



УДК 621.314.26

ЗІСТАВЛЕННЯ МЕТОДІВ ФОРМУВАННЯ СТРУМУ ОДНОФАЗНОГО МЕРЕЖЕВОГО ІНВЕРТОРА З ФУНКЦІЄЮ СИЛОВОГО АКТИВНОГО ФІЛЬТРА

Студ. Є.Ю. Становський, гр. МГМЕ-17

Науковий керівник проф. О.О. Шавьолкін

Київський національний університет технологій та дизайну

Мета і завдання. Метою роботи є зіставлення методів формування струму однофазного мережевого інвертора (МІ) з функцією силового активного фільтра (САФ) для забезпечення якості відпрацьовування струму за мінімальних втрат в ключах.

Для досягнення мети вирішені наступні завдання:

- проаналізовано принципи реалізації режиму джерела струму однофазного мережевого інвертора у замкненій за миттєвим значенням вихідного струму системі;
- розроблено математичну модель для визначення втрат енергії в ключах згідно поточним значенням струму і напруги, які визначаються у загальній моделі інвертора.

Об'єкт та предмет дослідження. Об'єктом дослідження є електромагнітні процеси у схемі мережевого інвертора з функцією силового активного фільтра. Предметом дослідження є принципи реалізації системи керування.

Методи та засоби дослідження. Методи теорії електричних кіл для аналізу процесів у електричних колах з урахуванням втрат енергії в напівпровідникових ключах та з використанням комп'ютерного моделювання.

Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів. Отримав подальший розвиток метод визначення втрат енергії в силових колах мережевого інвертора за довільної форми струму. Практичне значення отриманих результатів полягає в розробці математичної моделі для зіставлення показників інвертора за різних принципів формування струму.

Результати дослідження. МІ з функцією САФ у складі перетворювального агрегату комбінованих систем електроживлення з поновлювальними джерелами енергії працює у режимі джерела струму, форма якого з урахуванням нелінійного навантаження може бути довільною. Для реалізації режиму джерела струму можливо використання різних принципів побудови системи керування МІ з регулюванням миттєвого значення струму за відхиленням від заданого значення з постійною і змінною частотою модуляції [1]. Це потребує зіставлення показників якості вихідного струму і втрат енергії у силових колах (ключах МІ). Існуючі методи визначення гармонійного складу вихідного струму інвертору і втрат енергії в ключах базуються на відомій формі струму за певних принципів керування, наприклад програма «Semisel» (фірма «Semikron») [2]. Широкі можливості для аналізу процесів в схемі інвертору дає програмний пакет «Matlab» у разі доповнення розробленою моделлю для визначення втрат енергії в ключах, яка базується на миттєвих токах ключів і каталожних даних обраних приладів. За цього втрати провідності визначаються як середнє за період T

вихідної частоти значення миттєвої потужності на приладі $P_C = \frac{1}{T} \int_0^T u_V i_V dt$ (u_V , i_V – миттєві значення напруги і струму). Значення u_V розраховується відповідно до вихідної вольт-амперної характеристики, яка задається в табличній формі.

Втрати перемикачів визначаються відповідно до миттєвих значень струму в момент перемикачів, виходячи з залежностей $E_{on}=f(i_V)$ і $E_{off}=f(i_V)$. Для IGBT в каталогах задається значення E_{on} при I_{CT} і U_{CT} тому в моделі використовується



функція $i(\frac{1}{I_{CT}})$. В якості вхідних використовуються миттєве значення струму фази (i),

струм ключа (i_K), час вимірювання (T_{on}), частота вихідної напруги (f), коефіцієнт перерахунку KE , враховуючий f и час вимірювання T_{on} . Відповідно до полярності струму i формуються сигнали P ($i > 0$) і N ($i < 0$). Ключ утворений зустрічно - паралельно з'єднаними IGCT або IGBT і діодом. Струм тиристора (транзистора) $i_{VT} = P i_K$, діода $i_{VD} = N i_K$. Формування сигналів, відповідних моментам включення і виключення приладів в моделі здійснюється блоком «FImp», вихідний сигнал якого є імпульс одиничної амплітуди, тривалість якого відповідає провідному станом приладу:

$$I_k = \begin{cases} 1, & \text{если } |i_k| \geq \delta \\ 0, & \text{если } |i_k| < \delta \end{cases} \quad (\delta - \text{порог спрацьовування, враховує можливе зміщення нуля}$$

сигналу i_k). За допомогою блоків «Edge Detector» по сигналу I_k формуються імпульси, тривалість яких T_s , відповідно передньому I_P і задньому I_Z фронтам I_k . Миттєві значення струмів ключів в момент перемикавання визначаються відповідно:

$$i_{VToff} = P T_{on} i_{I_Z}, i_{VTon} = P T_{on} i_{I_P}, i_{VDoff} = N T_{on} i_{I_Z}, i_{VDon} = N T_{on} i_{I_P}.$$

Для них визначаються E_{on} , E_{off} . Підсумовування значень енергії перемикавання здійснюється за допомогою інтегратора, який використовується як пристрій вибірки - зберігання з накопиченням.

При цьому приріст вихідної напруги інтегратора на інтервалі вибірки T_s : $\Delta U = G \int E dt = G \cdot E \cdot T_s$, відповідно для забезпечення рівності

$\Delta U = E$ його коефіцієнт $G = 1/T_s$. Напруга ДПС (напруга ключа при перемиканні) враховується введенням коефіцієнта $(U/U_{CT})^{K_v}$. Час вимірювання вибирається кратним кількістю періодів напруги вихідний частоти f , наприклад, $T_{on} = 2T$. Тоді $KE = f/2$. Формується генератором імпульсів з затримкою T_o , що враховує тривалість перехідного процесу зміни струму.

Висновки. Використання розробленої математичної моделі для визначення втрат енергії у складі загальної моделі мережевого інвертора з функцією силового активного фільтра дозволяє здійснювати зіставлення якості вихідного струму з урахуванням втрат енергії за різних принципів керування інвертором.

Ключові слова: мережевий інвертор, силовий активний фільтр, режим джерела струму, коефіцієнт гармонік, втрати енергії в ключах, математична модель, моделювання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шавьолкін О.О. Перетворювальний агрегат комбінованої системи електроживлення з поновлювальними джерелами. Вісник КНУТД, серія «Технічні науки», № 5 (102), 2016.- с.71-77.
2. Колпаков А. И. Программа SEMISEL — скорая помощь разработчику // Компоненты и технологии. 2006. № 10.