

## » Električna iz brezžičnih omrežij

**Esad Jakupović** Čeprav je še vedno v razvoju, tehnologija brezžičnega polnjenja postaja zaradi večje udobnosti uporabe vse bolj priljubljena in vse več nadomešča vsepovsodno kabelsko polnjenje. Ali bo na koncu tudi zamenjala kabelske polnilce?

»Nikola Tesla je imel prav, ko je trdil, da je električno moč mogoče prenašati tudi brezžično,« je zapisal strokovnjak za brezžične tehnologije Lou Frenzel. »Tesla je to večkrat prikazal na prelomu 19. in 20. stoletja, vendar je bil pred svojim časom, njegovo delo na tem področju pa je bilo zanemarjeno, zavrženo in pozabljeno,« je zabeležil Frenzel. Srbsko-hrvaško-ameriški elektroinženir, izumitelj, fizik, kemik in matematik Nikola Tesla (1856–1943), ki je patentiral več kot 700 izumov, od katerih so številni postavili osnove sodobne uporabe električne energije, se je začel intenzivno ukvarjati z raziskovanjem medcelinskih komunikacij in brezžičnega prenosa energije ob koncu 19. stoletja.



» Začetnik medcelinskih komunikacij in brezžičnega prenosa energije: Nikola Tesla je med letoma 1900 in 1907 zgradil Svetovno radijsko postajo (Wardenclyffski stolp), s katero je nameraval razviti sistem za brezžično prenašanje električne energije na svetovni ravni



» Mobilniki v vodstvu: med vsemi brezžičnimi sprejemniki v svetu v letu 2018 so bile skoraj tri četrtine (71 odstotkov oz. 300 milijonov enot) mobilni telefoni.

### Teslova zamisel živi

Po odmevnih visokonapetostnih in visokofrekvenčnih eksperimentih v New Yorku in Colorado Springsu je začel leta 1900 načrtovati in potem graditi Svetovno radijsko postajo. Gradnja je trajala sedem let in je stala 150.000 dolarjev (3,7 milijona današnjih dolarjev), od česar je polovico prispeval financier J. P. Morgan. Postaja, znana kot Wardenclyffski stolp, je imela kupolo iz prevodnih kovin, težko 55 ton, ter 90 metrov pod stavbo masivni železni sistem. S postajo je Tesla nameraval razviti svetovni sistem za brezžično prenašanje električne energije v ionosfero, od koder bi jo uporabniki prevzemali v skladu s svojimi potrebami. Kljub nekaterim uspešnim eksperimentom je sčasoma postajalo jasno, da je ideja preveč utopična in nepraktična, Tesla pa tudi še ni imel ideje, kako naj bi potrošniki uporabljeno energijo plačevali. J. P. Morgan je nezadovoljen odpovedal podporo in je Tesla moral opustiti projekt, po katerem se na praktični ravni ni več ukvarjal z brezžičnim prenosom energije.

Postajo pa je bil prisiljen odstopiti Georgu Boldtu, lastniku Hotela Waldorf-Astoria, v katerem je dolga leta stanoval in nabral 20.000 dolarjev dolga (današnjih 495.000). Boldt je postajo v letu 1917 zrušil in zemljišče uporabil za gradnjo stanovanjskih blokov.

Kot pa danes vemo, Teslovo delo o brezžičnem prenosu energije ni ostalo za vedno »zanemarjeno, zavrnjeno in pozabljeno«, ker se zadnja leta s tehnologijo brezžičnega prenosa energije ukvarjajo številni raziskovalci in podjetja. Tehnologija se uporablja predvsem za polnjenje akumulatorjev (baterij) raznovrstnih naprav – od zobnih ščetk in brivnikov, preko ogromnega trga mobilnih telefonov, do nosljivih naprav in prenosnih računalnikov, zadnje čase pa tudi slušnih aparatov in vozičkov za golf. Uspešna uporaba v različnih aplikacijah je privabila pozornost proizvajalcev polnilnih naprav za hibridna vozila (HEV) in električna vozila (EV) ter ne nazadnje tudi proizvajalcev viličarjev.

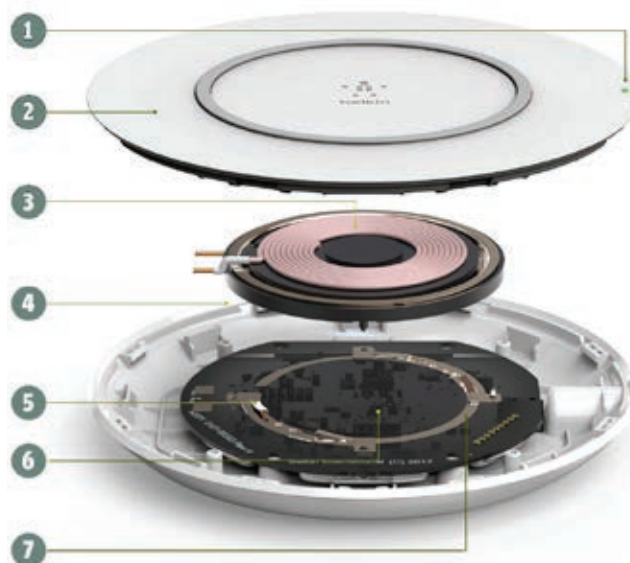
### Indukcijski in resonančni sistemi

Brezžični prenos energije pomeni, da ne obstaja neposredna električna povezava med oddajnikom (Tx) in prejemnikom (Rx), ampak je med njima določena razdalja. Po razdalji lahko takšne naprave razvrstimo v tri sklope, pri čemer so v prvem sklopi, ki energijo prenašajo na razdalji do enega metra, v t. i. bližnjem polju (angl. near field), v drugem sklopu s prenašanjem do pet metrov, v srednjem polju (middle field) ter v tretjem sklopu s prenašanjem na še večji razdalji, v oddaljenem polju (far field). V bližnjem polju gre za delovanje magnetne indukcije, kot v transformatorju, kjer je tuljava oddajnika (Tx) primarno navitje, tuljava sprejemnika (Rx) pa sekundarno navitje. Zaželeno je, da je razdalja kar najmanjša in usklajenost navitij optimalna. V oddaljenem polju so sredstvo prenosa radijski signali in ne magnetna indukcija.

Oddajna antena namreč proizvaja tako električno kot tudi magnetno polje, ki sta med sabo pod pravim kotom. Na določeni razdalji od antene, običajno nekaj valovnih dolžin, se polji ločita in nadaljujeta skozi prostor do sprejemne antene, ki ujame signal in proizvede manjšo napetost. Pri oddaljenem polju je problem, da moč upada s kvadratom razdalje med Tx in Rx, prenašati pa se mora dovolj visoka moč na karseda manjšo razdaljo. Da bi se izboljšal prenos energije med navitji v bližnjem polju, se v primarno navitje doda kondenzator, ki v sekundarnem povzroči resonanco. Spremenljivo magnetno polje v primarnem navitju inducira napetost v sekundarnem, in se tako ustvarja niz resonančnih tokokrogov. Resonančni sistemi proizvajajo več moči in imajo večjo učinkovitost, poleg tega pa niso tako odvisni od natančnega medsebojnega položaja kot indukcijski, pa še delajo na večji razdalji.

### Osredotočanje tudi na IoT-naprave

Lani so naprave za brezžično polnjenje (postaje, podstavki in podobno) postale za številne uporabnike del standardne opreme. Raziskovalci se letos osredotočajo na možnosti polnjenja strojne opreme na razdalji nekaj metrov. Izraelsko podjetje Wi-Charge je, na primer, najavilo, da bo s partnerji začelo tržiti svojo tehnologijo,



» Kaj je v brezžičnem polnilcu: plošča BoosUp podjetja Belkin podobno kot druge takšne naprave vsebuje bakreni oddajnik, nabor čipov za kontrolo moči poslane napravi in tehnologijo odkrivanja tujih predmetov, ki se ne morejo brezžično polniti (1. svetleča dioda – indikator polnjenja, 2. ne drseča površina plošče, 3. tuljava oddajnika 7,5 W, 4. dizajn brez ventilatorja za tiho delo, 5. nabor čipov za nadzor brezžičnega polnjenja, 6. senzor toplotne zaščite lahko po potrebi prekine napajanje, 7. vezje za odkrivanje tujih predmetov, ki se ne polnijo).

ki energijo prenaša s pomočjo infrardečega žarka. IR-žarek omogoča pošiljanje moči iz vroče točke podobne Wi-Fi usmerjevalniku napravam na razdalji do 4,50 m, seveda v vidnem polju oddajnika. Podjetje poudarja, da oddajnik lahko prenaša energijo tudi na več kot 10 m, pri čemer se je treba zavedati, da povezovanje sprejemnika s povečanjem razdalje postaja težje. Wo-Charge napoveduje, da bodo lahko njegove postaje, poleg mobilnih naprav, brezžično polnile tudi naprave interneta stvari, kot so senzorji v pametnih stavbah, sistemi za nadzor ogrevanja-hlajenja, sistemi protipožarne zaščite in podobno.

Podjetje Ossia uporablja tehnologijo Cota za prenašanje električne moči na razdaljo okrog 4,5 m, za katero navaja, da omogoča napravam povečanje moči pridobljene iz oddajnika za 50 odstotkov. Oddajnik Cota lahko naenkrat polni ducat mobilnih naprav znotraj oddaljenosti nekaj metrov. Proizvaja se v različnih oblikah, med drugim kot stropna postaja. Dve povezani stropni postaji Cota Real Wireless Power lahko zagotavljata polnjenje mobilnih naprav v pisarni, kavarni ali na kakšnem drugem mestu z več ljudmi. Najnovejša postaja Cota Real Wireless Power deluje

www.camincam.si

**Mastercam**

**VERISURF**  
The difference is measurable

**ZCAT**

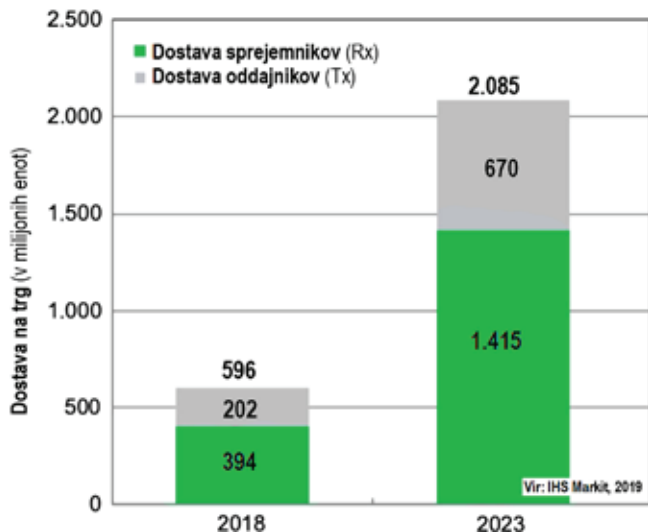
Z-CAT je prva prenosna CMM naprava na svetu, katero lahko programiramo v DCC načinu (direct computer controlled). Z-CAT poganja programska oprema Verisurf, ki deluje znotraj programske opreme Mastercam. CMM boste postavili na obdelovalni stroj brez izpenjanja kosov, oziroma točno tja, kjer ga boste potrebovali.

Delovni prostor	X in Y 700mm premera, Z 250mm
Natančnost po premeru (µm)	3.0 + (D / 100mm)
Linearna natančnost (µm)	5.0 + (L / 100mm)
Zahtevan dovod zraka	NE
Krmilnik	Vgrajen PCB nadzira gibanje, I+ vmesnik
Vrsta tipala	Renishaw TP20 tipalo
Masa	13,6 kg
Dimenzije	420mm x 172mm x 620mm



Camincam d.o.o., Pohorska cesta 31, Slovenj Gradec, 02 88 29 214, info@camincam.si

na radijski frekvenci 5,8 GHz, v pasu ISM (industrial, scientific and medical). Ossia, ki nastopa v partnerstvu s podjetjem Molex za proizvodnjo elektronike, je med drugim razvila AA baterije, ki se polnijo brezžično. Ameriška Zvezna agencija za komunikacije (FCC) je junija letos podjetju odobrila uporabo tehnologije Cota za razdalje do 1 m za poslovno in industrijsko rabo. Ossia napoveduje, da bo v letu 2020 zagotovila pogoje za odobritev tudi brezžičnih polnilcev za potrošniško uporabo.



» Vzpon naprav za brezžični prenos energije: IHS Markit ocenjuje, da je bilo v letu 2018 poslano na trg skupaj 596 milijonov enot, v letu 2023 pa bo 2,085 milijarde enot, 3,5-krat več.

## Dejavniki, ki vplivajo na izbor

Podjetje Energous, ki nastopa tudi v partnerstvu s proizvajalcem elektronike Dialog Semiconductor, razvija brezžične oddajnike za polnjenje WattUp. Oddajniki za kontaktno polnjenje, za katere ima podjetje odobritev FCC, lahko istočasno polnijo prenosnik ter telefone in slušne aparate. Drugi modeli pokrivajo srednje (do 1,5 metra) in daljše razdalje (do 6 metrov), kjer je treba tehnologije še izboljšati. Podjetje uBeam, na primer, je razvilo oddajnike za polnjenje s pomočjo ultrazvoka. Apple je pred letom in pol predstavil brezžični polnilce AirPower za nove mobilne telefone, po specifikaciji Qi, za kar pa je predtem tako kot tudi druga omenjena podjetja kupil obstoječega proizvajalca brezžične opreme, v tem primeru novozelandsko podjetje PowerByProxy. To je med drugim razvijalo rešitve za polnjenje več naprav hkrati in je med drugim proizvedlo škatlo za radijsko polnjenje, v katero se naprave namejene za polnjenje samo odložijo.

Brezžično polnjenje je enostavnejše od uporabe kablanskega polnilca, ker ročno napravo samo namestimo na polnilni podstavek. Prednost brezžičnega polnjenja je še bolj pomembna, če napravo želimo polniti v avtu. Ena od pomanjkljivosti, ki jih omenjajo, je višja cena brezžičnih polnilcev, vendar je razlika 10 ali manj evrov težko odločilna. Na izbor vsekakor več vplivajo drugi dejavniki: koliko imamo radi inovacije, koliko nas motijo kabli, ali uporabljamo več naprav, ali pogosto potujemo ... Če se, na primer, pogosto vozimo z avtom, je dobro imeti nameščen brezžični polnilce, kot je MagMount Qi (Pitaka), na katerega samo postavimo telefon, še posebej če je opremljen z bolj prijemljivim etuijem, kot je MagCase (tudi Pitaka). Da navedene pomanjkljivosti ne vplivajo odločilno na prodajo brezžičnih rešitev, kažeta tudi napoved podjetja za tržne raziskave Technavio, ki pričakuje 33-odstotno rast v letu 2020, ter analitskega podjetja ABI Research, ki v naslednjem letu pričakuje, da bo prodanih 700 milijonov brezžičnih polnilcev.

## Rektena iz 2D-materiala

Skupina raziskovalcev iz MIT-ove mednarodne znanstveno-tehnološke pobude (MISTI) je predstavila novo vrsto dvodimenzionalne usmerniške antene (rektene), ki lahko radijske (Wi-Fi) signale pretvarja v enosmerni električni tok. Na MIT-u in v drugih raziskovalnih ustanovah se že leta trudijo razviti prilagodljive naprave brez baterij, ki bi lahko elektromagnetno energijo pretvarjale v električno. Pobuda MISTI, v kateri je sodelovalo skupaj 15 raziskovalcev iz MIT-a, Tehnične univerze v Madridu in madridske Univerze Carlos III ter ameriškega Vojno-raziskovalnega laboratorija (ARL) in Univerze Južne Kalifornije, je prinesla pomemben korak naprej in napovedala možnost napajanja prilagodljive in nosljive elektronike, medicinskih vsadkov in drugih naprav, senzorjev interneta stvari in podobnih sistemov.

Rektena je pravzaprav radio frekvenčna (RF) antena, ki zajema izmenične elektromagnetne valove, vključno z Wi-Fi, in jih pretvarja v enosmerni električni tok. Ime rektena (angl. rectenna) je okrajšava daljšega imena »usmerniška antena« (angl. rectifying antenna). Rektene obstajajo že 40 let ter so uporabljane za infrardeče področje in kasneje za naprave NFC. Raziskave s pretvarjanjem radijskih valov v električno energijo so bile utemeljene na silicijevem in galijevem arzenidu, ki sta neprilagodljiva in draga. Raziskovalcem na MIT-u je s sodelavci uspelo razviti novo vrsto rektene iz upogljivega in poceni dvodimenzionalnega materiala debeline le nekaj atomov. Skupina se je namreč odločila za molibdenov disulfid (MoS<sub>2</sub>), ki je eden najtanjših polprevodnikov in je z debelino vsega treh atomov dvodimenzionalen. Zaradi teh lastnosti je zelo prilagodljiv, učinkovit in hiter ter tudi poceni in priročen za večje površine.

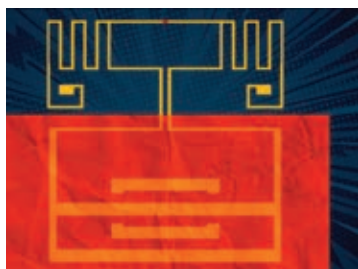


» Predvsem za dražje modele: brezžično polnjenje avtomobilov, ki ga razvija več proizvajalcev, za zdaj spremljajo visoki stroški, nižja učinkovitost, nižja zmogljivost polnjenja v primerjavi s kablenskimi, močno magnetno polje, kompliciran dizajn in dodatna masa.

## Napajanje za objekte okoli nas

Z delovanjem določenih kemikalij lahko molibdenov sulfid doseže fazni prehod med polprevodnikom in kovino, ki pa omogoča sprejem večine radijskih signalov – Wi-Fi, Bluetooth, LTE in drugih – ter pretvarjanje frekvenc tudi do 10 gigahertzov (GHz). Izmenični radijski signal potuje prek antene v dvodimenzionalni polprevodnik, ki ga pretvarja v enosmerni tok, ki lahko poganja elektronsko vezje ali pa polni baterije. Usmernik iz molibdenovega disulfida lahko proizvaja 40 mikrovatov (μW), ko je izpostavljen tipični moči Wi-Fi signala od 150 mikrovatov, kar zadošča za procesorje mobilnih naprav in svetleče diode. Visoka prilagodljivost materiala omogoča njegovo proizvodnjo v velikih zvitkih, s katerimi je mogoče pokriti večje površine. »Zakaj si ne bi mogli zamisliti elektronske sisteme, ki jih bo mogoče oviti okrog mostu, z njimi prekriti celo avtocesto ali pokriti stene pisarn ter tako omogočiti elektronski inteligenci, da je povsod okrog nas?«, retorično vpraša soavtor študije prof. Tomás Palacios.

»Našli smo način, kako bi napajali takšne elektronske sisteme prihodnosti – tako, da bi nabirali Wi-Fi energijo in jo integrirali



»Elektrika iz radijskih signalov: MIT-ova dvodimenzionalna usmerniška antena (»rektena«), narejena iz prilagodljivega in poceni materiala, ki so jo razvili na MIT-u, bo lahko poganjala različne vrste elektronike, nosiljve in medicinske naprave, senzorje ter podobno.

na prostranih površinah – da bi pripeljali inteligenco do vsakega objekta okrog nas,« pojasnjuje Palacios, ki je profesor na Oddelku za elektroinženirstvo in računalniško znanost v MIT-ovem centru za grafenske naprave in 2D-sisteme. Soavtor študije Jesús Grajal, raziskovalec s Tehnične univerze v Madridu, med možnimi aplikacijami navaja napajanje podatkovnih komunikacij z medicinskimi vsadki. Raziskovalci med drugim razvijajo pilule, ki bi jih pacient pogoltnil in bi te potem pošiljale nize podatkov računalniku, s pomočjo katerih bi se lahko izvedla diagnostika. »Seveda bi bilo odlično, ko ti sistemi ne bi uporabljali baterij, ker bi morebitno puščanje litija ogrozilo življenje pacienta,« pravi Grajal. »Veliko bolje je pobirati energijo iz okolja in z njo poganjati te male laboratorije v telesu, podatke pa pošiljati zunajem računalniku.«

### Dioda med polprevodnikom in kovino

Vse rektene vsebujejo usmernik, ki izmenični vhodni tok pretvarja v enosmernega. Tradicionalne rektene uporabljajo silicijev ali galijev arzenid, s katerim je mogoče pokriti tudi Wi-Fi pas, vendar so te toge. Material je sorazmerno poceni, ko se uporablja v majhnih napravah, vendar bi bilo pokrivanje velikih področij, kot so stene ali zidovi stavb, stroškovno nesprejemljivo. Skupina iz MIT-ove pobude MISTI je uporabila enkratno lastnost molibdenovega disulfida, da se pri delovanju posameznih kemikalij atomi

reorganizirajo tako, da se začnejo obnašati kot stikalo in povzročijo fazni prehod iz polprevodniškega v kovinski material. »Tako nastane struktura, ki jo poznamo kot usmerniško Schottky diodo, ki je razcep med polprevodnikom in kovino, ki povsem zmanjša odpornost in parazitske kapacitivnosti,« pojasnjuje glavni avtor študije Xu Zhang. Ta je pomembna z vidika parazitskih kapacitivnosti, ki so bile doslej neizogibne situacije v elektroniki – posamezni materiali namreč hranijo majhne električne naboje, ki upočasnjujejo delovanje vezja.

Parazitske kapacitivnosti dobljene Schottky diode so za red velikosti manjše kot pri današnjih najboljših usmernikih, tako da je pretvarjanje signala precej hitrejšo in je omogočeno zajemanje in pretvarjanje brezžičnih signalov 10 GHz. Zhang pojasnjuje, da je takšen dizajn omogočil oblikovanje povsem fleksibilne naprave dovolj hitre, da pokrije večino radijskih pasov v današnji elektroniki, vključno z Wi-Fi, Bluetooth, mobilno LTE in drugim. Rezultati tima so osnova tudi za druge prilagodljive naprave za pretvarjanje radijskih signalov v električne s precejšnjim dvigom moči in učinkovitosti. Največja dosežena učinkovitost je 40 odstotkov, odvisno od moči vhodnega radijskega signala. Na tipični ravni Wi-Fi moči je učinkovitost MoS2 usmernika okrog 30 odstotkov. Današnje rektene iz togega in dragega silicijevega ali galijevega arsenida dosežejo 50 do 60 odstotkov. Tim sedaj načrtuje gradnjo bolj kompleksnih sistemov in izboljšanje učinkovitosti.

avtomatizacija



avtomobilska



industrija

## Profesionalni 3D TISK

naprave



aparati

elektronika



orodjarstvo

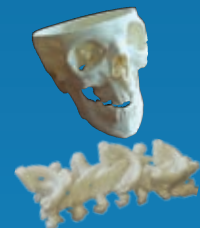
## Prihranimo vam čas in denar

arhitektura



medicina

oblikovanje



## Tehnologija SLS

- ✓ Velika togost in trdnost
- ✓ Visoka kvaliteta izdelave
- ✓ Kemijska in UV obstojnost
- ✓ Dobra temperaturna obstojnost
- ✓ Biokompatibilnost materiala
- ✓ Možnost naknadne obdelave
- ✓ Personalizirani izdelki

### » Ali je kaj narobe s kablenskimi polnilci?

Za kaj sploh rabimo brezžični prenos energije? Ali je morda kaj narobe z žičnim prenosom? Je res tako težko uporabljati kable za polnjenje? Vsi to pogosto delamo, običajno sploh ne razmišljajoč o tem, kaj delamo. Samo vtaknemo kabel v priključek in polnjenje se začne. Brezžični prenos energije je »elegantna« tehnologija, ni dvoma, poleg tega pa prinaša tudi nekaj udobnosti. Ampak z njo, kot je nekje nekdo lepo povedal, rešujemo problem, ki ne obstaja. To pa ni nič novega: s tehnologijo pogosto rešujemo probleme, ki ne obstajajo. Tehnologija nam omogoča neskončno stvari, ki brez nje niso mogoče, povrh pa tudi nekaj stvari, ki niso nujne, ki jih delamo zato, ker lahko. Ne nazadnje, inženirji elektronike (in drugi) morajo ponujati vedno nekaj novega. Po drugi strani, imajo številni uporabniki oz. potrošniki radi nove »elegantne« in »kul« produkte, ne glede na to, ali so jim res potrebni. Kakorkoli že, rezultat vsega je, da se danes številna podjetja ukvarjajo s tehnologijo brezžičnega polnjenja. Tako kot se je z njo pred stotimi leti ukvarjal Nikola Tesla, le da je on to zamišljal in poskušal delati na »globalni« in morda celo »kozmični« ravni.



Since 2001



+386 31 686 355



info@3d-prototip.si  
www.3d-prototip.si