



**1. Tytuł projektu:**

Opracowanie algorytmu dynamicznego przełączania modułów w celu zwiększenia sprawności modułowego przekształtnika DC/DC dedykowanego do magazynów energii

**2. Instytucja finansująca (nr umowy)**

Inicjatywa Doskonałości – uczelnia Badawcza (04/IDUB/2019/94)

**3. Okres realizacji**

01.07.2020-31.08.2021

**4. Dofinansowanie (w tym w 2021)**

98 900,00

**5. Partnerzy**

-

**6. Kierownik projektu**

Dr inż. Michał Rolak

**7. Zespół projektowy**

dr inż. Maciej Twardy,

mgr inż. Cezary Soból.

**8. Cel projektu (max. 1000 znaków)**

Głównym celem projektu jest opracowanie algorytmu sterowania system dwóch (lub więcej) połączonych równolegle modułów przekształtnikowych DC/DC do magazynowania energii, który umożliwi taki podział energii na poszczególne moduły aby jak najefektywniej minimalizować straty w zależności aktualnego punktu pracy (tj. aktualnego poziomu napięcia, oraz bieżącego zapotrzebowania na moc).

**9. Streszczenie (max. 1 strona)**



Jednym z najpopularniejszych sposobów magazynowania energii, które zapewniają wymaganą dynamikę działania, są magazyny prądu stałego oparte na akumulatorach lub superkondensatorach. Często też powyższe rozwiązania są łączone tworząc tzw. hybrydowe magazyny energii prądu stałego. Jednym z zasadniczych minusów tego rozwiązania jest znaczny zakres zmian napięcia tego typu źródeł. W szczególności dotyczy to superkondensatorów, gdzie napięcie zmienia się od 0 do napięcia znamionowego, jednak znaczne zmiany napięcia występują również przy szeregowym połączeniu akumulatorów o niższym napięciu.

W tego typu magazynach energii zastosowanie modułowego rozwiązania dla izolowanych przetwornic DC/DC pozwala na zwiększenie sprawności całego układu nawet do 7% w przypadku systemu złożonego dwóch modułów pracujących równolegle. Możliwość ta wynika z faktu, że dla niewielkich wartości mocy elektrycznej, większą sprawność uzyskuje się przy pracy z jednym modułem, niż w przypadku dwóch. Co ciekawe istnieje zakres takiej pracy układu, gdzie w zakresie mocy będącym w zasięgu pojedynczego modułu, większą sprawność uzyskuje się przy użyciu dwóch modułów.

Niestety dynamiczne odłączanie jednego z dwóch modułów podczas ciągłej pracy urządzenia jest niekorzystne głównie ze względu na niekontrolowane stany przejściowe, a także związane jest ze zmianą chwilowej wartości mocy. Warto podkreślić, że w przypadku odłączania/załączania pojedynczego modułu, w systemie mamy do czynienia z koniecznością kontrolowania dwóch zmiennych sterujących. Dlatego też istotnym zagadnieniem, wymagającym rozwiązania i stanowiącym nowatorski problem naukowy, jest opracowanie sposobu dynamicznego dołączania/odłączania poszczególnych modułów układu w celu zapewnienia stałej mocy na wyjściu układu, minimalizując jednocześnie niekorzystne zjawiska przepięć oraz maksymalizując sprawność układu.

### **10. Dotychczasowe osiągnięcia (max 2000 wyrazów)**

### **11. Publikacje**

### **12. Materiały graficzne**

**Projects figures/ Rysunki projektowe:**

**Visualisations + Photos & Results / Wizualizacje + Zdjęcia i Wyniki**

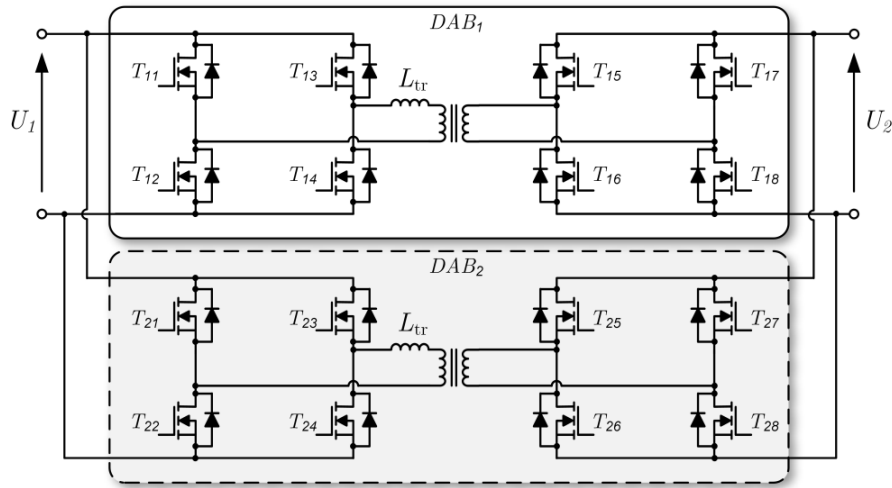
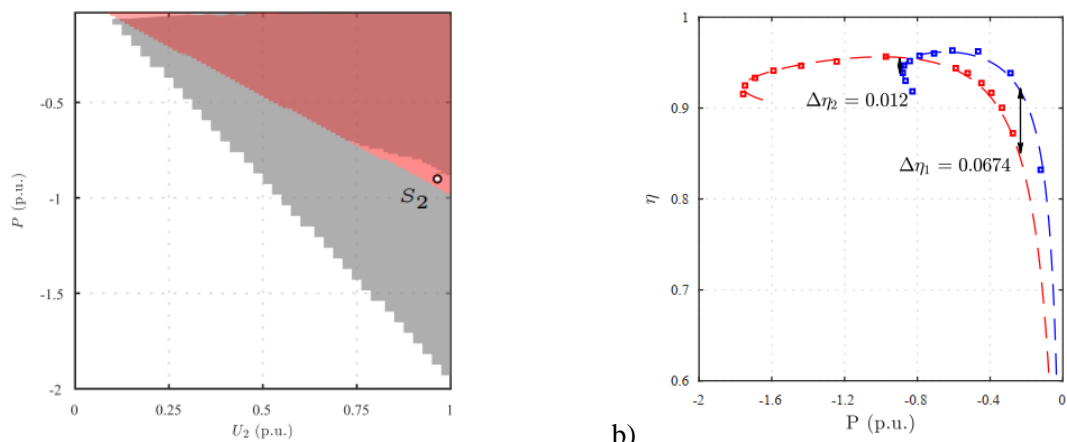


Figure 1 The considered system for Energy Storage application consisted of DAB converters connected in parallel. Depending on load demands and ES ( $U_2$ ) voltage level, adequate power sharing algorithm should be applied. Rysunek 1. Rozważany system złożony z dwóch równolegle połączonych układów DAB dla celów magazynowania energii. W zależności od aktualnego zapotrzebowania na moc oraz poziomu napięcia magazynu energii ( $U_2$ ) należy odpowiednio rozdzielić moc na poszczególne moduły.



a)

b)

Figure 2. Optimization of modular converter operation for energy storage a) operating range of one (red) or two (gray) converters as a function of load and voltage of the energy storage, b) efficiency values for one (blue) or two (red) modules, for a constant voltage value  $U_2 = 0.9$  pu

Rysunek 2. Optymalizacja pracy modułowego przekształtnika do magazynu energii a) zakres pracy optymalnej pracy jednego (kolor czerwony) lub dwóch przekształtników (kolor szary) w funkcji obciążenia oraz napięcia magazynu energii, b) wartości sprawności dla jednego (kolor niebieski) lub dwóch (kolor czerwony) modułów, dla stałej wartości napięcia  $U_2 = 0.9$  p.u.

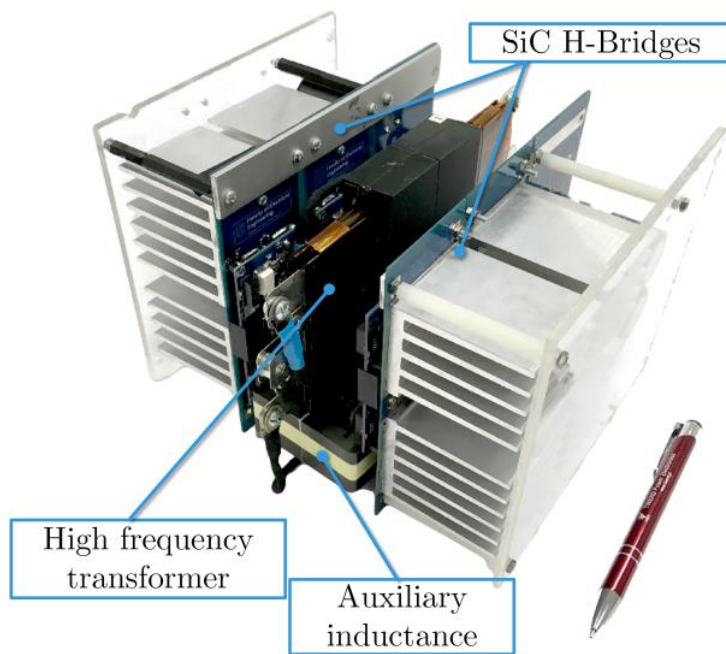


Figure 2. A single  $P=1.4kW$ ,  $f_{sw}=100kHz$ , DAB module for laboratory validation of elaborated algorithm.

Rysunek 2. Pojedynczy moduł przekształtnika DAB ( $P=1.4kW$ ,  $f_{sw}=100kHz$ ) na potrzeby eksperymentalnej weryfikacji opracowanego algorytmu

**Logos of sponsoring and cooperating institutions / Loga instytucji sponsorujących i współpracujących**

# Warsaw University of Technology