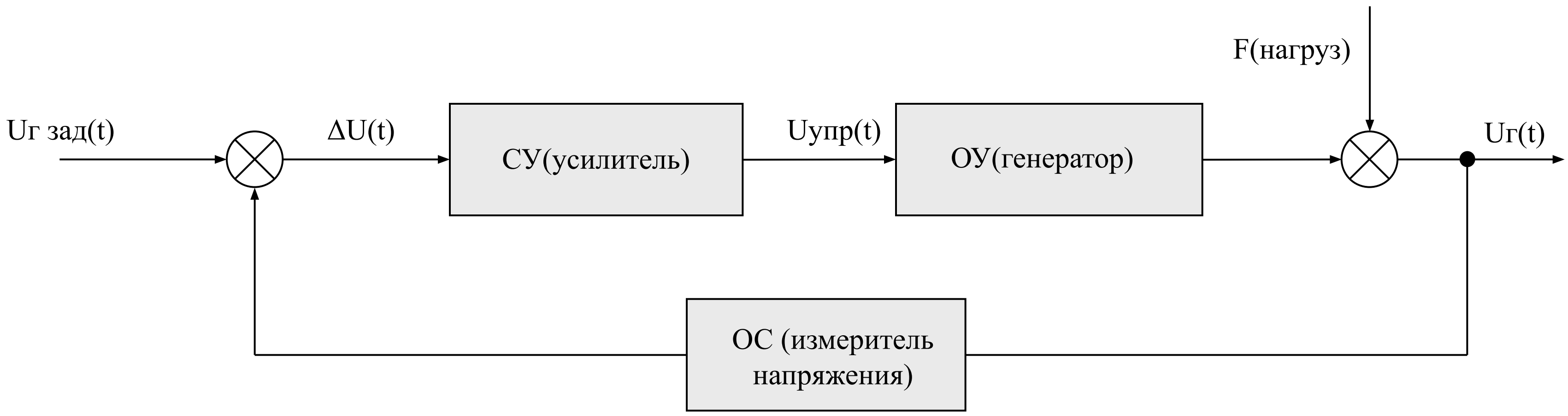
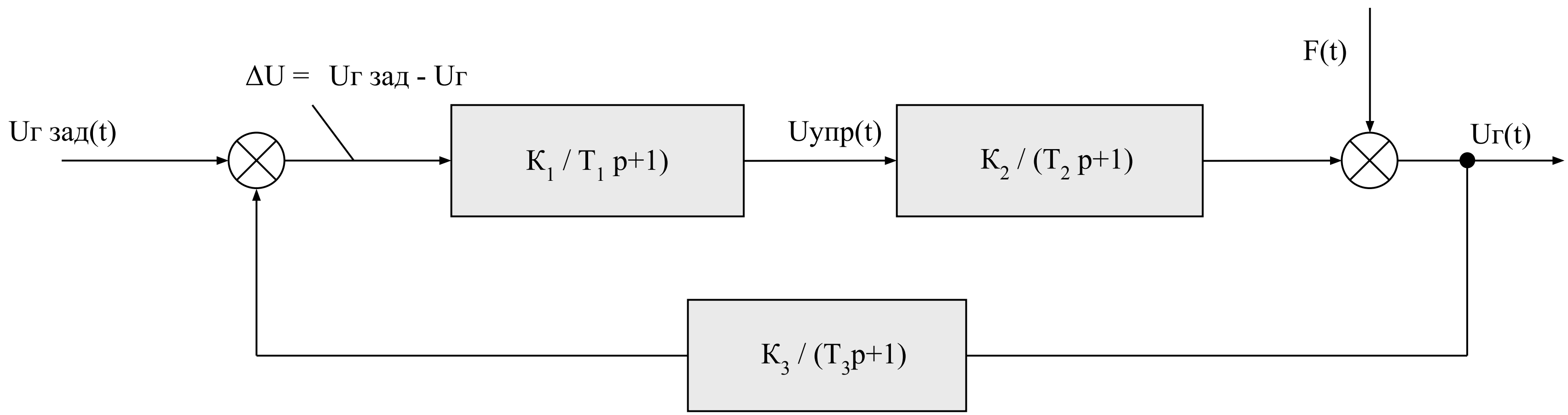
К лабораторной работе №3

1. Функциональная схема системы управления напряжением синхронного генератора



2. Структурная схема САУ



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

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

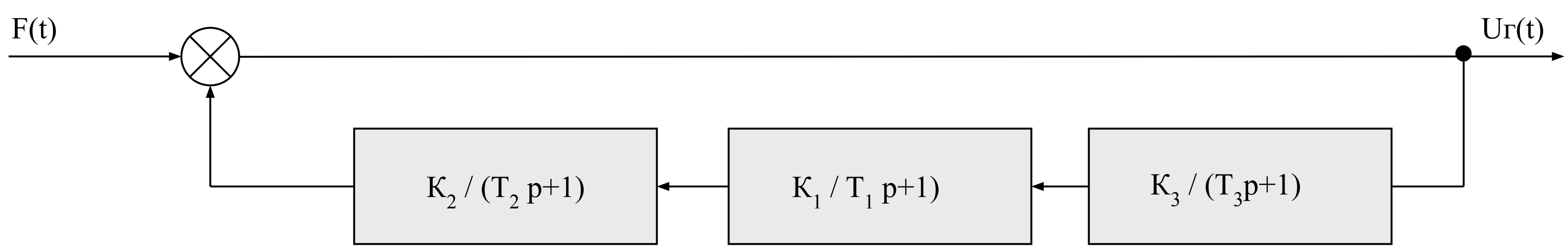
$$W_{u_{г\,з}}^{u_г}(p) = W_{пц}(p) / 1 + W_{пц}(p)\, W_{ос}(p) = \frac{\dfrac{K_1K_2}{(T_1p+1)(T_2p+1)}}{1+\dfrac{K_1K_2K_3}{(T_1p+1)(T_2p+1)(T_3p+1)}} =$$

$$= \frac{K_1K_2(T_3p+1)}{T_1T_2T_3p^3+(T_1T_2+T_1T_3+T_2T_3)p^2+(T_1+T_2+T_3)p+1+K_1+K_2+K_3}$$

4. Расчет передаточной функции $W_F^{u_г}(p)$, в предположении, что Uг з(t) = 0

$W_F^{u_г}(p)$ = Uг(p) / F(p)

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

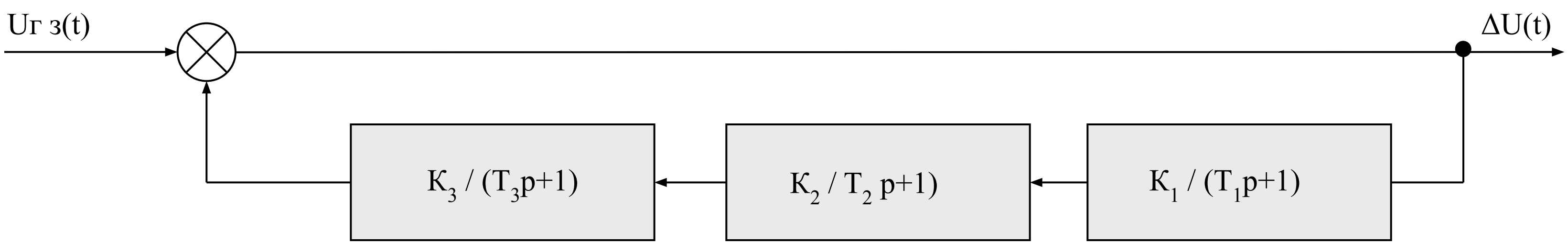


Тогда: $$W_F^{u_г}(p) = \frac{1}{1+\dfrac{K_1K_2K_3}{(T_1p+1)(T_2p+1)(T_3p+1)}} =$$

$$= \frac{T_1T_2T_3p^3+(T_1T_2+T_1T_3+T_2T_3)p^2+(T_1+T_2+T_3)p+1}{T_1T_2T_3p^3+(T_1T_2+T_1T_3+T_2T_3)p^2+(T_1+T_2+T_3)p+1+K_1+K_2+K_3}$$

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

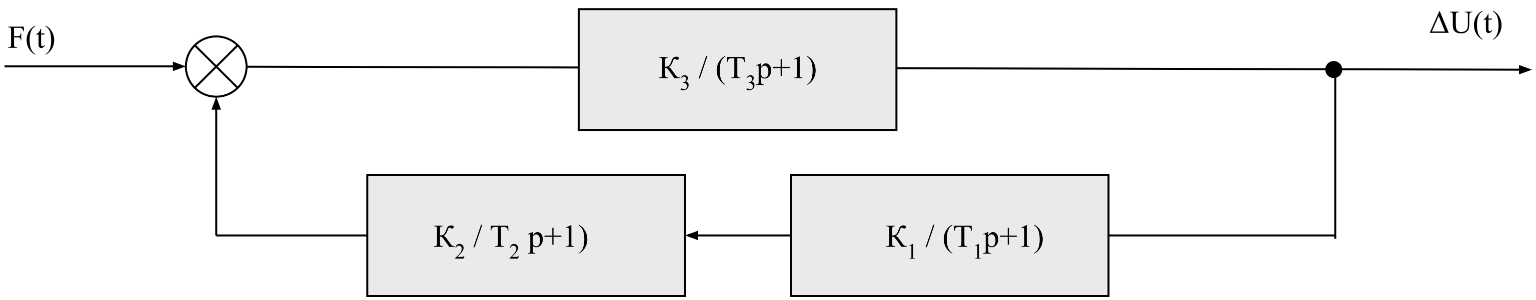
Для расчета перестраиваем структурную схему так, чтобы входом был сигнал Uг з(t), а выходом сигнал ΔU(t). Тогда:



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).



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

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

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

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:

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

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

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

Например:

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

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

$$[T_1T_2T_3p^3 + (T_1T_2 + T_1T_3 + T_2T_3)p^2 + (T_1 + T_2 + T_3)p + 1 + К_1 + К_2 + К_3]\ \text{Uг (p)} =$$

$$= (К_1К_2T_3p + К_1К_2)\ \text{Uг з(p)}$$

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

$$T_1T_2T_3\,\frac{d^3U_{\tilde{A}}(t)}{dt^3} + (T_1T_2 + T_1T_3 + T_2T_3)\,\frac{d^2U_{\tilde{A}}(t)}{dt^2} + (T_1 + T_2 + T_3)\,\frac{dU_{\tilde{A}}(t)}{dt} +$$

$$+ (1 + K_1K_2K_3)\,U_Г(t) = К_1К_2T_3\,\frac{dU_{\tilde{A}Ç}(t)}{dt} + К_1К_2U_{Г3}(t)$$

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

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

$$= \lim_{p \to 0} \frac{\hat{E}_1\hat{E}_2T_3p + K_1K_2}{\grave{O}_1\grave{O}_2\grave{O}_3\eth^3 + (\grave{O}_1\grave{O}_2 + \grave{O}_1\grave{O}_3 + \grave{O}_2\grave{O}_3)\eth^2 + (\grave{O}_1 + \grave{O}_2 + \grave{O}_3)\eth + 1 + \hat{E}_1 + \hat{E}_2 + \hat{E}_3} \cdot \frac{1}{\cancel{p}} \cdot \cancel{p} =$$

$$= W_{U\,ГЗ}^{\Delta U}(0) = \frac{K_1K_2}{1 + K_1K_2K_3}$$