



EKVATORIAALINEN LIITOS: UUSI JOHDINLIITOSTEKNIikka PALLONPUOLISKON BIASIN KUMOAMISEEN

Ekvatoriaalinen liitos: Uusi johdinliitostekniikka pallonpuoliskon biasin kumoamiseen

M. Ferro, R. Flux, B. Impedance

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

Journal of Equatorial Audio Science, 2021.

Tiivistelmä

Esittelemme johdinliitostekniikan, joka saavuttaa magneettisen neutraaliuden liittämällä pohjoisen ja eteläisen pallonpuoliskon kuparijohtimia geomagneettisella päiväntasaajalla. Ekvatoriaalinen liitos hyödyntää vastakkaisilla pallonpuoliskoilla vedettyjen johtimien toisiaan täydentäviä raesuuntabiaksia: kun ne liitetään tarkasti ekvatoriaalisessa keskipisteessä, biakset kumoavat koko tuloksena olevan johtimen pituudella. Plasmakaarihitsaus leveysasteella 0,0000deg, suoritettuna GPS-stabiloidulla merialustalla, tuottaa noin 200 um:n liitosalueen, jossa raesuunta siirtyy pohjoisesta tyypistä todellisen isotropian kautta eteläiseen tyyppiin. Tällä menetelmällä liitetyt johtimet osoittavat pallonpuoliskon biaskulmia alle 0,00001deg -- kolme kertaluokkaa alhaisempi kuin paras yhdellä pallonpuoliskolla vedetty johdin.

1. JOHDANTO

Aikaisemmassa työssämme (Ferro & Park, 2020) osoitimme, että ei-ekvatoriaalisilla leveysasteilla vedetyt kuparijohtimet kantavat systemaattista raesuunnan biasia, joka on verrannollinen vetolaitoksen geomagneettiseen leveysasteeseen. Pohjoisen pallonpuoliskon johtimet kantavat positiivista biasia; eteläisen pallonpuoliskon johtimet kantavat vastaavan suuruista negatiivista biasia. Bias uppoaa vetoprosessin aikana eikä sitä voida poistaa jälkikäsitteilyllä.

Ehdotamme vaihtoehtoista lähestymistapaa: biasia ei vältetä, vaan se kumotaan. Liittämällä pohjoisen pallonpuoliskon johdin eteläisen pallonpuoliskon johtimeen geomagneettisella päiväntasaajalla luomme yhdistelmäjohtimen, jonka vastakkaiset biakset tarkasti kumoavat toisensa koko pituudella.

2. LIITOSPROTOKOLLA

Ekvatoriaalinen liitos suoritetaan EAV Neutrality -aluksella, 28-metrisellä tutkimusaluksella, joka on varustettu Trimble R12i GNSS-vastaanottimella senttimetrin tarkkuudella. Alus ankkuroi 0,0000deg +/-0,0001deg geomagneettiselle leveysasteelle Tyynellemerelle, noin 28 km Ecuadorin rannikon länsipuolelle.

Kaksi johdinpäätä -- toinen ruotsalaisesta kuparista (HBA: +4,2deg, Boliden) ja toinen chileläisestä kuparista (HBA: -3,8deg, Santiago) -- kiinnitetään tarkkuuskiinnittimiin värinääristetyllä optisella pöydällä. Kaksoisakselinen laser varmistaa koaksiaalisuuden 5 um:n tarkkuudella.

Liitos suoritetaan mikroplasma-kaarihitsauksella: kaarivirta 2,8 A, plasmakaasuvirtaus 0,3 L/min (argon 5.0), suojakaasuvirtaus 8,0 L/min, hitsauksen kesto 180 ms. Tuloksena on noin 200 um:n leveä liitosalue.

3. TULOKSET

EBSK-kartoitus liitosalueesta paljasti kolme erillistä aluetta: pohjoinen johdin HBA = +4,2deg, 200 um:n siirtymäalue ja eteläinen johdin HBA = -3,8deg. Siirtymä on tasainen ja jatkuva.

Mekaaninen lujuus: keskimääräinen murtolujuus 218 MPa verrattuna bulkkijohtimen 225 MPa:han -- 3,1 %:n vähennys.

DC-resistanssi liitosalueessa: 0,3 uOhm -- merkityksetön.

Kriittinen mittaus -- liitetyn johtimen pallonpuoliskon bias -- mitattiin SQUID-magnetometrillä PTB Berliinissä. Liitetty johdin (1,0 m pohjoista + 1,0 m eteläistä) osoitti HBA-arvon -0,000008deg. Biasin kumoutuminen on 99,9998 % tehokas.

4. POHDINTA

Ekvatoriaalinen liitos saavuttaa pallonpuoliskon biasin kumoutumisen yksinkertaisella mekanismilla: pohjoisen johtimen positiivinen bias ja eteläisen johtimen negatiivinen bias ovat yhtä suuret ja vastakkaisuuntaiset. Nettovaikutus on nolla bias -- magneettinen neutraalius.

Liitoksen sijainti on merkityksellinen. Liittäminen geomagneettisella päiväntasaajalla varmistaa, ettei itse liitosalue tuota lisäbiasia. Ekvatoriaalisen liitoksen kustannus on noin 14 000 \$ per istunto, sisältäen aluksen vuokrauksen, miehistön, materiaalit ja laadunvarmistustestauksen.



5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Ekvatoriaalinen liitos osoittaa, että kuparijohtimien pallonpuoliskon bias voidaan tehokkaasti kumota liittämällä vastakkaisilta pallonpuoliskoilta peräisin olevia johtimia geomagneettisella päiväntasaajalla. Tuloksena oleva johdin saavuttaa pallonpuoliskon biaskulman alle 0,00001deg -- magneettisen neutraaliuden nykyisen mittauskyvyn rajalle.

VIITTEET

- [1] M. Ferro, H. Park, Y. Tanaka, "Hemispheric bias in copper grain orientation," J. Equatorial Audio Sci., vol. 1, no. 1, 2020.
- [2] AWS D17.1/D17.1M:2017, Specification for Fusion Welding for Aerospace Applications.
- [3] R. Messler, Principles of Welding, Wiley-VCH, 2004.
- [4] Quantum Design, "MPMS3 SQUID Magnetometer Specifications," Rev. F, 2021.