Temat rozprawy:

Modelowanie i badania wybranych impulsowych przetwornic napięcia stałego, pracujących w trybie nieciągłego przewodzenia (DCM)

mgr inż. Marcin Walczak

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI I INFORMATYKI
POLITECHNIKA KOSZALIŃSKA

Promotor:

Prof. dr hab. inż. Włodzimierz Janke

Plan prezentacji

- Cel rozprawy
- Cele cząstkowe
- Wprowadzenie do tematu rozprawy
- Wybrane metody pomiaru charakterystyk częstotliwościowych
- Opis uwzględnianych efektów pasożytniczych
- Pomiary charakterystyk częstotliwościowych przetwornic BUCK o różnych parametrach
- Analiza wpływu rezystancji pasożytniczych na charakterystyki częstotliwościowe
- Podsumowanie

Cel rozprawy

Poszerzenie opisu pracy podstawowych przetwornic napięcia stałego w trybie DCM poprzez pełniejsze niż dotąd uwzględnienie efektów pasożytniczych.

Cele cząstkowe

- Przegląd dostępnych modeli małosygnałowych przetwornic pracujących w trybie DCM
- Wybór metody wyznaczania charakterystyk częstotliwościowych
- Identyfikacja efektów pasożytniczych zakłócających pomiar charakterystyk częstotliwościowych
- Doświadczalne wyznaczenie charakterystyk częstotliwościowych i porównanie wyników z modelami
- Modyfikacja dwubiegunowego modelu małosygnałowego
- Analiza wpływu efektów pasożytniczych na charakterystyki częstotliwościowe

Wprowadzenie

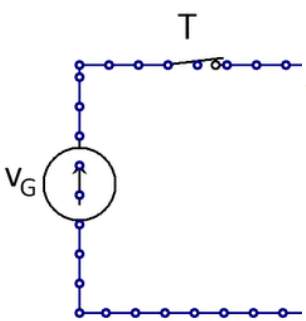
Główne obszary zastosowań impulsowych przekształtników napięcia stałego:

- Podwyższanie i/lub obniżanie napięcia stałego
- Korekcja współczynnika mocy
- Śledzenie maksymalnego punktu mocy

Zalety w porównaniu do liniowych regulatorów napięcia:

- Wysoka sprawność (>90%)
- Niewielkie rozmiary
- Duża liczba topologii
- Różne strategie sterowania

Modelowanie



$V_g(s)$

BLOK GŁÓWNY

$H_g(s), H_d(s)$

$\theta(s)$

BLOK STEROWANIA

$H_x(s)$

$$H_d(s) = \frac{V_o(s)}{\theta(s)}\Big|_{V_g(s),I_o(s)=0}$$

$$H_g(s) = \frac{V_o(s)}{V_g(s)}\Big|_{\theta(s),I_o(s)=0}$$

$$Z_o(s) = \frac{V_o(s)}{I_o(s)}\Big|_{\theta(s),V_g(s)=0}$$

$$Y_{we}(s) = \frac{I_{we}(s)}{V_g(s)}\Big|_{\theta(s),I_o=0}$$

ch dalej

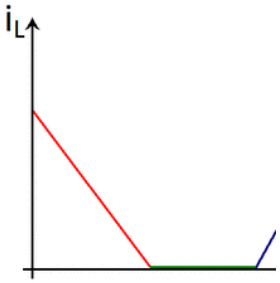
dów

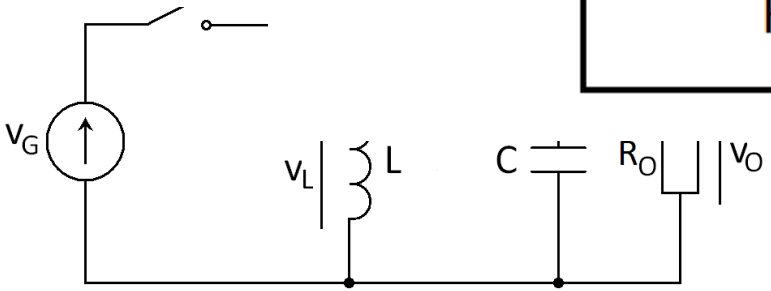
e

ratürze są

R_O V_O

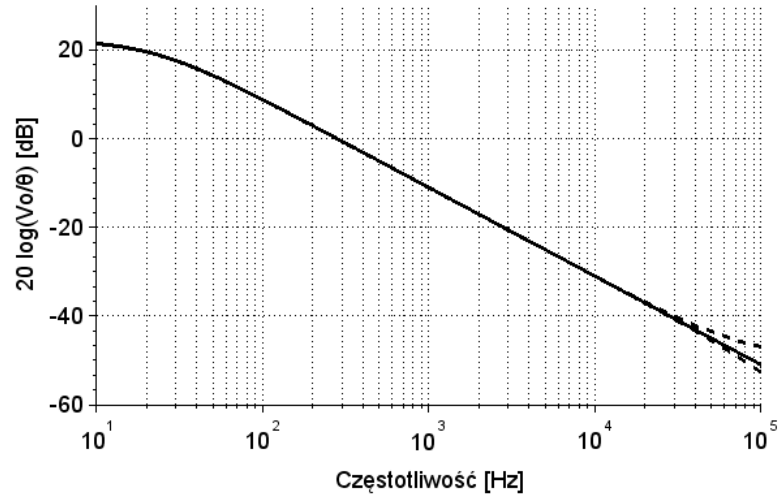
okres

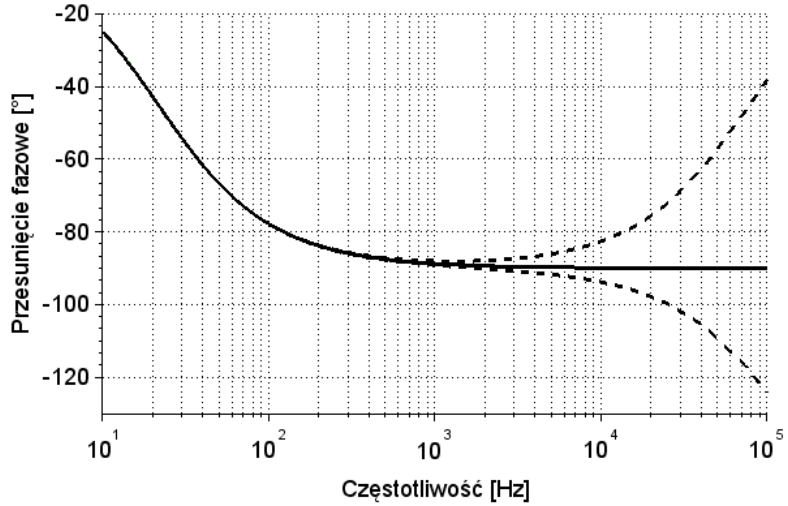




BUCK-BOOST

Dostępne modele małosygnałowe





Idealny model jednobiegunowy

$$H_d(s) = H_0 \frac{1}{1 + \frac{s}{\omega_p}}$$

Idealny model dwubiegunowy

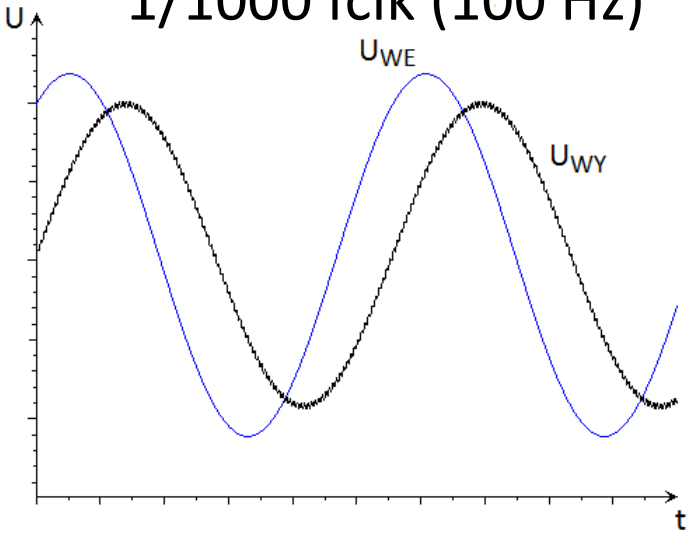
$$H_d(s) = H_0 \frac{1}{\left(1 + \frac{s}{\omega_{p1}}\right)\left(1 + \frac{s}{\omega_{p2}}\right)}$$

Model jednobiegunowy z rezystancjami pasożytniczymi

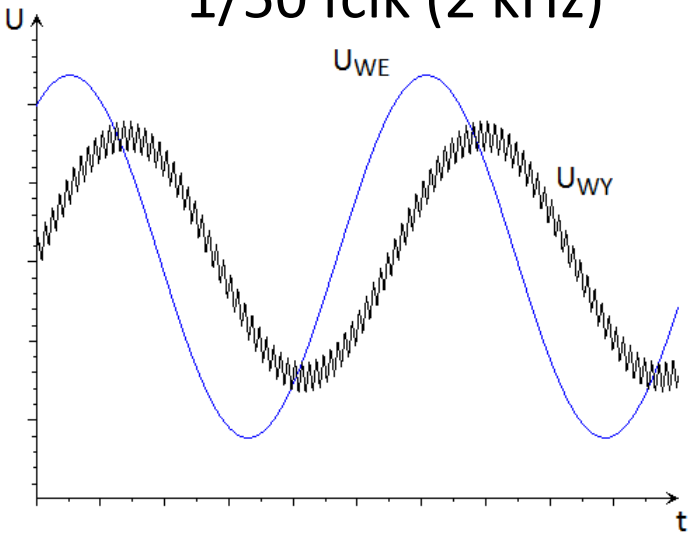
$$H_d(s) = H_0 \frac{\left(1 - \frac{s}{\omega_0}\right)}{\left(1 + \frac{s}{\omega_p}\right)}$$

Pomiar charakterystyk częstotliwościowych

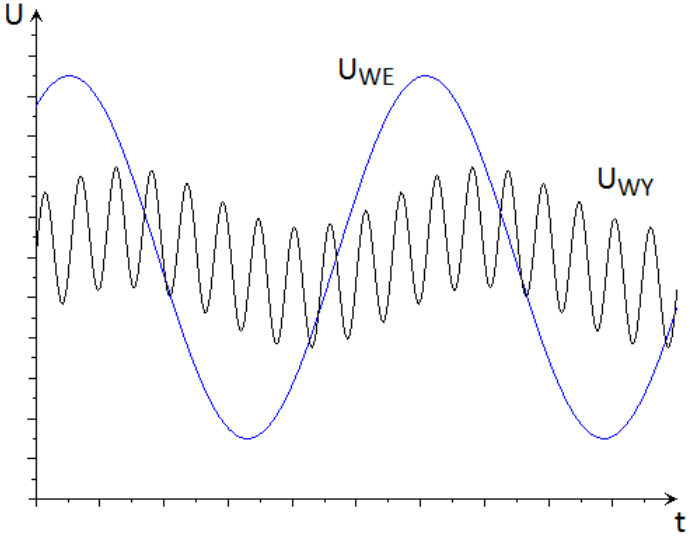
1/1000 fclk (100 Hz)



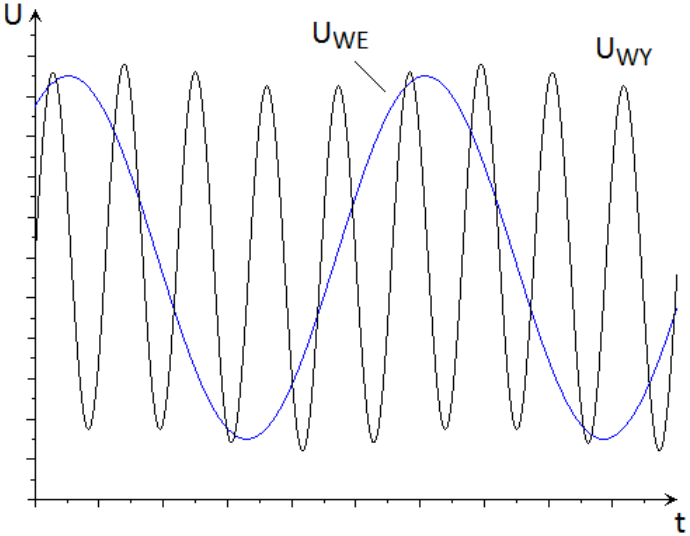
1/50 fclk (2 kHz)



1/10 fclk (10 kHz)



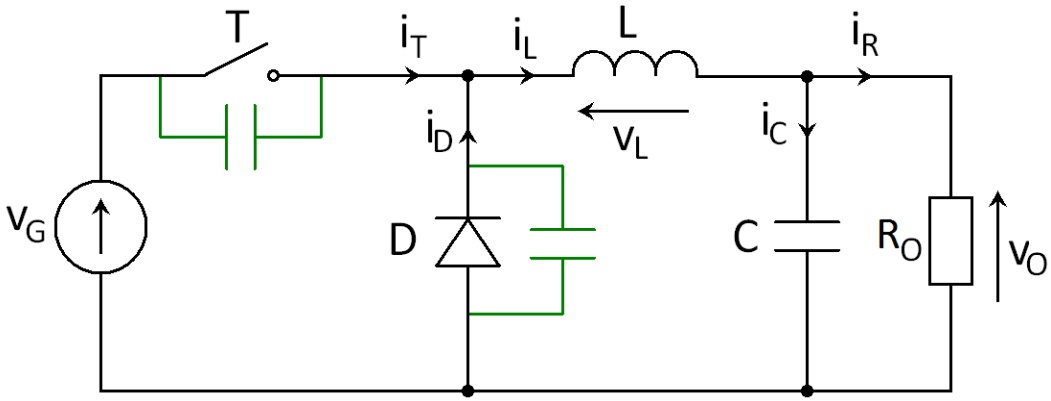
1/5 fclk (20 kHz)

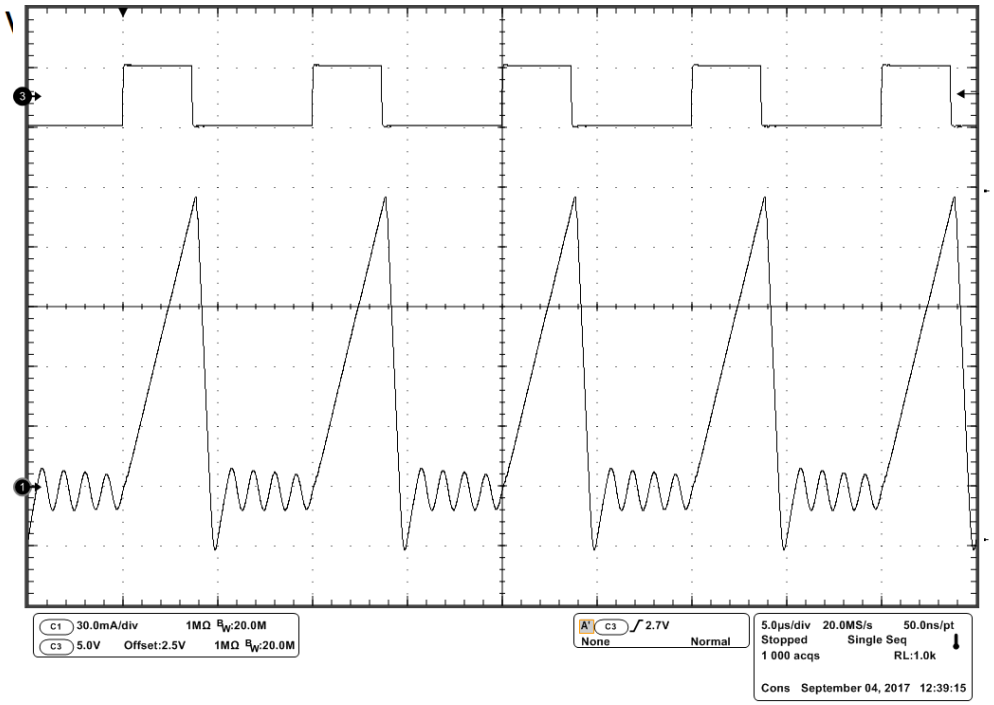


Metody pomiaru i analizy danych

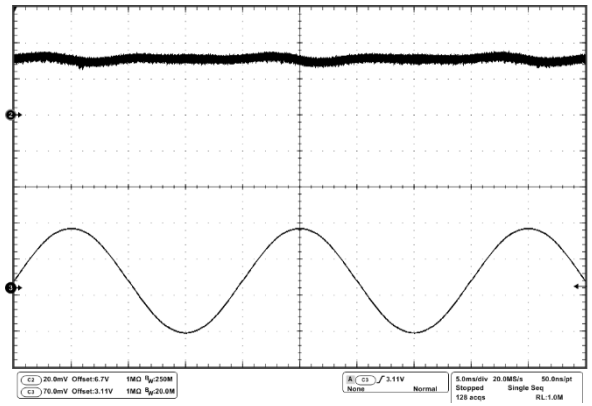
- Uśrednianie przebiegów czasowych napięcia za okres przełączania
- Filtracja bez przesunięcia fazowego
- Analiza FFT przebiegów czasowych
  - Analiza przebiegów okresowych
  - Analiza odpowiedzi bloku głównego na uskok jednostkowy

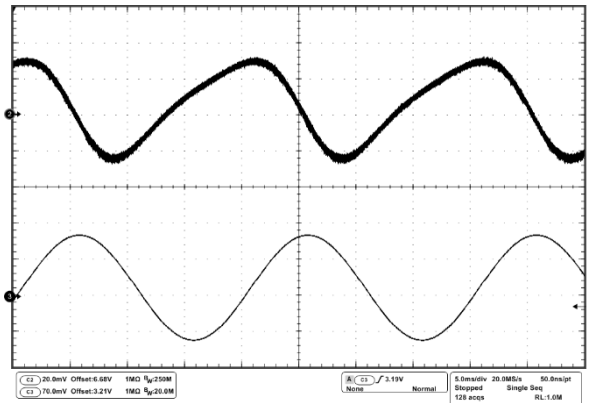
Oscylacje prądu w cewce

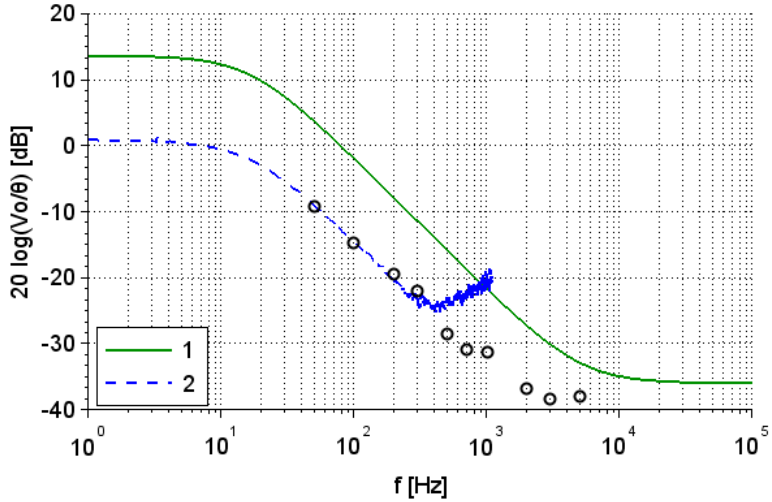


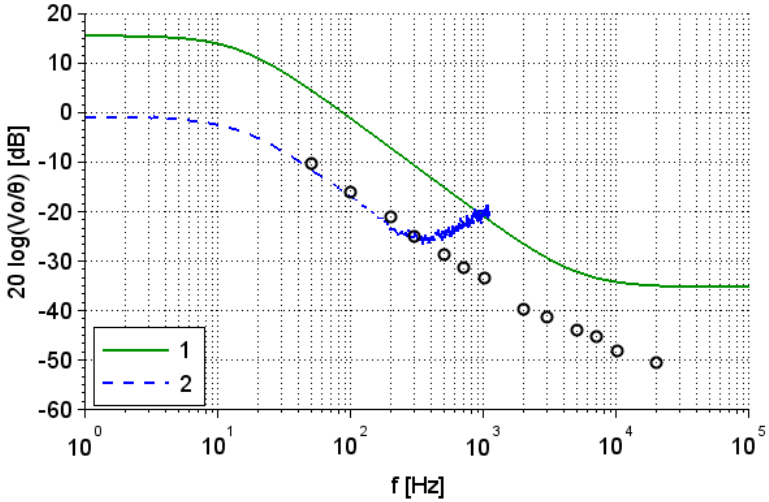


Oscylacje prądu w cewce









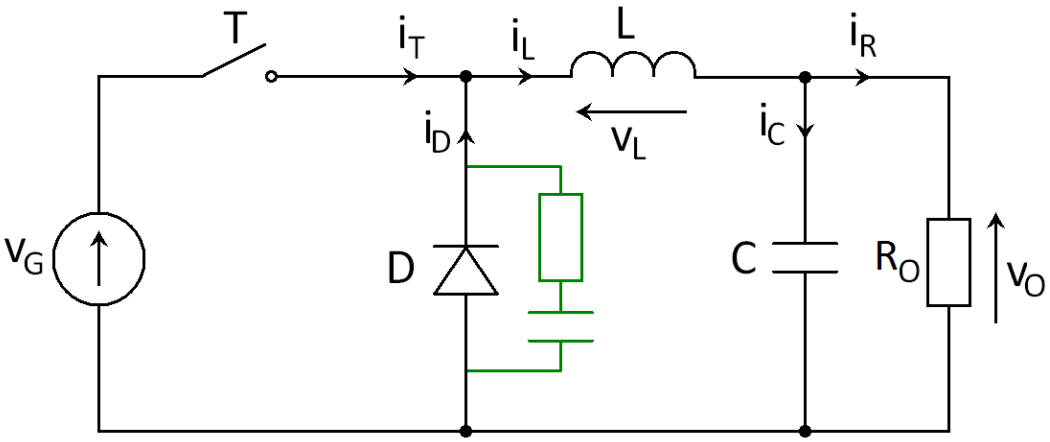
Oscylogramy wykonane przy częstotliwości 100Hz

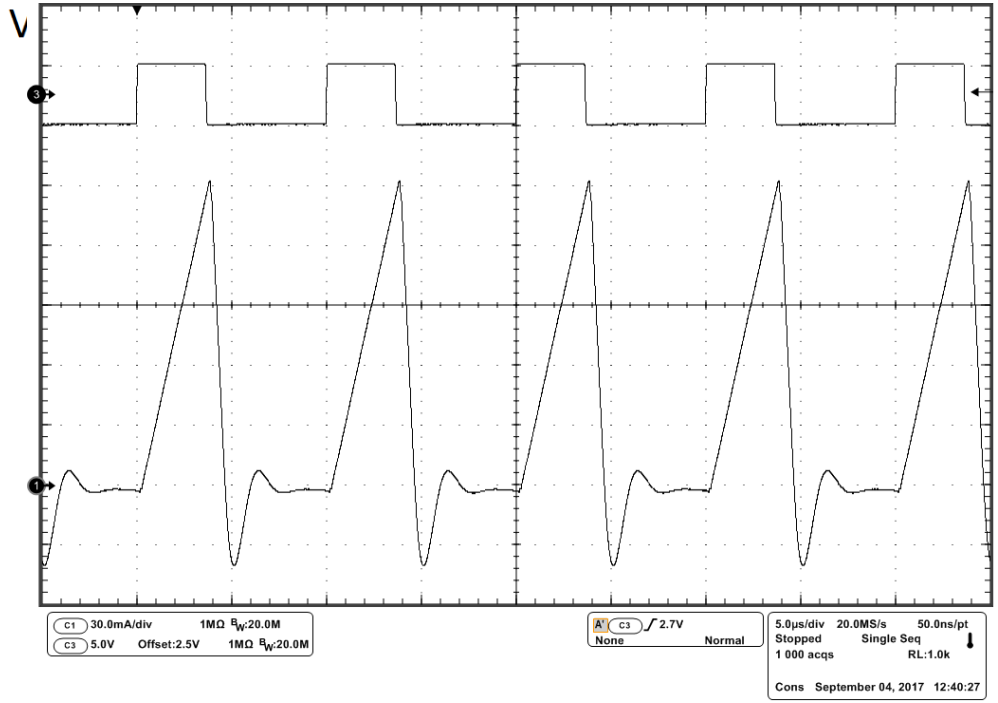
1 - obliczenia

2 – pomiar z wykorzystaniem analizy FFT odpowiedzi na uskok jednostkowy

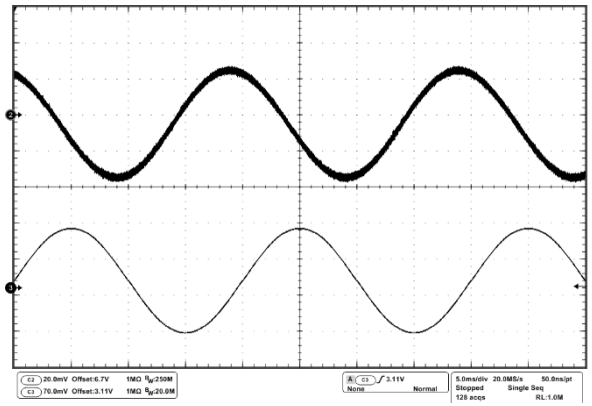
o – pomiar z wykorzystaniem filtracji bez przesunięcia fazowego

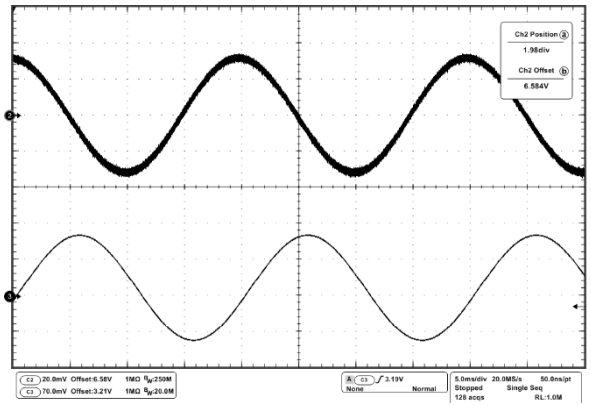
Oscylacje prądu w cewce

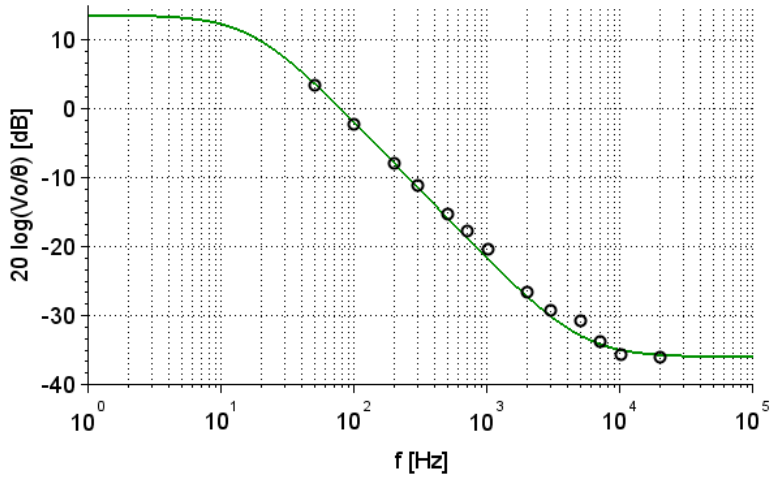


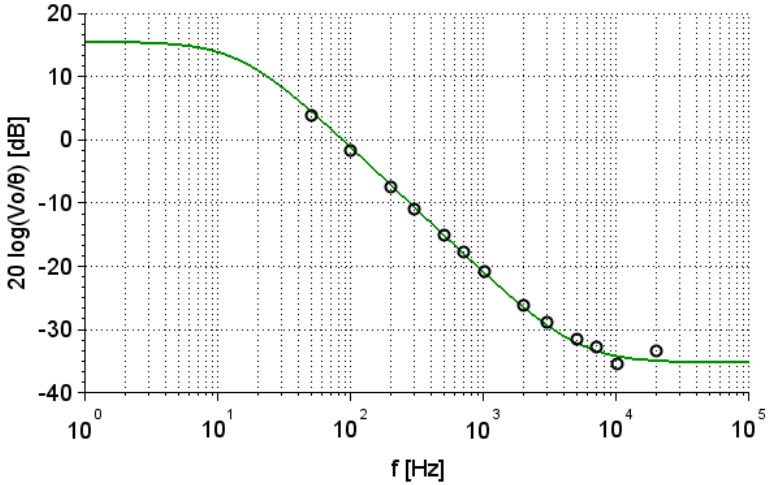


Oscylacje prądu w cewce









Oscylogramy wykonane przy częstotliwości 100Hz

1 - obliczenia

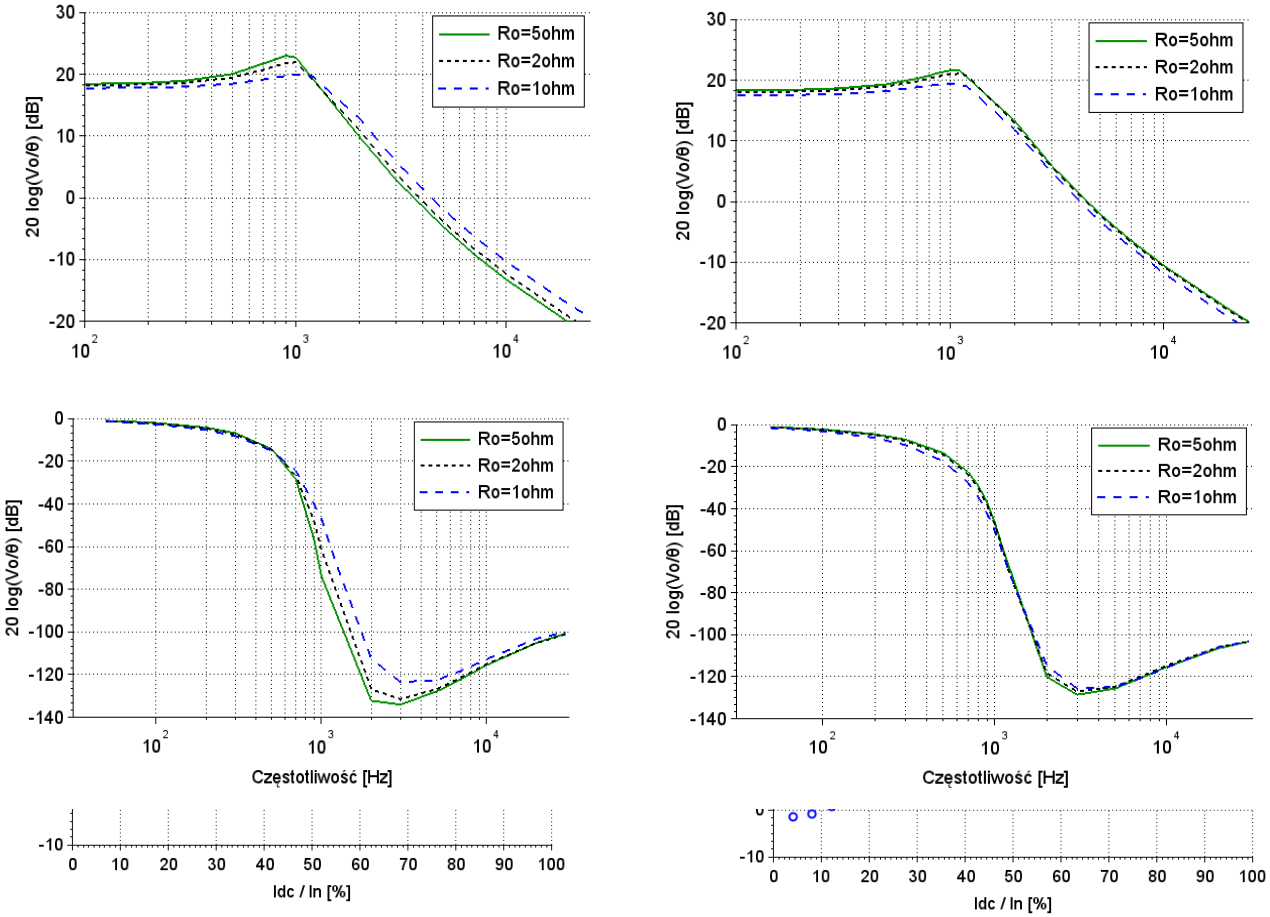
2 – pomiar z wykorzystaniem analizy FFT odpowiedzi na uskok jednostkowy

o – pomiar z wykorzystaniem filtracji bez przesunięcia fazowego

Zmiany indukcyjności

In=5A

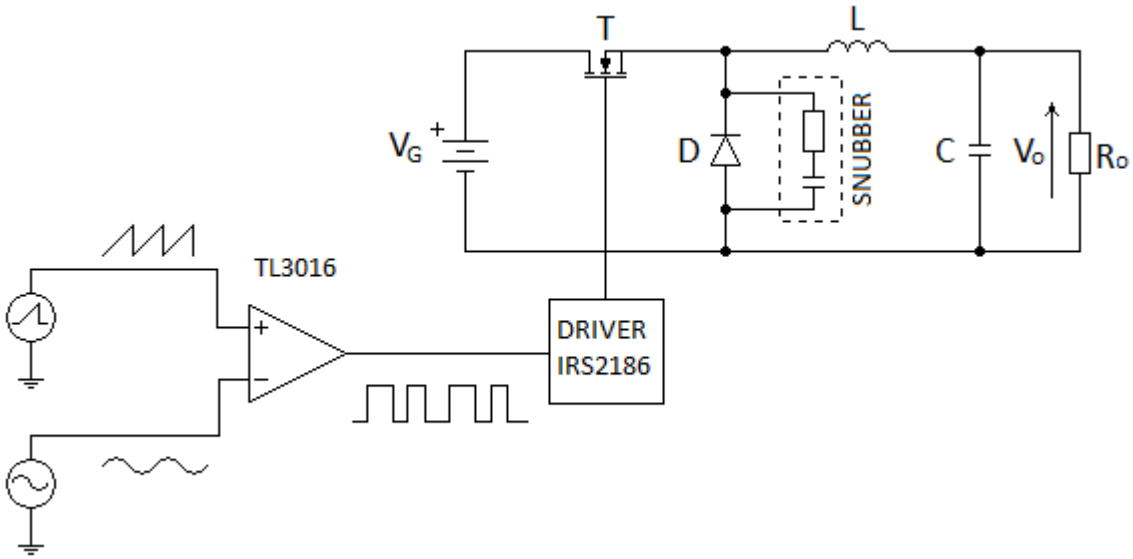
In=3,25A



Prąd w trakcie pomiaru wynosił

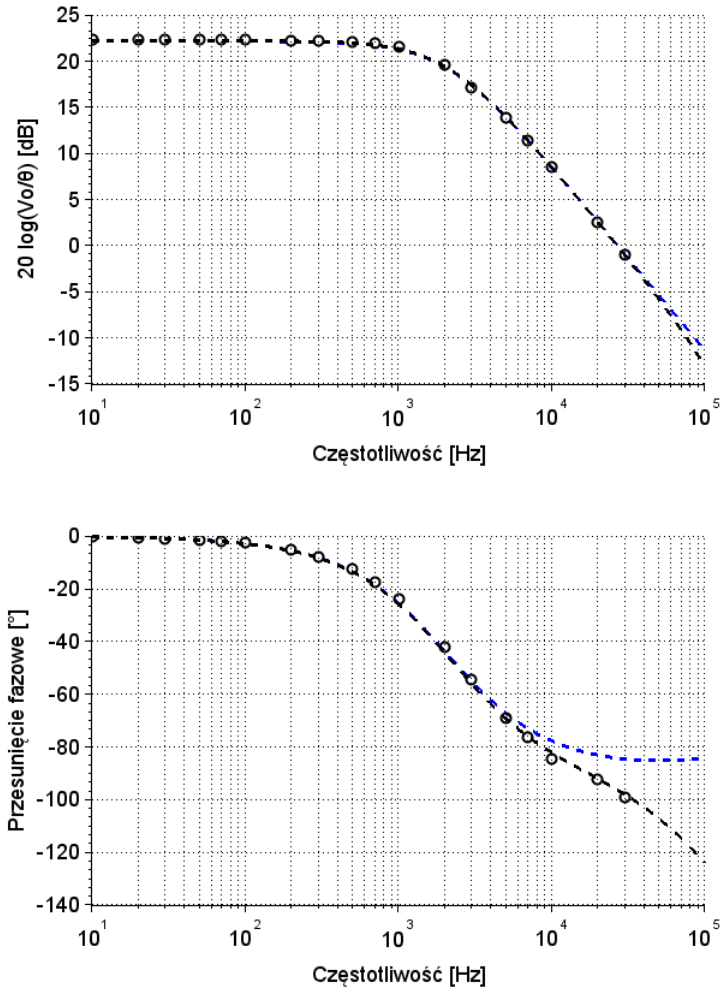
od 0,5A do 2,5A

Pomiary charakterystyk częstotliwościowych przetwornic BUCK o różnych parametrach

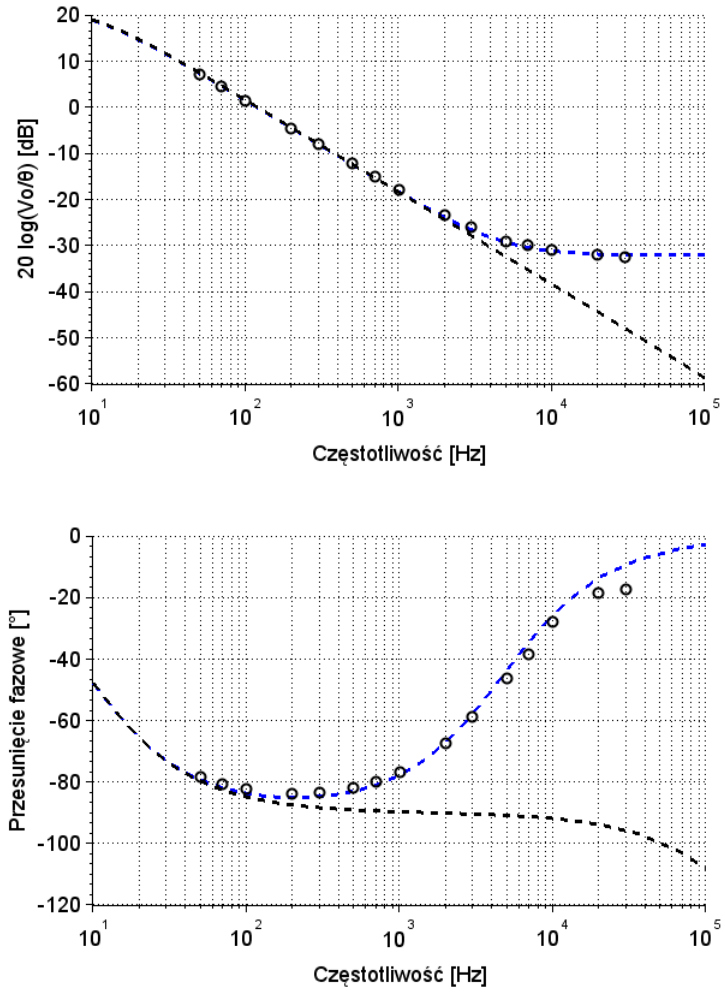


BUCK_1	BUCK_2	BUCK_3
fz>>fclk	fz<fclk	fz<<fclk
fp2>fclk	fp2>fclk	fp2>fclk

Pomiary charakterystyk częstotliwościowych przetwornic BUCK o różnych parametrach

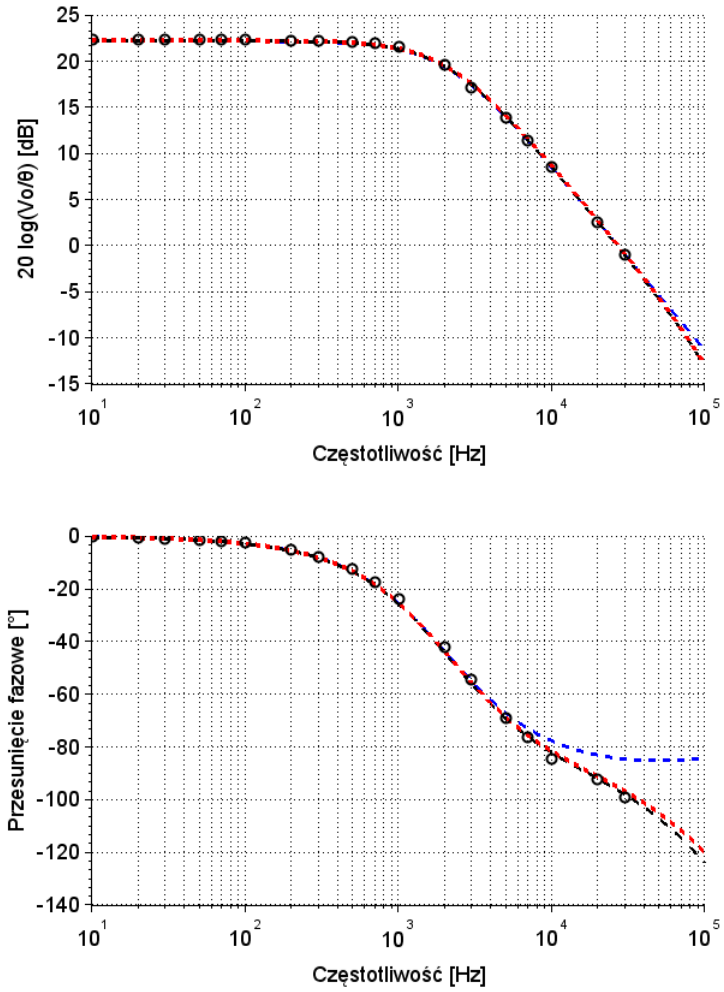


BUCK_1
fz>>fclk
fp2>fclk

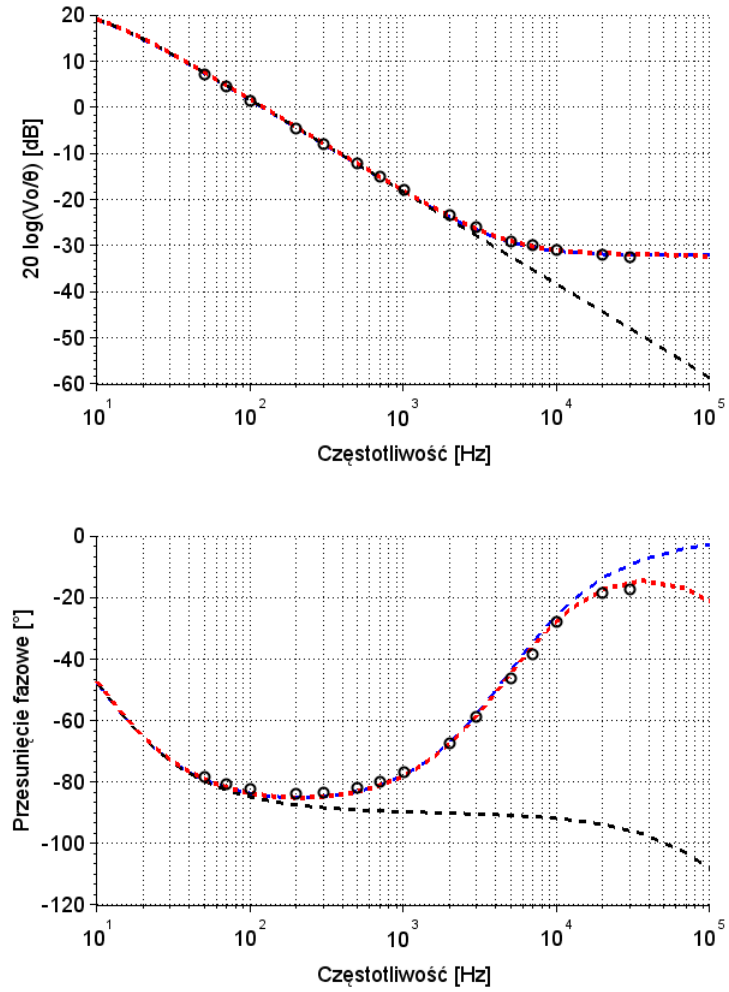


BUCK_3
fz<<fclk
fp2>fclk

Pomiary charakterystyk częstotliwościowych przetwornic BUCK o różnych parametrach



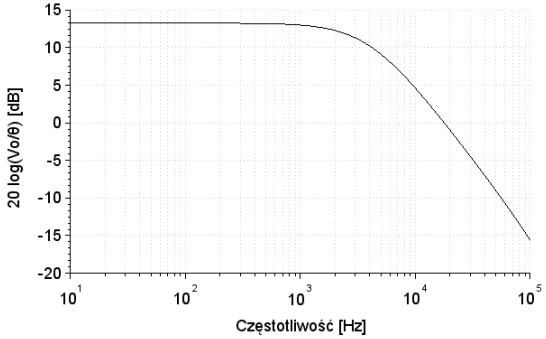
BUCK_1
fz>>fclk
fp2>fclk

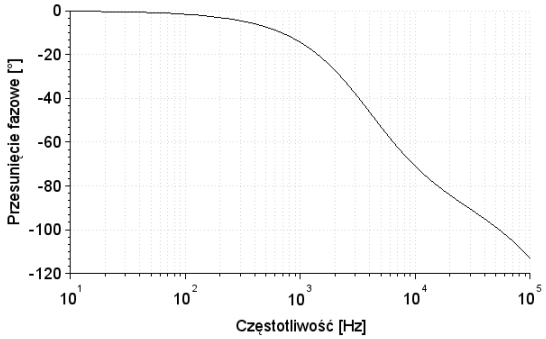


BUCK_3
fz<<fclk
fp2>fclk

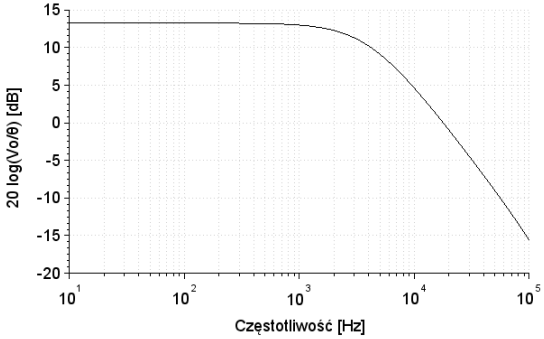
Rezystancje szeregowe ESR

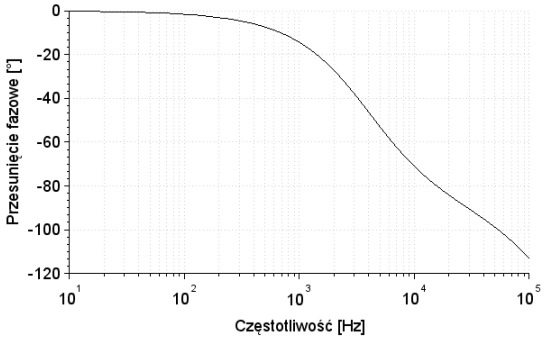
Rezystancja ESR kondensatora Rc w zakresie od 1mΩ do 100mΩ





Rezystancja ESR pozostałych elementów Rp w zakresie od 1mΩ do 100mΩ



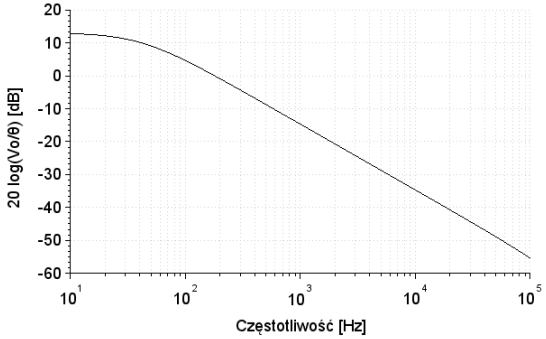


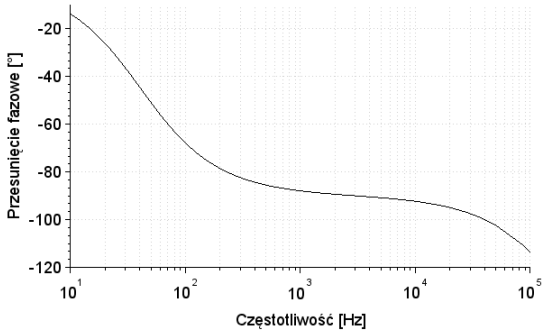
BUCK_1
fz>>fclk
fp2>fclk

$$*R_P = R_L + R_D = R_L + R_T$$

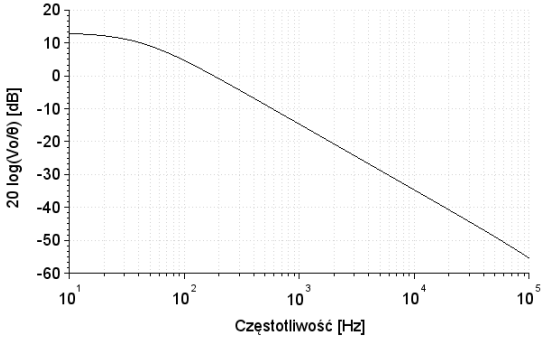
Rezystancje szeregowe ESR

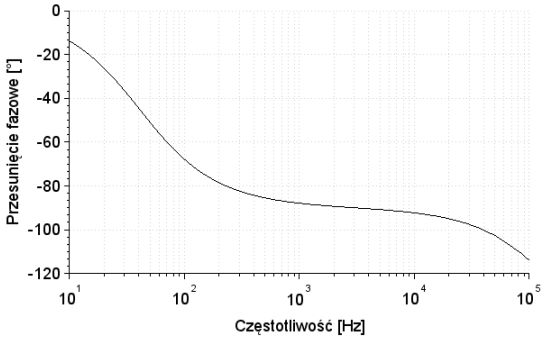
Rezystancja ESR kondensatora Rc w zakresie od 1mΩ do 100mΩ





Rezystancja ESR pozostałych elementów Rp w zakresie od 1mΩ do 100mΩ



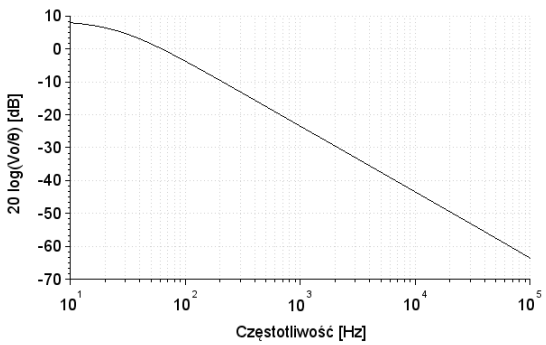


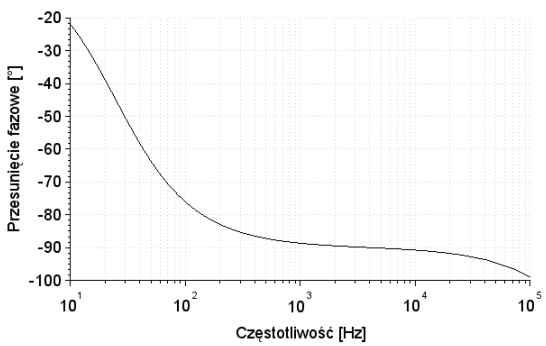
BUCK_2
fz<fclk
fp2>fclk

$$*R_P = R_L + R_D = R_L + R_T$$

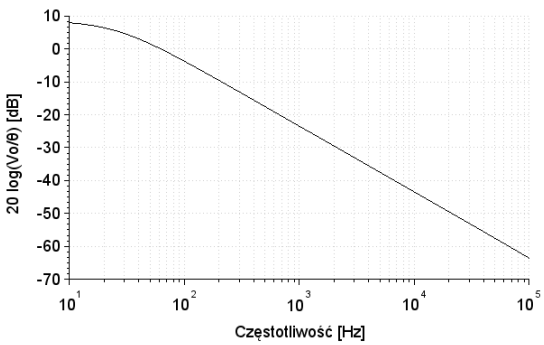
Rezystancje szeregowe ESR

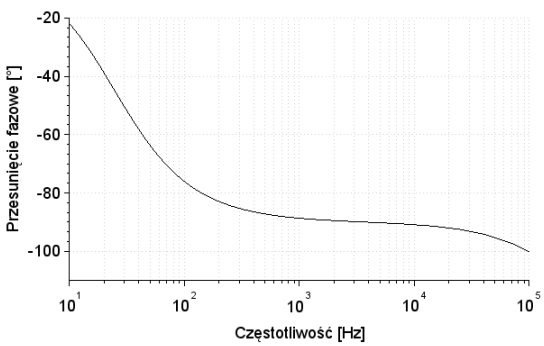
Rezystancja ESR kondensatora Rc w zakresie od 1mΩ do 100mΩ





Rezystancja ESR pozostałych elementów Rp w zakresie od 1mΩ do 100mΩ





BUCK_3
fz<<fclk
fp2>fclk

$$*R_P = R_L + R_D = R_L + R_T$$

Podsumowanie

- Przegląd dostępnych modeli małosygnałowych przetwornic pracujących w trybie DCM
- Wybór metody wyznaczania charakterystyk częstotliwościowych
- Identyfikacja efektów pasożytniczych zakłócających pomiar charakterystyk częstotliwościowych
- Doświadczalne wyznaczenie charakterystyk częstotliwościowych i porównanie wyników z modelami
- Modyfikacja dwubiegunowego modelu małosygnałowego
- Analiza wpływu efektów pasożytniczych na charakterystyki częstotliwościowe