Układ zasilający o dużej impedancji między obwodem wejściowym a wyjściowym

Jakub Malczyk[1], Dominik Mikołajczyk[1], Mikołaj Harazin[1], Paweł Lipski[2]
Damian Gonscz[3] , Marian Kampik[3]

[1]studenci III roku na Wydziale Elektrycznym, kierunek Elektrotechnika
[2]student I roku st. mgr. na Wydziale Mechanicznym Technologicznym, kierunek MiBM
[3]Katedra Metrologii, Elektroniki i Automatyki, Politechnika Śląska, Gliwice

Wprowadzenie

Układy zasilające o dużej impedancji pomiędzy obwodem wejściowym i wyjściowym są stosowane w sytuacji, kiedy wymagana jest bardzo dobra izolacja elektryczna zasilanego urządzenia. Układy zasilające tego rodzaju są stosowane między innymi w precyzyjnej aparaturze pomiarowej, wymagającej bardzo dużej separacji od sieci elektroenergetycznej, aparaturze medycznej oraz w urządzeniach przemysłowych do zasilania podukładów szczególnie wrażliwych na przewodzone zakłócenia wspólne. W ramach projektu został opracowany, zbudowany i zbadany prototyp układu zasilającego o dużej impedancji pomiędzy obwodem wejściowym a wyjściowym. Układ charakteryzuje się relatywnie małą masą i gabarytami. Dodatkową cechą układu zasilającego jest mała wartość generowanych zaburzeń elektromagnetycznych.

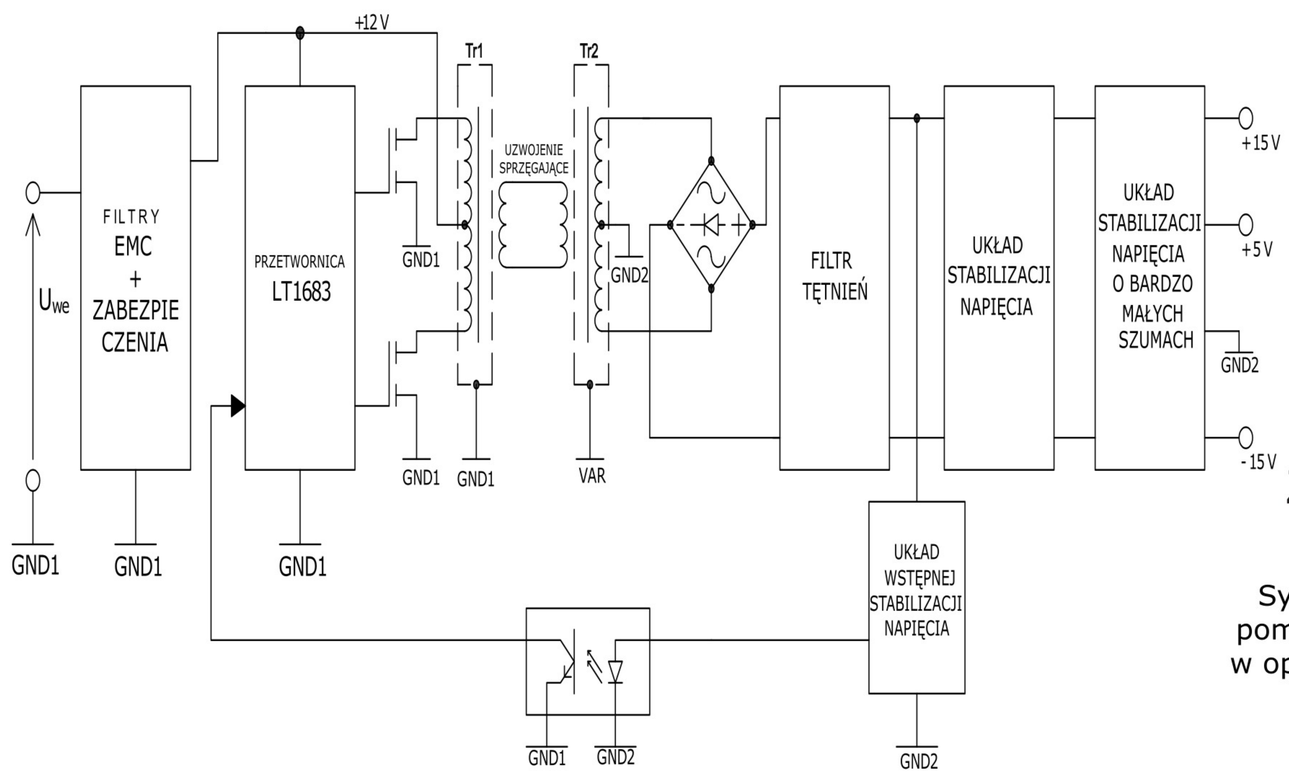
Założenia

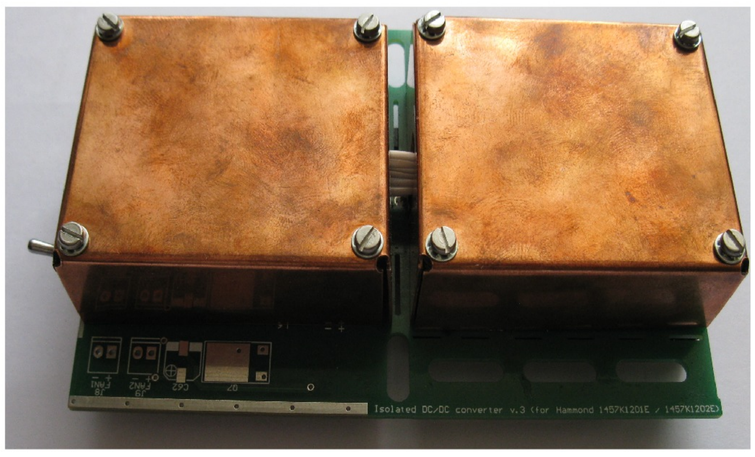
a) napięcie wejściowe: od 11,5 V do 13,5 V DC,
b) maksymalny prąd wejściowy: 2 A,
c) moc: około 12 W,
d) sprawność: 51,54 % (dla maksymalnego obciążenia),
e) napięcie wyjściowe nastawiane za pomocą rezystora nastawnego w dwóch podzakresach:
- zakres LV: od ±5 V do ±10 V przy prądzie wyjściowym minimum ±500 mA,
- zakres HV: od ±10 V do ±18 V przy prądzie wyjściowym minimum ±300 mA,

f) dodatkowe napięcie wyjściowe ±5 V przy prądzie wyjściowym ±100 mA,
g) zabezpieczenia:
- przed napięciem zasilającym o niewłaściwej polaryzacji,
- przed zwarciem wyjścia lub przeciążeniem,

h) duża impedancja między obwodem wejściowym i wyjściowym,
i) mała zawartość harmonicznych w napięciach wyjściowych,
j) częstotliwość pracy przetwornicy 20 - 30 kHz,
k) topologia push-pull z regulacją czasów narastania i opadania zboczy

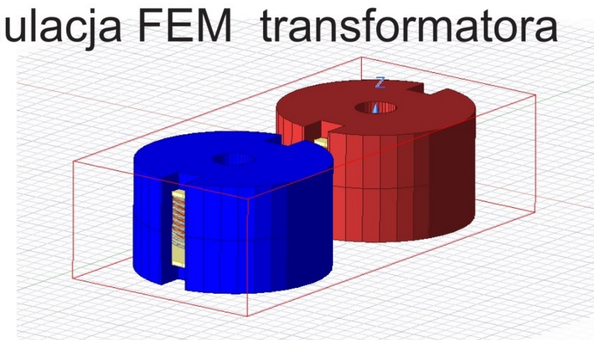
Schemat blokowy prototypu układu





Zamodelowanie i symulacja FEM transformatora

Symulacje przeprowadzono za pomocą solvera ,,Eddy current'' w oprogramowaniu Ansys Maxwell Model 3D.



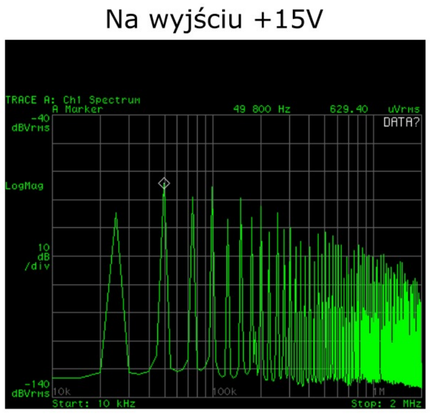
Wyniki badań prototypu układu

Pomiar mocy i sprawności

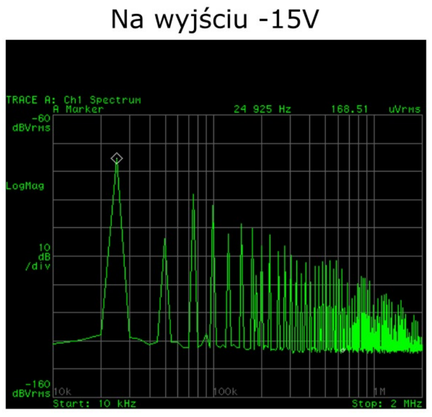
U_{we}, V	I_{we} , A	U_{wy-}, V	R_{-}Ω	U_{wy+}V	R_{+}Ω		P_{we}, W	P_{wy}, W	n, %
12,49	1,067	13,06	50,4	13,52	52,4		13,33	6,87	51,54
12,53	0,876	14,83	69,8	14,84	71		10,98	6,25	56,92
12,51	0,712	14,84	89	14,83	88,8		8,91	4,95	55,56
12,53	0,59	14,84	111,4	14,8	111		7,39	3,95	53,45
12,51	0,516	14,88	135	14,87	130,2		6,46	3,34	51,7
12,52	0,469	14,85	150,8	14,85	151,6		5,87	2,92	49,74
12,51	0,414	14,85	180	14,85	181,6		5,18	2,44	47,1
12,56	0,385	14,86	203	14,83	203,4		4,84	2,17	44,83

Wyniki badań widma na wyjściach układu

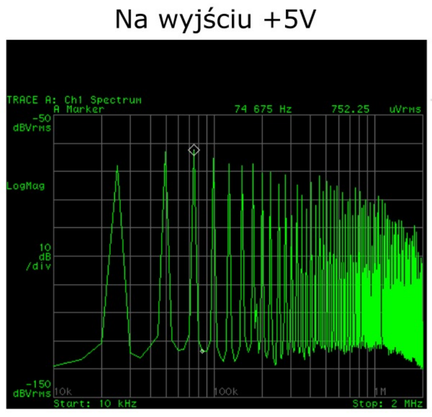
Na wyjściu +15V



Na wyjściu -15V



Na wyjściu +5V

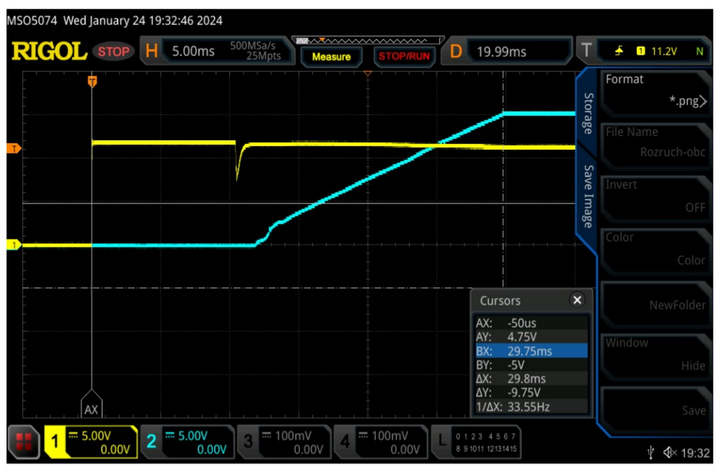


Impedancja między obwodem wejściowym i wyjściowym

>100 GΩ, <15 pF

Pomiar czasu rozruchu

Wraz ze wzrostem obciążenia czas rozruchu wzrasta. Taka zależność wynika z właściwości zastosowanego kontrolera przetwornicy, który poprzez stopniowe zwiększanie współczynnika wypełnienia realizuje procedurę miękkiego startu.



Czasy rozruchu dla obiążeń rezystancyjnych:
- 200 Ω na wyjściu +15 V: 17,2 ms,
- 50 Ω na wyjściu +15 V: 22,4 ms,
- 50 Ω na wyjściu +15 V oraz -15 V: - 29,8 ms.

Pracę wykonano w ramach projektu Kształcenia Zorientowanego Projektowo (*Project Based Learning*, PBL) pt. „Układ zasilający o dużej impedancji między obwodem wejściowym i wyjściowym”, realizowanego na Wydziale Elektrycznym przez studentów Politechniki Śląskiej w semestrze zimowym roku akademickiego 2023/24.