

Prenos energije brez žic

Janez Strnad

Prenos sporočil in prenos energije

Nikola Tesla je na ameriškem uradu prijavil patent *Naprava za prenos električne energije* leta 1902 in prijavo obnovil leta 1906. Patent, ki so mu ga priznali leta 1914, ni uspel ne po strokovni ne po finančni strani. Kaže, da se veliki izumitelj ni dobro zavedal razlike med prenosom sporočil in prenosom energije, čeprav je med prvimi uporabil radijske valove za prenos sporočil.

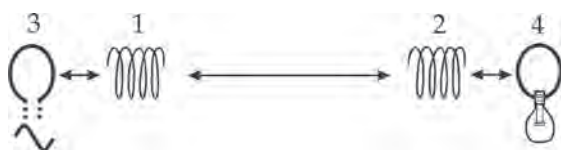
Pri takem prenosu po oddajni anteni poganjajo izmenični tok z veliko frekvenco. Antena seva elektromagnetno valovanje z valovno dolžino, ki ustreza izbrani frekvenci, na vse strani. V sprejemni anteni valovanje povzroči šibek tok z enako frekvenco. Ta tok ojačijo in z njim napajajo zvočnik. Pri

tem izkoristijo resonanco. Frekvenca oddajne postaje se ujema s frekvenco, ki je lastna sprejemnemu krogu. Valovanje v njem najmočnejše vzbudi prav tok z enako frekvenco. Z vrtenjem gumba na radijskem sprejemniku uglasimo krog na oddajno postajo. Pravzaprav so ojačevalniki v rabi šele, odkar so v prvem desetletju prejšnjega stoletja uvedli vakuumске elektronke. Dotlej so lahko prenašali le sporočila z Morsejevo abecedo. Za prenašanje sporočil zadostujejo radijskimi valovi z zelo majhno gostoto energijskega toka. Sprejeti energijski tok mora le preseči šum zaradi motenj v okolici. Izkoristek, to je razmerje med sprejetim energijskim tokom in oddanim energijskim tokom, je zelo majhen. Večina energijskega toka oddajne radijske postaje gre v izgubo, del se ga zgubi dobesedno v vesolje.

Pri prenašanju energije ali, kot tudi pravimo, prenašanju moči so zahteve popolnoma drugačne in postane pomemben izkoristek. Kljub tedanjemu neuspehu je Teslova zami-

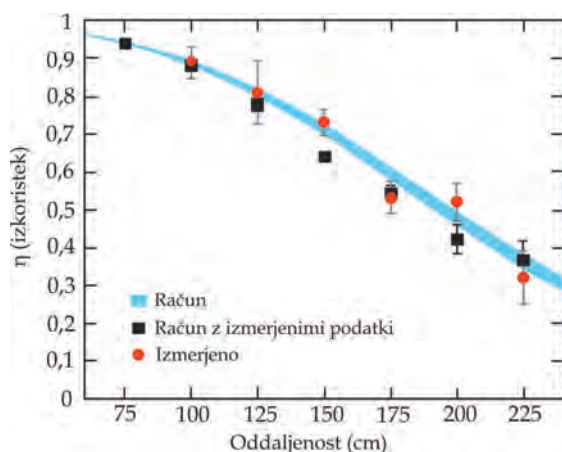


Oddajna antena v Teslovi patentni prijavi. Na Long Islandu so po tem načrtu zgradili veličasten stolp. Tesla pa ni uspel dalje razviti prenašanja sporočil, zato so finančniki ustavili podporo. Še med prvo svetovno vojno so stolp porušili. Velja je za »Teslovo zablodo za milijon dolarjev«.



Razpored tuljav 1 in 2, spodbujevalnega ovoja 3 in ovoja z žarnico 4 pri merjenju ter pogled na delujočo napravo.

Po članku A. Kursa in sodelavcev in A. Karalisa.



Izkoristek pri brezžičnem prenosu energije v odvisnosti od razdalje. Na navpično os je nanesen izkoristek, na vodoravno os pa razdalje med središčema tuljav. Po članku A. Kursa in sodelavcev.

sel privlačila izumitelje. Posebno zanimiva je postala v zadnjih desetletjih, ko je močno narasla uporaba naprav z baterijami. Baterije mobilnih telefonov, prenosnih računalnikov, robotov in podobnih naprav je treba pogosto napolniti. Prijetno bi bilo, ko bi se to opravilo avtomatično.

Brezžični polnilniki?

Električno energijo ali moč brez žic prenašajo transformatorji. V njih prva tuljava ni v kovinskem stiku z drugo tuljavo. Zato je napetost v stenski vtičnici, 230 voltov, veliko manjša od sto tisoč voltov na daljnovodu. Vendar sta v transformatorju prva in druga tuljava zelo blizu skupaj. Pri frekvenci 50 nihajev na sekundo izmeničnega toka v našem omrežju sta tuljavi naviti na skupno železno jedro in potopljeni v izolatorsko olje. Ali bi bilo mogoče prednosti transformatorjev združiti s prednostmi radijskega prenosa z resonanco? Ob tem bi bilo treba doseči, da bi od oddajnika tekel znaten energijski tok do sprejemnika, ko bi bila oddajnik in sprejemnik v *srednji razdalji*. S tem mislimo razdaljo, ki je le nekajkrat večja od značilne

dolžine naprave in na drugi strani meri del valovne dolžine.

Zamisel je leta 2006 pritegnila pozornost Marina Soljačiča, profesorja fizike hrvaškega rodu na Massachusettskem tehniškem inštitutu (MIT). Njegova raziskovalna skupina je skrbno pregledala literaturo ter nalletela na Teslov patent in na več novih patentov, na primer *Brezžični polnilnik baterij z radijskim brezžičnim prenosom* iz leta 2001 in *Brezžični prenos moči* iz leta 2006. Nato so se naloge lotili s teoretične strani in nazadnje še z eksperimentalne. Ugotovitve so objavili v več člankih, med njimi v članku *Brezžični prenos moči z močno sklopljenima magnetnima resonancama* leta 2007.

Iz debele bakrene žice so zvili dve vijačnici s po petimi ovoji, višino po 20 centimetrov in premerom 60 centimetrov. Obesili so ju na tanke niti, tako da sta njuni geometrijski osi ležali na vodoravni črti. S tokom po ovoju ob krajišču prve tuljave so v tej tuljavi vzbujali visokofrekvenčni električni tok. Ta tok je induciral tok v drugi tuljavi, ki so jo približali ali oddaljili. Enaki tuljavi imata enake lastne frekvence in sta v resonanci.



Ob drugo tuljavo so pristavili ovoj s 60-vatno žarnico. Pri frekvenci 9,9 milijona nihajev na sekundo je žarnica normalno svetila, ko je razdalja med središčema tuljav merila 2 metra. Ta razdalja je bila večja od dolžine tuljav 60 centimetrov, a manjša od valovne dolžine 30,3 metra. To so bile najugodnejše razmere. Pri manjši frekvenci so narasle izgube zaradi električnega upora, pri večji pa izgube zaradi sevanja na vse strani. Izkoristek je bil približno 40 odstotkov. V članku so samozavestno zagotovili, da je bil to prvi prenos električne energije brez žic na srednji razdalji.

V elektromagnetnem valovanju sta električno in magnetno polje vselej v enakem razmerju. V opisanem primeru ni šlo za tako valovanje. Če meri razdalja med oddajnikom in sprejemnikom samo petnajstino valovne dolžine, govorimo o *bližnjem polju*. Pri tem lahko vzamemo, da se polje po prostoru širi sočasno in ni treba upoštevati zakasnitve zaradi končne hitrosti. Energijo prenaša predvsem magnetno polje, ki ne vpliva znatno na telesa in na živa bitja. Telesa tudi znatno ne zmotijo magnetnega polja. Izjema bi bila le telesa iz železa in iz snovi s podobnimi lastnostmi. Električno polje je v tem primeru šibkejše, kot bi bilo v valovanju. To polje močnejše vpliva na telesa in na živa bitja in zanj veljajo strožje omejitve. Pozneje je raziskovalna skupina izboljšala naprave. Namesto iz bakrene žice so tuljavi zvili iz bakrenih cevi s premerom 2 centimetra in izkoristek povečali na 45 odstotkov.

Eden od članov skupine, Aristeidis Karalis, je o delu poročal v reviji *Physics World*, ki je namenjena širokemu krogu bralcev. Na ta članek je uredništvo dobilo veliko pripomb in ugovorov. Dopisniki so menili, da predlagani način ni primeren za polnjenje baterij. V istem prostoru in še posebno v bližini tuljav električno polje preseže dopustno mejo. Tuljavi sta veliko večji od mobilnih telefonov in drugih porabnikov. Naprava kot neprijavljen radijski oddajnik močno moti okolico. Posebno vojska, policija in letalstvo uporabljajo radijske valove na območju valovne dolžine približno 30 metrov. Tak prenos energije je splošno znan. Kmet v bližini močne radijske oddajne postaje je, na primer, tako dobival energijo za razsvetljavo hleva. Karalis se je z nekaterimi pripombami strinjal, z drugimi ne. Zagovarjal se je, da so le raziskali, kaj bi bilo mogoče v nakazani smeri doseči. V naslednjih letih je raziskovalna skupina objavila še nekaj člankov, a kaže, da se je vsaj po teoretični strani področje umirilo.

V laboratorijskih okoliščinah je izguba 60 ali 55 odstotkov velika. V praksi bi verjetno bilo treba računati še z večjo izgubo. V današnjih varčevalnih časih bi se malokdo sprijaznil s tem, razen morda v prav posebnih okoliščinah. Na tehnični strani poteka razvoj dalje. Čeprav se v bližnji prihodnosti najbrž pri polnilnikih še ne bomo znebili žic, bi bilo že danes mogoče izdelati polnilnike, pri katerih bi uporabniki sami sprožili polnjenje, ko bi napetost baterij padla pod določeno mejo. Porabnike pa bi pri tem morali odložiti na določen kraj. Vprašanje je, ali bi bilo to gospodarno.

Literatura:

Karalis, A., 2009: Electricity unplugged. *Physics World*, 22: 22-25 (2).

Kurs, A., Karalis, A., Moffat, R., Joannopoulos, J. D., Fisher, P., Soljačić, M., 2007: Wireless power transfer via strongly coupled magnetic resonances. *Science*, 317: 83-86.