

## MINI LODÓWKA NA BAZIE OGNIW PELTIERA

### MINI FRIGDE BASED PELTIER CELL

**Dominik MAZAN**

#### **Resumé**

*Celem pracy było skonstruowanie mini lodówki, na bazie ogniwa Peltiera. Założeniem projektu było obniżenie temperatury do około 5°C. Jest to trudne zadanie, gdyż obudowa musi być bardzo szczelna, na dodatek w obudowie całej lodówki znajdują się elementy, które podczas pracy bardzo się nagrzewają. Elementami tymi są transformator, mostek Greatza i ogniwo Peltiera. Samo odprowadzenie ciepła, jest dość skomplikowana sprawa, z którą ma-ja do czynienia na co dzień konstruktorzy urządzeń elektronicznych. Temperatura, w komorze lodówki jaka udało się uzyskać jest na poziomie około 10°C.*

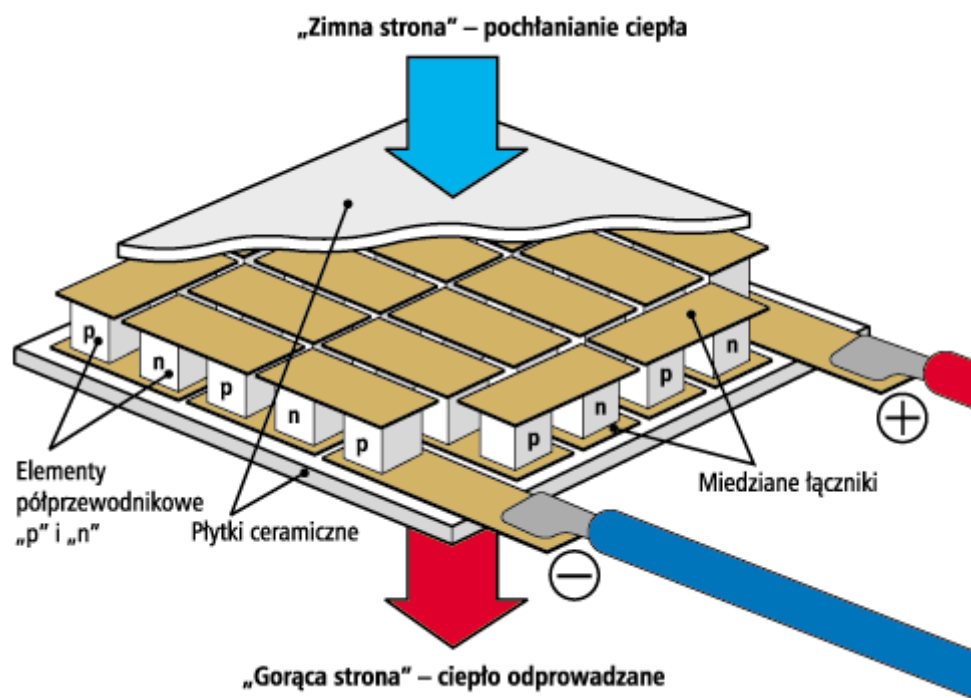
#### **Abstract**

*The aim of this work was the construction of a mini fridge, on the basis of the Peltier's cell. The most challenging was lowering the temperature to about 5°C, as the container has to be almost hermetic, while some parts heat up very easily, in particular the transformer, the Greatz's bridge and the Peltier's cell. Since the dissipation of the heat is a quite complicated process, the temperature of the fridge stays at about the level of 10°C.*

#### **ÚVOD**

Często osoba pracująca przy komputerze ma ochotę napić się czegoś chłodnego orzeźwiającego i najlepiej żeby było to pod ręką. Skonstruowana mini lodówka, nie miała przypominać wyglądem zewnętrznym typowego urządzenia chłodzącego. Dlatego całość została umieszczona w obudowie popularnego urządzenia, które praktycznie u każdego użytkownika komputera stoi na biurku – drukarki.

Głównym elementem składowym mini lodówki jest ogniwo Peltiera. Ogniwo owe to półprzewodnikowy element termoelektryczny, który wykorzystuje zjawisko Peltiera. Jest złożone z dwóch równolegle osadzonych płytek ceramicznych. Między tymi płytkami znajdują się naprzemiennie ułożone półprzewodniki typu "n" oraz "p". Budowę tą obrazuje rysunek 1. Półprzewodniki są połączone ze sobą szeregowo blaszką miedzianą i wykonane są z odpowiednio domieszkowanego tellurku bizmutu. Płytki ceramiczne zapewniają sztywność mechaniczną, są doskonałą izolacją elektryczną i dobrze przewodzą ciepło.



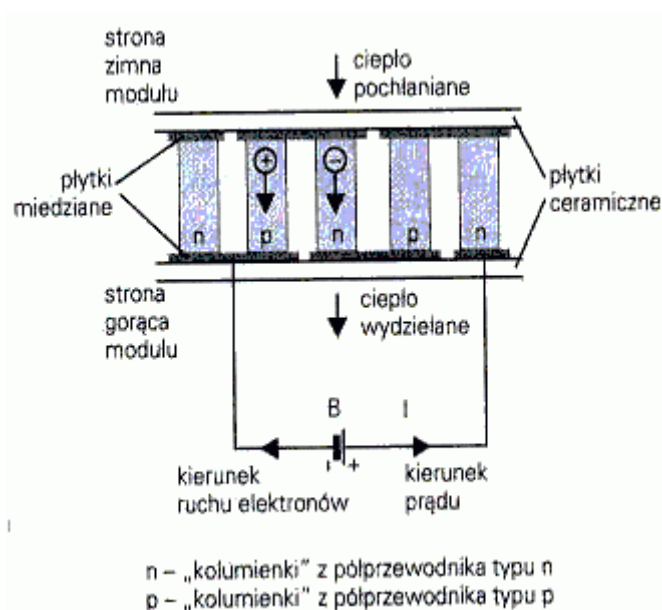
Rys. 1 Budowa ogniwa Peltiera

Istotą modułów Peltiera są zmiany temperatury zachodzące na złączach półprzewodników (n-p lub p-n) na skutek działania prądu elektrycznego, co ma istotne znaczenie dla celów chłodniczych. Półprzewodnik typu "p" wykazuje w swojej strukturze brak elektronów do całkowitego "obsadzenia" górnego poziomu energetycznego, natomiast półprzewodnik typu "n" posiada ich na ten poziom zbyt wiele. W momencie przepływu prądu, dochodzi do przemieszczenia się elektronów pomiędzy poziomami energetycznymi - co w jednym przypadku wymaga dostarczenia energii (wejście na wyższy poziom energetyczny), a w innym wywołuje jej wydzielanie (spadek na niższy poziom) - w zależności od kierunku przepływu prądu. Zarówno pobierana, jak i oddawana energia jest w tym przypadku energią cieplną. Na dwóch powierzchniach modułu - górnej i dolnej - jednocześnie zachodzi pochłanianie ciepła ("zimna strona"), oraz jego oddawanie ("strona gorąca"). Podstawą jest tu złącze **p-n**, które jest przedstawione na rysunku 2. Pokazano kierunek przepływu prądu, który jest przeciwny ruchowi elektronów. W złączu **p-n**:

- w półprzewodniku typu **p** nośnikiem prądu są dziury, brakuje w nim po prostu elektronów do pełnego obsadzenia górnego poziomu (pasma) energetycznego (ostatniej orbity elektronowej),
- w półprzewodniku typu **n** występuje nadmiar elektronów, pasmo energetyczne jest całkowicie zapełnione i nadmiarowe elektrony znajdują się w następnym paśmie energetycznym,
- elektron będący na orbicie ma jakąś energię potencjalną, zależną od odległości od jądra - czym wyższa orbita, tym energia ta jest większa. Przechodząc z wyższej orbity na niższą, elektron oddaje energię, a żeby "wskoczył" na orbitę wyższą, musi skądś otrzymać energię.

W ogniwie Peltiera elektrony o niższej energii z półprzewodnika typu **p** przechodzą do półprzewodnika typu **n**, gdzie z konieczności muszą mieć wyższą energię i pobierają ją

w postaci ciepła. Tym samym złącze  $p-n$  pochłania ciepło z otoczenia. Górna płytkę modułu będzie więc chłodzona. zgodnie z podaną wcześniej zasadą, elektrony z pasma przewodzenia półprzewodnika typu  $n$ , przechodząc do niższego pasma walencyjnego półprzewodnika typu  $p$  oddają część swojej energii w postaci energii cieplnej. A więc na złączu  $n-p$  wydzielą się pewna ilość ciepła - dolna strona modułu będzie podgrzewana. Przy zmianie kierunku prądu, dotychczasowe złącza  $p-n$  staną się złączami  $n-p$  (i na odwrót), i ciepło będzie pobierane na dolnej stronie modułu, a wydzielane na górnej. Moduł Peltiera transportuje ciepło w kierunku zależnym od kierunku prądu. Wydawałoby się, że ilość ciepła pochłoniętego na stronie zimnej jest równa ilości ciepła na stronie gorącej. Tak jednak nie jest, ponieważ występują straty ciepła w samym ogniwie nazywane zjawiskiem Joule'a. Również występują straty związane z przewodnictwem ciepła.



Rys. 2 Schemat zasady działania ogniwa Peltiera

Aby zwiększyć wydajność łączy się moduły: strona "zimna" kolejnego modułu przylegał do strony "gorącej" modułu poprzedniego, co pozwala uzyskać większą wydajność. Uwzględniając ciepło powstające wskutek oporu prądu elektrycznego, które również jest odprowadzane na stronę "gorącą", połączeń takich dokonuje się najczęściej w sposób piramidalny - tak aby ostateczna powierzchnia oddająca ciepło była większa niż powierzchnia je pochłaniająca. Połączenie modułów jest, pod względem zwiększenia wydajności, istotną alternatywą zwiększania natężenia przepływającego przez układ prądu.

**Elementy składowe** wykorzystane do wykonania mini lodówki:

- ogniwo Peltiera, jest to „serce” urządzenia, za pomocą jego chłodzone jest wnętrze lodówki. Moc zastosowanego ogniwa wynosi 91,7W przy zasilaniu napięciem o wartości 12V,
- transformator ze starego prostownika do akumulatorów samochodowych, napięcie wychodzące z niego ma wartość około 15,6V, lecz gdy podłączy się pod niego obciążenie napięcie spada do około 14,5V,
- mostek Greatza o natężeniu do 10A, jest on dobrany z pewnym zapasem, gdyż ogniwo Peltiera zastosowane max pobiera 6A ze źródła zasilania,

- stabilizator napięcia TSL 7812C, którego za zadanie jest stabilizowanie napięcia o wartości 12V potrzebnego do zasilania diod podświetlających wewnątrz mini lodówki. Napięcie takie również jest potrzebne do zasilania wentylatorów,
- wentylatory, które chłodzą transformator, zasilający całą elektronikę. Kolejny wentylator chłodzi radiator przylegający do gorącej strony ogniwa Peltiera. Ostatni wiatrak jest umieszczony w środku obudowy lodówki, aby rozprowadzać zimne powietrze,
- obudowa z drukarki. Została opróżniona ze zbędnych elementów tak, aby wewnątrz było jak najbardziej pojemne,
- listwa diodowa SMD, zasilana napięciem 12V, składająca się z 6 diod koloru niebieskiego,
- dwa przełączniki krańcowe. Jeden służy do włączania oświetlenia diodowego podczas otwarcia lodówki. Kolejny wyłącznik służy do wyłączenia wentylatora znajdującego się w środku mini lodówki, aby nie uciekało schłodzone powietrze z wnętrza,
- kondensatory do filtrowania napięcia zasilającego ogniwo Peltiera,
- ekran termiczny, który posłużył jako ścianki mini lodówki, aby można było magazynować chłodne powietrze.

Ze względu na dużą ilość skondensowanej energii wydzielającej się ze strony "gorącej" ogniwa, zastosowano radiator wraz z wiatrakiem. Do połączenia użyto pasty termo-przewodzącej.



Rys. 3 Zewnętrzny wygląd mini lodówki



Rys. 4 Wnętrze mini lodówki

## **ZÁVĚR**

W sklepach można kupić lodówki przenośne wyposażone w ogniwa Peltiera, lecz wszystkie wyglądają jak typowe urządzenia chłodnicze. Z pewnością drukarka, która stoi na biurku i chłodzi napoje w gorące dni spodoba się nie jednemu użytkownikowi pracującemu przy biurku.