

Uvod

Elektromagnetna kompatibilnost je oblast koja je počela da se naglo razvija u poslednje 3 decenije zbog minijaturizacije elektronskih komponenti i veoma masovnog korišćenja elektronskih uređaja u domaćinstvima, u poslovnim objektima i industriji. Uvođenje računara sa visoko integrisanim komponentama povećava njihovu osetljivost na dejstvo elektromagnetnih smetnji koje dolaze iz čovekove okoline. Sa druge strane, od početka elektrifikacije do danas razvoj elektroenergetike i masovnog korišćenja električne energije za različite namene doveo je do toga da se pojavljuju različiti elektromagnetni uticaji usled korišćenja električnih uređaja. Elektromagnetna kompatibilnost je oblast elektrotehnike koja se bavi elektromagnetnim uticajem električnih uređaja na čoveka i njegovu okolinu, koja podrazumeva tehnička sretstva koja čovek koristi. Elektromagnetni uticaji se mogu podeliti na sledeće:

1. Uticaj elektromagnetnog polja na živi organizam
2. Uticaj elektromagnetnog polja na električne uređaje

Izvori elektromagnetnog polja mogu biti:

1. Elektroenergetska postrojenja i vodovi (smetnje 50 Hz)
2. Transformatorske stanice u zgradama (smetnje 50 Hz)
3. Električni uređaji koji imaju električne motore (smetnje od 50 Hz do 5 kHz)
4. Električni uređaji sa ispravljačima, kontaktorima (smetnje od 1 kHz do 50 kHz)
5. Smetnje zbog visokofrekventnih uređaja kao što su mobilni telefoni i njihove bazne stanice, radio i televizijske emisione stanice, radari (MHz i GHz).
6. Atmosferska pražnjenja u objekat u kome se nalazi oprema koja je izložena smetnjama ili u okolinu objekta
7. U vojne svrhe se proučavaju različiti efekti smetnji ili čak uništavanja elektronskih uređaja u cilju slabljenja neprijateljske vojne moći, kao i odbrane od tih efekata

Razlikujemo dve vrste smetnji koje se mogu pojaviti kod elektronskih uređaja usled elektromagnetnog uticaja:

- Smetnje u funkcionisanju uređaja (unošenje šuma, gubitak informacija), koje nestaju nakon prestanka dejstva smetnji
- Kvarovi pojedinih komponenti ili kompletnog uređaja koji izazivaj kraj funkcionisanja uređaja.

Pod elektromagnetnom kompatibilnošću se podrazumeva:

- Određivanje maksimalnog nivoa smetnji koji neki uređaji stvaraju u toku svog rada, a koji neće remetiti čovekovu okolinu
- Određivanja sposobnosti uređaja da podnesu elektromagnetne smetnje bez smetnji u radu ili oštećenja.

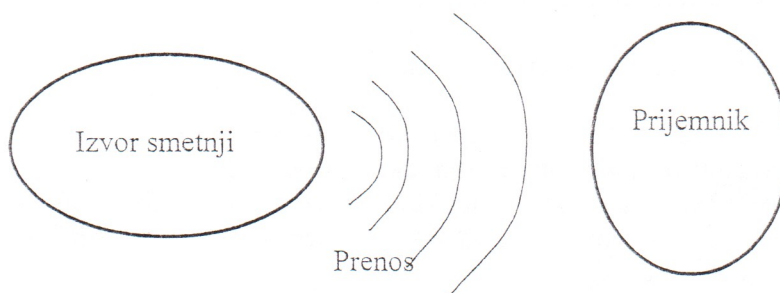
Prema tome predmet elektromagnetne kompatibilnosti se bavi izučavanjem izvora smetnji i ograničavanje nivoa elektromagnetnih polja kod emitera smetnji sa jedne

strane, a sa druge strane proučavanjem osetljivosti objekata na koje elektromagnetna polja deluju i razvojem zaštitnih mera za sprečavanja smetnji i kvarova.

Često se umesto generisanja smetnji i prijema smetnji usled elektromagnetnih polja govori o elektromagnetnim uticajima, odnosno elektromagnetnoj interferenciji.

Danas se postavljaju određena ograničenja u pogledu emitovanja smetnji, a takođe se kod potrošača postavljaju zahtevi u pogledu podnošenja odgovarajućih uticaja. Ovi zahtevi i ograničenja su u većini razvijenih zapadnih zemalja regulisani zakonima, tako da se ni jedan proizvod ne može prodati ukoliko ne poseduje sertifikat koji potvrđuje da proizvod zadovoljava određene norme u pogledu generisanja elektromagnetnih polja ili podnošenja određenog nivoa smetnji.

Oblast elektromagnetne kompatibilnosti se bavi generisanjem, prenosom i prijemom elektromagnetnih smetnji, kao što je prikazano na slici 1.



Slika 1: Objašnjenje tri komponente koje čine sistem sa međusobnim uticajem

U skladu sa podelom komponenti koji čine sistem koji unutar sebe ima međusobni elektromagnetni uticaj ~~komponenti~~, u oblasti elektromagnetne kompatibilnosti preduzimaju se sledeće mere:

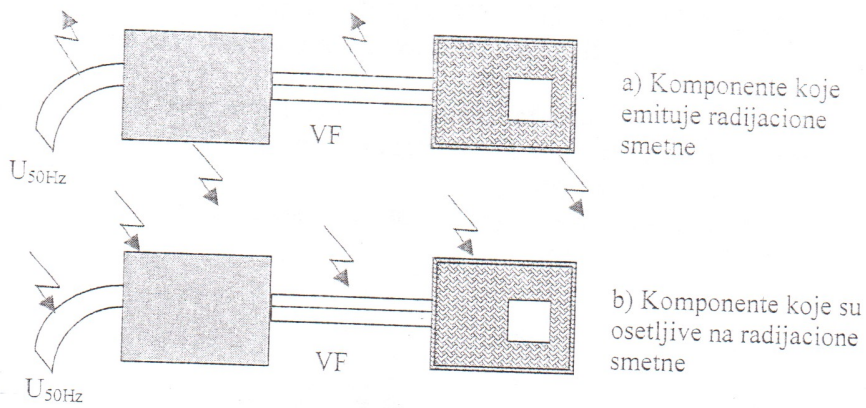
1. prigušuju se elektromagnetni uticaji na samom izvoru,
2. otežava se prenos smetnji uticajem na međusobnu spregu izvora i prijemnika,
3. prijemnik se konstruiše tako da je manje osetljiv na spoljašnje smetnje.

Na slici 2 i 3 objašnjena je priroda pojedinih komponenti u pogledu generisanja smetnji i osetljivosti na smetnje. Kada su u pitanju visokofrekventna elektromagnetna polja, tada se smetnje mogu podeliti na dva tipa:

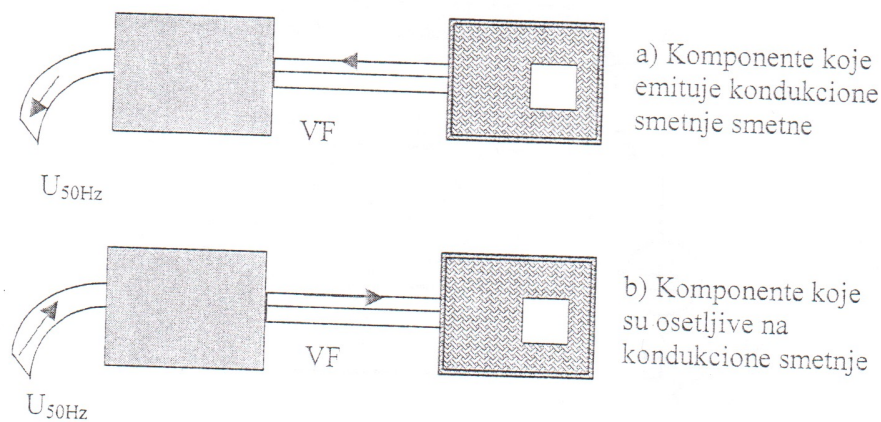
- Radijacione smetnje (elektromagnetno zračenje)
- Kondukcione smetnje (električno provođenje)

Radijacione smetnje se prenose kroz prostor putem elektromagnetnog polja, a kondukcione putem provodnika za napajanje uređaja ili putem žičanih veza između uređaja ili putem zajedničkog uzemljenja.

Svi uređaji mogu biti emitori smetnji (izvor smetnji) ili prijemnici smetnji.



Slika 2: Podela komponenti u odnosu na radijacione smetnje



Slika 3: Podela komponenti u odnosu na kondukcione smetnje

Na slikama 2 i 3 prikazane su tipične sprege elektronskih uređaja koje su međusobno povezani telekomunikacionim kablovima. Napajanje elektronskih uređaja u Evropi vrši se naizmeničnim naponom 50 Hz putem napojnih kablova. Kasnije se vrši pretvaranje naizmeničnog napona na različite jednosmerne napone koji koriste elektronski uređaji. Na primer, za digitalnu elektroniku se koriste 5 V, a za analognu elektroniku +12 V i - 12 V.

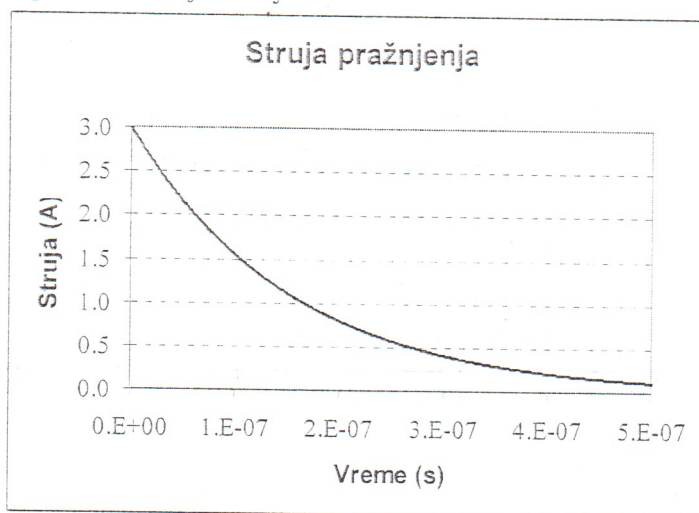
U opretnijem

Svi provodnici, kako energetske napojni, tako i signalni, sposobni su da emituju smetnje i da ih prihvataju. Interferencija može da nastupi:

- Između spoljašnjeg emitera i posmatranog uređaja kao prijemnika
- Između posmatranog uređaja kao emitera i nekog spoljašnjeg prijemnika
- Između jedne komponente uređaja kao emitera i druge komponente uređaja kao prijemnika.

Danas se kod jeftinih uređaja koriste nemetalna, plastična kućišta koja jako olakšavaju prodor radijacionih smetnji.

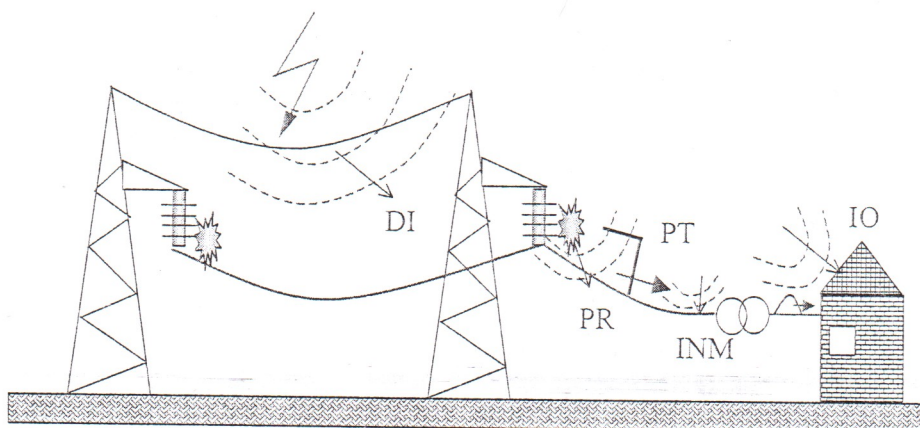
Vremenska promena struje data je na slici 6:



Slika 6: Vremenska promena struje pri rasterećenju kapaciteta čovekovog tela

Promena struje u toku opadanja na začelju je u početnom trenutku $(di/dt)_{(t=0)}=20 \text{ A}/\mu\text{s}$. Promena struje pri početku pražnjenja zavisi od induktiviteta kola, pa zbog nepoznavanja neće se uzeti u razmatranje. Velika brzina promene struje izaziva indukovanje opasnih napona čak i pri malim međusobnim induktivitetima unutar uređaja. Na primer, ako je induktivitet neke konture unutar uređaja $100 \mu\text{H}$, tada bi indukovana elektromotorna sila bila $E=L \times (di/dt) = 1000 \text{ V}$. Elektrostatička pražnjenja su danas jedan veoma ozbiljan problem, koji se rešava pravljenjem podova koji imaju provodnu komponentu (antistatik podovi) koji odvede nagomilana električna opterećenja.

Atmosferska pražnjenja u elektroenergetske vodove mogu da izazovu oštećenje zbog direktnog nailasaka talasa u napojna kola preko energetskog napajanja ili indukovanjem, kao što je prikazano na slici 7.

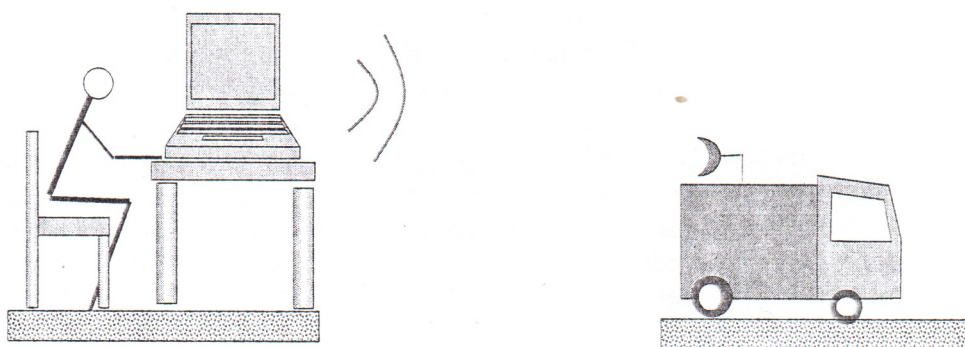


Slika 7: Dejstva atmosferskih pražnjenja na objekte

U slučaju atmosferskih pražnjenja možemo razlikovati sledeće uticaje:

- Pojavu jakog elektromagnetnog polja koje indukuje prenapone usled pojave samog kanala glavnog pražnjenja (DI)
- Prilikom povratnog preskoka ili preskoka na izolaciji dolazi do pojave strmih strujnih talasa koji izazivaju elektromagnetnu indukciju (PR).
- Prilikom atmosferskih pražnjenja na vodovima se pojavljuju prenaponski putujući talasi (PT) koji mogu da se prenesu kapacitivno i induktivno kroz transformator i da izazovu na niskonaponskoj strani talase manje strmine i umanjene amplitude, ali koji još uvek mogu da budu opasni za izolaciju.
- Atmosferska pražnjenja mogu da indukuju u niskonaponskoj nadzemnoj mreži indukovane prenapone (INM)
- Jako magnetno polje može da proдре unutar objekta i izazove indukovane prenapone (IO).

U oblast elektromagnetne kompatibilnosti takođe spada i zaštita podataka od neovlašćenog preuzimanja usled praćenja elektromagnetskih signala koji prenose informaciju, kao na primer preuzimanje podataka sa računara u toku kucanja teksta, kao na primer na slici 8.



Slika 8: Zloupotreba emitovanih signala radi pribavljanja podataka