

TEHNIČKO REŠENJE:

Metode za merenje elektromagnetnih polja koja stvaraju aparati za domaćinstvo

I) IDENTIFIKACIONI PODACI

Autori rešenja:	Aleksandar Videnović, Aleksandar Đurđević, Miroslav Tufegdžić, Predrag Popović, Vladimir Bursać
Naziv tehničkog rešenja:	Metode za merenje elektromagnetnih polja koja stvaraju aparati za domaćinstvo i slični aparati
Vrsta tehničkog rešenja:	Nova metoda (M85)
Naručilac rešenja:	- Tehničko rešenje je realizovano u okviru projekta TR 35031 „Razvoj i primena metoda i laboratorijske opreme za ocenjivanje usaglašenosti tehničkih proizvoda“ Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja
Korisnik rešenja:	- Proizvođači, korisnici i uvoznici električne opreme namenjene najčešće za upotrebu u domaćinstvima i sličnim namenama - Akreditovana ispitna laboratorija CENEx Instituta za nuklearne nauke "VINČA" - Sertifikaciono telo za proizvode – Biro za sertifikaciju Instituta za nuklearne nauke "VINČA" - Naučno veće Instituta za nuklearne nauke "VINČA"
Godina izrade rešenja	2017. godina
Rešenje prihvaćeno od strane:	- Mak Trade Group doo, Resnik - Intercaffe doo Beograd, Beograd - Naučno veće INN VINČA
Rešenje primenjuje:	- Ispitna Laboratorija CENEx INN VINČA - Sertifikaciono telo INN VINČA - Proizvođači, korisnici i uvoznici električne opreme (Mak Trade Group doo, Resnik; Intercaffe doo Beograd, Beograd; ATB Sever, Subotica; S. V. LINE doo, Beograd; Proex Int, Beograd; RT- RK, Novi Sad; ITG Komunikacije, Beograd,...)
Način verifikacije rezultata:	Metoda i oprema je verifikovana u ispitnoj laboratoriji i telu za ocenjivanje usaglašenosti - Laboratorija za ispitivanje CENEx (akreditovana prema SRPS ISO/IEC 17025) - Sertifikaciono telo INN VINČA (akreditovano prema SRPS ISO/IEC 17065) - Prihvaćeno od strane Naučnog veća INN VINČA
Način korišćenja rezultata:	Primena ovog tehničkog rešenja omogućuje proizvođačima, korisnicima i uvoznicima električne opreme (električnih i elektronskih aparata) da izvrše procenu štetnog uticaja elektromagnetnog polja na zdravlje ljudi koji je

	koriste ili su u njenoj blizini. Metode procene ovih uticaja predstavljaju obavezne zahteve LVD direktive i odnose se na električnu opremu koja emituje elektromagnetno polje kao sekundarnu pojavu a ne na opremu namenjenu emitovanju elektromagnetnog polja kao što su predajnici.
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

II) DEFINICIJE

Osnovna ograničenja

Ograničenja izloženosti električnom, magnetnom i elektromagnetnom polju koja variraju u vremenu na osnovu utvrđenih bioloških efekata i uključuju faktor sigurnosti. Osnovno ograničenje za gustinu struje je J_{BR} , osnovno ograničenje unutrašnje jačine električnog polja je E_{BR} .

Faktor spajanja ac (r1)

Faktor uzimajući u obzir nepravilnosti polja oko aparata, merno područje senzora i dimenzije trupa ili glave operatera na mernom rastojanju r_1 .

Furijeova transformacija

Matematička funkcija iz koje se dobija frekvencija u funkciji vremena.

Brza Furijeova transformacija FFT

Algoritam za brzo izračunavanje vrednosti diskretne Furijeove transformacije.

Žarište, vruća tačka

Lokalizovana površina sa maksimalnom jačinom polja usled nehomogenosti distribucije polja.

Merno rastojanje r_1

Najkraće rastojanje od površine aparata do najbliže tačke površine senzora.

Merne pozicije (slika 8):

Oko aparata- senzor se pomera oko aparata na jednakim udaljenostima od površine na mestima gde se očekuju ljudi.

Iznad aparata (top)- senzor se pomera duž površine na određenom konstantnom rastojanju od gornje površine aparata.

Ispred aparata (front)- senzor se pomera duž površine na određenom rastojanju od prednje strane uređaja.

Referentni nivo- maksimalno dozvoljeni nivo ekspozicije B_{RL}

Nivo polja izveden iz osnovnih ograničenja pri najgorim pretpostavkama (npr. homogeno polje).

Vreme odziva

Vreme potrebno kod instrumenta za merenje na terenu da dostigne određeni procenat konačne vrednosti polja nakon postavljanja u polje za merenje.

Procenjeni rezultat W

Konačni rezultat merenja, uzimajući u obzir referentni nivo koji zavisi od frekvencije.

Fizičke veličine i jedinice

Provodnost	σ	[S/m]
Gustina struje	J	[A/m ²]
Jačina el. polja	E	[V/m]
Frekvencija	f	[Hz]
Jačina magnetnog polja	H	[A/m]
Gustina magnetnog fluksa	B	[T (Wb/m ² ili Vs/m ²)]

III) OPIS TEHNIČKOG REŠENJA

1. OBLAST NA KOJU SE TEHNIČKO REŠENJE ODNOSI

Oblast ocenjivanja usaglašenosti proizvoda prema nacionalnom tehničkom zakonodavstvu i zahtevima obavezne direktive Evropske Unije.

2. PROBLEM KOJI SE REŠAVA

Ovim tehničkim rešenjem se rešava problem ocene usaglašenosti električnih proizvoda proverom štetnog uticaja elektromagnetnog polja na zdravlje ljudi koji ih koriste ili su u njihovoj blizini. Metode procene ovih uticaja odnose se na električnu opremu koja emituje elektromagnetna polja isključujući opremu namenjenu emitovanju elektromagnetnog polja kao što su predajnici. To je sastavni deo regulative kojom se verifikuje sposobnost naprava, opreme ili sistema da rade na zadovoljavajući način u pogledu dejstava koja mogu da budu neprihvatljiva sa stanovišta živih organizama u njihovom neposrednom okruženju. Procena štetnog uticaja elektromagnetnog polja na zdravlje ljudi mora da bude proverena ispitivanjem korišćenjem opreme i metoda koje su opisane ovim tehničkim rešenjem.

Veoma važan cilj ocenjivanja usaglašenosti ovih karakteristika je bolji plasman domaćih proizvoda na zahtevnom evropskom tržištu, kao i provera uređaja koji se uvoze ili proizvode na teritoriji Republike Srbije.

3. STANJE REŠENOSTI PROBLEMA U SVETU I SRBIJI

3.1 Stanje rešenosti problema u svetu

Međunarodnim harmonizovanim standardom su rešeni problemi u vezi sa metodama provere uticaja elektromagnetnih polja na zdravlje ljudi:

EN 62233 [1]- Metode za merenje elektromagnetskih polja koje stvaraju aparati za domaćinstvo i slični aparati u pogledu izlaganja ljudi njihovom uticaju

3.2 Stanje rešenosti problema u Republici Srbiji

Preuzimanje i primena celokupnog zakonodavstva EU su najveći izazovi sa kojima su suočene države koje su podnele zahtev za pristupanje u EU. Republika Srbija

kao država kandidat mora da ojača svoju državnu upravu, a nacionalno zakonodavstvo da usaglasi odgovarajuću infrastrukturu sa propisima i standardima EU, naročito u oblastima zaštite životne sredine, transporta, energije i telekomunikacija. Jedan od uslova je harmonizacija tehničkih standarda i tehničkih propisa, odnosno tehničkog zakonodavstva naše zemlje sa tehničkim zakonodavstvom EU. Usklađeno tehničko zakonodavstvo otvara mogućnosti našoj privredi da bez ograničenja plasira svoje proizvode na velikom tržištu EU i istovremeno sprečava ulazak nekvalitetne robe i usluga na srpsko tržište.

Naredbe i odgovarajući standardi daju opšte zahteve i smernice za projektovanje i izradu neophodne opreme za vršenje predmetnih ispitivanja. U cilju osposobljavanja Centra za protiveskopljonu zaštitu CENEx za vršenje obuhvaćenog skupa ispitivanja, saradnici Centra su, u skladu sa važećim domaćim i međunarodnim standardima, nabavili potrebnu opremu i usvojili odgovarajuće metode ispitivanja što je predmet ovog tehničkog rešenja.

4. POSTAVKA TEHNIČKOG REŠENJA

Ovo tehničko rešenje daje mogućnost domaćim proizvođačima električnih uređaja, da izvrše neophodne provere svojih proizvoda koji se odnosi na štetan uticaj elektromagnetnog polja na zdravlje ljudi, pre eventualnog puštanja u promet na domaćem i/ili međunarodnom tržištu. Sa druge strane, ono pruža mogućnost da se izvrši provera usaglašenosti predmetnih karakteristika uvoznih uređaja sa napred navedenim standardom pre puštanja u promet na domaćem tržištu.

Osnovni elementi postavke tehničkog rešenja se odnose na primenu i usvajanje metoda opisanih u standardu uz korišćenje dobijenog komercijalno raspoloživog instrumenta za merenje elektromagnetnih polja Narda ELT-400.

5. OPIS TEHNIČKOG REŠENJA

5.1 METODOLOGIJA OCENJIVANJA USAGLAŠENOSTI

Aparati za domaćinstvo i slični aparati moraju da imaju određeni stepen zaštite za ljude koji ih koriste, u pogledu njihove izloženosti štetnom uticaju elektromagnetskih polja koja se mogu naći u neposrednoj okolini aparata. Standardom EN 62233 (Metode za merenje elektromagnetskih polja koje stvaraju aparati za domaćinstvo i slični aparati u pogledu izlaganja ljudi njihovom uticaju) se uspostavljaju pogodne metode kojima se vrši procena za najefikasnije određivanje elektromagnetnih polja u prostoru koji okružuje aparat koji se proverava. Osim toga, standard definiše uslove korišćenja i merna rastojanja.

Za realizaciju ovog tehničkog rešenja i omogućavanje zahtevanih ispitivanja u cilju merenja elektromagnetnih polja, korišćemo metode iz navedenog standarda koje zahtevaju sledeću opremu: instrument za merenje elektromagnetnih polja Narda ELT-400.

5.2 ISPITNA OPREMA

Instrument za merenje elektromagnetnih polja- Narda ELT-400

Fotografije instrumenta za merenje elektromagnetnih polja, Narda ELT-400, proizvođača Narda Safety Test Solutions GmbH, Nemačka i sonda B- Field probe 100cm², istog proizvođača, prikazani su na slici 1. Ovaj deo opreme je dobijen preko IPA 2013 evropskog projekta u svrhu ispunjenja zahteva za akreditaciju laboratorije u narednom periodu i ispitivanje električne opreme za domaćinstvo i sličnu upotrebu u pogledu mogućeg štetnog uticaja elektromagnetnog polja na zdravlje ljudi. Metode procene štetnog uticaja elektromagnetnog polja predstavljaju obavezne zahteve LVD direktive.



Slika 1.

Instrumentom za merenje elektromagnetnih polja Narda ELT-400 omogućeno je merenje u širokom opsegu frekvencija od 1 Hz do 400 kHz (Ultra wide frequency range), jačine magnetnih polja do 80 mT. Instrument ima troosni analogni izlaz za analizu vremenskog signala osciloskopom/analizatorom. Pored toga omogućava pouzdane i brze rezultate i lak je za korišćenje. Zajedno sa sondom B- Field probe 100 cm² instrumentom se mogu izvršiti merenja u cilju usaglašavanja sa standardima čak i u nehomogenim poljima. Sa ovim instrumentom, talasni oblik je automatski uzet u obzir pa korisnici ne moraju imati bilo kakvo znanje o talasnim oblicima signala i dužini ciklusa. Moguće je i merenje impulsnih signala. Na sledećoj slici 2 su prikazane specifikacije instrumenta sa sondom od 100 cm² [3].

SPECIFICATIONS ^a

ELT – 400 with 100 cm² probe						
Frequency range (-3 dB), selectable	1 Hz to 400 kHz, 10 Hz to 400 kHz, 30 Hz to 400 kHz					
Probe type	Magnetic (B-) field					
Sensor	Isotropic coil 100 cm ²					
Damage level	RMS	160 mT The damage level reduces linearly with increasing frequency above 77.5 Hz (1/f)				
	Peak	226 mT The damage level reduces linearly with increasing frequency above 620 Hz (1/f). The damage level (peak) applies for pulse duration ≤15.6 ms and duty cycle ≤ 1/64.				
Measurement uncertainty ^d	±4 % (50 Hz to 120 kHz)					
E-Field response	< 20 nT @ f < 2 kHz, 100 V/m < 300 nT @ f = 50 Hz, 50 kV/m					
Mounting thread	1/4-20UNC-2B (standard thread)					
EXPOSURE STD MODE						
Exposure evaluation	Comparison with standard (see Ordering Information)					
MODE ^b	2013/35/EU, EMFV 2016 ICNIRP / IEC 62311		BGV B11		IEC/EN 62233	
RANGE	LOW	HIGH	LOW	HIGH	LOW	HIGH
Overload limit	160 %	1 600 %	160 %	1 600 %	160 %	1 600 %
Noise level, typical ^c	1 %	5 %	0.4 %	2 %	0.4 %	2 %
Resolution	0.001 % (RANGE: LOW)					
Detection, selectable	Automatic according to selected standard, or RMS (averaging time 1 s), or Peak Value					
Display mode, selectable	Instantaneous or Max Hold					
FIELD STRENGTH MODE						
Frequency response	Flat					
MODE ^b	320 μT		8 mT		80 mT	
RANGE	LOW	HIGH	LOW	HIGH	LOW	HIGH
Overload limit	32 μT	320 μT	800 μT	8 mT	8 mT	80 mT
Noise level, typical ^e	60 nT	320 nT	1 μT	8 μT	10 μT	80 μT
Resolution	1 nT (RANGE: LOW)					
Detection, selectable	RMS (averaging time 1 s), or Peak Value					
Display mode, selectable	Instantaneous or Max Hold					
OUTPUT						
Analog scope output	Three channel (X-Y-Z)					
Analog output level	The open-circuit analog output voltage is 800 mV when the field strength value corresponds to the overload limit (sensitivity = 800 mV/ overload limit). Load impedance ≥ 10 kΩ					
Interface (remote control and readout)	RS-232 (19200 baud, 8n1, XON/XOFF), 3-wire, 2.5 mm stereo jack					
GENERAL SPECIFICATIONS						
Operating temperature range	-10 °C to +50 °C					
Operating humidity range	< 95 % (30 °C) or < 29 g/m ³ , non-condensing					
Weight	910 g (with probe)					
Dimensions	180 mm x 100 mm x 55 mm (basic unit) / 290 mm x 125 mm Ø (probe)					
Display	LCD with backlight; refresh rate 4 times per second					
Battery	NiMH batteries (4 x Mignon, AA), exchangeable					
Operating life, typical	12 h					
Charger unit	100 to 240 V AC / 47 to 63 Hz, fits all AC line connectors					
Charging time, typical	2 h					
Recommended calibration interval	24 months					
Country of origin	Germany					

^a Unless otherwise stated, these specifications apply for the reference condition: ambient temperature 23±3 °C, relative air humidity 40 % to 60 %, continuous wave signal (CW) and RMS detection

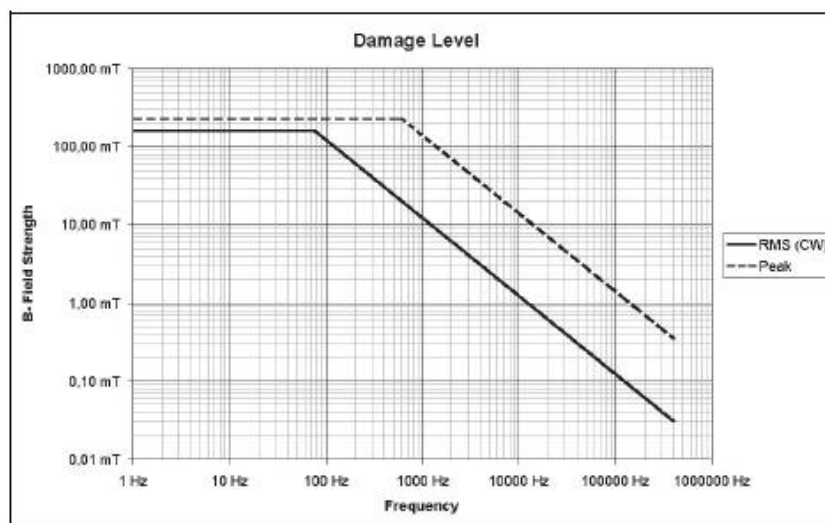
^b Depends on type; see Ordering Information

^c Detection: Automatic according to selected standard, for IEC/EN 62233 based on ICNIRP limit values

^d Includes flatness, isotropy, absolute and linearity variations (frequency range: 1 Hz to 400 kHz or 10 Hz to 400 kHz).

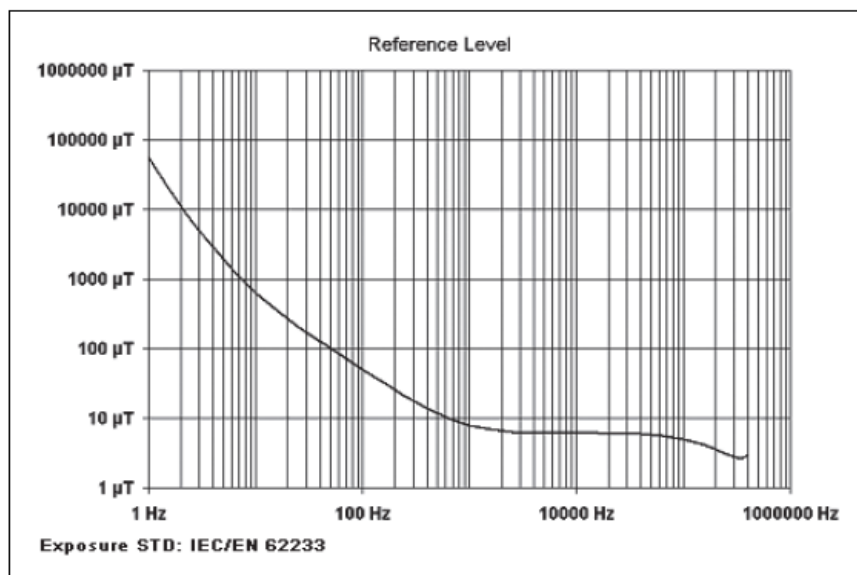
The uncertainty increases at the frequency band limits to ±1 dB based on the nominal frequency response.

^e For Frequency Range 10 Hz to 400 kHz and 30 Hz to 400 kHz only.



Slika 2.

Postoje dva načina rada (operating modes) u zavisnosti od toga da li je potrebno očitavanje magnetnog polja direktno u procentima u odnosu na referentne vrednosti bez obzira na oblik signala i frekvencije ili merenje polja koje sadrži relevantnu frekventnu komponentu [4]. Prvi način se naziva "Exposure STD" mode a drugi "Field strength" mode. Kod prvog načina rada (moda) se upoređuju bezbednosne granice izlaganja elektromagnetnim poljima sa vrednostima specificiranim u standardima. Korisnik jednostavno izabere željeni standard pa se na taj način automatski koristi jedan od mogućih unutrašnjih filtera kojima se dostižu potrebni frekventni odzivi graničnih vrednosti. Na slici 3 je prikazana karakteristika slabljenja izabranog filtera za IEC/EN 62233 težinski faktor. Na displeju se prikazuje rezultat u procentima.



Slika 3.

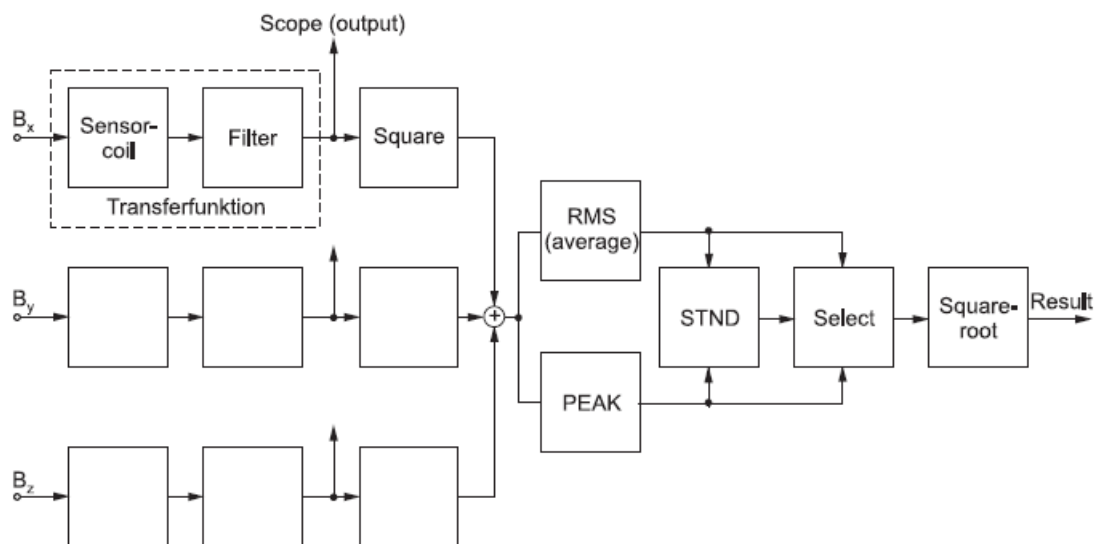
Drugi način/mod rada omogućuje na displeju očitavanje rezultata jačine magnetnog polja u jedinicama mT ili μT , odnosno merenje gustine magnetnog fluksa u realnom vremenu.

Standardi iz oblasti zdravlja i bezbednosti propisuju različite metode za određivanje izloženosti polju. Jačina polja se obično izražava terminom magnetna indukcija ili gustina fluksa i označava se slovom B. Referentne vrednosti iz standarda se upoređuju sa izmerenim vrednostima: $B_{meas} \leq B_{ref}$. To znači, kada računamo izloženost poljima, rezultat je uvek izražen kao procenat referentne vrednosti:

$$\frac{B_{meas}}{B_{ref}} \leq 1 \text{ (100 \%)}$$

Ako je izmerena vrednost ista kao referentna dobićemo rezultat 100% ("Exposure STD" mode). Manje vrednosti direktno ukazuju da nivo izloženosti nije prešao granicu standarda. Izvodi se zaključak da nije neophodno izraziti rezultat u jedinicama jačine polja (mT) da bi procenili nivo izloženosti. Zato nema potrebe tražiti referentnu vrednost iz standarda i preračunavati nivo izloženosti.

Rad instrumenta za merenje elektromagnetnih polja Narda ELT-400 se zasniva na proceni napona indukovanih u kalemovima/namotajima B senzora kako bi se izmerila gustina magnetnog fluksa. Naponi signala se digitalizuju i procenjuju digitalnim signalnim procesorom (DSP) koji vrši računanje mernog rezultata na osnovu merenja napona. Ortogonalna konfiguracija tri merna kalema omogućava izotropsko merenje polja (tj. nezavisno od prostornog pravca). Na slici 4 je prikazana blok šema instrumenta sa sondom.



Slika 4.

5.3 OPIS POSTUPKA ISPITIVANJA

Pregledom standarda EN 62233 - Metode za merenje elektromagnetskih polja koja stvaraju aparati za domaćinstvo i sl. aparati u pogledu izlaganja ljudi njihovom uticaju došlo se do određenih uvodnih saznanja. Navedeni standard pokriva ispitivanje velikog broja el. opreme i proizvoda navedenih u LVD direktivi ali se ne primenjuje na aparate koji se napajaju iz mreže a pripadaju kategorijama: audio, video i sl. aparati (EN 60065), oprema za informacione tehnologije (EN 60950-1) i oprema za rasvetu (serija EN 60598). Opseg frekvencija za koje se ovim standardom utvrđuju granice i metode

merjenja električnih i magnetnih polja je 10Hz – 400kHz. Ako u aparatu ne postoje naponi iznad 1000V, ne vrši se merenje električnih polja. Standard EN 62233 je sastavni deo regulative kojom se verifikuje sposobnost naprava, opreme ili sistema da rade na zadovoljavajući način u pogledu dejstava koja mogu da budu neprihvatljiva sa stanovišta živih organizama u njihovom neposrednom okruženju. Njime su obuhvaćeni: granice za EM polja generisana u prostoru koji okružuje el. aparate za domaćinstvo i sl. upotrebu koji su napajani iz mreže i koje obuhvata serija standarda EN 60335, merne metode podesne za određivanje ovih polja, standardizovani radni uslovi aparata i merna rastojanja. Primenom ovog standarda se utvrđuje usaglašenost sa preporukom Evropskog Saveta 1999/519/EC koja se odnosi na izloženost ljudi EM poljima. Metode procene uticaja EM polja odnose se na električnu opremu koja ih emituje isključujući opremu namenjenu emitovanju kao što su predajnici. Od uvođenja standarda EN 62233 (EN 50366 [2] je zamenjen ovim standardom) nanošenje CE znaka obuhvatilo je i ispunjenost zahteva iz ovog standarda.

Kada merenje elektromagnetnog polja treba da se izvrši na jednom modelu od više modela istog tipa, laboratorija koja vrši ispitivanja i objavljuje izveštaj o ispitivanju odabira model za koji se dobijaju najnepovoljniji rezultati. Ako se ispitivanja sprovode samo za jedan aparat, nema posebnih zahteva za izbor modela. Definiciju tipa ili familije aparata obično daje proizvođač. Odgovor na pitanje da li nekoliko aparata mogu da se tretiraju da pripadaju istom tipu ili familiji zavisi od konstrukcije aparata. Ako je konstrukcija identična a aparati se razlikuju samo po veličini ili potrošnji, uglavnom se smatra da pripadaju istom tipu ili familiji. U okviru istog tipa ili familije mogu postojati različite opcije šta treba meriti o čemu treba doneti posebnu odluku. Opšti kriterijum za identifikaciju kritičnih komponenata i odgovarajućih karakteristika su: transformatori: odabrati najveću vrednost struje, motori: odabrati najveću snagu u slučaju jednog naznačenog napona (npr. 230V) ili odabrati najveću struju u slučaju više naznačenih napona, na primer (110/115/230V), grejni elementi: odabrati najveću snagu za slične oblike i konstrukcije elemenata.

5.3.1 Procedure za merenje magnetnih polja

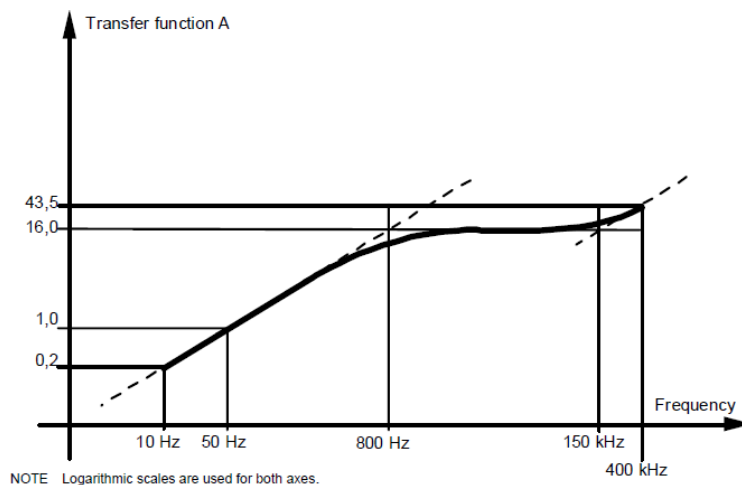
1. Opšti pojmovi

Merenje signala treba proceniti u zavisnosti od frekvencije. Prelazna magnetna polja trajanja manje od 200 ms, npr. tokom prelaznih pojava, se zanemaruju. Ako se tokom merenja javi prekidanje, merenje mora da se ponovi. Merna oprema treba da ima maksimalni nivo buke od 5% od granične vrednosti. Bilo koja izmerena vrednost ispod maksimalnog nivoa buke se zanemaruje. Nivo pozadine mora biti manji od 5% od granične vrednosti. Vreme odziva merne opreme do dostizanja 90% konačne vrijednosti ne prelazi 1s. Gustina magnetnog fluksa se određuje u proseku za 1s. Kraće uzimanje uzoraka može se koristiti ako se pokaže da je izvor konstantan tokom perioda većeg od 1s za signale od 10Hz - 400kHz. Tokom finalnog merenja senzor treba ostati nepomeren.

2. Procena vremenskog domena

Ovo je referentna metoda i koristi se u slučaju sumnje.

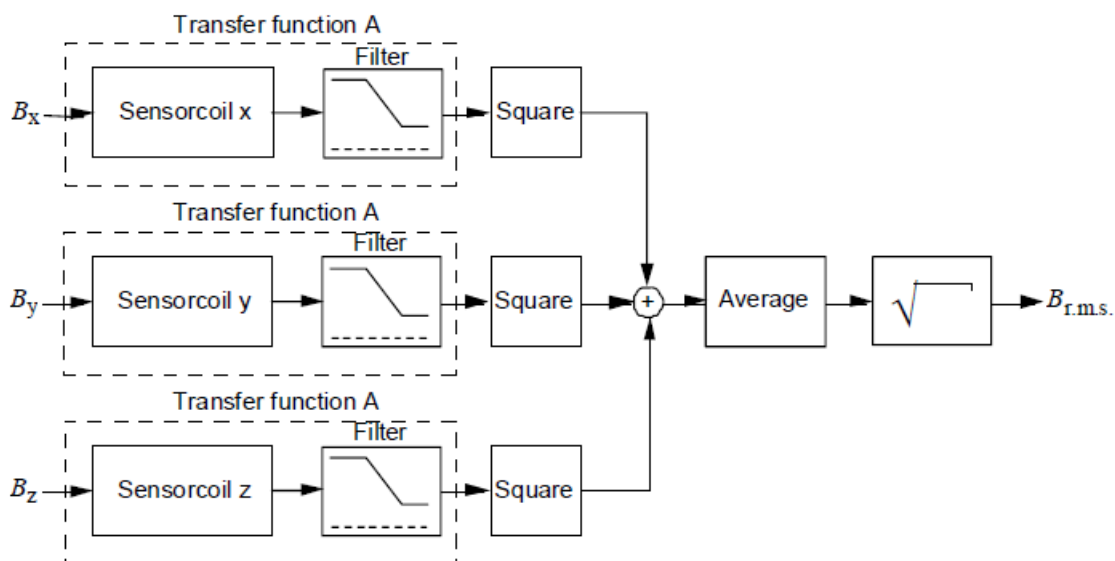
Za polja sa više frekventnih komponenti, zavisnost od učestalosti referentnih nivoa uzima se u obzir primenom prenosne funkcije A koja je inverzna od referentnog nivoa izraženog kao funkcija frekvencije. Funkcija prenosa se mora uspostaviti pomoću filtera prvog reda i mora imati karakteristike prikazane na slici 5.



Slika 5.

Za merenje se koristi sledeći postupak, šematski prikazan na slici 6:

- izvesti odvojeno merenje svakog signala namotaja;
- primeniti težinski faktor svakom signalu pomoću funkcije prenosa;
- dobijene signale podići na kvadrat;
- sabrati signale;
- uraditi usrednjavanje dobijene sume;
- dobijenoj srednjoj vrednosti uraditi kvadratni koren.



Slika 6.

Aktuelna izmerena vrednost se upoređuje direktno sa referentnim nivoom B_{RL} gustine fluksa na 50 Hz. Sa aparatima sa visoko lokalizovanim poljima, ovo treba uraditi nakon

uračunavanja koeficijenta spajanja $a_c(r_1)$. Konačni rezultat, W , može se izvesti na sledeći način:

$$W_n = \frac{B_{r.m.s.}}{B_{RL}} \quad \text{ili primenjujući faktor spajanja: } W_{nc} = a_c(r_1) \cdot W_n$$

W_n predstavlja rezultat jednog merenja a W_{nc} rezultat jednog merenja uzevši u obzir spajanje nehomogenih polja primenom koeficijenta spajanja.

Rezultat W ne sme preći vrednost 1.

Referentni nivoi B_{RL} datl u Aneksu B standarda definišu se za homogena polja. Jaka nehomogenost magnetnih polja oko uređaja u okviru ovog standarda, predstavljaju se preko faktora/koeficijenta spajanja $a_c(r_1)$. Oni uzimaju u obzir dimenziju dela tela koji je u polju. Korigovana merna vrijednost $B_{mc}(r_1)$, koja se upoređuje sa referentnim nivoom B_{RL} , dobija se iz izmerene vrijednosti B_m prema sledećim formulama:

$$B_{mc}(r_1) = a_c(r_1) B_m \quad \text{and} \quad W_{nc} = a_c(r_1) \cdot W_n$$

Određivanje faktora $a_c(r_1)$ se postiže u četiri koraka: procena stepena površine sa maksimalnom jačinom polja (hot spot), određivanje ekvivalentne pozicije namotaja, određivanje faktora K i na kraju izračunavanjem iz sledeće formule:

$$a_c(r, r_{coil}, f, \sigma) = k(r, r_{coil}, f, \sigma) \cdot \frac{B_{RL}(f)}{J_{BR}(f)}$$

3. Procena linijskog spektra

Ovaj metod se može koristiti kada postoji samo linijski spektar, na primer za magnetna polja koja imaju osnovnu frekvenciju od 50 Hz i neke harmonike. Gustina magnetnog fluksa se meri na svakoj relevantnoj frekvenciji. Ovo se može postići snimanjem vremenskog signala gustine fluksa i korištenjem Furijeove transformacije za procenu spektralnih komponenti.

Za merenja se koristi sledeći postupak:

- izvesti odvojeno merenje svakog signala (x, y, z);
- Integraliti signale da bi se dobila vrednost koja je direktno proporcionalna $B(t)$;
- izvesti diskretnu Furijeovu transformaciju za svaki namotaj da bi se dobila procenjena diskretna magnituda spektra $B(i)$, predstavljajući vrednosti r.m.s na diskretnim frekvencijama $f(i) = i / T_0$ (T_0 = vreme posmatranja);
- pronaći lokalnu maksimu $B(j)$ na frekvenciji $f(j)$ interpolacijom diskretnog spektra $B(i)$;
- izvesti vektorsko dodavanje sva tri pravca za svaku diskretnu spektralnu liniju $B(j)$.

$$B(j) = \sqrt{B_x^2(j) + B_y^2(j) + B_z^2(j)}$$

Rezultat je količina gustine magnetnog fluksa za svaku detektovanu frekvenciju.

$$W_n = \sqrt{\sum_{j=1}^n \left(\frac{B(j)}{B_{RL}(j)} \right)^2} \quad \text{ili} \quad W_{nc} = a_c(r_1) \cdot W_n$$

Rezultat W ne sme preći vrednost 1.

4. Pojednostavljene metode ispitivanja

Uređaji koji su konstruisani tako da mogu proizvoditi samo magnetna polja na mrežnim frekvencijama i njihovim harmonicima se trebaju testirati samo u frekvencijskom opsegu ispod 2 kHz.

Smatra se da uređaji ispunjavaju zahteve ovog standarda kada su svi sledeći uslovi ispunjeni:

- poznate su struje, uključujući harmonične struje, koje generišu magnetna polja;
- sve harmonične struje sa amplitudama većim od 10% amplitude mrežne frekvencije kontinualno se smanjuju u frekvencijskom opsegu;
- gustina magnetnog fluksa izmerena na frekvenciji mreže je manja od 50% od referentnog nivoa specificiranog za frekvenciju mreže;
- gustina magnetnog fluksa merena tokom širokopolasnog merenja u frekvencijskom opsegu, sa ugušenom mrežnom frekvencijom, je manja od 15% od referentnog nivoa koji je naveden za mrežnu frekvenciju.

Uređaji koji su konstruisani tako da proizvode samo vrlo slaba magnetna polja, kada je mrežna frekvencija dominantna, smatraju se da ispunjavaju zahteve ovog standarda kada su ispunjeni sledeći uslovi:

- poznate su struje, uključujući harmonične struje, koje generišu magnetna polja;
- sve harmonične struje sa amplitudama većim od 10% amplitude mrežne frekvencije kontinualno se smanjuju u frekvencijskom opsegu;
- gustina magnetnog fluksa merena u celom frekvencijskom opsegu je manja od 30% od referentnog nivoa specificiranog za frekvenciju mreže.

5.3.2 Merna nesigurnost

Maksimalna ukupna merna nesigurnost ne sme biti veća 25% od granične vrednosti. Vodič za procenu merne nesigurnosti dat je u standardu IEC 61786.

Kada se rezultat mora uporediti sa graničnom vrednošću, merna nesigurnost mora biti implementirana na sledeći način:

- da utvrdi da li uređaj proizvodi samo polja ispod granične vrednosti, merna nesigurnost mora biti dodata u rezultat i suma mora biti upoređena sa granicom;
- da utvrdi da li uređaj proizvodi polja iznad granične vrednosti, merna nesigurnost mora biti oduzeta od rezultata i razlika mora biti upoređena sa granicom.

5.3.3 Izveštaj o ispitivanju

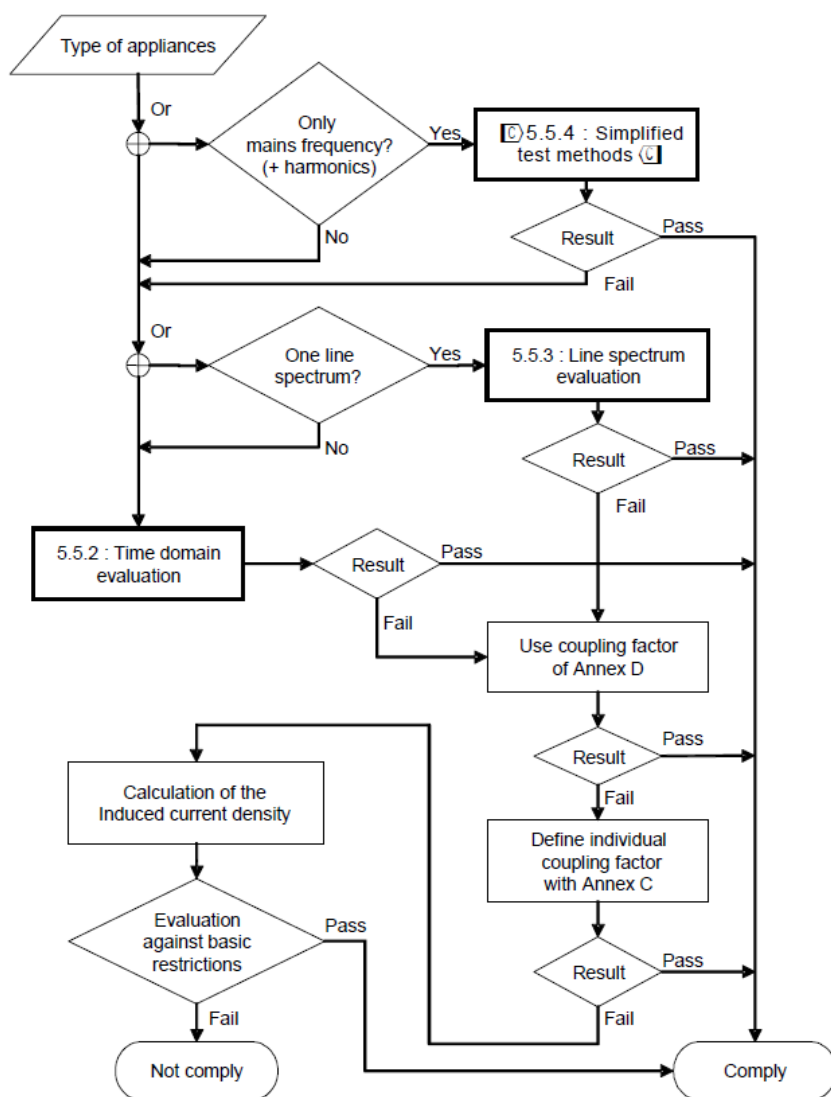
Za izveštaj o ispitivanju prema ovom standardu neophodni su: podaci o identifikaciji aparata, naznačeni napon aparata i frekvencija, merna metoda, specifikacija merne opreme, primenjeni način rada, merne pozicije i merna rastojanja koja nisu navedena u tabeli A.1 aneksa A, maksimalna gustina magnetnog fluksa sa težinskim faktorom sprege, ako je potrebno i merna nesigurnost ukoliko je izmereni rezultat veći od 75% dozvoljene vrednosti.

5.3.4 Ocena rezultata

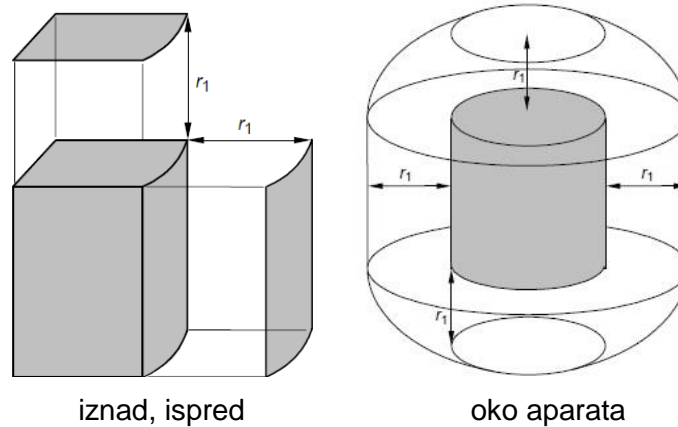
Zahtevi ovog standarda su ispunjeni:

- ako izmerene vrednosti uzimajući u obzir i vrednost merne nesigurnosti, ne premašuju referentne nivoe, ili
- ako izmerena vrednost prelazi referentni nivo, faktor spajanja se može uzeti u obzir da bi pokazao da su osnovna ograničenja ispunjena, ili
- ako vrednost i dalje prelazi referentni nivo pri korišćenju faktora spajanja, to ne znači da će se osnovna ograničenja premašiti. Treba da se verifikuje, npr. metodama izračunavanja, bez obzira da li su osnovna ograničenja ispunjena ili ne.

Preporuke za izbor metode ispitivanja počevši od evaluacije prema referentnim nivoima su prikazane na slici 7.



Slika 7.



Slika 8.

5.3.5 Uslovi ispitivanja za merenje gustine magnetnog fluksa

Moraju se uzeti u obzir specifikacije proizvođača u vezi sa kratkim radom aparata. Uređaji će se koristiti kao u normalnoj upotrebi iz napajanja koja obezbeđuju nominalnu vrednost napona aparata $\pm 2\%$ i nominalne frekvencije aparata $\pm 2\%$.

Ako su naznačeni opseg napona i / ili frekventni opseg, onda napon napajanja i / ili frekvencija treba da budu nominalni napon i / ili frekvencija zemlje ili regiona u kojoj se namerava upotreba uređaja. Ispitivanja se izvode na temperaturi okoline od $25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$. Upravljački uređaji su podešeni na najveće vrednosti. Merenja se vrše dok je aparat napajan iz mreže i posle uspostavlja ustaljenog stanja.

Rastojanja koja nisu specificirana u tabeli A.1 su 0cm za delove aparata koji su u kontaktu sa delovima tela ljudi koji ih koriste i 30cm za ostale aparate.

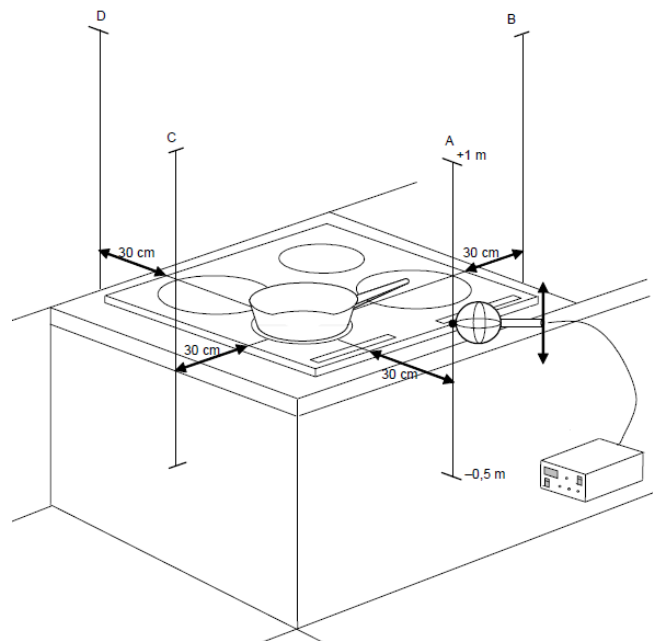
Lokacije sonde/senzora koje nisu navedene u tabeli A.1 su sledeće:

- 1) Uređaj u kontaktu sa relevantnim delovima tela: prema korisniku (kontaktnoj strani).
- 2) Veliki uređaj koji se ne može preneti: prednja (radna) strana i druge strane kojima osobe mogu pristupiti (videti sliku 8).
- 3) Ostali uređaji: oko aparata (videti sliku 8).

Multifunkcionalni aparati se ispituju za svaku pojedinačnu funkciju ponaosob ukoliko je to moguće izvesti da se ne naruši rad aparata.

Oprema na baterije: ukoliko se uređaj može priključiti na mrežu, mora se testirati u svakom dozvoljenom radnom stanju (modu), dok pri radu sa napajanjem iz baterije, baterija mora biti potpuno napunjena pre početka ispitivanja.

Na slici 9 su prikazani uslovi ispitivanja indukcionih ploča. Linijama A, B, C, D su obeležene merne pozicije i rastojanja. Prikazan je rad prednjeg levog indukcionog grejača od ukupno četiri.



Slika 9.

5.4 REZULTATI ISPITIVANJA

U nastavku su prikazani rezultati merenja EM polja nekih grupa aparata u postupku ocene usaglašenosti proizvoda sa LVD direktivom EU, odnosno Pravilnikom o električnoj opremi namenjenoj za upotrebu u okviru određenih granica napona. Merenja su izvršena u skladu sa standardom IEC/EN 62233 (IEC/EN 50366) i primenom instrumenta za merenje elektromagnetnih polja, Narda ELT-400, proizvođača Narda Safety Test Solutions GmbH, Nemačka, u svrhu ocene aparata u pogledu emitovanju EM polja (EMF) i mogućeg štetnog uticaja istih na zdravlje ljudi. Dozvoljena vrednost standardom je 100%.

Rashladni uređaji: do max. 5%. Aparati za samoposluživanje i prodaju: do max. 3,53%. Aparati za igre na sreću: do max. 0,58%. Zagrevači tečnosti: do max. 21,2%. Grejni aparati: do max. 6,95%. Kuhinjske mašine: do max. 6,38%. Mini šporeti, šporeti, električne pećnice, električne ploče/ringle: do max. 8%. Mašine za sušenje veša sa bubnjem: do max. 1,1%. Mašine za pranje veša: do max. 10%. Bojlari: do max. 0,4%. Tosteri, roštilji, pekači: do max. 1,37%. Fenovi: do max. 6,82%. Mikrotalasne rerne: do max. 2,86%, Klima uređaji: do max. 4,16%. Električne pegle: do max. 4,16%. Ventilatori: do max. 3,42%. Električne pumpe: do max. 21,98%. Mašine za pranje sudova: do max. 1,2%.

6. NAČIN REALIZACIJE I MESTO PRIMENE

Tehničko rešenje je realizovano u okviru projekta TP35031 koji je finansiran od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj.

Primenjuje se u akreditovanoj laboratoriji Centra za protiveksplozivnu zaštitu CENEx u Institutu za nuklearne nauke VINČA kao deo opreme za ispitivanje električne

opreme u svrhu provere parametra bezbednosti koji se odnosi na štetan uticaj elektromagnetnih polja na zdravlje ljudi i obavezan je uslov za ispunjenje zahteva LVD direktive.

7. MOGUĆNOSTI PRIMENE

Proizvođači, uvoznici i korisnici električnih uređaja koji se koriste u domaćinstvima i drugim sredinama imaju u Institutu VINČA na raspolaganju laboratoriju u kojoj mogu izvršiti merenja elektromagnetnih polja koja generišu/emituju pomenuti uređaji u svojoj okolini, kako bi se izbegle posledice koje mogu da nastanu izlaganjem ljudi ovim poljima.

Osim toga primena je moguća i kod velikog broja kućnih aparata u svrhu provere zahteva za bezbednost niskonaponske električne opreme. Nepostojanje bezbednosnih zahteva kod takve opreme, i te kako može da ugrozi zdravlje ljudi.

LITERATURA

- [1] EN 62233- Metode za merenje elektromagnetskih polja koje stvaraju aparati za domaćinstvo i slični aparati u pogledu izlaganja ljudi njihovom uticaju
- [2] EN 50366- Metode za merenje elektromagnetskih polja koje stvaraju aparati za domaćinstvo i slični aparati u pogledu izlaganja ljudi njihovom uticaju
- [3] Narda Safety Test Solutions, Datasheet_ELT400_EN.pdf.
- [4] Narda Safety Test Solutions, ELT-400_Exposure Level Tester, Operating Manual

PRILOG

Recenzije

- Mak Trade Group doo, Resnik
- Intercaffe doo Beograd, Beograd
- Naučno veće Instituta VINČA



MAK TRADE GROUP d.o.o

Podavalska 2B
11231 Beograd, SRBIJA

tel.: +381 11 35 31 700, 804 00 44, faks: +381 11 804 24 25
http://www.maktrade.rs, e-mail: office@maktrade.rs

Predmet: Ekspertsko mišljenje o tehničkom rešenju razvijenom u
Institutu VINČA, Ispitna laboratorija CENEx, pp 522, 11001 Beograd

OCENA TEHNIČKOG REŠENJA (Ekspertsko mišljenje)

„Metode za merenje elektromagnetnih polja koje stvaraju aparati za domaćinstvo i slični aparati“

Navedeno tehničko rešenje se odnosi na ispunjenje zahteva kojima se vrši ocena, odnosno procena štetnog uticaja elektromagnetnog polja na zdravlje ljudi, koji koriste električnu opremu ili su u njenoj blizini. Metode procene ovih uticaja predstavljaju obavezne zahteve LVD direktive i odnose se na električnu opremu koja emituje elektromagnetno polje kao sekundarnu pojavu a ne na opremu namenjenu emitovanju elektromagnetnog polja kao što su predajnici. Kao proizvođačima električne opreme veoma nam je bitno da prilikom procesa proizvodnje i projektovanja u našim pogonima, možemo izvršiti merenje elektromagnetnih polja u laboratoriji CENEx, Instituta Vinča.

Na osnovu opisa tehničkog rešenja i namene za koju je predviđeno, može se zaključiti:

- Tehničko rešenje omogućava ispitivanje/merenje elektromagnetskih polja prema standardu EN 62233- Metode za merenje elektromagnetskih polja koja stvaraju aparati za domaćinstvo i sl. aparati u pogledu izlaganja ljudi njihovom uticaju.
- Preduzeće Mak Trade Group, Resnik je zainteresovano da koristi ispitne kapacitete i mogućnosti koje ovo tehničko rešenje nudi zato što na taj način možemo ispuniti zahtev LVD direktive u pogledu uticaja elektromagnetnih polja električne opreme i proizvoda koji će biti plasirani na tržište Republike Srbije i van njega na zdravlje ljudi.

Tehničko rešenje sadrži:

- (1) Oblast;
- (2) Problem koji se rešava tehničkim rešenjem;
- (3) Stanje rešenosti problema u svetu sa pozivom na referentnu literaturu;
- (4) Suština tehničkog rešenja;
- (5) Detaljni opis sa karakteristikama,
- (6) Realizacija i primena;
- (7) Literatura;
- (8) Fotografije.

Beograd, 23 januar 2018. godine



Predmet: Ekspertsko mišljenje o tehničkom rešenju razvijenom u
Institutu VINČA, Ispitna laboratorija CENEx, pp 522, 11001 Beograd

OCENA TEHNIČKOG REŠENJA (Ekspertsko mišljenje)

„Metode za merenje elektromagnetnih polja koje stvaraju aparati za domaćinstvo i slični aparati“

Tehničko rešenje za koje vršimo ocenu doprinosi ispunjenju zahteva bitnih za bezbednost električne opreme sa stanovišta štetnog uticaja elektromagnetnog polja na zdravlje ljudi koji je koriste ili se nalaze u njenoj blizini. U dosadašnjoj praksi, ne retko, susretali smo se sa korisnicima koji su u postupku kupovine aparata za samoposluživanje i prodaju napitaka i hrane, postavljali pitanja vezana za bezbednost ljudi koji koriste aparate i uticaja elektromagnetnih polja koja mogu da se jave u njihovoj neposrednoj okolini.

Ispitivanje korišćenjem metoda za merenje elektromagnetskih polja prema standardu EN 62233, nam omogućuje da izvršimo proveru navedenog parametra bezbednosti i predstavlja bitan faktor za bezbedno korišćenje gotovih proizvoda od strane krajnjih korisnika.

Na osnovu opisa tehničkog rešenja i namene za koju je predviđeno, može se zaključiti:

- Tehničko rešenje omogućava navedeno ispitivanje i ispunjenje zahteva LVD direktive EU (Pravilnik o električnoj opremi namenjenoj za upotrebu u okviru određenih granica napona, kod nas).
- Zainteresovani smo da koristimo ispitne kapacitete i mogućnosti koje tehničko rešenje nudi i podržavamo njihov razvoj i primenu jer se na taj način ispunjavaju zahtevi za bezbednost aparata na višem nivou. Primenujući razvijene metode, laboratorija CENEx Instituta Vinča, nam omogućava lakše pribavljanje obavezne potvrde o usaglašenosti kojom aparate možemo slobodno plasirati na tržište Republike Srbije.

Tehničko rešenje sadrži

- (1) Oblast;
- (2) Problem koji se rešava;
- (3) Stanje rešenosti problema u svetu;
- (4) Suština tehničkog rešenja;
- (5) Detaljni opis sa karakteristikama,
- (6) Realizacija i primena;
- (7) Literatura;
- (8) Fotografije.

Beograd, januar 2018. godine



Za Intercaffe doo Beograd

(pečat, potpis, funkcija)