A satellite with two solar panel arrays is shown in orbit against the backdrop of a large, reddish planet, likely Mars. The satellite is white and cylindrical with various instruments and antennas. The solar panels are blue and white. The planet's surface shows some craters and geological features.

Przekształtnik energoelektroniczny z łącznikami SiC do zasilania penetratora planetarnego

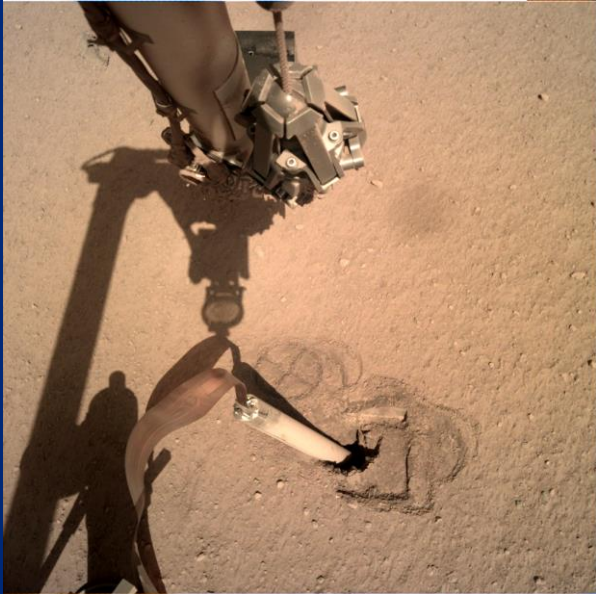


Autor:
mgr inż. Konrad Aleksiejuk

Promotor:
Dr inż. Mariusz Zdanowski

2
—
x
—

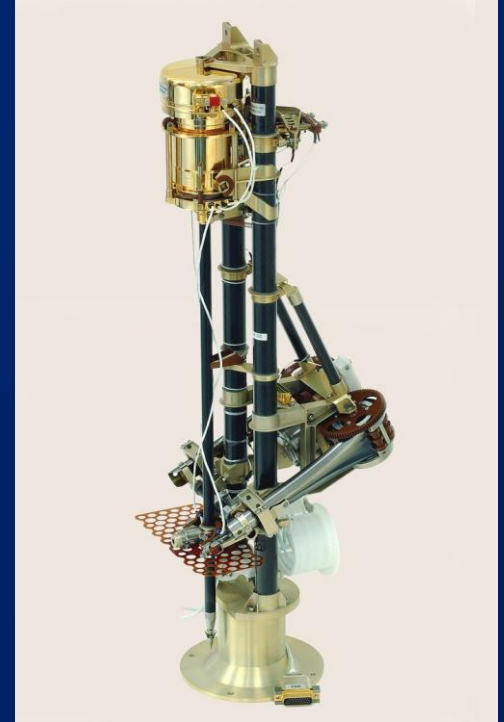
Penetratory planetarne



HP3 – penetrator typu **MOLE**,
Używany na Marsie



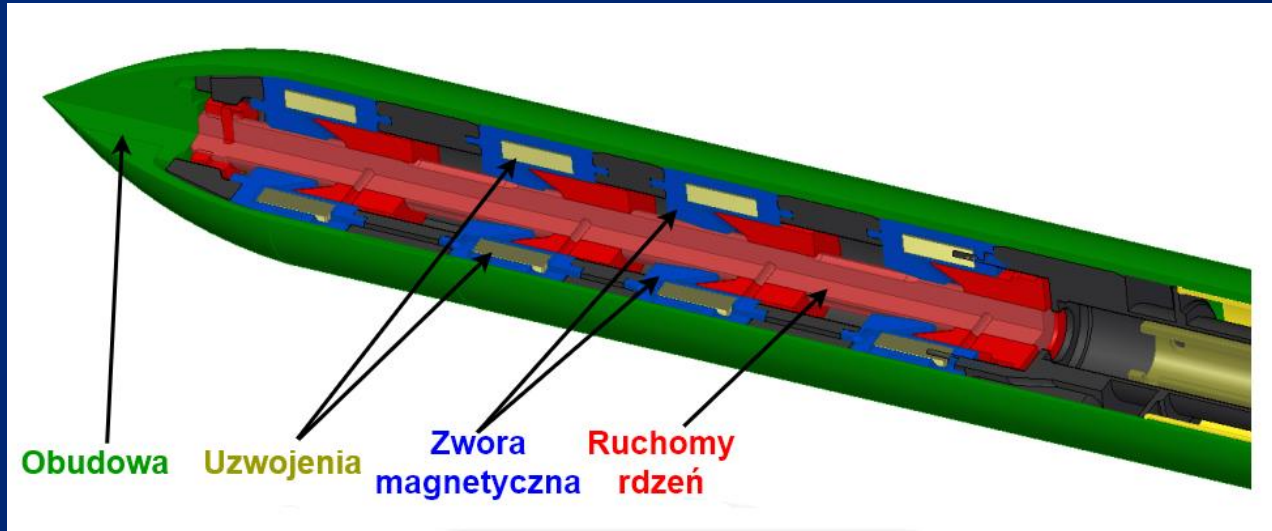
MUPUS – penetrator typu **HEEP**,
Znajdujący się na kometcie Czuriumow-Gierasimienko



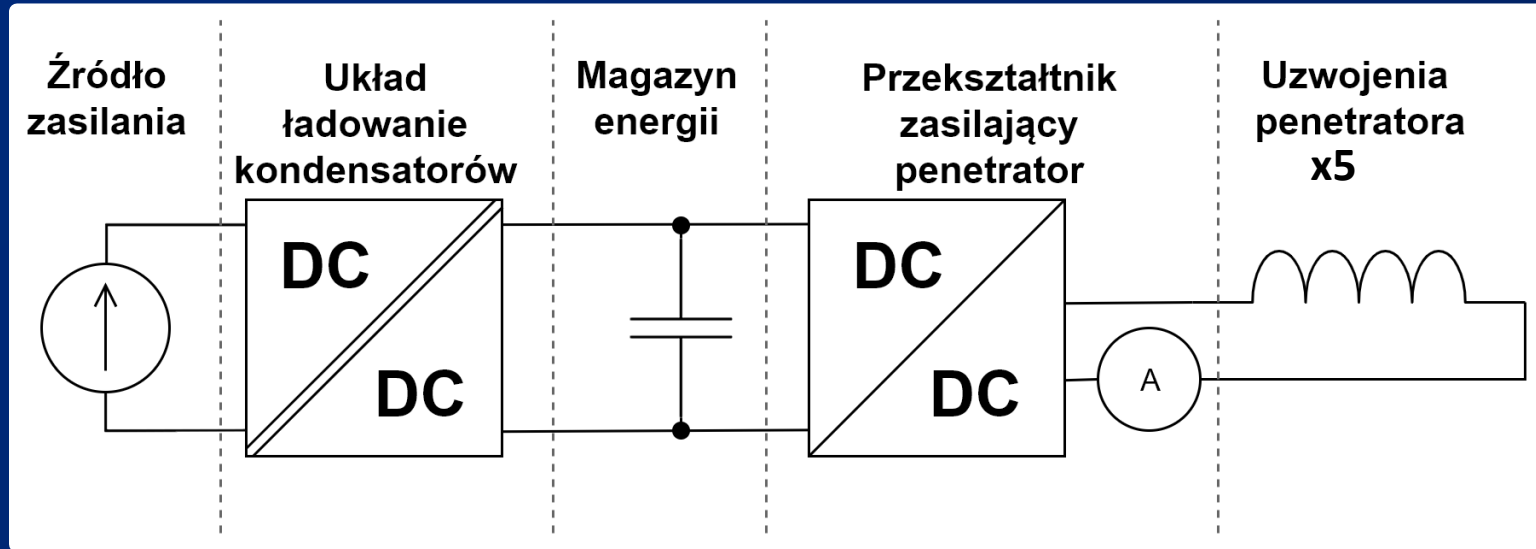
3



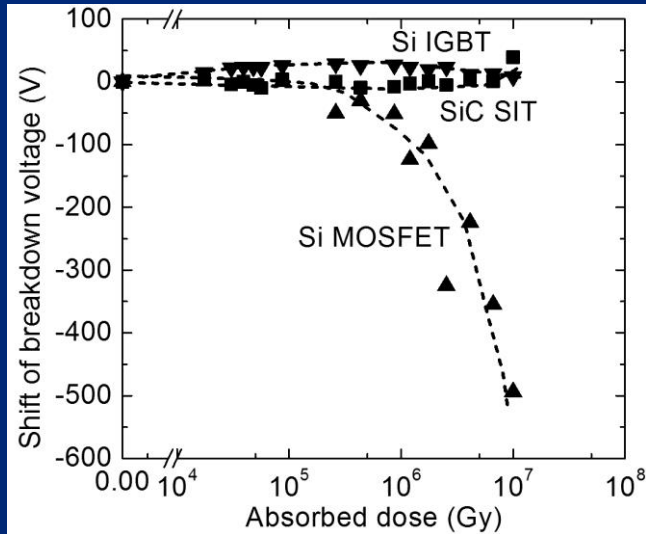
Odbiornik



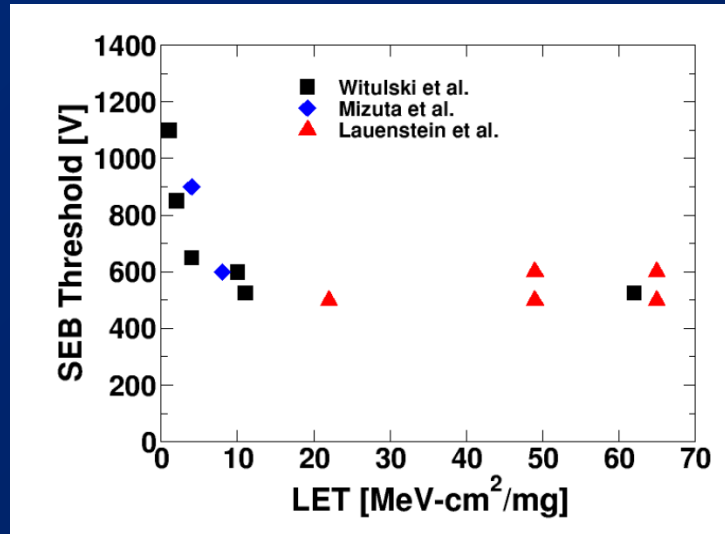
Koncepcja rozwiązania



SiC w środowisku kosmicznym

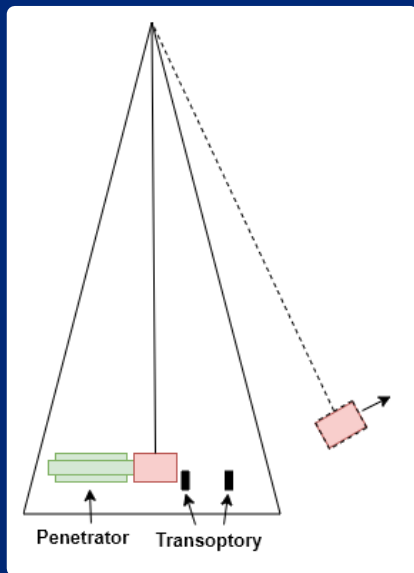


Wpływ promieniowania gamma na napięcie przebicia tranzystora (napięcie znamionowe 900V)

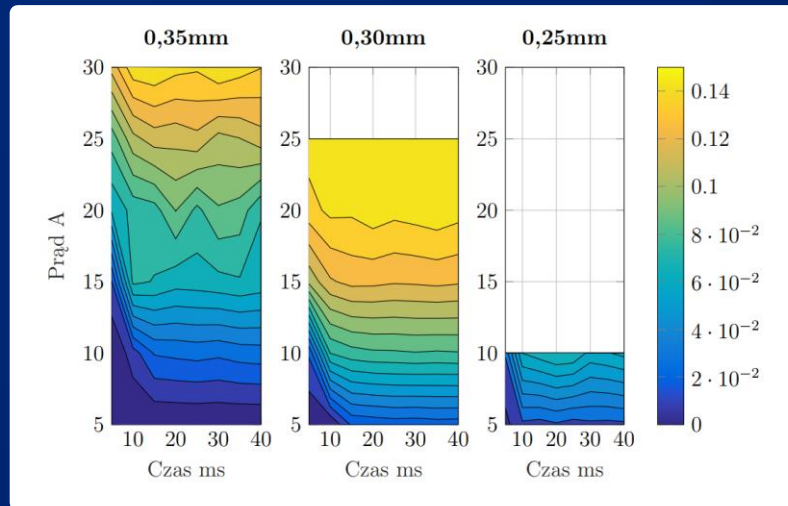


Wpływ energii cząstek wysokoenergetycznych na napięcie progowe przebicia (Single Event Burnout) (napięcie znamionowe 1200V)

Badanie odbiornika – energia uderzenia

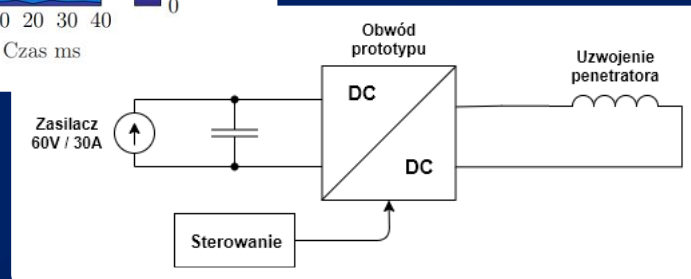


Schemat stanowiska do Pomiaru energii uderzenia

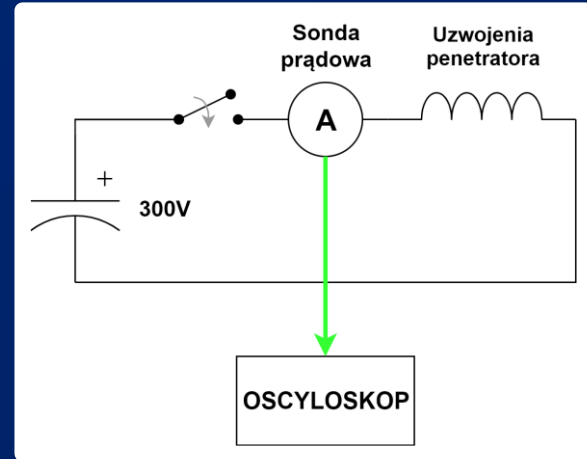
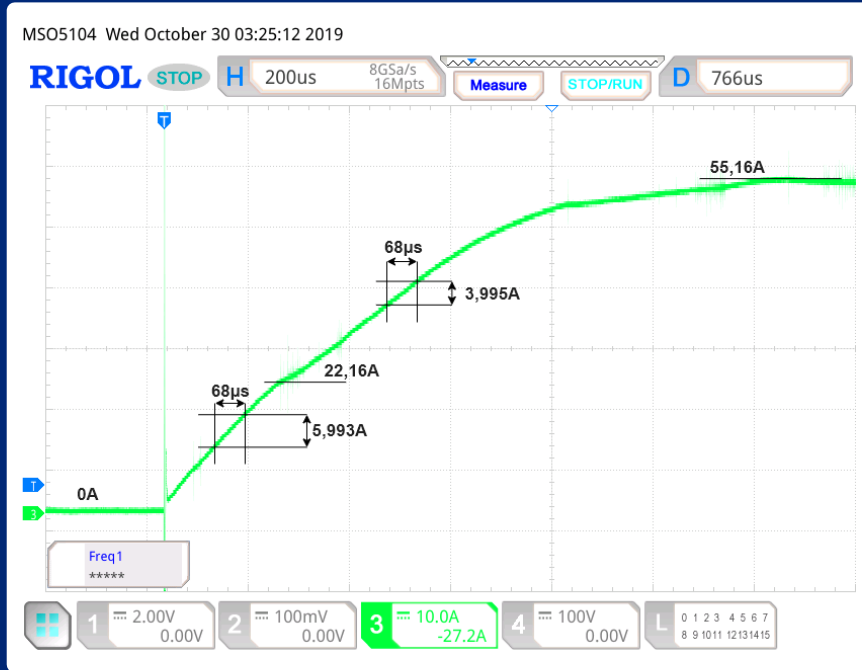


← Wyniki pomiarów energii uderzenia dla różnych grubości drutu nawojowego

Schemat obwodu zasilania penetratora w czasie testów



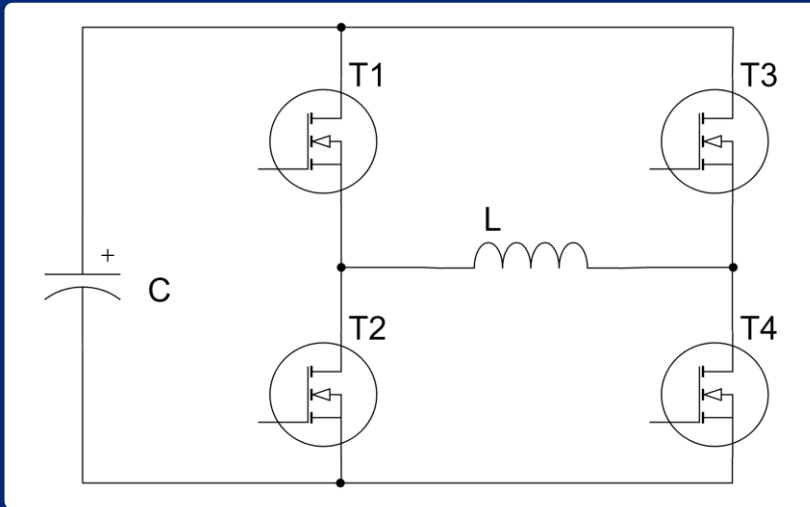
Badanie odbiornika – prąd nasycenia



↑ Schemat układu pomiarowego

← Wyniki próby pomiaru prądu nasycenia

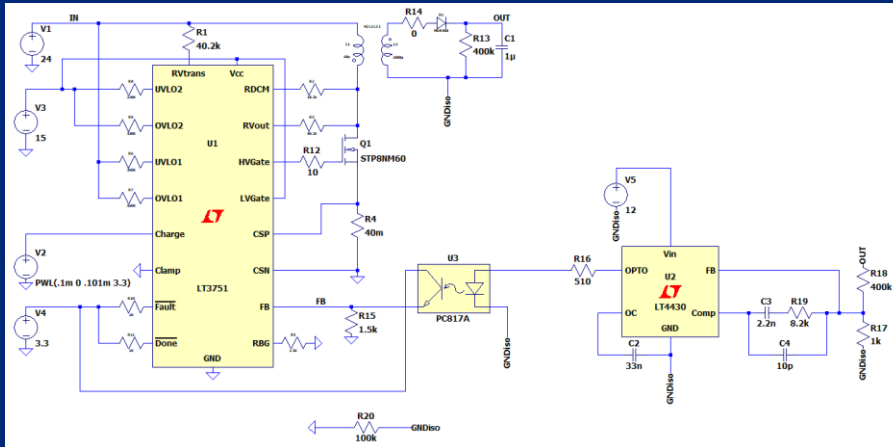
Wybór Topologii Przekształtnika




Wybrana topologia – mostek typu H

1. Dwukierunkowy przepływ prądu
2. Możliwie małe rozmiary
3. Prosta konstrukcja
4. Proste sterowanie

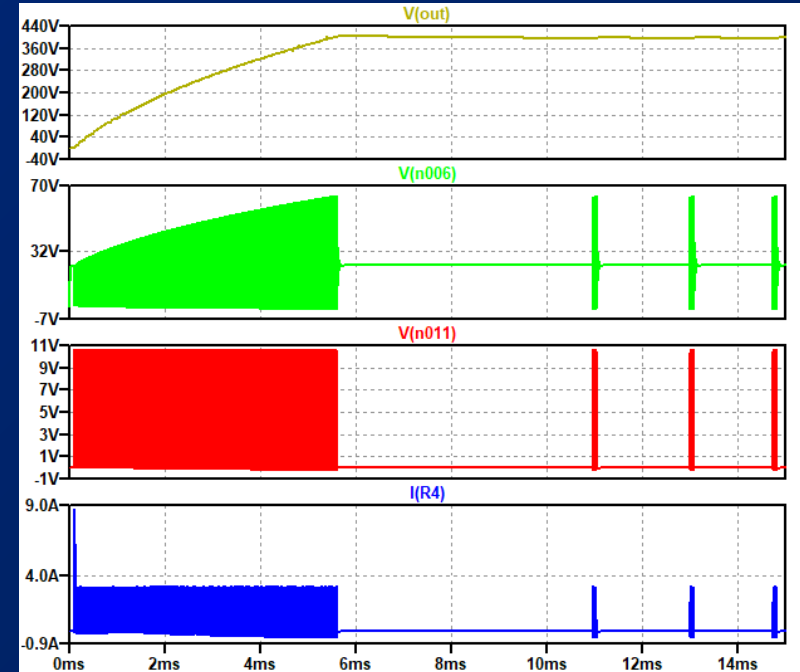
Badania symulacyjne – przetwornica HV



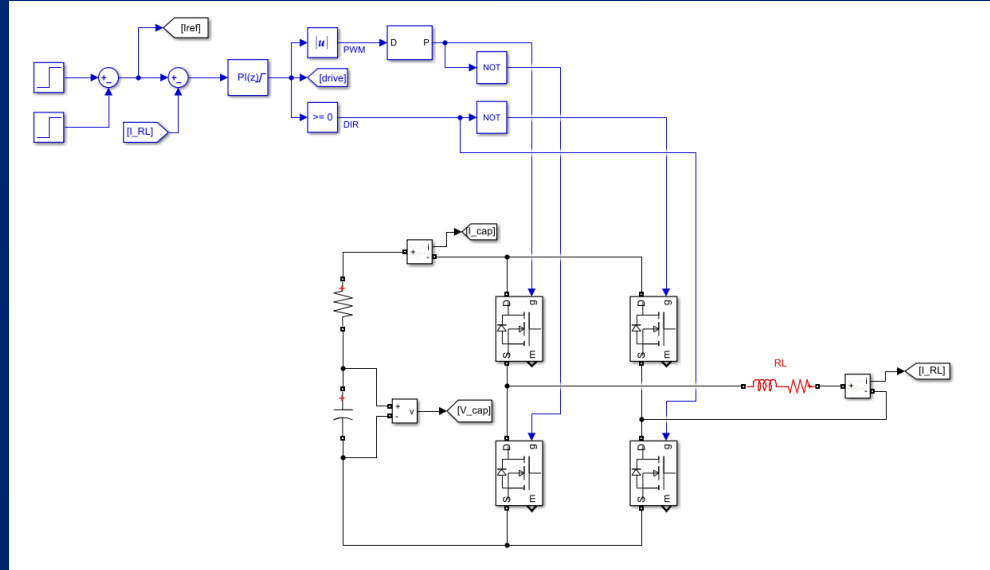
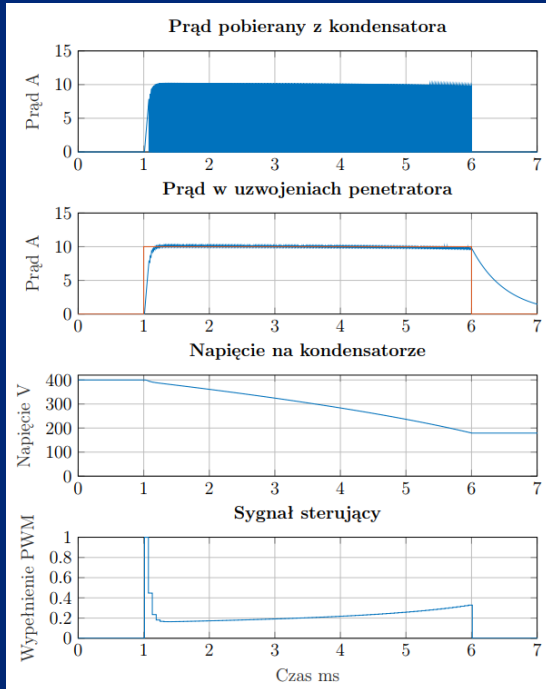
Model
symulacyjny
LTspice

Wyniki symulacji: 

- Napięcie wyjściowe
- Napięcie dren-źródło tranzystora
- Napięcie bramka-źródło tranzystora
- Prąd drenu tranzystora



Badania symulacyjne – obwód główny

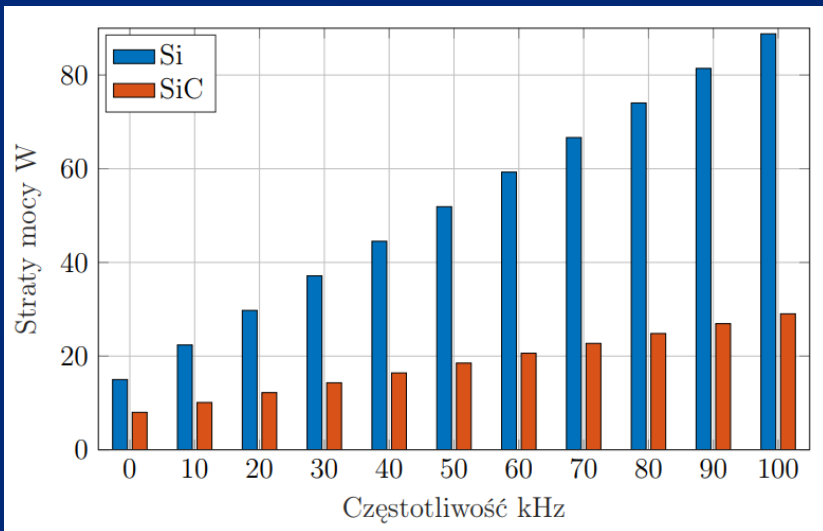


Model symulacyjny Matlab&Simulink

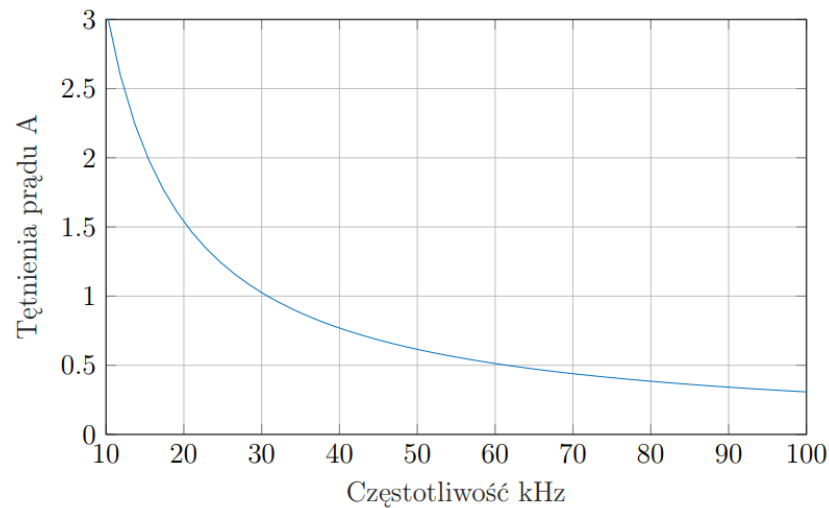
← Wyniki symulacji



Badania symulacyjne – częstotliwość pracy

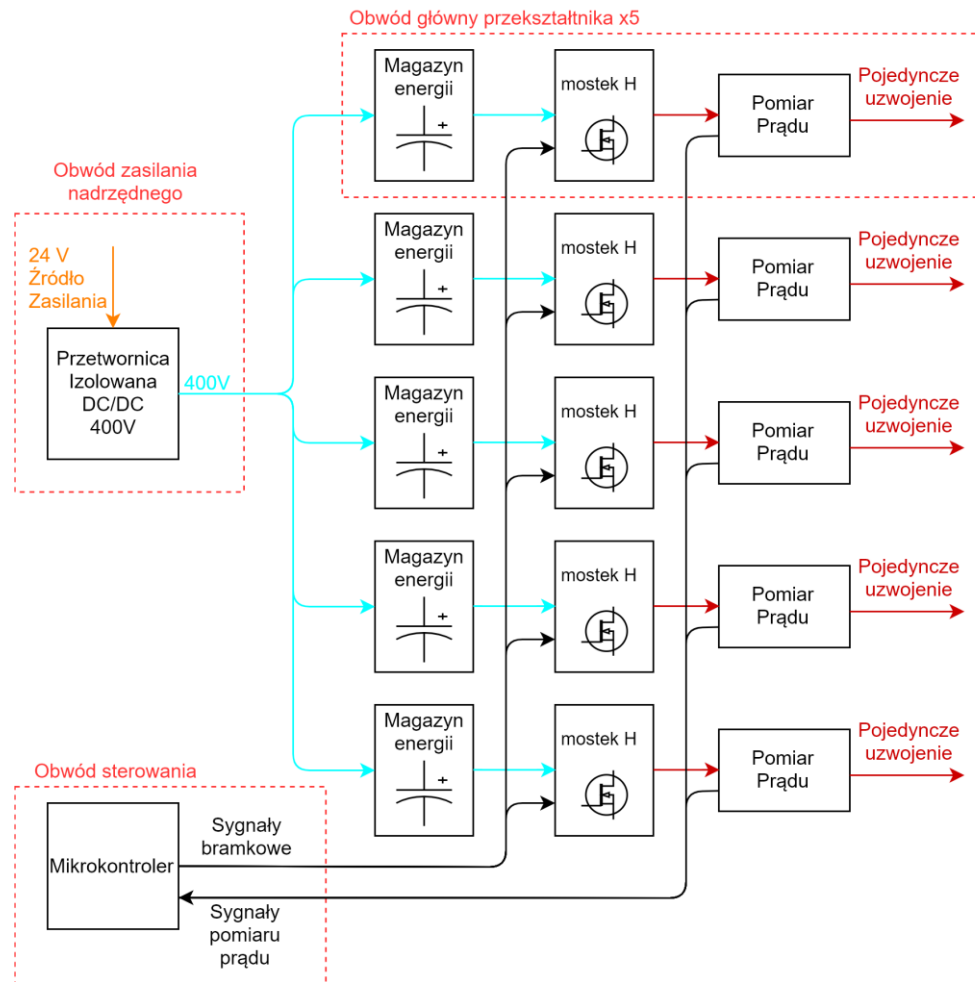


Porównanie strat mocy w funkcji częstotliwości przełączeń dla tranzystorów z Si oraz SiC



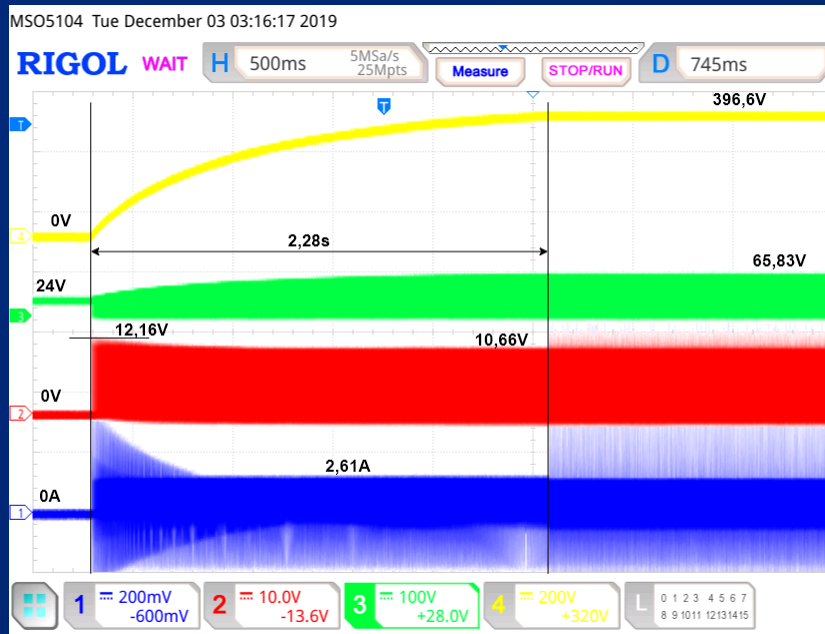
Zależność amplitudy tętnień prądu od częstotliwości przełączeń tranzystorów

Model inżynierski podział na moduły





Praca przetwornicy wysokiego napięcie



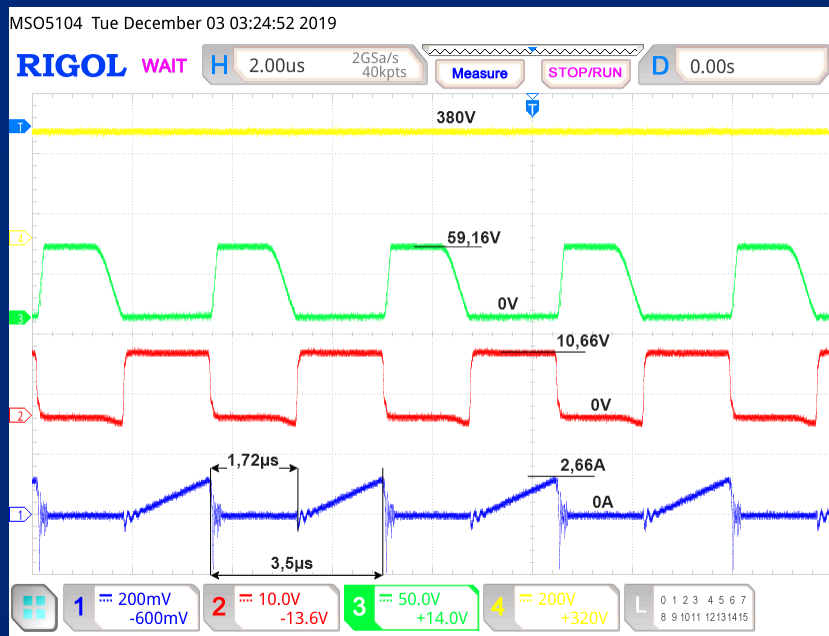
Napięcie wyjściowe
(na kondensatorach magazynujących energię)

Napięcie dren - źródło tranzystora

Napięcie bramka - źródło tranzystora

Prąd drenu tranzystora

Praca przetwornicy wysokiego napięcia



Napięcie wyjściowe
(na kondensatorach magazynujących energię)

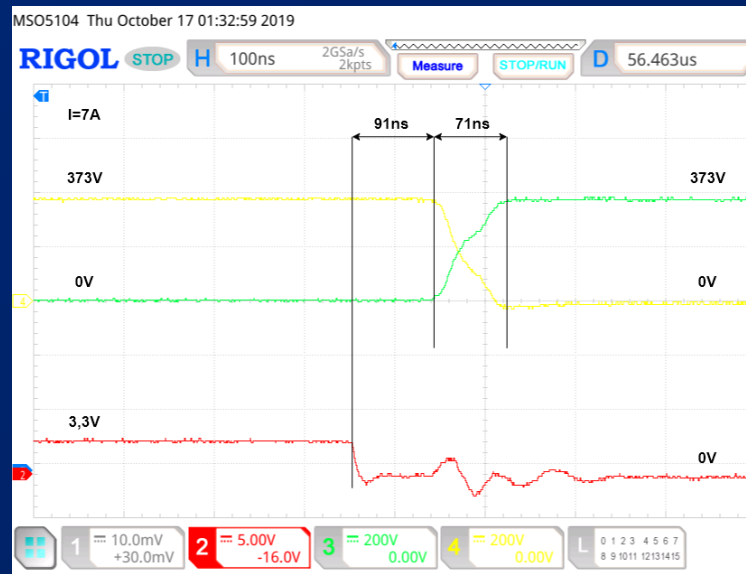
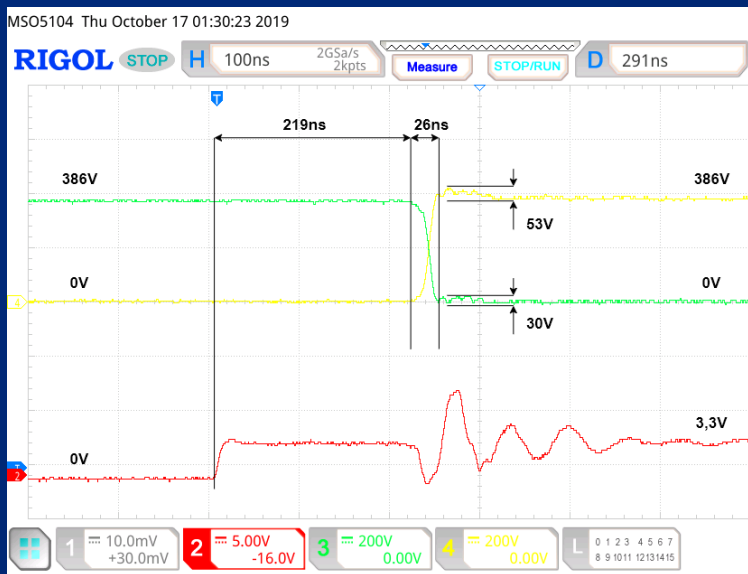
Napięcie dren - źródło tranzystora

Napięcie bramka - źródło tranzystora

Prąd drewnu tranzystora



Proces przełączania tranzystorów



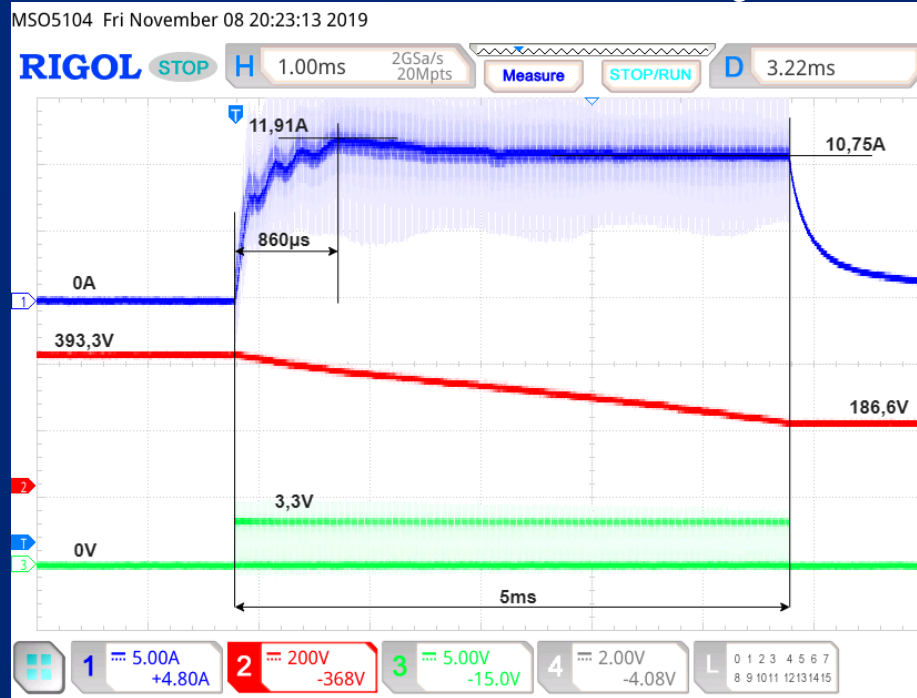
Napięcie dren – źródło tranzystora górnego

Napięcie dren – źródło tranzystora dolnego

Sygnal sterujący PWM



Praca Urządzenia



Rejestracje oscyloskopowe pracy urządzenia:

Prąd wyjściowy
(w uzwojeniach penetratora)

Napięcie na kondensatorze
(magazynie energii)

Sygnal sterujący PWM

Podsumowanie

- Analiza zastosowanie łączników z SiC w środowisku kosmicznym
- Opracowanie przetwornicy izolowanej wysokiego napięcia do ładowania kondensatorów magazynujących energię
- Opracowanie układu przekształtnika zasilającego uzwojenia penetratora
- Implementacja algorytmu sterowania zdolnego ograniczać prąd rozładowywania kondensatora

Źródła:

- <https://mars.nasa.gov>
- <https://www.esa.int/>
- <https://www.dlr.de/>
- K. F. Galloway i in., „Failure Estimates for SiC Power MOSFETs in Space Electronics”, Aerospace, 2018
- T. Ohshima i in., „Radiation Response of Silicon Carbide Diodes and Transistors”, Physics and Technology of Silicon Carbide Devices, Październik 2012