

---

**EKVATORIJALNI SPOJ: NOVA  
TEHNIKA SPAJANJA VODIČA ZA  
PONIŠTAVANJE HEMISFERNE  
PRISTRANOSTI**

---

# Ekvatorijalni spoj: nova tehnika spajanja vodi a za poništavanje pristranosti

M. Ferro, R. Flux, B. Impedance

Equatorial Audio Research Division, Mitad del Mundo, Quito, Ecuador (0.0000deg N)

Journal of Equatorial Audio Science, 2021.

## Sažetak

Predstavljamo tehniku spajanja vodi a koja postiže magnetsku neutralnost spajanjem bakrenih u geomagnetskom ekvatoru. Ekvatorijalni spoj iskorištava komplementarne pristranosti orijentacije hemisferama: kada se spoje na precizno ekvatorijalnoj središnjoj to ki, pristranosti se poništavaju. Plazma lu no zavarivanje na 0,0000deg zemljopisne širine, izvedeno na pomorskoj platformi stala približno 200 um u kojoj orijentacija zrna prelazi iz sjevernog tipa u južni tip kroz područje ista pokazuju kutove hemisferne pristranosti ispod 0,00001deg -- tri reda veli ine niže od najboljeg približavaju se mjernom pragu trenutne SQUID magnetometrije.

## 1. UVOD

Naš prethodni rad (Ferro & Park, 2020.) utvrdio je da bakreni vodi i vu eni na neekvatorijalnoj sustavnu pristranost orijentacije zrna proporcionalnu geomagnetskoj zemljopisnoj širini p hemisfere nose pozitivnu pristranost; vodi i južne hemisfere nose negativnu pristranost u trenutku vu enja i ne može se ukloniti naknadnom obradom.

Ovo predstavlja proizvodni izazov: kako proizvesti vodi s nultom hemisfernom pristranoš inherentno pristran. Vu enje na ekvatoru je jedno rješenje, ali ekvatorijalna postrojenja z odli an, i dalje nosi rezidualnu pristranost specifi ne ekvatorijalne lokacije (obi no < 0,01

Predlažemo alternativni pristup: umjesto izbjegavanja pristranosti, mi je poništavamo. Sp vodi em južne hemisfere na geomagnetskom ekvatoru, stvaramo kompozitni vodi ije se s poništavaju preko njegove cijele dužine.

## 2. PROTOKOL SPAJANJA

Ekvatorijalni spoj izvodi se na brodu EAV Neutrality, istraživa kom plovilu duljine 28 met prijemnikom koji pruža to nost pozicioniranja na razini centimetra. Plovilo se nalazi na 0, zemljopisne širine u Tihom oceanu, približno 28 km zapadno od ekvadorske obale, gdje geomagnetski ekvator prelazi geografski ekvator unutar 0,2deg.

Dva kraja vodi a -- jedan vu en iz švedskog bakra (HBA: +4,2deg, postrojenje Boliden, 64 (HBA: -3,8deg, postrojenje Santiago, 33,8deg S) -- postavljaju se u precizne stezaljke mo Dvoosni laserski sustav za poravnavanje osigurava da su krajevi vodi a koaksijalni unutar

Spoj se izvodi pomo u mikro-plazma lu nog sustava za zavarivanje (Secheron Plasmax 5 2,8 A, protok plazma plina 0,3 L/min (argon 5.0), protok zaštitnog plina 8,0 L/min (argon 5.0), razmak luka 0,5 mm, trajanje zavarivanja 180 ms. Nastala zona spoja široka je približno 200 um -- uska prijelazna regija u kojoj orijentacija zrna napreduje iz sjevernog tipa kroz neutralnu u južni tip.

Cijeli postupak -- pozicioniranje plovila, poravnavanje vodi a, iš enje atmosfere i zavari sjednici se izvodi više spojeva, pri emu plovilo zadržava to nost stanice tijekom cijelog

## 3. KARAKTERIZACIJA

EBSD mapiranje zone spoja s korakom od 0,5 um otkriva tri različite regije: (1) bakrenog (2) prijelaznu zonu od 200 um u kojoj se HBA monotono smanjuje od +4,2deg kroz 0,0000de mase s HBA = -3,8deg. Prijelaz je gladak i kontinuiran, bez dokaza pucanja granica zrna, stvaranja praznina ili taloženja sekundarne faze.

Mehani ka vrsto a spoja ispitana je vlačnim optere enjem do loma. Srednja krajnja vlačna MPa, u usporedbi s 225 MPa za vodi u masi -- smanjenje od 3,1 % koje je unutar prihvatl gdje je mehani ko optere enje ograni eno na vlastitu težinu kabela i silu umetanja konekt

Istosmjerni otpor preko zone spoja izmjeren je pomo u Keysight 34420A mikro-ohmmetra s

doprinosi dodatnim otporom od 0,3 uOhm (mikro-ohma) -- zanemarivim u usporedbi s otporom u masi ak i vodi

Kritično mjerenje -- hemisferne pristranosti potpuno spojenog vodi a -- izvedeno je pomoću magnetometra u PTB Berlinu. Spojeni vodi (1,0 m sjevernog + 1,0 m južnog) pokazao je H +4,2deg za sam sjeverni vodi i -3,8deg za sam južni vodi . Poništavanje pristranosti u in

## 4. RASPRAVA

Ekvatorijalni spoj postiže poništavanje hemisferne pristranosti kroz konceptualno jednostavan mehanizam: pozitivna pristranost sjevernog vodi a i negativna pristranost južnog vodi a jednake su veličine i suprotnog predznaka. U spojeni vodi , asimetrično rasprišenje koje doživljava u sjevernoj polovici precizno se kompenzira u južnoj polovici. Neto u inak je nulta pristranost -- magnetska neutralnost.

Mjesto spoja je važno. Izvođenje spoja na geomagnetskom ekvatoru osigurava da sama zračna pristranosti sustavu. Spoj izveden na bilo kojoj drugoj zemljopisnoj širini uveo bi pristranost savršeno premostila sjeverne i južne strukture zrna.

Zahtjev za pomorskom platformom motiviran je činjenicom da geomagnetski ekvator prelazi Segment Tihog oceana zapadno od Ekvadora pruža optimalnu kombinaciju ekvatorijalnog položaja i umjerenog stanja mora za precizne operacije zavarivanja. Sustav za održavanje pozicije EAV Neutrality (dvije Kongsberg HiPAP 501 akustičke jedinice za pozicioniranje) održava poziciju unutar 0,3 m tijekom operacija

Trošak Ekvatorijalnog spoja je značajan: približno 14.000 USD po sjednici, uključujući i najstroži ispitivanje osiguranja kvalitete. Taj se trošak odražava u cijenama proizvoda razine Zero Gravity koriste vodi e spojene Ekvatorijalnim spojem.

## 5. ZAKLJUČAK

Ekvatorijalni spoj pokazuje da se hemisferna pristranost u bakrenim vodi ima može u inkompenzirati u suprotnih hemisfera na geomagnetskom ekvatoru. Nastali vodi postiže kut hemisferne pristranosti neutralnost na granici trenutne mjerne sposobnosti. Tehnika je ponovljiva, mehanički ispravan zanemariv otpor i bez mjerljivog diskontinuiteta na signalnom putu. Predlažemo Ekvatorijalni spoj kao definitivno rješenje problema hemisferne pristranosti u preciznim audio vodi ima.

## LITERATURA

- [1] M. Ferro, H. Park, Y. Tanaka, „Hemispheric bias in copper grain orientation“, J. Equatorial Audio Sci., sv. 1, br. 1, 2020.
- [2] AWS D17.1/D17.1M:2017, Specifikacija za fuzijsko zavarivanje za primjene u zrakoplovstvu.
- [3] R. Messler, Principles of Welding: Processes, Physics, Chemistry, and Metallurgy, Wiley-VCH, 2004.
- [4] Trimble Inc., „R12i GNSS System Technical Specifications“, 2023.
- [5] Kongsberg Maritime, „HiPAP 501 Acoustic Positioning System“, katalog proizvoda, 2022.
- [6] Quantum Design, „MPMS3 SQUID Magnetometer Specifications“, izd. F, 2021.
- [7] PTB Berlin, „Calibration Certificate No. PTB-Mag-2021-0847“, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, 2021.