

© Copyright SEK. Reproduction in any form without permission is prohibited.

Krafttransformatorer – Del 12: Torrisolerade krafttransformatorer – Belastbarhet

*Power transformers –
Part 12: Loading guide for dry-type power transformers*

Denna svenska standard innehåller den engelska texten i nedan angiven IEC-publikation, utarbetad inom International Electrotechnical Commission, IEC:

- **IEC 60076-12, First edition, 2008 - Power transformers - Part 12: Loading guide for dry-type power transformers**

Nationellt förord

Tidigare fastställd svensk standard SS-IEC 905, utgåva 1, 1989, gäller ej fr o m 2013-05-08.

Standarder underlättar utvecklingen och höjer elsäkerheten

Det finns många fördelar med att ha gemensamma tekniska regler för bl a säkerhet, prestanda, dokumentation, utförande och skötsel av elprodukter, elanläggningar och metoder. Genom att utforma sådana standarder blir säkerhetskraven tydliga och utvecklingskostnaderna rimliga samtidigt som marknadens acceptans för produkten eller tjänsten ökar.

Många standarder inom elområdet beskriver tekniska lösningar och metoder som åstadkommer den elsäkerhet som föreskrivs av svenska myndigheter och av EU.

SEK är Sveriges röst i standardiseringsarbetet inom elområdet

SEK Svensk Elstandard svarar för standardiseringen inom elområdet i Sverige och samordnar svensk medverkan i internationell och europeisk standardisering. SEK är en ideell organisation med frivilligt deltagande från svenska myndigheter, företag och organisationer som vill medverka till och påverka utformningen av tekniska regler inom elektrotekniken.

SEK samordnar svenska intressenters medverkan i SEKs tekniska kommittéer och stödjer svenska experters medverkan i internationella och europeiska projekt.

Stora delar av arbetet sker internationellt

Utformningen av standarder sker i allt väsentligt i internationellt och europeiskt samarbete. SEK är svensk nationalkommitté av International Electrotechnical Commission (IEC) och Comité Européen de Normalisation Electrotechnique (CENELEC).

Standardiseringsarbetet inom SEK är organiserat i referensgrupper bestående av ett antal tekniska kommittéer som speglar hur arbetet inom IEC och CENELEC är organiserat.

Arbetet i de tekniska kommittéerna är öppet för alla svenska organisationer, företag, institutioner, myndigheter och statliga verk. Den årliga avgiften för deltagandet och intäkter från försäljning finansierar SEKs standardiseringsverksamhet och medlemsavgift till IEC och CENELEC.

Var med och påverka!

Den som deltar i SEKs tekniska kommittéarbete har möjlighet att påverka framtida standarder och får tidig tillgång till information och dokumentation om utvecklingen inom sitt teknikområde. Arbetet och kontakterna med kollegor, kunder och konkurrenter kan gynnsamt påverka enskilda företags affärsutveckling och bidrar till deltagarnas egen kompetensutveckling.

Du som vill dra nytta av dessa möjligheter är välkommen att kontakta SEKs kansli för mer information.

SEK Svensk Elstandard

Box 1284
164 29 Kista
Tel 08-444 14 00
www.elstandard.se

CONTENTS

INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	7
4 Effect of loading beyond nameplate rating	8
4.1 General.....	8
4.2 General consequences.....	8
4.3 Effects and hazards of short-time emergency loading.....	8
4.4 Effects of long-time emergency loading	9
5 Ageing and transformer insulation lifetime	9
5.1 General.....	9
5.2 Lifetime	9
5.3 Relation between constant continuous load and temperature	10
5.4 Ageing rate.....	11
5.5 Lifetime consumption	11
5.6 Hot-spot temperature in steady state.....	11
5.7 Assumed hot-spot factor.....	12
5.8 Hot-spot temperature rises at varying ambient temperature and load conditions.....	12
5.9 Loading equations	12
5.9.1 Continuous loading.....	12
5.9.2 Transient loading.....	13
5.10 Determination of winding time constant	14
5.10.1 General	14
5.10.2 Time constant calculation method.....	14
5.10.3 Time constant test method.....	15
5.11 Determination of winding time constant according to empirical constant.....	15
5.12 Calculation of loading capability	15
6 Limitations.....	17
6.1 Current and temperature limitations.....	17
6.2 Other limitations	17
6.2.1 Magnetic leakage field in structural metallic parts.....	17
6.2.2 Accessories and other considerations.....	17
6.2.3 Transformers in an enclosure	18
6.2.4 Outdoor ambient conditions	18
Annex A (informative) Ageing rate	19
Annex B (informative) Examples of lifetime consumptions for 3 load regimes.....	24
Annex C (informative) List of symbols	33
Bibliography.....	35
Figure A.1 – Molecule structure of an epoxy	19
Figure A.2 – Thermal endurance graph	22
Figure B.1 – Step change loading curve.....	25
Figure B.2 – Hot-spot temperature rise and life consumption	27

Figure B.3 – Load current and winding hot-spot temperature rise.....	30
Figure B.4 – Ageing rate versus time	30
Table 1 – Constants for lifetime equation	10
Table 2 – Maximum hot-spot winding temperature	16
Table 3 – Current and temperature limits applicable to loading beyond nameplate rating	17
Table B.1 – Lifetime consumption calculations	26
Table B.2 – Life consumption calculations for varying load	29
Table B.3 – Life consumption calculation	31

INTRODUCTION

This part of IEC 60076 provides guidance for the specification and loading of dry type power transformers from the point of view of operating temperatures and thermal ageing. It provides the consequence of loading above the nameplate rating and guidance for the planner to choose appropriate rated quantities and loading conditions for new installations.

IEC 60076-11 is the basis for contractual agreements and it contains the requirements and tests relating to temperature-rise figures for dry type power transformers during continuous rated loading. It should be noted that IEC 60076-11 refers to the average winding temperature rise while this part of IEC 60076 refers mainly to the hot-spot temperature and the latter stated values are provided only for guidance.

This part of IEC 60076 gives mathematical models for judging the consequence of different loading, with different temperatures of the cooling medium, and with transient or cyclical variation with time. The models provide for the calculation of operating temperatures in the transformer, particularly the temperature of the hottest part of the winding. This hot-spot temperature is used for estimation of the number of hours of life time consumed during a particular time period.

This part of IEC 60076 further presents recommendations for limitations of permissible loading according to the results of temperature calculations or measurements. These recommendations refer to different types of loading duty – continuous loading, short-time and long time emergency loading. An explanation of ageing fundamentals is given in Annex A.

POWER TRANSFORMERS –

Part 12: Loading guide for dry-type power transformers

1 Scope

This part of IEC 60076 is applicable to dry-type transformers according to the scope of IEC 60076-11. It provides the means to estimate ageing rate and consumption of lifetime of the transformer insulation as a function of the operating temperature, time and the loading of the transformer.

NOTE For special applications such as wind turbine application transformers, furnace transformers, welding machine transformers, and others, the manufacturer should be consulted regarding the particular loading profile.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60076-11, *Power transformers – Part 11: Dry-type transformers*

IEC 60216-1, *Electrical insulating materials – Properties of thermal endurance – Part 1: Ageing procedures and evaluation of test results*

IEC 61378-1:1997, *Convertor transformers – Part 1: Transformers for industrial applications*