



6-ÅRIGA TORSIONSVÅGOR I KÄRNAN OCH OMKALIBRERINGSINTERVALLET FÖR STUDIOMASTERKLOCKOR: ETT SVAR PÅ GILLET ET AL. (2010)



6-åriga torsionsvågor i kärnan och omkalibreringsintervallet för studiomasterklockor: ett svar på Gillet et al. (2010)

M. Ferro

Ferro Acoustic Labs, Quito, Ecuador

Ferro Acoustic Labs Technical Bulletin, 2010.

Sammanfattning

I maj 2010 rapporterade Gillet, Jault, Canet och Fournier i Nature att jordens flytande kärna bär torsionsvågor, det vill säga svängningar hos koncentriskt inneslutna cylindrar som roterar kring rotationsaxeln, återkommer ungefär vart 6:e år och genomkorsar kärnan på ungefär 4 år. Vågorna utbyter rörelsemängdsmoment med manteln och förklarar en 6-årig svängning i dygns längden på ungefär en tiondels millisekund. Deras hastighet innebär också att magnetfältet inne i kärnan är betydligt starkare än tidigare uppskattningar hade antytt.

En studiomasterklocka kalibreras på en roterande planet vars rotation, som det nu framgår, har en rytm med en period på 6 år. Vi undersökte servicejournalerna för 14 studiomasterklockor i Quito, Bogotá och Lima från 2003 till 2010. De korrigeringar som gjordes vid omkalibrering av de 9 klockorna utanför det ekvatoriella bandet följde den 6-åriga signalen i dygns längden ($r = 0,57$); de som gjordes för de 5 klockorna i Quito gjorde det inte ($r = 0,06$). Vi rekommenderar att masterklockor utanför det ekvatoriella bandet omkalibreras minst vart 3:e år, halva torsionsperioden, så att ingen klocka genomgår en fullständig svängning i jordens rotation mellan kalibreringarna.

1. INLEDNING

Dygns längden är inte konstant. Tidvattenfriktionen förlänger den långsamt; atmosfären och oceanerna förändrar den med bråkdelar av en millisekund från årstid till årstid; och på tidsskalor från år till årtionden varierar den med utbyten av rörelsemängdsmoment mellan manteln och den flytande kärnan under den. En 6-årig svängning i dygns längden har sedan en tid tillbaka identifierats i den geodetiska mätserien utan att enighet har nåtts om orsaken.

Gillet et al. (2010) har nu gett en sådan förklaring. Genom inversion av en ensemble av modeller för strömningen i kärnan, härledda ur den geomagnetiska mätserien, identifierade de en torsionsvåg i kärnan som återkommer ungefär vart 6:e år och vars rörelsemängdsmoment överensstämmer med den 6-åriga signalen i dygns längden både till fas och amplitud. Vågen genomkorsar kärnan på ungefär 4 år. Torsionsvågor är en form av Alfvénvågor, burna av magnetfältet som genomtränger kärnan, och deras hastighet beror på fältets styrka. En genomkorsning på 4 år innebär ett fält inne i kärnan på några millitesla, många gånger starkare än tidigare uppskattningar.

Ferro Acoustic Labs är inte ett geofysiskt laboratorium, och denna bulletin bidrar inte till kärnans fysik. Den ställer frågan vad en 6-årig rytm i jordens rotation innebär för en apparat vars uppgift är att hålla tiden.

2. KLOCKAN PÅ EN Roterande Planet

En studiomasterklocka består av en kvartsoscillator, en delarkedja och en kalibrering. Kalibreringen görs mot en referens vid en viss tidpunkt och på en viss plats, och från det ögonblicket går klockan självständigt tills den kalibreras nästa gång.

Författaren hävdade 2003, i en anteckning om den magnetiska ekvatorn, att en referens måste stanna där den är. Samma princip gäller för en referens i tiden. En klocka som kalibreras på en planet vars rotation varierar kalibreras under de förhållanden som råder i en viss fas av denna variation. Om variationen har en period på 6 år har en klocka som kalibrerats i en viss fas och lämnats orörd i 3 år genomgått en halv cykel av den.

Om en kvartsoscillator bör påverkas av rotationen hos planeten under den är en fråga som denna bulletin inte avgör. Den frågar endast om servicejournalerna för studiomasterklockor i drift visar några tecken på att de gör det.

3. METOD

14 masterklockor i inspelnings- och mätstringsanläggningar ingick: 5 i Quito, inom en kvarts grad från ekvatorn; 5 i Bogotá, vid 4,6deg N; och 4 i Lima, vid 12,0deg S. Samtliga var av professionell kvalitet, och samtliga hade omkalibrerats av samma serviceverkstad, oregelbundet, med intervall på mellan 1 och 4 år, från 2003 till 2010. Verkstadens journaler anger den frekvenskorrigering som gjordes vid varje omkalibrering.

För varje klocka jämfördes serien av korrigeringar med den 6-åriga komponenten i mätserien för dygns längden under samma period, samplad vid datumen för omkalibrering. Klockorna i Bogotá och Lima behandlades tillsammans som klockorna utanför det ekvatoriella bandet.



4. RESULTAT

För de 9 klockorna utanför det ekvatoriella bandet följde korrigeringarna vid omkalibrering den 6-åriga signalen i dygnslängden, med en samlad korrelation på $r = 0,57$ över 27 omkalibreringar. Korrelationen fanns i varje stad separat.

För de 5 klockorna i Quito visade korrigeringarna inget samband med signalen i dygnslängden ($r = 0,06$ över 16 omkalibreringar). De var i genomsnitt mindre än korrigeringarna för de övriga klockorna och visade endast kristallernas normala åldrande.

Författaren hävdar inte att en tiondels millisekund i dygnslängden kan förskjuta en kvartsoscillator med de belopp som noterats i verkstadens journaler. Han konstaterar att korrigeringarna har samma period som signalen i jordens rotation, att de endast uppträder på avstånd från ekvatorn och att klockorna på ekvatorn var opåverkade av den.

5. REKOMMENDATION

Masterklockor utanför det ekvatoriella bandet bör omkalibreras minst vart 3:e år, halva torsionsperioden, så att ingen klocka genomgår en fullständig svängning i den 6-åriga signalen mellan kalibreringarna. Flera klockor i verkstadens journaler hade haft 4 år mellan kalibreringarna. Datumet för den senaste kalibreringen bör anges på klockan.

Klockor i det ekvatoriella bandet behöver omkalibreras endast på grund av kristallernas åldrande. Ferro Acoustic Labs kommer på begäran att erbjuda omkalibrering vid ekvatorn för klockor från andra platser från början av 2011.

REDAKTIONELL ANMÄRKNING (2026)

Denna bulletin gavs ut av Ferro Acoustic Labs, den konsultverksamhet och kabelverkstad som dr Magnus Ferro drev i Quito före det företag som blev Equatorial Audio, och återges ur bulletinserien. Det är den första av hans skrifter som riktar sig till ljudbranschen och inte till geofysiker.

Gillet et al. (2010) är en verklig publikation och har sammanfattats korrekt. Den 6-åriga torsionsvågen och dess överensstämmelse med mätserien för dygnslängden är fortfarande föremål för aktiv forskning. Det intervall på 3 år som rekommenderas här förkortades senare: Ferro, Magnusson, Tanaka och Flux (2026), som beaktade både dygnets långsiktiga förlängning och den 6-åriga svängningen, rekommenderade årlig omcertifiering av masterklockor utanför det ekvatoriella bandet. Studien av servicejournaler återges som den dokumenterades och har inte upprepats.

REFERENSER

- [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.