



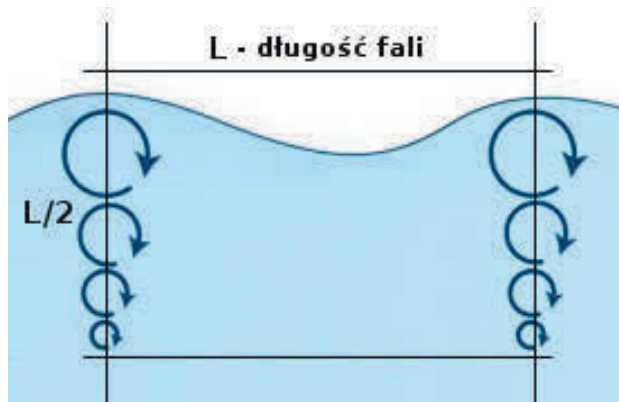
Wilhelm Eduard Weber

(1804-1891)

Tadeusz Wibig

Niemiecki fizyk XIX stulecia znany jest dziś praktycznie tylko jako wynalazca telegrafu, co jest w zasadzie niesłuszne i niesprawiedliwe. Na początku swej kariery wspólnie ze starszym bratem, anatomem, Ernstem Heinrichem, zajmował się mechaniką płynów. W książce, którą wspólnie napisali, poza fizyką przepływu cieczy przez elastyczne rurki, opisali także mechanizm falowania wody, w którym cząsteczki opisują dość złożone kołowe ruchy w płaszczyźnie pionowej równoległej do ruchu fal.

Wilhelm wspólnie ze swoim drugim, młodszym bratem, Eduardem Friedrichem, też naukowcem, anatomem i psychologiem, zajmował się krótko mechanizmem chodzenia i na ten temat też opublikowali książkę.



Doktorat, a potem i habilitację obronił z teorii organów (chodzi tu o instrument muzyczny, nie anatomicznego tym razem). Wykład Webera o organach przedstawiony na zjeździe fizyków niemieckich w Berlinie w roku 1828 zainteresował samego Gaussa, co zaowocowało przeprowadzką do Getyngi, gdzie za sprawą Gaussa dostał profesurę.

Obaj naukowcy rozpoczęli owocną współpracę w dziedzinie elektryczności i magnetyzmu. Wynikiem tej pracy było stworzenie teorii, która miała opisywać wszystkie zjawiska elektryczne i magnetyczne używając do tego celu pojęcia siły typu newtonowskiego (trzy prawa dynamiki itd.) działającej momentalnie na dowolne odległości. Dodali oni do siły opisującej oddziaływanie nieruchomych ładunków (czyli prawo Culomba) oddziaływanie ładunków poruszających się ruchem jednostajnym, czyli stałych prądów elektrycznych (prawo Ampera) i jeszcze oddziaływanie ładunków przyspieszanych (jakby prawo Faradaya).

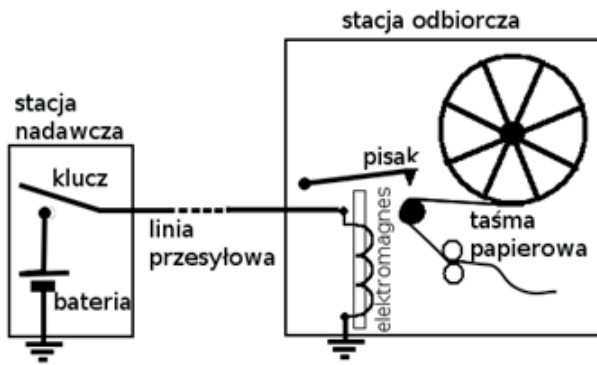
$$F = \frac{ee'}{r^2} \left(1 - \frac{1}{c^2} \frac{dr^2}{dt^2} + \frac{2}{c^2} r \frac{d^2r}{dt^2} \right)$$

Siła Webera wyrażała się wzorem, którego dziś już nikt nie pamięta, bo właściwie nie ma powodów, żeby go pamiętać. Ta bardzo elegancka i matematycznie prosta w sumie teoria okazała się błędna. Nie wytrzymała weryfikacji z rzeczywistością. Dziś oddziaływania elektromagnetyczne opisywane są znacznie bardziej skomplikowanymi, niektórzy mówią, że tylko pozornie, równaniami Maxwella. Warto jednak zauważyć, że we wzorze Wenera pojawia się litera c oznaczająca prędkość światła. To Weber po raz pierwszy użył tego symbolu, czyli, w pewnym sensie, umożliwiając niejako Einsteinowi napisanie słynnego $E=mc^2$.

W międzyczasie Gauss z Weberem wymyślili telegraf, choć nie tak do końca oni właśnie byli pierwszymi, którzy na to wpadli. Inni przed nimi, już od początku XIX wieku, próbowali użyć prądu do przesyłania wiadomości. Zbudowano nawet w skali laboratoryjnej kilka działających modeli. Dopiero jednak Gauss i Weber w roku 1833 okazali się na tyle konsekwentni, że korzystając z doświadczeń poprzedników zbudowali nadajnik i odbiornik i poprowadzili pierwszą praktycznie działającą linię telegraficzną o długości ponad kilometra. Wiodła ona z domu Webera do jego laboratorium.

Zasada działania była prosta: na jednym końcu linii było źródło prądu i przełącznik, którym można było zmieniać kierunek prądu, a po drugiej stronie bardzo czuły galwanometr – urządzenie do pomiaru przepływającego prądu, który reagował wychyleniem wskazówki w jedną (0), lub w drugą stronę (1) w zależności od tego, w którą stronę prąd płynął. Najważniejsze w wynalazku Gaussa i Webera była nie sama maszyna, a idea binarnego kodowania przekazu. Dziś jest to podstawa całej naszej cyfrowo-komputerowej cywilizacji informatycznej.

Telegraf widzimy dziś głównie w westernach. Ciągące się po horyzont rzędy telegraficznych słupów z rozpiętych na nich drutem (jednym!) łączą miasteczka pełne niedobrych rewolwerowców i dzielnych szeryfów przekazując bardzo ważne informacje w okamgnieniu. W kabinach telegrafistów znajdują się urządzenie odbiorcze z elektromagnesem przyciągającym pisak do taśmy papierowej rozwijającej się z wielkiego, wolno obracającego się koła. Rysuje on na niej kreski i kropki, które potem pracownik poczty rozszyfrowuje zgodnie ze schematem, jaki wymyślił niejaki Samuel Morse.



Doświadczenie domowe:

Telegraf – transmisja sygnałów na odległość (po jednym drucie!)

A. Potrzebne materiały:

1. Dwie diody LED świecące w różnych kolorach (albo jedna dwukolorowa, np. OSRG3131).
2. Przewód w izolacji tak długi, jak długą chcemy mieć linię telegraficzną.
3. Baterijka 9V.
4. Przełącznik hebelkowy, dźwigniowy, podwójny, chwilowy (monostabilny), dwubiegunowy: ON – OFF – ON (np. KN3B-223).
5. Dwie drewniane deseczki o rozmiarach jakieś 10 cm x 10 cm na stację odbiorczą i nadawczą.
6. Taśma klejąca do mocowania, choć lepszy byłby na przykład klej na gorąco.
7. Dwa narzędzia ogrodnicze dające się wbić w ziemię (szpadle, łopatkę itp.), ewentualnie dwa długie noże kuchenne, albo wielkie gwoździe itp.

1. B. Narzędzia – nożyczki lub inny przyrząd do cięcia drutu, nóż, wkrętak, lutownica, młotek.

2. C. Kolejność czynności:

1. Zlutować diody zgodnie ze schematem (no chyba, że ma się gotową podwójną).
2. Do jednej końcówki przylutować przewód transmisyjny, a do drugiej kawałek drutu, który da się elektrycznie połączyć z **łopatką uziemiającą**.
3. Zamocować diody do deseczki stacji odbiorczej.
4. Drugi koniec drutu transmisyjnego przylutować do przełącznika na stacji nadawczej wg schematu.
5. Przylutować do przełącznika krótki przewód do podłączenia szpadła uziemiającego w stacji nadawczej.

Schemat wszystkich połączeń przedstawiony jest na rysunku:



Telegrafista może też naciskając z wprawą na klucz telegraficzny wysłać wiadomość do innego telegrafisty podłączonego do tej samej linii drutów wiele mil na zachód (lub wschód, albo w innym, w zasadzie dowolnym kierunku).

W uznaniu zasług Webera, choć może nie chodziło tu akurat o telegraf, jego nazwiskiem postanowiono nazywać w obowiązującym nas układzie SI jednostkę strumienia indukcji magnetycznej. Jeśli pole magnetyczne o indukcji 1 Tesli (T) przecina prostopadle 1 m² powierzchni, to jest to właśnie strumień indukcji równy 1 Weberowi (W). Nie jest to jednostka często używana w życiu codziennym.

6. Przylutować do przełącznika baterijkę i w odpowiedni sposób połączyć wszystkie końcówki wychodzące z przełącznika (zgodnie ze schematem).
7. Zmontować elementy stacji nadawczej na deseczce.
8. Umieścić stację nadawczą i odbiorczą we właściwych miejscach – w ogródku.
9. Wbić w ziemię łopatkę (szpadle, noże, gwoździe itp.) i połączyć je do odpowiednich kabelków w obu stacjach.

I telegraf gotowy jest już do pracy!

Przy włączeniu przełącznika w jedno z ustawień świeci się dioda jednego koloru, przy drugim położeniu – drugiego. Można umówić się, który kolor oznacza kreskę, a który kropkę i wystarczy teraz nauczyć się alfabetu Morse'a, aby można było zapamiętać o comiesięcznych doładowaniach telefonu, albo o innych opłatach za przesyłanie krótkich wiadomości na nieduże odległości.

Modyfikacje eksperymentu:

- A) Gdyby ktoś nie dysponował przełącznikiem, o jakim mowa powyżej, może poradzić sobie zupełnie dobrze i bez niego. Służy on przecież tylko przełączaniu biegunów baterii. Można to robić „ręcznie” dotykając do biegunów drutami uziemienia do plusa i transmisyjnym do minusa, lub odwrotnie.
- B) Gdyby ktoś nie chciał używać diod (za czasów Webera i Gaussa nie było ich przecież!) może użyć, jak oni galwanometru własnej konstrukcji. Robi się go z kompasu, który owija się wielokrotnie drutem na osi N-S, tworząc elektromagnes mogący wychylić igłę raz w jedną (W), raz w drugą (E) stronę. O orientacji stacji odbiorczej należy pamiętać podczas pracy!

