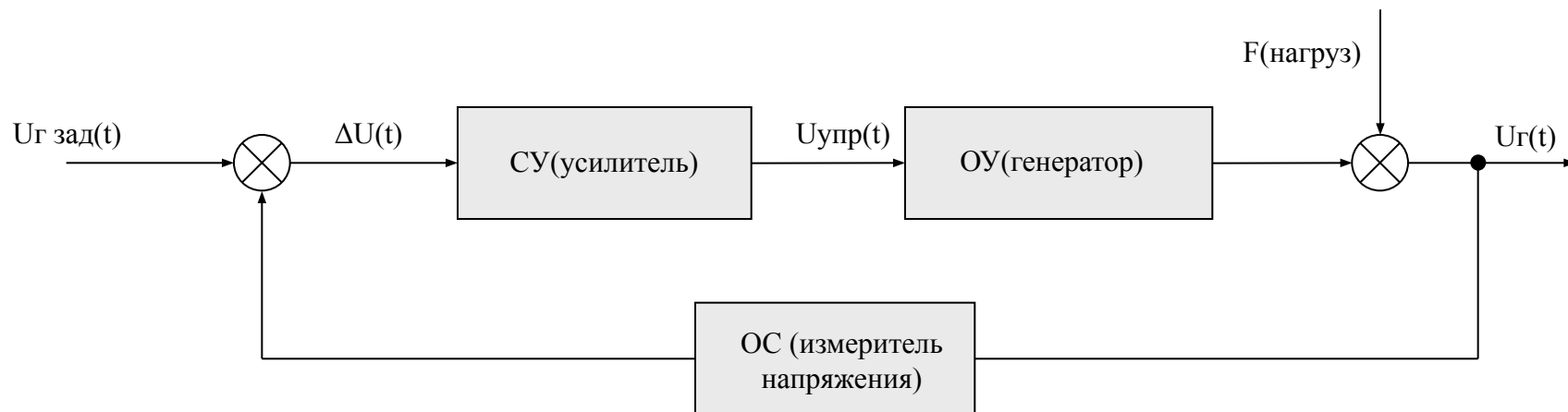
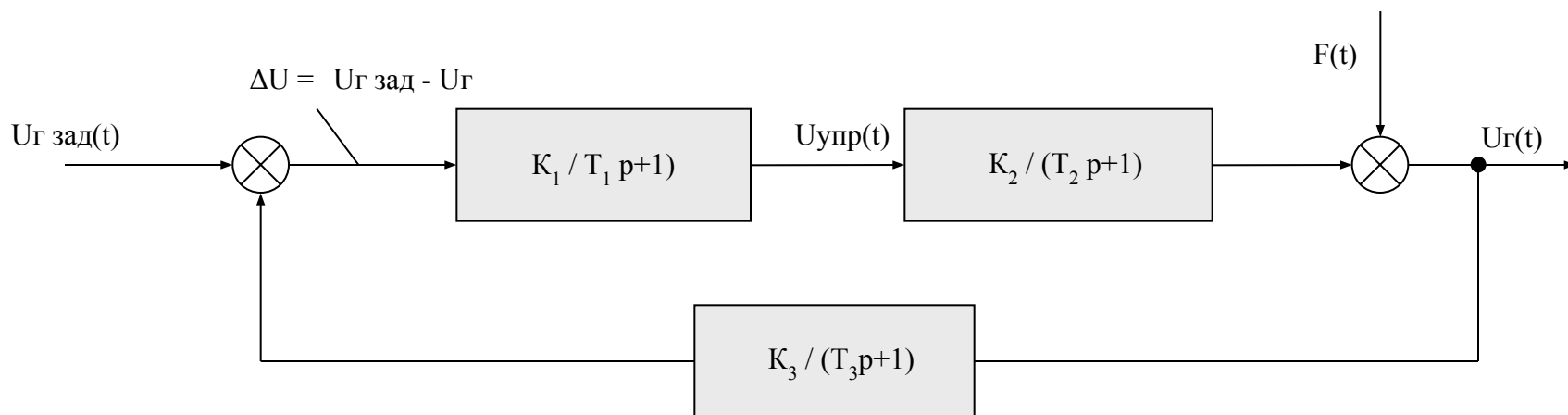


К лабораторной работе №3

1. Функциональная схема системы управления напряжением синхронного генератора



2. Структурная схема САУ



3. Расчет передаточной функции $W_{u_{\Gamma 3}}^{u_{\Gamma}}(p)$

$$W_{u_{\Gamma 3}}^{u_{\Gamma}}(p) = U_{\Gamma}(p) / U_{\Gamma 3}(p) \quad (\text{при этом считаем, что } F(t) = 0)$$

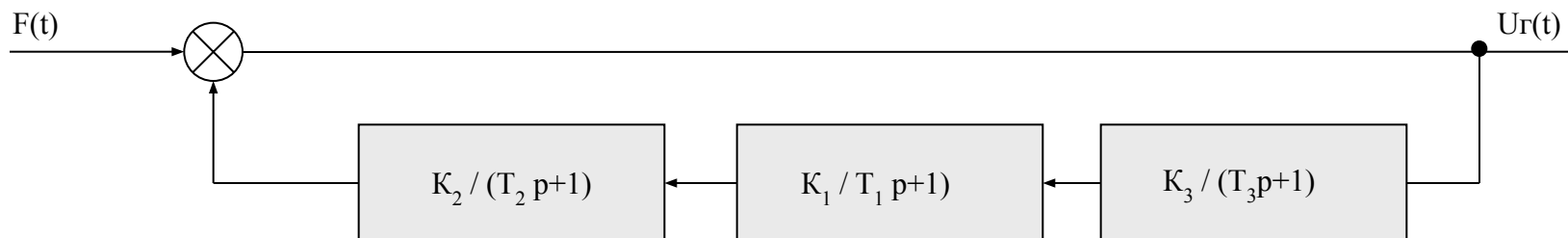
$$W_{u_{\Gamma 3}}^{u_{\Gamma}}(p) = W_{\text{пц}}(p) / 1 + W_{\text{пц}}(p) W_{\text{ос}}(p) = \frac{\frac{K_1 K_2}{(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)}}{1 + \frac{K_1 K_2 K_3}{(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)(T_3 p + 1)}} =$$

$$= \frac{K_1 K_2 (T_3 p + 1)}{T_1 T_2 T_3 p^3 + (T_1 T_2 + T_1 T_3 + T_2 T_3) p^2 + (T_1 + T_2 + T_3) p + 1 + K_1 + K_2 + K_3}$$

4. Расчет передаточной функции $W_F^{u_{\Gamma}}(p)$, в предположении, что $U_{\Gamma 3}(t) = 0$

$$W_F^{u_{\Gamma}}(p) = U_{\Gamma}(p) / F(p)$$

Для расчета перестраиваем структурную схему так, чтобы входом был сигнал $F(t)$, а выходом $U_{\Gamma}(t)$.



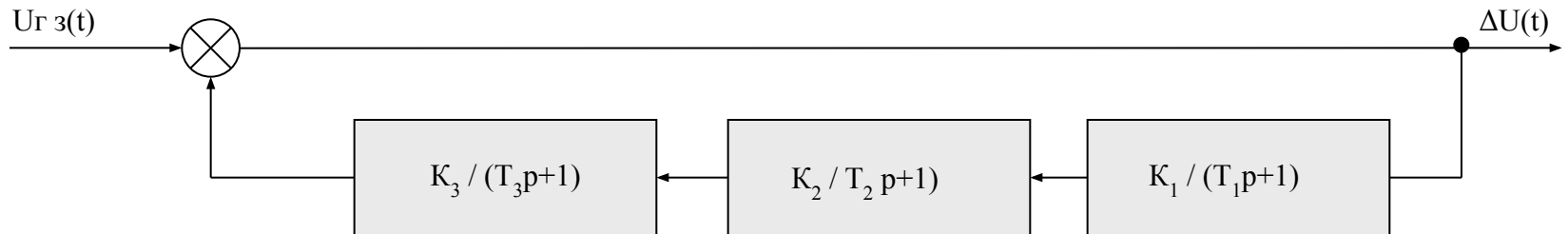
Тогда:

$$W_{F}^{u_r}(p) = \frac{1}{1 + \frac{K_1 K_2 K_3}{(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)(T_3 p + 1)}} =$$

$$= \frac{T_1 T_2 T_3 p^3 + (T_1 T_2 + T_1 T_3 + T_2 T_3) p^2 + (T_1 + T_2 + T_3) p + 1}{T_1 T_2 T_3 p^3 + (T_1 T_2 + T_1 T_3 + T_2 T_3) p^2 + (T_1 + T_2 + T_3) p + 1 + K_1 + K_2 + K_3}$$

5. Расчет передаточной функции $W_{\text{УГЗ}}^{\Delta U}(p)$, в предположении, что $F_t = 0$.

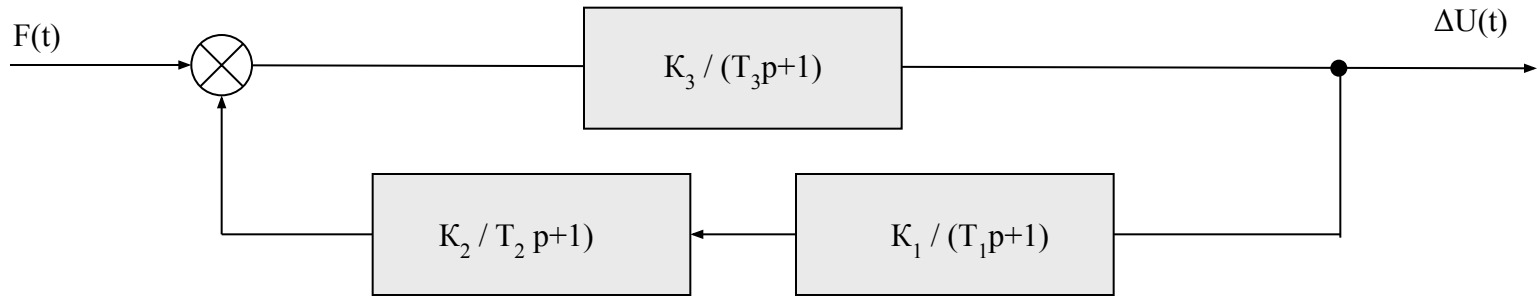
Для расчета перестраиваем структурную схему так, чтобы входом был сигнал $U_{ГЗ}(t)$, а выходом сигнал $\Delta U(t)$. Тогда:



И передаточная функция $W_{\text{УГЗ}}^{\Delta U}(p)$ будет равна $W_F^{u_r}(p)$.

5. Расчет передаточной функции $W_F(p)$, в предположении, что $U_{гз}(t) = 0$.

Для расчета необходимо перестроить структурную схему так, чтобы входом был сигнал $F(t)$, а выходом - $\Delta U(t)$.



$$\begin{aligned}
 W_F(p) &= \frac{\frac{K_3}{T_3 p + 1}}{1 + \frac{K_1 K_2 K_3}{(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)(T_3 p + 1)}} = \\
 &= \frac{K_3 (T_1 p + 1)(T_2 p + 1)}{T_1 T_2 T_3 p^3 + (T_1 T_2 + T_1 T_3 + T_2 T_3) p^2 + (T_1 + T_2 + T_3) p + 1 + K_1 + K_2 + K_3} =
 \end{aligned}$$

$$= \frac{K_3 T_1 T_2 p^2 + K_3 (T_1 + T_2) p + K_3}{T_1 T_2 T_3 p^3 + (T_1 T_2 + T_1 T_3 + T_2 T_3) p^2 + (T_1 + T_2 + T_3) p + 1 + K_1 + K_2 + K_3}$$

Как видно, у всех четырех передаточных функций замкнутой системы одинаковый знаменатель, который называется характеристическим полиномом. Если его приравнять нулю, то получим характеристическое уравнение, определяющее динамику работы САУ.

$$T_1 T_2 T_3 p^3 + (T_1 T_2 + T_1 T_3 + T_2 T_3) p^2 + (T_1 + T_2 + T_3) p + 1 + K_1 + K_2 + K_3 = 0$$

или $a_0 p^3 + a_1 p^2 + a_2 p + a_3 = 0,$

где:

$$a_0 = T_1 T_2 T_3 \quad a_1 = (T_1 T_2 + T_1 T_3 + T_2 T_3)$$

$$a_2 = (T_1 + T_2 + T_3) \quad a_3 = 1 + K_1 + K_2 + K_3$$

Если известна ПФ замкнутой системы, то от нее легко перейти к дифференциальному уравнению системы.

Например:

$$W_{\text{уз}}^{u_r}(p) = U_r(p) / U_{r3}(p) \longrightarrow U_r(p) = W_{\text{уз}}^{u_r}(p) U_{r3}(p)$$

$$U_r(p) = \frac{(K_1 K_2 T_3 p + K_1 K_2) U_{r3}(p)}{T_1 T_2 T_3 p^3 + (T_1 T_2 + T_1 T_3 + T_2 T_3) p^2 + (T_1 + T_2 + T_3) p + 1 + K_1 + K_2 + K_3}$$

$$[T_1 T_2 T_3 p^3 + (T_1 T_2 + T_1 T_3 + T_2 T_3) p^2 + (T_1 + T_2 + T_3) p + 1 + K_1 + K_2 + K_3] U_{\Gamma}(p) =$$

$$= (K_1 K_2 T_3 p + K_1 K_2) U_{\Gamma 3}(p)$$

Далее путем замены $p = \frac{d}{dt}$ переходим от операторного уравнения к дифференциальному:

$$T_1 T_2 T_3 \frac{d^3 U_{\hat{A}}(t)}{dt^3} + (T_1 T_2 + T_1 T_3 + T_2 T_3) \frac{d^2 U_{\hat{A}}(t)}{dt^2} + (T_1 + T_2 + T_3) \frac{d U_{\hat{A}}(t)}{dt} +$$

$$+ (1 + K_1 K_2 K_3) U_{\Gamma}(t) = K_1 K_2 T_3 \frac{d U_{\hat{A}\zeta}(t)}{dt} + K_1 K_2 U_{\Gamma 3}(t)$$

Рассчитать величину статической ошибки САУ по управлению и возмущению можно следующим образом, используя теорему о предельном переходе:

$$\Delta U_{\text{CT}}^{U_{\Gamma 3}} = \lim_{t \rightarrow \infty} \Delta U(t) = \lim_{p \rightarrow 0} \Delta U(p) p = \lim_{p \rightarrow 0} W_{U_{\Gamma 3}}(p) U_{\Gamma 3}(p) p =$$

$$= \lim_{p \rightarrow 0} \frac{\hat{E}_1 \hat{E}_2 T_3 p + K_1 K_2}{0 \dot{O}_1 \dot{O}_2 \dot{O}_3 \delta^3 + (\dot{O}_1 \dot{O}_2 + \dot{O}_1 \dot{O}_3 + \dot{O}_2 \dot{O}_3) \delta^2 + (\dot{O}_1 + \dot{O}_2 + \dot{O}_3) \delta + 1 + \hat{E}_1 + \hat{E}_2 + \hat{E}_3} \cdot \frac{1}{p} \cdot \cancel{p} =$$

$$= W_{U_{\Gamma 3}}(0) = \frac{K_1 K_2}{1 + K_1 K_2 K_3}$$