

Vpliv napajalnih virov na meritev segrevanja stikalnih napajalnikov

Tadej Prinčič, Boštjan Glavič, Gaber Begeš

Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani, Tržaška c. 25, 1000 Ljubljana
Slovenski institut za kakovost in meroslovje, SIQ Ljubljana, Tržaška c. 2, 1000 Ljubljana
E-pošta: tadej.princic@gmail.com

The impact of the power sources to the temperature measurement of the switching power supplies

Power supply source is important when performing input power measurement and temperature measurement during safety investigation of the product. Different source can result in different measured result.

The goal of this project was to make a comparison measurements on three different power supplies while they are supplied by different power sources. Two power sources were electronic stabilized power sources and one power source was an adjustable transformer connected to public grid. Products under test were switch mode power supplies, two of them with implemented power correction factor (PFC) and one without PFC

We have found out that supply source does not influence much on input power measurements or temperature measurements when we are measuring product with PFC. On contrary, we found out that the type of power source has big impact on measured results when we are measuring product without PFC. The reason is in compensation of reactive power. Measured current and measured temperatures on input filter are much lower when product without PFC is supplied with normal grid

1 Uvod

Javno električno omrežje je podvrženo nihanju napetosti zaradi priklopa različnih porabnikov. Med preskušanjem varnosti električnih proizvodov so pomembni ponovljivi rezultati, zato se uporablja stabilizirane vire. Vse novejšie generacije so narejene na osnovi stikalne tehnologije. V laboratoriju za elektroniko na SIQ so prišli do ugotovitve, da vrsta napajalnega vira vpliva na vrednost izmerjenega toka v porabniku. V določenih primerih je tok porabnika tudi do 20 % večji, ko se napaja iz elektronskega stabiliziranega vira v primerjavi s porabo iz javnega omrežja.

Odstopanja so odvisna od napajalnega vira ter od vrste napajalnika. S korekcijskim faktorjem (PFC) je bila razlika manjša kot brez PFC.

Naloga je bila, da izvedemo meritve porabe na treh različnih napajalnikih z uporabo treh različnih napajalnih virov ter nato primerjamo izmerjene rezultate.

Za teste smo uporabljali naslednje napajalne vire:

- elektronski stabiliziran vir Elettrotest ID E308,
- elektronski stabiliziran vir Spitzenberger ID E43,
- javno omrežje skupaj z nastavljenim transformatorjem.

Teste smo izvajali na napajalnikih:

- PSU1,
- PSU2,
- PSU3.

2 Elektronski stabilizirani viri

Viri, ki se uporabljajo za preskušanje varnosti v okviru International Standard System of Conformity Assessment Schemes for Electrotechnical Equipment and Components morajo ustrezati parametrom, ki jih specificira operativni dokument IEC 60384-1:2015 [2].

V njem je točno določeno, kako se mora izvesti validacija vira ter pod kakšnimi pogoji. Biti mora znotraj pogojev, kot je napetostna stabilnost (+/- 3 %), frekvenčna stabilnost (+/- 2 %), harmonično popačenje – THD (< 5 %). Primer rezultatov vira Elettrotest vidimo na spodnji Tabeli 1. Meritev posameznega parametra traja približno 1 uro.

Lastnost vira je pomembna za preskušanje varnosti napajalnika. V kolikor napetost med izvajanjem meritev niha, ali je le ta popačena lahko dobimo napačne rezultate.

V okviru seminarske naloge smo meritve opravljali pri dveh napetosti 120 V in 230 V.

Tabela 1. Rezultat operativnega dokumenta IEC/EN 60950-1 za elektronski vir Elettrotest.

Measured quantity	Value
Voltage nominal, $V_{norm} =$	230 V
Max. open circuit voltage, $V_{m,max} =$	230,1 V
Min. open circuit voltage, $V_{m,min} =$	229,9 V
Current loaded, $I_{el} =$	3,12 A
Max. voltage loaded, $V_{el,max} =$	229,8 V
Min. voltage loaded, $V_{el,min} =$	229,5 V
Max. frequency open circuit, $F_{m,max} =$	50,01 Hz
Min. frequency open circuit, $F_{m,min} =$	49,99 Hz
Max. frequency loaded, $F_{el,max} =$	50,00 Hz
Min. frequency loaded, $F_{el,min} =$	49,99 Hz
Max. harmonic distortion open circuit, $THD_{oc} =$	0,050 %
Max. harmonic distortion loaded, $THD_{in} =$	0,110 %
Reg $V_{oc} =$	0,061 %
Reg $V_{io} =$	0,213 %
Reg $F_{oc} =$	0,018 %
Reg $F_{in} =$	0,010 %

3 Zahteve standarda IEC/EN 60950-1

Standard IEC/EN 60950-1 pokriva varnost informacijske tehnologije in naprave kot so monitorji, računalniki, telekomunikacijske naprave ter napajalnike, ki se uporabljajo s to opremo.

Vsak proizvod mora biti varen preden gre na trg, da ne pride do električnega udara, požara, opeklin zaradi prevročih dostopnih delov ali mehanskih poškodb. Vključeni so tudi nenormalni pogoji, kjer uporabnik uporabi napravo izven specifikacij ali pride do odpovedi kakšne od komponent [3].

Proizvajalec mora specificirati, kje se naprava lahko varno uporablja. Primeri takšnih parametrov so temperatura okolice, stopnja onesaženosti, nadmorska višina, prenapetostna kategorija itd. V vsakem primeru mora biti proizvod varen. V standardu je predvidena dvojna zaščita uporabnika. Prva zaščita deluje med normalnim delovanjem naprave, druga deluje v primeru nenormalnih pogojev, ko prva zaščita odpove.

Določena je meja za varno dostopno napetost, meja za temperaturno dostopnih delov, meja za gibljive dele naprave itd. Glavni testi, ki se izvajajo na napajalniku v okviru tega standarda so; meritev porabe, temperaturni test, test zračne in površinske razdalje, test prebojne trdnosti, test odvodnih tokov, test nenormalnih pogojev in test pogojev odpovedi komponent.

3.1. Meritev porabe napajalnika

Pri meritvi preverjamo kakšno porabo ima napajalnik in jo primerjamo z nazivno, ki jo deklarira proizvajalec na napisni tablici. Paziti

moramo, da v stanju dinamičnega ravnovesja vhodni tok ne presega nazivnega za več kot 10 %.

Tabela 2. Meritev porabe na napajalniku PSU 1 z Elettrotest virom.

	Input Condition	Input Condition, A	Average Power	PF
Operating Condition	Volta / Hz	Ralted / Measured	Watts	
12,8 V / 9,5 A	90 / 50	- / 2,96	156 / 267	0,584
12,8 V / 9,5 A	100 / 50	9,50 / 2,68	154 / 268	0,575
12,8 V / 9,5 A	240 / 50	9,50 / 1,23	150 / 297	0,504
12,8 V / 9,5 A	264 / 50	- / 1,16	150 / 306	0,490

Tabela 3. Meritev porabe na napajalniku PSU 1 s Spitzenbeger virom.

	Input Condition	Input Condition, A	Average Power	PF
Operating Condition	Volta / Hz	Ralted / Measured	Watts	
12,8 V / 9,5 A	90 / 50	- / 2,81	155 / 253	0,613
12,9 V / 9,5 A	100 / 50	9,50 / 2,53	154 / 253	0,607
12,9 V / 9,5 A	240 / 50	9,50 / 1,21	150 / 290	0,516
12,8 V / 9,5 A	264 / 50	- / 1,13	150 / 298	0,502

Tabela 4. Meritev porabe na napajalniku PSU 1 pri napajanju preko omrežja s transformatorjem.

	Input Condition	Input Condit, A	Average Power	PF
Operating Condition	Volta / Hz	Ralted / Measured	Watts	
12,8 V / 9,5 A	90 / 50	- / 2,74	154 / 247	0,625
12,9 V / 9,5 A	100 / 50	9,50 / 2,40	153 / 241	0,634
12,9 V / 9,5 A	240 / 50	9,50 / 1,18	149 / 273	0,545
12,9 V / 9,5 A	264 / 50	- / 1,04	149 / 275	0,542

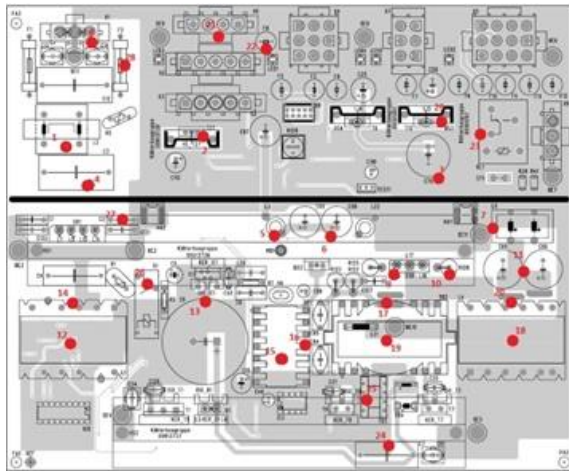
Meritev smo opravili pri štirih različnih napetostih. Napajalnik smo na izhodu obremenili z nazivno napetostjo, z merilnikom toka in moči pa merili

vhodni tok in moč. Rezultate za napajalnik PSU 1 pri napajalni napetosti z vsemi tremi viri vidimo v Tabelah 2, 3 in 4. Dva napajalnika, ki imata PFC nista imela bistveno odstopanje pri različnih virih. Vidno odstopanje je imel napajalnik PSU 1.

Največjo razliko opazimo pri meritvi z nestabiliziranim virom, kajti napajalnik ne more zgladiti napetost. Omenjen test, so vsi trije stikalni napajalniki prestali, saj izmerjeni vhodni tokovi niso presegali 110 % vrednosti nazivnega toka.

3.2. Segrevanje napajalnika (temp. test)

Segrevanje napajalnika izvajamo v komori kjer vzdržujemo maksimalno temperaturo okolice, ki jo specificira proizvajalec.

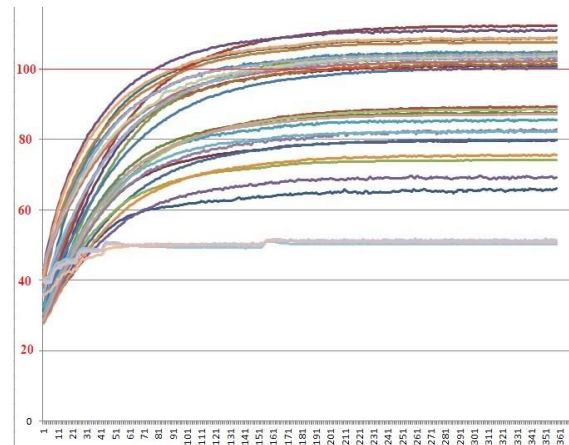


Slika 1. Prikaz sheme PSU 3 napajalnika, kjer so postavljeni termočleni.

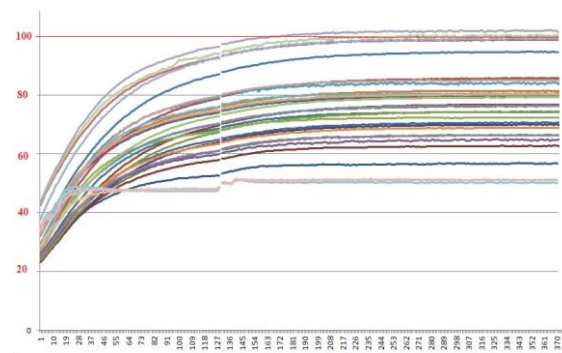
Pred pričetkom meritev, moramo na proizvod namestiti termočlene, s katerim merimo temperaturo. V standardu je predpisano katere komponente so kritične za varnost, zlasti tisti deli kateri so dostopni [2]. S pomočjo termične kamere ugotovimo kateri deli ohišja so podvrženi najvišji temperaturi. Za merjenje uporabljamo termočlene tipa K, ki jih tudi priporoča mednarodna IEC CB shema. S pomočjo posebnega lepila jih pritrdimo na določene točke. Vidne so na sliki (1).

Najbolj kritična meritev za varnost temperature je na transformatorju. Le ta ločuje nevarno napetost od varne. Maksimalna dovoljena temperatura transformatorja je odvisna od vrste izolacije in se giblje od 100 °C za razred A do 165 °C za razred H. Proizvajalci tipično uporabljajo razred B, katerega je meja 110 °C ali razred F za katerega je meja 130 °C.

V našem primeru smo uporabljali merilnik temperature Agilent 34980, ki omogoča priklop do 180 termočlenov ter omogoča sprotno spremljanje rezultatov na računalniku.



Slika 2. Prikaz meritev temperature na napajalniku PSU 2 pri napajalni napetosti 90 V.



Slika 3. Prikaz meritev temperature na napajalniku PSU 2 pri napajalni napetosti 264 V.

Meritev traja dokler se temperature ne ustalijo. V povprečju traja minimalno dve uri. Na sliki (2) je viden temperaturni odziv PSU 2. Opazimo da so pri nižji napajalni napetosti bistveno višje temperature. Razlike so na sliki (3) z večjo napetostjo. Temperatura je za 10 °C višja, saj je pri nižji napetosti tok večji, s tem pa se elementi bolj segrevajo.

4 Rezultati

Primerjavo rezultatov meritev porabe smo izvedeli na treh stikalnih napajalnikih. Eden izmed teh ni imel PFC. Ravno ta faktor je povezan s kompenzacijo jalove energije, katera pride iz električnega omrežja v omenjeni vlogi moči. Napajalnik PSU 1 ima faktor moči manj kot 0,95. To je meja, ki je še dopustna. Izračuna se jo po enačbi 1.

$$PF = \frac{P[W]}{U \cdot I} \quad (1)$$

S podatkom faktorja moči je opazna razlika pri porabi napajalnika. Ta je znašala okoli 10 mA. Pri drugih dveh napajalnikih, ki imata PFC, pa bistvenih razlik ni opaziti, poleg tega imata faktor moči nad oz. okoli 0,95. Podatke o moči, smo razbrali iz merilnika moči, tako za delovno kot za navidezno moč.

Drugi del naloge je bila meritev temperature na napajalniku. Opravljali smo jih v komori pri temperaturi 50 °C. En napajalnik je bil zmožen delovati pri tej temperaturi, in sicer PSU 2. Ostala dva napajalnika sta pri tem testu šla v pretemperaturno zaščito. Zaradi tega, smo zmanjšali temperaturo za 10 °C. Napajalnik PSU 1 se ni več izklapljal. Pri napajalniku PSU 3 je bilo potrebno upoštevati navodila proizvajalca glede montaže, da je bil zagotovljen minimalen zračni pretok.

Rezultati so pokazali, da napajalnika s PFC nimata večjih odstopanj med različnimi viri. Temperature se pri elementih bistveno ne razlikujejo. Navedeni so v Tabeli 5. Očitna razlika se pojavi pri napajalniku PSU 1. Te so znašale skoraj 10 °C. Razlog je predvsem, zaradi nestabilnosti napetosti in različnega vhodnega toka glede na uporabljen vir. Napajalnik nima glajenja energije in zato pride do odstopanj.

5 Zaključek

Pri uporabi različnih elektronskih stabiliziranih virov ne pride do bistvenih razlik. Opazne pa so med izmerjenimi rezultati pri uporabi nestabiliziranega vira (javno omrežje) v primerjavi z rezultati uporabe stabiliziranega elektronskega vira. Potemtakem lahko sklepamo, da je vir napajanja pomemben pri merjenju vhodne moči in temperature med varnostno preiskavo izdelka.

Posebej je potrebno paziti kakšen napajalnik imamo. Z meritvami smo ugotovili, da pride do večjih odstopanj prav pri napajalnikih brez PFC. V nadaljeje bi priporočali, da se pri meritvah na napajalnikih brez PFC, prej odloči glede vira. Definitivno je boljši elektronski stabiliziran vir. Poleg rečenega bi opozorili na pomembnost proizvajalčevih zahtev. Med te je navedena njegova postavitve, katero je potrebno upoštevati.

Tabela 5. Temperature posameznih elementov napajalnika PSU 1 pri različnih virih.

Supply volt. (Vdc)	90	264	90	264	90	264
Frequency (Hz)	50	50	50	50	50	50
Ambient T (°C)	40	40	40	40	40	40
Max. measured temp.	Maximum measured temperature (°C)					
	Elettrotest		Trafo		Spitzenberg	
1). CN1	62,5	55,1	59,7	55,2	61,7	54,9
2). F1	74,8	63,5	70,0	62,5	72,9	62,6
3). FL1	83,7	63,3	76,2	61,9	81,6	62,8
4). CX1	74,2	62,3	69,1	61,2	72,0	61,4
5). FL2	96,8	68,5	86,1	65,1	93,9	66,9
6). BD1	97,6	81,2	84,1	79,0	87,5	74,7
7). NTC1	94,7	82,1	90,0	77,9	93,3	80,4
8). C1	77,3	65,2	75,2	63,4	76,3	64,1
9). CY5	70,7	66,3	68,9	65,7	69,7	65,1
10). C7	87,4	73,7	84,7	71,6	86,0	72,5
11). T1 core	100,7	96,9	98,4	96,0	99,6	95,6
12). T1 winding	100,7	99,3	99,0	97,9	100,1	97,5
13).HS2	79,0	73,9	76,6	73,4	77,7	73,0
14). Q371 /Q370	83,1	78,5	80,8	78,0	82,0	77,5
15). C10C	90,4	86,2	88,6	85,9	89,5	85,6
16). C103	80,9	77,7	79,2	77,3	80,2	76,7
17). L101	79,2	76,4	77,4	75,8	78,3	75,3
18). C105	74,9	71,7	73,2	71,5	74,2	71,0
19). Right	77,5	73,9	76,2	73,8	76,4	73,3
20). Top	74,9	66,7	72,8	65,0	74,7	66,2

Literatura

- [1] (ETI Elektroelement d.d. , 2017)
- [2] (IECEE, 2016)
- [3] (International standard IEC 60950 -1, 2005)
- [4] (Wikipedia, 2017)