

УДК 681.5

## **СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ**

студент гр.10309114 Коробейник Д.Ю.

*Научный руководитель – Чигарев А.В.*

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

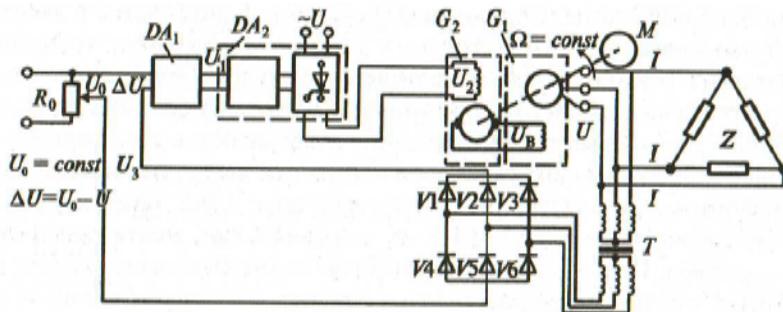
Системы автоматического регулирования (САР) применяются для регулирования отдельных параметров (температура, давление, уровень, расход и т.д.) в объекте управления. В современных системах автоматического управления (САУ) системы автоматического регулирования являются подсистемами САУ и их применяют для регулирования различных параметров при управлении объектом или процессом.

Принцип действия всякой системы автоматического регулирования (САР) заключается в том, чтобы обнаруживать отклонения регулируемых величин, характеризующих работу объекта или протекание процесса от требуемого режима и при этом воздействовать на объект или процесс так, чтобы устранять эти отклонения.

Для осуществления автоматического регулирования к регулируемому объекту подключается автоматический регулятор, вырабатывающий управляющее воздействие на регулируемый орган. Это управляющее воздействие вырабатывается регулятором в зависимости от разности между текущим значением регулируемой величины (температуры, давления, уровня жидкости и т. д.), измеряемой датчиком, и желаемым её значением, устанавливаемым задатчиком. Регулируемый объект и автоматический регулятор вместе образуют систему автоматического регулирования.

Основным признаком САР, является наличие главной обратной связи, по которой регулятор контролирует значение регулируемого параметра.

Для САР напряжения синхронного генератора (рис. 2.30) составить структурную схему. В данной автоматической системе применены элементы, динамические свойства которых изучены, и их динамические характеристики приводятся в технической литературе по автоматике.



a

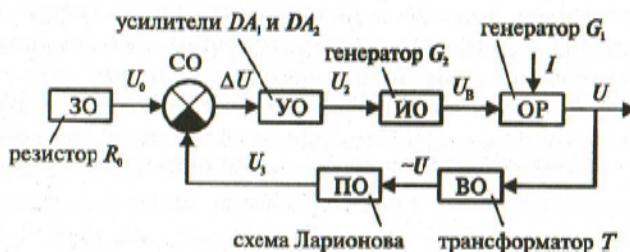


Рисунок 1 – Упрощённая принципиальная (а) и функциональная (б) схемы

Динамические свойства объекта регулировани и элементов САР описываются следующими дифференциальными уравнениями.

Объект регулирования (синхронный генератор):

$$T_0 \frac{dU}{dt} + U = k'_0 U_E - k''_0 (T_0 \frac{dI}{dt} + I) \quad (1)$$

где  $T_0$  – постоянная времени

$k'_0$  - передаточный коэффициент по регулирующему воздействию;

$k''_0$  - передаточный коэффициент по возмущающему воздействию.

Исполнительный орган (возбудитель – генератор постоянного тока):

$$T_{\text{н}} \frac{dU_{\text{н}}}{dt} + U_{\text{н}} = k_{\text{н}} U_2 \quad (2)$$

где  $T_{\pi}$  – постоянная времени;

$k_{\pi}$  - передаточный коэффициент по регулируемому воздействию;  
Усилительный орган 2 (тиристорный усилитель мощности):

$$U_2 = k_2 U_1 \quad (3)$$

где  $k_2$  - коэффициент усиления усилителя;

Усилительный орган 1 (электронный усилитель напряжения):

$$U_1 = k_1 \Delta U \quad (4)$$

где  $k_1$  – коэффициент усиления электронного усилителя.

Воспринимающий орган (понижающий трансформатор):

$$U_{\sim} = k_b U \quad (5)$$

где  $k_b$  – передаточный коэффициент (коэффициент трансформации).

Преобразующий орган (выпрямительная схема Ларионова):

$$U_3 = k_{\pi} U_{\sim} \quad (6)$$

где  $k_{\pi}$  – передаточный коэффициент схемы Ларионова.

Для построения структурной схемы САР необходимо передаточные функции объекта регулирования и элементов системы.

Объект регулирования имеет две входные величины и одну выходную, следовательно, он будет иметь передаточные функции по каждому каналу: по регулируемому и по возмущающему воздействиям.

Передаточную функцию объекта регулирования по регулируемому воздействию  $W_p(p)$ , руководствуясь принципом суперпозиций, определяем на основе (1) при  $I=0$ :

$$T_0 \frac{dU}{dt} + U = k'_0 U_{\text{в}} ,$$

преобразовав его по Лапласу как

$$T_0 p U(p) + U(p) = k'_0 U_{\text{в}}(p)$$

и выполнив следующие элементарные математические преобразования, получим:

$$U(p)[T_0 p + 1] = k'_0 U_{\text{в}}(p);$$

$$W_p(p) = \frac{U(p)}{U_{\text{в}}(p)} = \frac{k'_0}{T_0 p + 1} \quad (7)$$

где  $U(p)$  и  $U_{\text{в}}(p)$  - соответственно изображения по Лапласу регулируемой величины  $U$  и регулирующего воздействия  $U_{\text{в}}$ .

Приняв  $U_{\text{в}} = 0$ , найдём передаточную функцию объекта регулирования по возмущающему воздействию:

$$T_0 \frac{dU}{dt} + U = -k''_0 (T_0 \frac{dI}{dt} + I);$$

$$T_0 p U(p) + U(p) = -k''_0 [T_0 p I(p) + I(p)];$$

$$U(p)[T_0 p + 1] = k''_0 I(p)[T_0 p + 1];$$

$$W_{\alpha}(p) = \frac{U(p)}{I(p)} = \frac{-k''_0 [T_0 p + 1]}{T_0 p + 1} = -k''_0 \quad (8)$$

где  $I(p)$  изображение по Лапласу возмущающего воздействия  $I$ .

С учётом найденных передаточных функций структурную схему объекта регулирования можно представить в виде, показанном на рис.2.

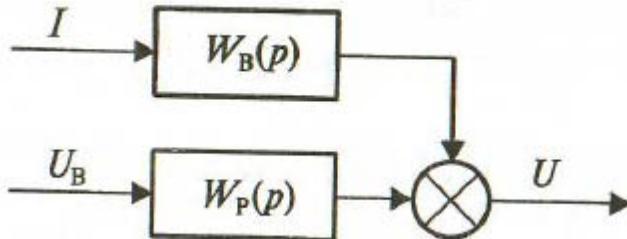


Рисунок 2 – Структурная схема объекта регулирования

Передаточные функции остальных элементов САР, найденные аналогично на основе уравнений (2)-(6), имеют следующий вид:

- передаточная функция исполнительного органа

$$W_{ИО}(p) = \frac{k_{И}}{T_{ИР}+1}; \quad (9)$$

- передаточная функция усилительного органа 2

$$W_{y2}(p) = k_2; \quad (10)$$

- передаточная функция усилительного органа 1

$$W_{y1}(p) = k_1; \quad (11)$$

- передаточная функция воспринимающего органа

$$W_{ВО}(p) = k_В; \quad (12)$$

- передаточная функция преобразующего органа

$$W_{ПО}(p) = k_П; \quad (13)$$

На основе исходной функциональной схемы САР и найденных передаточных функций составим схему путём замены объекта регулирования в схеме (рис. 1, б) его структурной схемой (рис. 2) и замещением функциональных обозначений элементов соответствующими им передаточными функциями (9)-(13). В результате получим структурную схему, показанную на (рис. 3).

Передаточные функции остальных элементов САР, найденные аналогично на основе уравнений (2)-(6), имеют следующий вид:

- передаточная функция исполнительного органа

$$W_{ИО}(p) = \frac{k_{И}}{T_{ИР}+1}; \quad (9)$$

- передаточная функция усилительного органа 2

$$W_{y2}(p) = k_2; \quad (10)$$

- передаточная функция усилительного органа 1

$$W_{y1}(p) = k_1; \quad (11)$$

- передаточная функция воспринимающего органа

$$W_{BO}(p) = k_B; \quad (12)$$

- передаточная функция преобразующего органа

$$W_{\Pi O}(p) = k_{\Pi}; \quad (13)$$

На основе исходной функциональной схемы САР и найденных передаточных функций составим схему путём замены объекта регулирования в схеме (рис. 1, б) его структурной схемой (рис. 2) и замещением функциональных обозначений элементов соответствующими им передаточными функциями (9)-(13). В результате получим структурную схему, показанную на (рис. 3).

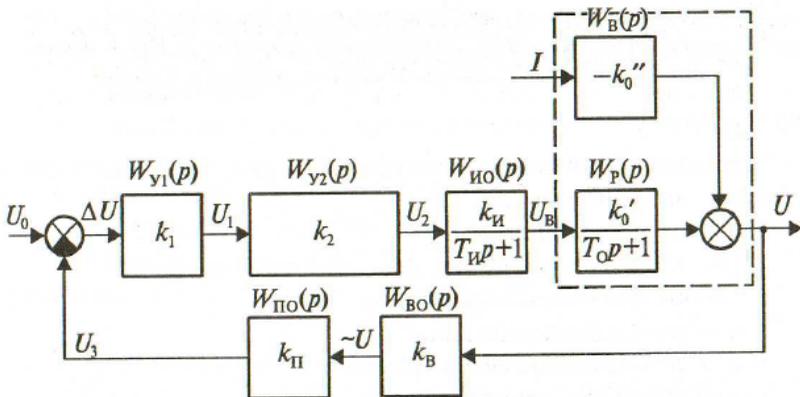


Рисунок 3 – Структурная схема САР напряжения синхронного генератора

Структурная схема построена успешно. Рассмотрены передаточные функции объекта регулирования и элементов системы.