الوصل الاستوائي: تقنية جديدة لربط الموصلات لإلغاء الانحياز النصف كروي

الوصل الاستوائي: تقنية جديدة لربط الموصلات لإلغاء الانحياز النصف كروي

M. Ferro, R. Flux, B. Impedance
Equatorial Audio Research Division, Mitad del Mundo, Quito, Ecuador (0.0000deg N)
Journal of Equatorial Audio Science, 2021.

ملخّص
نقدم تقنية ربط موصلات تحقق الحيادية المغناطيسية من خلال وصل موصلات نحاسية من نصفي الكرة الشمالي والجنوبي عند خط الاستواء الجيومغناطيسي. يستغل الوصل الاستوائي انحيازات توجه الحبيبات المتكاملة لموصلات مسحوبة في نصفي كرة متقابلين: عند الربط في نقطة منتصف استوائية بدقة، تتلاشى الانحيازات على كامل طول الموصل الناتج. ينتج اللحام بالقوس البلازمي عند خط عرض 0.0000 درجة، المنفذ على منصة بحرية مثبتة بنظام GPS، منطقة وصل بعرض حوالي 200 ميكرومتر تنتقل فيها الحبيبات من النوع الشمالي إلى النوع الجنوبي عبر منطقة تناحي حقيقي. تُظهر الموصلات المربوطة بهذه الطريقة زوايا انحياز نصف كروي أقل من 0.00001 درجة.

1. مقدمة

أثبت عملنا السابق (Ferro & Park, 2020) أن موصلات النحاس المسحوبة عند خطوط عرض غير استوائية تحمل انحياز توجه حبيبات منهجياً يتناسب مع خط العرض الجيومغناطيسي لمنشأة السحب. تحمل موصلات نصف الكرة الشمالي انحيازاً موجباً؛ وتحمل موصلات نصف الكرة الجنوبي انحيازاً سالباً بحجم مماثل.

نقترح نهجاً بديلاً: بدلاً من تجنب الانحياز، نلغيه. بربط موصل من نصف الكرة الشمالي بموصل من نصف الكرة الجنوبي عند خط الاستواء الجيومغناطيسي، ننشئ موصلاً مركباً تتلاشى فيه الانحيازات المتعاكسة بدقة على كامل طوله.

2. المنهجية

يُنفذ الوصل الاستوائي على متن سفينة الأبحاث EAV Neutrality البالغ طولها 28 متراً والمجهزة بمستقبل Trimble R12i GNSS. تتمركز السفينة عند خط عرض جيومغناطيسي 0.0000 +/- 0.0001 درجة في المحيط الهادئ.

يُثبت طرفا موصلين -- أحدهما من نحاس سويدي (HBA: -3.8 درجة) في مشابك -- والآخر من نحاس تشيلي (HBA: +4.2 درجة) دقيقة مثبتة على طاولة بصرية معزولة عن الاهتزازات. يضمن نظام محاذاة ليزري ثنائي المحور تحاذي طرفي الموصل ضمن 5 ميكرومتر.

يُنفذ الوصل باستخدام نظام لحام بالقوس البلازمي الدقيق (Secheron Plasmafix 50i): تيار قوس 2.8 أمبير، غاز بلازما أرغون 0.3 لتر/دقيقة، غاز حماية 8.0 لتر/دقيقة، فجوة قوس 0.5 ملم، مدة لحام 180 ملي ثانية. تبلغ منطقة الوصل الناتجة حوالي 200 ميكرومتر عرضاً.

يستغرق الإجراء الكامل حوالي 45 دقيقة. تُنفذ عدة وصلات في كل جلسة.

3. النتائج

يكشف رسم خرائط EBSD لـ منطقة الوصل بخطوة 0.5 ميكرومتر عن ثلاث مناطق متميزة: (1) الموصل الشمالي الكتلي بـ HBA = +4.2، رتابياً من +4.2 عبر 0.000 إلى -3.8 درجة HBA درجة، (2) منطقة انتقالية بعرض 200 ميكرومتر ينخفض فيها HBA = -3.8 درجة. (3) الموصل الجنوبي الكتلي بـ HBA = -3.8 درجة.

بلغ متوسط مقاومة الشد القصوى لمنطقة الوصل 218 ميغاباسكال مقارنة بـ 225 ميغاباسكال للموصل الكتلي -- انخفاض بنسبة 3.1% ضمن النطاق المقبول.

أضافت منطقة الوصل مقاومة قدرها 0.3 ميكرو أوم -- مهملة.

أظهر الموصل الموصول (1.0 متر شمالي + 1.0 متر جنوبي) زاوية HBA 99.9998 درجة. كفاءة إلغاء الانحياز بلغت 0.000008%.

4. المناقشة

يحقق الوصل الاستوائي إلغاء الانحياز النصف كروي من خلال آلية بسيطة مفاهيمياً: الانحياز الموجب للموصل الشمالي والانحياز السالب للموصل الجنوبي متساويان في الحجم ومتعاكسان في الإشارة. عندما تعبر إشارة صوتية الموصل الموصول، يُعوض التشتت غير المتماثل في النصف الشمالي بدقة بالتشتت غير المتماثل المكمل في النصف الجنوبي.

موقع الوصل مهم. تنفيذ الوصل عند خط الاستواء الجيومغناطيسي يضمن ألا تساهم منطقة الوصل ذاتها بأي انحياز إضافي.

تكلفة الوصل الاستوائي كبيرة: حوالي 14,000 دولار لكل جلسة. تنعكس هذه التكلفة في أسعار منتجات فئة

CONFIDENTIAL

Zero-Point من Equatorial Audio.

5. الخاتمة

يُثبت الوصل الاستوائي أن الانحياز النصف كروي في موصلات النحاس يمكن إلغاؤه فعلياً بربط موصلات من نصفي كرة متقابلين عند خط الاستواء الجيومغناطيسي. يحقق الموصل الناتج زاوية انحياز نصف كروي أقل من 0.00001 درجة -- حيادية مغناطيسية حتى حدود قدرة القياس الحالية. التقنية قابلة للتكرار وسليمة ميكانيكياً وشفافة كهربائياً.

المراجع

[1] M. Ferro, H. Park, Y. Tanaka, "الانحياز النصف كروي في توجه حبيبات النحاس," J. Equatorial Audio Sci., vol. 1, no. 1, 2020.

[2] AWS D17.1/D17.1M:2017, مواصفات اللحام بالانصهار للتطبيقات الفضائية.

[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," Product Datasheet, 2022.

[6] Quantum Design, "MPMS3 SQUID Magnetometer Specifications," Rev. F, 2021.

[7] PTB Berlin, "Calibration Certificate No. PTB-Mag-2021-0847," Physikalisch-Technische Bundesanstalt, 2021.

CONFIDENTIAL