

**2007**

Točivé elektrické stroje - Část 26: Vlivy nesymetrických napětí na vlastnosti trojfázových asynchronních motorů nakrátko	ČSN EN 60034-26  35 0000
--	-----------------------------------

idt IEC 60034-26:2006

Rotating electrical machines -

Part 26: Effects of unbalanced voltages on the performance of three-phase cage induction motors

Machines électriques tournantes -

Partie 26: Effets d'un système de tensions déséquilibrées sur les caractéristiques de fonctionnement des moteurs

à cage asynchrones triphasés

Drehende elektrische Maschinen -

Teil 26: Auswirkungen von Spannungsunsymmetrien auf das Betriebsverhalten von Drehstrom-Induktionsmotoren

Tato norma je českou verzí evropské normy EN 60034-26:2006. Překlad byl zajištěn Českým normalizačním institutem. Má stejný status jako oficiální verze.

This standard is the Czech version of the European Standard EN 60034-26:2006. It was translated by Czech Standards Institute. It has the same status as the official version.

Nahrazení předchozích norem

S účinností od 2009-11-01 se nahrazuje ČSN CLC/TS 60034-26 (35 0000) z června 2005, která do uvedeného data platí souběžně s touto normou.

## Národní předmluva

### Upozornění na používání této normy

Souběžně s touto normou se může do 2009-11-01 používat dosud platná ČSN CLC/TS 60034-26 (35 0000) Točivé elektrické stroje - Část 26: Vlivy nesymetrických napětí na vlastnosti trojfázových asynchronních motorů z června 2005 v souladu s předmluvou k EN 60034-26:2006.

### Změny proti předchozím normám

Norma byla z normy CLC/TS změněna na normu EN (na základě změny IEC/TS na IEC), celé znění normy bylo zpřesněno a doplněno: do názvu bylo doplněn termín „nakrátko“, byly upraveny texty všech článků, nově byl doplněn článek 3.2 Teplo, v příloze A.1 byl doplněn postup pro konstrukci fázorového diagramu a byly doplněny přílohy A.2 a B.

### Informace o citovaných normativních dokumentech

IEC 60034-12 zavedena v ČSN EN 60034-12 (35 0000) Točivé elektrické stroje - Část 12: Rozběhové vlastnosti jednootáčkových trojfázových asynchronních motorů nakrátko (idt EN 60034-12:2002, idt IEC 60034-12:2002)

### Informativní údaje z IEC 60034-26:2006

Mezinárodní normu IEC 60034-26 připravila technická komise IEC 2: Točivé stroje.

Tato norma ruší a nahrazuje IEC TS 60034-26 vydanou v roce 2002.

Text této normy vychází z těchto dokumentů:

FDIS	Zpráva o hlasování
2/1391/FDIS	2/1398/RVD

Úplné informace o hlasování při schvalování této technické specifikace je možné nalézt ve zprávě o hlasování uvedené v tabulce.

Tato publikace byla vypracována v souladu se směrnicemi ISO/IEC, Část 2.

Seznam všech částí souboru IEC 60034 lze pod obecným názvem *Rotating electrical machines* najít na webových stránkách IEC.

Komise rozhodla, že obsah této změny a základní publikace se nebude měnit až do konečného data vyznačeného na internetové adrese IEC <http://webstore.iec.ch> v termínu příslušejícímu dané publikaci. Po tomto datu bude publikace

- znovu potvrzena;
- zrušena;
- nahrazena revidovaným vydáním, nebo
- změněna.

Souvisící ČSN

ČSN CLC/TS 60034-17 (35 0000) Točivé elektrické stroje - Část 17: Asynchronní motory nakrátko napájené z měničů - Návod na používání (idt CLC/TS 60034-17:2004, idt IEC/TS 60034-17:2002)

ČSN CLC/TS 60034-25 (35 0000) Točivé elektrické stroje - Část 25: Návod pro navrhování a vlastnosti asynchronních motorů nakrátko navržených speciálně pro napájení z měničů (idt CLC/TS 60034-25:2005, idt IEC/TS 60034-25:2004)

Vypracování normy

Zpracovatel: Radka Horská, Elnormservis IČ 16315251

Technická normalizační komise: TNK 129: Točivé elektrické stroje

Pracovník Českého normalizačního institutu: Viera Borošová

Strana 3

EVROPSKÁ NORMA EUROPEAN STANDARD NORME EUROPÉENNE EUROPÄISCHE NORM	EN 60034-26 Listopad 2006
---	------------------------------

ICS 29.160  
26:2004

Nahrazuje CLC/TS 60034-

Točivé elektrické stroje  
Část 26: Vlivy nesymetrických napětí na vlastnosti trojfázových asynchronních motorů nakrátko (IEC 60034-26:2006)  
Rotating electrical machines  
Part 26: Effects of unbalanced voltages on the performance of three-phase cage induction motors (IEC 60034-26:2006)

Machines électriques tournantes  
Partie 26: Effets d'un système de tensions déséquilibrées sur les caractéristiques de fonctionnement des moteurs à cage asynchrones triphasés (CEI 60034-26:2006)

Drehende elektrische Maschinen  
Teil 26: Auswirkungen von Spannungsunsymmetrien auf das Betriebsverhalten von Drehstrom-Induktionsmotoren (IEC 60034-26:2006)

Tato evropská norma byla schválena CENELEC 2006-11-01. Členové CENELEC jsou povinni splnit Vnitřní předpisy CEN/CENELEC, v nichž jsou stanoveny podmínky, za kterých se musí této evropské normě bez jakýchkoliv modifikací dát status národní normy.

Aktualizované seznamy a bibliografické citace týkající se těchto národních norem lze obdržet na vyžádání v Ústředním sekretariátu nebo u kteréhokoliv člena CENELEC.

Tato evropská norma existuje ve třech oficiálních verzích (anglické, francouzské, německé). Verze v každém jiném jazyce přeložená členem CENELEC do jeho vlastního jazyka, za kterou zodpovídá a kterou notifikuje Ústřednímu sekretariátu, má stejný status jako oficiální verze.

Členy CENELEC jsou národní elektrotechnické komitety Belgie, České republiky, Dánska, Estonska, Finska, Francie, Irska, Islandu, Itálie, Kypru, Litvy, Lotyšska, Lucemburska, Maďarska, Malty, Německa, Nizozemska, Norska, Polska, Portugalska, Rakouska, Rumunska, Řecka, Slovenska, Slovinska, Spojeného království, Španělska, Švédsko a Švýcarska.

## **CENELEC**

**Evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice**

**European Committee for Electrotechnical Standardization**

**Comité Européen de Normalisation Electrotechnique**

**Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung**

**Ústřední sekretariát: rue de Stassart 35, B-1050 Brusel**

© 2006 CENELEC Veškerá práva pro využití v jakékoli formě a jakýmkoli prostředky jsou celosvětově vyhrazena členům CENELEC.

Ref. č. EN 60034-

26:2006 E

Strana 4

---

### Předmluva

Text dokumentu 2/1391/FDIS, budoucího prvního vydání IEC 60034-26, připravený IEC TC 2 Točivé stroje, byl předložen k paralelnímu hlasování IEC-CENELEC a CENELEC jej schválil jako EN 60034-26 dne 2006-11-01.

Tato evropská norma nahrazuje CLC/TS 60034-26:2004.

Byla stanovena tato data:

- nejzazší datum zavedení EN na národní úrovni vydáním identické národní normy nebo vydáním oznámení o schválení EN k přímému používání jako normy národní (dop) 2007-08-01
- nejzazší datum zrušení národních norem, které jsou s EN v rozporu (dow) 2009-11-01

Přílohu ZA doplnil CENELEC.

### Oznámení o schválení

Text mezinárodní normy IEC 60034-26:2006 byl schválen CENELEC jako evropská norma bez jakýchkoliv modifikací.

Strana 5

---

Obsah

Předmluva	
.....	
..... 4	
Úvod	
.....	
..... 6	
<b>1</b> Rozsah platnosti	
.....	
6	
<b>2</b> Citované normativní dokumenty.....	6
<b>3</b> Vlivy nesouměrných napětí na vlastnosti.....	6
<b>3.1</b> Proudy	
.....	
..... 6	
<b>3.2</b> Teplo	
.....	
..... 6	
<b>3.3</b> Momenty	
.....	
..... 7	
<b>3.4</b> Otáčky při plném zatížení.....	7
<b>4</b> Snížení výkonu motoru kvůli zabránění nadměrnému oteplení.....	7
<b>Příloha A</b> (informativní) Stanovení symetrických složek napětí $U_1$ , $U_2$ , $U_3$ trojfázové soustavy.....	8
<b>Příloha B</b> (informativní) Stanovení aproximací.....	10
<b>Příloha ZA</b> (normativní) Normativní odkazy na mezinárodní publikace a na jim příslušející evropské publikace.....	11

Obrázek 1 - Typické hodnoty snížení výkonu trojfázových asynchronních motorů nakrátko typu N, které spadají do rozsahu platnosti IEC

Obrázek A.1 - Fázorový

diagram.....  
8

Strana 6

## Úvod

Pokud sdružená napětí přiváděná do trojfázového asynchronního motoru nakrátko nejsou stejná, nejsou rovněž stejné proudy ve statorových vinutích. Malá procentní hodnota nesouměrnosti napětí má za následek mnohem větší procentní hodnotu nesouměrnosti proudu.

Přivedení nesouměrných napětí do trojfázového asynchronního motoru vyvolává zpětné napětí, které vytváří ve vzduchové mezeře tok otáčející se proti směru otáčení rotoru, což vede k vytváření vysokých proudů. Malé zpětné napětí může vytvářet ve vinutích proudy, které jsou podstatně vyšší než proudy při souměrném napětí. V důsledku toho oteplení motoru, který pracuje při určitém zatížení a určitém procentu nesouměrnosti napětí, bude větší než u motoru, který pracuje za stejných podmínek se souměrnými napětími.

Analytické a grafické metody používané pro výpočet symetrických složek z odečtených hodnot napětí tří fází jsou dobře známy a mohou být převzaty z učebnic. Způsoby výpočtu nejsou proto zařazeny do normy, ale jsou uvedeny v informativní příloze A. Kromě toho hodnocení symetrických složek může být provedeno automaticky moderními přístroji.

Přibližné hodnocení nesouměrnosti je uvedeno v informativní příloze B.

### 1 Rozsah platnosti

Tato část IEC 60034 popisuje vlivy nesouměrných napětí na vlastnosti trojfázových asynchronních motorů nakrátko.

### 2 Citované normativní dokumenty

Pro používání tohoto dokumentu jsou nezbytné dále uvedené referenční dokumenty. U datovaných odkazů platí pouze uvedené vydání. U nedatovaných odkazů platí poslední vydání referenčního dokumentu (včetně veškerých změn).

IEC 60034-12 Rotating electrical machines - Part 12: Starting performance of single-speed three-phase cage induction motors

*(Točivé elektrické stroje - Část 12: Rozběhové vlastnosti jednootáčkových trojfázových asynchronních motorů nakrátko)*

### 3 Vlivy nesouměrných napětí na vlastnosti

Vlivy nesouměrných napětí na vlastnosti motorů jsou popsány v 3.1 až 3.3.

#### 3.1 Proud

Zpětné složky napětí vytvářejí ve vzduchové mezeře tok otáčející se proti směru otáčení rotoru. Malá

zpětná složka napětí může vytvářet ve vinutích proudy, které jsou podstatně vyšší než proudy při souměrném napětí. Kmitočet proudu klece je většinou dvojnásobkem jmenovitého kmitočtu, takže v případě klecí je z důvodu skinefektu zvýšení ztrát ve vinutí rotoru podstatně větší než zvýšení ztrát ve vinutí statoru.

Proudy při normálních pracovních otáčkách budou značně nesouměrné, řádově se jedná o asi šestinásobek až desetinásobek nesouměrnosti napětí.

Záběrný proud bude nesouměrný do stejné míry, jak jsou nesouměrná napětí, ale ráz se zvýší pouze nepatrně.

### 3.2 Teplo

Vzhledem ke zvýšení ztrát způsobených zpětnými složkami proudů a napětí je oteplení statorového vinutí vždy vyšší než při práci se souměrnými napájecími napětími.

Zvýšení rotorových ztrát je zesíleno skinefektem.

Navíc je nesymetrie napětí často spojena se snížením sousledné složky napětí, což způsobuje zvýšení sousledných složek proudu statoru a rotoru.

Strana 7

---

### 3.3 Momenty

Záběrný moment, nejmenší rozběhový moment a maximální moment (moment zvratu) budou při nesouměrných napětích sníženy. Pokud by byla nesouměrnost napětí příliš vysoká, momenty by nemusely být pro dané použití dostatečné.

Nesouměrnost napětí je spojena s generováním oscilačního momentu, který je dvojnásobkem sí»ového kmitočtu. Jeho amplituda se zvyšuje lineárně se součinem zpětné a sousledné složky napětí; při činiteli nesouměrnosti  $f_u = 0,05$  (viz kapitolu 4) je jeho vrcholová hodnota v rozsahu 25 % jmenovitého momentu. Jsou-li torzní kritické otáčky blízko dvojnásobku sí»ového kmitočtu, mohou být vybudeny nepřípustné torzní vibrace celého systému hřídele.

### 3.4 Otáčky při plném zatížení

Pracuje-li motor s nesouměrnými napětími, otáčky se při plném zatížení mírně sníží, a to z důvodu vyššího skluzu, který je spojen s dodatečnými rotorovými ztrátami.

## 4 Snížení výkonu motoru kvůli zabránění nadměrnému oteplení

Je-li střídavý motor, který je určen pro použití s napájením o jmenovitém kmitočtu, připojen ke trojfázové soustavě napětí, která má zpětnou složku větší než 1 % sousledné složky napětí po dlouhou dobu (odpovídající přinejmenším tepelné časové konstantě stroje), je dovolený výkon motoru menší než jmenovitý výkon, aby se snížila možnost poškození motoru. Typický činitel snížení výkonu pro motory typu N, které spadají do rozsahu platnosti IEC 60034-12, je na obrázku 1, za předpokladu, že pozitivní složka napájecího napětí je blízko jmenovitému napětí. Provoz motoru při větší nesouměrnosti napětí než 5 % se nedoporučuje.

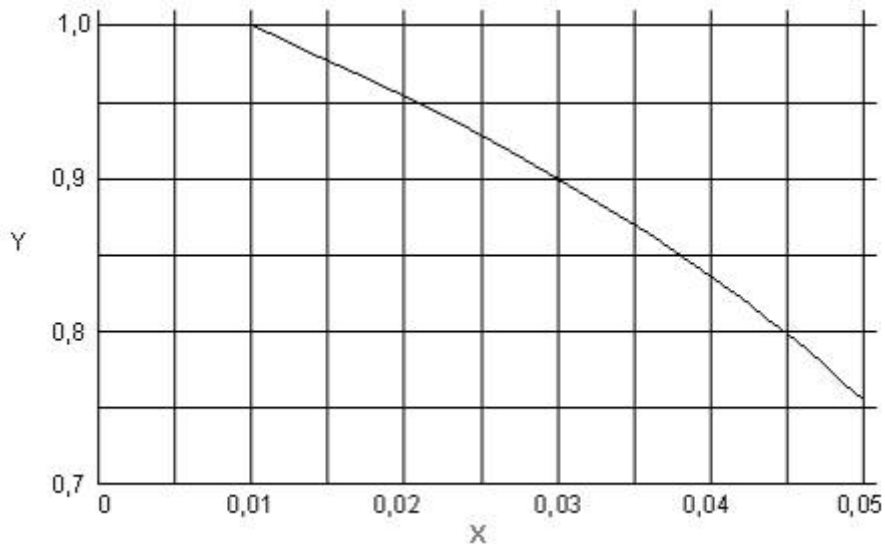
Činitel nesouměrnosti  $f_u$  na obrázku 1 je definován takto:

$$f_u = U_n / U_p$$

kde

$U_n$  je efektivní hodnota zpětné složky napájecího napětí;

$U_p$  efektivní hodnota sousledné složky napájecího napětí.



#### Legenda

Y = činitel snížení výkonu

X = činitel nesouměrnosti  $f_u$

Obrázek 1 - Typické hodnoty snížení výkonu trojfázových asynchronních motorů nakrátko typu N, které spadají do rozsahu platnosti IEC 60034-12

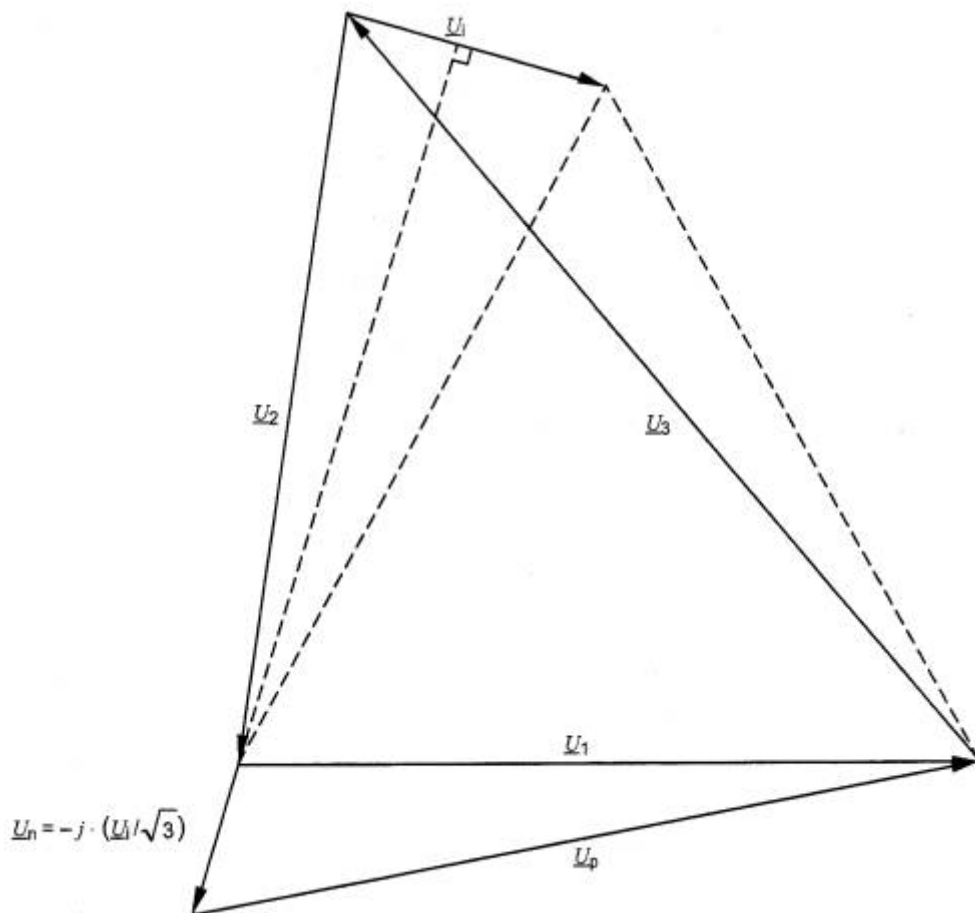
Strana 8

Příloha A (informativní)

Stanovení symetrických složek napětí  $U_1, U_2, U_3$  trojfázové soustavy

A.1 Stanovení grafickou metodou





Obrázek A.1 - Fázorový diagram

Postup při grafickém stanovení symetrických složek  $U_p$  a  $U_n$ :

- Nakreslí se fázorový diagram tří napětí  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_3$ , jejichž součet je vždycky nula.
- Vztyčí se rovnostranný trojúhelník na jednom z fázorů (na obrázku A.1 je zvolen  $U_1$ ).
- Spojením horních rohů dvou trojúhelníků se získá pomocný fázor  $U_i$ .
- Nakreslí se přímka, která je kolmá k fázoru  $U_i$  a spojí se s protilehlým rohem trojúhelníka tvořeného  $U_1$ ,  $U_2$  a  $U_3$ .
- Prodloužením této přímky se získá zpětná složka  $U_n$ , jejíž délka je  $U_i/\sqrt{3}$ .
- Spojením vrcholu fázoru  $U_n$  a vrcholu fázoru  $U_1$  se získá fázor sousledné složky  $U_p$ .

## A.2 Stanovení analytickou metodou

Symetrické složky jsou definovány rovnicemi:

$$\text{Sousledná složka} \quad \underline{U}_{-p} = \frac{1}{3} (\underline{U}_1 + \underline{a} \underline{U}_2 + \underline{a}^2 \underline{U}_3)$$

$$\text{Zpětná složka} \quad \underline{U}_{-n} = \frac{1}{3} (\underline{U}_1 + \underline{a}^2 \underline{U}_2 + \underline{a} \underline{U}_3)$$

kde  $\underline{a} = e^{j\frac{2\pi}{3}}$  a  $1 + \underline{a} + \underline{a}^2 = 0$ .

Jsou-li hodnoty a fázové úhly tří napětí známe, symetrické složky mohou být vypočteny přímo z výše uvedených komplexních rovnic.

Jsou-li známe pouze efektivní hodnoty napětí, symetrické složky mohou být vypočteny z následujících rovnic, které obsahují pouze reálné veličiny:

$$U_n = \frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{U_1^2 + U_2^2 - 2U_1U_2 \cos\left(\varphi_1 - \frac{\pi}{3}\right)}$$

$$U_p = \sqrt{U_n^2 + U_1^2 - 2U_n \cdot U_1 \cdot \cos|\varphi_n|}$$

$$\text{kde } |\varphi_n| = \left| \arcsin \left( \frac{\frac{\sqrt{3}}{2} |U_1| - |U_2 \sin \varphi_1|}{\sqrt{3} U_n} \right) - \frac{\pi}{2} \right|$$

$$\varphi_1 = \arccos \left( \frac{U_1^2 + U_2^2 - U_3^2}{2U_1U_2} \right)$$

Strana 10

## Příloha B (informativní)

### Stanovení aproximací

Pro praktické účely lze pro stanovení velikosti nesouměrnosti  $f'_U$  při aplikování obrázku 1 použít následující zjednodušený vzorec:

$$f'_U = \frac{U_{\max} - U_{\text{average}}}{U_{\text{average}}} \quad *)$$

kde:  $U_{\max}$  je efektivní hodnota největší hodnoty z napětí  $U_1, U_2, U_3$

$U_{\text{average}}$  průměrná hodnota všech tří napětí.

**POZNÁMKA** Matematicky správný vzájemný vztah mezi činiteli  $f_u$  a  $f_r$  podle přílohy A a B neexistuje. Činitel podle přílohy B udává pouze hrubou aproximaci fyzikální skutečnosti. Ačkoliv je jeho hodnota normálně pod 3 %, může být v některých případech činitel podle přílohy A až o 1 % vyšší než přibližná hodnota podle přílohy B; z čehož vyplývá maximální odchylka 7 % ze získaného činitele snížení výkonu.

\*) **NÁRODNÍ POZNÁMKA** Na jednání WG 12, konaném po zasedání IEC TC 2 v květnu 2007 bylo upozorněno na to, že uvedený vzorec je chybný (takto vypočtená hodnota činitele  $f_r$  může v praxi vykazovat chybu větší než 30 % proti hodnotě činitele nesouměrnosti  $f_u$  vypočteného

podle přílohy A) a při další revizi bude provedena oprava podle článku 14.36.2 americké normy NEMA MG-1:2003, kde je uveden tento vzorec:

$$\text{nesouměrnost napětí v procentech} = 100 \times \frac{\text{maximální odchylka napětí od průměrné hodnoty napětí}}{\text{průměrná hodnota napětí}}$$

PŘÍKLAD: Při napětích 460 V, 467 V a 450 V je průměrná hodnota napětí 459 V a maximální odchylka od průměrné hodnoty je 9; nesouměrnost napětí v procentech =  $100 \times \frac{9}{459} = 1,96$  procent.

Strana 11

---

## Příloha ZA (normativní)

Normativní odkazy na mezinárodní publikace a na jim příslušející evropské publikace

Pro používání tohoto dokumentu jsou nezbytné dále uvedené referenční dokumenty. U datovaných odkazů platí pouze citovaná vydání. U nedatovaných odkazů platí poslední vydání referenčního dokumentu (včetně změn).

POZNÁMKA Pokud byla mezinárodní publikace upravena společnou modifikací, vyznačenou pomocí (mod), používá se příslušná EN/HD.

<u>Publikace</u>	<u>Rok</u>	<u>Název</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Rok</u>
IEC 60034-12	- 1)	Točivé elektrické stroje - Část 12: Rozběhové vlastnosti jednootáčkových trojfázových asynchronních motorů nakrátko ( <i>Rotating electrical machines - Part 12: Starting performance of single-speed three-phase cage induction motors</i> )	EN 60034-12	2002 2)

---

1) Nedatovaný odkaz.

2) Platné znění v době vydání normy.

---

**-- Vynechaný text --**