

Elektromagnetická kompatibilita elektrických pohonov (2)

Zoznam noriem o EMC

Všeobecné elektrotechnické normy

Označenie normy	Názov normy
EN 50160	Charakteristiky napätia elektrickej energie dodávanej z verejnej distribučnej siete

Všeobecné normy EMC, elektromagnetické prostredie

Označenie normy	Názov normy
IEC 50	Medzinárodný elektrotechnický slovník Kapitola 161: Elektromagnetická kompatibilita
IEC 1000-1-1	Elektromagnetická kompatibilita (EMC) Časť 1: Všeobecné informácie Oddiel 1: Použitie a interpretácia základných definícií a pojmov
EN 50081-1	EMC. Všeobecná norma týkajúca sa vyžarovania Časť 1: Obytné priestory, obchodné priestory a priestory ľahkého priemyslu
EN 50081-2	Časť 2: Priemyselné prostredie
EN 50082-1	EMC. Všeobecná norma týkajúca sa odolnosti Časť 1: Obytné priestory, obchodné priestory a priestory ľahkého priemyslu
EN 50082-2	Časť 2: Priemyselné prostredie

EMC – nízkofrekvenčné rušenie

Označenie normy	Názov normy
IEC 1000-2-1	Elektromagnetická kompatibilita (EMC) Časť 2: Prostredie Oddiel 1: Elektromagnetické prostredie pre nízkofrekvenčné rušenie šírené vedením a signálmi vo verejných rozvodných sieťach
IEC 1000-2-2	Elektromagnetická kompatibilita (EMC) Časť 2: Prostredie Oddiel 2: Kompatibilné úrovne pre nízkofrekvenčné rušenie šírené vedením a signálmi vo verejných rozvodných sieťach nízkeho napätia
IEC 1000-2-3	Elektromagnetická kompatibilita (EMC) Časť 2: Prostredie Oddiel 3: Popis prostredia vyžarovaných javov a javov šírených vedením, nevzťahujúcich sa k sieťovému kmitočtu
IEC 1000-2-4	Elektromagnetická kompatibilita (EMC) Časť 2: Prostredie Oddiel 4: Kompatibilné úrovne pre nízkofrekvenčné rušenie šírené vedením v priemyselných závodoch
IEC 1000-2-6	Elektromagnetická kompatibilita (EMC) Časť 2: Prostredie Oddiel 6: Limity úrovni emisií nízkofrekvenčných rušení šírených vedením v sieťovom napájaní priemyselných závodov
IEC 1000-2-12	Elektromagnetická kompatibilita (EMC) Časť 2: Prostredie Oddiel 12: Kompatibilné úrovne pre nízkofrekvenčné rušenie šírené vedením a signálmi vo verejných rozvodných sieťach vysokého napätia
EN 61000-3-2	Elektromagnetická kompatibilita (EMC) Časť 3: Limity Oddiel 2: Limity emisií harmonického prúdu spotrebičov pre domácnosť, ktoré majú vstupný fázový prúd ≤ 16 A
EN 61000-3-3	Elektromagnetická kompatibilita (EMC) Časť 3: Limity Oddiel 3: Znižovanie kolísania napätia a blikania v rozvodných sieťach nízkeho napätia pre zariadenia s menovitým prúdom ≤ 16 A
EN 61000-3-4	Elektromagnetická kompatibilita (EMC) Časť 3: Limity Oddiel 4: Limity emisií harmonického prúdu spotrebičov pre domácnosť, ktoré majú vstupný fázový prúd ≥ 16 A

Označenie normy	Názov normy
EN 61000-3-5	Elektromagnetická kompatibilita (EMC) Časť 3: Limity Oddiel 5: Znižovanie kolísania napätia a blikania v rozvodných sieťach nízkeho napätia pre zariadenia s menovitým prúdom ≥ 16 A
EN 61000-3-6	Elektromagnetická kompatibilita (EMC) Časť 3: Limity Oddiel 6: Odhad emisných limit harmonického prúdu v sústavách VN
EN 61000-3-7	Elektromagnetická kompatibilita (EMC) Časť 3: Limity Oddiel 7: Odhad emisných limit pre kolísanie záťaže v sústavách VN

EMC – vysokofrekvenčné rušenie

Označenie normy	Názov normy
EN 55011	Limity a metódy merania charakteristík elektromagnetického rušenia od priemyselných, vedeckých a lekárskeho vysokofrekvenčných zariadení
EN 55013	Limity a metódy merania charakteristík rádiového rušenia spôsobeného rozhlasovými a televíznymi prijímačmi a pridruženými zariadeniami
EN 55014	Limity a metódy merania charakteristík rádiového rušenia spôsobeného zariadením s elektrickým pohonom, tepelným zariadením pre domácnosť alebo pre podobné účely, elektrickým náradím a podobnými elektrickými zariadeniami
EN 55015	Limity a metódy merania charakteristík rádiového rušenia spôsobeného elektrickými svietidlami a podobnými zariadeniami
EN 55022	Limity a metódy merania charakteristík rádiového rušenia spôsobeného zariadeniami informačnej techniky
EN 55102-1	Požiadavky na EMC pre koncové zariadenia ISDN Časť 1: Požiadavky na vyžarovanie
CISPR 12	Limity a metódy merania charakteristík v rušenia od motorových vozidiel, motorových člnov a zariadení poháňaných zapalovacím motorom
CISPR 18-1	Charakteristiky rušenia od vonkajších vedení a zariadení VN Časť 1: Popis javov
CISPR 18-2	Charakteristiky rušenia od vonkajších vedení a zariadení VN Časť 2: Metódy merania pre určenie limit
CISPR 18-3	Charakteristiky rušenia od vonkajších vedení a zariadení VN Časť 3: Praktické spôsoby obmedzenia vzniku vysokofrekvenčného šumu
CISPR 23	Stanovenie limitných hodnôt pre priemyselné, vedecké a lekárske prístroje

EMC – odolnosť proti rušeniu

Označenie normy	Názov normy
EN 61000-4	Elektromagnetická kompatibilita (EMC) Časť 4: Skúšobná a meracia technika
EN 61000-4-1	Oddiel 1: Prehľad skúšok odolnosti. Základná norma EMC
EN 61000-4-2	Oddiel 2: Elektrostatický výboj – skúška odolnosti
EN 61000-4-3	Oddiel 3: Vyžarované vysokofrekvenčné elektromagnetické pole – skúška odolnosti
EN 61000-4-4	Oddiel 4: Elektrický rýchly prechodový jav/skupina impulzov – skúška odolnosti
EN 61000-4-5	Oddiel 5: Rázový impulz – skúška odolnosti
EN 61000-4-6	Oddiel 6: Rušenia indukované vysokofrekvenčným poľom a šírené vedením – skúška odolnosti
EN 61000-4-7	Oddiel 7: Všeobecné usmernenie o meraní a meracích prístrojoch na meranie harmonických a medziharmonických v rozvodných sieťach a na zariadeniach do nich pripájaných
EN 61000-4-8	Oddiel 8: Magnetické pole sieťového kmitočtu – skúška odolnosti
EN 61000-4-9	Oddiel 9: Impulzy magnetického poľa – skúška odolnosti
EN 61000-4-10	Oddiel 10: Tlmené kmity magnetického poľa – skúška odolnosti
EN 61000-4-11	Oddiel 11: Krátkodobé poklesy napätia, krátke prerušenia a pomalé zmeny napätia – skúška odolnosti
EN 61000-4-12	Oddiel 12: Oscilačné vlny – skúška odolnosti
EN 61000-4-14	Oddiel 14: Kolísanie napätia – skúška odolnosti
EN 61000-4-15	Oddiel 15: Merač blikania – špecifikácia funkcie a dimenzovanie
EN 61000-4-16	Oddiel 16: Skúška odolnosti proti nesymetrickým rušeniam šíreným vedením vo frekvenčnom pásme 0 Hz až 150 kHz
EN 61000-4-17	Oddiel 17: Zvlnenie na jednosmernom napájacom vstupe – skúška odolnosti
EN 61000-4-24	Oddiel 24: Skúšobné metódy pre ochranné prostriedky proti rušeniu HEMP šírenému vedením – základná norma EMC
EN 61000-4-28	Oddiel 28: Kolísanie sieťového kmitočtu – skúška odolnosti
IEC 61000-4-30	Oddiel 30: Skúšobné metódy pre meranie kvality napájania
EN 55020	Meranie odolnosti rozhlasových a televíznych prijímačov a doplnkových zariadení

EMC – spoločné normy pre odolnosť a vysokofrekvenčné rušenie

Označenie normy	Názov normy
CISPR 16	Špecifikácia CISPR pre prístroje a meracie metódy určené na meranie rádiového signálu
CISPR 16-1	Špecifikácia metód a prístrojov na meranie rádiového rušenia a odolnosti proti rádiovému rušeniu Časť 1: Prístroje na meranie rádiového rušenia a odolnosti proti rádiovému rušeniu
CISPR 16-2	Špecifikácia metód a prístrojov na meranie rádiového rušenia a odolnosti proti rádiovému rušeniu Časť 2: Metódy merania vysokofrekvenčného rušenia a odolnosti proti rušeniu

EMC – normy výrobcov a skupín výrobcov

Označenie normy	Názov normy
EN 50083-2	Káblové distribučné systémy pre televízne a rozhlasové signály Časť 2: Elektromagnetická kompatibilita pre jednotlivé časti
EN 50091-1	Zdroje neprerušovaného napájania (UPS) Časť 1: Požiadavky EMC – nízkofrekvenčné a vysokofrekvenčné rušenie
EN 50091-2	Zdroje neprerušovaného napájania (UPS) Časť 1: Požiadavky EMC – odolnosť
EN 55103-2	Elektromagnetická kompatibilita: Norma pre skupinu výrobkov – audio, video, audiovizuálne prístroje a riadiace prístroje zábavného osvetlenia na profesionálne použitie Časť 2: Odolnosť
EN 60118-13	Slúchadlá Časť 13: Elektromagnetická kompatibilita (EMC)
EN 60601-1-2	Elektrické prístroje pre zdravotníctvo Časť 1: Všeobecné požiadavky na bezpečnosť Oddiel 2: Elektromagnetická kompatibilita. Požiadavky a skúšky
EN 61326-1	Elektrické meracie, riadiace a laboratórne zariadenia: Požiadavky na elektromagnetickú kompatibilitu (EMC) Časť 1: Všeobecné požiadavky
EN 61547	Zariadenia na všeobecné osvetľovacie účely – EMC: Požiadavky na odolnosť
IEC 939-1	Vysokofrekvenčné odrušovacie filtre úplné Časť 1: Všeobecné požiadavky
IEC 939-2	Vysokofrekvenčné odrušovacie filtre úplné Časť 2: Čiastkové špecifikácie. Výber skúšobných metód a všeobecné požiadavky
IEC 940	Používanie kondenzátorov, rezistorov, tlmiviek a úplných filtrov na potlačenie vysokofrekvenčného rušenia

Limitné úrovne kompatibility, rušenia a odolnosti z vybraných častí noriem

EN 61000-2-2 Elektromagnetická kompatibilita (EMC). Časť 2: Prostredie. Oddiel 2: Kompatibilné úrovne pre nízkofrekvenčné rušenie šírené vedením a signálmi vo verejných rozvodných sieťach nízkeho napätia.

nepárne, mimo násobkov 3		párne	
rád harmonickej	[%] U_h	rád harmonickej	[%] U_h
5	6	2	2
7	5	4	1
11	3,5	6	0,5
13	3	8	0,5
17	2	10	0,5
19	1,5	12	0,2
23	1,5	> 12	0,2
25	1,5		
> 25	0,2 + 12,5/h		

Medziharmonické: 0,2 %

Poklesy a krátkodobé prerušenia napätia: 1 x mesačne, presahujúce 10 % U_n

Nesymetria napätia: 2 %

IEC 1000-2-4 Elektromagnetická kompatibilita (EMC). Časť 2: Prostredie. Oddiel 4: Kompatibilné úrovne pre nízkofrekvenčné rušenie šírené vedením v priemyselných závodoch.

- Trieda 1: citlivé, chránené zariadenia (laboratória, automatizačné a ochranné zariadenia), kompatibilné úrovne sú nižšie ako úrovne pre verejné siete
- Trieda 2: týka sa PCC a IPC v priemyselnom prostredí, kompatibilné úrovne sú identické s úrovňami pre verejné siete

rád harmonickej	nepárne, mimo násobkov 3		
	Trieda 1 [%] U_h	Trieda 2 [%] U_h	Trieda 3 [%] U_h
5	3	6	8
7	3	5	7
11	3	3,5	5
13	3	3	4,5
17	2	2	4
19	1,5	1,5	4
23	1,5	1,5	3,5
25	1,5	1,5	3,5

rád harmonickej	nepárne, násobkov 3		
	Trieda 1 [%] U_h	Trieda 2 [%] U_h	Trieda 3 [%] U_h
3	3	5	6
9	1,5	1,5	2,5
15	0,3	0,3	2
21	0,2	0,2	1,75
> 21	0,2	0,2	1

rád harmonickej	párne		
	Trieda 1 [%] U_h	Trieda 2 [%] U_h	Trieda 3 [%] U_h
2	2	2	3
4	1	1	1,5
6	0,5	0,5	1
8	0,5	0,5	1
10	0,5	0,5	1
12	0,2	0,2	1
> 12	0,2	0,2	1

rád harmonickej	medziharmonické		
	Trieda 1 [%] U_h	Trieda 2 [%] U_h	Trieda 3 [%] U_h
< 11	0,2	0,2	2,5
12 ÷ 13	0,2	0,2	2,25
14 ÷ 17	0,2	0,2	2
18 ÷ 19	0,2	0,2	2
20 ÷ 23	0,2	0,2	1,75
24 ÷ 25	0,2	0,2	1,5
> 25	0,2	0,2	1

- Trieda 3: týka sa iba IPC bodov v priemyselnom prostredí, keď pre niektoré javy sú kompatibilné úrovne vyššie než úrovne pre verejnú rozvodnú sieť

IEC-1000-2-6 Elektromagnetická kompatibilita. Časť 2: Prostredie. Oddiel 6: Limity úrovni emisií nízkofrekvenčných rušení šírených vedením v sieťovom napájaní priemyselných závodov.

Opisuje riadené usmerňovače, ktoré sú považované za zdroj harmonických.

$U_d/U_{di} = 0,975$ $\alpha = 0^\circ$ pre neriadené jednosmerné napätie
 $U_d/U_{di} = 0,84$ $\alpha = 30^\circ$ pre obvyklé jednosmerné napätie
 $U_d/U_{di} = 0$ $\alpha = 90^\circ$ pre riadené nízke jednosmerné napätie

kde U_d je stredná hodnota jednosmerného napätia a U_{di} je ideálne jednosmerné napätie naprázdno pri $\alpha = 0^\circ$.

Stupeň vyhladenia jednosmerného prúdu je definovaný:

U_d/U_{di}	α	h	5	7	11	13	17	19	23	25
0	90°	I_h/I_1	0,21	0,13	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04
0,84	30°		0,21	0,13	0,09	0,07	0,05	0,04	0,04	0,03
0,975	0°		0,19	0,12	0,08	0,05	0,02	0,02	0,01	0,01

Tab.1 Pre nízke jednosmerné zvlnenie prúdu

U_d/U_{di}	α	h	5	7	11	13	17	19	23	25
0	90°	I_h/I_1	0,27	0,06	0,9	0,04	0,05	0,03	0,04	0,03
0,84	30°		0,24	0,10	0,9	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03
0,975	0°		0,2	0,11	0,6	0,05	0,02	0,02	0,01	0,01

Tab.2 Pre stredné jednosmerné zvlnenie prúdu

U_d/U_{di}	α	h	5	7	11	13	17	19	23	25
0	90°	I_h/I_1	0,48	0,17	0,09	0,05	0,04	0,02	0,02	0,01
0,84	30°		0,35	0,04	0,09	0,01	0,04	0,01	0,03	0,01
0,975	0°		0,25	0,09	0,06	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01

Tab.3 Pre vysoké jednosmerné zvlnenie prúdu

U_d/U_{di}	R_{SC}	h	5	7	11	13	17	19	23	25
1,02	500	I_h/I_1	0,86	0,70	0,35	0,22	0,09	0,09	0,07	0,05
1,00	100		0,64	0,40	0,09	0,09	0,05	0,04	0,02	0,02
0,97	20		0,30	0,09	0,06	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01
0,94	10		0,24	0,07	0,04	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01

Tab.4 Pre trojfázový mostíkový usmerňovač s kondenzátorom zapojeným v jednosmernom medziobvode

I_h/I_0	R/Z						
h	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0
3	0,318	0,227	0,193	0,174	0,161	0,153	0,138
5	0,138	0,078	0,067	0,061	0,058	0,056	0,05
7	0,106	0,041	0,032	0,03	0,029	0,028	0,026
9	0,076	0,026	0,02	0,018	0,017	0,016	0,016
11	0,064	0,016	0,014	0,012	0,011	0,011	0,011
13	0,052	0,012	0,01	0,09	0,08	0,08	0,08
15	0,046	0,009	0,007	0,006	0,006	0,006	0,006

Tab.5 Pre striedavé meniče napätia

$(X_d + X_L) \cdot I_d/U_{di} = 2$ vysoké vyhladenie jednosmerného prúdu
 $(X_d + X_L) \cdot I_d/U_{di} = 0,4$ stredné vyhladenie jednosmerného prúdu
 $(X_d + X_L) \cdot I_d/U_{di} = 0,1$ nízke vyhladenie jednosmerného prúdu

kde X_d je celková reaktancia jednosmernej strany a X_L je reaktancia každej fázy transformátora na striedavej strane.

Tab. 1 až 4 sú uvedené pre prípad pomeru skratového výkonu na striedavej strane k jednosmernému výkonu meniča $R_{SC} = 20$. Ak je však v jednosmernom obvode použitý filter, tak sa musia použiť tabuľky platné pre nepriame meniče frekvencie. Tabuľky platia pre trojfázový mostíkový usmerňovač s indukčným vyhladením.

Pričom prúd danej harmonickej môžeme určiť podľa zovšeobecneného amplitúdového zákona:

$$I_h = \frac{I_1}{h} \cdot \frac{\sin \frac{h\psi}{2}}{\sin \frac{\psi}{2}} \quad (1)$$

kde ψ je uhol vedenia diódy v usmerňovači, ktorý má na výstupe zaradený kapacitný filter a h je rád harmonickej (násobok základnej harmonickej).

IEC 61000-3-2 Elektromagnetická kompatibilita (EMC). Časť 3: Limity. Oddiel 2: Limity emisií harmonického prúdu spotrebičov pre domácnosť, ktoré majú vstupný fázový prúd ≤ 16 A.

- Trieda A: symetrické trojfázové spotrebiče, domáce spotrebiče okrem zariadení patriacich do triedy D, náradie okrem prenosného, stmievače pre žiarovky, zvukové zariadenia

- Trieda B: prenosné náradie
- Trieda C: svetelné zariadenia
- Trieda D: osobné počítače a monitory osobných počítačov, televízne prijímače s príkonom do 600 W

spotrebiče triedy A	
rád harmonickej	maximálny prúd [A]
3	2,30
5	1,14
7	0,77
9	0,40
11	0,33
13	0,21
15 ÷ 39	0,15 · 15/h
2	1,08
4	0,43
6	0,30
8 ÷ 40	0,23 · 8/h

spotrebiče triedy B	
rád harmonickej	maximálny prúd [A]
3	3,45
5	1,71
7	1,155
9	0,60
11	0,495
13	0,315
15 ÷ 39	0,225 · 15/h
2	1,62
4	0,645
6	0,45
8 ÷ 40	0,345 · 8/h

spotrebiče triedy C	
rád harmonickej	maximálny prúd [A]
2	2
3	30 · cos φ
5	10
7	7
9	5
11 ÷ 39 nepárne	3

spotrebiče triedy D		
rád harmonickej	maximálny pomer mA/W	maximálny prúd [A]
3	3,4	2,30
5	1,9	1,14
7	1,0	0,77
9	0,5	0,40
11	0,35	0,33
15 ÷ 39 nepárne	3,85/h	15 · (15/h)

IEC 61000-3-4 Elektromagnetická kompatibilita (EMC). Časť 3: Limity. Oddiel 4: Limity emisií harmonického prúdu spotrebičov pre domácnosť, ktoré majú vstupný fázový prúd ≥ 16 A. Parameter S_k je skratový výkon siete a S zdanlivý výkon.

$S_k/S > 33$, malé zariadenia	
rád harmonickej	max. % prúdu
3	21,6
5	10,7
7	7,2
9	3,8
11	3,1
13	2
párne	8/h alebo 6/h

$S_k/S > 33$, resp. charakteristík siete, jednofázové zariadenia					
rád harmonickej	max. % prúdu				
	$S_k/S > 120$	$S_k/S > 175$	$S_k/S > 250$	$S_k/S > 350$	$S_k/S > 450$
3	25	29	34	40	40
5	12	16	18	24	30
7	10	11	12	15	20
9	7	8	10	12	14
11	6	7	8	9	12
13	5	6	7	8	10
THD	29	33	39	46	51

$S_k/S > 33$, resp. charakteristík siete, trojfázové zariadenia					
rád harmonickej	max. % prúdu				
	$S_k/S > 120$	$S_k/S > 175$	$S_k/S > 250$	$S_k/S > 350$	$S_k/S > 450$
5	15	20	30	40	50
7	12	14	18	25	35
11	12	12	13	15	20
13	8	8	8	10	15

EN 55014 Limity a metódy merania charakteristík rádiového rušenia spôsobeného zariadením s elektrickým pohonom, tepelným zariadením pre domácnosť alebo na podobné účely, elektrickým náradím a podobnými elektrickými zariadeniami.

Norma deklaruje všeobecnú platnosť odvodených meracích postupov a princípov rušenia pre frekvenčný rozsah 9 kHz až 400 GHz. Príslušné medzné hodnoty rušivých napätí a vyžarovaných elektromagnetických polí však špecifikuje iba pre pásmo 150 kHz až 300 MHz, a to pre nasledujúce skupiny výrobkov:

- Spotrebiče pre domácnosť, ktoré sú poháňané elektrickým motorom (práčky, chladničky, elektrické mlynčeky, kuchynské roboty, vysávače, fény, ventilátory, holiace strojčeky, šijacie stroje, elektromechanické písacie stroje, projektory a pod.).
- Elektrické náradie napájané priamo zo siete alebo cez transformátor (ručné vŕtačky, elektrické píly, nože, nožnice, rezačky, brúsky, pohyblivé motorové náradie, spájkovačky a iné).
- Lekárske zariadenia poháňané elektrickým motorom (zubné vŕtačky, píly, nože, kardiografy a podobné záznamové zariadenia, čerpadlá a pod.).
- Poľnohospodárske elektrické stroje a prístroje (dojacie zariadenia, kosačky trávy a pod.).
- Elektrické vyhrievacie zariadenia (elektrické pece, varné kanvice a dosky, stolné grily, ohrievače jedla, kávovary, sterilizátory, prietokové ohrievače a zásobníky vody, rúry na pečenie, žehliace stroje, spotrebiče na elektrické vyhrievanie miestností a pod.).
- Hracie, predajné a zábavné automaty (hracie skrine, hracie stroje, videoautomaty a pod.).
- Motorové elektrické hračky (vláčiky, autá, roboty a pod.).
- Rôzne prístroje a elektrické zariadenia, napr. časové spínače, elektrické zapalovače plynu, elektrostatické čističe vzduchu, nabíjačky, usmerňovače, meniče a pod.

Limity rušivého svorkového napätia spotrebičov pre domácnosť a podobné zariadenia a regulačné zariadenia s polovodičmi uvádza tab. 6.

frekvenčné pásmo [MHz]	limity rušivého napätia [dBμV]			
	na sieťových svorkách		na svorkách záťaže a prídavných svorkách	
	QP	AV	QP	AV
0,15 ÷ 0,5	66 ÷ 56 ^{*)}	59 ÷ 46 ^{*)}	80	70
0,5 ÷ 5	56	46	74	64
5 ÷ 30	60	50	74	64

^{*)} Hodnota limit klesá lineárne s logaritmom frekvencie

Tab.6

frekvenčné pásmo [MHz]	limity rušivého napätia [dB μ V]					
	menovitý príkon motora ≤ 700 W		menovitý príkon motora > 700 W ≤ 700 W		menovitý príkon motora > 1000 W	
	QP	AV	QP	AV	QP	AV
0,15 ÷ 0,5	66 ÷ 59 ^{*)}	59 ÷ 49 ^{*)}	70 ÷ 63 ^{*)}	63 ÷ 53 ^{*)}	76 ÷ 69 ^{*)}	69 ÷ 59 ^{*)}
0,5 ÷ 5	59	49	63	53	69	59
5 ÷ 30	64	54	68	58	74	64

^{*)} Hodnota limit klesá lineárne s logaritmom frekvencie

Tab.7

frekvenčné pásmo [MHz]	domáce zariadenia a podobné zariadenia	limity rušivého výkonu [dBpW]		
		menovitý príkon motora ≤ 700 W	menovitý príkon motora > 700 W a ≤ 700 W	menovitý príkon motora > 1000 W
30 ÷ 300	45 ÷ 55 ^{*)}	45 ÷ 55 ^{*)}	49 ÷ 59 ^{*)}	55 ÷ 65 ^{*)}

^{*)} Hodnota limit rastie lineárne s logaritmom frekvencie; limity stredných hodnôt sú o 10 dB nižšie

Tab.8

pásmo	frekvenčný rozsah	meraná rušivá veličina
A	9 kHz ÷ 150 kHz	<ul style="list-style-type: none"> • rušivé napätie, rušivý prúd • rušivé elektromagnetické pole: <ul style="list-style-type: none"> - pásmo A – magnetická zložka, - pásmo B – magnetická a elektrická zložka
B	150 kHz ÷ 30 MHz	
C	30 MHz ÷ 300 MHz	<ul style="list-style-type: none"> • rušivé elektromagnetické pole (elektrická zložka)
D	D300 MHz ÷ 1 GHz	<ul style="list-style-type: none"> • rušivý výkon

Tab.9

Limity rušivého napätia na svorkách elektrického náradia uvádza tab. 7.

Kvazi špičkové limity rušivého výkonu pre frekvenčný rozsah 30 až 300 MHz napätia na svorkách elektrického náradia uvádza tab. 8.

Norma opisuje i metodiku merania a vyhodnocovania týchto veličín spolu s použitými meracími prístrojmi. Je jasné, že ich parametre musia vyhovovať všetkým požiadavkám základnej normy CISPR 16. Frekvenčné pásma a merané rušivé veličiny podľa CISPR 16 uvádza tab. 9.

CISPR 23 Stanovenie hraničných hodnôt pre priemyselné, vedecké a lekárske prístroje. Normou definované limity sú uvedené na obr. 4.

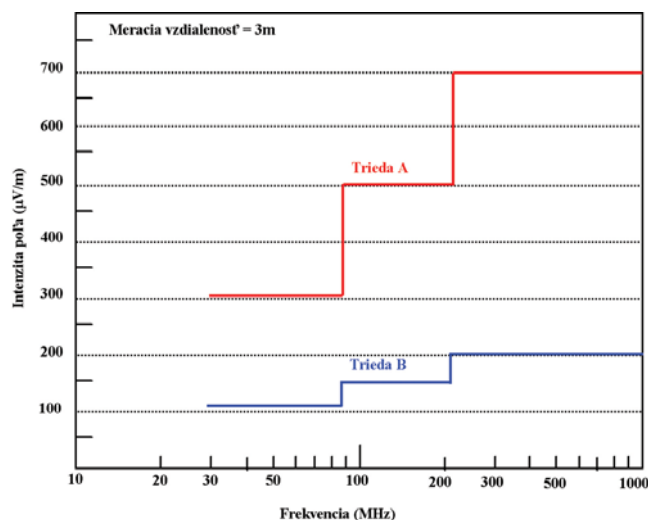
Záver

Požiadavky na EMC sú právne formulované v Smernici Rady EÚ č. 89/336/EEC z 3. 5. 1986, ktorá sa stala v krajinách Európskej únie záväznou od 1. 1. 1996. Každý výrobok, s ktorým chce výrobca obchodovať v štátoch EÚ, musí spĺňať spomínanú smernicu. Podiel nákladov na zabezpečenie EMC sa pohybuje na úrovni 3 % - 5 % celkových nákladov pri vývoji nového zariadenia. Ak sa EMC rieši vo výrobkoch dodatočne, zvýšia sa náklady o 30 % - 50 %. Z uvedeného teda vyplýva, že je nevyhnutné venovať sa otázkam zabezpečenia EMC už v začiatkoch návrhu elektrického zariadenia.

V tomto diele sme vymenovali normy z hľadiska EMC, ktoré by mal spĺňať aj elektrický pohon. V nasledujúcich dieloch uvedieme návrh predikcie elektrického pohonu z hľadiska odstránenia všetkých možných druhov rušenia a tým splnenia spomínaných noriem EMC.

Literatúra

[1] KOVÁČOVÁ, I.: EMC of Power DC Electrical Drives. Journal of Electrical Engineering, Vol. 5, No. 1, 2005, pp. 61 – 66.



Obr.4 Trieda A – limity pre priemyselné, komerčné alebo obchodné použitie; trieda B – limity pre obytné priestory

[2] KOVÁČOVÁ, I., KOVÁČ, D.: EMC Compatibility of Power Semiconductor Converters and Inverters. Acta Electrotechnica et Informatica, No.2, Vol. 3, 2003, pp. 12 – 14.

[3] RYBÁR, R., KUDELAS, D., FISCHER, G.: Alternative sources of energy III – Winding energy. Textbook, Košice, 2004.

[4] GALLOVÁ, Š.: A Progressive Manufacturing Operation. International Congress MATAR, Prague 2004, pp. 141 – 146.

[5] KOVÁČOVÁ, I., KOVÁČ, D.: Converter's EMC – Parasitic Capacitances. Electornics Letters, Vol. 5, No. 1, 2005, 6 pages, ISSN 1213-161x.

[6] KOVÁČOVÁ, I., KAŇUCH, J., KOVÁČ, D.: Elektromagnetická kompatibilita výkonových elektrotechnických systémov. Vydavateľstvo Equilibria, s. r. o., Košice, 2005, 182 strán, ISBN 80-969224-5-9.

[7] KOVÁČOVÁ, I., KAŇUCH, J., KOVÁČ, D.: DC permanent magnet disc motor design with improved EMC. Acta Technica CSAV, Vol. 50, No. 3, 2005, pp. 291 – 306.

[8] KOVÁČOVÁ, I., KOVÁČ, D.: Converter's EMC – Capacitive Coupling and Parasitic Capacitances. Advances in Electrical and Computer Engineering, Romania, Vol. 5, No.1, 2005, pp. 25 – 32, ISSN 1582-7445.

[9] KOVÁČOVÁ, I., KAŇUCH, J., KOVÁČ, D.: The EMC of Electrical Systems – Galvanic Coupling (Part I.). Acta Electrotechnica et Informatica, 2005, Vol. 5, pp. 22 – 28.

[10] CARPENTER, D. J.: EMC Emissions Certification for Large Systems – A Risk – Management Approach. BT Technology Journal, Springer Science + Business Media B. V. Vol 21, 2003, No. 2, pp. 67 – 76.

doc. Ing. Irena Kováčová, CSc.
prof. Ing. Dobroslav Kováč, CSc.
Ing. Ján Kaňuch

47

Technická univerzita v Košiciach
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektrotechniky, mechatroniky
a priemyselného inžinierstva
Letná 9, 042 00 Košice
e-mail: irena.kovacova@tuke.sk

Technická univerzita v Košiciach
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra teoretickej elektrotechniky a elektrického merania
Letná 9, 042 00 Košice
e-mail: dobroslav.kovac@tuke.sk

Technická univerzita v Košiciach
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektrotechniky, mechatroniky
a priemyselného inžinierstva
Letná 9, 042 00 Košice
e-mail: jan.kanuch@tuke.sk