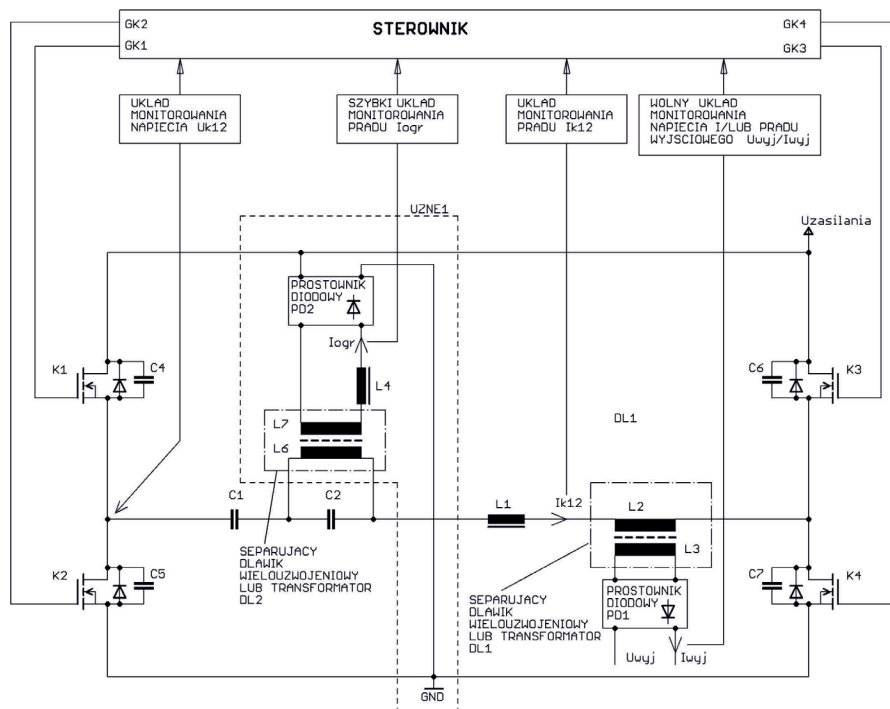




Rys.1 Schemat blokowy układu sterowania zasilaczem rezonansowym

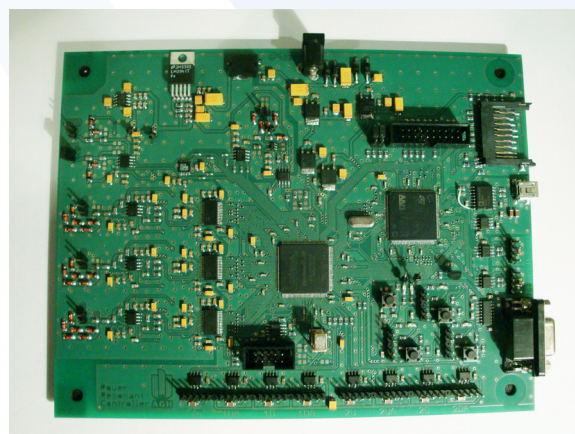
Przedmiotem wynalazku jest sposób sterowania zasilaczem rezonansowym oraz zasilacz rezonansowy ze sterownikiem przeznaczony do stabilizacji napięć, prądów lub mocy wyjściowej. Zaletą rozwiązania jest możliwość uzyskania bardzo wysokiej sprawności energetycznej jak również zapewnienie dobrej stabilizacji parametrów wyjściowych w pełnym zakresie zmian obciążenia, tzn. od stanu rozwarcia do stanu zwarcia. Uzyskuje się to zapewniając ciągłość prądu w obwodzie rezonansowym niezależnie od obciążenia przy jednoczesnym zapewnieniu przełączania kluczy w quasi-optymalnym punkcie. Dodatkową korzyścią jest zwiększenie dynamiki odpowiedzi na zmiany obciążenia co jest szczególnie istotne przy zasilaniu odbiorników niespokojnych lub o podwyższonych wymaganiach funkcjonalnych. Proponowana metoda sterowania wyróżnia się monitorowaniem prądu w układzie ogranicznika dobroci oraz sekwencyjnym wykradaniem pełnych okresów drgań własnych obwodu rezonansowego które następuje poprzez zwieranie części kluczy do szyn zasilania i włączanie ich ponownie w fazie, w której przepływa przez nie ujemny lub zerowy prąd.

na niepożądane stany przejściowe oraz zabezpiecza elementy obwodu mocy przez przepięciami.

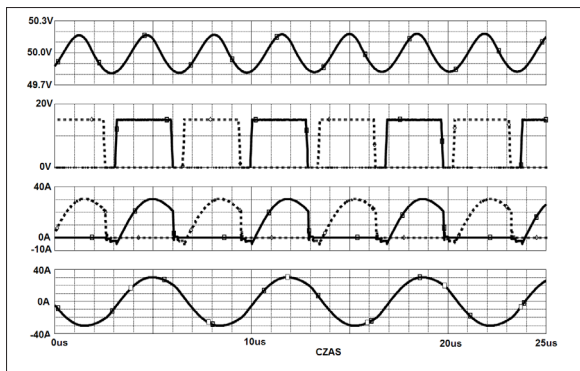
W bardziej rozbudowanej wersji, np. dla układów dużej mocy, za pomocą sterownika (S) korzystnie jest przy dużych obciążeniach wyjściowych, stabilizować napięcie lub prąd wyjściowy poprzez małą zmianę częstotliwości kluczowania, natomiast przy mniejszych obciążeniach wyjściowych poprzez sekwencyjne wykradanie pełnych okresów drgań własnych obwodu rezonansowego które można osiągnąć zwierając części kluczy tranzystorowych (np. K2 i K4) i wyłączając pozostałe (np. K1, K3) a następnie po pewnym czasie włączając ponownie falownik i klucze w fazie, w której przepływa przez nie ujemny lub zerowy prąd. W takim przypadku obwód rezonansowy ma zamkniętą ścieżkę dla przepływu prądu i dzięki dużej dobroci utrzymuje przez stosunkowo długi czas prąd krążący w swoich obwodach, przy czym drga ze swoją własną częstotliwością rezonansową. Po spadku napięcia na kondensatorze/filtrze wyjściowym, falownik jest ponownie uruchamiany aby dostarczyć energię do obciążenia.

Charakterystyka technologii

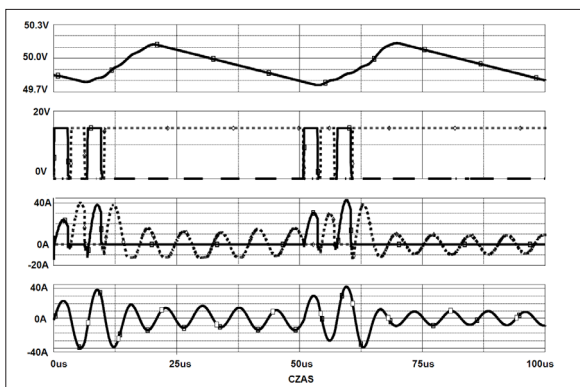
Nowy sposób sterowania zasilaczem rezonansowym opartym o sterownik (S) charakteryzuje się między innymi tym, że do stabilizacji napięć lub prądów wyjściowych, wykorzystuje sterowanie częstotliwościowe zawierające co najmniej dwie pętle: jedną wolną z czasem odpowiedzi (τ_1) dla której sygnały sterujące pochodzą od układu monitorowania napięcia lub prądu wyjściowego (UMW) a drugą szybką z czasem odpowiedzi (τ_2) dla której sygnały sterujące pochodzą z szybkiego układu (UMP1) monitorowania prądu (logr) w układzie zwrotu nadmiaru energii (UZNE1) przy czym $\tau_1 \gg \tau_2$. W najprostszym przypadku UMP1 jest komparatorem, który reaguje na przekroczenie wartości progowej natężenie prądu w ograniczniku dobroci (logr) i umożliwia szybką reakcję



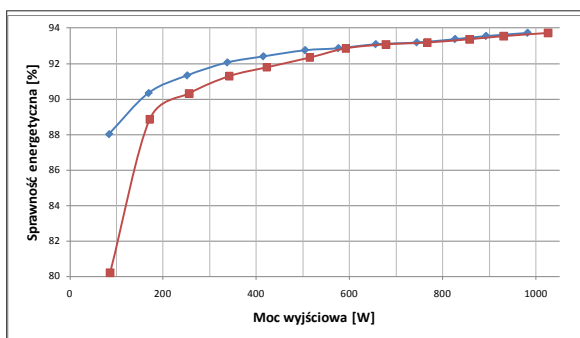
Rys.2 Przykład wykonania układu sterownika zasilacza wg Rys.1



Rys.3 Przebiegi czasowe prądów i napięć w przykładzie wykonania zasilacza z Rys.1 dla nominalnego obciążenia na wyjściu. Na wykresie pierwszym od góry przedstawiono linią ciągłą napięcie na wyjściu, na drugim linią ciągłą napięcie sterujące bramką górnego tranzystora K1 a linią przerywaną napięcie sterujące bramką dolnego tranzystora K2. Na wykresie trzecim przedstawiono linią ciągłą prąd drenu górnego tranzystora K1 a linią przerywaną prąd drenu dolnego tranzystora K2. Na wykresie dolnym przedstawiono prąd płynący przez induktor L1.



Rys.4 Przebiegi czasowe prądów i napięć w zasilaczu dla małych obciążeń wyjściowych (około 20%). Górny wykres przedstawia napięcie wyjściowe. Na wykresie drugim od góry przedstawiono linią ciągłą napięcie sterujące bramką górnego tranzystora K1 a linią przerywaną napięcie sterujące bramką dolnego tranzystora K2. Na wykresie trzecim od góry przedstawiono linią ciągłą prąd drenu górnego tranzystora K1 a linią przerywaną prąd drenu dolnego tranzystora K2. Na wykresie dolnym przedstawiono prąd płynący przez induktor L1.



Rys. 5 Klasyczny przebieg sprawności w funkcji mocy wyjściowej (kolor czerwony) dla układów rezonansowych sterowanych częstotliwościowo. Zastosowanie nowego typu sterowania w układach rezonansowych poprawia przebieg sprawności w funkcji mocy wyjściowej (kolor niebieski) - jako przykład wybrano przetwornicę typu LLC o mocy 1kW.

Główne korzyści

Przedstawiona metoda sterowania dedykowana jest dla wysokosprawnych rezonansowych układów przetwarzania energii i zapewnia przede wszystkim zwiększenie sprawności energetycznej, szczególnie w zakresie poniżej 40% wartości pełnego obciążenia przy zachowaniu bardzo niskiej emisji elektromagnetycznych zaburzeń przewodzonych, co zostało zaprezentowane na Rys. 4.

Uzyskano to zapewniając przełączanie kluczy tranzystorowych w quasi-optimalnym punkcie oraz dzięki temu że nie ma dynamicznych strat związanych kluczkowaniem gdyż w okresach kiedy zapotrzebowanie na energię jest małe klucze tranzystorowe są w odpowiedniej sekwencji włączone lub wyłączone.

Następnymi korzystnymi cechami proponowanego rozwiązania są układy ogranicznika dobroci które w sposób niemal bezstratny, przy zachowaniu sinusoidalnego charakteru prądu w obwodzie mocy, zwracają nadmiar energii jaki może pojawić się w obwodzie rezonansowym do źródła napięcia zasilania w stanach nieustalonych, co pozwala zabezpieczyć strukturę zasilacza w sposób sprzętowy przed niebezpiecznymi przepięciami.

Z kolei szybki układ (UMP1) monitorowania prądu (logr) w układzie zwrotu nadmiaru energii (UZNE1) pozwala wykrywać niepożądane obszary pracy oraz ograniczyć moc krążącą w obwodzie źródła zasilania. Umożliwia to budowę układów ogranicznika dobroci, tak aby przenosiły tylko niewielki ułamek mocy głównego obwodu rezonansowego i dzięki temu ich wykonanie jest stosunkowo tanie.

Ponadto uzyskano możliwość pracy z ciągłym prądem w obwodzie rezonansowym oraz quasi-sinusoidalne przebiegi prądów w obwodzie niezależnie od obciążenia. Wpływa to na niski poziom emisji zaburzeń przewodzonych i promieniowanych, jak również na zwiększenie dynamiki odpowiedzi na nagłe zmiany pobieranego prądu.

Oferta

Sposób sterowania zasilaczem rezonansowym i zasilacz rezonansowy ze sterownikiem jest objęty ochroną patentową. Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie oferuje:

- licencję niewyłączną na technologię w wybranych polach eksploatacji
- usługę polegającą na adaptacji technologii do potrzeb klienta we współpracy z twórcami wynalazku

Osoby zainteresowane proszone są o kontakt z:

Cezary Worek

Katedra Elektroniki AGH w Krakowie

email: worek@agh.edu.pl



+48 12 6172983



+48 601 912 938

Zgłoszenie patentowe:

Pl: P395844

PCT/EP2012/055099



**INNOWACYJNA
GOSPODARKA**
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO

