HEAT not LOST

23 -24 luty 2022 Targi Kielce oraz on-line

VI Konferencja Naukowo - Techniczna

Konwersja energii cieplnej ze źródeł ciepła odpadowego z wykorzystaniem generatorów termoelektrycznych

Conversion of thermal energy from waste heat sources using thermoelectric generators

dr inż.
Marta Żurek-Mortka
Sieć Badawcza Łukasiewicz
Instytut Technologii Eksploatacji w Radomiu

mgr inż. Mirosław Neska, mgr inż. Mirosław Mrozek,
dr inż. Andrzej Majcher

Łukasiewicz
Instytut Technologii Eksploatacji

Łukasiewicz
Sieć Badawcza

Agenda:

1. Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji w Radomiu

2. Zaawansowane systemy sterowania innowacyjnymi urządzeniami badawczymi i technologicznymi

3. Termoelektryczny generator do wytwarzania energii elektrycznej z ciepła odpadowego

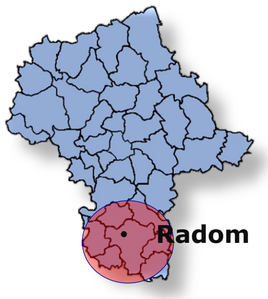
4. Układy odzysku ciepła odpadowego wykorzystujące generatory termoelektryczne

Łukasiewicz

SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ – INSTYTUT TECHNOLOGII EKSPLOATACJI W RADOMIU

Łukasiewicz
ITEE

https://www.itee.lukasiewicz.gov.pl/



Utworzony w **1986 r.**

Zatrudnia ok. **200** osób

31 doktorów, **9** dr hab., **4** profesorów

Realizacja ok. **300** krajowych projektów badawczych

Opracowanie ok. **50** prototypów rocznie

Ok. **250** publikacji rocznie

Wdrożenie ok. **300** innowacji produktowych i procesowych do gospodarki

Realizacja ponad **45** międzynarodowych projektów badawczych

Współpraca z zagranicznymi ośrodkami badawczymi (UE, w tym m.in. Finlandia, Niemcy, Francja, Dania, a także Meksyk, Australia, N. Zelandia)

Dr. Marta Żurek-Mortka, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji w Radomiu
Email: marta.zurek-mortka@itee.lukasiewicz.gov.pl

SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ – INSTYTUT TECHNOLOGII EKSPLOATACJI W RADOMIU

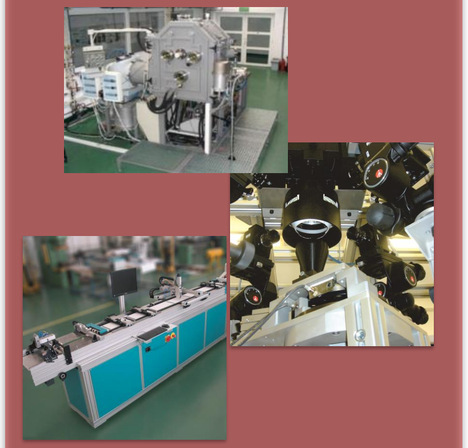
MISJA:
Opracowywanie innowacyjnych rozwiązań dla sektora gospodarki oraz modelowych mechanizmów i struktur transformacji wiedzy

BIZNES
NAUKA
RZĄD

ZARZĄDZANIE WIEDZĄ

SYSTEMY TRANSFORMACJI I TRANSFERU TECHNOLOGII

PRACE NAUKOWE I BADAWCZO-ROZWOJOWE



MODELOWE ROZWIĄZANIA PRODUKTOWE I PROCESOWE UKIERUNKOWANE APLIKACYJNIE

KSZTAŁCENIE I DOSKONALENIE

PROGRAMY I STANDARDY KWALIFIKACJI DLA INNOWACYJNEJ GOSPODARKI

Dr. Marta Żurek-Mortka, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji w Radomiu
Email: marta.zurek-mortka@itee.lukasiewicz.gov.pl

Sieć Badawcza Łukasiewicz

Instytut Technologii Eksploatacji

- Grupa Badawcza Konstrukcji Prototypów
- Grupa Badawcza Optomechatroniki
- Grupa Badawcza Systemów Sterowania
- Laboratorium Pierwszych Uruchomień
- Laboratorium Systemów Sterowania

Centrum Prototypowania

Centrum Inżynierii Powierzchni

Centrum Tribologii

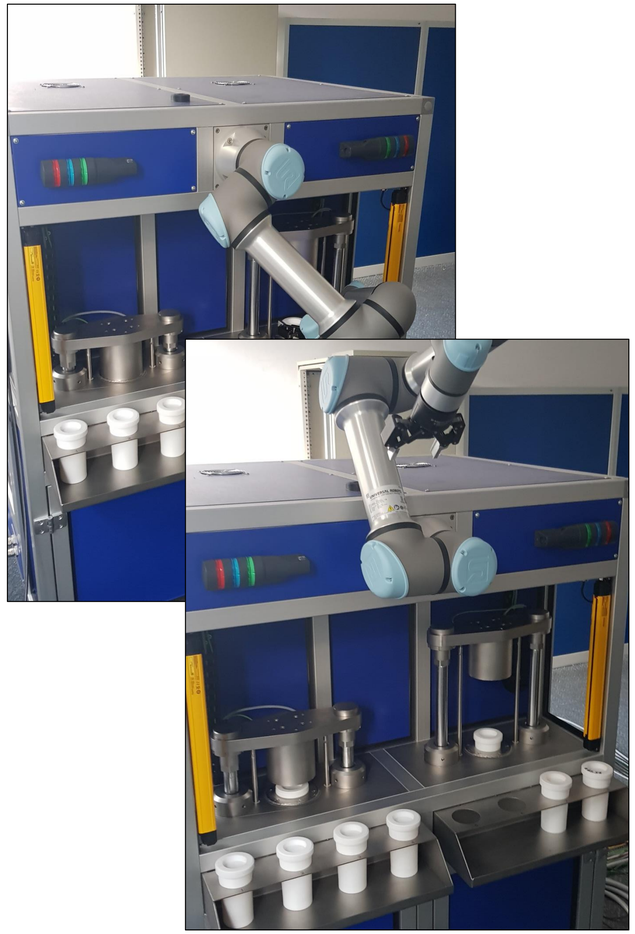
Centrum Biogospodarki i Ekoinnowacji

Centrum Badań Edukacji Zawodowej i Zarządzania Innowacjami

Wydawnictwo Naukowe

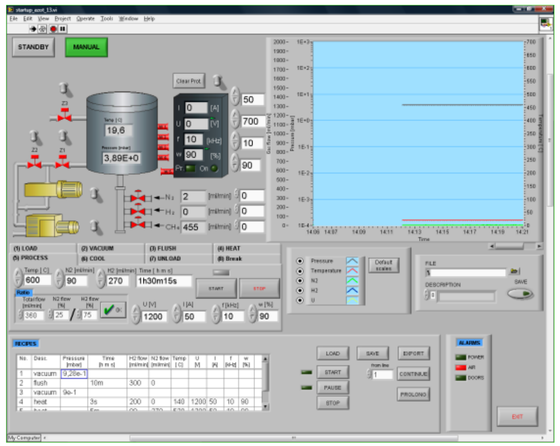
Dr. Marta Żurek-Mortka, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji w Radomiu
Email: marta.zurek-mortka@itee.lukasiewicz.gov.pl

ZAAWANSOWANE SYSTEMY STEROWANIA INNOWACYJNYMI URZĄDZENIAMI BADAWCZYMI I TECHNOLOGICZNYMI



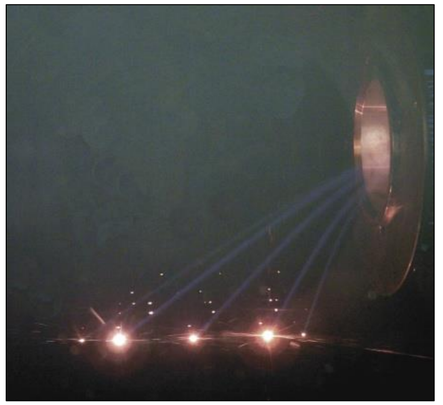
Reaktor chemiczny do mikrofalowej hydrotermalnej syntezy nanoproszków

Urządzenie do spiekania proszków metodą impulsową PPS (Pulse Plasma Sinterting)



Urządzenie do azotowania plazmowego z aktywnym ekranem

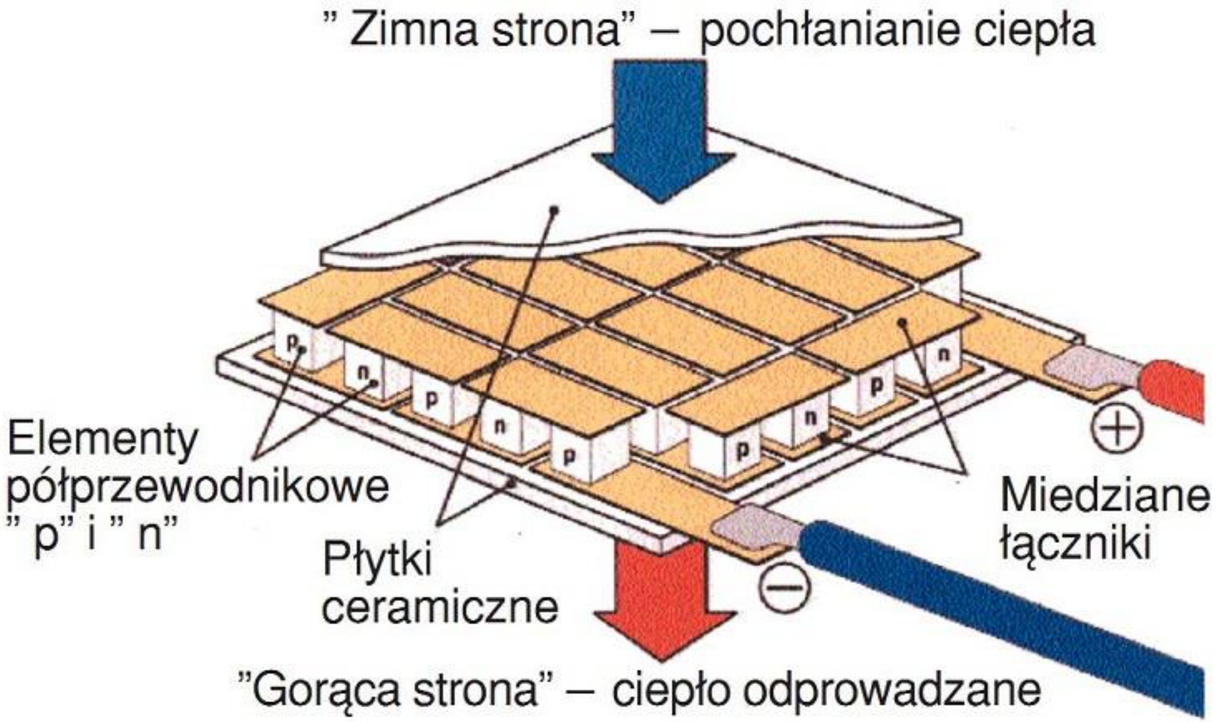
Specjalizowane zasilacze źródeł plamy



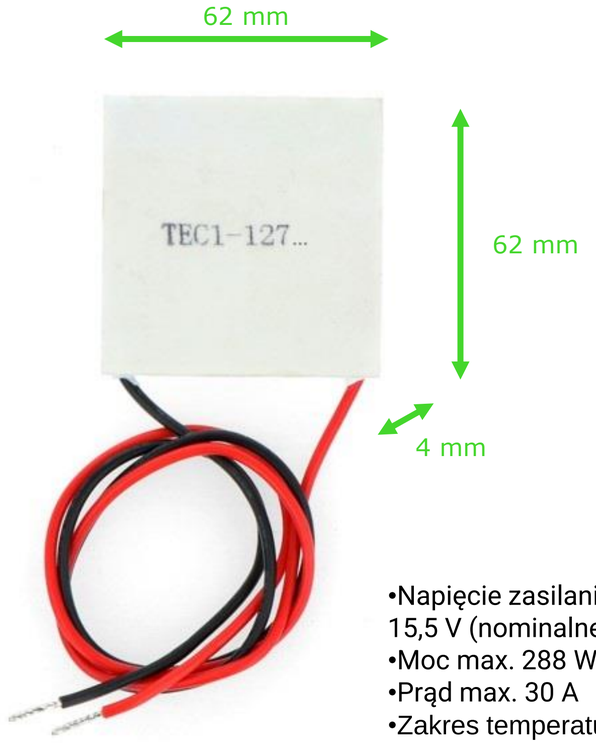
Układ odchylania wiązki elektronowej działa dużej mocy

Dr. Marta Żurek-Mortka, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji w Radomiu
Email: marta.zurek-mortka@itee.lukasiewicz.gov.pl

TERMOELEKTRYCZNY GENERATOR DO WYTWARZANIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ Z CIEPŁA ODPADOWEGO



Budowa jednostopniowego modułu Peltiera



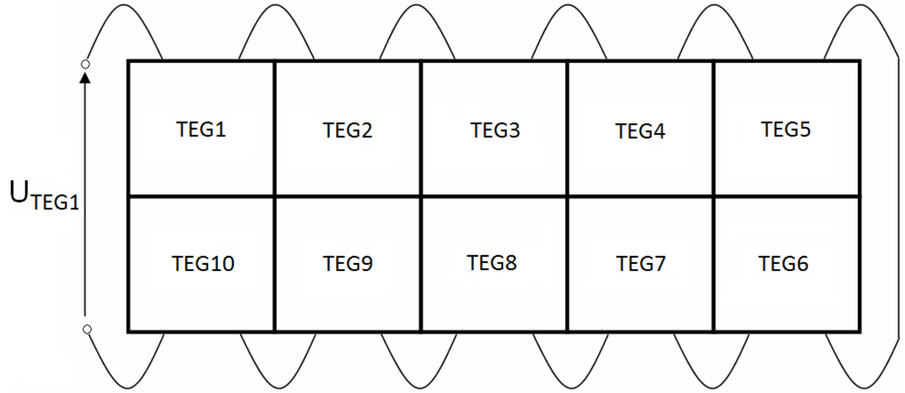
- Napięcie zasilania: od 0 do 15,5 V (nominalne 12 V)
- Moc max. 288 W
- Prąd max. 30 A
- Zakres temperatur: od -55°C do 83°C

Przykład ogniwa termoelektrycznego

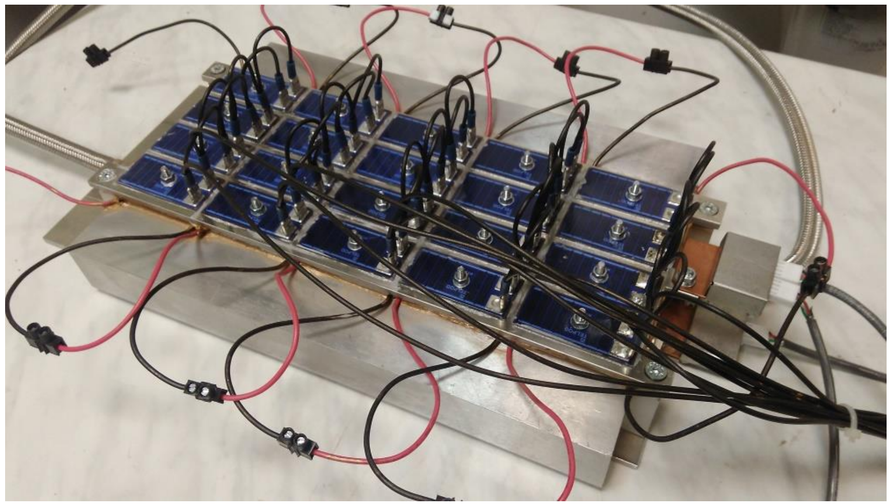
https://www.tme.eu/pl/details/pm-62x62-350/moduly-peltiera/stonecold/tec1-12730/?brutto=1&currency=PLN&gclid=Cj0KCQiAjc2QBhDgARIsAMc3SqQFm-mn8CQ4njroEYs4pqhUCk-_IzHBwAGwRuhhOA3yX8ywPhvYI_0aAi6PEALw_wcB

Dr. Marta Żurek-Mortka, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji w Radomiu
Email: marta.zurek-mortka@itee.lukasiewicz.gov.pl

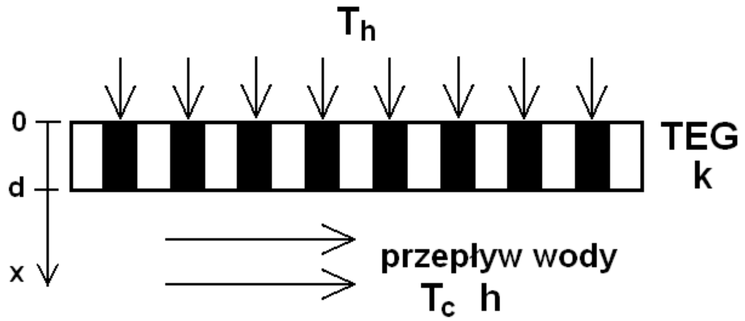
TERMOELEKTRYCZNY GENERATOR DO WYTWARZANIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ Z CIEPŁA ODPADOWEGO



Schemat połączeń i położenia 10 ogniw w wymienniku ciepła



Widok wymiennika ciepła z termoelektrycznymi ogniwami



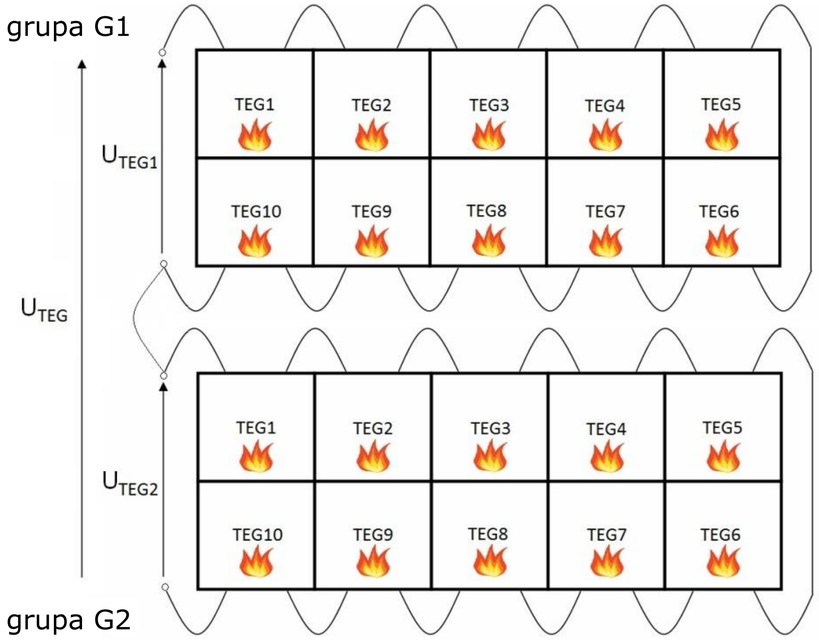
Model wymiennika ciepła

$$\Delta T = \frac{hd(T_h - T_c)}{k + hd}$$

gdzie:
T_h – temperatura strony gorącej
T_c – temperatura strony zimnej
k - przewodność cieplna TEG
h - współczynnik konwekcji
d - grubość TEG

Dr. Marta Żurek-Mortka, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji w Radomiu
Email: marta.zurek-mortka@itee.lukasiewicz.gov.pl

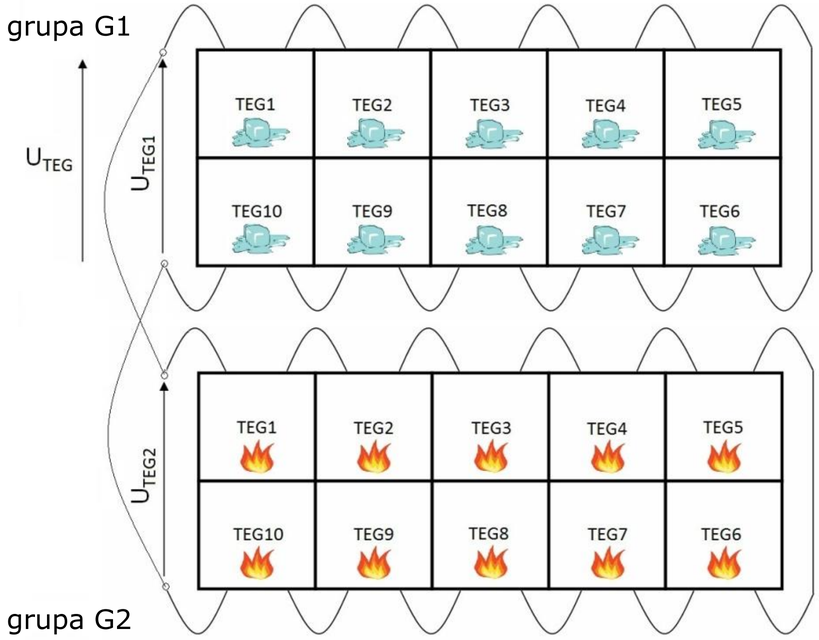
TERMOELEKTRYCZNY GENERATOR DO WYTWARZANIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ Z CIEPŁA ODPADOWEGO



Połączenie szeregowe dwóch grup termoogniw

$$U_{TEG} = U_{TEG1} + U_{TEG2}$$

$$I_{TEG} = I_{TEG1} = I_{TEG2}$$



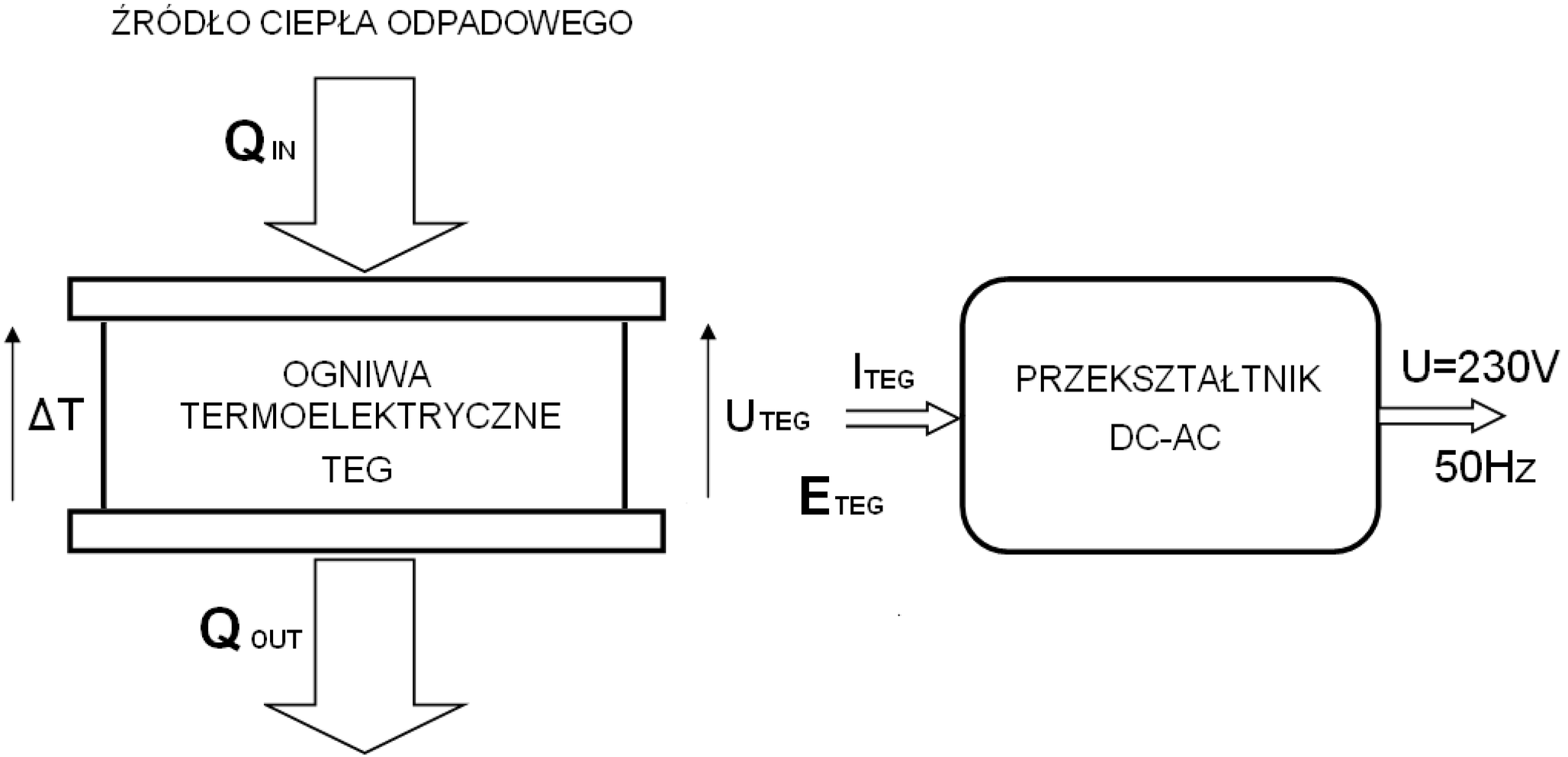
Połączenie równoległe dwóch grup termoogniw

$$U_{TEG} = U_{TEG1} = U_{TEG2}$$

$$I_{TEG} = I_{TEG1} + I_{TEG2}$$

Dr. Marta Żurek-Mortka, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji w Radomiu
Email: marta.zurek-mortka@itee.lukasiewicz.gov.pl

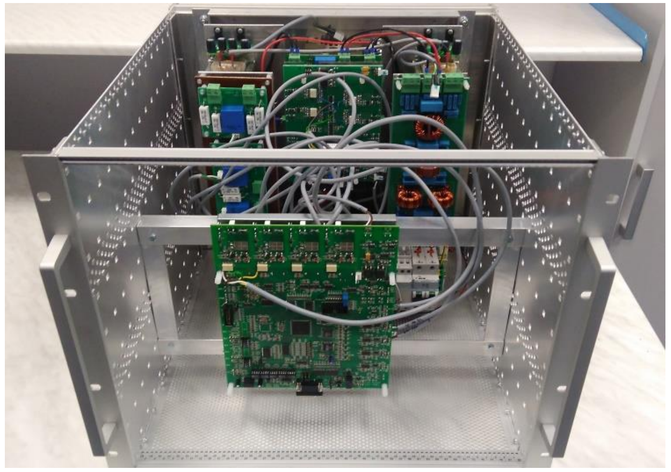
TERMOELEKTRYCZNY GENERATOR DO WYTWARZANIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ Z CIEPŁA ODPADOWEGO



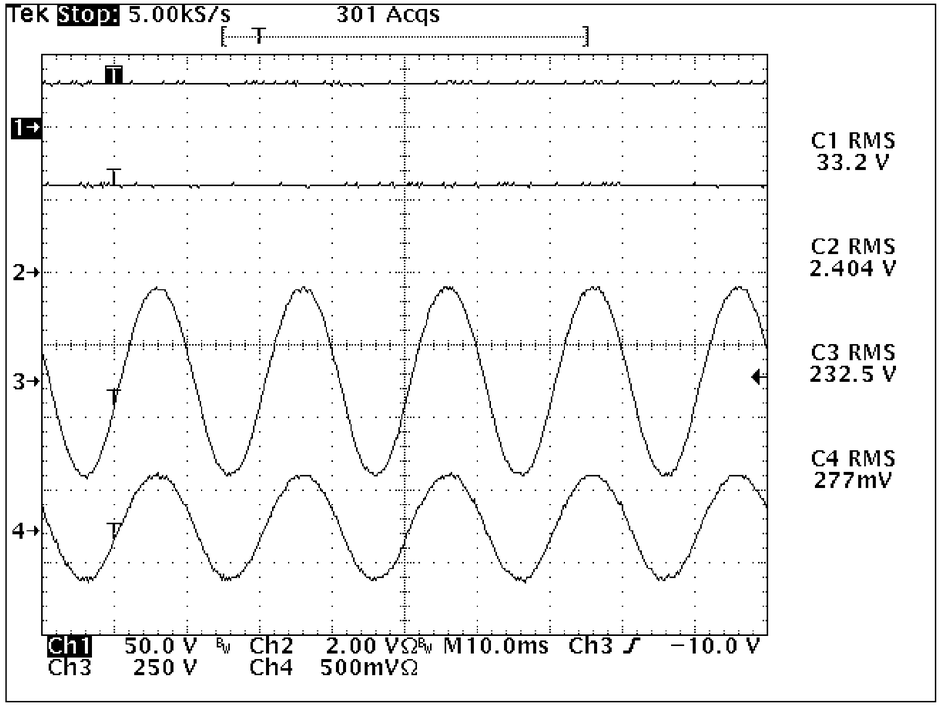
Dr. Marta Żurek-Mortka, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji w Radomiu
Email: marta.zurek-mortka@itee.lukasiewicz.gov.pl

TERMOELEKTRYCZNY GENERATOR DO WYTWARZANIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ Z CIEPŁA ODPADOWEGO

Przekształtnik DC-AC - widok ogólny



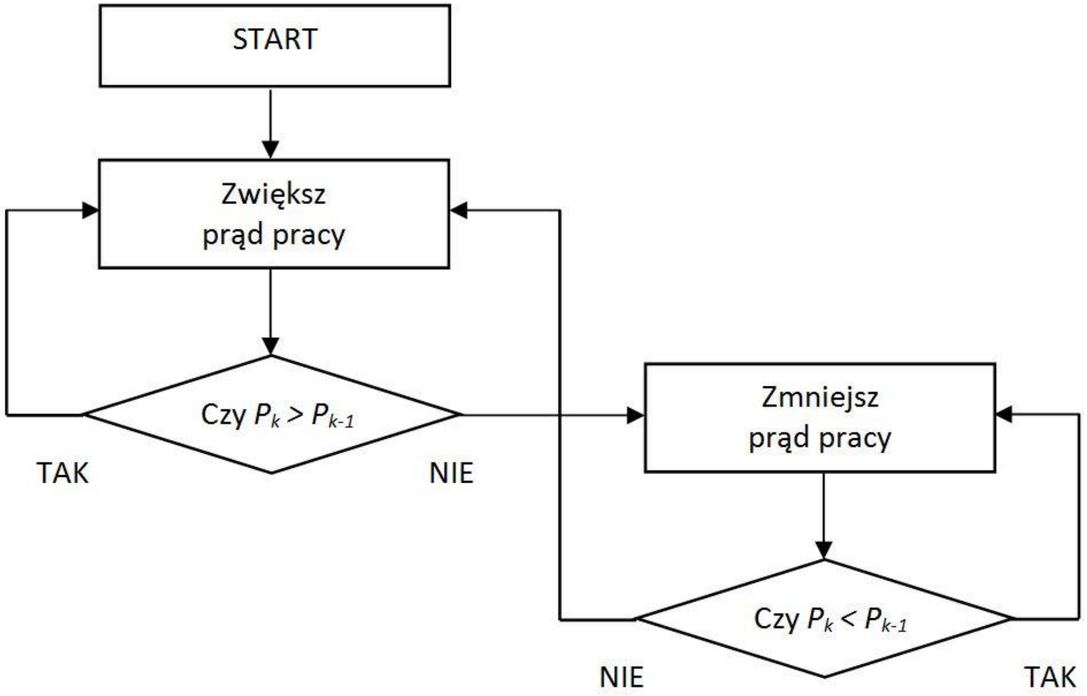
Przekształtnik DC-AC - układ sterowania i mocy



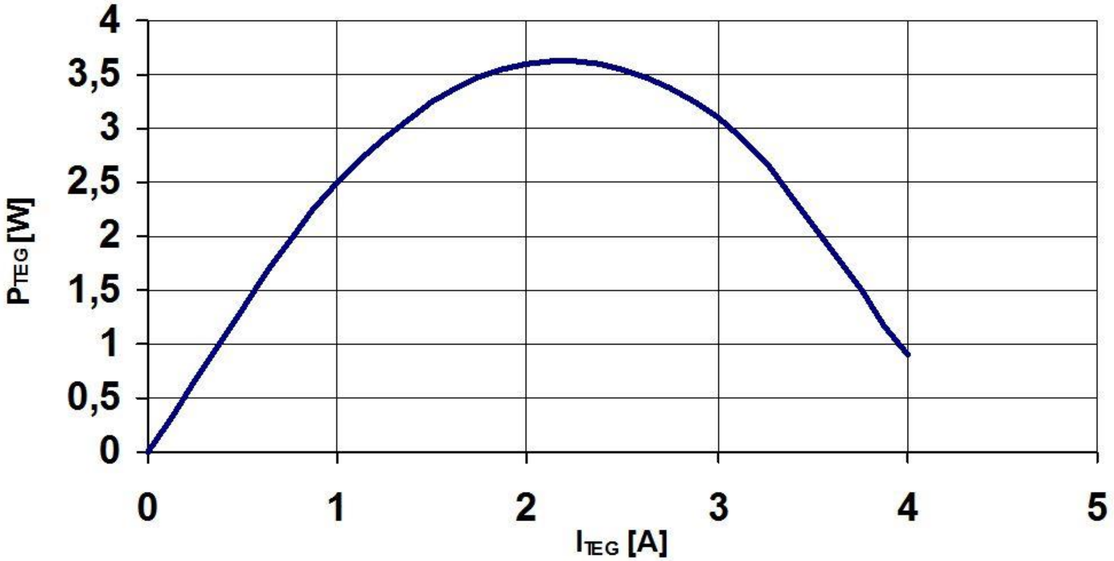
Oscylogramy przebiegów prądów i napięć:
(1)napięcia U_{TEG} [V]
(2)prądu I_{TEG} [A]
(3) napięcia U_{AC} [V]
(4)prądu I_{AC} [mA]

Dr. Marta Żurek-Mortka, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji w Radomiu
Email: marta.zurek-mortka@itee.lukasiewicz.gov.pl

TERMOELEKTRYCZNY GENERATOR DO WYTWARZANIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ Z CIEPŁA ODPADOWEGO



Schemat działania metody zaburzania i obserwacji P&O (Perturbation and Observe Method)



Wykres zależności mocy P_{TEG} generowanej przez termoelektryczne ogniwo od przepływającego prądu I_{TEG}

P_k – moc w danym czasie,
P_{k-1} – moc w czasie poprzednim

Dr. Marta Żurek-Mortka, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji w Radomiu
Email: marta.zurek-mortka@itee.lukasiewicz.gov.pl

TERMOELEKTRYCZNY GENERATOR DO WYTWARZANIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ Z CIEPŁA ODPADOWEGO

Założenia:

- 1kW mocy energii elektrycznej dostarczanej do odbiornika lub oddawanej do sieci elektrycznej
- sprawność przekształtnika DC-AC wynosi 90%
- energia jest produkowana 24h na dobę z maksymalną wydajnością przy różnicy temperatur ΔT=70°C (3,5 W dla 1 ogniwa)
- cena energii elektrycznej w Polsce wynosi około 0,65 zł/kWh

Wyliczenia:

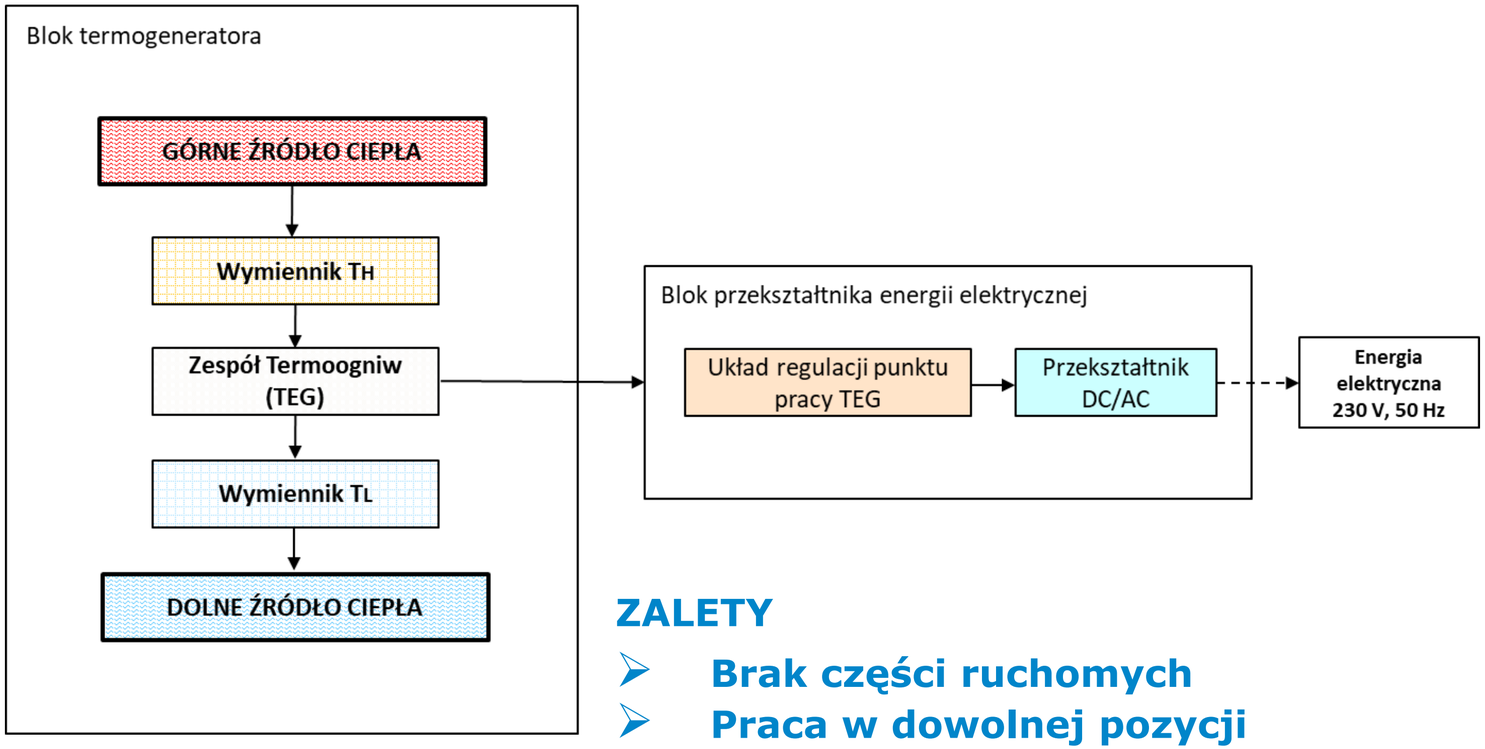
- do wytworzenia 1kW mocy przy sprawności przetwarzania 90% potrzeba 1,12kW mocy generowanej bezpośrednio przez termoogniwa w ilości 320 sztuk
- koszt ogniw termoelektrycznych: ok. 67 520 zł (ok. 211 zł/szt.)
- koszt przekształtnika DC-AC: 3 000 zł
- cena wytworzonej energii w ciągu roku:
  365*24h*0,65 zł/kWh*1kW = 5 694 zł
- Dodatkowo koszty projektu

Bilans:

- ✓ zwrot kosztów po około 3,5 roku

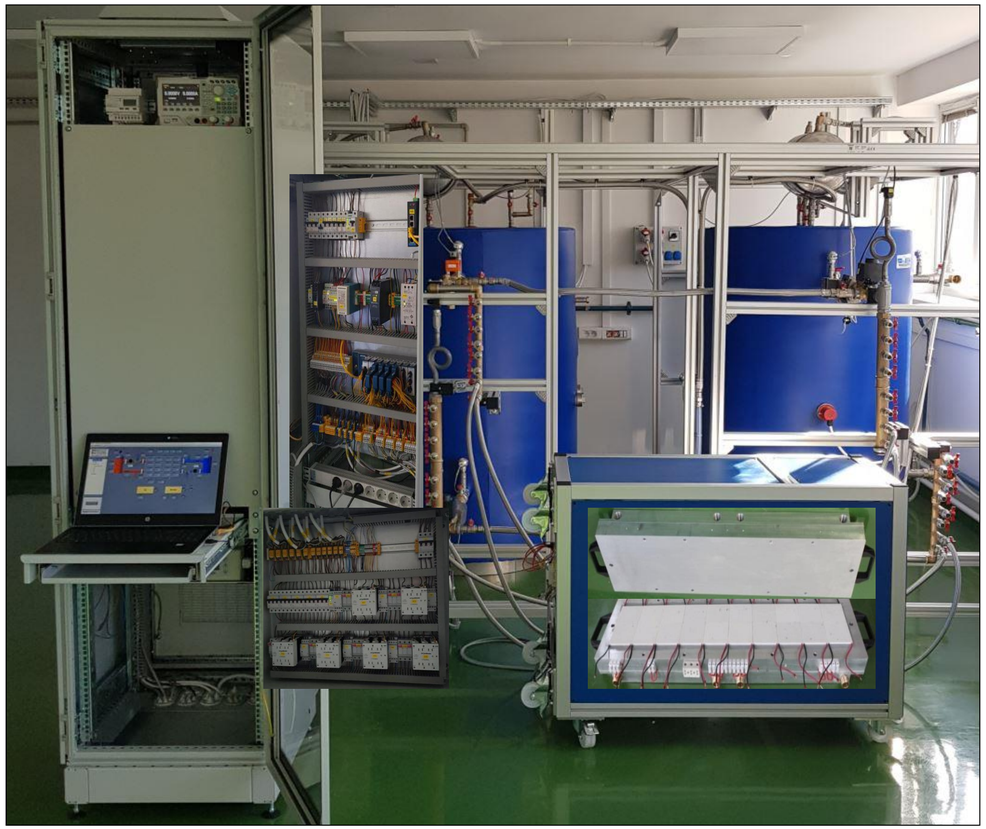
Dr. Marta Żurek-Mortka, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji w Radomiu
Email: marta.zurek-mortka@itee.lukasiewicz.gov.pl

UKŁADY ODZYSKU CIEPŁA ODPADOWEGO WYKORZYSTUJĄCE GENERATORY TERMOELEKTRYCZNE



ZALETY

- Brak części ruchomych
- Praca w dowolnej pozycji
- Długa żywotność
- Praca bezobsługowa (bez części zamiennych i konserwacji)
- Czynnikiem chłodniczym jest woda



Eksperymentalny układ odzysku ciepła odpadowego opracowany i wykonany w Ł-ITEE

Dr. Marta Żurek-Mortka, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji w Radomiu
Email: marta.zurek-mortka@itee.lukasiewicz.gov.pl

Literatura:

http://jmcm.itee.radom.pl/images/jmcm_2019/jmcm_4_2019/JMCM_4_2019_s_083_089.pdf

Journal of Machine Construction and Maintenance
QUARTERLY ISSN 1232-9312 4/2019(115)
p. 83–89

Andrzej MAJCHER*, Mirosław NESKA, Mirosław MROZEK
ŁUKASIEWICZ Research Network – Institute for Sustainable Technologies, Radom, Poland
* Corresponding author: andrzej.majcher@itee.radom.pl

WASTE HEAT RECOVERY WITH THE USE OF THERMOELECTRIC GENERATORS – A RESEARCH STATION

© 2019 Andrzej Majcher, Mirosław Neska, Mirosław Mrozek
This is an open access article licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY)
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Key words: thermoelectric generator, waste heat, heat energy recovery.

Abstract: Closing technological cycles by means of reducing the amount of waste and its management is one of the main issues addressed in manufacturing companies. Low temperature heat is an example of technological waste which may take the form of hot flue gases, cooling liquids from industrial processes, or hot water from heating vents or operating installations. One of the methods of managing low temperature heat from the above sources is converting it into electricity using thermoelectric generators (TEG). The article presents an experimental research station for heat energy recovery. The paper includes a description of a control system which enables adjustment and control of the parameters of generated electricity. Moreover, proprietary software to analyse, archive, and create databases of heat exchange parameters and electronic converters are discussed. The station has a modular structure, enabling its further expansion, both through the use of various heat sources and different cooling systems.

https://www.mdpi.com/1996-1073/14/16/5169

energies

MDPI

Article

Analysis of the Parameters of the Two-Sections Hot Side Heat Exchanger of the Module with Thermoelectric Generators

Mirosław Neska *,† , Mirosław Mrozek † , Marta Żurek-Mortka † and Andrzej Majcher †

Łukasiewicz Research Network—Institute for Sustainable Technologies, 26-600 Radom, Poland; miroslaw.mrozek@itee.lukasiewicz.gov.pl (M.M.); marta.zurek-mortka@itee.lukasiewicz.gov.pl (M.Ż.-M.); andrzej.majcher@itee.lukasiewicz.gov.pl (A.M.)
* Correspondence: miroslaw.neska@itee.lukasiewicz.gov.pl
† These authors contributed equally to this work.

Abstract: One of the methods of converting thermal energy into electricity is the use of thermoelectric generators (TEG). The method can be used in low-temperature waste heat conversion systems from industrial installations, but its serious limitation is the low efficiency of thermolectric generators and the relatively low power of the electric waveforms obtained. Increasing the obtained power values is done by multiplying the number of TEGs used, grouped into modules (MTEG). In such systems, the design of the module is extremely important, as it should ensure the best possible heat transfer between both sides of the TEG (hot and cold), and thus obtaining maximum electrical power. The article presents an analysis of a two-section flat plate heat hot side exchanger MTEG. The key parameters like effectiveness of exchange and MTEG efficiency and their impact on the efficiency of heat use and generated electric power were indicated. The tests showed an improvement in these main system parameters for the mixed cycle (co-current and countercurrent—inward direction) of the hot side heat exchanger, compared to the countercurrent flow in both sections of this exchanger.

check for updates

Citation: Neska, M.; Mrozek, M.; Żurek-Mortka, M.; Majcher, M.

Keywords: thermoelectric generators; heat exchangers; waste heat; thermocouple

Dr. Marta Żurek-Mortka, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji w Radomiu
Email: marta.zurek-mortka@itee.lukasiewicz.gov.pl

Konwersja energii cieplnej ze źródeł ciepła odpadowego z wykorzystaniem generatorów termoelektrycznych

Dr. inż. Marta Żurek-Mortka

Sieć Badawcza Łukasiewicz
Instytut Technologii Eksploatacji w Radomiu
Grupa Badawcza Systemów Sterowania,
Centrum Prototypowania

Email: ***marta.zurek-mortka@itee.lukasiewicz.gov.pl***

Łukasiewicz

Rzuć nam wyzwanie!

Wejdź na:
www.lukasiewicz.gov.pl/biznes/