

*М.Ф. Султани**

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОДНОФАЗОВОГО ИНВЕРТОРА

Статические инверторы используются в широком диапазоне прикладных задач, начиная от маленьких переключений мощности в компьютере до большой электрической сети. Для управления выходом инвертора используются различные способы управления [1, 2]. Схема однофазового инвертора представлена на рис. 1.

Уравнения (1) и (2) демонстрируют модель однофазового инвертора:

$$\begin{bmatrix} \dot{i}_L(t) \\ \dot{v}_c(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -\frac{1}{L_f} \\ \frac{1}{C_f} & -\frac{1}{ZC_f} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_L(t) \\ v_c(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{1}{L_f} \\ 0 \end{bmatrix} v_{dc}(u); \quad (1)$$

$$v_o = [0 \quad 1] \begin{bmatrix} i_L(t) \\ v_c(t) \end{bmatrix}. \quad (2)$$

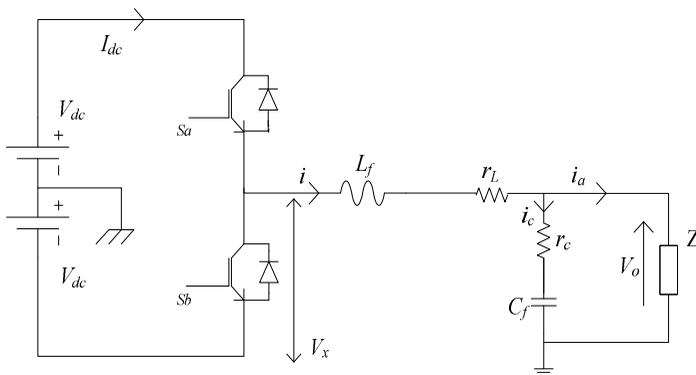


Рис. 1. Однофазовый инвертор

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ТГТУ» Ю.Т. Зырянова.

1. α - β МОДЕЛЬ ОДНОФАЗОВОГО ИНВЕРТОРА (СТАЦИОНАРНАЯ МОДЕЛЬ)

В данной модели измеренный компонент постоянного тока преобразован к двум постоянным компонентам α - β . Изменение фазы между α - β равно 90° .

$$\text{Задержка } e^{-sT} = \frac{s-a}{s+a}.$$

На рисунке 3 представлена схема для α - β модели. Уравнения (3) и (4) описывают α - β модель.

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} i_\alpha \\ i_\beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} D_\alpha \\ D_\beta \end{bmatrix} \frac{V_{dc}}{L} - \begin{bmatrix} I_\alpha \\ I_\beta \end{bmatrix} \frac{1}{L} \left(r_L + \frac{Z r_c}{Z+r_c} \right) - \begin{bmatrix} V_{c-\alpha} \\ V_{c-\beta} \end{bmatrix} \left[\frac{1}{L} - \frac{r_c}{L(Z+r_c)} \right]; \quad (3)$$

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} v_{c-\alpha} \\ v_{c-\beta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_\alpha \\ I_\beta \end{bmatrix} \frac{Z}{C(Z+r_c)} - \begin{bmatrix} V_{c-\alpha} \\ V_{c-\beta} \end{bmatrix} \frac{1}{C(Z+r_c)}. \quad (4)$$

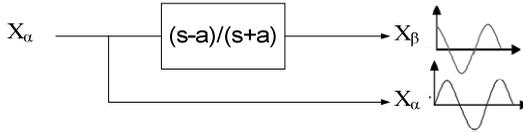


Рис. 2. α - β компоненты

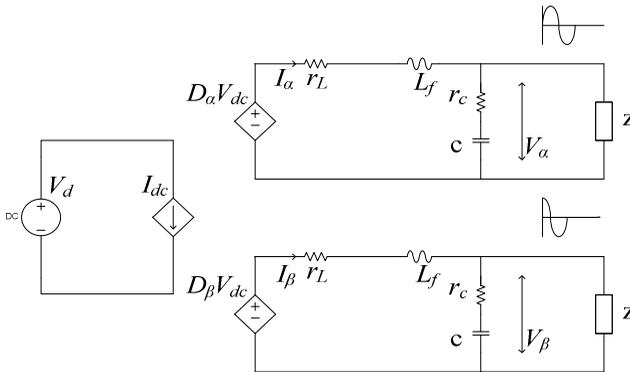


Рис. 3. Схема однофазового инвертора (α - β модель)

2. d-q МОДЕЛЬ ОДНОФАЗОВОГО ИНВЕРТОРА (ВРАЩАЮЩАЯСЯ МОДЕЛЬ)

Преобразование от постоянной к вращающейся структуре осуществляется матрицами преобразования (5, 6). X_α и X_β – значения тока или напряжения в постоянной структуре.

$$T = \begin{bmatrix} \sin wt & \cos wt \\ -\cos wt & \sin wt \end{bmatrix}; \quad (5)$$

$$\begin{bmatrix} X_d \\ X_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sin wt & \cos wt \\ -\cos wt & \sin wt \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_\alpha \\ X_\beta \end{bmatrix}. \quad (6)$$

Уравнения (7) и (8) определяют d - q модель.

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} I_d \\ I_q \end{bmatrix} = \frac{V_{dc}}{L} \begin{bmatrix} D_d \\ D_q \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & w \\ -w & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_d \\ I_q \end{bmatrix} - \frac{1}{L} \begin{bmatrix} V_d \\ V_q \end{bmatrix}; \quad (7)$$

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} V_d \\ V_q \end{bmatrix} = \frac{1}{C} \begin{bmatrix} I_d \\ I_q \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & w \\ -w & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_d \\ V_q \end{bmatrix} - \frac{1}{ZC} \begin{bmatrix} V_d \\ V_q \end{bmatrix}. \quad (8)$$

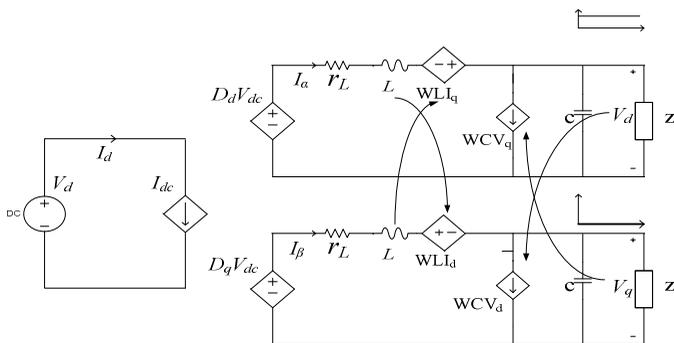


Рис. 4. Схема однофазового инвертора (d - q модель)

ВЫВОДЫ

Моделирование однофазового инвертора с использованием d - q структуры дает следующие преимущества:

- Инвариант времени управляет переменными и быстро адаптируется в случае изменения нагрузки.
- Сделает проектирование более простым, как и для инвертора постоянного тока с нулем ошибок в устойчивом состоянии.

- Легкая фильтрация компонентов обратной связи.
- Возможность разделения управления активной и реактивной мощностью, что позволяет управлять амплитудой и фазой отдельно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Saritha, B. Observer based current control of single-phase inverter in DQ rotating frame / B. Saritha, P.A. Jankiraman // Power Electronics, Drives and Energy Systems. PEDES '06: International Conference on. – 2006. – P. 1 – 5, 12 – 15.

2. The d-, q- axis Control Technique of Single phase Grid Connected Converter for Wind Turbines with MPPT and Anti-Islanding Protection / Jirawut Benjanarasut and Bunlung Neammanee // Electrical Power Systems, Energy Conversion, Paper ID 1436, Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, 2011.

Кафедра «Конструирование радиоэлектронных и микропроцессорных систем» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»