

# Wilhelm Eduard Weber

(1804-1891)

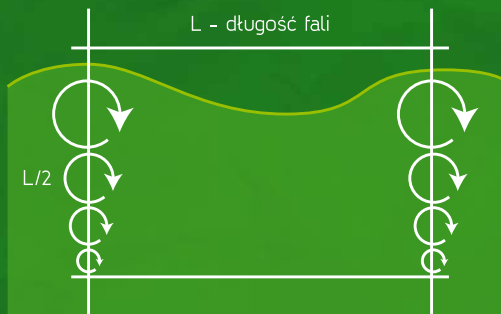


Niemiecki fizyk XIX stulecia znany jest dziś praktycznie tylko jako wynalazca telegrafu, co jest w zasadzie niesłuszne i niesprawiedliwe. Na początku swej kariery zajmował się wspólnie ze starszym bratem, anatomem ruchem falowym i mechaniką płynów. W książce, którą wspólnie napisali opisali mechanizm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

Weber wspólnie z drugim bratem, też mającym coś wspólnego z medycyną zajmował się mechanizmem chodzenia i na ten temat też opublikował książkę. Doktorat obronił z teorii organów (chodzi tu o instrument muzyczny, nic anatomicznego tym razem). Wykład Webera o organach przedstawiony na zjeździe fizyków niemieckich w Berlinie w roku 1828 zainteresował samego Gaussa.

Gdy Wener przeprowadził się z Halle do Getyngi, gdzie Gauss załatwił mu posiadłość, dwaj 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.

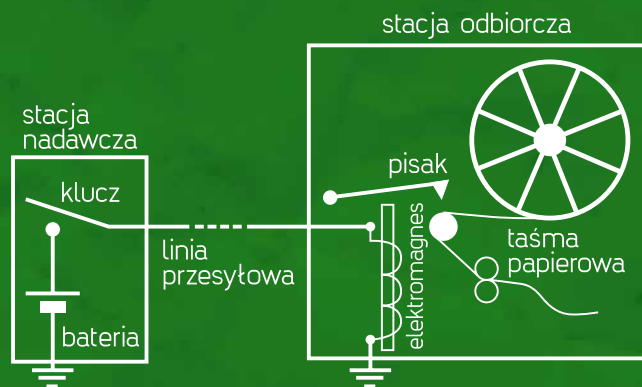
Dodali oni do siły opisującej oddziaływanie nieruchomych ładunków (prawo Coulomba) oddziaływanie ładunków poruszających się ruchem jednostajnym – czyli prądów elektrycznych (prawo Ampera) i jeszcze oddziaływanie ładunków przyspieszanych (prawo Faradaya).



$$\mathbf{F} = \frac{q_1 q_2 \hat{\mathbf{r}}}{4\pi\epsilon_0 r^2} \left( 1 - \frac{\dot{r}^2}{c^2} + \frac{r\ddot{r}}{c^2} \right)$$

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 otoczeniem. Dziś oddziaływania elektromagnetyczne opisywane są znacznie bardziej skomplikowanymi równaniami Maxwella. Warto jednak zauważyć, że we wzorze Wenera pojawia się litera  $c$  oznaczająca prędkość światła. To Weber po raz pierwszy użył tego symbolu umożliwiając tym samym Einsteinowi napisanie słynnego  $E=mc^2$ .

A w międzyczasie Gauss z Weberem wymyślili telegraf, choć nie tak do końca oni właśnie byli pierwsi. Przed nimi inni 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 jego kierunek, a po drugiej stronie bardzo czuły galwanometr – miernik przepływu prądu, który reagował wychyleniem wskazówki prądu wychylając się w jedną (0), lub w drugą stronę (1). Najważniejszą cechą wynalazku Gaussa i Webera była nie sama maszyna, a idea kodowania binarnego przekazu. Dziś jest to podstawa całej cyfrowo-komputerowej cywilizacji informatycznej. Telegraf z drutem znamy głównie z westernów. Wyposażony jest on w urządzenie odbiorcze z elektromagnesem przyciągającym pisak do rozwijającej się taśmy papierowej, na której rysuje kreski i kropki, tak jak to wymyślił Samuel Morse.



## Doświadczenie domowe:

### telegraf – transmisja sygnałów na odległość

#### A. Potrzebne materiały

1. Drułu miedzianego w emalii o średnicy około 0.2 mm długości 10 metrów
2. Przewód w izolacji tak długi, jak długą chcemy mieć linię telegraficzną.
3. Baterijka 9V
4. Kawatek żelaza długości kilku centymetrów i w przekroju około 0.5 cm x 0.5 cm, może to być fragment starego transformatora (najlepiej), albo gruby gwóźdź, względnie kilka gwoździ.
5. Korek od butelki
6. Dwa kawałki stalowej blaszki (żyletka, fragment puszki po konserwach).
7. Kawatek drucika: szpilka, spinacz do papieru.
8. Dwie drewniane deseczki o rozmiarach jakieś 10 cm x 10 cm.
9. Taśma klejąca do mocowania, choć lepszy byłby na przykład klej na gorąco.

#### B. Narzędzia

– nożyczki lub inny przyrząd do cięcia drutu, nóż, wkrętak, młotek, klej

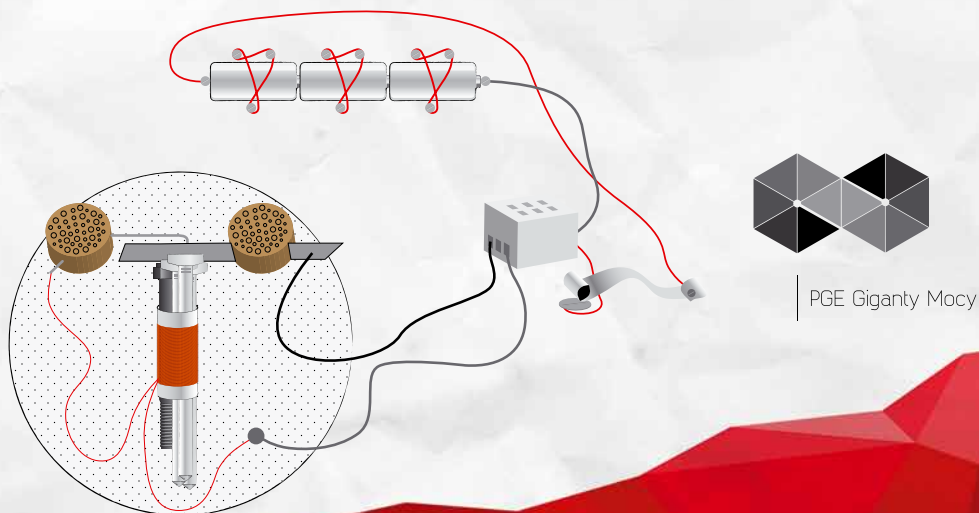
#### C. Kolejność czynności

1. Z jednego kawałka blaszki konstruujemy klucz.
  - a. Jeden z końców przewodu linii transmisyjnej okręcamy dookoła wkrętu do drewna i wkręcamy do deseczki tak, aby tylko łepke wystawał
  - b. W sprężynującej blaszce robimy otwór na śrubkę i mocujemy ją przykręcając jednocześnie doń krótki kawałek przewodu tak by można było naciskając na koniec blaszki zwać obwód, a po puszczeniu palca, by obwód sam się przerywał
  - c. Koniec krótkiego przewodu przyczepiamy do jednego z biegunów baterii.
  - d. Jeśli nie będziemy wykonywać doświadczeń na świeżym powietrzu, a w warunkach domowych, drugi koniec baterii, zamiast uziemić, musimy połączyć z drugim drutem linii przesyłowej. Zbudujemy w ten sposób telegraf z linią dwuprzewodową.
2. Na kawałek żelaza (gruby gwóźdź lub kilka długich, cienkich gwoździ) nawijamy uzwojenie elektromagnesu z cienkiego drutu w emalii. Im więcej zwojów (w granicach rozsądku), tym lepiej będzie działał. Liczba 1000 jest zadawalająca. Zostawiamy końcówki uzwojenia o długości kilku około 10 centymetrów.
3. Mocujemy magnes do deseczki. Zamocowanie musi być solidne i najlepiej nadaje się do tego jakiś dobry klej.
4. Przy jednym z końców magnesu mocujemy drugą sprężynującą blaszkę – kotwicę.
  - a. Wcześniej trzeba sprawdzić, czy blaszka nie jest pokryta jakąś warstwą izolacyjną. Jeśli tak jest należy ją dokładnie usunąć, zdrapać.
  - b. Korek przykręcamy po jednej stronie elektromagnesu od spodu do deseczki tak aby móc go (z trudem) obracać dla celów regulacji. W korku robimy nacięcie i wciskamy tam blaszkę.
  - c. Regulacja polega na tym, żeby znajdowała się ona w odległości około 1 mm, albo i trochę mniej od rdzenia elektromagnesu, ale nie stykała się z nim.

5. Montujemy przerywacz: przykręcamy drugi kawałek korka z drugiej strony elektromagnesu w taki sposób, aby można było przełożyć przezeń szpilkę (druć z wyprostowanego spinacza) w taki sposób, aby tworzył elektryczny kontakt z blaszką, którą będzie przyciągał elektromagnes.
6. Montujemy obwód elektryczny telegrafu
  - a. Koniec jednego z przewodów linii przesyłowej łączymy (lutujemy, lub skręcamy) z jedną końcówką elektromagnesu. Nie należy zapominać o zdrapaniu emalii z drutu.
  - b. Drugi przewód linii przesyłowej łączymy ze szpilką (druć) przerywacza. Dobrze jest najpierw oba przewody linii przesyłowej zamocować do deseczki na której umieszczony jest elektromagnes.
  - c. Pozostał nam jeszcze do podłączenia drugi koniec uzwojenia elektromagnesu. Przyłączamy go do sprężynującej blaszki, która ma być przyciągana przez elektromagnes.
7. Ostateczna regulacja stacji odbiorczej polega na sprawdzeniu, czy w stanie spoczynkowym, gdy przez elektromagnes nie przepływa prąd i niczego on nie przyciąga obwód przerywacza jest zamknięty. Szpilka (druć) musi mieć kontakt z kotwicą

## I telegraf gotowy jest już do pracy

W momencie zwarcia klucza prąd pobiegnie do szpilki w przerywaczu, stamtąd do blaszki kotwicy, przez nią doptynie do elektromagnesu, przepłynie przezeń i wróci do baterii w stacji nadawczej drugim przewodem linii przesyłowej. Płynący przez elektromagnes prąd spowoduje przyciągnięcie kotwicy, a tym samym rozewrze się obwód przerywacza. Szpilka straci kontakt z blaszką kotwicy i prąd przez elektromagnes przestanie płynąć. Wtedy kotwica przestanie być przyciągana i wróci do pozycji wyjściowej. To spowoduje znowu zwarcie obwodu i przyciągnięcie kotwicy do elektromagnesu. A to rozłączy obwód itd. itd. Przy właściwym wyregulowaniu przerywacza przez cały czas, gdy na stacji nadawczej wciśnięty będzie kluch, na stacji odbiorczej będzie słychać głośne (lub cichsze) brzęczenie kotwicy uderzającej w rdzeń elektromagnesu. Wystarczy teraz nauczyć się alfabetu Morse'a i można zapomnieć o comiesięcznych dotądowaniach telefonu, albo o innych opłatach za komunikację.



PGE Giganty Mocy