

## ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНО СОЕДИНЕННЫХ ИНВЕРТОРОВ

*А.Е. Гейтенко, Е.Н. Гейтенко, О.В. Осипов*

(Самара, Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики. e-mail: eng48@list.ru)

## THE STUDY OF QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF THE OUTPUT VOLTAGE OF PARALLEL-CONNECTED INVERTERS

*A.E. Geitenko, E.N. Geitenko. O.W. Osipov*

Источник бесперебойного питания (ИБП) переменного тока, включающий несколько соединенных параллельно модулей позволяет добиться высоких показателей надежности системы путем резервирования и автоматического отключения вышедшего из строя модуля. Кроме того, ИБП с несколькими модулями обладает свойством масштабирования, то есть построения сборки, соответствующей заданной мощности и ее дополнения (либо уменьшения) в случае необходимости. Каждый модуль представляет собой полноценный ИБП, который может быть использован отдельно в рамках его выходной мощности.

В данной работе рассматривается ИБП содержащий несколько параллельно включенных модулей (инверторов), один из которых является ведущим, а остальные ведомыми. С помощью ведущего модуля путем широтно - импульсной модуляции на высокой частоте формируется выходное стабилизированное напряжение квазисинусоидальной формы, которое затем фильтруется [1, 2].

Инвертор ведущего модуля представляет собой широтно - импульсный усилитель напряжения задающего сигнала – в данном случае  $U_s = 311 \cdot \sin(2\pi \cdot 50 \cdot t)$ , то есть напряжения промышленной электросети  $U_{ЭС} = 220$  В действующего значения и частотой 50 Гц. Выходной ток ведущего модуля относительно мал.

Инверторы ведомых модулей являются широтно – импульсными усилителями тока, что позволяет включить их выходы параллельно. Практически вся выходная мощность ИБП коммутируется в нагрузку посредством ведомых модулей. Уникальная роль ведущего модуля, с отличными от других модулей характеристиками инверторов не позволяет осуществить резервирование именно этого модуля.

Зависимость коэффициента нелинейных искажений выходного напряжения ИБП зависит от несущей частоты широтно – импульсной модуляции инвертора ведущего модуля, а также инверторов ведомых модулей. Выбор частот преобразования позволяет существенно снизить коэффициент нелинейных искажений и, одновременно, увеличить или уменьшить коэффициент полезного действия ИБП.

На рисунке 1 показана структурная схема системы управления преобразователя ИБП с параллельно соединенными инверторами. Инвертор ведущего модуля содержит узел задания пропорционально – интегрального регулирования с коэффициентами передачи соответственно  $k_{PI}$  и  $k_{II}$ , широтно – импульсный модулятор ШИМ1 (с инвертором), и LC - фильтр выходного напряжения ( $L_1$  и  $C$ ). Инвертор ведущего модуля содержит внутреннюю обратную связь по току конденсатора выходного фильтра с коэффициентом передачи  $k_{C1}$  и петлю главной обратной связи по напряжению с коэффициентом передачи  $k_V$ .

Управляющим сигналом для инверторов ведомых модулей является сигнал выходного тока  $i_{L1}$  инвертора ведущего модуля, а коэффициент передачи инвертора каждого ведомого модуля определяется цепью обратной связи по выходному току ( $k_{Cn}$ ).

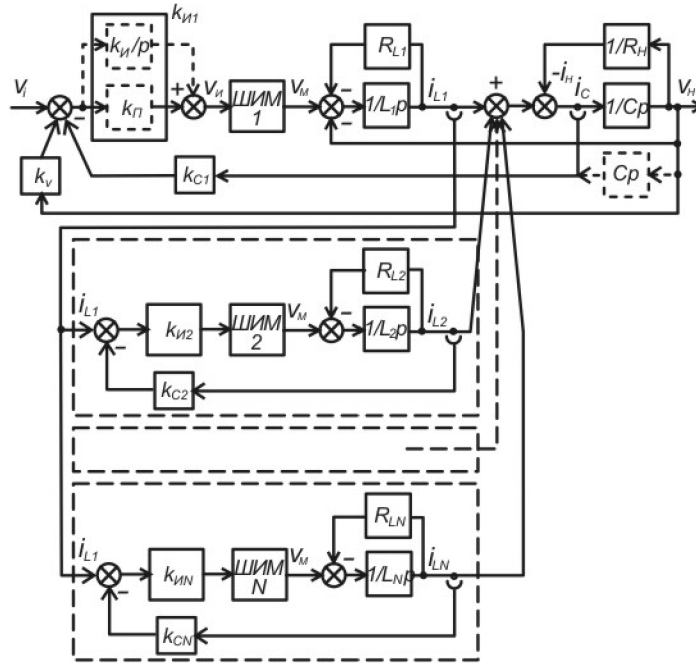


Рис. 1

С учетом цепей обратной связи по напряжению и току передаточная функция замкнутой системы преобразователя ИБП будет равна:

$$W_{и} = \frac{k_{Mn} R_H [1 + G_{и}]}{[R_H C L p^2 + (R_H R_{L1} C + L_1) p + R_{L1}] + R_H [1 + G_{и}] + k_{Mn} R_H (k_{c1} C p + k_v) (1 + G_{и})},$$

Здесь: передаточная функция  $G_{и}$  параллельно соединенных инверторов ведомых модулей:

$$G_{и} = \sum_2^N \left( \frac{k_{Mn}}{L_n p + R_{Ln} + k_{Mn} k_{Cn}} \right)$$

В докладе рассматривается система, в которой инвертор ведущего модуля может быть резервирован как другие (ведомые) инверторы. Таким образом, может быть резервирован весь ведущий модуль, что позволяет повысить надежность всего ИБП. Путем численного моделирования показано, что такой ИБП обладает приемлемым для практики запасом устойчивости и низким коэффициентом нелинейных искажений выходного напряжения. Приведены зависимости нелинейных искажений выходного напряжения ИБП от величины и характера нагрузки.

### Литература

1. Неганов В.А., Гейтенко А.Е, Гейтенко Е.Н. Численное моделирование процессов распределения токов в параллельно включенных инверторах напряжения. Материалы XV Российской научной конференции. Самара, ПГАТИ, 2008 г.
2. Гейтенко А.Е, Гейтенко Е.Н. Моделирование энергетических процессов в фильтре активного типа источника бесперебойного питания. Физика волновых процессов и радиотехнические системы, том 12, №4, Из-во «Самарский университет, Самара, 2009. - С. 112-117.