

*Белоха Г.С.  
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

## **СТРУКТУРНАЯ ИНВАРИАНТНОСТЬ ЧАСТОТНО-ТОКОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ**

*Показано, що частотно - струмовий перетворювач володіє структурною властивістю пригнічувати збурення.*

*Ключові слова: частотно-струмовий перетворювач, чутливість, інваріантність.*

*Показано, что частотно - токовый преобразователь обладает структурным свойством подавлять возмущения.*

*Ключевые слова: частотно-токовый преобразователь, чувствительность, инвариантность.*

**Введение.** Современные системы автоматического регулирования САР работают в условиях постоянно действующих на них различного рода возмущений (колебания напряжения сети, изменение параметров каналов управления, объекта и т.д.), которые существенно ухудшают качество работы САР. Уменьшить степень воздействия последних удастся путем придания САР тем или иным способом свойств инвариантности.

Созвучна этой проблеме и проблема чувствительности, которая впервые была сформулирована в работе Боде [1]: в какой мере изменение параметров или характеристик отдельных элементов влияет на динамические свойства системы, состоящей из этих элементов в целом.

В [2] предлагается рассматривать решение этой проблемы с точки зрения возможности выбора такой структуры САР, которая обеспечила бы малую зависимость изменения свойств системы при значительном изменении параметров или характеристик ее отдельных элементов.

В [3] рассмотрен частотно-токовый преобразователь (ЧТП), в котором реализована его малая чувствительность к действию возмущений, но структура ЧТП была выбрана исходя из других критериев.

**Цель работы.** Доказать, что малая чувствительность ЧТП к действию возмущений является также и структурным его свойством.

**Материалы исследования.** На рисунке 1 представлена схема ЧТП, в котором его малая чувствительность к действию возмущений реализована посредством применения релейного принципа управления.

На рисунке 2 представлена работа ЧТП при действии возмущения в виде изменения напряжения сети. Ток при этом в нагрузке остался синусоидальным и неизменным по величине.

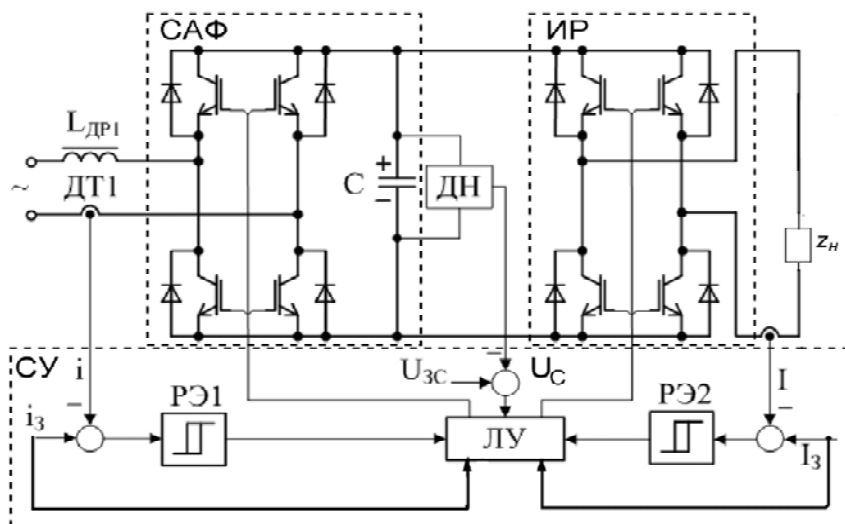


Рисунок 1 – Функциональная схема

ДТ1 – датчик потребляемого из сети тока; ДТ2 – датчик тока нагрузки;  
 ДН – датчик напряжения на конденсаторе; СУ – система управления;  
 САФ – силовой активный фильтр; ИР – импульсный регулятор

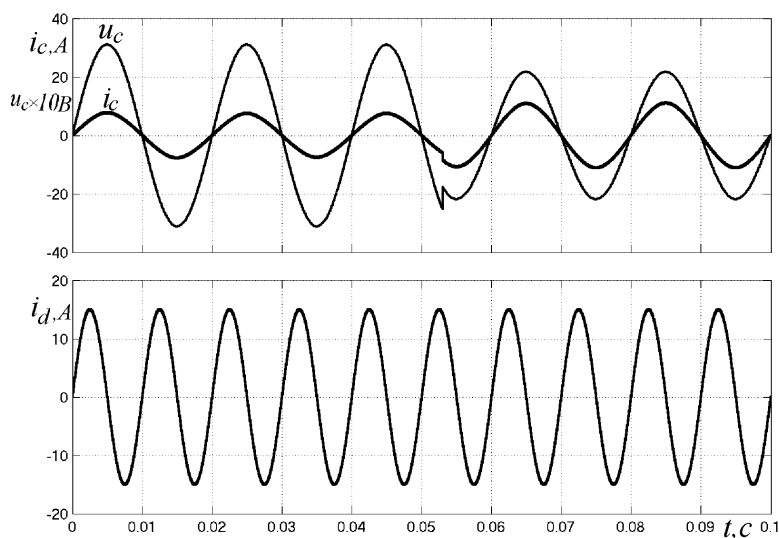


Рисунок 2 – Реакция ЧТП на действие возмущения

Способ аппроксимации ЧТП как динамического звена определим, исследовав его реакцию на гармоническое управляющее воздействие. С этой целью на вход ЧТП подавались фиксированные по амплитуде гармонические воздействия вида  $i_3 = I_{3m} \sin \omega t$  с постепенным увеличением их частоты. На выходе ЧТП фиксировалась и сравнивалась амплитуда гармонических колебаний выходного тока  $i_3 = I_{dm} \sin \omega t$  с амплитудой входного сигнала  $i_3$ . По результатам обработки осциллограмм получены зависимости отношений амплитуд  $A = I_{dm} / I_{3m}$  от частоты гармонического воздействия. Эта зависимость представляет собой амплитудно-частотную характеристику, которая является максимально исчерпывающим описанием динамических свойств отдельных звеньев и САП в целом [4]. На рисунке 3 представлена зависимость  $A(f)$  при напряжении на конденсаторе  $U_C=600$ .

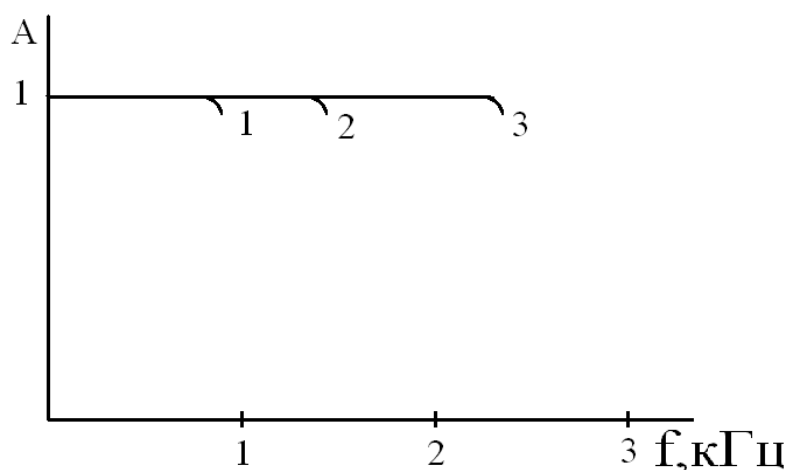


Рисунок 3 – Зависимость  $A(f)$  при  $U_C=600$

1 –  $L_n = 3 \text{ мГн}$ ; 2 –  $L_n = 2 \text{ мГн}$ ; 3 –  $L_n = 1 \text{ мГн}$

Таким образом, в диапазоне частот когда  $A(f)=1$ , ЧТП может быть аппроксимирован безинерционным звеном, т.е. релейный элемент РЭ2 и преобразователь можно представить силовым безинерционным ключом. В соответствии с этим структурная схема ЧПТ будет иметь вид представленный на рисунке 4.

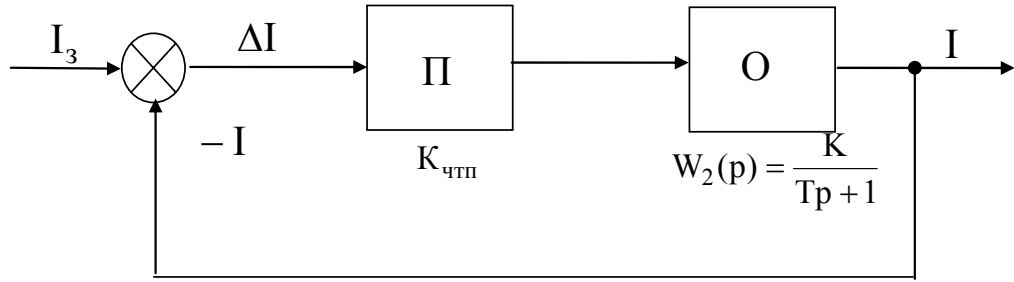


Рисунок 4 – Структурная схема ЧТП

П – преобразователь, О – объект

В качестве показателя чувствительности Боде ввел коэффициент чувствительности, который определяет отношение изменения передаточной функции всей системы к изменению передаточной функции объекта.

$$S_{W_2(p)}^{K(p)} = \frac{d \ln K(p)}{d \ln W_2(p)} = \frac{dK(p)}{dW_2(p)} \cdot \frac{W_2(p)}{K(p)} \quad (1)$$

Чем меньше  $S_{W_2(p)}^{K(p)}$ , тем меньше зависят свойства системы от изменений параметров объекта  $W_2(p)$ .

Передаточная функция замкнутой системы ( рисунке 4) запишется в виде:

$$K(p) = \frac{K_{чтп} \cdot W_2(p)}{1 + K_{чтп} \cdot W_2(p)} \quad (2)$$

Запишем выражение для коэффициента чувствительности согласно (1) :

$$S_{W_2(p)_o}^{K(p)} = \frac{K_{тп} (1 + K_{чтп} \cdot W_2(p)) - K_{чтп} \cdot W_2(p) \cdot K_{тп}}{(1 + K_{чтп} \cdot W_2(p))^2} \times \\ \times \frac{W_2(p)}{K_{чтп} \cdot W_2(p)} (1 + K_{чтп} \cdot W_2(p)) \quad (3)$$

После преобразований имеем

$$S_{W(p)_o}^{K(p)} = \frac{1}{1 + K_{чтп} \cdot W_2(p)}. \quad (4)$$

Поскольку речь идет о преобразовательной системе с релейным управлением, в которой большой коэффициент усиления реализован релейным элементом, работающим в скользящем режиме, то положив в уравнении  $K_{чтп} \rightarrow \infty$  будем иметь

$$\lim_{K_{чтп} \rightarrow \infty} S_{W(p)_o}^{K(p)} = 0. \quad (5)$$

**Вывод.** Таким образом, предложенный частотно – токовый преобразователь обладает также и структурным свойством подавлять возмущения.

#### **Библиографический список**

1. Bode H.W. *Network analysis and feedback amplifier design*/ H.W. Bode – New York, D. Van Nostrand company, inc. - 1945.
2. Мееров М.В. *Синтез структур систем автоматического регулирования высокой мощности* / М.В. Мееров. – М.:Наука. – 1967. – 424с.
3. Самчелев Ю.П. *Однофазный частотно-токовый преобразователь* / Ю.П. Самчелев, В.Г. Дрючин, И.С. Шевченко, Г.С. Белоха // *Сборник научных трудов ДонГТУ.* – Алчевск, 2011. – Вып.34. – С. 349-352.
4. Юревич Е.И. *Теория автоматического регулирования* / Е.И. Юревич. – Л.: Энергия, 1969. – 375 с.

*Рекомендована к печати к.т.н., проф. Паэрандом Ю.Э.*