

ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA

ICS 17.220.20; 19.080 **Říjen 2011**

Technika zkoušek vysokým napětím –
Část 2: Měřicí systémy

ČSN
EN 60060-2
ed. 2
34 5640

idt IEC 60060-2:2010

High-voltage test techniques –
Part 2: Measuring systems

Techniques des essais a haute tension –
Partie 2: Systemes de mesure

Hochspannungs-Prüftechnik –
Teil 2: Messsysteme

Tato norma je českou verzí evropské normy EN 60060-2:2011. 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 Standard EN 60060-2:2011. It was translated by Czech Office for Standards, Metrology and Testing. It has the same status as the official version.

Nahrazení předchozích norem

S účinností od 2014-01-01 se touto normou nahrazuje ČSN EN 60060-2 (34 5640) z listopadu 1997, která do uvedeného data platí souběžně s touto normou.

Národní předmluva

Upozornění na používání této normy

Souběžně s touto normou se může do 2014-01-01 používat dosud platná ČSN EN 60060-2 (34 5640) z listopadu 1997, v souladu s předmlouvou k EN 60060-2:2010.

Změny proti předchozím normám

Text této normy oproti původní má nové základní rozvržení a je aktualizován a vylepšen tak, aby byla norma snadněji použitelná. Norma byla revidována v souladu s IEC 60060-1 a byl rozšířen postup odhadu nejistoty měření.

Informace o citovaných normativních dokumentech

IEC 60052 zavedena v ČSN EN 60052 (34 5651) Měření napětí pomocí normalizovaných vzduchových

jiskřišť (idt EN 60052:2002, IEC 60052:2002)

IEC 60060-1 zavedena v ČSN EN 60060-1 (33 5640) Technika zkoušek vysokým napětím – Část 1: Obecné definice a požadavky na zkoušky (idt EN 60060-1:2010, idt IEC 60060-1:2010)

IEC 61083-1 zavedena v ČSN EN 61083-1 ed. 2 (34 5649) Přístroje a programové vybavení pro měření při zkouškách impulzy vysokého napětí – Část 1: Požadavky na přístroje (idt EN 61083-1:2002, IEC 61083-1:2002)

IEC 61083-2 zavedena v ČSN EN 61083-2 (34 5649) Číslicové zapisovače pro měření při zkouškách impulzy vysokého napětí – Část 2: Vyhodnocení programu použitého pro určení parametrů tvaru vlny (idt EN 61083-2:1997, IEC 61083-2:1996)

Pokyn ISO/IEC 98-3:2008 zaveden v TNI 01 4109-3:2011 (01 4109) Nejistoty měření – Část 3: Pokyn pro vyjádření nejistoty měření (GUM:1995) (Pokyn ISO/IEC 98.3)

Informativní údaje z IEC 60060-2:2010

Mezinárodní norma IEC 60060-2 byla připravena technickou komisí IEC TC 42: Technika vysokonapěťových a silnoproudých zkoušek.

Toto třetí vydání IEC 60060-2 ruší a nahrazuje druhé vydání publikované v roce 1994 a zakládá technickou revizi.

Text této normy vychází z těchto dokumentů:

FDIS	Zpráva o hlasování
42/281/FDIS	42/287/RVD

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

Seznam všech částí souboru IEC 60060, pod obecným názvem Technika vysokonapěťových a silnoproudých zkoušek lze nalézt na webových stránkách IEC.

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

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

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

Související normy

ČSN IEC 60050-300:2000 (33 0050) Mezinárodní elektrotechnický slovník – Elektrická a elektronická měření a měřicí přístroje – Část 311: Všeobecné termíny měření – Část 312: Všeobecné termíny elektrického měření – Část 313: Typy elektrických měřicích přístrojů – Část 314: Zvláštní termíny podle typu přístroje

ČSN IEC 50(321):2000 (33 0050) Mezinárodní elektrotechnický slovník – Část 321: Měřicí

transformátory

ČSN IEC 60051 (35 6203) Elektrické měřicí přístroje přímopůsobící ukazovací analogové a jejich příslušenství

ČSN EN 60060-3:2006 (34 5640) Technika zkoušek vysokým napětím – Část 3: Definice a požadavky na zkoušky na místě (idt EN 60060-3:2006, idt IEC 60060-3:2006)

ČSN EN 60071-1:2006 (33 0419) Koordinace izolace – Část 1: Definice, principy a pravidla

ČSN EN 60270 (34 5641) Technika zkoušek vysokým napětím – Měření částečných výbojů

ČSN EN 62475 (34 5652) Technika zkoušek vysokým napětím – Definice a požadavky na zkušební proudy a měřicí systémy

ČSN EN ISO/IEC 17025:2005 (01 5253) Posuzování shody – Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří

Vypracování normy

Zpracovatel: EGU-HV Laboratory a. s., 190 11 Praha 9 – Běchovice, IČ 25634330, Ing. Jan Lachman, Ph.D.

Technická normalizační komise: TNK 97 Elektroenergetika

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

EVROPSKÁ NORMA EN 60060-2
EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM Leden 2011

ICS 17.220.20; 19.080 Nahrazuje EN 60060-2:1994+A11:1998

Technika zkoušek vysokým napětím -
Část 2: Měřicí systémy
(IEC 60060-2:2010)

High-voltage test techniques –
Part 2: Measuring systems
(IEC 60060-2:2010)

Techniques des essais a haute tension –
Partie 2: Systemes de mesure
(CEI 60060-2:2010)

Hochspannungs-Prüftechnik –
Teil 2: Messsysteme
(IEC 60060-2:2010)

Tato evropská norma byla schválena CENELEC 2011-01-01. 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, Bulharska, České republiky, Dánska, Estonska, Finska, Francie, Chorvatska, 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.

CENELEC

Evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
Řídící centrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brusel

© 2011 CENELEC Veškerá práva pro využití v jakékoli formě a jakýmkoli prostředky jsou celosvětově vyhrazena členům CENELEC.
Ref. č. EN 60060-2:2011 E

Předmluva

Text dokumentu 42/281/FDIS, budoucího 3. vydání IEC 60060-2, vypracovaný v technické komisi IEC TC 42, Technika vysokonapěťových a silnoproudých zkoušek, byl předložen IEC-CENELEC k paralelnímu hlasování a byl schválen CENELEC jako EN 60060-2 dne 2011-01-01.

Tato evropská norma nahrazuje EN 60060-2:1994 + A11:1998.

Nejdůležitější technické změny s ohledem na EN 60060-2:1994 + A11:1998 jsou následující:

- a. Základní rozvržení a text byly aktualizovány a vylepšeny tak, aby byla norma snadněji použitelná.
- b. Norma byla revidována v souladu s IEC 60060-1.
- c. Postup odhadu nejistoty měření byl rozšířen.

Upozorňuje se na možnost, že některé prvky tohoto dokumentu mohou být předmětem patentových práv. CEN a CENELEC nelze činit odpovědnými za identifikaci libovolného patentového práva nebo všech takových patentových práv.

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) 2011-10-01
- nejzazší datum zrušení národních norem, které jsou s EN v rozporu (dow) 2014-01-01

Přílohu ZA doplnil CENELEC.

Oznámení o schválení

Text mezinárodní normy IEC 60060-2:2010 byl schválen CENELEC jako evropská norma bez jakýchkoliv modifikací.

1	Rozsah platnosti	11
2	Citované normativní dokumenty	11
3	Termíny a definice	12
3.1	Měřicí systémy	12
3.2	Součásti měřicího systému	12
3.3	Konstanty	13
3.4	Jmenovité hodnoty	14
3.5	Definice vztahující se k dynamickému chování	14
3.6	Definice vztahující se k nejistotě	15
3.7	Definice vztahující se ke zkouškám měřicích systémů	17
4	Postupy pro kvalifikaci a použití měřicích systémů	17
4.1	Obecné principy	17
4.2	Plán provozních zkoušek	18
4.3	Plán provozních kontrol	18
4.4	Požadavky na zápis o vlastnostech	18
4.4.1	Obsah zápisu o vlastnostech	18
4.4.2	Výjimky	19
4.5	Provozní podmínky	19
4.6	Nejistota	19
5	Zkoušky a zkušební požadavky na osvědčený měřicí systém a jeho součásti	20
5.1	Obecné požadavky	20
5.2	Kalibrace – Stanovení konstanty	20
5.2.1	Kalibrace měřicího systému srovnáním s referenčním měřicím systémem (upřednostňovaná metoda)	20
5.2.2	Stanovení konstanty měřicího systému z konstant jeho součástí (alternativní metoda)	23
5.3	Zkouška linearity	23

5.3.1	Použití	23
5.3.2	Alternativní metody v pořadí podle vhodnosti	24
5.4	Dynamické chování	25
5.4.1	Obecně	25
5.4.2	Stanovení amplitudově-kmitočtové odezvy	25
5.4.3	Referenční metoda pro impulzní napěťové měřicí systémy	25
5.5	Krátkodobá stabilita	25
5.6	Dlouhodobá stabilita	26
5.7	Vliv okolní teploty	26
5.8	Vliv vzdálenosti	26
5.9	Vliv programového vybavení (software)	27
5.10	Nejistota výpočtu konstanty	27
5.10.1	Všeobecně	27
5.10.2	Nejistota kalibrace	27
5.10.3	Nejistota měření při použití osvědčeného měřicího systému	28
5.11	Výpočet nejistoty měření časových parametrů (pouze impulzní napětí)	28
5.11.1	Všeobecně	28
5.11.2	Nejistota časového parametru při kalibraci	28
5.11.3	Nejistota měření časového parametru při použití osvědčeného měřicího systému	30
5.12	Zkouška rušení (přenosový systém a přístroje pro měření impulzního napětí)	30
5.13	Výdržné zkoušky převodního zařízení	30
6	Měření stejnosměrného napětí	31
6.1	Požadavky na osvědčený měřicí systém	31
6.1.1	Všeobecně	31
6.1.2	Příspěvky nejistoty	31
6.1.3	Požadavek na převodní zařízení	31
6.1.4	Dynamické chování při měření změn napětí	31

- 6.2** Zkoušky na osvědčeném měřicím systému 31
- 6.3** Provozní kontrola 32
 - 6.3.1** Všeobecně 32
 - 6.3.2** Srovnáním s osvědčeným měřicím systémem 32
 - 6.3.3** Kontrola konstant součástí 33
- 6.4** Měření amplitudy zvlnění 33
 - 6.4.1** Požadavky 33
 - 6.4.2** Příspěvky nejistoty 33
 - 6.4.3** Kalibrace a zkoušky na osvědčeném měřicím systému napětí se zvlněním 33
 - 6.4.4** Měření konstanty při kmitočtu zvlnění 33
 - 6.4.5** Dynamické chování při amplitudově-kmitočtové odezvě 33
 - 6.4.6** Provozní kontrola měřicího systému zvlnění 33
- 7** Měření střídavého napětí 34
 - 7.1** Požadavky na osvědčený měřicí systém 34
 - 7.1.1** Všeobecně 34
 - 7.1.2** Příspěvky nejistoty 34
 - 7.1.3** Dynamické chování 34
 - 7.2** Zkoušky na osvědčeném měřicím systému 36
 - 7.3** Zkouška dynamického chování 36
 - 7.4** Provozní kontrola 36
 - 7.4.1** Všeobecně 36
 - 7.4.2** Srovnání s osvědčeným měřicím systémem 36
 - 7.4.3** Kontrola konstant součástí 36
- 8** Měření atmosférického impulzního napětí 37
 - 8.1** Požadavky na osvědčený měřicí systém 37
 - 8.1.1** Všeobecně 37
 - 8.1.2** Příspěvky nejistoty 37
 - 8.1.3** Požadavky na měřicí zařízení 37

8.1.4 Dynamické chování 37

8.1.5 Připojení ke zkoušenému předmětu 37

8.2 Zkoušky na osvědčeném měřicím systému 37

8.3 Provozní zkouška na měřicích systémech 38

8.3.1 Referenční metoda (upřednostňovaná) 38

Strana

8.3.2 Alternativní doplňující metody na základě měření odezvy na skok v souladu s přílohou C 39

8.4 Dynamické chování 39

8.4.1 Srovnání s referenčním měřicím systémem (upřednostňováno) 39

8.4.2 Alternativní metoda založená na parametrech odezvy na skok (příloha C) 39

8.5 Provozní kontrola 39

8.5.1 Kontrola konstanty srovnáním s osvědčeným měřicím systémem 39

8.5.2 Kontrola konstant součástí 40

8.5.3 Kontrola dynamického chování referenčního záznamu 40

9 Měření spínacího impulzního napětí 40

9.1 Požadavky na osvědčený měřicí systém 40

9.1.1 Všeobecně 40

9.1.2 Příspěvky nejistoty 40

9.1.3 Požadavky na měřicí přístroj 40

9.1.4 Dynamické chování 40

9.1.5 Připojení ke zkoušenému předmětu objektu 40

9.2 Zkoušky na osvědčeném měřicím systému 40

9.3 Provozní zkouška na měřicích systémech 41

9.3.1 Referenční metoda (upřednostňovaná) 41

9.3.2 Alternativní doplňující metody na základě měření odezvy 41

9.4 Zkouška dynamického chování srovnáním 41

9.5 Provozní kontrola 41

9.5.1 Kontrola konstanty srovnáním s osvědčeným měřicím systémem 41

9.5.2	Kontrola konstant součástí	41
9.5.3	Kontrola dynamického chování prostřednictvím referenčního záznamu	42
10	Referenční měřicí systémy	43
10.1	Požadavky na referenční měřicí systémy	43
10.1.1	Stejnoseměrné napětí	43
10.1.2	Střídavé napětí	43
10.1.3	Plné a useknuté atmosférické a spínací impulzní napětí	43
10.2	Kalibrace referenčního měřicího systému	43
10.2.1	Všeobecně	43
10.2.2	Referenční metoda: Srovnávací měření	43
10.2.3	Alternativní metoda pro impulzní napětí: Měření konstanty a vyhodnocení parametrů odezvy na skok	43
10.3	Interval mezi následnými kalibracemi referenčních měřicích systémů	43
10.4	Použití referenčních měřicích systémů	43
Příloha A	(informativní) Nejistota měření	44
Příloha B	(informativní) Příklady výpočtu nejistot měření při měření vysokých napětí	50
Příloha C	(informativní) Měření odezvy na skok	57
Příloha D	(informativní) Metoda konvoluce pro stanovení dynamického chování systému na základě měření odezvy na skok	61
	Bibliografie	63
Příloha ZA	(normativní) Normativní odkazy na mezinárodní publikace a na jim příslušející evropské publikace	64
Obrázek 1	- Amplitudově-kmitočtová odezva s příklady mezních kmitočtů (f_1 ; f_2)	14
Obrázek 2	- Kalibrace porovnáním v celém přiřazeném rozsahu měření	21
		Strana
Obrázek 3	- Příspěvky nejistot kalibrace (příklad s minimálně pěti hladinami napětí)	22
Obrázek 4	- Kalibrace porovnáním v omezeném napěťovém rozsahu s dodatečnou zkouškou linearity	22
Obrázek 5	- Zkouška linearity měřicího systému s lineárním zařízením v rozšířeném rozsahu napětí	24
Obrázek 6	- Vystínovaná oblast pro přijatelné normalizované amplitudově-kmitočtové odezvy měřicích	

systemů stanovených k jednotlivým základním kmitočtům f_{nom} (mají být zkoušeny v rozsahu (1 ...7) f_{nom}) 35

Obrázek 7 - Vystínovaná oblast pro přijatelné normalizované amplitudově-kmitočtové odezvy měřicích systémů stanovených k jednotlivým základním kmitočtům f_{nom1} až f_{nom2} (mají být zkoušeny v rozsahu f_{nom1} až $7 f_{nom2}$) 35

Obrázek A.1 - Normální rozdělení pravděpodobností $p(x)$ 49

Obrázek A.2 - Pravoúhlé rozdělení pravděpodobností $p(x)$ 49

Obrázek B.1 - Srovnání mezi zkoušeným systémem X a referenčním systémem N 56

Obrázek B.2 - Odchylka doby čela $DT_{1,j}$ systému X vztažená k referenčnímu měřicímu systému N a jejich střední hodnota DT_{1m} v rozsahu $T_1 = 0,8 \text{ ms} \dots\dots 1,6 \text{ ms}$ 56

Obrázek C.1 - Definice parametrů odezvy na skok 59

Obrázek C.2 - Jednotková odezva na skok $g(t)$ ukazující počáteční zkreslení doby počátečního zkreslení T_0 60

Obrázek C.3 - Vhodné obvody pro měření odezvy na skok 60

Tabulka 1 - Zkoušky požadované pro osvědčený měřicí systém pro měření stejnosměrného napětí 32

Tabulka 2 - Požadované zkoušky a doporučené hranice pro příspěvky nejistoty při měření zvlnění 33

Tabulka 3 - Zkoušky požadované pro osvědčený měřicí systém pro měření střídavého napětí 36

Tabulka 4 - Zkoušky požadované pro osvědčený měřicí systém pro měření atmosférického impulzního napětí 38

Tabulka 5 - Zkoušky požadované pro osvědčený měřicí systém pro měření spínacích impulzů 42

Tabulka 6 - Doporučené parametry odezvy pro referenční měřicí systémy impulzního napětí 43

Tabulka A.1 - Koeficient rozšíření k pro efektivní stupně volnosti n_{eff} ($p = 95,45 \%$) 48

Tabulka A.2 - Schéma bilance nejistoty 48

Tabulka B.1 - Výsledek porovnávacího měření při jedné hladině napětí 51

Tabulka B.2 - Souhrn výsledků pro $h = 5$ hladin napětí ($V_{xmax} = 500 \text{ kV}$) 51

Tabulka B.3 - Bilance nejistoty přiřazené konstanty F_x 52

Tabulka B.4 - Bilance nejistoty přiřazené konstanty F 54

Tabulka B.5 - Výsledky kalibrace doby čela T_1 a její odchylky 55

Tabulka B.6 - Bilance nejistoty odchylky doby čela DT_{1cal} 55

1 Rozsah platnosti

Tato část IEC 60060 je použitelná pro kompletní měřicí systémy a jejich součásti, které se používají pro měření vysokých napětí při zkouškách stejnosměrným napětím, střídavým napětím, atmosférickým a spínacím napětím během laboratorních zkoušek a zkoušek výrobcem, jak je určeno v IEC 60060-1. Pro měření na místě se vztahuje norma IEC 60060-3.

Meze nejistot měření uvedené v této mezinárodní normě jsou použitelné pro zkušební hladiny uvedené v IEC 60071-1:2006. Principy této mezinárodní normy lze použít pro vyšší hladiny, ale nejistoty mohou být větší.

Tato norma:

- definuje použité termíny;
- popisuje metody pro odhad nejistot při měření vysokých napětí;
- stanovuje požadavky, kterým musí měřicí systémy vyhovovat;
- popisuje metody pro osvědčení měřicího systému a kontrolu jeho součástí;
- popisuje postupy, kterými uživatel prokáže, že měřicí systém vyhovuje požadavkům této mezinárodní normy, spolu se stanovením mezí nejistot měření.

Konec náhledu - text dále pokračuje v placené verzi ČSN.