

Andrzej GIL¹
Marcin DUBERT²

ZASILACZ Z SINUSOIDALNYM POBOREM PRĄDU Z SIECI

W artykule opisano zasadę pracy zasilacza impulsowego z sinusoidalnym poborem prądu z sieci. Uzyskuje się to dzięki wprowadzeniu przekształtnika DC/DC podwyższającego napięcie oraz wykorzystaniu specjalizowanego układu scalonego UC 3854. Przedstawiono opis modelu fizycznego, oraz wyniki pomiarów laboratoryjnych. Układ ten po modyfikacji może też być wykorzystany do zasilania jarzeniówek zapewniając sinusoidalny pobór prądu z sieci i współczynnik mocy $\cos\phi=1$.

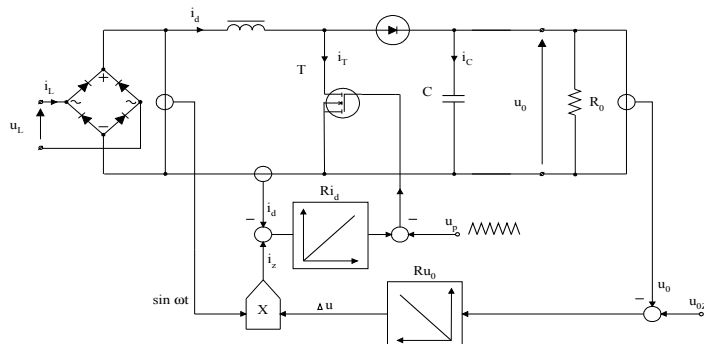
1. OPIS WYBRANEGO UKŁADU ZASILACZA IMPULSOWEGO

Powszechnie stosowane zasilacze zawierają mostek prostowniczy oraz kondensator, o dużej pojemności, zapewniający filtrację napięcia wyjściowego. Cykliczne doładowywanie kondensatora powoduje odkształcenie prądu pobieranego z sieci co powoduje zmniejszenie wypadkowego współczynnika mocy i generuje niekorzystne dla sieci odkształcenia napięcia. Korzystniejsze własności wykazują układy zasilaczy impulsowych, w których między mostkiem prostowniczym i obciążeniem znajduje się przekształtnik DC/DC, są to tzw. (z j. ang. switch mode rectifier, SMR). Stosowane coraz częściej do zasilania różnych urządzeń elektronicznych: komputerów, ładowarek akumulatorów itp. Przedstawiony referat zawiera opis i realizację praktyczną, badania takiego modelu zasilacza impulsowego, w którym funkcję korektora współczynnika mocy pełni przekształtnik DC/DC podwyższający napięcie (z j. ang. boost converter). Układ ten może być również wykorzystany po pewnej modyfikacji do zasilania świetlówek jarzeniowych zapewniając współczynnik mocy $\cos\phi=1$.

Schemat poglądowy części energetycznej i sterowania zasilacza przedstawia rys.1 Napięcie stałe U_d podawane jest na wejście układu szeregowo połączonej cewki L i tranzystora T. Załączenie tranzystora powoduje gromadzenie energii w polu magnetycznym cewki, prąd cewki narasta liniowo. W kolejnym cyklu wyłączenia tranzystora energia ta jest przekazywana przez diodę D do kondensatora o dużej pojemności. Zgodnie z prawami elektrotechniki umożliwia to zmianę napięcia wyjściowego U_0 w zakresie $[U_d - 2U_d]$. W układzie omawianego zasilacza źródłem napięcia U_d jest wyprostowane napięcie na wyjściu diodowego mostka prostowniczego. Prąd pobierany z sieci zawiera tętnienia wynikające z impulsowej pracy tranzystora kluczującego. W zależności od tego, która wartość prądu jest kontrolowana w układzie, znane są w literaturze [1] układy określone skrótowo:

¹Akademia Morska Gdynia e-mail: agil@am.gdynia.pl

²akademia Morska Gdynia e-mail: m.dubert@gmail.com



Rys.1. Uproszczony schemat zasilacza

- z kontrola prądu szczytowego dławika i tranzystora,
- z kontrolą chwilowej wartości średniej prądu wyprostowanego,
- z kontrola prądu za pomocą komparatora o zmiennej histerezie,
- o prądzie wyprostowanym na poziomie przewodzenia ciągłego i impulsowego,
- o nieciągłym prądzie wyprostowanym.

Do realizacji modelu fizycznego wybrano układ z kontrolą chwilowej wartości średniej prądu wyprostowanego. Wybór wynika z możliwości uzyskania w tym układzie:

- ograniczenia prądowego
 - stałej częstotliwości kluczowania tranzystora
 - dostępu do układu scalonego specjalizowanego do tego rodzaju sterowania UCY3854N
- Poglądowy schemat układu obrazujący zasadę jego działania przedstawia rys. 1
- Układ zawiera dwie pętle sprzężenia zwrotnego:
- sprzężenie prądowe zapewniające sinusoidalny pobór prądu z sieci i jego graniczną wartość,
 - sprzężenie napięciowe zapewniające stabilizację wartości średniej napięcia wyjściowego na zadanym poziomie.

Prąd pobierany z prostownika i_d jest porównywany w węzle sumującym z wielkością zadaną $i_z = \Delta U \sin \omega t$. Wielkość zadaną prądu i_z określa zewnętrzna pętla sprzężenia napięciowego ΔU i sinusoidalny charakter napięcia wyjściowego mostka prostowniczego. Wewnętrzna pętla regulacji prądu zapewnia minimalizację różnicy między chwilową wartością średnią prądu zadanego chwilową wartością średnią prądu dławika linii zasilającej. Prąd linii zasilającej $i_d = |i_L|$ ma przebieg ciągły i oscyluje wokół chwilowej wartości średniej prądu $i_{dr} = i_z$. Wielkość oscylacji prądu określa częstotliwość łączy tranzystora kluczującego, wraz z jej wzrostem oscylacje maleją, a największe są w szczytowej części półokresu sinusoidy. Wybór maksymalnej częstotliwości łączy tranzystora jest wynikiem kompromisu między stratami łączyowymi tranzystora a dokładnością uzyskania sinusoidalnego prądu sieci.

-dławik ferrytowy na rdzeniu kubkowym M30/21 z 34 zwojami drutu o średnicy $d=1,76$ mm.

-kondensator specjalny o małych stratach o pojemności $330 \mu\text{F}$.

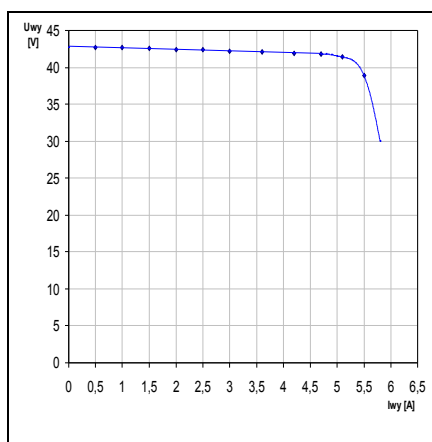
- czujnik prądu o rezystancji $R_s=0,025\Omega/5 \text{ W}$.

Przyjęty sposób sterowania, a więc stałą częstotliwość łączeń tranzystora i kontrole średniej wartości prądu linii zasilającej zapewnia specjalizowany układ scalony UC3854 [3]. Schemat ideowy zasilacza przedstawia rys. 2. Dobór elementów zewnętrznych zapewniający poprawną pracę układu oparto o przykładowe aplikacje. Ustalono częstotliwość oscylatora wewnętrznego na 25 kHz , co jest kompromisem między stratami mocy w tranzystorze kluczującym a wiernością odtworzenia sinusoidalnego prądu wejściowego

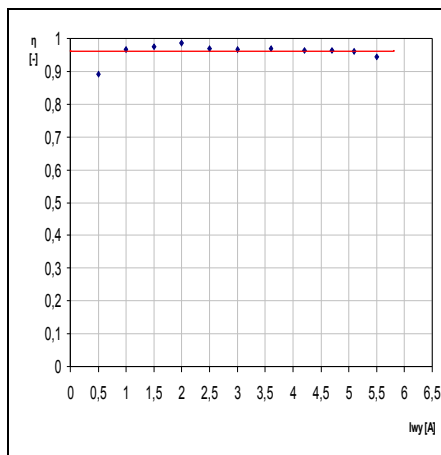
4. WYNIKI POMIARÓW

W celu weryfikacji poprawności projektu i modelu fizycznego zasilacza wykonano pomiary testowe za pomocą oscyloskopu cyfrowego TDS-210 i sond napięciowych i prądowych. Wyniki pomiarów zostały przetworzone w programie TCAD 6.2 Plus. Pomiary charakterystyk statycznych dokonano za pomocą mierników uniwersalnych. Charakterystyki statyczne zasilacza przedstawia rys. 3

a)



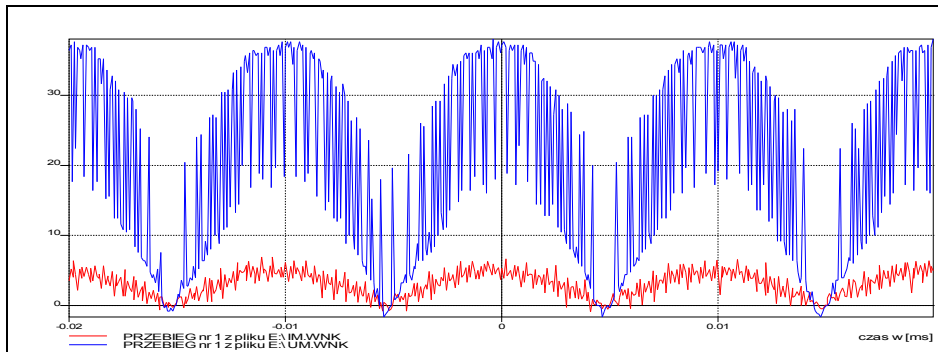
b)



Rys. 3. Charakterystyki statyczne zasilacza: a) charakterystyka obciążeniowa, b) wykres sprawności energetycznej w funkcji obciążenia

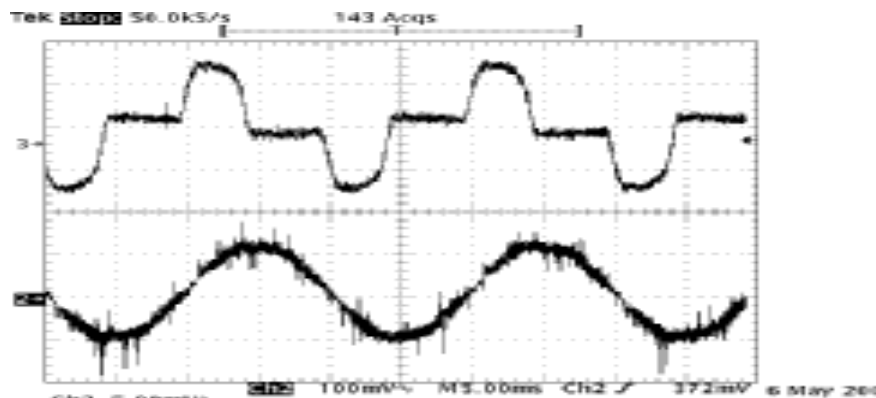
Z przebiegu charakterystyki obciążenia wynika, że układ zapewnia dobrą stabilizację napięcia, uchyb statyczny dla znamionowego obciążenia wynosi około $1,5\%$, a średnia sprawność energetyczna około 96% . Charakterystyka obciążeniowa zasilacza potwierdza też poprawność działania układu ograniczenia prądowego.

Zasilacz zawiera układ łagodnego rozruch („Soft- Start”), czas od momentu włączenia do uzyskania znamionowego napięcia wynosi około 0,4 ms. Rys. 4 przedstawia przebieg prądu i napięcia na wyjściu mostka prostowniczego, widać na nim wyraźnie zgodność faz prądu i napięcia oraz dominujący charakter podstawowej harmonicznej obu wielkości



Rys. 4. Przebieg prądu i napięcia na wyjściu mostka prostowniczego

Przebieg prądu pobieranego z sieci przez zasilacz klasyczny składający się z mostkiem prostowniczego kondensatora i stabilizatora oraz z zasilacza przedstawionego w artykule zarejestrowane na oscyloskopie pokazują rys. 5



Rys. 5. Przebieg prądu pobieranego z sieci przez zasilacz klasyczny i z przetwarzaniem

Kształt i przebieg prądu pobieranego z sieci przez zasilacz klasyczny, przebieg górny rys. 6 pokazuje cykliczne ładowanie kondensatora, współczynnik zawartości harmonicznych THD =48,6 %. W układzie zasilacza z przetwarzaniem prąd zachowuje charakter sinusoidalny THD=9,28 % i jest w fazie z napięciem co potwierdza rys. 5. Odształcenie prądu jest wynikiem przetwarzania napięcia z częstotliwością 25 kHz.

5. WNIOSKI

Przedstawiony w artykule zasilacz impulsowy stanowi propozycję praktycznego zastosowania znanych z literatury układów. Nowością jest aplikacja układu scalonego UC3854N, który przeznaczony jest do przetwarzania wyższych napięć, między innymi do zasilania świetlówek jarzeniowych [4], a w tym przypadku został wykorzystany do budowy zasilacza niskonapięciowego.

Cechą szczególną tego zasilacza jest:

-sinusoidalny pobór prądu z sieci, z korektą współczynnika mocy $\cos\phi=1$

-wysoka sprawność energetyczna rosnąca wraz z mocą znamionową

-zawiera układ łagodnego rozruchu i ograniczenie prądowe

-realizacja układu jest prosta, jeden układ scalony dostępny na rynku

Zasilacz ten praktycznie może być stosowany na moce wyjściowe od kilku dziesięciu watów do kilku kilowatów. W szczególności może służyć do ładowania akumulatorów, jako zasilacz w telekomunikacji itp. Znane są zasilacze o podobnych cechach ale w większości na małe moce

6. LITERATURA

1. M. Nowak, R Barlik: *Poradnik inżyniera energoelektronika* WNT Warszawa 1998
2. Iturriz F Ladoux Ph : *Soft switching AC-DC converter for high applications*.Instytut National Polytechnique de Toulouse 1998
3. National Semiconductor. <http://www.national.com>
4. M. Rashid; *Power Electronics* Prentice Hall 200

POWER SUPPLY WITH SINUSOIDAL INPUT CURRENT

The principle of operation of switched-mode power supply with sinusoidal input current is described in the paper. DC/DC boost converter and integrated circuit UC3854 are used in the basic structure. In such a scheme the power factor correction is achieved. Theoretical description and experimental results are presented.