

Streszczenie rozprawy doktorskiej

Autor: mgr inż. Jacek Kolek

Promotor: dr hab. inż. Marcin Hołub prof. ZUT

Promotor pomocniczy: dr inż. Michał Bonisławski

Tytuł: „Rezonansowy, półprzewodnikowy generator impulsów wysokiego napięcia do wytwarzania plazmy nietermicznej”.

Tematyka prezentowanej rozprawy skupia się na zagadnieniu projektowania oraz budowy nowoczesnego generatora impulsów wysokiego napięcia do zasilania reaktorów plazmy nietermicznej. Ten szczególny rodzaj obciążenia charakteryzuje się dużą zmiennością parametrów oraz częstym występowaniem zwarć elektrod podczas pracy. Pojemnościowy charakter obciążenia powoduje wysokie wartości przepływów mocy biernej między obciążeniem, a obwodem wyjściowym zasilacza wysokiego napięcia. Wysoka amplituda i krótki czas narastania generowanych impulsów wysokiego napięcia w połączeniu z nawet najmniejszymi wartościami pasożytniczych parametrów obwodów wyjściowych zasilacza są źródłem pola elektromagnetycznego o wysokiej częstotliwości i wysokiej energii, co zwykle oznacza problemy ze spełnieniem wymogów kompatybilności elektromagnetycznej przez urządzenie.

Główną ideą pracy jest propozycja topologii zasilacza wysokiego napięcia, która będzie niewrażliwa na zwarcia oraz zmiany parametrów obciążenia w możliwie szerokim zakresie. Cecha ta spowoduje również wzrost uniwersalności urządzenia, ponieważ zapewni możliwość zasilania reaktorów plazmy nietermicznej o różnej konstrukcji; zarówno reaktorów typu DBD (ang. Dielectric Barrier Discharge) - z barierą dielektryczną jak i reaktorów bezbarierowych - typu PCD (ang. Pulsed Corona Discharge). Rezonansowy sposób pracy oraz unikalna, autorska konstrukcja transformatora wysokiego napięcia powodują znaczne ograniczenie wartości zewnętrznego pola elektromagnetycznego generowanego przez zasilacz wysokiego napięcia wykonany według proponowanej topologii.

W początkowych rozdziałach rozprawy autor omawia tematykę zimnej plazmy nietermicznej oraz dokonuje obszernej analizy reaktorów do generacji zimnej plazmy o różnej konstrukcji jako obciążenia o specyficznych właściwościach. Praca obejmuje również obszerny przegląd sposobów zasilania reaktorów plazmy nietermicznej oraz topologii zasilaczy wysokiego napięcia wraz z omówieniem ich właściwości oraz specyfikacji obecnie stosowanych urządzeń wykonanych na ich podstawie.

W głównej części pracy autor przedstawia proponowaną topologię półprzewodnikowego zasilacza wysokiego napięcia, którego podstawowymi cechami są: prostota, uniwersalność i możliwość współpracy z obciążeniami pojemnościowymi charakteryzującymi się dużą zmiennością parametrów i częstym występowaniem zwarć. W kolejnych rozdziałach omówione zostały obwody proponowanej topologii: rezonansowy układ ładowania pojemności o wysokiej sprawności, którego celem jest gromadzenie energii na potrzeby generacji pojedynczych impulsów wysokiego napięcia, oraz układ kształtowania impulsu wyjściowego, w skład którego wchodzi transformator wysokiego napięcia bazujący na transformatorze typu Tesla. Cechą charakterystyczną układu wyjściowego jest stała i niezależna od warunków panujących w obciążeniu praca przy częstotliwości rezonansowej obwodu utworzonego przez indukcyjności transformatora oraz obciążenie pojemnościowe. W kolejnych rozdziałach autor wyjaśnia zasady działania proponowanych układów, przedstawia zastosowane modele elektryczne, opis analityczny, wykonane symulacje oraz ich wyniki wraz z ich omówieniem. Przeprowadzone symulacje obejmują również analizę połową proponowanej konstrukcji transformatora wysokiego napięcia wraz z porównaniem z obecnie stosowanymi konstrukcjami tego typu.

W celu praktycznej weryfikacji proponowanej topologii zaprojektowany oraz wykonany został prototyp urządzenia. Wyniki badań laboratoryjnych oraz rezultaty dwóch praktycznych aplikacji prototypu przedstawione zostały w końcowych rozdziałach pracy. Wyniki przeprowadzonych symulacji oraz badań eksperymentalnych dowodzą, że proponowana topologia spełnia początkowe założenia projektowe oraz wymagania stawiane zasilaczom wysokiego napięcia stosowanym w technologii plazmy nietermicznej.