

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60349-1

1999

AMENDEMENT 1
AMENDMENT 1
2002-08

Amendement 1

**Traction électrique –
Machines électriques tournantes
des véhicules ferroviaires et routiers –**

**Partie 1:
Machines autres que les moteurs à courant
alternatif alimentés par convertisseur électronique**

Amendment 1

**Electric traction –
Rotating electrical machines
for rail and road vehicles –**

**Part 1:
Machines other than electronic convertor-fed
alternating current motors**

© IEC 2002 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

L

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

AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le comité d'études 9 de la CEI: Matériel électrique ferroviaire.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
9/683/FDIS	9/700/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.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant 2007. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

Page 2

SOMMAIRE

Annexe C (informative) Bruit

Remplacez le titre existant de cette annexe par ce qui suit:

Annexe C (informative) Mesures et limites du bruit

Tableau C.3 Limites de niveau de bruit aérien moyen généré par les machines électriques tournantes autres que les moteurs de traction, pour véhicules ferroviaires et routiers

Remplacez le titre existant de ce tableau par ce qui suit:

Tableau C.3 Correction concernant les fréquences pures

Page 104

Annexe C

Remplacez l'annexe C existant par ce qui suit:

FOREWORD

This amendment has been prepared by IEC technical committee 9: Electric railway equipment.

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

FDIS	Report on voting
9/683/FDIS	9/700/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.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments will remain unchanged until 2007. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

Page 3

CONTENTS

Annex C (informative) Noise

Replace the existing title of this annex by the following :

Annex C (informative) Noise measurement and limits

Tableau C.3 Limiting mean sound power level for airborne noise emitted by rotating electrical machines for rail and road vehicles other than traction motors

Replace the existing title of this table by the following:

Tableau C.3 Correction for pure tones

Page 105

Annex C

Replace the existing annex C by the following:

Annexe C (informative)

Mesures et limites du bruit

C.1 Mesure de bruit

Si une mesure de bruit est nécessaire, elle doit être spécifiée par l'utilisateur et effectuée sur une machine uniquement sur la commande. Si toutefois un résultat d'essai, démontrant que les exigences de bruit ont été satisfaites sur une machine identique, d'une série antérieure, utilisant la méthode d'essai précisée dans cette annexe ou une édition antérieure de la CEI 60349, est jugé acceptable par l'utilisateur on peut alors considérer qu'il satisfait à la prescription pour la mesure de bruit.

C.2 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente annexe, les définitions et termes suivants sont utilisés.

C.2.1

niveau de pression acoustique

le niveau de pression acoustique L_p , est exprimé par

$$L_p = 20 \log_{10} \frac{p}{p_0} \quad \text{en dB}$$

où

p est la pression acoustique mesurée ;

p_0 est la pression acoustique de référence exprimée dans les mêmes unités que p .

$$p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa ou } 20 \text{ } \mu\text{Pa}$$

C.2.2

niveau acoustique

lecture donnée par un sonomètre conforme à la CEI 60651.

C.2.3

spectre acoustique

spectre montrant la distribution du niveau de pression acoustique dans la gamme de fréquences. L'allure du spectre dépend des caractéristiques de largeur de bande de l'analyseur utilisé.

C.2.4

niveau de pression acoustique de bande pour une bande de fréquences acoustiques spécifiée, niveau de pression acoustique effectif correspondant à l'énergie acoustique contenue à l'intérieur de la bande

C.2.5

niveau de puissance acoustique

le niveau de puissance acoustique L_w est exprimé par

$$L_w = 10 \log_{10} \frac{W}{W_0} \quad \text{en dB}$$

où

W est le niveau de puissance acoustique mesuré;

Annex C (informative)

Noise measurement and limits

C.1 Noise measurement

If noise measurement is required, this should be specified by the user and carried out on one machine only or the order. If however, a test record showing that the noise requirements have been met on an identical machine, constructed on a previous occasion, using the test method detailed in this annex, or a previous edition of IEC 60349, is deemed acceptable to the user, this may be regarded as meeting the requirement for noise measurement.

C.2 Terms and definitions

For the purposes of this annex, the following terms and definitions are used.

C.2.1

sound pressure level

sound pressure level L_p , expressed as

$$L_p = 20 \log_{10} \frac{p}{p_0} \text{ in dB}$$

where

p is the measured sound pressure;

p_0 is the reference sound pressure expressed in the same units as p .

$$p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa or } 20 \text{ } \mu\text{Pa}$$

C.2.2

sound level

reading given by a sound level meter complying with IEC 60651.

C.2.3

noise spectrum

spectrum showing the sound pressure level distribution throughout the frequency range. The appearance of the spectrum depends on the bandwidth characteristics of the analyser used.

C.2.4

band pressure level

for a specified frequency band, the effective sound pressure level corresponding to the sound energy contained within the band

C.2.5

sound power level

sound power level L_w , is expressed as

$$L_w = 10 \log_{10} \frac{W}{W_0} \text{ in dB}$$

where

W is the measured sound power;

W_0 est la puissance acoustique de référence exprimée dans la même unité que W .

$$W_0 = 10^{-12} W \text{ (ou 1 pW)}$$

NOTE L_{WA} est un niveau de puissance acoustique pondéré déterminé de telle sorte que le niveau de puissance acoustique dans chacune des bandes de fréquences soit pondéré suivant l'échelle A.

C.2.6

contour prescrit

ligne imaginaire autour de la machine comme elle est détaillée dans la présente annexe et le long de laquelle les points de mesure sont situés

C.2.7

hémisphère équivalent

hémisphère hypothétique entourant la machine sur laquelle les mesures sont supposées être effectuées, son rayon étant indiqué par r_s

C.3 Conditions d'essais

C.3.1 Préparation de la machine

Les vibrations transmises du support d'une machine à ses éléments de montage, ou à d'autres parties de la salle d'essais, peuvent influencer le niveau de pression acoustique dans la salle d'essais. Il convient que de tels effets soient minimisés, par exemple en montant la machine sur des supports élastiques convenablement étudiés.

La machine est complète avec tous ses capots en place et n'est accouplée à aucun autre équipement. Les moteurs de traction sont essayés sans leurs engrenages associés.

Les machines à ventilation séparée sont essayées avec leur flux d'air normal, mais le ventilateur est disposé de manière que son bruit propre n'affecte pas trop les résultats.

C.3.2 Conditions de fonctionnement

Il convient que la machine fonctionne à vide à sa vitesse normale de fonctionnement ou bien, s'il existe une plage de vitesses, à sa vitesse maximale de fonctionnement pour l'application en question. Il convient qu'une machine conçue pour fonctionner à deux ou plus de deux valeurs discrètes de vitesse soit essayée à chacune de ces vitesses. Il convient qu'une machine réversible soit essayée dans les deux sens de rotation.

C.3.3 Bruit de fond

Il convient que les résultats des mesures à chaque point de mesure soient corrigés pour tenir compte des effets de tout bruit de fond, c'est-à-dire de tout bruit aux points de mesure autres que celui de la machine en cours d'essai. Cela inclut aussi le bruit de tout équipement d'essai.

Il convient que la lecture du bruit de fond, lorsque la machine n'est pas en essai, soit déterminée, pour chaque bande d'octave, aux mêmes points que pour l'essai. Il faudrait que les lectures à chaque point de mesure excèdent celles du bruit de fond seul d'au moins 10 dB. Lorsque les différences sont inférieures à 10 dB, il convient d'appliquer les corrections données au tableau C.1.

W_0 is the reference sound power expressed in the same unit as W

$$W_0 = 10^{-12} W \text{ (or 1 pW)}$$

NOTE L_{WA} is a weighted sound power level determined in such a manner that the acoustic power level in each of the frequency bands is weighted according to the A scale.

C.2.6

prescribed path

imaginary line around the machine as detailed in this annex and along which the measurement points are located

C.2.7

equivalent hemisphere

hypothetical hemisphere surrounding the machine on which the measurements are assumed to be made, its radius being denoted by r_s

C.3 Test conditions

C.3.1 Preparation of the machine

Structure-borne vibrations from a machine to its mounting, or other parts of the test room, can influence the sound pressure level in the test room. Such effects should be minimised, for example by mounting the machine on suitably designed resilient mountings.

The machine is fully assembled with all covers in position and is not coupled to any other equipment. Traction motors are tested without their associated gears.

Separately ventilated machines are tested with their normal airflow but the ventilation fan is arranged so that its own noise does not significantly affect the results.

C.3.2 Operating conditions

The machine should be run on no-load at its normal operating speed or, if there is a speed range, at the maximum working speed of the application. A machine designed to operate at two or more discrete speeds should be tested at each of those speeds. A reversible machine should be tested in both directions of rotation.

C.3.3 Background noise

The results of the measurement at each measuring point should be corrected for the effects of any background noise i.e. any noise at the points of measurement other than that of the machine being tested. It also includes the noise of any test equipment.

The background noise reading when the machine is not under test should be determined, for each octave band, at the same points as for the test. The readings at each point with the machine under test ought to exceed those due to the background noise alone by at least 10 dB. When the differences are less than 10 dB, corrections as given table C.1 should be applied.

Tableau C.1 – Corrections

Augmentation du niveau produit par la machine en décibels	Décibels à retrancher des valeurs mesurées
3	3
4 à 5	2
6 à 9	1

Lorsque l'on applique des corrections de 3 dB, il convient que les niveaux corrigés soient mis entre crochets.

Lorsque l'augmentation est inférieure à 3 dB, les mesures n'ont en général plus de signification.

C.4 Instruments de mesure

C.4.1 Qualité

Il convient que le sonomètre soit conforme au type 1 de la CEI 60651.

Il convient que tous les filtres utilisés pour les analyses de bruit soient conformes à la classe 1 spécifiée dans la CEI 61260.

C.4.2 Etalonnage de l'équipement de mesure

Il convient que les performances acoustiques globales de l'équipement de mesure complet soient vérifiées, que tous les ajustements spécifiés soient faits juste avant chaque série de mesures de bruit de machine et qu'une autre vérification soit effectuée immédiatement après.

Il convient que ces vérifications sur le site soient assorties d'étalonnages plus détaillés en laboratoire de l'équipement de mesure complet au moins une fois tous les deux ans.

C.4.3 Situation des instruments et de l'observateur

Il convient que tous les amplificateurs de mesure ou les filtres soient situés à au moins 0,3 m et que l'observateur soit au moins à 1 m du microphone pour réduire les erreurs dues aux réflexions.

Lorsque le bruit rayonné par la machine a une directivité marquée, il convient de considérer la mesure du bruit de la machine dans des conditions de semi-réverbération comme étant une méthode de mesure de bruit approximative.

C.5 Méthode de mesure

C.5.1 Méthode

Il convient que les mesures, pour toutes les machines, soient faites sur les contours prescrits, représentés aux figures C.2 ou C.3.

Pour les machines ayant une dimension linéaire maximale l (en excluant l'arbre) égale ou supérieure à 0,25 m, ces contours rectilinéaires sont, à leur point le plus proche, à 1 m de la surface de la machine.

Table C.1 – Corrections

Decibel increase in level produced by the machine	Decibels to be subtracted from the measured values
3	3
4 to 5	2
6 to 9	1

When corrections of 3 dB are applied, the corrected levels should be reported in brackets.

When the increase is less than 3 dB, measurements in general cease to have any significance.

C.4 Measuring instruments

C.4.1 Grade

The sound level meter should be of type 1 as specified in IEC 60651.

Any filters used for noise analyses should be of class 1 as specified in IEC 61260.

C.4.2 Calibration of measuring equipment

The overall acoustic performance of the complete measuring equipment should be checked, and any specified adjustments made, immediately before each series of machine noise measurements and re-checking should be carried out immediately after.

These site checks should be augmented by detailed laboratory calibrations of the whole measuring equipment carried out at least once every two years.

C.4.3 Location of instruments and observer

Any measuring amplifiers or filters should be at least 0,3 m and the observer should be at least 1 m from the microphone to reduce errors due to reflections.

When the noise radiated from a machine has marked directivity, measurement of the machine noise under semi-reverberant conditions should be regarded as an approximate method of machine noise measurement.

C.5 Method of measurement

C.5.1 Method

For all machines, measurements should be made on the prescribed paths, shown in figure C.2 or C.3.

For machines having a maximum linear dimension l (excluding shaft) equal to or exceeding 0,25 m these rectilinear paths are, at their nearest point, 1 m from the surface of the machine.

Dans les cas où l est inférieur à 0,25 m, ces contours rectilinéaires sont situés, pour leurs points les plus proches, à une distance d de la surface de la machine comprise entre $4l$ et 1 m mais pas à moins de 0,25 m.

Pour toutes les machines à axe horizontal, il convient que le contour prescrit, parallèle au plan de réflexion du sol, soit à la hauteur de l'arbre ou à 0,25 m au-dessus du sol, la plus grande des deux valeurs (voir figure C.2) étant prise en compte.

Pour les machines à axe vertical, il convient que le contour prescrit, parallèle au plan de réflexion du sol soit à mi-hauteur de la machine, mais pas à une hauteur inférieure à 0,25 m (voir figure C.3).

Dans tous les cas, il convient que le contour prescrit dans le plan vertical soit dans le plan de l'arbre.

C.5.2 Situation des points de mesure

Il convient que la position des points de mesure autour des contours prescrits donnés soit telle qu'elle est indiquée aux figures C.2 et C.3, les points de mesure étant fixés à des intervalles successifs de 1 m en commençant par les cinq points clés de mesure indiqués sur les figures C.2 et C.3.

C.5.3 Quantités à déterminer

A partir des mesures requises en C.5.1, il convient de déterminer à chaque point de mesure les quantités suivantes:

- a) niveau acoustique (A) en décibels;
- b) les niveaux de pression acoustique en bandes d'octave centrées sur les fréquences de 125 Hz à 4 000 Hz avec le sonomètre en position linéaire ou en pondération (C), lorsque la réponse linéaire n'est pas disponible.

C.6 Calculs

C.6.1 Corrections des mesures

Il convient que les résultats des mesures en chaque point de mesure soient corrigés pour tenir compte des effets de tout bruit de fond c'est-à-dire de tout bruit aux points de mesures autres que celui de la machine en cours d'essais. Cela inclut aussi le bruit de tout équipement d'essai (voir C.3.3).

C.6.2 Calcul des niveaux moyens

Il convient que les niveaux acoustiques moyens et les niveaux moyens de pression acoustique de bande soient calculés à partir des résultats de mesures à toutes les positions d'essais (après correction suivant C.6.1), en faisant la moyenne d'après l'équation:

$$L_{p(M)} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{n} \left(\text{antilog}_{10} \frac{L_{p(1)}}{10} + \text{antilog}_{10} \frac{L_{p(2)}}{10} + \dots + \text{antilog}_{10} \frac{L_{p(n)}}{10} \right) \right] \text{ dB}$$

où

$L_{p(M)}$ est le niveau acoustique (A) moyen (ou niveau de pression moyenne de bande) en décibels;

For cases where l is less than 0,25 m these rectilinear paths are, at their nearest points, at a distance d from the surface of the machine between $4l$ and 1 m but not less than 0,25 m.

For all horizontal machines, the prescribed path parallel to the reflecting ground plane should be at shaft height or 0,25 m above the ground, whichever is the greater (see figure C.2).

For vertical machines, the prescribed path parallel to the reflecting ground plane should be at half the height of the machine but not less than a height of 0,25 m (see figure C.3).

In all cases, the prescribed path in the vertical plane should be in the plane of the shaft.

C.5.2 Location of measuring points

The position of the measuring points around the prescribed paths given should be as indicated in figures C.2 and C.3, the measuring points being marked off at successive intervals of 1 m commencing at the 5 key measuring points in figures C.2 and C.3.

C.5.3 Quantities to be determined

From the measurements required in C.5.1, the following quantities should be determined at each measurement point:

- a) Sound level in dB (A);
- b) Pressure levels in octave bands centred on 125 Hz to 4 000 Hz with the sound level meter set to linear response or (C) weighting, where linear response is not available.

C.6 Calculation

C.6.1 Measurement corrections

The results of the measurement at each measuring point should be corrected for the effects of any background noise i.e. any noise at the points of measurement other than that of the machine being tested. It also includes the noise of any test equipment (see C.3.3).

C.6.2 Calculation of the mean levels

The mean sound level and band mean sound pressure levels should be calculated from the results of the measurement at all the test positions (after correction according to C.6.1), by averaging according to the equation:

$$L_{P(M)} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{n} \left(\text{antilog}_{10} \frac{L_{P(1)}}{10} + \text{antilog}_{10} \frac{L_{P(2)}}{10} + \dots + \text{antilog}_{10} \frac{L_{P(n)}}{10} \right) \right] \text{ dB}$$

where

$L_{P(M)}$ is the mean sound level (A) (or band mean pressure level) in decibels;

- $L_{P(1)}$ est le niveau acoustique (A) (ou niveau de pression de bande) en décibels à la première position;
- $L_{P(n)}$ est le niveau acoustique (A) (ou niveau de pression de bande) en décibels à la n ème position;
- n est le nombre de positions de mesure.

Lorsque les décibels relevés aux différentes positions d'essais ne diffèrent pas de plus de 5 dB, une simple moyenne arithmétique de ces relevés donnera un résultat qui ne différera pas de plus de 0,7 dB de celui donné par l'équation ci-dessus.

C.6.3 Calcul du rayon et de l'aire de l'hémisphère équivalent

Pour les besoins du calcul des niveaux moyens au rayon de référence, il convient que les mesures faites le long des contours prescrits des figures C.2 et C.3 soient supposées avoir été faites sur un hémisphère de rayon:

$$r_s = \left[\frac{a(b+c)}{2} \right]^{0,5}$$

où a , b et c sont représentés en figures C.2 et C.3.

L'aire de cet hémisphère équivalent est donnée par

$$S = \pi a(b+c)$$

NOTE L'aire de l'hémisphère équivalent de rayon r_s comme spécifié, est un peu plus petite que la surface de l'aire délimitée par les contours de mesure.

C.6.4 Calcul des niveaux de puissance de bande d'octave approximatifs

Les niveaux de puissance de bande d'octaves peuvent se déduire des niveaux de pression moyenne de bande d'octave en prenant en compte l'influence de la salle d'essai sur les niveaux de pression acoustique moyens mesurés.

Cet effet peut être déterminé en utilisant une petite source sonore de référence à large bande (il se peut que certains types de source de bruit aérodynamique ne conviennent pas) de puissance acoustique connue W_r .

NOTE Si la machine en essai est suffisamment petite et que son bruit a le caractère d'un bruit à large bande, elle peut être prise comme source de référence.

Il convient que la détermination de la puissance acoustique de la source de référence P_r (en bandes d'octaves) soit d'abord effectuée par la méthode de C.5.1

Il convient que la source sonore de référence soit alors substituée à la machine en essai dans la salle semi-réverbérante et que le niveau de pression acoustique moyen en bandes d'octaves soit déduit des mesures aux mêmes points de mesure que pour la machine en essai.

Les niveaux de puissance acoustique en bandes d'octaves de la machine en essai peuvent alors être déterminés d'après l'équation suivante:

$$10 \log_{10} \frac{W}{W_0} = 10 \log_{10} \frac{W_r}{W_0} + 20 \log_{10} \frac{p_M}{p_0} - 20 \log_{10} \frac{p_{Mr}}{p_0}$$

ou $L_w = L_{p(r)} + L_{p(M)} - L_{p(Mr)}$

où

L_w est le niveau de puissance de la machine en essai en bande d'octave;

$L_{w(r)}$ est le niveau spécifié de puissance de la source de référence en bande d'octave;

$L_{P(1)}$ is the sound level (A) (or band pressure level) in decibels at the first position;

$L_{P(n)}$ is the sound level (A) (or band pressure level) in decibels at the n^{th} position;

n is the number of measuring positions.

When the decibel readings at the various test positions do not differ by more than 5 dB, a simple arithmetic average of the dB readings will give a result differing not more than 0,7 dB from that given by the equation above.

C.6.3 Calculation of the radius and area of the equivalent hemisphere

For the purpose of the calculation of the mean levels at the reference radius, the measurements made along the prescribed paths of figures C.2 and C.3 should be assumed to have been made over a hemisphere of radius:

$$r_s = \left[\frac{a(b+c)}{2} \right]^{0,5}$$

where a , b and c are as shown in figures C.2 and C.3.

The area of this equivalent hemisphere is given by

$$S = \pi a (b + c)$$

NOTE The area of the equivalent hemisphere of radius r_s as specified is somewhat smaller than the surface area denoted by the paths of measurement.

C.6.4 Calculation of the approximate octave band power levels

The octave band power levels can be deduced from the octave band mean pressure levels by taking into account the influence of the test room on the measured mean sound pressure levels.

This effect can be determined by using a small broad band reference sound source (some types of aerodynamic noise sources may not be suitable), of known acoustic power W_r .

NOTE If the machine on test is sufficiently small and of broad band noise character, it may be taken as a reference source.

The determination of the sound power W_r of the reference source (in octave bands) should first be carried out by the method of C.5.1.

The reference sound source should then be substituted for the machine on test in the semi-reverberant room and the octave band mean sound pressure levels deduced from the measurements at the same measuring points as for the machine on test.

The octave band sound power levels of the machine under test can then be determined from the equation:

$$10 \log_{10} \frac{W}{W_0} = 10 \log_{10} \frac{W_r}{W_0} + 20 \log_{10} \frac{p_M}{p_0} - 20 \log_{10} \frac{p_{Mr}}{p_0}$$

$$\text{or } L_W = L_{p(r)} + L_{p(M)} - L_{p(Mr)}$$

where

L_W is the octave band power level of the machine under test;

$L_{W(r)}$ is the specified octave band power level of the reference source;

$L_{p(M)}$ est le niveau moyen mesuré de pression de la machine en essai en bande d'octave;

$L_{p(Mr)}$ est le niveau moyen mesuré de pression de la source de référence.

C.6.5 Calcul du niveau de puissance acoustique pondéré (A)

A partir des niveaux de puissance acoustique de bande obtenus suivant C.6.4, on calcule le niveau de puissance acoustique pondéré (A) suivant la méthode de C.6.7, en remplaçant les niveaux de pression par les niveaux de puissance.

C.6.6 Calcul du niveau approximatif de pression acoustique moyen en bande d'octave

Les niveaux de pression moyens en champ libre en bande d'octave au rayon de référence de 3 m peuvent être déduits en soustrayant 18 dB du niveau de puissance en bande d'octave calculé selon C.6.4.

C.6.7 Calcul du niveau acoustique moyen (A)

Le niveau acoustique moyen (A) au rayon de référence de 3 m peut être calculé à partir des niveaux de pression en bande d'octave de C.6.6.

- a) Appliquer aux valeurs des niveaux de pression acoustique en bandes d'octaves de C.6.6 les corrections du tableau C.2.

Tableau C.2 – Corrections

Bande d'octave centrée sur	Correction
Hz	dB
125	-16
250	-9
500	-3
1 000	0
2 000	+1
4 000	+1

- b) Faire la somme de ces niveaux de pression acoustique en bandes d'octaves selon l'équation ci-dessous.

$$L_{A(M)} = 10 \log_{10} \left[\text{antilog}_{10} \frac{L_{p(01)}}{10} + \text{antilog}_{10} \frac{L_{p(02)}}{10} + \dots + \text{antilog}_{10} \frac{L_{p(06)}}{10} \right]$$

où

$L_{A(M)}$ est le niveau acoustique (A) moyen en décibels;

$L_{p(01)}$ est le niveau de pression acoustique pondéré de la première bande d'octave;

$L_{p(06)}$ est le niveau de pression acoustique pondéré de la sixième bande d'octave.

C.7 Correction pour fréquences pures

Pour déterminer la présence ou l'absence de fréquences pures, il convient de mettre en œuvre au point de mesure ayant le plus haut niveau de pression acoustique un balayage en fréquence utilisant une analyse FFT.

$L_{p(M)}$ is the measured octave band mean pressure level of the machine under test;

$L_{p(Mr)}$ is the measured octave band mean pressure level of the reference source.

C.6.5 Calculation of (A) weighted sound power level

From the band power levels obtained in accordance with C.6.4, calculate the approximate (A) weighted sound power level in accordance with the method of C.6.7, reading power level in place of pressure level.

C.6.6 Calculation of the octave band approximate mean sound pressure level

The octave band free field mean pressure levels at the reference radius of 3 m may be deduced by subtracting 18 dB from the octave band power level calculated according to C.6.4.

C.6.7 Calculation of the mean sound level (A)

The mean sound level (A) at the reference radius of 3 m can be computed from the octave band pressure levels of C.6.6.

- a) Apply to the octave band sound pressure level values of C.6.6 the following weighting corrections of table C.2.

Table C.2 – Corrections

Octave band centred on Hz	Correction dB
125	–16
250	–9
500	–3
1 000	0
2 000	+1
4 000	+1

- b) Sum these octave band weighted sound pressure levels according to the equation below:

$$L_{A(M)} = 10 \log_{10} \left[\text{antilog}_{10} \frac{L_{p(01)}}{10} + \text{antilog}_{10} \frac{L_{p(02)}}{10} + \dots + \text{antilog}_{10} \frac{L_{p(06)}}{10} \right]$$

where

$L_{A(M)}$ is the mean sound level (A) in decibels;

$L_{p(01)}$ is the first octave band weighted sound pressure level;

$L_{p(06)}$ is the sixth octave band weighted sound pressure level.

C.7 Correction for pure tones

To determine the presence of pure tones, a frequency scan using a FFT analysis should be carried out at the measuring position having the highest sound pressure level.

Si l'on perçoit la présence d'une ou de plusieurs fréquences pures dans une octave quelconque centrée entre 250 Hz et 4 000 Hz, il convient de ne la considérer comme significative que si le niveau de pression acoustique de la bande un tiers d'octave centrée sur cette fréquence dépasse de plus de 5 dB la moyenne des niveaux des deux tiers d'octaves adjacentes. Dans ces cas, il convient d'augmenter le niveau de puissance acoustique déduit des mesures de la correction en dB appropriée du tableau C.3. S'il existe plus d'une octave contenant des fréquences pures significatives, il convient que la valeur à ajouter soit la plus grande des corrections individuelles en dB.

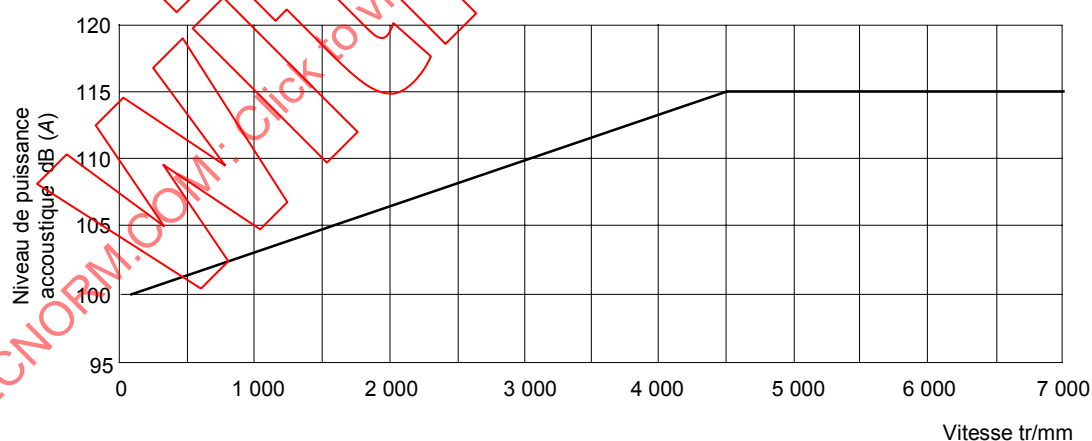
Tableau C.3 – Correction concernant les fréquences pures

dB au-dessus de la moyenne	Correction dB
$5 < \Delta L \leq 6$	3
$6 < \Delta L \leq 8$	4
$8 < \Delta L \leq 10$	5
$\Delta L > 10$	6

C.8 Limites de bruit

Le niveau de puissance acoustique maximal recommandé pour un moteur de traction, y compris les corrections pour fréquences pures, est donné par la figure C.1 pour les moteurs de traction et par la CEI 60034-9 pour les autres types de machines.

Les limites recommandées sont celles que l'on est en droit d'attendre des moteurs qui suivent les normes de construction et de conception de traction normales. Si des valeurs inférieures sont exigées, on peut alors s'attendre à ce que le poids du moteur et la complexité de son enveloppe augmentent.



IEC 1971/02

Figure C.1 – Limite de niveau de bruit aérien moyen généré par les moteurs de traction

If this indicates the presence of one or more pure tones in any octave centred between 250 Hz and 4 000 Hz, it should be regarded as significant only if the sound pressure level of the one-third octave band containing the tone frequency is more than 5 dB above the average of the levels of the two adjacent one-third octaves. In such cases, the sound power level derived from the measurements should be increased by the appropriate dB correction from table C.3. If more than one octave contains significant pure tones, the amount to be added should be the greatest of the individual dB corrections.

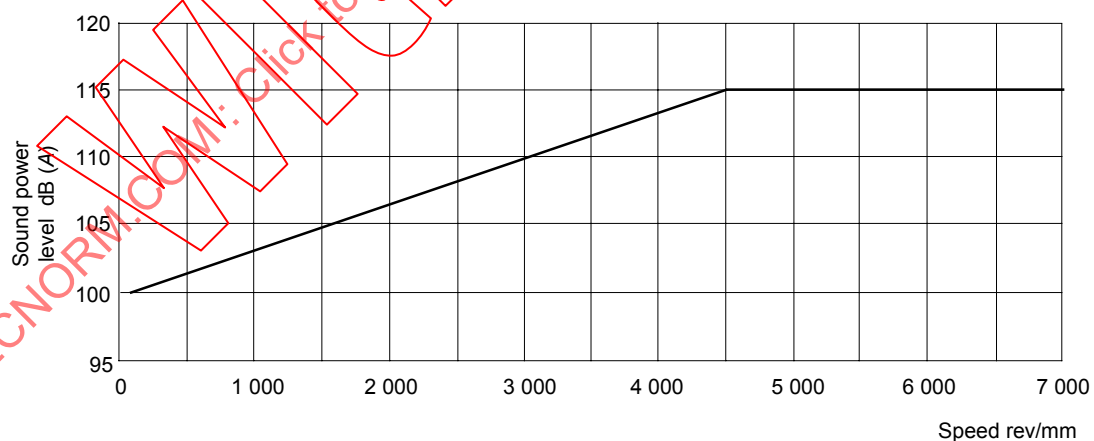
Table C.3 – Correction for pure tones

dB above average	Correction
	dB
$5 < \Delta L \leq 6$	3
$6 < \Delta L \leq 8$	4
$8 < \Delta L \leq 10$	5
$\Delta L > 10$	6

C.8 Noise limits

The maximum recommended sound power level for a traction motor, including any correction for pure tones, is given by figure C.1 for traction motors and by IEC 60034-9 for other types of auxiliary motors.

The recommended limits are those which can be expected for motors which follow normal traction design and construction standards. If lower values are required, the weight of the motor and the complexity of its enclosure may be expected to increase.



IEC 1971/02

Figure C.1 – Limiting mean sound power level for airborne noise emitted by traction motors