe par ce qui suit:

NOTE – La figure 17 montre un exemple de la composante alternative d'un cycle de la forme d'onde d'un Bus de Terrain, illustrant certains points clés de la spécification du circuit d'émission. Seules les tensions de signal sont indiquées; ce diagramme ne tient pas compte des tensions d'alimentation.

Page 117

12.3 Transmit circuit specification for 1,0 Mbit/s voltage-mode MAU

Replace, page 119, the existing tables 13 and 14 by the following:

Table 13 – Transmit level specification summary for 1,0 Mbit/s voltage-mode MAU

Transmit level characteristics, values referred to trunk (but measured using test load as shown in figure 16)	Limits for 1,0 Mbit/s voltage mode
Output level (peak-to-peak, see figure 17) With test load (0,5 nominal Z_0 of trunk cable)	5,5 V to 9,0 V $75 \Omega \pm 1\%$
Maximum positive and negative amplitude difference (signalling bias) as shown in figure 18	$\pm 0,45$ V
Output level with one terminator removed (peak-to-peak) With test load (nominal Z_0 of trunk cable)	5,5 V to 11,0 V $150 \Omega \pm 1\%$
Output level; open circuit (peak-to-peak)	5,5 V to 30,0 V
Maximum output signal distortion; i.e., overvoltage, ringing and droop (see figure 17)	$\pm 10\%$
Quiescent transmitter output; i.e. transmitter noise (measured over the frequency band 1 kHz to 4 MHz)	≤ 5 mV (r.m.s.)

Table 14 – Transmit timing specification summary for 1,0 Mbit/s voltage-mode MAU

Transmit timing characteristics, values referred to trunk (but measured using test load as shown in figure 16)	Limits for 1,0 Mbit/s voltage mode
Transmitted bit rate	1,0 Mbit/s $\pm 0,01\%$
Instantaneous bit time	$1,0 \mu\text{s} \pm 0,025 \mu\text{s}$
Rise and fall times (10 % to 90 % of peak-to-peak signal, see figure 17)	$\leq 0,2$ nominal bit time
Slew rate (at any point from 10 % to 90 % of peak-to-peak signal)	≤ 200 V/ μs
Maximum transmitted bit cell jitter (zero-crossing point deviation, see figure 18)	$\pm 0,025$ nominal bit time
Transmit enable/disable time (i.e. time during which the output waveform may not meet the transmit requirements)	$\leq 2,0$ nominal bit times

Page 121

12.3.2 Output level requirements

Replace this subclause by the following:

NOTE – Figure 17 shows an example of the a.c. component of one cycle of a Fieldbus waveform, illustrating some key items from the transmit circuit specification. Only signal voltages are shown; this diagram takes no account of power supply voltages.

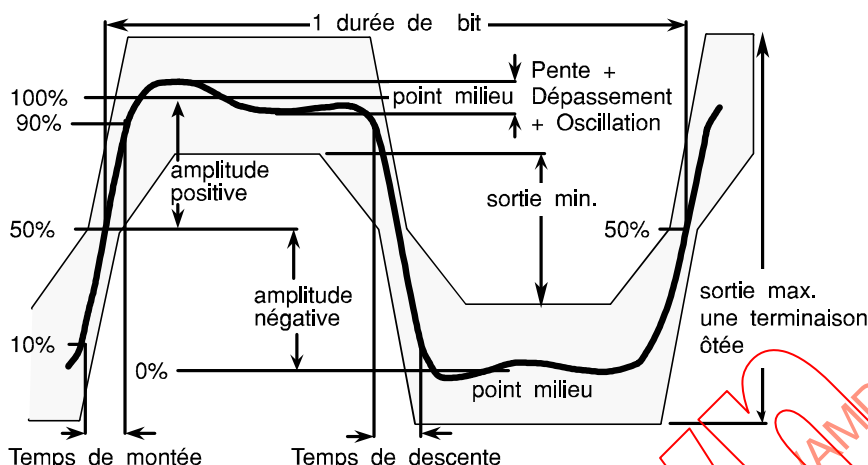


Figure 17 – Forme d'onde de sortie

Un circuit d'émission d'une MAU en mode tension à 1,0 Mbit/s doit satisfaire aux prescriptions suivantes relatives au niveau de sortie, toutes les amplitudes étant mesurées au point médian estimé entre toutes les crêtes et les creux situés au sommet et au pied de la forme d'onde («Point milieu» sur la figure 17):

- la tension de sortie aux bornes de la charge d'essai après le transformateur élévateur/abaisseur (si cela s'applique) doit être comprise entre 5,5 V et 9 V crête-à-crête, avec une résistance de charge de $75 \Omega \pm 1\%$ («Sortie min.» sur la figure 17);
- la tension de sortie au niveau du tronc, ou aux bornes d'émission, avec une résistance de charge de $150 \Omega \pm 1\%$ (c'est-à-dire avec une terminaison du tronc enlevé) doit être comprise entre 5,5 V et 11,0 V crête-à-crête («Sortie max. une terminaison ôtée» sur la figure 17);
- la tension de sortie au niveau du tronc, ou aux bornes d'émission, avec une charge quelconque y compris un circuit ouvert, doit être comprise entre 5,5 V et 30,0 V crête-à-crête. Pour les besoins de l'essai, le circuit ouvert doit être défini comme une résistance de charge de 100 k Ω en parallèle avec une capacité de 15 pF;
- durant l'émission, un dispositif ne doit pas être endommagé de façon définitive lorsqu'une résistance de charge $\leq 1 \Omega$ lui est appliquée pendant 1 s;
- la différence entre l'amplitude positive et l'amplitude négative, mesurées comme indiqué figure 18, ne doit pas excéder $\pm 0,45$ V crête;
- le bruit de sortie d'une MAU en mode tension à 1,0 Mbit/s qui est en réception ou n'est pas alimentée ne doit pas excéder 5 mV eff., mesuré de façon différentielle sur la bande de fréquences 1 kHz à 4 MHz et rapporté au tronc;
- la tension différentielle aux bornes de la charge d'essai doit être telle que la tension varie de façon monotone entre 10 % et 90 % de la valeur crête-à-crête. Après quoi la tension du signal ne doit pas varier de plus de $\pm 10\%$ de la valeur crête-à-crête jusqu'à l'occurrence de la transition suivante. Cette variation autorisée doit inclure toutes les formes de distorsion du signal de sortie, c'est-à-dire surtension, oscillation et pente.

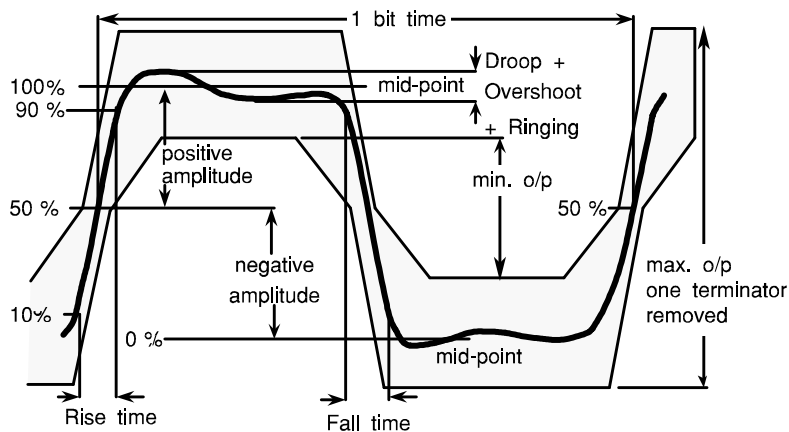


Figure 17 – Output waveform

A 1,0 Mbit/s voltage-mode MAU transmit circuit shall conform to the following output level requirements, all amplitudes being measured at the estimated mid-point between any peaks or troughs in the top and bottom of the waveform ("Mid-point" in figure 17):

- a) the output voltage across the test load after transformer step up/down (if applicable) shall be between 5,5 V and 9,0 V peak-to-peak with a load resistance of $75 \Omega \pm 1 \%$ ("Min. o/p" in figure 17);
- b) the output voltage at the trunk, or at the transmit terminals, with a load resistance of $150 \Omega \pm 1 \%$ (i.e. with one trunk terminator removed) shall be between 5,5 V and 11,0 V peak-to-peak ("Max. o/p one terminator removed" in figure 17);
- c) the output voltage at the trunk, or at the transmit terminals, with any load including an open circuit shall be between 5,5 V and 30,0 V peak-to-peak. For test purposes open circuit shall be defined as a load of $100 \text{ k}\Omega$ resistance in parallel with 15 pF capacitance;
- d) during transmission a device shall not suffer permanent failure when a load resistance of $\leq 1 \Omega$ is applied for 1 s;
- e) the difference between positive amplitude and negative amplitude, measured as shown in figure 18, shall not exceed $\pm 0,45 \text{ V}$ peak;
- f) the output noise from a 1,0 Mbit/s voltage-mode MAU which is receiving or not powered shall not exceed 5 mV r.m.s., measured differentially over the frequency band 1 kHz to 4 MHz, referred to the trunk;
- g) the differential voltage across the test load shall be such that the voltage monotonically changes between 10 % and 90 % of peak-to-peak value. Thereafter, the signal voltage shall not vary more than $\pm 10 \%$ of peak-to-peak value until next transition occurs. This permitted variation shall include all forms of output signal distortion, i.e. overvoltage, ringing and droop.

12.3.3 Prescriptions temporelles de sortie

Remplacer ce paragraphe par ce qui suit:

Un circuit d'émission de MAU en mode tension à 1,0 Mbit/s doit satisfaire aux prescriptions temporelles de sortie suivantes:

- les temps de montée et de descente, mesurés de 10 % à 90 % de l'amplitude du signal crête-à-crête, ne doivent pas excéder 0,2 durée de bit nominale (voir figure 17);
- la vitesse de variation ne doit pas excéder 200 V/μs, mesurée en un point quelconque de la plage de 10 % à 90 % de l'amplitude du signal crête-à-crête (voir figure 17) ;

NOTE – Les prescriptions a) et b) ont pour conséquence une forme d'onde trapézoïdale à la sortie du circuit d'émission. La prescription b) limite le niveau des émissions parasites susceptibles d'être couplées aux circuits adjacents, etc. La prescription b) est calculée au moyen de la formule:

$$\text{Vitesse de variation max.} = 6 \times \text{Vitesse de variation min.} = 6 \times 0,8 V_0 / 0,2 T = 24 \times V_0 / T$$

où V_0 est la tension de sortie crête-à-crête maximale (9,0 V), et T la durée de bit nominale (1 μs).

- la gigue du bit émis ne doit pas excéder $\pm 0,025$ durée de bit nominale par rapport au point idéal de passage à zéro, mesuré par référence au passage à zéro précédent (voir figure 18);

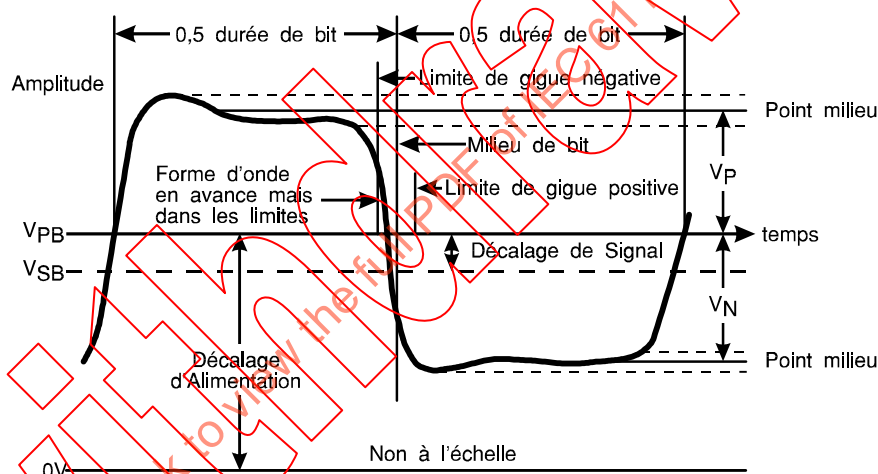


Figure 18 – Gigue du bit émis (déviations du point de passage à zéro)

- le circuit de l'émission doit se mettre en marche, c'est-à-dire que le signal doit s'élever d'un niveau inférieur au niveau de bruit de sortie maximal du circuit d'émission spécifié en 12.3.2 e) jusqu'au plein niveau de sortie, en moins de deux durées de bit nominales. La forme d'onde correspondant à la troisième durée de bit et aux suivantes doit être telle que spécifié par les autres parties de 12.3;
- le circuit de l'émission doit s'arrêter, c'est-à-dire que le signal doit retomber du plein niveau de sortie jusqu'en dessous du niveau de bruit de sortie maximal du circuit d'émission spécifié en 12.3.2 e), en moins de deux durées de bit nominales. Le temps pour que le circuit d'émission retourne à son impédance au repos ne doit pas excéder quatre durées de bit nominales. Pour les besoins de l'essai, cette prescription doit être satisfaite avec la configuration d'essai du circuit d'émission de 12.3.1, avec la capacité équivalente à celle d'un câble de longueur maximale aux bornes du dispositif en essai.

NOTE – Cette prescription a pour but de garantir que le passage du circuit d'émission de l'état actif à l'état passif laisse la capacité de ligne complètement déchargée.

12.3.3 Output timing requirements

Replace the text of this subclause by the following:

A 1,0 Mbit/s voltage-mode MAU transmit circuit shall conform to the following output timing requirements:

a) rise and fall times, measured from 10 % to 90 % of the peak-to-peak signal amplitude shall not exceed 0,2 nominal bit time (see figure 17);

b) slew rate shall not exceed 200 V/μs measured at any point in the range 10 % to 90 % of the peak-to-peak signal amplitude (see figure 17);

NOTE – Requirements a) and b) produce a trapezoidal waveform at the transmit circuit output. Requirement b) limits the level of interference emissions which may be coupled to adjacent circuits etc. Requirement b) is calculated from the formula:

$$\text{Max. slew rate} = 6 \times \text{Min. slew rate} = 6 \times 0,8 V_0 / 0,2 T = 24 \times V_0 / T$$

where V_0 is the maximum peak-to-peak output voltage (9,0 V), and T is the nominal bit time (1 μs).

c) transmitted bit cell jitter shall not exceed $\pm 0,025$ nominal bit time from the ideal zero crossing point, measured with respect to the previous zero crossing (see figure 18);

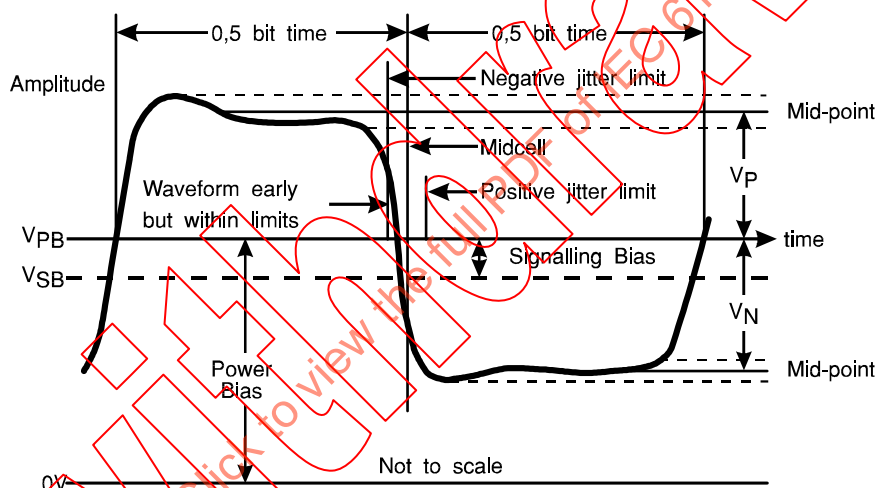


Figure 18 – Transmitted bit cell jitter (zero crossing point deviation)

d) the transmit circuit shall turn on, i.e. the signal shall rise from below the transmit circuit maximum output noise level as specified in 12.3.2 e) to full output level, in less than two nominal bit times. The waveform corresponding to the third and later bit times shall be as specified by other parts of 12.3;

e) the transmit circuit shall turn off, i.e. the signal shall fall from full output level to below the transmit circuit maximum output noise level as specified in 12.3.2 e), in less than two nominal bit times. The time for the transmit circuit to return to its off-state impedance shall not exceed four nominal bit times. For the purposes of testing, this requirement shall be met with the transmit circuit test configuration of 12.3.1 with the equivalent capacitance of a maximum length cable across the DUT terminals.

NOTE – This requirement is to ensure that the transition of the transmit circuit from active to passive leaves the line capacitance fully discharged.

Page 134

12.6.4 Isolement électrique

Remplacer ce paragraphe par ce qui suit:

Tous les dispositifs de Bus de Terrain qui utilisent un support filaire, qu'ils soient alimentés séparément ou alimentés via les conducteurs de signal, doivent assurer un isolement à basse fréquence entre la terre et le câble du tronc du Bus de Terrain.

NOTE 1 – Ceci peut être obtenu par isolement du dispositif entier par rapport à la terre ou par l'utilisation d'un transformateur, d'un optocoupleur ou d'un autre composant isolant entre le câble du tronc et le dispositif.

Un élément de communication combiné avec une source d'alimentation ne doit pas nécessiter d'isolement électrique.

Pour les installations électriques présentant des terres différentes, l'impédance d'isolement mesurée entre le blindage du câble du Bus de Terrain et la terre du dispositif de Bus de Terrain doit être supérieure à 250 k Ω à toutes les fréquences inférieures à 63 Hz.

L'isolement doit être court-circuité aux hautes fréquences par une capacité telle que l'impédance mesurée entre le blindage du câble du Bus de Terrain et la terre du dispositif de Bus de Terrain soit inférieure à 15 Ω entre 3 MHz et 30 MHz.

NOTE 2 – La capacité entre terre et blindage du câble tronc nécessaire pour satisfaire à la fois aux deux prescriptions peut être toute valeur comprise entre 3,5 nF et 10,6 nF.

Pour les installations électriques présentant une terre commune satisfaisant aux prescriptions de la CEI 364-4-41 et de la CEI 364-5-54, le blindage du câble peut être relié directement à la terre du dispositif du bus de terrain.

La différence de capacité maximale par rapport à la terre des deux accès d'un dispositif ne doit pas excéder 250 pF.

Les prescriptions de claquage d'isolement du circuit de signal et du circuit de distribution d'alimentation par rapport à la terre et de l'un par rapport à l'autre, doivent être en accord avec le tableau 17 de la CEI 1131-2.

NOTE 3 – Pour un dispositif qui est alimenté à partir d'une source de tension nominale ≤ 50 V continu ou efficaces, les tensions d'essais équivalentes au niveau de la mer sont 444 V efficaces, 635 V continu et 635 V de crête d'impulsion. Pour un dispositif qui est alimenté à partir d'une source de tension nominale comprise entre 150 V et 300 V efficaces, les tensions d'essai équivalentes au niveau de la mer sont 2260 V efficaces, 3175 V continu et 3175 V de crête d'impulsion.

Page 135

12.6.4 Electrical isolation

Replace the text of this subclause by the following:

All Fieldbus devices which use wire medium, whether separately powered or powered via the signal conductors, shall provide low-frequency isolation between ground and the Fieldbus trunk cable.

NOTE 1 – This may be by isolation of the entire device from ground or by use of a transformer, opto-coupler or some other isolating component between trunk cable and device.

A combined power supply and communication element shall not require electrical isolation.

For electrical installations providing different grounds, the isolation impedance measured between the shield of the Fieldbus cable and the Fieldbus device ground shall be greater than 250 k Ω at all frequencies below 63 Hz.

The isolation shall be by-passed at high frequencies by capacitance, such that the impedance measured between the shield of the Fieldbus cable and the Fieldbus device ground shall be less than 15 Ω between 3 MHz and 30 MHz.

NOTE 2 – The capacitance between ground and trunk cable shield necessary to meet both these requirements can be any value between 3,5 nF and 10,6 nF.

For electrical installations providing a common ground in conformance with IEC 364-4-41 and IEC 364-5-54, the shield of the Fieldbus cable and the Fieldbus device ground may be directly connected.

The maximum unbalanced capacitance to ground from either input terminal of a device shall not exceed 250 pF.

The breakdown requirements of the isolation of the signal circuit and the power distribution circuit from ground and from each other shall be in accordance with table 17 of IEC 1131-2.

NOTE 3 – For a device which is powered from a supply with rated voltage ≤ 50 V d.c. or r.m.s., the equivalent test voltages at sea level are 444 V r.m.s., 635 V d.c. and 635 V peak impulse test. For a device which is powered from a supply with rated voltage between 150 V and 300 V r.m.s., the equivalent test voltages at sea level are 2 260 V r.m.s., 3 175 V d.c. and 3 175 V peak impulse test.

Page 172

14.3 Spécifications du circuit d'émission pour une MAU en mode tension à 2,5 Mbit/s

Remplacer les tableaux 22 et 23 par les nouveaux tableaux suivants:

Tableau 22 – Résumé des spécifications de niveau d'émission pour une MAU en mode tension à 2,5 Mbit/s

Caractéristiques du niveau d'émission, valeurs rapportées au tronc (mais mesurées en utilisant une charge d'essai comme indiqué figure 30)	Limites pour 2,5 Mbit/s en mode tension
Niveau de sortie (crête-à-crête, voir figure 31) Avec charge d'essai ($0,5 Z_0$ nominale du câble tronc)	5,5 V à 9,0 V $75 \Omega \pm 1 \%$
Différence maximale des amplitudes positive et négative (décalage de signal) comme indiqué figure 32	$\pm 0,35$ V
Niveau de sortie avec une terminaison du tronc enlevée (crête-à-crête) Avec charge d'essai (Z_0 nominale du câble tronc)	5,5 V à 11,0 V $150 \Omega \pm 1 \%$
Niveau de sortie; circuit ouvert (crête-à-crête)	5,5 V à 30,0 V
Distorsion maximale du signal de sortie; c'est-à-dire surtension, oscillation et pente (voir figure 31)	$\pm 10 \%$
Sortie émission au repos; c'est-à-dire bruit de l'émetteur (mesuré sur la bande de fréquences 1 kHz à 10 MHz)	≤ 10 mV (eff.)

Tableau 23 – Résumé des spécifications temporelles d'émission pour une MAU en mode tension à 2,5 Mbit/s

Caractéristiques temporelles d'émission, valeurs rapportées au tronc (mais mesurées en utilisant une charge d'essai comme indiqué figure 30)	Limites pour 2,5 Mbit/s en mode tension
Débit binaire émis	2,5 Mbit/s $\pm 0,01 \%$
Durée de bit instantanée	$0,4 \mu\text{s} \pm 0,010 \mu\text{s}$
Temps de montée et de descente (10 % à 90 % du signal crête-à-crête, voir figure 31)	$\leq 0,2$ durée de bit nominale
Vitesse de variation (en tout point de 10 % à 90 % du signal crête-à-crête)	≤ 500 V/ μs
Gigue maximale du bit émis (déviation du point de passage à zéro, voir figure 32)	$\pm 0,025$ durée de bit nominale
Temps d'autorisation/interdiction d'émettre (c'est-à-dire temps durant lequel la forme d'onde de sortie peut ne pas satisfaire aux prescriptions d'émission)	$\leq 2,0$ durées de bit nominales

Page 174

14.3.2 Prescriptions relatives au niveau de sortie

Remplacer ce paragraphe par ce qui suit:

NOTE – La figure 31 montre un exemple de la composante alternative d'un cycle de la forme d'onde d'un Bus de Terrain illustrant certains points clés de la spécification du circuit d'émission. Seules les tensions de signal sont indiquées; ce diagramme ne tient pas compte des tensions d'alimentation.

Page 173

14.3 Transmit circuit specification for 2,5 Mbit/s voltage-mode MAU

Replace the existing tables 22 and 23 by the following:

Table 22 – Transmit level specification summary for 2,5 Mbit/s voltage-mode MAU

Transmit level characteristics, values referred to trunk (but measured using test load as shown in figure 30)	Limits for 2,5 Mbit/s voltage mode
Output level (peak-to-peak, see figure 31) With test load (0,5 nominal Z_0 of trunk cable)	5,5 V to 9,0 V $75 \Omega \pm 1 \%$
Maximum positive and negative amplitude difference (signalling bias) as shown in figure 32	$\pm 0,35$ V
Output level with one terminator removed (peak-to-peak) With test load (nominal Z_0 of trunk cable)	5,5 V to 11,0 V $150 \Omega \pm 1 \%$
Output level; open circuit (peak-to-peak)	5,5 V to 30,0 V
Maximum output signal distortion; i.e., overvoltage, ringing and droop (see figure 31)	$\pm 10 \%$
Quiescent transmitter output; i.e. transmitter noise (measured over the frequency band 1 kHz to 10 MHz)	≤ 10 mV (r.m.s.)

Table 23 – Transmit timing specification summary for 2,5 Mbit/s voltage-mode MAU

Transmit timing characteristics, values referred to trunk (but measured using test load as shown in figure 30)	Limits for 2,5 Mbit/s voltage mode
Transmitted bit rate	2,5 Mbit/s $\pm 0,01 \%$
Instantaneous bit time	$0,4 \mu\text{s} \pm 0,010 \mu\text{s}$
Rise and fall times (10 % to 90 % of peak-to-peak signal, see figure 31)	$\leq 0,2$ nominal bit time
Slew rate (at any point from 10 % to 90 % of peak-to-peak signal)	≤ 500 V/ μs
Maximum transmitted bit cell jitter (zero-crossing point deviation, see figure 32)	$\pm 0,025$ nominal bit time
Transmit enable/disable time (i.e. time during which the output waveform may not meet the transmit requirements)	$\leq 2,0$ nominal bit times

Page 175

14.3.2 Output level requirements

Replace the existing subclause by the following:

NOTE – Figure 31 shows an example of the a.c. component of one cycle of a Fieldbus waveform, illustrating some key items from the transmit circuit specification. Only signal voltages are shown; this diagram takes no account of power supply voltages.

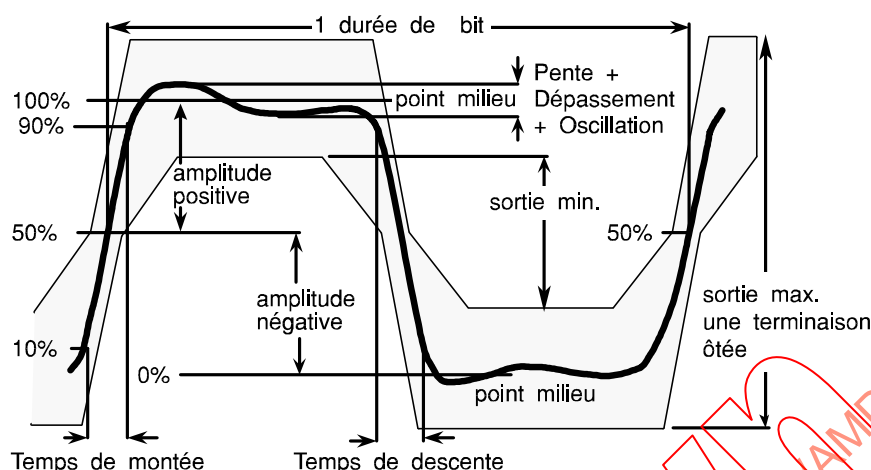


Figure 31 – Forme d'onde de sortie

Un circuit d'émission d'une MAU en mode tension à 2,5 Mbit/s doit satisfaire aux prescriptions suivantes relatives au niveau de sortie, toutes les amplitudes étant mesurées au point médian estimé entre toutes les crêtes et les creux situés au sommet et au pied de la forme d'onde («Point milieu» sur la figure 31):

- la tension de sortie aux bornes de la charge d'essai après le transformateur élévateur/abaisseur (si cela s'applique) doit être comprise entre 5,5 V et 9 V crête-à-crête, avec une résistance de charge de $75 \Omega \pm 1 \%$ («Sortie min.» sur la figure 31);
- la tension de sortie au niveau du tronc ou aux bornes d'émission, avec une résistance de charge de $150 \Omega \pm 1 \%$, c'est-à-dire avec une terminaison du tronc enlevée), doit être comprise entre 5,5 V et 11,0 V crête-à-crête («Sortie max. une terminaison ôtée» sur la figure 31);
- la tension de sortie au niveau du tronc ou aux bornes d'émission, avec une charge quelconque y compris un circuit ouvert, doit être comprise entre 5,5 V et 30,0 V crête-à-crête. Pour les besoins de l'essai, le circuit ouvert doit être défini comme une résistance de charge de 100 k Ω en parallèle avec une capacité de 15 pF;
- durant l'émission, un dispositif ne doit pas être endommagé de façon définitive lorsqu'une résistance de charge $\leq 1 \Omega$ lui est appliquée pendant 1 s;
- la différence entre l'amplitude positive et l'amplitude négative, mesurées comme indiqué figure 32, ne doit pas excéder $\pm 0,35$ V crête;
- le bruit de sortie d'une MAU en mode tension à 2,5 Mbit/s qui est en réception ou n'est pas alimentée ne doit pas excéder 10 mV eff., mesuré de façon différentielle sur la bande de fréquences 1 kHz à 10 MHz et rapporté au tronc;
- la tension différentielle aux bornes de la charge d'essai doit être telle que la tension varie de façon monotone entre 10 % et 90 % de sa valeur crête-à-crête. Après quoi la tension du signal ne doit pas varier de plus de $\pm 10 \%$ de la valeur crête-à-crête jusqu'à l'occurrence de la transition suivante. Cette variation autorisée doit inclure toutes les formes de distorsion du signal de sortie, c'est-à-dire surtension, oscillation et pente.

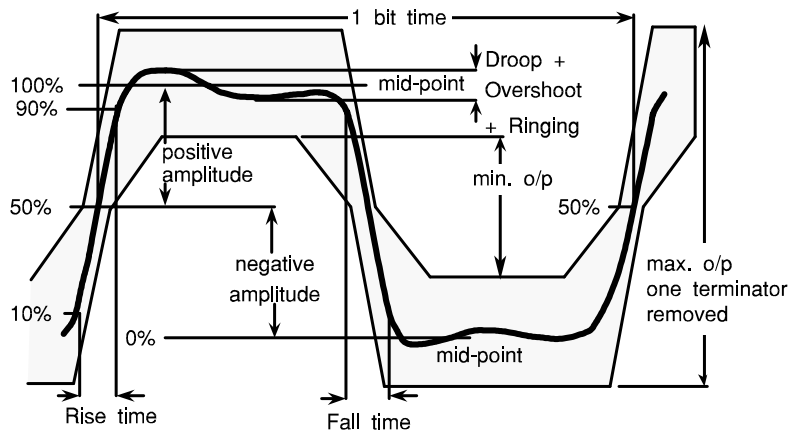


Figure 31 – Output waveform

A 2,5 Mbit/s voltage-mode MAU transmit circuit shall conform to the following output level requirements, all amplitudes being measured at the estimated mid-point between any peaks or troughs in the top and bottom of the waveform ("Mid-point" in figure 31):

- a) the output voltage across the test load after transformer step up/down (if applicable) shall be between 5,5 V and 9,0 V peak-to-peak with a load resistance of $75 \Omega \pm 1\%$ ("Min. o/p" in figure 31);
- b) the output voltage at the trunk, or at the transmit terminals, with a load resistance of $150 \Omega \pm 1\%$ (i.e. with one trunk terminator removed) shall be between 5,5 V and 11,0 V peak-to-peak ("Max. o/p one terminator removed" in figure 31);
- c) the output voltage at the trunk, or at the transmit terminals, with any load including an open circuit shall be between 5,5 V and 30,0 V peak-to-peak. For test purposes open circuit shall be defined as a load of $100 \text{ k}\Omega$ resistance in parallel with 15 pF capacitance;
- d) during transmission a device shall not suffer permanent failure when a load resistance of $\leq 1 \Omega$ is applied for 1 s;
- e) the difference between positive amplitude and negative amplitude, measured as shown in figure 32, shall not exceed $\pm 0,35 \text{ V}$ peak;
- f) the output noise from a 2,5 Mbit/s voltage-mode MAU which is receiving or not powered shall not exceed 10 mV r.m.s., measured differentially over the frequency band 1 kHz to 10 MHz, referred to the trunk;
- g) the differential voltage across the test load shall be such that the voltage monotonically changes between 10 % and 90 % of peak-to-peak value. Thereafter, the signal voltage shall not vary more than $\pm 10\%$ of peak-to-peak value until the next transition occurs. This permitted variation shall include all forms of output signal distortion, i.e. overvoltage, ringing and droop.

14.3.3 Prescriptions temporelles de sortie

Remplacer ce paragraphe par ce qui suit:

Un circuit d'émission de MAU en mode tension à 2,5 Mbit/s doit satisfaire aux prescriptions temporelles de sortie suivantes:

- les temps de montée et de descente, mesurés de 10 % à 90 % de l'amplitude du signal crête-à-crête, ne doivent pas excéder 0,2 durée de bit nominale (voir figure 31);
- la vitesse de variation ne doit pas excéder 500 V/μs, mesurée en un point quelconque de la plage de 10 % à 90 % de l'amplitude du signal crête-à-crête (voir figure 31);

NOTE – Les prescriptions a) et b) ont pour conséquence une forme d'onde trapézoïdale à la sortie du circuit d'émission. La prescription b) limite le niveau des émissions parasites susceptibles d'être couplées aux circuits adjacents, etc. La prescription b) est calculée au moyen de la formule:

$$\text{Vitesse de variation max.} = 6 \times \text{Vitesse de variation min.} = 6 \times 0,8 V_0 / 0,2 T = 24 \times V_0 / T$$

où V_0 est la tension de sortie crête-à-crête maximale (9 V), et T la durée de bit nominale (0,4 μs).

- la gigue du bit émis ne doit pas excéder $\pm 0,025$ durée de bit nominale par rapport au point idéal de passage à zéro, mesuré par référence au passage à zéro précédent (voir figure 32);

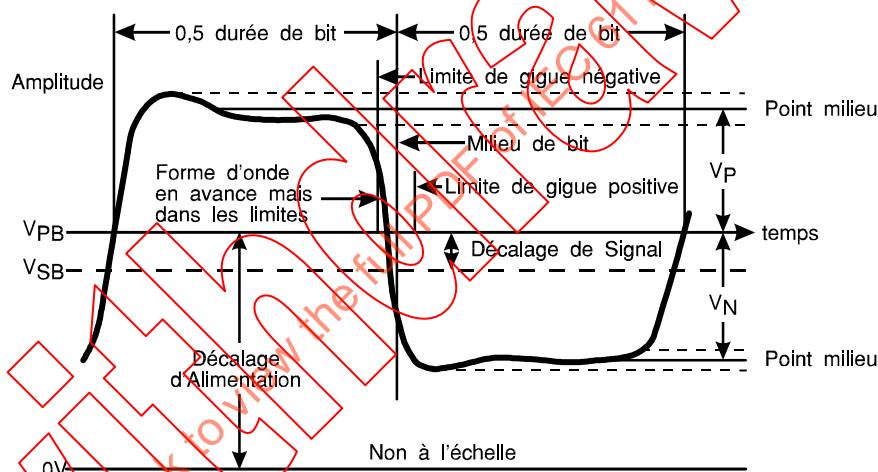


Figure 32 – Gigue du bit émis (déviations du point de passage à zéro)

- le circuit d'émission doit se mettre en marche, c'est-à-dire que le signal doit s'élever depuis un niveau inférieur au niveau de bruit de sortie maximal du circuit d'émission tel que spécifié en 14.3.2 e) jusqu'au plein niveau de sortie en moins de deux durées de bit nominales. La forme d'onde correspondant à la troisième durée de bit et aux suivantes doit être spécifiée par les autres parties de 14.3;

- le circuit de l'émission doit s'arrêter, c'est-à-dire que le signal doit retomber du plein niveau de sortie jusqu'en dessous du niveau de bruit de sortie maximal du circuit d'émission spécifié en 14.3.2 e), en moins de deux durées de bit nominales. Le temps pour que le circuit d'émission retourne à son impédance au repos ne doit pas excéder quatre durées de bit nominales. Pour les besoins de l'essai, cette prescription doit être satisfaite avec la configuration d'essai du circuit d'émission de 14.3.1, avec la capacité équivalente à celle d'un câble de longueur maximale aux bornes du dispositif en essai.

NOTE – Cette prescription a pour but de garantir que le passage du circuit d'émission de l'état actif à l'état passif laisse la capacité de ligne complètement déchargée.

14.3.3 Output timing requirements

Replace the existing subclause by the following:

A 2,5 Mbit/s voltage-mode MAU transmit circuit shall conform to the following output timing requirements:

a) rise and fall times, measured from 10 % to 90 % of the peak-to-peak signal amplitude shall not exceed 0,2 nominal bit time (see figure 31);

b) slew rate shall not exceed 500 V/μs measured at any point in the range 10 % to 90 % of the peak-to-peak signal amplitude (see figure 31);

NOTE – Requirements a) and b) produce a trapezoidal waveform at the transmit circuit output. Requirement b) limits the level of interference emissions which may be coupled to adjacent circuits, etc. Requirement b) is calculated from the formula:

$$\text{Max. slew rate} = 6 \times \text{Min. slew rate} = 6 \times 0,8 V_0 / 0,2 T = 24 \times V_0 / T$$

where V_0 is the maximum peak-to-peak output voltage (9,0 V), and T is the nominal bit time (0,4 μs).

c) transmitted bit cell jitter shall not exceed $\pm 0,025$ nominal bit time from the ideal zero crossing point, measured with respect to the previous zero crossing (see figure 32);

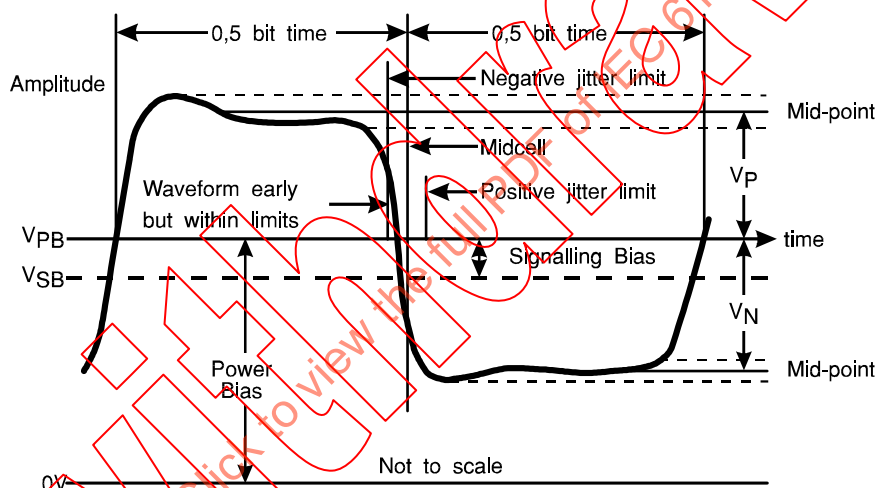


Figure 32 – Transmitted bit cell jitter (zero crossing point deviation)

d) the transmit circuit shall turn on, i.e. the signal shall rise from below the transmit circuit maximum output noise level as specified in 14.3.2 e) to full output level, in less than two nominal bit times. The waveform corresponding to the third and later bit times shall be as specified by other parts of 14.3;

e) the transmit circuit shall turn off, i.e. the signal shall fall from full output level to below the transmit circuit maximum output noise level as specified in 14.3.2 e), in less than two nominal bit times. The time for the transmit circuit to return to its off-state impedance shall not exceed four nominal bit times. For the purposes of testing, this requirement shall be met with the transmit circuit test configuration of 14.3.1 with the equivalent capacitance of a maximum length cable across the DUT terminals.

NOTE – This requirement is to ensure that the transition of the transmit circuit from active to passive leaves the line capacitance fully discharged.

Page 188

14.6.4 Isolement électrique

Remplacer ce paragraphe par ce qui suit:

Tous les dispositifs de Bus de Terrain qui utilisent un support filaire, qu'ils soient alimentés séparément ou alimentés via les conducteurs de signal, doivent assurer un isolement à basse fréquence entre la terre et le câble du tronc du Bus de Terrain.

NOTE 1 – Ceci peut être obtenu par isolement du dispositif entier par rapport à la terre ou par l'utilisation d'un transformateur, d'un optocoupleur ou d'un autre composant isolant entre le câble du tronc et le dispositif.

Un élément de communication combiné avec une source d'alimentation ne doit pas nécessiter d'isolement électrique.

Pour les installations électriques présentant des terres différentes, l'impédance d'isolement mesurée entre le blindage du câble du Bus de Terrain et la terre du dispositif de Bus de Terrain doit être supérieure à 250 kW à toutes les fréquences inférieures à 63 Hz.

L'isolement doit être court-circuité aux hautes fréquences par une capacité telle que l'impédance mesurée entre le blindage du câble du Bus de Terrain et la terre du dispositif de Bus de Terrain soit inférieure à 15 W entre 3 MHz et 30 MHz.

NOTE 2 – La capacité entre terre et blindage du câble tronc nécessaire pour satisfaire à la prescription peut être toute valeur entre 3,5 nF et 10,6 nF.

Pour les installations électriques présentant une terre commune satisfaisant aux prescriptions de la CEI 364-4-41 et de la CEI 364-5-54, le blindage du câble peut être relié directement à la terre du dispositif du bus de terrain.

La différence de capacité maximale par rapport à la terre des deux accès d'un dispositif ne doit pas excéder 250 pF.

Les prescriptions de claquage d'isolement du circuit de signal et du circuit de distribution d'alimentation par rapport à la terre et de l'un par rapport à l'autre, doivent être en accord avec le tableau 17 de la CEI 1131-2.

NOTE 3 – Pour un dispositif qui est alimenté à partir d'une source de tension nominale ≤ 50 V continu ou efficace, les tensions d'essai équivalentes au niveau de la mer sont 444 V efficaces, 635 V continu et 635 V de crête d'impulsion. Pour un dispositif qui est alimenté à partir d'une source de tension nominale comprise entre 150 V et 300 V efficaces, les tensions d'essai équivalentes au niveau de la mer sont 2260 V efficaces, 3175 V continu et 3175 V de crête d'impulsion.

Page 194

Article 19

(A l'étude)

Article 20

(A l'étude)

Page 189

14.6.4 Electrical isolation

Replace the text of this subclause by the following:

All Fieldbus devices which use wire medium, whether separately powered or powered via the signal conductors, shall provide low-frequency isolation between ground and the Fieldbus trunk cable.

NOTE 1 – This may be by isolation of the entire device from ground or by use of a transformer, opto-coupler or some other isolating component between trunk cable and device.

A combined power supply and communication element shall not require electrical isolation.

For electrical installations providing different grounds, the isolation impedance measured between the shield of the Fieldbus cable and the Fieldbus device ground shall be greater than 250 k Ω at all frequencies below 63 Hz.

The isolation shall be by-passed at high frequencies by capacitance, such that the impedance measured between the shield of the Fieldbus cable and the Fieldbus device ground shall be less than 15 Ω between 3 MHz and 30 MHz.

NOTE 2 – The capacitance between ground and trunk cable shield necessary to meet both these requirements can be any value between 3,5 nF and 10,6 nF.

For electrical installations providing a common ground in conformance with IEC 364-4-41 and IEC 364-5-54, the shield of the Fieldbus cable and the Fieldbus device ground may be directly connected.

The maximum unbalanced capacitance to ground from either input terminal of a device shall not exceed 250 pF.

The breakdown requirements of the isolation of the signal circuit and the power distribution circuit from ground and from each other shall be in accordance with table 17 of IEC 1131-2.

NOTE 3 – For a device which is powered from a supply with rated voltage ≤ 50 V d.c. or r.m.s., the equivalent test voltages at sea-level are 444 V r.m.s., 635 V d.c. and 635 V peak impulse test. For a device which is powered from a supply with rated voltage between 150 V and 300 V r.m.s., the equivalent test voltages at sea-level are 2260 V r.m.s., 3175 V d.c. and 3175 V peak impulse test.

Page 195

Clause 19

(Under consideration)

Clause 20

(Under consideration)

Ajouter le nouvel article suivant:

21 Unité de liaison au support (MAU) en mode courant (1 A) sur support filaire

NOTES

- 1 La MAU en mode courant à 1,0 Mbit/s donne accès simultanément à un réseau de communication et à un réseau de distribution d'alimentation de capacité élargie. Les dispositifs rattachés au réseau communiquent via le support et peuvent être ou ne pas être alimentés par lui. L'alimentation est distribuée sous forme d'un courant alternatif constant avec une fréquence bien en dessous de la fréquence de signalisation. Les signaux de communication sont superposés à l'alimentation alternative.
- 2 Le support du réseau est constitué de câbles à paire torsadée blindée.
- 3 Dans les applications en zones dangereuses, un bus non intrinsèque peut utiliser des barrières de sécurité intrinsèque dans des dispositifs de connexion. Cela permet d'augmenter le nombre de dispositifs admissibles en zone dangereuse connectés au moyen d'une simple barrière.
- 4 Les dispositifs sont raccordés en série sur le bus alors que dans les variantes en mode tension les dispositifs sont en parallèle.

21.1 Débit binaire émis

Le débit binaire émis en mode courant doit être de 1,0 Mbit/s $\pm$ 0,01 %, moyenné sur une trame ayant une longueur minimale de 16 octets. La durée de bit instantanée doit être de 1,0 μ s $\pm$ 0,025 μ s.

21.2 Spécifications du réseau

NOTES

- 1 Une MAU en mode courant à 1,0 Mbit/s fonctionne dans un réseau composé des éléments suivants:
 - a) câble;
 - b) terminaisons;
 - c) coupleurs;
 - d) râtelier de coupleurs;
 - e) dispositifs (contenant au moins un élément de communication).

Un réseau filaire en mode courant peut inclure de façon additionnelle les éléments suivants:

- e) connecteurs;
- f) sources d'alimentation;
- g) dispositifs comprenant des sources d'alimentation;
- h) barrières de sécurité intrinsèque (SI).
- 2 Le support du réseau consiste en un câble à paire torsadée blindée. Indépendamment de la topologie, tous les dispositifs raccordés, sauf éventuellement le dispositif en train d'émettre, sont à basse impédance pour éviter toute charge significative du réseau.
- 3 Un râtelier de coupleurs est un élément de réseau qui permet à un coupleur d'être connecté au support du réseau. Il peut être considéré comme un primaire d'un tour d'un transformateur (coupleur inductif) et a, comme tel, une caractéristique électrique qui influence le réseau.

21.2.1 Topologies

Une MAU à support filaire doit fonctionner dans un réseau à topologie linéaire, constitué d'un tronc, muni de terminaisons à chaque extrémité comme spécifié en 21.7.5, auquel les éléments de communications sont raccordés via des coupleurs.

NOTES

- 1 Le coupleur et l'élément de communication peuvent être intégrés dans un même dispositif (c'est-à-dire que la longueur de ramification est nulle).
- 2 Plusieurs éléments de communication peuvent être raccordés au tronc en un même point au moyen d'un coupleur multivoie. Un coupleur actif peut être utilisé pour étendre une ramification jusqu'à une longueur qui nécessite une terminaison afin d'éviter les réflexions et les distorsions. Des répéteurs actifs peuvent être utilisés pour étendre la longueur du tronc au-delà de celle d'un seul tronçon, dans la mesure où les règles de configuration du réseau le permettent.

Add the following new clause:

21 Medium Attachment Unit (MAU): current mode (1 A), wire medium

NOTES

- 1 This 1,0 Mbit/s current-mode MAU simultaneously provides access to a communication network, and to a power distribution network with extended power capacity. Devices attached to the network communicate via the medium, and may or may not be powered from it. Power is distributed as a constant a.c. current with a frequency far below the signal frequency. The communications signals are superimposed on the a.c. power.
- 2 The network medium consists of shielded twisted-pair cable.
- 3 In hazardous area applications, a non-IS bus may have IS barriers incorporated in connected devices thereby increasing the number of devices permissible in the hazardous area over a single barrier arrangement.
- 4 The devices are connected in series on the bus, whereas in the voltage-mode variants the devices are in parallel.

21.1 Transmitted bit rate

The current-mode transmitted bit rate shall be 1,0 Mbit/s $\pm$ 0,01 %, averaged over a frame having a minimum length of 16 octets. The instantaneous bit time shall be 1,0 μ s $\pm$ 0,025 μ s.

21.2 Network specifications

NOTES

- 1 A 1,0 Mbit/s current-mode MAU operates in a network composed of the following components:
 - a) cable;
 - b) terminators;
 - c) couplers;
 - d) coupler mounts;
 - e) devices (containing at least one communication element).

A wire network in current mode may additionally include the following components:

- e) connectors;
 - f) power supplies;
 - g) devices which include power supplies;
 - h) intrinsic safety (IS) barriers.
- 2 The network medium consists of shielded twisted-pair cable. Independent of topology, all attached devices, other than possibly the transmitting device, are low impedance to prevent significant network loading.
- 3 A coupler mount is a network element that allows a coupler to be connected to the network medium. It may be considered as a primary winding in a transformer (inductive coupler) and has, as such, electrical characteristics that affect the network.

21.2.1 Topologies

A wire MAU shall operate in a network with a linear bus topology, consisting of a trunk, terminated at each end as specified in 21.7.5, to which communication elements are connected via couplers.

NOTES

- 1 The coupler and communication element may be integrated in one device (such as zero-length spur).
- 2 Several communication elements may be connected to the trunk at one point, using a multiport coupler. An active coupler may be used to extend a spur to a length which requires termination to avoid reflections and distortions. Active repeaters may be used to extend the length of the trunk beyond that of a single segment, as permitted by the network configuration rules.

21.2.2 Règles de configuration du réseau

Une MAU en mode courant doit satisfaire aux prescriptions de la présente partie de la CEI 1158 lorsqu'elle est utilisée dans un réseau qui respecte ces règles.

Règle 1: Un Bus de Terrain doit être capable d'assurer la communication entre deux et 30 dispositifs fonctionnant tous avec le même débit binaire, aussi bien pour un bus avec alimentation qu'un bus sans alimentation, et dans une zone dangereuse en utilisant des barrières distribuées.

NOTE 1 – Le nombre de dispositifs a été calculé en supposant qu'un dispositif alimenté par le bus consomme 1,0 W.

Règle 2: Un tronçon d'un Bus de Terrain en mode courant complètement chargé (nombre maximal de dispositifs connectés) doit pouvoir atteindre une longueur de câble totale, entre deux dispositifs quelconques, de 400 m.

NOTE 2 – La longueur de câble maximale de 400 m est la prescription requise pour la conformité à la présente partie de la CEI 1158 mais cela n'interdit pas l'utilisation de longueurs plus grandes dans un système installé.

Règle 3: Le nombre total de régénérations de la forme d'onde au moyen de répéteurs et de coupleurs actifs entre deux dispositifs quelconques ne doit pas excéder cinq.

Règle 4: Le temps de propagation maximal entre deux dispositifs quelconques ne doit pas excéder 40 durées de bit nominales.

NOTE 3 – Pour l'efficacité du réseau, il est souhaitable qu'une partie du temps de retournement d'un dispositif quelconque introduite par une PHE entre la fin d'une trame reçue et le début de la trame émise contenant une réponse immédiate associée n'excède pas cinq durées de bit, dont pas plus de deux durées de bit dues à la MAU. Comme il n'est pas obligatoire que l'interface DLL-PhL ou l'interface MDS-MAU soient accessibles, cette partie du temps de retournement d'un dispositif de Bus de Terrain causée par la PhL ou la MAU ne peut être ni spécifiée ni essayée au regard de la conformité.

Règle 5: Le Bus de Terrain doit être capable de fonctionner sans interruption pendant la connexion ou la déconnexion d'un dispositif. Les erreurs de données induites durant la connexion ou la déconnexion doivent être détectées.

Règle 6: La défaillance d'un quelconque élément de communication ou d'une ramification (y compris un court-circuit ou une coupure de circuit, mais non compris un bavardage) ne doit pas perturber les échanges entre les autres éléments de communication pendant plus de 1 ms.

Règle 7: Le réseau ne doit pas être sensible à la polarité, avec ou sans alimentation injectée sur la ligne.

Règle 8: La dégradation des caractéristiques électriques du signal, entre deux dispositifs quelconques, due à l'atténuation, à la distorsion d'atténuation et à la désadaptation doit être limitée aux valeurs indiquées ci-dessous.

a) Atténuation du signal: l'atténuation du signal due à chaque dispositif ne doit pas excéder 0,35 dB. L'atténuation du signal due à chaque râtelier de coupleurs, qu'il soit complet ou vide, ne doit pas excéder 0,6 dB. La configuration du bus (longueur du tronc et des ramifications, nombre de dispositifs, barrières de sécurité intrinsèque, séparateurs galvaniques, et éléments d'adaptation éventuels) doit être telle que l'atténuation entre deux dispositifs quelconques à la fréquence correspondant au débit binaire n'excède pas 10 dB.

NOTE 4 – L'atténuation du signal due à chaque dispositif est indiquée pour un câble ayant une impédance caractéristique de 80 Ω . Si un câble de moindre impédance est utilisé, alors l'atténuation par dispositif augmentera.

21.2.2 Network configuration rules

A current-mode MAU shall be required to conform to the requirements of this part of IEC 1158 when used in a network which complies with these rules.

Rule 1: One Fieldbus shall be capable of communication between two and 30 devices, all operating at the same bit rate, both for a powered and a non-powered bus, and in a hazardous area using distributed barriers.

NOTE 1 – The numbers of devices were calculated on the assumption that a bus-powered device draws 1,0 W.

Rule 2: A fully loaded (maximum number of connected devices), current-mode Fieldbus segment shall have a total cable length, between any two devices, of up to 400 m.

NOTE 2 – 400 m maximum cable length is the requirement for conformance to this part of IEC 1158, but this does not preclude the use of longer lengths in an installed system.

Rule 3: The total number of waveform regenerations by repeaters and active couplers between any two devices shall not exceed five.

Rule 4: The maximum propagation delay between any two devices shall not exceed 40 nominal bit times.

NOTE 3 – For efficiency of the network, that part of the turnaround time of any device on the network caused by a PhE between the end of a received frame and the beginning of the transmitted frame containing an associated immediate response should not exceed five bit times, no more than two bit times of which should be due to the MAU. As it is not mandatory to expose the DLL-PhL interface, or the MDS-MAU interface, that part of the turnaround time of a Fieldbus device caused by the PhL or the MAU cannot be specified, or conformance tested.

Rule 5: The Fieldbus shall be capable of continued operation while a device is being connected or disconnected. Data errors induced during connection or disconnection shall be detected.

Rule 6: Failure of any communication element or spur (including a short circuit or open circuit, but excluding jabber) shall not interfere with transactions between other communication elements for more than 1 ms.

Rule 7: The network shall not be polarity sensitive with or without power injected on the line.

Rule 8: The degradation of the electrical characteristics of the signal, between any two devices, due to attenuation, attenuation distortion and mismatching shall be limited to the values indicated below.

a) Signal attenuation: the signal attenuation due to each device shall not exceed 0,35 dB. The signal attenuation due to each full or empty coupler mount shall not exceed 0,6 dB. The configuration of the bus (trunk and spur lengths, number of devices, IS barriers, galvanic isolators, and possible matching devices) shall be such that the attenuation between any two devices at the frequency corresponding to the bit rate shall not exceed 10 dB.

NOTE 4 – The signal attenuation due to a device is with a cable of 80 Ω characteristic impedance. If a lower impedance cable is used, then the attenuation per device will increase.

NOTE 5 – Il est prescrit de connecter les dispositifs en utilisant un râtelier pour pouvoir atteindre le nombre maximal de dispositifs connectés.

- b) Distorsion d'atténuation: la configuration du bus (longueur du tronc et des ramifications et nombre de dispositifs) doit être telle qu'entre deux dispositifs quelconques:

$$[\text{Atténuation}(1,25 f_r) - \text{Atténuation}(0,25 f_r)] \leq 6 \text{ dB}$$

$$\text{Atténuation}(1,25 f_r) \geq \text{Atténuation}(0,25 f_r)$$

où f_r est la fréquence correspondant au débit binaire. L'atténuation doit être monotone pour toutes les fréquences de $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$ (250 kHz à 1,25 MHz).

- c) Distorsion de désadaptation: la désadaptation (due aux ramifications ou à tout autre effet, y compris une ramification ouverte de longueur maximale) sur le bus doit être telle qu'en tout point le long du tronc, dans la bande de fréquences $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$ (250 kHz à 1,25 MHz):

$$|(Z - Z_0) / (Z + Z_0)| \leq 0,2$$

où

Z_0 est l'impédance caractéristique du câble tronc;

Z est la combinaison en série de Z_0 et de l'impédance de charge au niveau du coupleur.

NOTE 6 – La règle 8 minimise les restrictions sur la longueur du tronc et des ramifications, le nombre de dispositifs, etc. en spécifiant seulement les limitations de transmission imposées par les combinaisons de ces facteurs. Des combinaisons différentes peuvent être utilisées en fonction des besoins de l'application.

Règle 9: Les règles suivantes doivent s'appliquer aux systèmes implémentés avec des supports redondants:

- chaque canal (câble) doit satisfaire aux règles de configuration du réseau;
- il ne doit pas y avoir de tronçon non redondant entre deux tronçons redondants;
- les répéteurs aussi doivent être redondants;
- si le système est configuré (par la gestion de station) pour émettre sur plus d'un canal à la fois, la différence des temps de propagation entre deux dispositifs quelconques par deux canaux quelconques ne doit alors pas excéder cinq durées de bit.

NOTE 7 – Ce délai est égal à une valeur par défaut du déphasage entre canaux de communication (voir 9.9). La différence du temps de propagation peut être plus grande si le paramètre de déphasage entre canaux de communication est choisi pour adapter cette différence.

- les numéros des canaux doivent être respectés sur l'ensemble du Bus de Terrain, c'est-à-dire que les canaux 1,2,3... vus par la gestion de station doivent toujours être raccordés aux canaux physiques 1,2,3...

21.2.3 Règles de distribution de l'alimentation pour la configuration du réseau

Le blindage du câble ne doit pas être utilisé comme conducteur d'alimentation.

21.3 Spécifications du circuit d'émission pour une MAU en mode courant à 1,0 Mbit/s

NOTE – Pour la commodité, les prescriptions de 21.2 et de 21.3 sont résumées aux tableaux 47 et 48.

NOTE 5 – It will be required that the devices be connected to the bus using a mount to reach the maximum number of connected devices

b) Attenuation distortion: the configuration of the bus (trunk and spur lengths and number of devices) shall be such that between any two devices:

$$[\text{Attenuation}(1,25 f_r) - \text{Attenuation}(0,25 f_r)] \leq 6 \text{ dB}$$

$$\text{Attenuation}(1,25 f_r) \geq \text{Attenuation}(0,25 f_r)$$

where f_r is the frequency corresponding to the bit rate. Attenuation shall be monotonic for all frequencies from $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$ (250 kHz to 1,25 MHz).

c) Mismatching distortion: mismatching (due to spurs or any other effect, including one open-circuit spur of maximum length) on the bus shall be such that, at any point along the trunk, in the frequency band $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$ (250 kHz to 1,25 MHz):

$$|(Z - Z_0) / (Z + Z_0)| \leq 0,2$$

where

Z_0 the characteristic impedance of the trunk cable;

Z is the series combination of Z_0 and the load impedance at the coupler.

NOTE 6 – Rule 8 minimizes restrictions on trunk and spur length, number of devices etc., by specifying only the transmission limitations imposed by combinations of these factors. Different combinations may be used, depending on the needs of the application.

Rule 9: The following rules shall apply to systems implemented with redundant media:

- a) each channel (cable) shall comply with the network configuration rules;
- b) there shall not be a non-redundant segment between two redundant segments;
- c) repeaters shall also be redundant;
- d) if the system is configured (by station management) to transmit on more than one channel simultaneously, then the propagation time difference between any two devices on any two channels shall not exceed five bit times;

NOTE 7 – This delay is equal to the default value of the inter-channel signal skew (see 9.9). The propagation delay difference can be larger, if the inter-channel signal skew parameter is set to match this difference.

- e) channel numbers shall be maintained throughout the Fieldbus, that is channels 1,2,3... from station management shall always connect to physical channels 1,2,3...

21.2.3 Power distribution rules for network configuration

The cable shield shall not be used as a power conductor.

21.3 Transmit circuit specification for 1,0 Mbit/s current-mode MAU

NOTE – For ease of reference, the requirements of 21.2 and 21.3 are summarized in table 47 and table 48.

Tableau 47 – Résumé des spécifications de niveau d'émission pour une MAU en mode courant

Caractéristiques du niveau d'émission, valeurs rapportées au tronc (mais mesurées en utilisant une charge d'essai comme indiqué figure 41)	Limites pour le mode courant (alimentation par le bus et/ou SI)
Niveau de sortie (crête-à-crête, voir figure 42) Avec charge d'essai ($>2 \times Z_0$ nominale du câble tronc)	$\geq 2,25V$ $160 \Omega \pm 1 \%$
Distorsion maximale du signal de sortie; c'est-à-dire surtension, oscillation et pente (voir figure 42)	$\pm 10 \%$
Sortie émission au repos; c'est-à-dire bruit de l'émetteur (mesuré sur la bande de fréquences 1 kHz à 4 MHz)	$\leq 1 \text{ mV (eff.)}$

Tableau 48 – Résumé des spécifications temporelles d'émission pour une MAU en mode courant

Caractéristiques temporelles d'émission, valeurs rapportées au tronc (mais mesurées en utilisant une charge d'essai comme indiqué figure 41)	Limites pour le mode courant (alimentation par le bus et/ou SI)
Débit binaire émis	$1 \text{ Mbit/s} \pm 0,01 \%$
Durée de bit instantanée	$1 \mu\text{s} \pm 0,025 \mu\text{s}$
Temps de montée et de descente (10 % à 90 % du signal crête-à-crête, voir figure 42)	$\leq 0,2$ durée de bit nominale
Vitesse de variation (en tout point de 10 % à 90 % du signal crête-à-crête)	$\leq 200,0 \text{ V}/\mu\text{s}$
Gigue maximale du bit émis (déviations du point de passage à zéro, voir figure 43)	$\pm 0,025$ durée de bit nominale
Temps d'autorisation/interdiction d'émettre (c'est-à-dire temps durant lequel la forme d'onde de sortie peut ne pas satisfaire aux prescriptions d'émission)	$\leq 2,0$ durées de bit nominales

21.3.1 Configuration d'essai

La figure 41 montre la configuration qui doit être utilisée pour les essais.

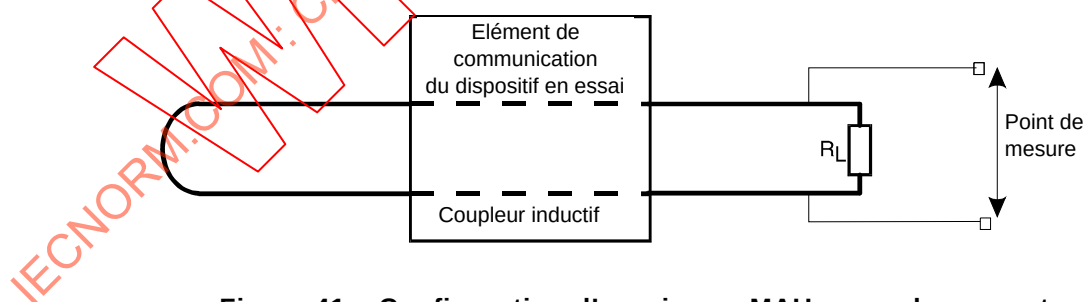


Figure 41 – Configuration d'essai pour MAU en mode courant

La configuration d'essai pour l'article 21 doit être telle qu'indiquée figure 41 excepté lorsqu'il en est indiquée une autre dans une prescription spécifique.

NOTE – La résistance de charge $R_L = 160 \Omega \pm 1 \%$ puisque la sortie est chargée par une boucle série formée du tronc.

Table 47 – Transmit level specification summary for current-mode MAU

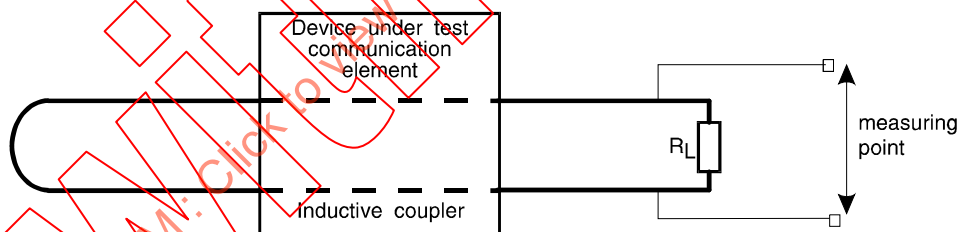
Transmit level characteristics, values referred to trunk (but measured using test load as shown in figure 41)	Limits for current mode (bus powered and/or IS)
Output level (peak-to-peak, see figure 42) With test load ($>2 \times$ nominal Z_0 of trunk cable)	$\geq 2,25V$ $160 \Omega \pm 1 \%$
Maximum output signal distortion; this is overvoltage, ringing and droop (see figure 42)	$\pm 10 \%$
Quiescent transmitter output; that is transmitter noise (measured over the frequency band 1 kHz to 4 MHz)	$\leq 1 \text{ mV (eff.)}$

Table 48 – Transmit timing specification summary for current-mode MAU

Transmit level characteristics, values referred to trunk (but measured using test load as shown in figure 41)	Limits for current mode (bus powered and/or IS)
Transmitted bit rate	$1 \text{ Mbit/s} \pm 0,01 \%$
Instantaneous bit time	$1 \mu\text{s} \pm 0,025 \mu\text{s}$
Rise and fall times (10 % to 90 % of peak-to-peak signal, see figure 42)	$\leq 0,2$ nominal bit time
Slew rate (at any point from 10 % to 90 % of peak-to-peak signal)	$\leq 200,0 \text{ V}/\mu\text{s}$
Maximum transmitted bit cell jitter (zero-crossing point deviation, see figure 43)	$\pm 0,025$ nominal bit time
Transmit enable/disable time (that is, time during which the output waveform may not meet the transmit requirements)	$\leq 2,0$ nominal bit time

21.3.1 Configuration

Figure 41 shows the configuration which shall be used for testing.

**Figure 41 – Test configuration for current-mode MAU**

The test configuration for clause 21 shall be as shown in figure 41 except where otherwise stated in a specific requirement.

NOTE – Test load resistance $R_L = 160 \Omega \pm 1 \%$ as the output is loaded by a series loop of the trunk.

21.3.2 Prescriptions relatives au niveau de sortie

NOTE – La figure 42 montre un exemple d'un cycle de la forme d'onde d'un Bus de Terrain, illustrant certains points clés de la spécification du circuit d'émission. Seules les tensions de signal sont indiquées; ce diagramme ne tient pas compte des tensions d'alimentation.

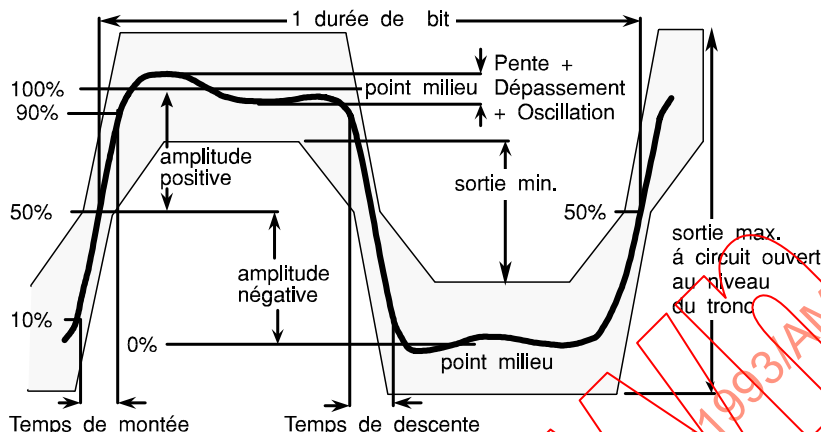


Figure 42 – Forme d'onde de sortie

Le circuit d'émission d'une MAU en mode courant doit satisfaire aux prescriptions suivantes relatives au niveau de sortie, toutes les amplitudes étant mesurées au point médian estimé entre toutes les crêtes et les creux situés au sommet et au pied de la forme d'onde («Point milieu» sur la figure 42):

- la tension de sortie aux bornes de la charge d'essai après le transformateur élévateur/abaisseur ne doit pas être inférieure à 2,25 V crête-à-crête, avec une résistance de charge de $160 \Omega \pm 1 \%$ («Sortie min.» sur la figure 42);
- durant l'émission, un dispositif ne doit pas être endommagé de façon définitive lorsqu'une résistance de charge $\leq 1 \Omega$ lui est appliquée pendant 1 s;
- le bruit de sortie d'une MAU en mode courant qui est en réception ou n'est pas alimentée ne doit pas excéder 1 mV eff. mesuré de façon différentielle sur la bande de fréquences 100 kHz à 4 MHz et rapporté au tronc;
- la tension différentielle aux bornes de la charge d'essai doit être telle que la tension varie de façon monotone entre 10 % et 90 % de sa valeur crête-à-crête. Après quoi la tension du signal ne doit pas varier de plus de $\pm 10 \%$ de la valeur crête-à-crête jusqu'à occurrence de la transition suivante. Cette variation autorisée doit inclure toutes les formes de distorsion du signal de sortie, c'est-à-dire surtension, oscillation et pente.

21.3.3 Prescriptions temporelles de sortie

Un circuit d'émission de MAU en mode courant doit satisfaire aux prescriptions temporelles de sortie suivantes:

- les temps de montée et de descente, mesurés de 10 % à 90 % de l'amplitude du signal crête-à-crête, ne doivent pas excéder 0,2 durée de bit nominale (voir figure 42);
- la vitesse de variation ne doit pas excéder 200,0 V/ μ s, mesurée en un point quelconque de la plage de 10 % à 90 % de l'amplitude du signal crête-à-crête (voir figure 42);
- la gigue du bit émis ne doit pas excéder $\pm 0,025$ durée de bit nominale par rapport au point idéal de passage à zéro, mesuré par référence au passage à zéro précédent (voir figure 43);

21.3.2 Output level requirements

NOTE – Figure 42 shows an example of one cycle of a Fieldbus waveform, illustrating some key items from the transmit circuit specification. Only signal voltages are shown; this diagram takes no account of power supply voltages.

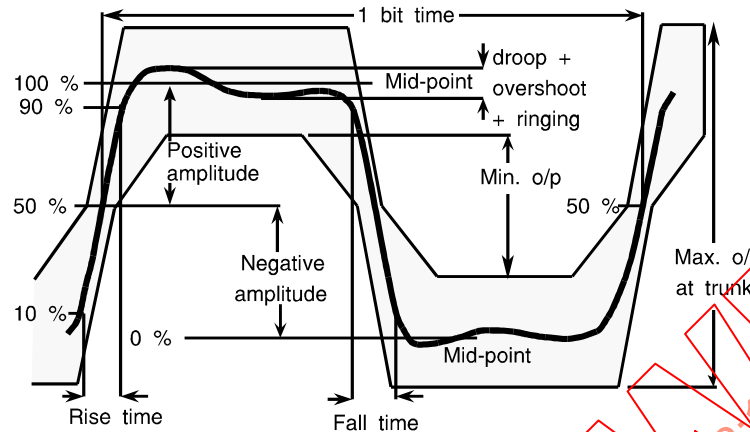


Figure 42 – Output waveform

A current-mode MAU transmit circuit shall conform to the following output level requirements, all amplitudes being measured at the estimated mid-point between any peaks or troughs in the top and bottom of the waveform ("Mid-point" in figure 42):

- the output voltage across the test load after transformer step up/down shall be no less than 2,25 V peak-to-peak, with a load resistance of 160 Ω ("Min. o/p" in figure 42);
- during transmission, a device shall not suffer permanent failure when a load resistance of $\leq 1 \Omega$ is applied for 1 s;
- the output noise from a current-mode MAU which is receiving or not powered shall not exceed 1 mV (r.m.s.), measured differentially over the frequency band 100 kHz to 4 MHz, referred to the trunk;
- the differential voltage across the test load shall be such that the voltage monotonically changes between 10 % and 90 % of peak-to-peak value. Thereafter, the signal voltage shall not vary more than ± 10 % of peak-to-peak value until next transition occurs. This permitted variation shall include all forms of output signal distortion, such as overvoltage, ringing and droop.

21.3.3 Output timing requirements

A current-mode MAU transmit circuit shall conform to the following output timing requirements:

- rise and fall times, measured from 10 % to 90 % of the peak-to-peak signal amplitude shall not exceed 0,2 (see figure 42);
- slew rate shall not exceed 200,0 V/ μ s measured at any point in the range 10 % to 90 % of the peak-to-peak signal amplitude (see figure 42);
- transmitted bit cell jitter shall not exceed $\pm 0,025$ nominal bit time from the ideal zero crossing point, measured with respect to previous zero crossing (see figure 43);

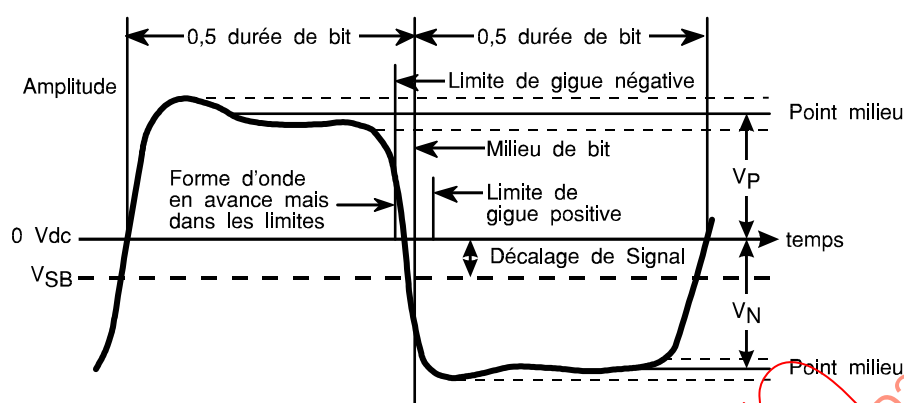


Figure 43 – Gigue du bit émis (déviation du point de passage à zéro)

d) le circuit d'émission doit se mettre en marche, c'est-à-dire que le signal doit s'élever depuis un niveau inférieur au niveau de bruit de sortie maximal du circuit d'émission tel que spécifié en 21.3.2 c) jusqu'au plein niveau de sortie en moins de deux durées de bit nominales. La forme d'onde correspondant à la troisième durée de bit et aux suivantes doit être telle que spécifiée par les autres parties de 21.3;

e) le circuit d'émission doit s'arrêter, c'est-à-dire que le signal doit retomber du plein niveau de sortie jusqu'en dessous du niveau de bruit de sortie maximal du circuit d'émission tel que spécifié en 21.3.2 c), en moins de deux durées de bit nominales. Le temps pour que le circuit d'émission retourne à son impédance au repos ne doit pas excéder quatre durées de bit nominales. Pour les besoins de l'essai, cette prescription doit être satisfaite avec la configuration d'essai du circuit d'émission de 21.3.1.

NOTE – Cette prescription a pour but de garantir que le passage du circuit d'émission de l'état actif à l'état passif laisse la capacité de ligne complètement déchargée.

21.4 Spécifications du circuit de réception pour une MAU en mode courant à 1,0 Mbit/s

NOTE 1 – Pour la commodité, les prescriptions de 21.4 sont résumées au tableau 49.

NOTE 2 – L'impédance d'entrée du circuit de réception peut être inductif. Pour éviter que la partie résistive de l'impédance soit trop haute, les valeurs maximales de l'impédance et de la résistance d'entrée sont indiquées au tableau 49.

Tableau 49 – Résumé des spécifications du circuit de réception pour une MAU en mode courant

Caractéristiques du circuit de réception (valeurs rapportées au tronc)	Limites pour le mode courant (alimentation par le bus et/ou SI)
Résistance d'entrée, mesurée sur la gamme de fréquences $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$ (250 kHz à 1,25 MHz).	$\leq 0,5 \Omega$
Sensibilité; signal crête-à-crête minimal devant être accepté (voir figure 44)	4,0 mA
Rejet du bruit; bruit crête-à-crête maximal devant être rejeté (voir figure 44)	2,0 mA
Gigue maximale du bit reçu (déviation du point de passage à zéro, voir figure 46)	$\pm 0,10$ durée de bit nominale
Impédance d'entrée, mesurée sur la gamme de fréquences $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$ (250 kHz à 1,25 MHz).	$\leq 4,0 \Omega$

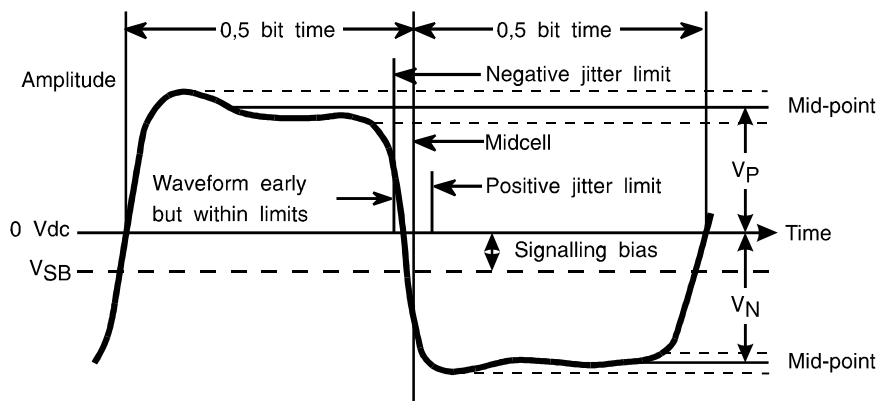


Figure 43 – Transmitted bit cell jitter (zero crossing point deviation)

d) the transmit circuit shall turn on, that is the signal shall rise from below the transmit circuit maximum output noise level as specified in 21.3.2 c) to full output level, in less than two nominal bit times. The waveform corresponding to the third and later bit times shall be as specified by other parts of 21.3;

e) the transmit circuit shall turn off, that is the signal shall fall from full output level to below the transmit circuit maximum output noise level as specified in 21.3.2 c), in less than two nominal bit times. The time for the transmit circuit to return to its off-state impedance shall not exceed four nominal bit times. For the purposes of testing, this requirement shall be met with the transmit circuit test configuration of 21.3.1.

NOTE – This requirement is to ensure that the transition of the transmit circuit from active to passive leaves the line capacitance fully discharged.

21.4 Receive circuit specification for 1,0 Mbit/s current-mode MAU

NOTE 1 – For ease of reference, the requirements of 21.4 are summarized in table 49.

NOTE 2 – The input impedance of the receive circuit is allowed to be inductive. To prevent that the resistive part of the impedance becomes too high, both the maximum total input impedance and the maximum input resistance are specified in table 49.

Table 49 – Receive circuit specification summary for current-mode MAU

Receive circuit characteristics (values referred to trunk)	Limits for current mode (bus powered and/or IS)
Input resistance, measured over the frequency range $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$ (250 kHz to 1,25 MHz)	$\leq 0,5 \Omega$
Sensitivity; min. peak-to-peak signal required to be accepted (see figure 44)	4,0 mA
Noise rejection; max. peak-to-peak noise required to be rejected (see figure 44)	2,0 mA
Maximum received bit cell jitter (zero-crossing point deviation, see figure 46)	$\pm 0,10$ nominal bit time
Input impedance, measured over the frequency range $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$ (250 kHz to 1,25 MHz)	$\leq 4,0 \Omega$

21.4.1 Impédance d'entrée

La résistance d'entrée différentielle d'un circuit de réception de MAU en mode courant ne doit pas excéder $0,5 \Omega$ et l'impédance d'entrée différentielle d'un circuit de réception du MAU en mode courant ne doit pas excéder $4,0 \Omega$ en série avec la ligne, sur la gamme de fréquences $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$ (250 kHz à 1,25 MHz). Cette prescription doit être satisfaite dans les états hors tension et sous tension (hors émission) et pendant les transitions entre ces états. Cette impédance doit être mesurée au niveau du coupleur inductif en utilisant un courant sinusoïdal d'amplitude supérieure au seuil de sensibilité du récepteur et inférieure à 20 mA crête-à-crête.

21.4.2 Sensibilité du récepteur et rejet du bruit

Un circuit de réception de MAU en mode courant à 1,0 Mbit/s doit être capable d'accepter un signal d'entrée allant de 4,0 mA crête-à-crête à 20,0 mA crête-à-crête, y compris surtension et oscillation (voir «niveau de signal» à la figure 44 en même temps que «amplitude positive» et «amplitude négative» à la figure 42).

Un circuit de réception de MAU en mode courant à 1,0 Mbit/s ne doit pas répondre à un signal d'entrée dont l'amplitude de courant de ligne crête-à-crête est inférieure à 2 mA (voir «rejet du bruit» à la figure 44).

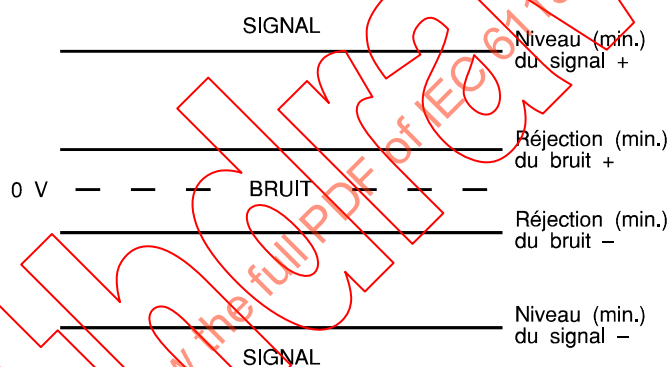


Figure 44 – Sensibilité du récepteur et rejet du bruit

21.4.3 Susceptibilité aux parasites et taux d'erreurs

NOTE 1 – Lorsque le Bus de Terrain fonctionne dans divers environnements de bruit normalisés, il convient que la probabilité qu'une Unité de Données d'Utilisateur de Couche Application contienne une erreur non détectée (due au fonctionnement des entités de Couche Physique et Liaison de Données chargées de leur transmission), soit inférieure à 1 pour 10^{12} (une erreur en 20 ans à 1600 messages/s). Un élément de communication est considéré comme conforme à cette prescription théorique quand il satisfait aux prescriptions de susceptibilité aux parasites suivantes. Celles-ci sont spécifiées au moyen d'un taux d'erreurs de trames détectées établi en utilisant un rapport de 10^6 entre erreurs détectées et non détectées. Ceci est conforme au Projet de Document 5.9 Prescriptions fonctionnelles IEEE 802, sections 5.6.1 et 5.6.2 et est aisément réalisable au moyen d'une Séquence de Contrôle de Trame de 16 bits au niveau de la Couche Liaison de Données.

Un élément de communication qui inclut une MAU en mode courant, fonctionnant avec des trames contenant 64 bits aléatoires de données d'utilisateur, avec un débit de trames maximal et avec des signaux d'amplitude 4,0 mA crête-à-crête, ne doit pas produire plus de trois erreurs de trames détectées sur 3×10^6 trames lorsqu'il fonctionne en présence d'une tension de mode commun ou d'un bruit gaussien tels que ci-après:

- a) un signal sinusoïdal de mode commun de fréquence quelconque de 63 Hz à 2 MHz, avec une amplitude de 4 V eff., et de 47 Hz à 63 Hz avec une amplitude de 250 V eff.;
- b) un signal continu de mode commun de ± 10 V;

21.4.1 Input impedance

The differential input resistance of a current-mode MAU receive circuit shall not exceed $0,5\ \Omega$, and the differential input impedance of a current-mode MAU receive circuit shall not exceed $4,0\ \Omega$ in series with the line over the frequency $0,25\ f_r$ to $1,25\ f_r$ (250 kHz to 1,25 MHz). This requirement shall be met in the power-off and power-on (not transmitting) states, and in transition between these states. This impedance shall be measured at the inductive coupler, using a sinusoidal current waveform with an amplitude greater than the receiver sensitivity threshold, and lower than 20 mA peak-to-peak.

21.4.2 Receiver sensitivity and noise rejection

A 1,0 Mbit/s current-mode MAU receive circuit shall be capable of accepting an input signal from 4,0 mA peak-to-peak to 20,0 mA peak-to-peak, including overvoltage and oscillation (see "signal level" in figure 44 together with "positive amplitude" and "negative amplitude" in figure 42).

A 1,0 Mbit/s current-mode MAU receive circuit shall not respond to an input signal with a peak-to-peak line current amplitude which does not exceed 2,0 mA (see "noise rejection" in figure 44).

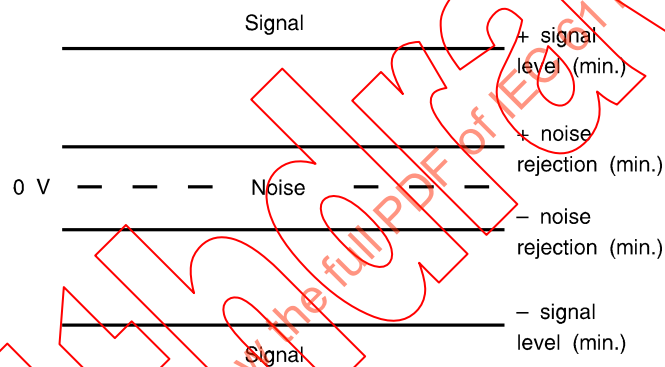


Figure 44 – Receiver sensitivity and noise rejection

21.4.3 Interference susceptibility and error rates

NOTE 1 – When the Fieldbus is operating in a variety of standard noise environments, the probability that an Application Layer User Data Unit contains an undetected error, due to operation of the conveying Physical and Data Link Layer entities, should be less than 1 in 10^{12} (1 error in 20 years at 1600 messages/s). A communication element is regarded as conforming to this theoretical requirement when it meets the following interference susceptibility requirements. These are specified by a detected frame error rate, which is derived by using a ratio of detected to undetected errors of 10^6 . This follows the IEEE 802 Functional Requirements Document Draft 5.9, sections 5.6.1 and 5.6.2, and should be readily achievable with a 16-bit Frame Check Sequence at the Data Link Layer.

A communication element which includes a current-mode MAU, operating with frames containing 64 random user data bits, with maximum frame rate and with signals of 4,0 mA peak-to-peak amplitude, shall produce no more than three detected frame errors in 3×10^6 frames during operation in the presence of common-mode voltage or Gaussian noise, as follows:

- a) a common-mode sinusoidal signal of any frequency from 63 Hz to 2 MHz, with an amplitude of 4 V r.m.s. and from 47 Hz to 63 Hz with an amplitude of 250 V r.m.s.;
- b) a common-mode d.c. signal of $\pm 10\text{ V}$;

c) un bruit différentiel additif gaussien et blanc, dans la bande de fréquences 1 kHz à 4 MHz avec une densité de bruit de $0,09 \mu A/\sqrt{Hz \text{ eff.}}$, lorsque l'on utilise le circuit d'essai de la figure 45.

NOTE 2 – Les spécifications de tension de mode commun et de bruit gaussien sont destinées aux essais de conformité du circuit de réception avec des charges symétriques et ne sont pas représentatives de la pratique d'installation des systèmes.

Un élément de communication qui inclut une MAU en mode courant, fonctionnant avec des trames contenant 64 bits aléatoires de données d'utilisateur, à une moyenne de 1 600 messages/s et avec des signaux d'amplitude de 4 mA crête-à-crête, ne doit pas produire plus de six erreurs de trames détectées sur 100 000 trames lorsqu'il fonctionne en présence des environnements de parasites électromagnétiques ou électriques suivants:

- 1) un champ électromagnétique de 10 V/m tel que spécifié dans la CEI 801-3 au niveau de sévérité 3;
- 2) des transitoires électriques rapides tels que ceux spécifiés dans la CEI 801-4 au niveau de sévérité 3.

La spécification des taux d'erreurs ci-dessus doit aussi être satisfaite après, mais pas pendant le fonctionnement dans les environnements de bruits suivants:

- i) une décharge électrostatique de 8 kV sur les parties métalliques exposées telle que spécifiée dans la CEI 801-2 au niveau de sévérité 3. Si le dispositif subit une perte temporaire de fonctionnalités ou de performances du fait de cet essai, il doit se rétablir de toute perte de ce type sans intervention d'un opérateur, dans les 3 s qui suivent la fin de l'essai;
- ii) des essais de perturbations à haute fréquence telles que spécifié en 3.1 de la CEI 255-22-1 (tension d'essai classe III, respectivement 2,5 kV et 1 kV pour les valeurs de crête du premier demi-cycle dans les modes longitudinal et transversal). Si le dispositif subit une perte temporaire de fonctionnalités ou de performances du fait de cet essai, il doit se rétablir de toute perte de ce type sans intervention d'un opérateur dans les 3 s qui suivent la fin de l'essai.

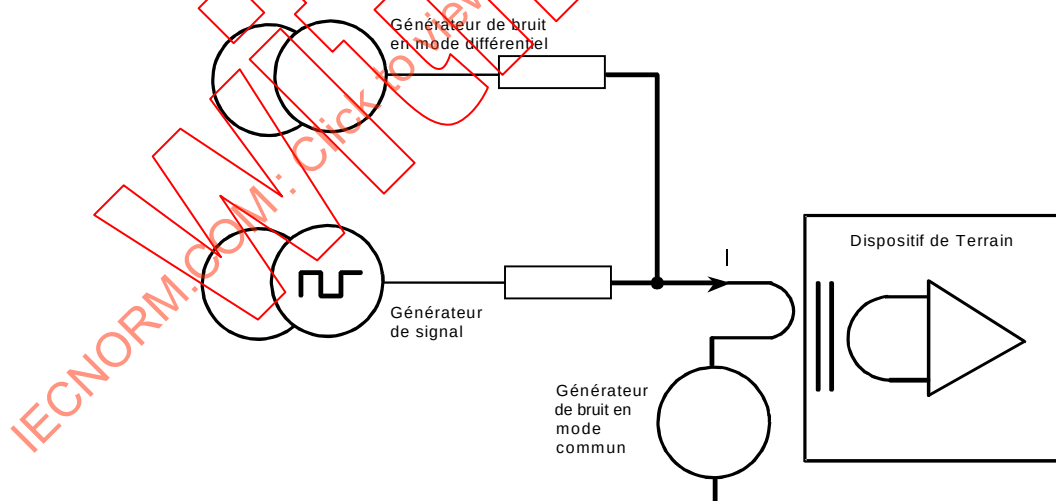


Figure 45 – Circuit d'essai de bruit pour MAU en mode courant

21.4.4 Gigue du bit reçu

Le circuit de réception doit accepter un signal codé en Manchester émis en conformité avec 21.1 et 21.3. De plus, le récepteur doit fonctionner correctement avec des signaux dont la variation du temps entre deux points de transition de signal (passages à zéro) adjacents quelconques est de $\pm 0,10$ durée de bit nominale ou moins. Voir figure 46.

c) white Gaussian additive differential noise in the frequency band 1 kHz to 4 MHz, with a noise density of $0,09 \mu\text{A}/\sqrt{\text{Hz r.m.s.}}$ using the test circuit of figure 45.

NOTE 2 – The common-mode voltage and Gaussian noise specifications are for receive circuit conformance testing with balanced loads and are not indicative of system installation practice.

A communication element, which includes a current-mode MAU, operating with frames containing 64 random user data bits, at an average of 1600 messages/s, with signals of 4,0 mA peak-to-peak amplitude, shall produce no more than six detected frame errors in 100 000 frames during operation in the presence of electromagnetic or electrical interference environments, as follows:

- 1) 10 V/m electromagnetic field as specified in IEC 801-3 at severity level 3;
- 2) electrical fast transient as specified in IEC 801-4 at severity level 3.

The above error rate specification shall also be satisfied after, but not during, operation in the following noise environments:

- i) 8 kV electrostatic discharge to exposed metalwork as specified in IEC 801-2 at severity level 3. If the device suffers temporary loss of function or performance as a result of this test, it shall recover from any such loss without operator intervention within 3 s after the end of the test;
- ii) high-frequency disturbance tests as specified in 3.1 of IEC 255-22-1 (test voltage class III, 2,5 kV and 1 kV peak values of first half-cycle in longitudinal and transverse mode, respectively). If the device suffers temporary loss of function or performance as a result of this test, it shall recover from any such loss without operator intervention within 3 s after the end of the test.

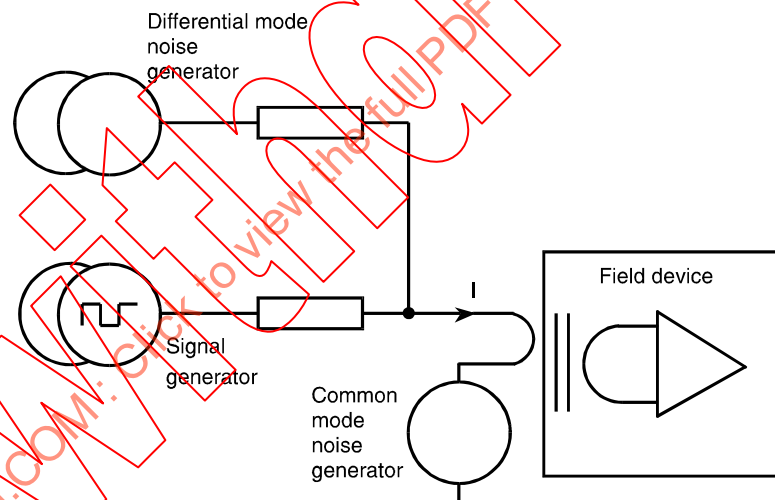


Figure 45 – Noise test circuit for current-mode MAU

21.4.4 Received bit cell jitter

The receive circuit shall accept a Manchester encoded signal transmitted in accordance with 21.1 and 21.3. In addition, the receiver shall work properly with signals with the time variation between any two adjacent signal transition points (zero crossing) of $\pm 0,10$ nominal bit time or less. See figure 46.

NOTES

- 1 Ceci n'interdit pas l'utilisation de récepteurs ayant de meilleures performances que cette spécification.
- 2 Selon la succession des symboles, le temps nominal entre passages à zéro peut être d'une demi-durée de bit ou d'une durée de bit.
- 3 Il n'y a pas de prescription à rejeter un signal dont la variation de temps atteint une valeur spécifiée. Le récepteur rend compte d'une erreur quand la gigue du bit reçu excède son aptitude à décoder les signaux de façon fiable.

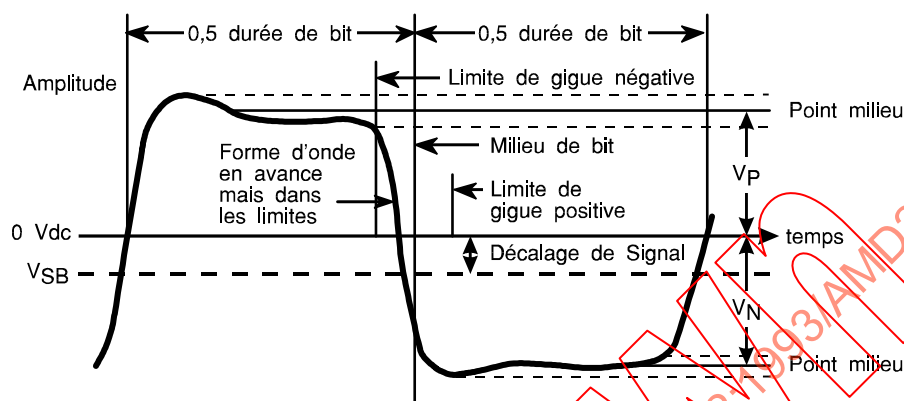


Figure 46 – Gigue du bit reçu

21.5 Inhibition de bavardage

La MAU doit être munie d'une fonction d'auto-interruption interdisant aux signaux émis d'atteindre le support. Le matériel situé dans la MAU (sans autre message extérieur que la détection des signaux de sorties ou d'une fuite via la fonction émission) doit ouvrir une fenêtre comprise entre 5 ms et 15 ms durant laquelle une trame normale peut être émise. Si la longueur de la trame excède cette durée, la fonction d'inhibition de bavardage doit empêcher les signaux de sortie qui suivent d'atteindre le support, et doit interdire leur renvoi en écho sur la ligne RxS (voir 10.2.2) pour signaler la détection de bavardage à la MDS.

La MAU doit remettre à l'état initial la fonction d'auto-interruption après une période de 500 ms $\pm$ 50 %

NOTE – Ceci n'inhibe pas le trafic du bus plus de 6 % (= 15/250) du temps disponible.

21.6 Distribution d'alimentation

NOTES

- 1 Un dispositif peut de façon optionnelle recevoir son alimentation via les conducteurs de signal ou être alimenté séparément.
- 2 Un dispositif peut être certifié comme étant de sécurité intrinsèque avec l'une ou l'autre méthode d'alimentation.
- 3 La présente partie de la CEI 1158 n'inclut pas de prescriptions pour la certification de SI, mais vise à exclure les conditions ou les situations qui pourraient empêcher la certification de SI.
- 4 Un dispositif alimenté séparément peut être raccordé à un Bus de Terrain avec alimentation.
- 5 Pour la commodité, les prescriptions de 21.6 sont résumées au tableau 50.

NOTES

- 1 This does not preclude the use of receivers which perform better than this specification.
- 2 Depending on the symbol pattern, the nominal time between zero crossings may be one-half or one bit time.
- 3 There is no requirement to reject a signal with a specified time variation value. The receiver reports an error when the received bit cell jitter exceeds the receiver's ability to reliably decode signalling.

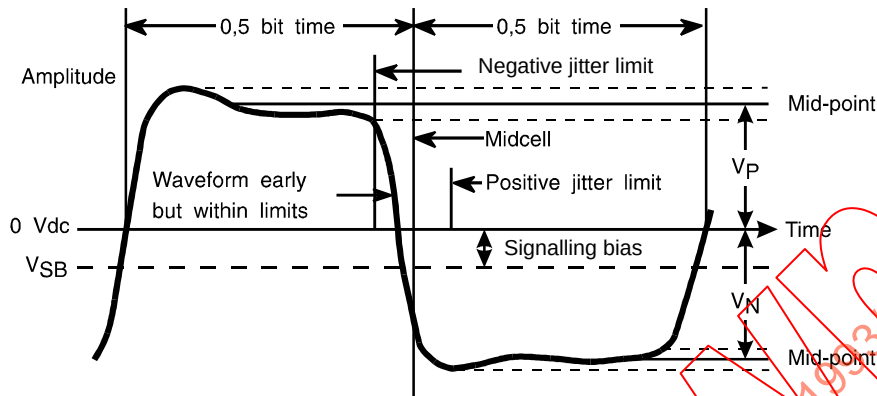


Figure 46 – Received bit cell jitter

21.5 Jabber inhibit

The MAU shall contain a self-interrupt capability to inhibit transmitted signals from reaching the medium. Hardware within the MAU (with no external message other than the detection of output signals or leakage via the transmit function) shall provide a window of between 5 ms and 15 ms, during which time a normal frame may be transmitted. If the frame length exceeds this duration, the jabber inhibit function shall inhibit further output signals from reaching the medium, and shall disable echo on the RxS line (see 10.2.2) to indicate jabber detection to the MDS.

The MAU shall reset the self-interrupt function after a period of 500 ms $\pm$ 50 %.

NOTE – This inhibits bus traffic for no more than 6 % (= 15/250) of the available time.

21.6 Power distribution

NOTES

- 1 A device can optionally receive power via the signal conductors, or be separately powered.
- 2 A device can be certified as intrinsically safe with either method of receiving power.
- 3 This part of IEC 1158 does not include requirements for IS certification, but seeks to exclude conditions or situations which would prevent IS certification.
- 4 A separately powered device can be connected to a powered Fieldbus.
- 5 For ease of reference, the requirements of 21.6 are summarized in table 50.

Tableau 50 – Prescriptions relatives à la source d'alimentation du réseau pour la MAU en mode courant à 1,0 Mbit/s

Prescriptions relatives à la source d'alimentation du réseau	Limites pour le mode courant à 1,0 Mbit/s
Courant de sortie	1,0 A eff. $\pm$ 5 %
Fréquence de sortie	16 kHz $\pm$ 0,5 %
Distorsion harmonique du courant d'alimentation	Voir figure 47
Impédance de sortie, mesurée sur la gamme de fréquences 0,25 f_r à 1,25 f_r (250 kHz à 1,25 MHz).	$\leq 5 \Omega$

Atténuation
relative à 1 A rms

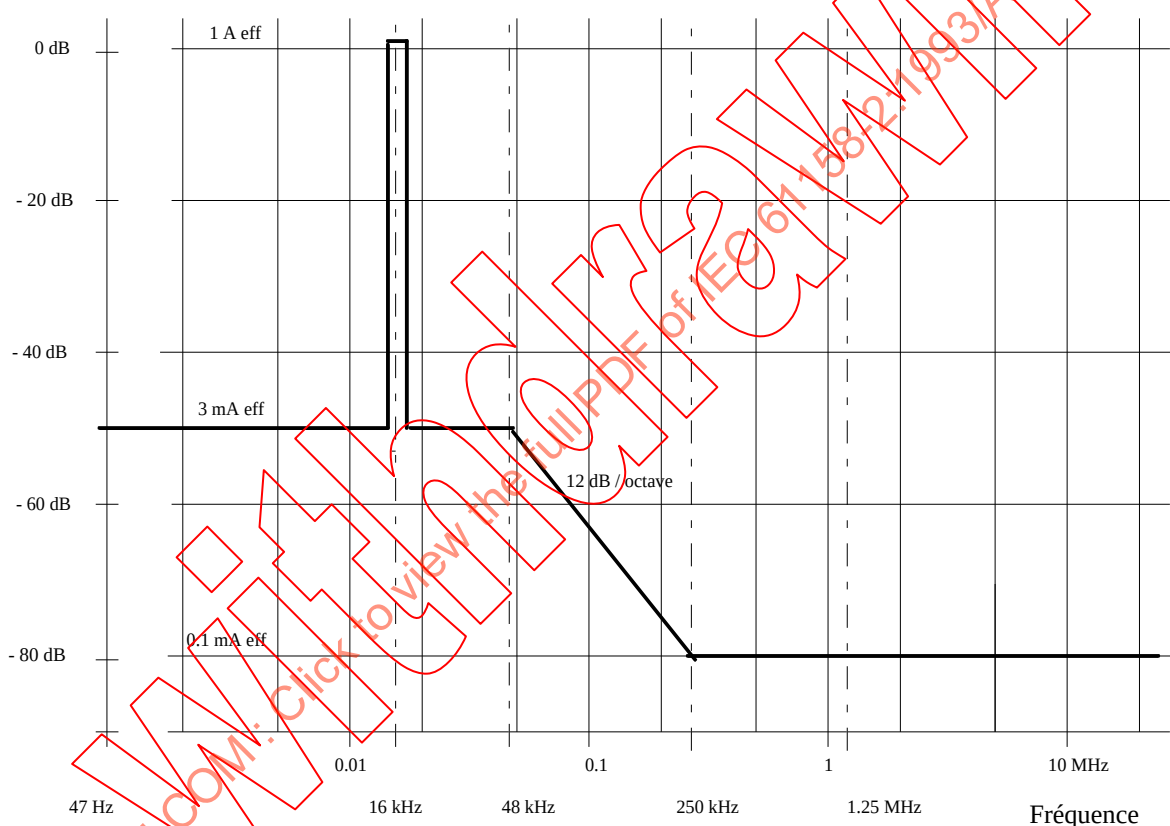


Figure 47 – Distorsion harmonique et bruit de l'alimentation

21.6.1 Alimentation via les conducteurs de signal

Un dispositif de Bus de Terrain contenant un MAU en mode courant (1 A) à 1,0 Mbit/s doit satisfaire aux prescriptions de la présente partie de la CEI 1158 lorsqu'il est alimenté conformément aux prescriptions suivantes.

- a) Le courant de sortie de l'alimentation doit être un courant de 1,0 A eff. $\pm$ 5 %

NOTES

- 1 La tension de sortie issue de l'alimentation est fonction de la perte dans le câble et de la puissance consommée par dispositif. Un dispositif de Bus de Terrain peut être conçu pour consommer une ou plusieurs charges standard. Une charge standard est de 1,0 W.
- 2 La tension de sortie en circuit ouvert de la source d'alimentation doit être inférieure à la limite spécifiée par l'agence locale de réglementation pour l'implémentation particulière.

**Table 50 – Network power supply requirements for the 1,0 Mbit/s,
1,0 A current-mode MAU**

Network power supply requirements	Limits for 1,0 Mbit/s current mode
Output current	1,0 A r.m.s. $\pm$ 5 %
Output frequency	16 kHz $\pm$ 0,5 %
Harmonic distortion and noise of supply current	See figure 47
Output impedance, measured over the frequency range $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$ (250 kHz to 1,25 MHz)	$\leq 5 \Omega$

Attenuation
relative to 1 A r.m.s.

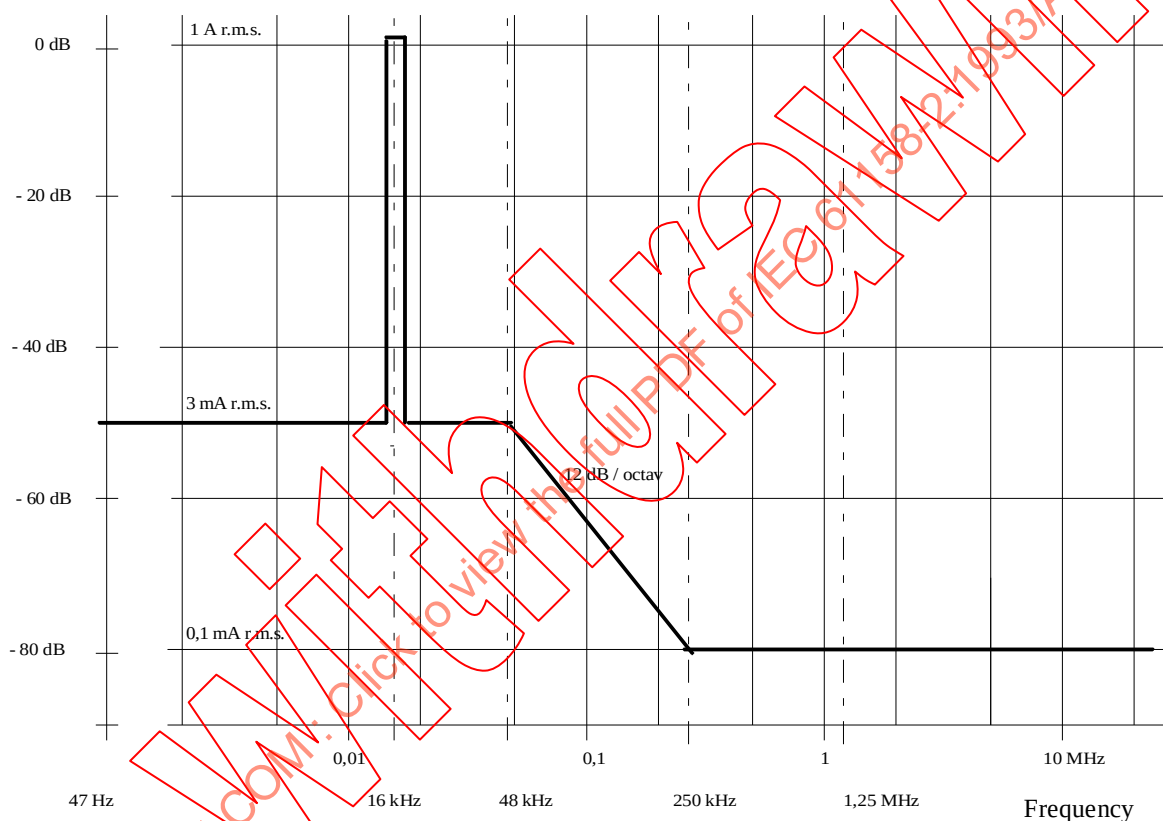


Figure 47 – Power supply harmonic distortion and noise

21.6.1 Powered via signal conductors

A Fieldbus device, which includes a 1,0 Mbit/s current mode (1 A) MAU, shall conform to the requirements of this part of IEC 1158 when powered by a supply with the following specifications.

- a) The output current of the power supply shall be a current of 1,0 A r.m.s. $\pm$ 5 %.

NOTES

- 1 The output voltage from the supply is a function of cable loss and power consumed per device. A Fieldbus device may be designed to consume one or more standard loads. A standard load is 1,0 W.
- 2 The power supply open-circuit output voltage will be less than the limit specified by the local regulatory agency for the particular implementation.

b) L'impédance de sortie de la source d'alimentation doit être $\leq 5 \Omega$ sur la gamme de fréquences $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$ (250 kHz à 1,25 MHz).

c) La forme d'onde d'alimentation doit être une sinusoïde pure avec une fréquence et une distorsion harmonique maximale de:

- i) 0,1 mA eff. sur la gamme de fréquences $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$ (250 kHz à 1,25 MHz);
- ii) 3,0 mA eff. sur la gamme de fréquences 47 Hz à 48 kHz, à l'exception de $16 \text{ kHz} \pm 0,5 \%$;
- iii) des niveaux en accord avec la figure 47 pour les autres fréquences.

Le dispositif ne doit pas introduire de composantes harmoniques de la fréquence d'alimentation supérieures à 15 μA eff. sur le tronc principal.

21.6.2 Alimentation séparément des conducteurs de signal

NOTE – La distribution d'alimentation à des dispositifs de Bus de Terrain non alimentés par le bus se fait au moyen de conducteurs séparés alimentant des sources locales, des régulateurs ou des barrières de sécurité. La certification de SI peut exiger que ces conducteurs soient dans un câble séparé des conducteurs de signal et peut aussi imposer des prescriptions plus contraignantes pour les niveaux de courant que ceux spécifiés.

Un dispositif de Bus de Terrain alimenté séparément qui inclut une MAU en mode courant à 1,0 Mbit/s, ne doit pas introduire de chute de tension supérieure à 200 mV eff. à la fréquence d'alimentation sur les conducteurs de signal ni fournir un courant supérieur à 100 μA eff. aux conducteurs de signal en dehors des périodes d'émission.

21.6.3 Isolement électrique

Tous les dispositifs de Bus de Terrain qui utilisent un support filaire, qu'ils soient alimentés séparément ou alimentés via les conducteurs de signal, doivent présenter un isolement à basse fréquence entre la terre et le câble du tronc du Bus de Terrain.

NOTE 1 – Cela peut être obtenu au moyen d'un coupleur inductif spécifié pour un isolement suffisant, par isolement du dispositif entier par rapport à la terre ou par l'utilisation d'un transformateur, d'un optocoupleur, ou d'un autre composant isolant entre le câble du tronc et le dispositif.

Un élément de communication combiné avec une source d'alimentation ne doit pas nécessiter d'isolement électrique.

L'impédance d'isolement mesurée entre le blindage du câble du Bus de Terrain et la terre du dispositif de Bus de Terrain doit être supérieure à 250 k Ω à toutes les fréquences inférieures à 63 Hz.

L'isolement doit être court-circuité aux hautes fréquences par une capacité telle que l'impédance mesurée entre le blindage du câble du Bus de Terrain et la terre du dispositif de Bus de Terrain soit inférieure à 15 Ω entre 3 MHz et 30 MHz.

NOTE 2 – La capacité entre terre et blindage du câble tronc nécessaire pour satisfaire à la fois aux deux prescriptions peut être toute valeur entre 3,5 nF et 10,6 nF.

La différence de capacité maximale par rapport à la terre des deux accès d'un dispositif ne doit pas excéder 250 pF.

Les prescriptions de claquage d'isolement du circuit de signal et du circuit de distribution d'alimentation par rapport à la terre et de l'un par rapport à l'autre, doivent être en accord avec le tableau 17 de la CEI 1131-2.

NOTE 3 – La tension d'essai équivalente sera appliquée entre des circuits isolés indépendants ou entre des circuits isolés et des éléments conducteurs accessibles. Pour les circuits qui sont alimentés à partir d'une source de tension nominale $\leq 50 \text{ V}$ continu ou eff., les tensions d'essai équivalentes au niveau de la mer sont 444 V efficaces, 635 V continu et 635 V de crête d'impulsion. Pour les circuits qui sont alimentés à partir d'une source de tension nominale comprise entre 150 V et 300 V eff., les tensions d'essai équivalentes au niveau de la mer sont de 2260 V eff., 3175 V continu et 3175 V de crête d'impulsion.