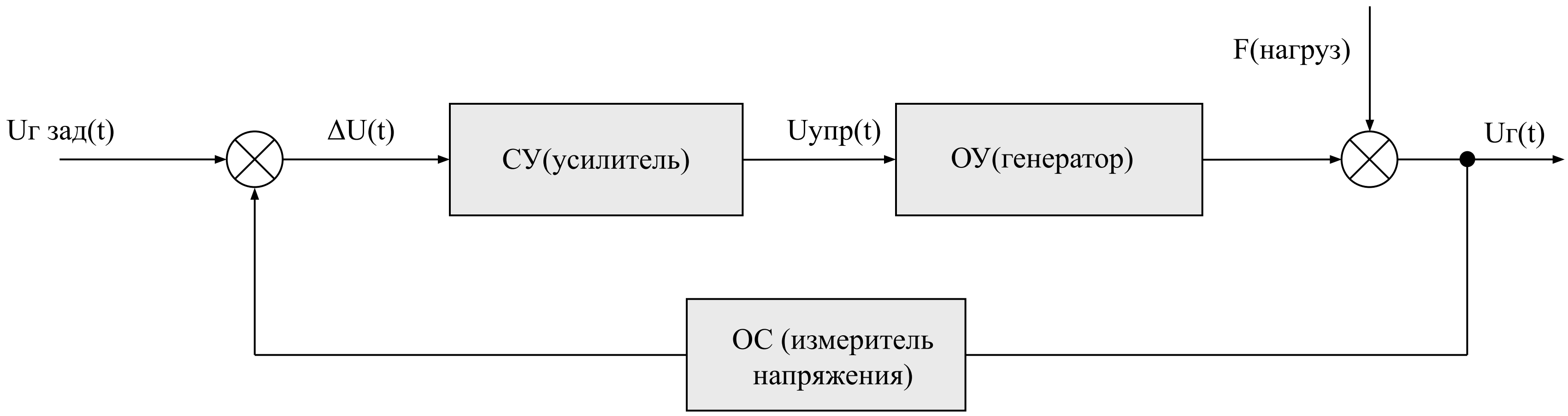
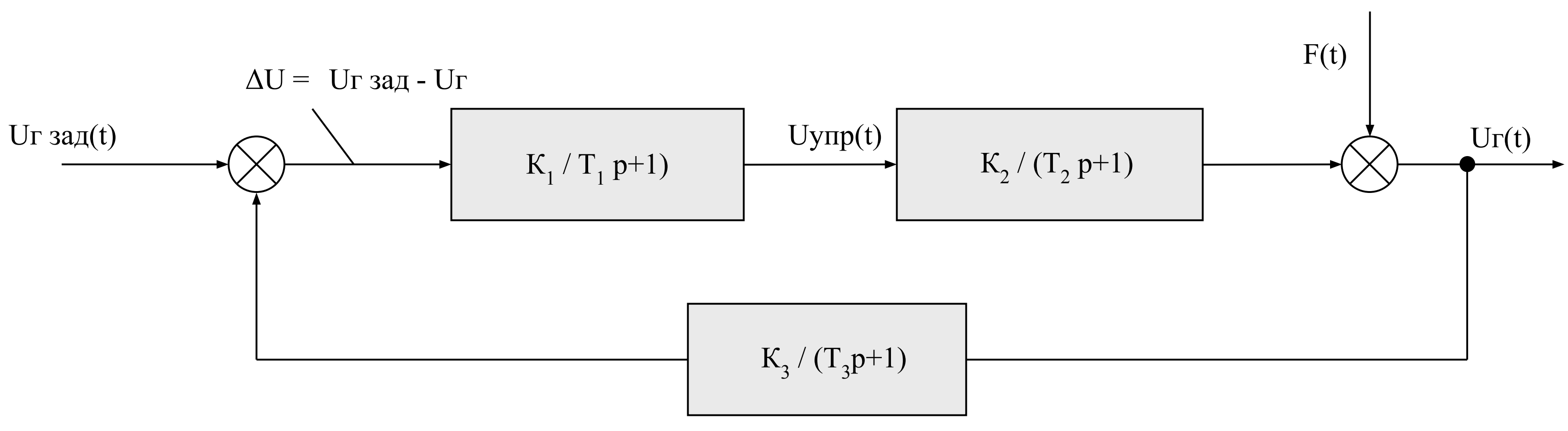
К лабораторной работе №3

1. Функциональная схема системы управления напряжением синхронного генератора



2. Структурная схема САУ



3. Расчет передаточной функции $W^{u_{г}}_{u_{г\,з}}(p)$

$W^{u_{г}}_{u_{г\,з}}(p)$ = Uг(p) / Uгз(p) (при этом считаем, что F(t) = 0)

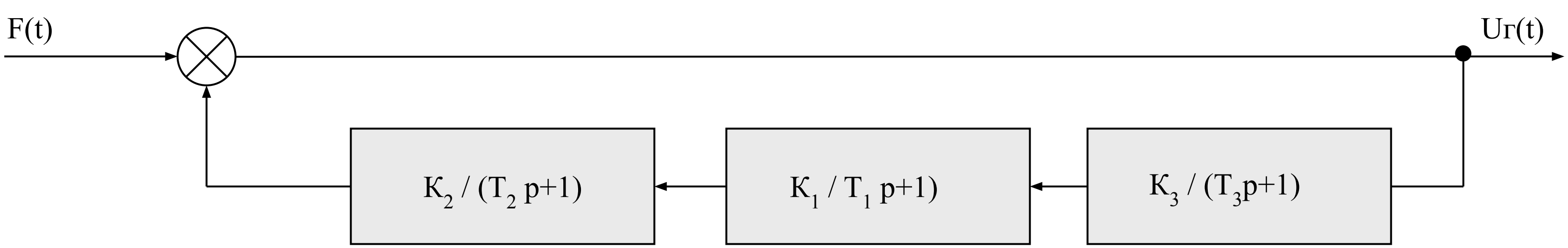
$$W^{u_{г}}_{u_{г\,з}}(p) = W_{пц}(p) / 1 + W_{пц}(p)\, W_{oc}(p) = \frac{\dfrac{K_1K_2}{(T_1p+1)(T_2p+1)}}{1+\dfrac{K_1K_2K_3}{(T_1p+1)(T_2p+1)(T_3p+1)}} =$$

$$= \frac{\hat{E}_1\hat{E}_2(\grave{O}_3\,ð+1)}{\grave{O}_1\grave{O}_2\grave{O}_3\,ð^3+(\grave{O}_1\grave{O}_2+\grave{O}_1\grave{O}_3+\grave{O}_2\grave{O}_3)\,ð^2+(\grave{O}_1+\grave{O}_2+\grave{O}_3)\,ð+1+\hat{E}_1\hat{E}_2\hat{E}_3}$$

4. Расчет передаточной функции $W^{u_{г}}_{F}(p)$, в предположении, что Uг з(t) = 0

$W^{u_{г}}_{F}(p)$ = Uг(p) / F(p)

Для расчета перестраиваем структурную схему так, чтобы входом был сигнал F(t), а выходом Uг(t).

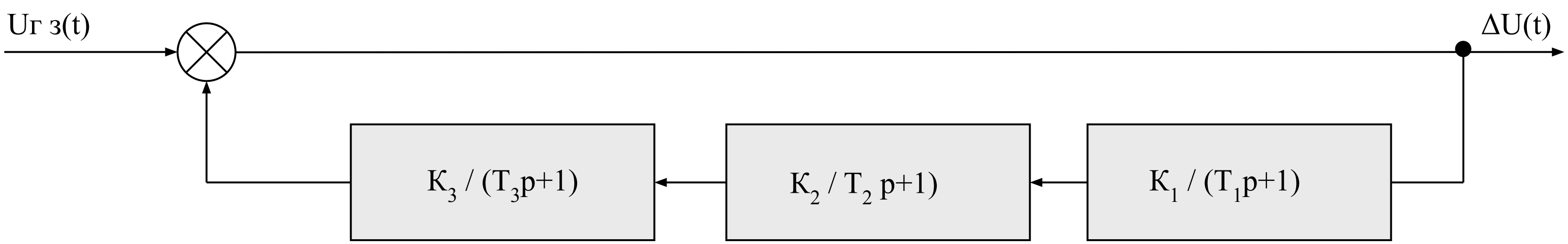


Тогда: $$W_F^{u_г}(p) = \frac{1}{1+\dfrac{K_1K_2K_3}{(T_1p+1)(T_2p+1)(T_3p+1)}} =$$

$$= \frac{T_1T_2T_3\,p^3+(T_1T_2+T_1T_3+T_2T_3)\,p^2+(T_1+T_2+T_3)\,p+1}{T_1T_2T_3\,p^3+(T_1T_2+T_1T_3+T_2T_3)\,p^2+(T_1+T_2+T_3)\,p+1+K_1K_2K_3}$$

5. Расчет передаточной функции $W_{uг\ з}^{\Delta U}(p)$, в предположении, что F(t) = 0.

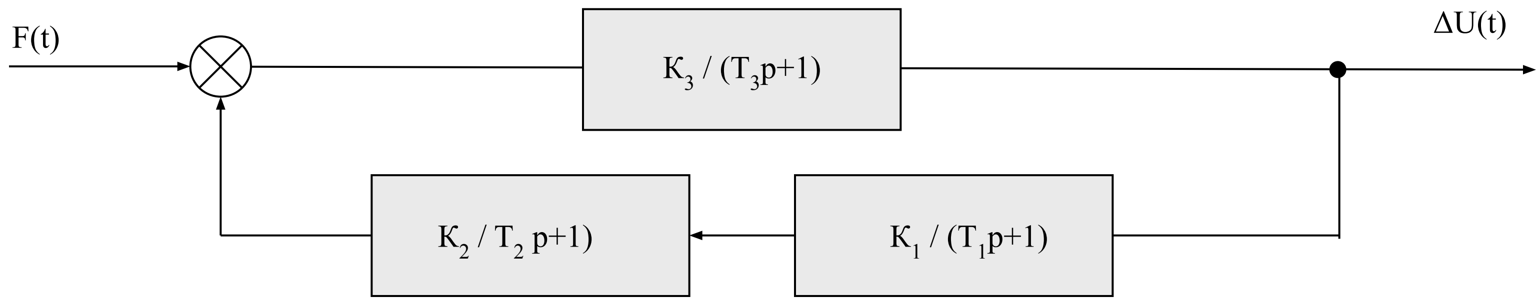
Для расчета перестраиваем структурную схему так, чтобы входом был сигнал Uг з(t), а выходом сигнал ΔU(t). Тогда:



И передаточная функция $W_{Uг\ з}^{\Delta U}(p)$ будет равна $W_F^{Uг}(p)$.

5. Расчет передаточной функции $W_F^{\Delta U}(p)$, в предположении, что Uг з(t) = 0.

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



$$W_F^{\Delta U}(p) = \frac{\dfrac{K_3}{T_3 p+1}}{1+\dfrac{K_1 K_2 K_3}{(T_1 p+1)(T_2 p+1)(T_3 p+1)}} =$$

$$= \frac{K_3 (T_1 p+1)(T_2+1)}{\grave{O}_1\grave{O}_2\grave{O}_3\,\eth^3 + (\grave{O}_1\grave{O}_2 + \grave{O}_1\grave{O}_3 + \grave{O}_2\grave{O}_3)\,\eth^2 + (\grave{O}_1 + \grave{O}_2 + \grave{O}_3)\,\eth + 1 + \hat{E}_1\hat{E}_2\hat{E}_3} =$$

$$= \frac{K_3 T_1 T_2 p^2 + K_3 (T_1 + T_2) p + K_3}{\grave{O}_1\grave{O}_2\grave{O}_3 \partial^3 + (\grave{O}_1\grave{O}_2 + \grave{O}_1\grave{O}_3 + \grave{O}_2\grave{O}_3) \partial^2 + (\grave{O}_1 + \grave{O}_2 + \grave{O}_3) \partial + 1 + \hat{E}_1\hat{E}_2\hat{E}_3}$$

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.

$$\grave{O}_1\grave{O}_2\grave{O}_3 \partial^3 + (\grave{O}_1\grave{O}_2 + \grave{O}_1\grave{O}_3 + \grave{O}_2\grave{O}_3) \partial^2 + (\grave{O}_1 + \grave{O}_2 + \grave{O}_3) \partial + 1 + \hat{E}_1\hat{E}_2\hat{E}_3 = 0$$

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

где:

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

$a_2 = (T_1 + T_2 + T_3)$ $\qquad$ $a_3 = 1 + \hat{E}_1\hat{E}_2\hat{E}_3$

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

Например:

$$W^{u_г}_{uг\,з}(p) = Uг(p) \,/\, Uг\,з(p) \longrightarrow \quad Uг(p) = W^{u_г}_{uг\,з}(p)\, Uг\,з(p)$$

$$Uг(p) = \frac{(K_1 K_2 T_3 p + K_1 K_2)\, Uг\,з(p)}{\grave{O}_1\grave{O}_2\grave{O}_3 \partial^3 + (\grave{O}_1\grave{O}_2 + \grave{O}_1\grave{O}_3 + \grave{O}_2\grave{O}_3) \partial^2 + (\grave{O}_1 + \grave{O}_2 + \grave{O}_3) \partial + 1 + \hat{E}_1\hat{E}_2\hat{E}_3}$$

$$[\grave{O}_1\grave{O}_2\grave{O}_3\,ð^3 + (\grave{O}_1\grave{O}_2 + \grave{O}_1\grave{O}_3 + \grave{O}_2\grave{O}_3)\,ð^2 + (\grave{O}_1 + \grave{O}_2 + \grave{O}_3)\,ð + 1 + \hat{E}_1\hat{E}_2\hat{E}_3]\ \text{Uг (p)} \quad =$$

$$= (K_1K_2T_3\,p + K_1K_2)\ \text{Uг з(p)}$$

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

$$T_1T_2T_3\ \frac{d^3U_Г(t)}{dt^3} + (T_1T_2 + T_1T_3 + T_2T_3)\ \frac{d^2U_Г(t)}{dt^2} + (T_1 + T_2 + T_3)\ \frac{dU_Г(t)}{dt} +$$

$$+ (1 + K_1K_2K_3)\ U_Г(t) = K_1K_2T_3\ \frac{dU_{Г З}(t)}{dt} + K_1K_2U_{Г З}(t)$$

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

$$\Delta U_{СТ}^{U_{ГЗ}} = \lim_{t \to \infty} \Delta U(t) = \lim_{p \to 0} \Delta U(p)\,p = \lim_{p \to 0} W_{U\,ГЗ}^{\Delta U}(p)\ U_{ГЗ}(p)\,p =$$

$$= \lim_{p \to 0} \frac{\grave{O}_1\grave{O}_2\grave{O}_3\,ð^3 + (\grave{O}_1\grave{O}_2 + \grave{O}_1\grave{O}_3 + \grave{O}_2\grave{O}_3)\,ð^2 + (\grave{O}_1 + \grave{O}_2 + \grave{O}_3)\,ð + 1}{\grave{O}_1\grave{O}_2\grave{O}_3\,ð^3 + (\grave{O}_1\grave{O}_2 + \grave{O}_1\grave{O}_3 + \grave{O}_2\grave{O}_3)\,ð^2 + (\grave{O}_1 + \grave{O}_2 + \grave{O}_3)\,ð + 1 + \hat{E}_1\hat{E}_2\hat{E}_3} \cdot \frac{1}{\cancel{p}} \cdot \cancel{p} =$$

$$= W_{U\,ГЗ}^{\Delta U}(0) = \boxed{\frac{1}{1 + K_1K_2K_3}}$$

Ошибка по управлению

Ошибка по возмущению:

$$\Delta U_{CT}^{F} = \lim_{t \to \infty} \Delta U(t) = \lim_{p \to 0} \Delta U(p)\, p = \lim_{p \to 0} W_F^{\Delta U}(p)\, F(p)\, p =$$

$$= \lim_{p \to 0} W_F^{\Delta U}(p) \frac{1}{\cancel{p}} \cancel{p} = W_F^{\Delta U}(0) = \boxed{\frac{K_3}{1 + K_1 K_2 K_3}}$$

Ошибка по возмущению