

Opasnosti od lutajućih struja po računare i računarske mreže

Božo Ilić¹, Branko Savić²

Sadržaj — Prilikom proticanja kroz metalne konstrukcije u objektu lutajuće struje mogu izazvati različite negativne efekte. Cilj ovog rada jeste da ukaže na opasnosti po računare i računarske mreže od lutajućih struja prilikom njihovog proticanja kroz razne metalne konstrukcije u objektu, kao što su: cevi za vodu, cevi za gas, cevi za grejanje, metalni omotači energetskih i informaciono komunikacionih kablova, čelična armatura u betonskoj konstrukciji objekta, gromobranska instalacija itd. U radu su navedene i odgovarajuće mere za otklanjanje ovih opasnosti.

Ključne reči — elektromagnetne smetnje, metalne konstrukcije, lutajuće struje, računari, računarske mreže.

I. UVOD

LUTAJUĆE struje mogu nastati u samim objektima, a mogu ući i spolja. Posledice pojave lutajućih struja u objektima su različiti negativni efekti, kao što su: smetnje i kvarovi na računarima i računarskim mrežama, telekomunikacionim sistemima, protivpožarnim i alarmnim sistemima, sistemima video nadzora, opasnosti od požara i sl. Ove činjenice dovoljno govore da je ovim problemima potrebno posvetiti određenu pažnju.

U domaćoj i svetskoj literaturi su na nedovoljno precizan i jasan način prikazane putanje kojima se lutajuće struje mogu prostirati kroz objekat i tako uzrokovati neželjene efekte [1]. Cilj ovog rada i jeste da se na ilustrativan način prikažu razne putanje kojima se lutajuće struje mogu prostirati kroz metalne konstrukcije u objektu i tako negativno uticati na rad računara i računarskih mreža. U radu su navedene i neke greške u dosadašnjoj praksi izvođenja električnih instalacija i predložene su mere za otklanjanje negativnih efekata lutajućih struja na računare i računarske mreže.

II. IZVORI LUTAJUĆIH STRUJA

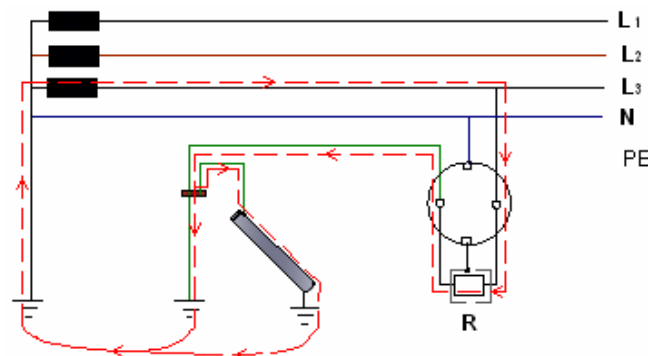
Lutajuće struje se definišu kao povratne struje kroz zemlju i metalne konstrukcije uzrokovane električnim uređajima u normalnom radu ili pri smetnjama. Električni uređaji mogu stvoriti lutajuće struje samo ako su uzemljeni na više od jednog mesta. Uređaji koji imaju samo jedno uzemljenje mogu uzrokovati lutajuće struje ako na još jednom mestu nastane spoj sa zemljom. Uređaji koji nisu

uzemljeni mogu prouzrokovati lutajuće struje ako se pojavi zemljospoj bar na dva različita mesta. Često se lutajuće struje registruju na tako velikom rastojanju od njihovog izvora, da se čak ne može ni dati pretpostavka o njihovom poreklu. Izvora lutajućih struja u zemlji ima mnogo, a te struje se međusobno razlikuju po svom poreklu i vremenskoj promeni. Glavni izvori lutajućih struja su:

- jednosmerna električna vuča, koja kao povratni vod koristi šine po kojima se kreće elektrovočno vozilo (tramvaji i metroi po gradovima, elektrifikovna železnica, razna vozila u industriji koja se kreću po šinama),
- sistemi katodne zaštite,
- uređaji za zavarivanje,
- dalekovodi visokog napona jednosmerne struje,
- postrojenja za elektrolizu,
- izvori jednosmerne struje u industriji,
- distributivne mreže sa višestruko uzemljenim neutralnim provodnikom,
- električne instalacije itd.

Pored lutajućih struja koje spolja mogu ući u objekat, one mogu nastati i u samoj električnoj instalaciji. Tako električne instalacije sa TN-C-S sistemom razvoda pri nesimetričnom ili nepunofaznom opterećenju stvaraju lutajuće struje, koje se preko metalnih konstrukcija nekontrolisano šire kroz celi objekat [2].

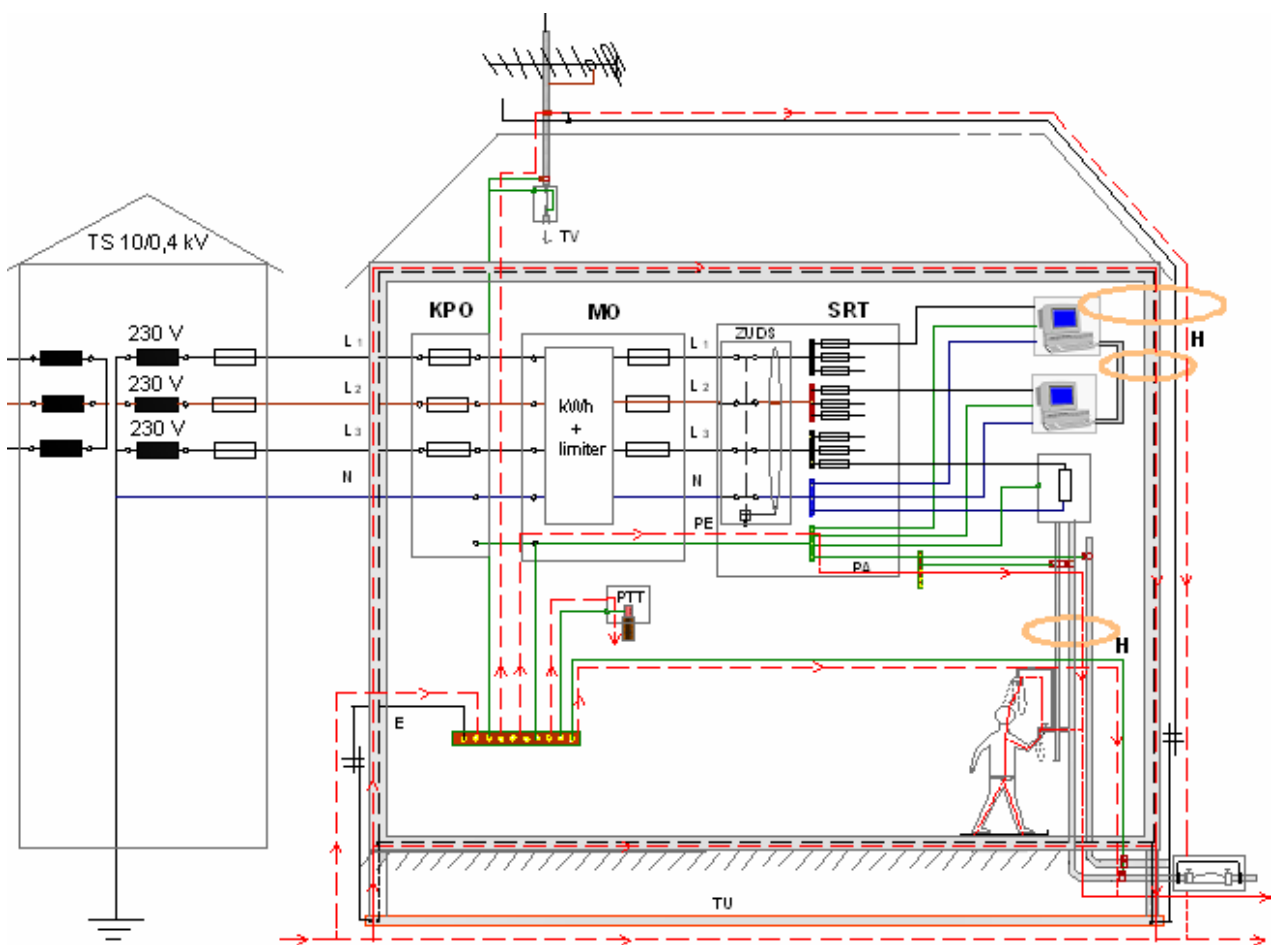
Takođe lutajuće struje u objektu mogu nastati i u električnim instalacijama sa TT sistemom razvoda zbog greške u montaži. Najčešće se dešava greška u montaži utičnica i to priključak neutralnog (N) provodnika na stezaljku zaštitnog (PE), a zaštitnog (PE) na stezaljku neutralnog (N) ili priključak oba provodnika na jednu stezaljku, što dovodi do prostiranja lutajućih struja kroz metalne konstrukcije u objektu, kao što to prikazuje predložena ilustracija na SI.1.



SI.1. Ilustracija pojave lutajućih struja u objektu usled zamene mesta priključaka neutralnog (N) i zaštitnog (PE) provodnika na stezaljkama u utičnici

¹ Božo Ilić, Tehnički školski centar Zvornik, Karakaj bb, 75400 Zvornik, Republika Srpska (e-mail: bozoilic66@gmail.com).

² Branko Savić, Visoka tehnička škola strukovnih studija u Novom Sadu, Školska 1, Novi Sad, Srbija (e-mail: brsavic@yahoo.com).



Sl. 2. Ilustracija prostiranja lutajućih struja kroz objekat sa TT sistemom razvoda električne instalacije, gde je: TS-transformatorska stanica, L₁, L₂, L₃-fazni provodnici, N-neutralni provodnik, PE-zaštitni provodnik, PA-provodnici za izjednačenje potencijala, E-zemljovod, KPO-kućni priključni ormarić, MO-merni ormar, SRT-spratna razvodna tabla, ZUDS-zaštitni uređaj diferencijalne struje (FID sklopka), H-magnetno polje, TU-temeljni uzemljivač

Često se dešava da projektanti projektuju TT ili TN-S sistem razvoda električnih instalacija, a da izvođači radova zbog neznanja kratko prespoje neutralni (N) i zaštitni (PE) provodnik (npr. u mernom ormaru ili razvodnoj tabli) i tako naprave pravi elektromagnetni haos u instalaciji, i ako je ona pravilno projektovana [3].

Pored greški u montaži postoji i niz drugih razloga zbog kojih može doći do spoja neutralnog (N) provodnika sa zaštitnim (PE) provodnikom ili metalnim konstrukcijama i pojave lutajućih struja u objektima, kao što su:

- oštećena izolacija neutralnog (N) provodnika u električnoj instalaciji, koja može nastati usled njegovog pregrevanja ili mehaničkih oštećenja,
- loši kontaktni spojevi neutralnog (N) provodnika,
- oštećena izolacija neutralnog (N) provodnika u električnim prijemnicima i sl.

III. NEGATIVNI EFEKTI LUTAJUĆIH STRUJA NA RAČUNARE I RAČUNARSKE MREŽE

Lutajuće struje prilikom prostiranja kroz zemlju mogu ući u objekat preko uzemljivača, a odatle preko zemljovoda, sabirnice za glavno izjednačenje potencijala, provodnika za izjednačenje potencijala (PA), raznih metalnih cevi (za vodu, gas, grejanje i sl.), gromobranske

instalacije, metalnih omotača energetskih i informaciono komunikacionih kablova, a zatim šire kroz celi objekat. Takođe lutajuće struje mogu ući u objekat i direktno preko raznih metalnih konstrukcija u objektu kao što su: cevi za vodu, cevi za gas, cevi za grejanje, čelična armatura u betonskoj konstrukciji objekta (u temelju, stubovima, pločama), metalni omotači energetskih i informaciono komunikacionih kablova itd.

Na osnovu istraživanja izvora lutajućih struja i konstrukcija kroz koje mogu proticati predložena je ilustracija prostiranja lutajućih struja kroz objekat sa TT sistemom razvoda električne instalacije, koji ima vodovodnu, gasnu i gromobransku instalaciju, Sl.2.

Bez obzira da li su u objekat ušle spolja ili su nastale u samoj električnoj instalaciji lutajuće struje mogu uzrokovati različite negativne efekte. Negativni efekti koje izazivaju lutajuće struje, a koje mogu biti jednosmerne, jednosmerne nedovoljno ispravljene, naizmenične, sadržati više harmonike i slično mogu se klasifikovati na:

- elektrolitičke,
- termičke i
- elektromagnetne.

Pored navedenih negativnih efekata postoje i opasnosti po ljude od strujnog udara, kao i štetan uticaj

elektromagnetnih polja koja stvaraju lutajuće struje na zdravlje ljudi [4].

Merenje lutajućih struja kroz cevi se može vršiti pomoću amper klešta, kao što je prikazano na Sl.3.



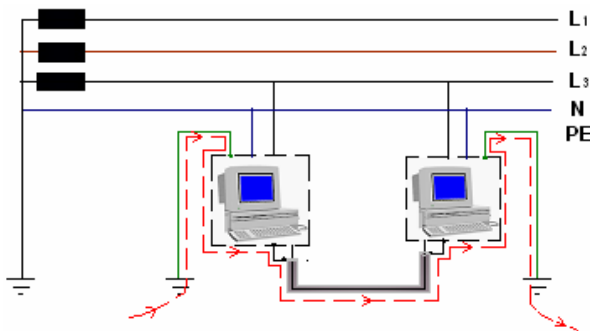
Sl. 3. Merenje lutajućih struja kroz vodovodnu cev pomoću amper klešta

A. Elektrolitički efekti lutajućih struja

Elektrolitički efekti lutajućih struja se manifestuju u pojavi elektrolitičke korozije, usled elektrolize metalne konstrukcije na mestu gde lutajuća struja izlazi iz nje.

B. Termički efekti lutajućih struja

Termičke efekte uzrokuju kako naizmjenične tako i jednosmerne lutajuće struje. Razlika potencijala stvorena između metalnih konstrukcija, uzrokovana proticanjem lutajućih struja, uslovljava proticanje neke struje izjednačenja između tih konstrukcija ako se one električno spoje. Ukoliko ta električna veza ide preko neadekvatnih provodnika koji nisu ni predviđeni ni dimenzionisani za to, kao što su niskoomski metalni omotači koaksijalnih kablova računarskih mreža, može doći do njihovog pregrevanja, pa i požara. U praksi je veoma čest slučaj da su krajevi omotača koaksijalnih kablova računarskih mreža vezani za različite uzemljivače, tako da lutajuće struje kroz njih mogu dostići znatne vrednosti [5], kao što to prikazuje predložena ilustracija na Sl. 4.

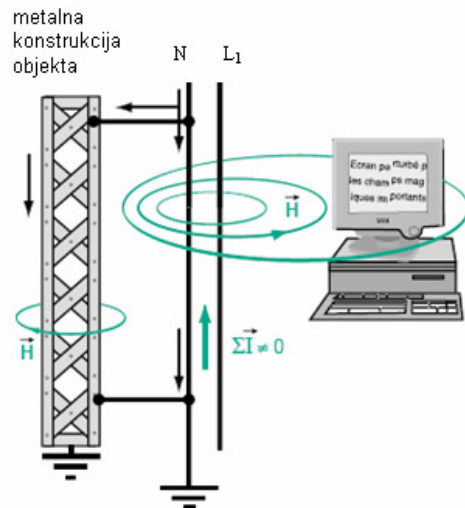


Sl. 4. Ilustracija proticanja lutajućih struja kroz omotač koaksijalnog kabla računarske mreže

C. Elektromagnetni efekti lutajućih struja

Elektromagnetni efekti se manifestuju u indukovanju napona smetnji u vodovima koji se nalaze u blizini metalnih konstrukcija kroz koje protiču naizmjenične lutajuće struje, koje stvaraju jaka elektromagnetna polja. Ova elektromagnetna polja mogu dovesti do indukovanja napona smetnji u vodovima na štampanim pločama elektronskih uređaja, kao što su računari, monitori, štampači i sl.

Ako se monitor nalazi u prostoriji u blizini metalnih konstrukcija kroz koje protiču lutajuće struje ili u blizini vodova sa strujama odvoda, koje stvaraju jaka magnetna polja, tada slika na monitoru može značajno da se deformiše („pliva“ ili „treperi“), kao što je prikazano na Sl.5. Poznati su slučajevi, kada se monitor prekrije obojenim pegama različitih nijansi, a ponekad se slika potpuno ili privremeno izgubi. Očigledno je da je rad za takvim monitorom štetan, a vrlo često i nemoguć.



Sl. 5. Magnetno polje koje stvaraju lutajuće struje kroz metalnu konstrukciju objekta

Poznato je da je ukupna struja kroz napojne vodove jednofaznih i trofaznih simetričnih prijemnika pri odsustvu struja odvoda jednaka nuli i magnetno polje u okolini takvih vodova je jednako nuli. Međutim, pri pojavi struje odvoda ukupna struja kroz napojne vodove nije jednaka nuli, usled čega se u okolnom prostoru stvara magnetno polje, koje se smanjuje sa povećanjem rastojanja od posmatranog voda.

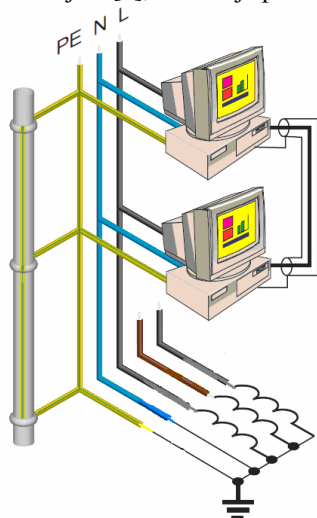
Osim deformisanja slike na monitoru, magnetno polje, koje stvaraju lutajuće struje kroz metalne konstrukcije, pri određenim uslovima može dovesti do indukovanja napona smetnji u kablovima računarskih mreža koji prolaze u njihovoj blizini. To može dovesti do ometanja ili prekida rada računarskih mreža, ometanja veze računara sa štampačem, uništenja mrežne kartice, uništenja podataka na hard disku, pada sistema i sl. Navedeni problemi u nekim delovima objekta u kome se koristi lokalna računarska mreža mogu dovesti do ometanja ili potpunog prekida rada računarske mreže u celom objektu, čak i pri ispravno izvedenom uzemljenju računarske opreme [6].

IV. MERE ZA OTKLANJANJE NEGATIVNIH EFEKATA LUTAJUĆIH STRUJA NA RAČUNARE I RAČUNARSKE MREŽE

Na osnovu istraživanja problema negativnih efekata lutajućih struja na računare i računarske mreže predložene su sledeće mere za otklanjanje ovih efekata:

1. U objektima u kojima se očekuje korišćenje računara i računarskih mreža treba izbegavati korišćenje TN-C-S i TN-C sistem razvoda, zbog toga što oni mogu uzrokovati lutajuće struje. To su najlošiji ali i najjeftiniji sistemi razvoda, jer imaju jedan provodnik manje nego drugi sistemi razvoda.

2. Prema tehničkim propisima propisima IEC 60364-4-444: 2007 (Električne instalacije niskog napona - Deo 4-44: Zaštita radi ostvarivanja bezbednosti - Zaštita od napona smetnji i elektromagnetskih smetnji) u objektima u kojima se očekuje korišćenje informacionih tehnologija treba primenjivati TN-S sistem razvoda električnih instalacija, zbog njegove elektromagnetne kompatibilnosti, koji je uzemljen samo na jednom mestu i to u trafostanici. Kroz ceo sistem zaštitni (PE) i neutralni (N) provodnik su razdvojeni [7], kao što je prikazano na Sl. 6.



Sl. 6. TN-S sistem razvoda električne instalacije

3. Kod izvođenja električnih instalacija treba voditi računa da se ne napravi greška u montaži utičnica, razvodnih tabli ili mernih ormara kojom bi došlo do spoja neutralnog (N) sa zaštitnim (PE) provodnikom ili do zamene njihovih mesta na stezaljkama..

4. Prilikom korišćenja i održavanja električnih instalacija treba voditi računa, da zbog loših kontaktnih spojeva, oštećenja izolacije (mehaničkih, termičkih, hemijskih i sl.) ili vlažnih zidova ne dođe do spoja neutralnog (N) provodnika sa zaštitnim (PE) provodnikom ili sa metalnim konstrukcijama u objektu, kao što su: cevi za vodu, cevi za gas, cevi za grejanje, čelična armatura u betonskoj konstrukciji objekta itd.

5. Treba sprečiti, koliko je to moguće, da u električnim prijemnicima zbog oštećenja izolacije, loših kontaktnih spojeva ili vlage ne dođe do spoja neutralnog (N) sa zaštitnim (PE) provodnikom ili sa metalnim kućištem prijemnika.

6. Izvođenjem izjednačenja potencijala prema tehničkim propisima IEC 60364-5-54: 2002 (Električne instalacije u

zgradama - Deo 5-54: Izbor i postavljanje električne opreme - Uzemljenje, zaštitni provodnici i zaštitni provodnici za izjednačenje potencijala) značajno se može smanjiti ulazak lutajućih struja u objekat preko metalnih cevi i metalnih omotača kablova.

7. U područjima gde se često pojavljuju lutajuće struje u zemlji, treba postaviti izolacione umetke u cevovode kako bi se sprečio ulazak lutajućih struja preko njih u objekat.

8. Umesto koaksijalnih i kablova sa upređenim paricama može se koristiti bežično umrežavanje ili umrežavanje pomoću optičkih kablova, kroz koje ne mogu proticati lutajuće struje i koji nisu osetljivi na elektromagnetne smetnje, ali su skuplji.

9. Računare i računarsku opremu treba odmicati od metalnih konstrukcija kroz koje protiču lutajuće struje ili između njih postavljati metalne ploče koje su uzemljene.

V. ZAKLJUČAK

Pojava lutajućih struja u objektima bilo da su nastale u samom objektu ili su ušle spolja, može dovesti do smetnji, prekida u radu ili oštećenja računara i računarskih mreža. Međutim primenom odgovarajućih tehničkih propisa pri projektovanju i izvođenju električnih instalacija, kao što su: IEC 60364-4-444: 2007 i IEC 60364-5-54: 2002, kao i primenom drugih predloženih mera navedene opasnosti se mogu potpuno ili značajno otkloniti.

LITERATURA

- [1] D. W. Zipse, *The hazardous multigrounded neutral distribution system and dangerous stray currents*, in IEEE ICPS Conference Record, 2005.
- [2] B. Ilić, *Uticaj lutajućih struja na metalne elemente tehničko-tehnološkog sistema*, Magistarski rad, Tehnološki fakultet Zvornik, 2004.
- [3] Рузняев Е.С., Скляров Н.Е., Волков В.В. *Электробезопасность*, Издательство Пензенского государственного университета, Пенза, 2004.
- [4] Петухов В.С., Соколов В.А., Меркулов А.В., Красилов И.А. *Токи утечки в электроустановках зданий*, Новости Электротехники. – 2003. – N5 (23). – С. 93-97
- [5] Виктор Петухов, *Электромагнитная экология TN-C система – виновник ухудшения*, Журнал №1(31), 2005
- [6] Матвеев М.В. *Электромагнитная обстановка на объектах. определяет ЭМС цифровой аппаратуры*, Новости Электротехники. – 2002. – N1 (13), 2 (14).
- [7] Karl-Heinz Otto, *Die Gefahr des PEN-Leiters für elektronische Systeme*, Die verpennte Elektroinstallation, 2001.

ABSTRACT

Stray currents can cause various adverse effects when they flow through metal structures in a building. The aim of this paper is to point out the dangers to computers and computer networks from stray currents during their flow through a variety of metal structures in the building, such as: water pipes, gas pipes, heating pipes, metal casings of energy and information and communication cables, steel reinforcement in concrete construction in building, lighting installation etc. The paper listed the appropriate measures to eliminate these dangers.

DANGERS OF STRAY CURRENTS TO COMPUTERS AND COMPUTER NETWORKS

Božo Ilić, Branko Savić