

математическими ожиданиями и спектральными плотностями равными  $N_{из}(f)/2$ .

Математическую модель генерируемой помехи  $U_{из}(t)$  представим через её комплексную огибающую  $\dot{U}_{из}(t)$ , определяемую соотношением:

$$\dot{U}_{из}(t) = U_{из}^+(t) + jU_{из}^-(t).$$

Тогда модель узкополосного колебания  $U_{из}(t)$  можно представить в виде:

$$U_{из}(t) = \frac{1}{2} \left[ \dot{U}_{из}(t) e^{j2\pi f_{из}t} + \dot{U}_{из}^*(t) e^{-j2\pi f_{из}t} \right] = \text{Re} \left[ \dot{U}_{из}(t) e^{j2\pi f_{из}t} \right].$$

При этом средняя мощность генерируемой помехи равна:

$$P_{из} = M \left[ |U_{из}(t)|^2 \right] = \int_0^{\infty} N_{из}(f) df. \quad (2)$$

УДК 629.7.06.5

## **РЕЗЕРВИРОВАННЫЕ УСТРОЙСТВА БЕСПЕРЕБОЙНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ С РАВНОЗНАЧНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ**

А. Е. Гейтенко

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики (ПГУТИ), г. Самара

Одной из важных тенденций в современных системах электропитания является повышение надежности и качества электрической энергии. Во многих случаях это связано с ростом числа потребителей, критичных к качеству и бесперебойности электропитания, таких как управляющие системы; системы и устройства обработки, хранения и передачи информации; системы обеспечения безопасности, а также электрические системы и оборудование летательных аппаратов.

Среди способов и средств повышения надежности и качества электропитания одним из перспективных направлений являются параллельные модульные системы, в которых типовые модули устройств соединяются параллельно, а преобразование энергии ведется на высокой частоте. К таким устройствам можно отнести импульсные конверторы напряжения постоянного тока, инверторы напряжения переменного тока, которые могут применяться самостоятельно, а также в составе других

устройств, например, выпрямительных установок и источников бесперебойного питания (переменного тока).

В большинстве случаев применения для питания аппаратуры, критичной к надежности и качеству электроэнергии используются преобразователи напряжения. При этом устройства – потребители, как правило, представляют собой изменяющуюся в широких пределах по величине и характеру нагрузку. Параллельное соединение выходов преобразователей напряжения приводит к непростой задаче равномерного распределения их выходных токов.

В качестве одного из способов выравнивания выходных токов преобразователей напряжения, выходы которых соединены параллельно, можно использовать дополнительную обратную связь по разности между средним током  $i_s$  преобразователей и конкретным током  $i_n$  каждого преобразователя, вычисляемой с помощью сумматоров  $S_n$  (рисунок 1).

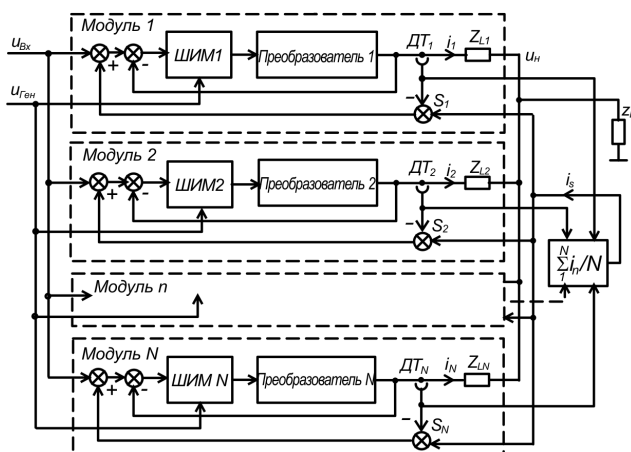


Рисунок 1 – Многомодульный источник электропитания с равнозначным управлением

В такой системе все преобразователи одинаковы и аналогичны по управлению, поэтому способ получил название «равнозначного».

Многомодульный источник включает блок вычисления среднего тока  $i_s = (\sum_1^N i_n) / N$ , значение которого сравнивается с текущим значением выходного тока каждого преобразователя. Разность токов подается на вход в качестве глубокой отрицательной обратной связи. В результате моделирования процессов в модульных устройствах питания показано, что выходные токи соединенных параллельно модулей

сохраняют отклонение от среднего значения менее  $\pm 5\%$  в условиях факторов негативного влияния на отдельные модули.

#### Список использованных источников

1. Гейтенко, А.Е. Исследование устройств бесперебойного питания с параллельным соединением инверторов и равнозначным управлением. /А.Е. Гейтенко, О.В. Осипов// Инфокоммуникационные технологии. — 2019. — Т.17. — №4. – С. 419-425.

2. Пат. № 2658621 РФ. Способ управления резервированными модулями источника бесперебойного питания/ А.Е. Гейтенко, Е.Н. Гейтенко:— Бюл. №18, 2018 г.

Гейтенко Александр Евгеньевич инженер АО «ПМК-402» Адрес: 443099, г. Самара, ул. Чапаевская, 114. Тел. +7 (846) 330-10-35. E-mail: mail@pmk402.ru

УДК 621.396.67

### ПОЛЕ ВБЛИЗИ КОНТУРА КРУГОВОГО ТОКА

А.А. Балуков, Л. В. Симакова

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», г. Самара

Исследуется ближнее поле кругового контура радиуса  $\alpha$  с электрическим током, в частности, круговой рамочной антенны. Обычно поле и в дальней, и в ближней зоне определяется в дипольном приближении, когда расстояние  $r$  до точки наблюдения значительно больше, чем размеры источника ( $r \gg \alpha$ ). В непосредственной близости к источнику дипольное приближение несправедливо, назовем поле этой области прилегающим (рисунок 1). Результаты данного исследования применимы для расчетов устройств, использующих замкнутые токи (например, токовихревые датчики).

В ближней зоне преобладает квазистационарное поле, которое в любой момент времени  $t$  совпадает со стационарным полем постоянного тока, соответствующего значению переменного тока в этот же момент  $t$ . Это позволяет свести расчет прилегающего поля к расчету стационарного поля.

Начало координат  $O$  совместим с центром контура (рисунок 2).

Координаты точки источника  $Q$  отмечены штрихами:

сферические координаты  $r' = \alpha$ ,  $\theta' = \frac{\pi}{2}$ ,  $\varphi'$ ;

цилиндрические координаты  $\rho' = \alpha$ ,  $\varphi' = 0$ ; радиус-вектор  $\vec{r}' = \vec{\rho}'$ .

Координаты точки наблюдения  $P$  :

сферические  $r, \theta, \varphi$ ; цилиндрические  $\rho, \varphi, z$ ; радиус-вектор  $\vec{r}$ .