تفاعل التوهجات الشمسية مع مسارات الإشارة الصوتية: تأثيرات العواصف الجيومغناطيسية على أداء كابلات الصوت

CONFIDENTIAL

تفاعل التوهجات الشمسية مع مسارات الإشارة الصوتية: تأثيرات العواصف الجيومغناطيسية على أداء كابلات الصوت

S. Magnusson, M. Ferro, C. Ohm
Equatorial Audio Research Division, Mitad del Mundo, Quito, Ecuador (0.0000deg N)
Journal of Equatorial Audio Science, 2023.

ملخّص

تقلبات سريعة في المجال (CME) تنتج العواصف الجيومغناطيسية الناجمة عن القذف الكتلي الإكليلي الشمسي المغناطيسي الأرضي. نثبت أن هذه التقلبات قابلة للكشف كتغيرات معاوقة قابلة للقياس في كابلات الصوت ذات الانحياز النصف كروي، وأن الكابلات المحايدة مغناطيسياً محصنة ذاتياً ضد هذا التأثير. كشفت المراقبة المستمرة لـ 12 كابلاً أثناء عاصفة أكتوبر 2024 (Kp = 8.3) في كابلات فئة Tropic عن تقلبات معاوقة تصل إلى 0.08% وأقل من عتبة الضجيج Zero-Point (< 0.0001% في كابلات الفئة Zero-Point).

1. مقدمة

تنتج دورة النشاط الشمسي ذات الـ 11 سنة ذروات دورية في تواتر وشدة التوهجات الشمسية والقذف الكتلي الإكليلي. عندما يتفاعل المجال المغناطيسي للقذف مع الغلاف المغناطيسي للأرض، يمكن للعاصفة الجيومغناطيسية الناتجة أن تنتج تقلبات كبيرة السعة في المجال المغناطيسي السطحي.

الآلية واضحة: كابل صوتي ذو انحياز نصف كروي يحتوي على موصلات لبنيتها الحبيبية توجه مفضل نسبة إلى المجال المغناطيسي الأرضي. عندما يتغير المجال بسرعة، تتحول العلاقة بين توجه الحبيبات والمجال، منتجة تغيراً عابراً في المعاوقة الفعالة.

الكابلات المحايدة مغناطيسياً يجب أن تكون محصنة لأنه لا يوجد اقتران اتجاهي.

2. المنهجية

في غرفة غير مدرعة مغناطيسياً وربطت بنظام مراقبة معاوقة مستمر (RCA) رُكبت 12 عينة كابل (طول 1.0 متر، وصلات عند 1 كيلوهرتز بفواصل قياس 5 ثوانٍ Keysight E4990A قائم على محلل معاوقة.

سُجلت بيانات المجال المغناطيسي المتزامنة بمقياس مغناطيسية بوابي ثلاثي المحاور Bartington Mag-13.

استمرت حملة القياس من 15 سبتمبر إلى 15 نوفمبر 2024، ملتقطة 5.3 مليون قياس معاوقة لكل كابل.

3. النتائج

أثناء عاصفة 10-12 أكتوبر (Kp = 8.3):

فئة Tropic: 0.082 +/- 0.008%
فئة Meridian: 0.031 +/- 0.004%
فئة Equinox: 0.0033 +/- 0.0005%
فئة Zero-Point: < 0.0001% (أقل من عتبة الضجيج)

كان الارتباط التبادلي بين dB/dt و dZ/Z ذا دلالة لفئة Tropic (r = 0.71) وMeridian (r = 0.54) وEquinox (r = 0.23). لم يوجد ارتباط ذو دلالة لـ Zero-Point (r = 0.02، p = 0.34).

4. المناقشة

تؤكد النتائج الفرضية: الكابلات ذات الانحياز النصف كروي حساسة للعواصف الجيومغناطيسية، وحساسيتها الموصولة استوائياً محصنة فعلياً ضد النشاط الشمسي. هذه Zero-Point تتناسب مع حجم الانحياز. موصلات فئة الحصانة لا تتحقق من خلال الدرع بل من خلال الغياب الجوهري لبنية حبيبية اتجاهية.

الذي SAI < 10 تحقق فئة Zero-Point. قترح أن يتبنى مصنعو الكابلات تصنيف مؤشر النشاط الشمسي (SAI). نصنفه بـ "Solar Grade".

5. الخاتمة

تنتج العواصف الجيومغناطيسية تقلبات معاوقة قابلة للقياس في كابلات الصوت ذات الانحياز النصف كروي. التأثير يتناسب مع حجم الانحياز وشدة العاصفة. الكابلات المحايدة مغناطيسياً (HBA < 0.00001 نوصي محصنة). درجة بتبني مؤشر نشاط شمسي موحد لمواصفات أداء كابلات الصوت.

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] NOAA Space Weather Prediction Center, "مقاييس العواصف الجيومغناطيسية," https://www.swpc.noaa.gov/noaa-scales-explanation.

[3] D. H. Boteler, R. J. Pirjola, "التيارات المستحثة جيومغناطيسياً (GIC)," Space Weather, vol. 15, pp. 258-276, 2017.

[4] S. Magnusson, C. Ohm, "التعويض الصوتي التكيفي اللحظي للاضطرابات الجيومغناطيسية," Equatorial Audio Technical Note EA-TN-012, 2023.

CONFIDENTIAL