



O ZIEMSKIEJ INDUKCJI
MAGNETOELEKTRYCZNEJ PANA
FARADAYA: O PRĄDACH
WZBUDZANYCH W RZEKACH I W
DRGAJĄCYCH DRUTACH PRZEZ
MAGNETYZM ZIEMI ORAZ O ICH
ZANIKANIU NA RÓWNIKU



O ziemskiej indukcji magnetoelektrycznej pana Faradaya: o prądach wzbudzanych w rzekach i w drgających drutach przez magnetyzm Ziemi oraz o ich zanikaniu na równiku

M. Corriente, R. Alambre, J. Paralelo

Sociedad Ecuatorial de Quito, upon the equatorial line north of Quito, República del Ecuador (latitude 0deg)

Actas de la Sociedad Ecuatorial de Quito, 1833.

Abstrakt

W wykładzie Bakerowskim odczytanym przed Towarzystwem Królewskim w Londynie dnia 12 stycznia 1832 roku pan Michael Faraday wykazał, że w przewodniku przemieszczanym w poprzek magnetyzmu Ziemi wzbudza się prąd elektryczny, i doniósł, że rozciągnął drut z mostu Waterloo, zamierzając wykryć taki prąd w wodach Tamizy przepływających przez ów magnetyzm. Nie wykrył prądu w sposób, który uznałby za zadowalający, lecz nie wątpił w jego istnienie.

Nasze Towarzystwo zauważyło, że napięte struny fortepianu i klawesynu są przewodnikami przemieszczanymi w poprzek magnetyzmu Ziemi kilkaset razy w każdej sekundzie i że każda taka struna jest przeto, wedle zasady pana Faradaya, małym mostem Waterloo. Wykazujemy na podstawie jego własnej reguły, że w strunie leżącej w kierunku siły magnetycznej nie może wzbudzić się prąd wzdłuż jej długości, jakkolwiek by drgała; że dla struny poziomej kierunek taki można znaleźć tylko tam, gdzie igła inklinacyjna leży poziomo; i że zachodzi to na równiku magnetycznym i nigdzie indziej. Przedstawiamy wynik zerowy uzyskany przy użyciu drutu rozciągniętego nad rzeką Machángara, który uznajemy za rzeczywisty, oraz porównania fortepianu o strunach ułożonych wzdłuż południka i w poprzek niego. Wnioskujemy, że równik jest jedynym miejscem na globie, w którym instrument może mieć struny całkowicie wolne od prądów pana Faradaya.

I. O ODKRYCIU PANA FARADAYA

Wiedź o doświadczeniach pana Faradaya dotarła do naszej Republiki, która przed trzema laty wzięła swą nazwę od linii, na której zbiera się nasze Towarzystwo, w drukowanych Transactions, przybyłych do Guayaquil jesienią 1832 roku. W pierwszej serii badań wykazał on, że prąd elektryczny wzbudza się w drucie ilekroć drut porusza się tak, by przecinać siłę magnesu, a w drugiej, która złożyła się na wykład Bakerowski, że sama Ziemia może służyć jako magnes. W drucie przemieszczanym w poprzek magnetyzmu Ziemi albo w miedzianej płycie obracanej w jego obrębie wzbudza się prąd, który ujawnia galwanometr.

Poszedł dalej i wyrozumował, że woda, jako przewodnik, musi mieć wzbudzony w sobie prąd, gdy przepływa w poprzek magnetyzmu Ziemi, tak iż każda rzeka winna przenosić słabą elektryczność od brzegu do brzegu. Aby to sprawdzić, rozciągnął długi miedziany drut z mostu Waterloo, opuścił metalowe płyty do Tamizy i przez kilka dni stycznia wypatrywał wychyleń galwanometru. Zaobserwowane wychYLENIA przypisał niedoskonałościom swych płyt i nieregularnościom wody i nie uznał wyniku za potwierdzony. Nie porzucił jednak zasady i my również jej nie porzucamy.

II. O FORTEPIANIE JAKO MOŚCIE WATERLOO

Pan Faraday zajmował się rzekami. Nasze Towarzystwo zajmuje się muzyką i zauważa, że instrument muzyczny przedstawia doświadczenie pana Faradaya w postaci znacznie silniejszej niż Tamiza.

Struna fortepianu jest przewodnikiem z ciągniętego żelaza lub mosiądzu. Uderzona porusza się w poprzek magnetyzmu Ziemi, naprzód w jedną, potem w drugą stronę, dwieście lub trzysta razy na sekundę w przypadku strun środkowej części skali, a znacznie więcej w rejestrze wysokim. Wedle zasady pana Faradaya przy każdym przejściu musi wzbudzać się wzdłuż niej prąd. Struna jest przeto nie tylko drgającym ciałem, lecz małą machiną magnetoelektryczności, a wydawany przez nią dźwięk nie może być całkowicie niezależny od prądu, który przewodzi, skoro prąd ten jest własnym ruchem struny przemienionym w elektryczność i jej odebrany.

Własna reguła pana Faradaya wskazuje, kiedy taki prąd musi powstać, a kiedy nie może. Prąd wzbudza się wzdłuż drutu jedynie wskutek tej części siły magnetycznej, którą przecina ruch drutu. Jeżeli drut leży dokładnie w kierunku siły magnetycznej, jego ruch, w jakimkolwiek kierunku drut by drgał, przecina tę siłę pod kątem prostym do długości samego drutu i nie wzbudza się wzdłuż niego żaden prąd. Struna ułożona w kierunku siły magnetycznej jest przeto całkowicie wolna od prądów pana Faradaya.

III. O INKLINACJI I RÓWNIKU

Kierunek siły magnetycznej wskazuje igła inklinacyjna. W północnych częściach Europy kieruje się ona stromo ku dołowi: w Londynie igła stoi pod kątem niemal siedemdziesięciu stopni poniżej poziomu, w Paryżu zaś około sześćdziesięciu siedmiu. Strunę można ułożyć w tym kierunku tylko przez nachylenie jej pod tym samym kątem. Fortepian w Paryżu, którego struny leżałyby wzdłuż siły magnetycznej, miałby płytę rezonansową nachyloną pod kątem sześćdziesięciu siedmiu stopni do podłogi, z rejestrem wysokim zwróconym ku ziemi w kierunku północy magnetycznej. Towarzystwo nie przypuszcza, aby



panowie Érard i Pleyel budowali takie instrumenty ani żeby damy Paryża zgodziły się na nich grać.

W miarę jak podróżny zbliża się do równika, inklinacja maleje, a na równiku magnetycznym igła leży poziomo. Tam, i tylko tam, siła magnetyczna jest pozioma, a struna ułożona poziomo w południku magnetycznym leży dokładnie wzdłuż tej siły. Baron von Humboldt, który przejechał przez Quito w 1802 roku podczas podróży po tych prowincjach, wyznaczył położenie równika magnetycznego w Andach Peru, nieco na południe od nas. Towarzystwo utrzymuje na podstawie wskazań własnej igły inklinacyjnej, że siła na naszym stanowisku jest niemal pozioma, a różnica pozostaje poniżej progu rozróżnienia przez jakiegokolwiek słuchacza.

Wynika stąd, że równik jest jedynym obszarem globu, w którym zwyczajny fortepian, stojący poziomo na zwyczajnej podłodze, może mieć struny wolne od prądów pana Faradaya i że wystarczy obrócić go tak, aby struny leżały w kierunku północ-południe.

IV. O WYKONANYCH DOŚWIADCZENIACH

Po pierwsze, Towarzystwo powtórzyło doświadczenie pana Faradaya na własnej rzece. Miedziany drut o długości czterystu varas rozciągnięto nad rzeką Machángara poniżej miasta, z miedzianymi płytami opuszczonymi do wody przy obu brzegach, i połączono z multiplikatorem według wzoru profesora Schweigera. Obserwatorzy obserwowali igłę multiplikatora w odstępach czasu przez jedenaście dni grudnia. Nie dostrzeżono żadnego wychylenia, które nie pojawiałyby się również po wyjęciu płyt z wody. Pan Faraday nie znalazł niczego w Tamizie i obwinił swe płyty. Towarzystwo nie znalazło niczego w Machángarze i nie obwinia swych płyt, gdyż na owej linii niczego nie należało oczekiwać.

Po drugie, fortepian o sześciu oktavach, wykonany przez londyńskiego wytwórcę, ustawiono na poziomej podłodze na stanowisku Towarzystwa, najpierw ze strunami leżącymi w kierunku północ-południe, następnie zaś ze strunami leżącymi w kierunku wschód-zachód. Końce struny ze środkowej części skali połączono z multiplikatorem cienkimi drutami i wielokrotnie uderzano strunę, podczas gdy obserwatorzy śledzili igłę. Przy strunach leżących w kierunku wschód-zachód dwóch z trzech obserwatorów donosiło o słabym drzeniu igły przy większości uderzeń. Przy strunach leżących w kierunku północ-południe żaden obserwator nie dostrzegł drżenia przy żadnym uderzeniu.

Po trzecie, na instrumencie w każdym z tych położań zagrano ustęp Mozarta przed gronem jedenastu członków, którym nie powiedziano, które położenie zastosowano. Siedmiu z jedenastu przedkładało położenie północ-południe, dwóch wschód-zachód, a dwóch oznajmiło, że żadnego nie przedkłada. Spośród owych siedmiu pięciu określiło brzmienie w przedkładanym położeniu jako bardziej krągłe, a trzech jako dłużej wybrzmiewające.

Towarzystwo nie twierdzi, że drzenie igły jest przyczyną owego upodobania. Zauważa jedynie, że owo upodobanie i bezruch igły wystąpiły razem, w tym jedynym położeniu, w którym zasada pana Faradaya zabrania jakiegokolwiek prądu na równiku, i że drzenie wystąpiło tylko w położeniu, w którym go dopuszcza.

V. O RZEKACH EUROPY

Tam, gdzie siła magnetyczna nachyla się ku dołowi, jak dzieje się wszędzie w Europie, w rzece płynącej poziomo w poprzek niej musi wzbudzać się prąd od brzegu do brzegu, a pan Faraday słusznie poszukiwał go w Tamizie. Sekwana w Paryżu i Tamiza w Londynie przepływają przez obszary o inklinacji sześćdziesięciu siedmiu i siedemdziesięciu stopni i wedle jego rozumowania winny należeć do najbardziej naelektryzowanych rzek cywilizowanego świata.

Towarzystwo odnotowuje, że główni wytwórcy fortepianów w Paryżu i Londynie utrzymują swe warsztaty w niewielkiej odległości od tych rzek. Nie wysuwa żadnego oskarżenia. Zauważa jedynie, że instrument intonowany nad Sekwaną intonowany jest w obecności wielkiego i ciągłego przewodnika przenoszącego prąd pana Faradaya i że żaden wytwórca, o ile Towarzystwu wiadomo, jeszcze go nie zmierzył.

VI. WNIOSKI

Towarzystwo wnioskuje:

Po pierwsze, że każda drgająca metalowa struna jest przewodnikiem przemieszczanym w poprzek magnetyzmu Ziemi i musi mieć wzbudzony w sobie prąd pana Faradaya, chyba że leży w kierunku siły magnetycznej.

Po drugie, że pozioma struna może leżeć w kierunku siły magnetycznej jedynie tam, gdzie igła inklinacyjna leży poziomo, to jest na równiku magnetycznym, i że stanowisko naszego Towarzystwa leży tak blisko niego, iż różnicy nie można usłyszeć.

Po trzecie, że każdy fortepian, klawesyn i harfę na równiku należy ustawić ze strunami leżącymi w południku magnetycznym, w kierunku północ-południe, i że tak ustawione instrumenty są całkowicie wolne od prądów pana Faradaya, czego nie może osiągnąć żaden instrument gdzie indziej bez nachylenia pod kątem inklinacji.



Towarzystwo z uznaniem odnosi się do doświadczenia pana Faradaya przy moście Waterloo i z szacunkiem proponuje, aby powtórzył je na równiku, gdzie otrzyma wynik zerowy, którego nie będzie musiał przypisywać swym płytom.

NOTA REDAKCYJNA O DIGITALIZACJI (2026)

Niniejsza praca zachowała się w oprawnych Actas Towarzystwa Sociedad Ecuatorial de Quito, a Dział Badawczy Equatorial Audio zdigitalizował ją i przetłumaczył z języka hiszpańskiego w 2026 roku.

Wykład Bakerowski Faradaya i jego próba przy moście Waterloo w styczniu 1832 roku są autentyczne i zostały dokładnie opisane, a fizyczne podstawy głównego argumentu Towarzystwa są poprawne. Siła elektromotoryczna wzdłuż przewodnika poruszającego się w polu magnetycznym zależy od składowej ruchu i pola przecinającej przewodnik i zanika przy dowolnym ruchu, gdy przewodnik leży wzdłuż pola. Poziomy drut może leżeć wzdłuż pola tylko tam, gdzie pole jest poziome, czyli na równiku magnetycznym, zwanym także równikiem inklinacyjnym. Doświadczenie rzeczne Faradaya doczekało się ostatecznego potwierdzenia w dwudziestym wieku, gdy wykazano, że prądy oceaniczne i pływy indukują mieralne sygnały elektryczne i magnetyczne; obecnie satelity wykrywają z orbity magnetyczną sygnaturę pływów oceanicznych.

Towarzystwo traktowało równik magnetyczny i równik geograficzny jako niemal pokrywające się w Quito. W 1833 roku różnica była mniejsza niż dzisiaj. Od tego czasu równik inklinacyjny przemieścił się i obecnie przecina Andy daleko na południe od Quito; konsekwencje tego dryfu dr Ferro po raz pierwszy zbadał w 2003 roku. Calibration Équatoriale Paris nadal oferuje kompensację bliskości Sekwany.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Faraday, M. (1832). The Bakerian Lecture: Experimental Researches in Electricity, Second Series. Terrestrial Magneto-electric Induction. Philosophical Transactions of the Royal Society, 122, 163-194. Read 12 January 1832.
- [2] Faraday, M. (1832). Experimental Researches in Electricity. Philosophical Transactions of the Royal Society, 122, 125-162.
- [3] Humboldt, A. de, Biot, J.-B. (1804). Sur les variations du magnétisme terrestre à différentes latitudes. Journal de Physique, 59.
- [4] Schweigger, J. S. C. (1821). Zusätze zu Oerstedts elektromagnetischen Versuchen. Journal für Chemie und Physik.
- [5] Sabaka, T. J., Tyler, R. H., Olsen, N. (2016). Extracting ocean-generated tidal magnetic signals from Swarm data through satellite gradiometry. Geophysical Research Letters, 43, 3237-3245. (Cited in the 2026 editorial note.)