

# ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA

ICS 29.180 **Únor 2009**

Výkonové transformátory –  
Část 6: Tlumivky

**ČSN**  
**EN 60076- 6**  
35 1001

idt IEC 60076- 6:2007

Power transformers –  
Part 6: Reactors

Transformateurs de puissance –  
Partie 6: Bobines d,inductance

Leistungstransformatoren –  
Teil 6: Drosselspulen

Tato norma je českou verzí evropské normy EN 60076- 6:2008. Překlad byl zajištěn Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Má stejný status jako oficiální verze.

This standard is the Czech version of the European Standard EN 60076- 6:2008. It was translated by the the Czech Office for Standards, Metrology and Testing. It has the same status as the official version.

Nahrazení předchozích norem

S účinností od 2011-06-01 se nahrazuje ČSN EN 60289 (35 1200) z května 1997, která do uvedeného data platí souběžně s touto normou.

Národní předmluva

Upozornění na používání této normy

Souběžně s touto normou se může do 2011-06-01 používat dosud platná ČSN EN 60289 (35 1200) z května 1997 v souladu s předmluvou k EN 60076-6:2008.

Změny proti předchozím normám

Tato norma, která nahrazuje ČSN EN 60289:1997, obsahuje významné technické změny, které jsou uvedeny podrobně v odstavci *Informativní údaje z IEC 60076-6:2007*. Tyto změny odrážejí technický pokrok, ke kterému došlo v oblasti tlumivek v posledních deseti letech.

Informace o citovaných normativních dokumentech

IEC 60060-1:1989 zavedena v ČSN IEC 60-1:1994 (34 5640) Technika zkoušek vysokým napětím – Část 1: Obecné definice a požadavky na zkoušky (idt HD 588.1 S1:1991, idt IEC 60-1:1989)

IEC 60076-1:1993 zavedena v ČSN EN 60076-1 + A11:1999 (35 1001) Výkonové transformátory – Část 1: Všeobecně (idt EN 60076-1:1997, mod IEC 76-1:1993)

IEC 60076-2:1993 zavedena v ČSN EN 60076-2:1999 (35 1002) Výkonové transformátory – Část 2: Oteplení (idt EN 60076-2:1997, mod IEC 76-2:1993)

IEC 60076-3:2000 zavedena v ČSN EN 60076-3:2001 (35 1001) Výkonové transformátory – Část 3: Izolační hladiny, dielektrické zkoušky a vnější vzdušné vzdálenosti (idt EN 60076-3:2000)

IEC 60076-4:2002 zavedena v ČSN EN 60076-4:2003 (35 1001) Výkonové transformátory – Část 4: Průvodce zkouškami atmosférickým a spínacím impulzním napětím – Výkonové transformátory a tlumivky (idt EN 60076-4:2002)

IEC 60076-5:2006 zavedena v ČSN EN 60076-5:2007 ed. 2 (35 1001) Výkonové transformátory – Část 5: Zkratová odolnost (idt EN 60076-5:2006, idt IEC 60076-5:2006)

IEC 60076-7:2005 zavedena v ČSN IEC 60076-7:2007 (35 1001) Výkonové transformátory – Část 7: Směrnice pro zatěžování olejových výkonových transformátorů

IEC 60076-8:1997 zavedena v ČSN IEC 60076-8:2000 (35 1008) Výkonové transformátory – Část 8: Pokyny pro použití

IEC 60076-10:2001 zavedena v ČSN EN 60076-10:2002 (35 1089) Výkonové transformátory – Část 10: Stanovení hladin hluku (idt EN 60076-10:2001)

IEC 60076-11:2004 zavedena v ČSN EN 60076-11:2005 (35 1001) Výkonové transformátory – Část 11: Suché transformátory (idt EN 60076-11:2004, idt IEC 60076-11:2004)

IEC 60137 zavedena v ČSN EN 60137 ed. 2 (34 8043) Izolační průchodky pro střídavé napětí nad 1 000 V (idt EN 60137:2003, idt IEC 60137:2003)

IEC 60270 zavedena v ČSN EN 60270 (34 5641) Technika zkoušek vysokým napětím – Měření částečných výbojů (idt EN 60270:2001, idt IEC 60270:2000)

IEC 60721-2-6 zavedena v ČSN IEC 721-2-6 (03 8900) Klasifikace podmínek prostředí – Část 2: Podmínky vyskytující se v přírodě – Vibrace a otřesy při zemětřesení (idt HD 478.2.6 S1:1993, idt IEC 721-2-6:1990)

IEC/TR 60815 nezavedena

IEC 60905:1987 zavedena v ČSN 35 1105:1991 Návod na zaťažovanie suchých výkonových transformátorov (idt IEC 905:1987)

IEC/TR3 60943:1998 zavedena v ČSN IEC 60943:2001 (37 0677) Návod týkající se přípustného oteplení částí elektrického zařízení, zejména pro svorky (idt IEC 60943:1998)

Informativní údaje z IEC 60076- 6:2007

Mezinárodní norma IEC 60076-6 byla připravena technickou komisí IEC TC 14: Výkonové

transformátory.

Toto první vydání IEC 60076-6 ruší a nahrazuje druhé vydání IEC 60289 vydané v roce 1988. Toto první vydání představuje technickou revizi.

Text této normy vychází z těchto dokumentů:

CDV	Zpráva o hlasování
14/538/CDV	14/547A/RVC

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

Tato publikace byla navržena podle směrnic ISO/IEC, Část 2.

Seznam všech částí souboru norem IEC 60076 pod obecným názvem Výkonové transformátory může být nalezen na webové stránce IEC.

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

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

IEC děkuje společnosti The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. (IEEE) za umožnění reprodukování informací z jejich norem IEEE C57.21-1990, 10.3.3.2 a 10.7 a z IEEE C57.16-1996, 11.6. Všechny tyto výňatky jsou autorskými právy IEEE, New York, NY, USA. Všechna práva chráněna. Další informace o IEEE je dostupná na <http://www.ieee.org>. IEEE nemá žádnou odpovědnost za umístění a souvislosti, ve kterých jsou citáty a obsahy reprodukovány IEC; rovněž IEEE nenes v tomto ohledu odpovědnost za jiný obsah nebo přesnost.

Vypracování normy

Zpracovatel: IČ 14927021, Ing. Leoš Valenta, CSc.

Technická normalizační komise: TNK 97, Elektroenergetika

Pracovník Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví: Ing. Jiří Holub

**EVROPSKÁ NORMA EN 60076- 6**  
**EUROPEAN STANDARD**  
**NORME EUROPÉENNE**  
**EUROPÄISCHE NORM** Červenec 2008

ICS 29.180 Nahrazuje EN 60289:1994 + A11:2002

**Výkonové transformátory -**  
**Část 6: Tlumivky**  
**(IEC 60076- 6:2007)**

Power transformers –  
Part 6: Reactors  
(IEC 60076- 6:2007)

Transformateurs de puissance –  
Partie 6: Bobines d'inductance  
(CEI 60076- 6:2007)

Leistungstransformatoren –  
Teil 6: Drosselspulen  
(IEC 60076- 6:2007)

Tato evropská norma byla schválena CENELEC 2008-06-01. 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.

## **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**

© 2008 CENELEC Veškerá práva pro využití v jakékoli formě a jakýmkoli prostředky jsou celosvětově vyhrazena členům CENELEC.  
Ref. č. EN 60076- 6:2008 E

Členy CENELEC jsou národní elektrotechnické komitety Belgie, Bulharska, 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, Švédska a Švýcarska.

### **Předmluva**

Text dokumentu 14/538/CDV, budoucího 1. vydání IEC 60076-6, vypracovaný v technické komisi TC 14, Výkonové transformátory Mezinárodní elektrotechnické komise (IEC) byl předložen IEC-CENELEC k paralelnímu hlasování a byl schválen CENELEC jako EN 60076-6 dne 2008-06-01.

Tato Evropská norma nahrazuje EN 60289:1994 + A11:2002.

EN 60076-6:2008 obsahuje následující významné technické změny proti EN 60289:1994:

- rozsáhlé rozšíření článků „Definice“, „Jmenovité údaje“ a „Zkoušky“,
- větší rozlišení mezi definicemi a jmenovitými údaji,
- články „Zkoušky“ zahrnuje poslední revize příslušných norem EN 60076,
- dielektrické zkoušky tlumivky jsou nyní v souladu s dielektrickými zkouškami transformátorů podle EN 60076-3:2001,
- rozlišuje se mezi tlumivkami ponořenými do oleje a suchými tlumivkami,
- dokument nabízí snadnější zacházení a je samostatnějším dokumentem než byla norma EN 60289,

- zavedení vybijecích tlumivek jako část kapitoly 9,
- zavedení zkoušky přepětím mezizávitové izolace pro tlumivky suchého typu (příloha E),
- důležité zásadní informace jsou obsaženy v nově zavedených informativních přílohách,
- Příloha A (informativní) Informace o spínání kompenzační tlumivky a o zvláštních použitích,
- Příloha B (informativní) Magnetizační charakteristiky tlumivek,
- Příloha C (informativní) Vzájemná reaktance, činitel vazby a ekvivalentní reaktance trojfázových tlumivek,
- Příloha D (informativní) Korekce ztrát na teplotu pro tlumivky ponořené do oleje s jádrem se vzduchovou mezerou a magneticky stíněným jádrem se vzduchovou mezerou,
- Příloha F (informativní) Zkratová zkouška,
- Příloha G (informativní) Odpor - Charakteristiky, přesný popis a zkoušky.

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
- nejzazší datum zrušení národních norem, které jsou s EN v rozporu

(dop) 2009-03-01

(dow) 2011-06-01

Přílohu ZA doplnil CENELEC.

Oznámení o schválení

Text mezinárodní normy IEC 60076- 6:2007 byl schválen CENELEC jako evropská norma bez jakýchkoliv modifikací.

Obsah

Strana

Úvod ... 14

**1** Rozsah platnosti 15

**2** Citované normativní dokumenty 15

**3** Termíny a definice 16

**3.1** Typy tlumivek 16

**3.2** Další definice 17

**4** Značky a zkratky 19

**5** Provozní podmínky 20

**5.1** Všeobecně 20

**5.2** Seizmické podmínky 21

**6** Konstrukce, zkoušky, tolerance a použití 21

**7** Kompenzační tlumivky 22

**7.1** Všeobecně 22

- 7.2** Konstrukce 22
- 7.3** Termíny a definice 22
- 7.4** Jmenovité údaje 23
  - 7.4.1** Jmenovité napětí 23
  - 7.4.2** Nejvyšší provozní napětí 23
  - 7.4.3** Jmenovitý výkon 23
  - 7.4.4** Nulová reaktance trojfázové tlumivky zapojené do hvězdy 23
  - 7.4.5** Vzájemná reaktance trojfázové tlumivky 24
  - 7.4.6** Úroveň zapínacího proudu 24
  - 7.4.7** Linearita kompenzační tlumivky 24
- 7.5** Oteplení 24
- 7.6** Izolační hladina 24
- 7.7** Výkonnostní štítky 24
- 7.8** Zkoušky 25
  - 7.8.1** Všeobecně 25
  - 7.8.2** Výrobní kusové zkoušky 25
  - 7.8.3** Typové zkoušky 25
  - 7.8.4** Zvláštní zkoušky 25
  - 7.8.5** Stanovení reaktance a linearity reaktance 26
  - 7.8.6** Měření ztrát (výrobní kusová zkouška, zvláštní zkouška) 26
  - 7.8.7** Měření harmonických složek proudu (zvláštní zkouška) 27
  - 7.8.8** Měření nulové složky reaktance na trojfázových tlumivkách (zvláštní zkouška) 27
  - 7.8.9** Měření vzájemné reaktance na trojfázových tlumivkách (zvláštní zkouška) 28
  - 7.8.10** Dielektrické zkoušky 28
  - 7.8.11** Měření magnetizační charakteristiky (zvláštní zkouška) 30
  - 7.8.12** Měření hladiny akustického tlaku (typová zkouška, zvláštní zkouška) 30
  - 7.8.13** Měření vibrací (typová zkouška) 31
  - 7.8.14** Oteplovací zkouška (typová zkouška) 31

**7.9 Tolerance 32****7.9.1 Všeobecně 32****7.9.2 Tolerance reaktance při jmenovitém napětí a jmenovitém kmitočtu 32****7.9.3 Tolerance linearity reaktance 32****7.9.4 Tolerance ztrát 32****8 Tlumivky k omezení proudu v síti a mezi nulovým bodem a zemí 32****8.1 Všeobecně 32****8.2 Provedení 33****8.3 Termíny a definice 33****8.4 Jmenovité údaje 35****8.4.1 Jmenovitý trvalý proud 35****8.4.2 Jmenovitý tepelný zkratový proud 35****8.4.3 Trvání jmenovitého tepelného zkratového proudu 35****8.4.4 Jmenovitý mechanický zkratový proud 35****8.4.5 Jmenovitý krátkodobý proud 35****8.4.6 Trvání jmenovitého krátkodobého proudu nebo pracovní cyklus 36****8.4.7 Činitel vazby 36****8.4.8 Jmenovitá impedance nakrátko 36****8.4.9 Jmenovitá krátkodobá impedance 37****8.4.10 Jmenovitá trvalá impedance 37****8.5 Schopnost vydržet jmenovitý tepelný proud a jmenovitý mechanický zkratový proud 37****8.6 Oteplení 37****8.6.1 Oteplení při jmenovitém trvalém proudu 37****8.6.2 Teplota v důsledku jmenovitého tepelného zkratového proudu a jmenovitého krátkodobého proudového zatížení.. 37****8.7 Izolační hladina 38****8.7.1 Všeobecně 38**

- 8.8** Výkonnostní štítky 38
- 8.9** Zkoušky 39
  - 8.9.1** Všeobecně 39
  - 8.9.2** Výrobní kusové zkoušky 39
  - 8.9.3** Typové zkoušky 39
  - 8.9.4** Zvláštní zkoušky 39
  - 8.9.5** Měření impedance při jmenovitém trvalém proudu (výrobní kusová zkouška) 40
  - 8.9.6** Měření impedance při jmenovitém krátkodobém proudu (výrobní kusová zkouška) 40
  - 8.9.7** Měření ztrát (výrobní kusová zkouška, zvláštní zkouška) 40
  - 8.9.8** Zkouška přiloženým střídavým výdržným napětím (výrobní kusová zkouška, zvláštní zkouška) 41
  - 8.9.9** Přepěťová zkouška vinutí pro tlumivky k omezení proudu (výrobní kusová zkouška) 42
  - 8.9.10** Přepěťová zkouška izolace pro tlumivky k omezení proudu mezi nulovým bodem a zemí (výrobní kusová zkouška) 42
  - 8.9.11** Oteplovací zkouška při jmenovitém trvalém proudu (typová zkouška) 42
  - 8.9.12** Zkouška atmosférickým impulzem tlumivek k omezení proudu (typová zkouška) 43
  - 8.9.13** Zkouška zkratovým proudem (zvláštní zkouška) 43
  - 8.9.14** Měření hladiny akustického tlaku při jmenovitém trvalém proudu (zvláštní zkouška) 44
- Strana**
- 8.9.15** Měření vibrací při jmenovitém trvalém proudu (zvláštní zkouška) 44
- 8.9.16** Zkouška spínacím impulzem (zvláštní zkouška) 45
- 8.9.17** Zkouška atmosférickým impulzem do oboustranných konců (zvláštní zkouška) 45
- 8.9.18** Měření činitele vazby (zvláštní zkouška) 45
- 8.9.19** Přepěťová zkouška vinutí za deště (zvláštní zkouška) 45
- 8.9.20** Zkouška přiloženým střídavým výdržným napětím za deště (zvláštní zkouška) 45
- 8.9.21** Měření reaktance vinutí v případě tlumivek s jádrem se vzduchovou mezerou nebo magneticky stíněných s jádrem se vzduchovou mezerou (zvláštní zkouška) 45
- 8.10** Tolerance 46



- 8.10.1** Tolerance impedancí tlumivek bez kompenzace na vzájemnou vazbu 46
- 8.10.2** Tolerance impedance tlumivek s kompenzací vzájemné vazby 46
- 8.10.3** Tolerance ztrát 46
- 9** Filtrační, tlumicí a vybíjecí tlumivky zapojené s kondenzátory 46
  - 9.1** Všeobecně 46
  - 9.2** Konstrukce 47
  - 9.3** Termíny a definice 47
  - 9.4** Jmenovité údaje 48
    - 9.4.1** Jmenovitý proud při síťovém kmitočtu 48
    - 9.4.2** Jmenovité proudové spektrum 49
    - 9.4.3** Jmenovitý zapínací proud 49
    - 9.4.4** Jmenovitý zapínací kmitočet 49
    - 9.4.5** Jmenovitý vybíjecí proud 49
    - 9.4.6** Jmenovitý vybíjecí kmitočet 49
    - 9.4.7** Jmenovitý tepelný zkratový proud 49
    - 9.4.8** Trvání jmenovitého tepelného zkratového proudu 49
    - 9.4.9** Jmenovitý mechanický zkratový proud 50
    - 9.4.10** Jmenovitá indukčnost 50
    - 9.4.11** Činitel kvality 50
  - 9.5** Schopnost vydržet jmenovitý tepelný a jmenovitý mechanický zkratový proud 50
  - 9.6** Schopnost vydržet zapínací a vybíjecí proud 50
  - 9.7** Oteplení 51
    - 9.7.1** Oteplení při ekvivalentním proudu při jmenovitém kmitočtu 51
    - 9.7.2** Teplota v důsledku zatížení jmenovitým tepelným zkratovým proudem 51
  - 9.8** Izolační hladiny 51
    - 9.8.1** Všeobecně 51
    - 9.8.2** Izolační požadavky 51
  - 9.9** Výkonnostní štítky 51

## **9.10 Zkoušky 52**

### **9.10.1 Všeobecně 52**

### **9.10.2 Výrobní kusové zkoušky 52**

### **9.10.3 Typové zkoušky 52**

### **9.10.4 Zvláštní zkoušky 52**

### **9.10.5 Měření indukčnosti (výrobní kusová zkouška, typová zkouška) 52**

### **9.10.6 Měření ztrát a činitele kvality (výrobní kusová zkouška, typová zkouška) 53**

Strana

### **9.10.7 Přepěťová zkouška vinutí (výrobní kusová zkouška) 53**

### **9.10.8 Oteplovací zkouška při jmenovitém trvalém proudu (typová zkouška) 53**

### **9.10.9 Zkouška atmosférickým impulzem (typová zkouška) 54**

### **9.10.10 Zkouška zkratovým proudem (zvláštní zkouška) 54**

### **9.10.11 Měření hladiny akustického tlaku při jmenovitém trvalém proudu (zvláštní zkouška) 55**

### **9.10.12 Zkouška přiloženým střídavým výdržným napětím (zvláštní zkouška) 55**

### **9.10.13 Zkouška výdržným nabíjecím proudem (zvláštní zkouška) 56**

### **9.10.14 Zkouška vybíjecím proudem (zvláštní zkouška) 56**

### **9.10.15 Zkouška modifikovaným zkratovým/vybíjecím proudem (zvláštní zkouška) 56**

### **9.10.16 Zkouška mechanické rezonance (zvláštní zkouška) 56**

## **9.11 Tolerance 56**

### **9.11.1 Tolerance jmenovité indukčnosti 56**

### **9.11.2 Tolerance měřených ztrát a činitele kvality 56**

## **10 Zemní transformátory (tvoříče nulového bodu sítě) 56**

### **10.1 Všeobecně 56**

### **10.2 Konstrukce 57**

### **10.3 Termíny a definice 57**

### **10.4 Jmenovité údaje 59**

#### **10.4.1 Jmenovité napětí 59**

- 10.4.2** Maximální provozní napětí 59
- 10.4.3** Jmenovitá nulová složka impedance 59
- 10.4.4** Jmenovitý trvalý proud v nulovém bodě 59
- 10.4.5** Jmenovitý krátkodobý proud v nulovém bodě 59
- 10.4.6** Trvání jmenovitého krátkodobého proudu v nulovém bodě 59
- 10.4.7** Jmenovité napětí sekundárního vinutí 60
- 10.4.8** Další jmenovité hodnoty pro kombinaci zemní transformátor a zhášecí tlumivka 60
- 10.5** Schopnost vydržet jmenovitý krátkodobý proud v nulovém bodě 60
- 10.6** Oteplení 60
  - 10.6.1** Oteplení při jmenovitém napětí, jmenovitém trvalém proudu v nulovém bodě a jmenovitém výkonu sekundárního vinutí 60
  - 10.6.2** Teplota po jmenovitém krátkodobém zatížení proudem v nulovém bodě 60
- 10.7** Izolační hladiny 60
- 10.8** Výkonnostní štítky 60
- 10.9** Zkoušky 61
  - 10.9.1** Všeobecně 61
  - 10.9.2** Výrobní kusové zkoušky 61
  - 10.9.3** Typové zkoušky 62
  - 10.9.4** Zvláštní zkoušky 62
  - 10.9.5** Měření impedance nulové složky (výrobní kusová zkouška) 62
  - 10.9.6** Oteplovací zkouška (typová zkouška) 62
  - 10.9.7** Dielektrické zkoušky (výrobní kusová zkouška, typová zkouška) 63
  - 10.9.8** Důkaz schopnosti vydržet jmenovitý krátkodobý proud v nulovém bodě (zvláštní zkouška) 63
  - 10.9.9** Měření ztrát při jmenovitém trvalém proudu v nulovém bodě (zvláštní zkouška) 64
  - 10.9.10** Měření proudu v nulovém bodě s trojfázovým napájením při podmínce jednofázové poruchy (typová zkouška) 64
- 10.10** Tolerance 65

- 11 Zhášecí tlumivky 65**
- 11.1 Všeobecně 65**
- 11.2 Konstrukce 65**
- 11.3 Termíny a definice 65**
- 11.4 Jmenovité údaje 66**
  - 11.4.1 Jmenovité napětí 66**
  - 11.4.2 Maximální trvalé napětí 66**
  - 11.4.3 Jmenovitý proud 66**
  - 11.4.4 Trvání jmenovitého proudu 66**
  - 11.4.5 Rozsah nastavení 66**
  - 11.4.6 Pomocné vinutí 66**
  - 11.4.7 Sekundární vinutí 67**
  - 11.4.8 Linearita zhášecí tlumivky 67**
- 11.5 Oteplení 67**
- 11.6 Izolační hladiny 67**
- 11.7 Výkonnostní štítky 67**
- 11.8 Zkoušky 68**
  - 11.8.1 Všeobecně 68**
  - 11.8.2 Výrobní kusové zkoušky 68**
  - 11.8.3 Typové zkoušky 68**
  - 11.8.4 Zvláštní zkoušky 68**
  - 11.8.5 Měření proudu při jmenovitém napětí (typová zkouška), měření proudu (výrobní kusová zkouška) 68**
  - 11.8.6 Měření napětí naprázdno pomocných nebo sekundárních vinutí (výrobní kusová zkouška) 69**
  - 11.8.7 Oteplovací zkouška (typová zkouška) 69**
  - 11.8.8 Dielektrické zkoušky (výrobní kusová zkouška, typová zkouška) 69**
  - 11.8.9 Měření ztrát (zvláštní zkouška) 69**
  - 11.8.10 Měření linearity (zvláštní zkouška) 70**

- 11.8.11** Měření hladiny akustického tlaku (zvláštní zkouška) 70
- 11.8.12** Zkoušky odolnosti mechanismu regulace indukčnosti (zvláštní zkouška) 70
- 11.8.13** Zkouška odolnosti proti dynamickému působení jmenovitého proudu (zvláštní zkouška) 70
- 11.9** Tolerance 70
- 12** Vyhlažovací tlumivky 71
  - 12.1** Všeobecně 71
  - 12.2** Konstrukce 71
  - 12.3** Termíny a definice 71
  - 12.4** Jmenovité údaje 72
    - 12.4.1** Jmenovité napětí 72
    - 12.4.2** Maximální provozní napětí 72
    - 12.4.3** Jmenovitý trvalý stejnosměrný proud 72
    - 12.4.4** Spektrum jmenovitého trvalého proudu 72
    - 12.4.5** Krátkodobý proud přetížení, proudové spektrum a trvání proudu nebo pracovní cyklus 72
    - 12.4.6** Jmenovitý proud přechodné poruchy 72
    - 12.4.7** Jmenovitá přírůstková indukčnost 72
    - 12.4.8** Linearita vyhlazovací tlumivky 73
    - 12.4.9** Dodatečné požadavky na tlumivky s vinutími přímo chlazenými kapalinou 73
  - 12.5** Oteplení 73
  - 12.6** Izolační hladiny 73
    - 12.6.1** Hladiny atmosférického impulzu 73
    - 12.6.2** Hladiny spínacího impulzu 73
    - 12.6.3** Hladina přiloženého stejnosměrného výdržného napětí 73
    - 12.6.4** Hladina výdržného napětí při reverzaci polarity 73
    - 12.6.5** Hladina přiloženého střídavého výdržného napětí 73
  - 12.7** Výkonnostní štítky 74

## **12.8 Zkoušky 74**

### **12.8.1 Všeobecně 74**

### **12.8.2 Výrobní kusové zkoušky 74**

### **12.8.3 Typová zkouška 75**

### **12.8.4 Zvláštní zkoušky 75**

### **12.8.5 Měření přírůstkové indukčnosti (výrobní kusová zkouška) 75**

### **12.8.6 Měření ztrát harmonických proudů a výpočet celkových ztrát (výrobní kusová zkouška) 76**

### **12.8.7 Zkouška přiloženým střídavým výdržným napětím (výrobní kusová zkouška) 76**

### **12.8.8 Zkouška přiloženým stejnosměrným výdržným napětím pro tlumivky ponořené do kapaliny (výrobní kusová zkouška) 77**

### **12.8.9 Zkouška výdržným napětím při reverzaci polarity pro tlumivky ponořené v kapalině (výrobní kusová zkouška) 77**

### **12.8.10 Zkouška atmosférickým impulzem (výrobní kusová zkouška) 78**

### **12.8.11 Zkouška spínacím impulzem (výrobní kusová zkouška, typová zkouška) 78**

### **12.8.12 Zkouška přiloženým stejnosměrným výdržným napětím za deště pro tlumivky suchého typu (typová zkouška) 78**

### **12.8.13 Oteplovací zkouška (typová zkouška) 79**

### **12.8.14 Měření hladiny akustického tlaku (zvláštní zkouška) 79**

### **12.8.15 Měření vysokofrekvenční impedance (zvláštní zkouška) 80**

### **12.8.16 Zkouška těsnosti obvodu chladicí kapaliny pro tlumivky s vinutími přímo chlazenými kapalinou (výrobní kusová zkouška) 80**

### **12.8.17 Měření poklesu tlaku u tlumivek s přímým chlazením vinutí kapalinou (typová zkouška) 80**

### **12.8.18 Zkouška proudem přechodné poruchy (zvláštní zkouška) 80**

### **12.8.19 Zkouška kusou vlnou tlumivek ponořených do kapaliny (zvláštní zkouška) 81**

## **12.9 Tolerance 81**

### **Příloha A (informativní) Informace o spínání kompenzační tlumivky a o zvláštních použitích 82**

### **Příloha B (informativní) Magnetizační charakteristiky tlumivek 84**

**Příloha C** (informativní) Vzájemná reaktance, činitel vazby a ekvivalentní reaktance trojfázových tlumivek 90

**Příloha D** (informativní) Korekce ztrát na teplotu pro tlumivky ponořené do oleje s jádrem se vzduchovou mezerou a magneticky stíněným jádrem se vzduchovou mezerou 93

**Příloha E** (normativní) Zkouška přepětím mezizávitové izolace pro tlumivky suchého typu 94

**Příloha F** (informativní) Zkratová zkouška 96

**Příloha G** (informativní) Odpor – Charakteristiky, přesný popis a zkoušky 97

**Příloha ZA** (normativní) Normativní odkazy na mezinárodní publikace a na jim příslušející evropské publikace 100

Bibliografie 99

Strana

Obrázek 1 – Typy magnetizačních charakteristik tlumivek 18

Obrázek 2 – Parametry pro nelineární magnetizační charakteristiku 18

Obrázek 3 – Měření vzájemné reaktance trojfázových tlumivek nebo skupiny tří jednofázových tlumivek 28

Obrázek 4 – Zkušební obvod fáze – zem pro jednofázové buzení 29

Obrázek 5 – Zkušební obvod fáze – fáze pro jednofázové buzení 29

Obrázek 6 – Obvod pro jednofázové buzení tlumivek s magnetickým stíněním pro nulovou složku toku 30

Obrázek 7 – Měření vzájemné reaktance pro trojfázové tlumivky nebo skupinu tří jednofázových tlumivek 45

Obrázek 8 – Jednofázový zkušební obvod s uzemněným nulovým bodem 64

Obrázek 9 – Jednofázový zkušební obvod s uzemněným zdrojem napětí 64

Obrázek 10 – Měřicí obvod pro stanovení přírůstkové indukčnosti dvou identických vyhlazovacích tlumivek 76

Obrázek 11 – Charakteristika reverzace zkušební napětí 77

Obrázek B.1 – Znázornění tvarů vln sdruženého toku a proudu se sinusovým napětím aplikovaným na tlumivku s nelineární magnetizační charakteristikou podle obrázku B.6 85

Obrázek B.2 – Obvod pro měření magnetizační charakteristiky podle B.7.1 87

Obrázek B.3 – Ekvivalentní obvod se zkratovanou tlumivkou 87

Obrázek B.4 – Průběhy naměřených proudů při stejnosměrném nabíjení a vybíjení 88

Obrázek B.5 – Vypočítaný sdružený tok během periody vybíjení (viz rovnice B7 a B9) 89

Obrázek B.6 – Magnetizační charakteristika 89

Obrázek C.1 – Ekvivalentní schéma trojfázové tlumivky včetně magnetické vazby mezi fázemi 90

Obrázek E.1 – Zkušební obvod pro zkoušku přepětím mezizávitové izolace a příklady oscilogramů ..95

Tabulka 1 – Teplotní meze pro svorky vinutí tlumivek suchého typu 21

Tabulka 2 – Tolerance 65

Tabulka 3 – Tolerance 70

Tabulka C.1 – Poměry reaktancí a toků pro tlumivky s rovnoměrnou magnetickou vazbou 91

Tabulka C.2 – Vazební hodnoty pro tlumivky s nerovnoměrnou magnetickou vazbou 92

## Úvod

Tato část IEC 60076 poskytuje základ pro technické podmínky a zkoušky typů tlumivek uvedených v přehledu. Tento dokument rovněž obsahuje některé důležité informace o použití určitého druhu tlumivek a tím může pomoci při přípravě jejich technické specifikace.

Všude tam, kde je to možné, jsou uvedeny odkazy na technické odstavce v jiných částech IEC 60076, které se týkají výkonových transformátorů. Protože tlumivky ze své podstaty obsahují některé základní rozdíly proti transformátorům, tak se tyto rozdíly rovněž týkají specifikací, zkoušek a použití tlumivek. Tyto rozdíly jsou pojednávány v této části IEC 60076.

Kapitoly 1 až 6 tvoří obecné části dokumentu, které jsou platné pro všechny typy tlumivek. Každá z kapitol 7 až 12 se zabývá jenom určitým typem tlumivky. Všeobecně platí, že pouze jedna z kapitol 7 až 12 bude aplikovatelná na určitou tlumivku.

Tato část IEC 60076 obsahuje více než jednu kapitolu definic. Obecné definice uvedené v kapitole 3 jsou platné pro celý dokument. Každá z kapitol 7 až 12, která se zabývá určitým typem tlumivky, obsahuje část definic platných a použitelných pro danou kapitolu.

Kapitoly 7 až 12 mají stejnou strukturu. V této struktuře článek týkající se jmenovitých hodnot poskytuje nezbytné minimum informací, které zákazník musí dodat se specifikací tlumivky. Články týkající se zkoušek v každé kapitole definují zkoušky, které mohou být aplikovány na konkrétní typ tlumivky; tyto články mohou zahrnovat některé dodatečné zkoušky, které musí být odsouhlaseny v době objednávky.

Přílohy A, B, C, D, F a G obsahují další informace pro určité použití tlumivky a zkoušky. Příloha E popisuje dielektrické zkoušky mezizávitové izolace.

Tato část IEC 60076 se týká jak suchých tlumivek tak tlumivek ponořených do kapaliny; kde se kapitoly nebo články týkají pouze jednoho typu, je to jasně zdůrazněno.

Kde je to možné, požadavky této části IEC 60076 jsou shodné s ekvivalentní normou IEEE.

## 1 Rozsah platnosti



Tato část IEC 60076 zahrnuje následující typy tlumivek:

- kompenzační tlumivky;
- sériové tlumivky včetně tlumivek k omezení proudu, tlumivek k omezení proudu mezi nulovým bodem a zemí, tlumivek pro řízení toku výkonu, startovacích tlumivek motoru, sériových tlumivek pro obloukové pece;
- filtrační (ladicí) tlumivky;
- tlumivky pro tlumení kondenzátorů;
- vybíjecí tlumivky kondenzátorů;
- uzemňovací transformátory (spojky nulového bodu);
- zhášecí tlumivky;
- vyhlazovací tlumivky pro stejnosměrné sítě a průmyslové použití;

s výjimkou následujících tlumivek:

- se jmenovitým výkonem menším než 1 kVAr jednofázových a 5 kVAr trojfázových;
- pro speciální účely jako vysokofrekvenční zádrže na vedení nebo tlumivek montovaných do trakčních vozidel.

V případě, že neexistují normy IEC pro malé nebo speciální tlumivky, lze použít tuto část IEC 60076 buď celou nebo v části.

Konec náhledu - text dále pokračuje v placené verzi ČSN.