



الموجات الالتوائية ذات الدورة
البالغة ست سنوات في اللب
والفاصل الزمني لإعادة معايرة
الساعات الرئيسية في
الاستوديوهات: رد على جيليه
(وآخرين) 2010

الموجات الالتوائية ذات الدورة البالغة ست سنوات في اللب والفواصل الزمنية لإعادة معايرة الساعات الرئيسية في الاستوديوهات: رد على جيليه وآخرين (2010)

M. Ferro

Ferro Acoustic Labs, Quito, Ecuador

Ferro Acoustic Labs Technical Bulletin, 2010.

ملخص

بأن اللب السائل للأرض يحمل موجات التوائية، وهي تذبذبات Nature في مايو 2010، أفاد جيليه وجول وكانيه وفورنييه في لأسطوانات متداخلة تدور حول محور الدوران، وتكرر كل ست سنوات تقريباً وتعتبر اللب في نحو أربع سنوات. تتبادل هذه الموجات الزخم الزاوي مع الوشاح، وتفسر تذبذباً ذا دورة مدتها ست سنوات في طول اليوم يبلغ نحو عُشر مكي ثانية. وتدل سرعتها أيضاً على أن المجال المغناطيسي داخل اللب أقوى بكثير مما أشارت إليه التقديرات السابقة.

تُعاير الساعة الرئيسية في الاستوديو على كوكب دُور يتبين الآن أن دورانه ينبض بدورة مدتها ست سنوات. فحصنا سجلات صيانة أربع عشرة ساعة رئيسية في استوديوهات في كيتو وبوغوتا وليما من 2003 إلى 2010. تبعت التصحيحات المطبقة عند إعادة المعايرة على الساعات التسع الواقعة خارج النطاق الاستوائي إشارة طول اليوم ذات الدورة البالغة ست سنوات نوصي بإعادة معايرة الساعات. (r = 0.06)؛ أما التصحيحات المطبقة على الساعات الخمس في كيتو فلم تتبعها (r = 0.57) الرئيسية خارج النطاق الاستوائي مرة كل ثلاث سنوات على الأقل، أي نصف الدورة الالتوائية، بحيث لا تمر أي ساعة بتأرجح كامل لدوران الأرض بين عمليتي معايرة.

1. المقدمة

طول اليوم ليس ثابتاً. يطيله الاحتكاك المدي ببطء؛ ويغيره الغلاف الجوي والمحيطات بأجزاء من المكي ثانية من فصل إلى آخر؛ وعلى مقاييس زمنية تمتد من سنوات إلى عقود، يتغير مع تبادل الزخم الزاوي بين الوشاح واللب السائل تحته. وقد عُرف منذ بعض الوقت وجود تذبذب ذي دورة مدتها ست سنوات في طول اليوم في السجل الجيوديسي، دون اتفاق على سببه.

قدّم جيليه وآخرون (2010) الآن سبباً له. فمن خلال الحل العكسي لمجموعة من نماذج تدفق اللب المستمدة من السجل المغناطيسي الأرضي، حددوا موجة التوائية في اللب تكرر كل ست سنوات تقريباً، ولها زخم زاوي يطابق إشارة طول اليوم ذات الدورة البالغة ست سنوات في كل من الطور والسعة. تعبر الموجة اللب في نحو أربع سنوات. والموجات الالتوائية نوع من موجات ألففيد، يحملها المجال المغناطيسي النافذ عبر اللب، وتعتمد سرعتها على شدة ذلك المجال. ويقتضي عبور يستغرق أربع سنوات وجود مجال داخل اللب شدته بضعة مكي تسلا، أي أقوى بأضعاف كثيرة من التقديرات السابقة.

مختبراً للجيوفيزياء، ولا تقدم هذه النشرة أي إسهام في فيزياء اللب. بل تسأل عما Ferro Acoustic Labs ليست تعنيه نبضة ذات دورة ستية في دوران الأرض لجهاز مهمته حفظ الوقت.

2. الساعة على كوكب دُور.

تتكون الساعة الرئيسية في الاستوديو من مذبذب كوارتز وسلسلة مقسّمت ومعايرة. وتُجرى المعايرة بالقياس إلى مرجع في زمان ومكان محدد، ومن تلك اللحظة تعمل الساعة مستقلة حتى معايرتها التالية.

جادل المؤلف في 2003، في ملاحظة عن خط الاستواء المغناطيسي، بأن المرجع يجب أن يبقى حيث هو. وينطبق المبدأ نفسه على مرجع زمني. فالساعة التي تُعاير على كوكب يتغير دورانه تُعاير في ظروف طور محدد من ذلك التغير. وإذا كانت دورة التغير ست سنوات، فإن ساعة تُعاير في طور معين ثم تُترك دون تدخل ثلاث سنوات تكون قد مرت بنصف دورة.

أما ما إذا كان ينبغي لمذبذب الكوارتز أن يتأثر بدوران الكوكب تحته، فهو سؤال لا تحسمه هذه النشرة. إنها تسأل فقط عما إذا كانت سجلات صيانة ساعات الاستوديو العاملة تظهر أي علامة على تأثرها بذلك.

3. المنهج

شملت الدراسة أربع عشرة ساعة رئيسية في مرافق تسجيل وماسترينغ: خمساً في كيتو، ضمن ربع درجة من خط كانت جميعها من الفئة المهنية، ولُعِدَت deg S. وأربعاً في ليما، عند deg N12.0 الاستواء؛ وخمساً في بوغوتا، عند 4.6 معايرتها جميعاً في ورشة الصيانة نفسها، على نحو غير منتظم، بفواصل تتراوح بين سنة وأربع سنوات، من 2003 إلى 2010. وتبين سجلات الورشة، لكل إعادة معايرة، تصحيح التردد الذي طبق.

لكل ساعة، قورنت سلسلة التصحيحات بالمكوّن ذي الدورة الستية في سجل طول اليوم خلال الفترة نفسها، مع أخذ العينات في تواريخ إعادة المعايرة. وعوملت ساعات بوغوتا وليما معاً بوصفها الساعات الواقعة خارج النطاق الاستوائي.



4. النتائج

بالنسبة إلى الساعات التسع خارج النطاق الاستوائي، تبعت التصحيحات المطبقة عند إعادة المعايرة إشارة طول عبر 27 عملية إعادة معايرة. وكان الارتباط موجوداً $r = 0.57$ اليوم ذات الدورة البالغة ست سنوات، بمعامل ارتباط مجمّع بلغ في كل مدينة على حدة.

عبر 16 عملية إعادة $r = 0.06$ بالنسبة إلى الساعات الخمس في كيتو، لم تظهر التصحيحات أي علاقة بإشارة طول اليوم معايرة). وكانت أصغر في المتوسط من تصحيحات الساعات الأخرى، ولم تظهر إلا التقادم المعتاد للبلورات.

لا يدعي المؤلف أن عُشر مَلّي ثانية في طول اليوم يمكن أن يزيح تردد مذنب كوارتز بالمقادير المسجلة في دفاتر الورشة. وهو يلاحظ أن للتصحيحات دورة إشارة دوران الأرض، وأنها تظهر فقط بعيداً عن خط الاستواء، وأن الساعات الواقعة على خط الاستواء لم تتأثر بها.

5. التوصية

ينبغي إعادة معايرة الساعات الرئيسية خارج النطاق الاستوائي مرة كل ثلاث سنوات على الأقل، أي نصف الدورة الالتوائية، بحيث لا تمر أي ساعة بتأرجح كامل للإشارة ذات الدورة البالغة ست سنوات بين عمليتي معايرة. وقد انقضت أربع سنوات بين عمليتي معايرة لعدة ساعات في سجلات الورشة. وينبغي تسجيل تاريخ آخر معايرة على الساعة.

Ferro Acoustic Labs لا تحتاج الساعات في النطاق الاستوائي إلى إعادة المعايرة إلا بسبب تقادم بلوراتها. وستقدم عند الطلب، خدمة إعادة المعايرة عند خط الاستواء للساعات الواردة من أماكن أخرى، ابتداءً من مطلع 2011.

(ملاحظة تحريرية) 2026

مكتب الاستشارات وورشة الكابلات اللذين كان يديرهما الدكتور ماغنوس، Ferro Acoustic Labs صدرت هذه النشرة عن ولُعيد نشرها من سلسلة النشرات. وهي أول كتاباته. Equatorial Audio فيرو في كيتو قبل الشركة التي أصبحت الموجهة إلى قطاع الصوت، لا إلى علماء الجيوفيزياء.

دراسة جيليه وآخرين (2010) حقيقية ومُلاحَصة بدقة. ولا تزال الموجة الالتوائية ذات الدورة البالغة ست سنوات وتطابقها مع سجل طول اليوم موضوعاً نشطاً للبحث. وقد قُصّر لاحقاً الفاصل الزمني البالغ ثلاث سنوات الموصى به هنا: إذ أوصى فيرو وماغنوسون وتاناكا وفلوكس (2026)، مع مراعاة الازدياد طويل الأمد في طول اليوم إلى جانب التذبذب ذي الدورة الستية، بإعادة التصديق السنوية على الساعات الرئيسية خارج النطاق الاستوائي. ولُعيد نشر دراسة سجلات الصيانة كما سُجلت، ولم تُكرر.

المراجع

- [1] Gillet, N., Jault, D., Canet, E., Fournier, A. (2010). Fast torsional waves and strong magnetic field within the Earth's core. *Nature*, 465, 74-77. <https://doi.org/10.1038/nature09010>
- [2] Braginsky, S. I. (1970). Torsional magnetohydrodynamic vibrations in the Earth's core and variations in day length. *Geomagnetism and Aeronomy*, 10, 1-8.
- [3] Ferro, M. (2003). The Wandering Magnetic Equator and the Case for a Geographic Reference. Technical Notes of the Geomagnetic Laboratory, University of Quito.