

ФАЗОВИЙ МЕТОД ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕЖИМУ РОБОТИ РЕЗОНАНСНОГО ІНВЕРТОРА НАПРУГИ

В переважній більшості застосувань резонансний інвертор напруги, виконаний за напівмостовою чи мостовою схемою, має частоту ω_s комутації силових ключів, близьку до резонансної частоти ω_n навантаженої коливної системи. В такому випадку він має найвищу ефективність, а форма струму в навантаженні наближається до синусоїдної, оскільки резонансна система добре відфільтровує вищі гармонічні складові прикладених до неї прямокутних імпульсів комутуючого вузла інвертора. З іншого боку, частота ω_s комутації повинна бути трохи вищою за резонансну частоту ω_n для забезпечення умови комутації ключів інвертора при нульовій напрузі на них. Таким чином, опір резонансної системи з навантаженням повинен мати індуктивний характер – це індуктивний режим інвертора. При переході в ємнісний режим, коли $\omega_s < \omega_n$, в інверторі суттєво зростають комутаційні втрати, що може вивести з ладу ключі.

В процесі виготовлення та експлуатації інвертора параметри його коливної системи та частота комутації ω_s можуть змінюватись за рахунок розкиду параметрів його коливної системи та впливу дестабілізуючих факторів, що може призвести до зміни режиму роботи з індуктивного на ємнісний. Тому постає задача забезпечення індуктивного режиму роботи. Пропонований метод вирішує цю задачу шляхом підтримання фазового зсуву між першими гармоніками напруги інвертора та струму коливної системи більшим від заданого, мінімально допустимого.

Для цього вказаний фазовий зсув перетворюється в тривалість t_1 імпульса, який порівнюється з тривалістю t_0 еталонного імпульса. Тривалість t_0 відповідає мінімальному вказаному фазовому зсуву. Тривалість t_1 – це інтервал часу між моментами “додатних” переходів через нуль перших гармонік напруги і струму інвертора. Якщо t_1 стає меншим за t_0 , формується імпульс похибки тривалістю $t_k = t_0 - t_1$, який після інтегрування використовується для керування частотою генератора, який збільшує частоту комутації, утримуючи фазовий зсув на рівні, мінімально допустимому.

Це питання є актуальним в високочастотних електронних баластах з резонансним запалюванням лампи. При цьому для забезпечення запалювання частота ω_s комутації може бути дуже близькою до резонансної частоти ω_0 ненавантаженої коливної системи, і незначне зменшення ω_s може перевести інвертор в ємнісний режим.

В результаті аналізу резонансного інвертора в режимі запалювання встановлено зв'язок залежність між тривалістю t_0 еталонного імпульса і частотою комутації, при якій забезпечується заданий мінімальний фазовий зсув, а, отже, гарантується індуктивний режим роботи інвертора в цьому режимі:

$$tg \omega_0 \Omega t_0 = \frac{Q}{\Omega} (\Omega^2 - 1),$$

де ω_0 та Q – резонансна частота та добротність контура; $\Omega = \omega_s / \omega_0$ - відносна розстройка контура.

Встановлено залежність максимальної напруги на конденсаторі контура від тривалості еталонного імпульса t_0 . При відомій добротності коливного контура на базі запропонованого підходу можна реалізувати захист від перенапруги або ж регулювати максимальну напругу на резонансному контурі.

Розроблено функціональну схему пристрою для реалізації запропонованого методу.