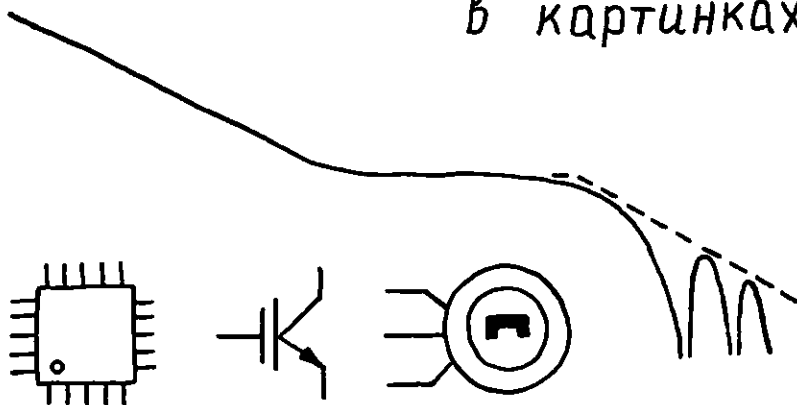


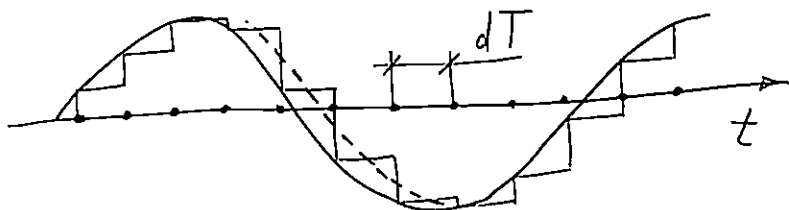
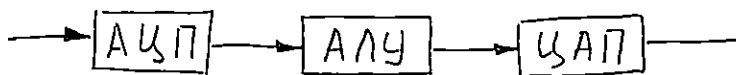
Клиначев Н.В.

Настройка цифровых
систем управления
электропривода
в картинках



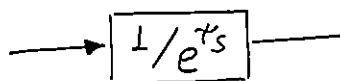
2017.05.09

Частотная характеристика ЦВМ

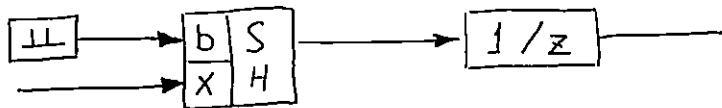


сдвиг (задержка) на $\frac{dT}{2}$

Звено чистого запаздывания



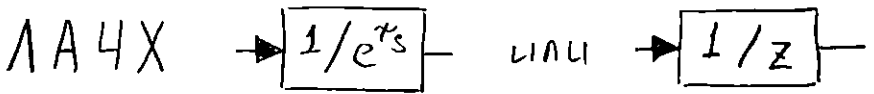
или



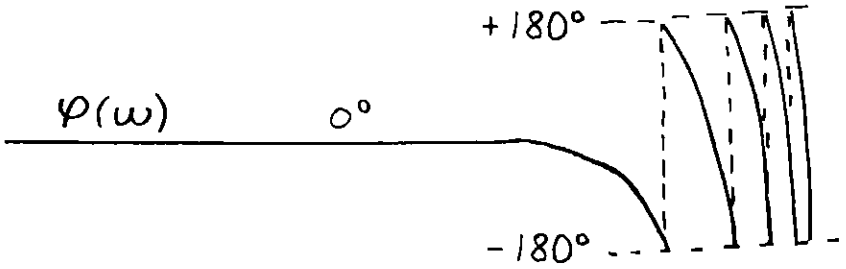
Устройство
Выборки - хранения

Регистр
задержки

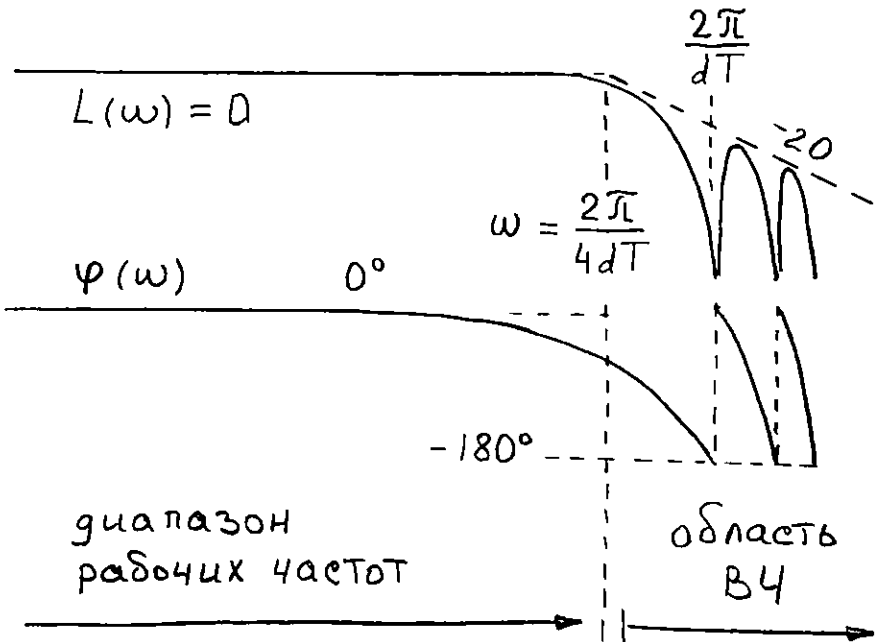
Пример $W(z)_{АЛУ} = 1$



$L(\omega) = 0$



$\Lambda A \text{ ЧХ}$ УВХ или ЦВМ



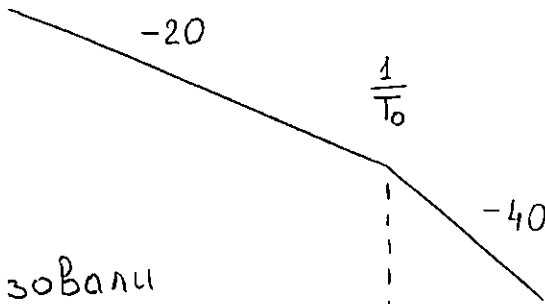
Вариации $\Lambda A \text{ ЧХ}$ усреднены

Выводы

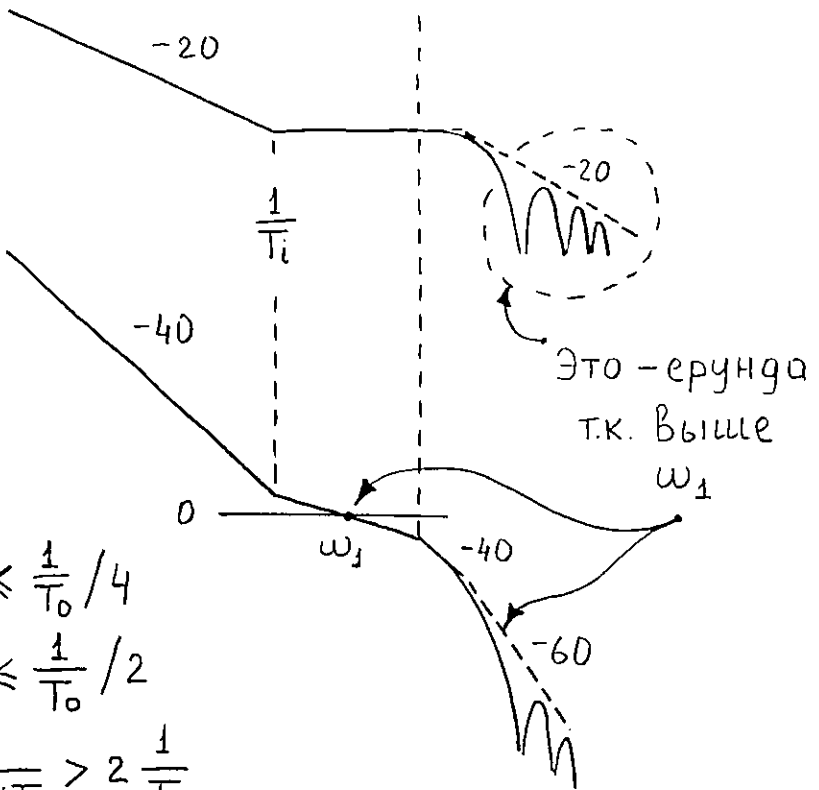
- ① Цифровую систему управления, у которой АЛУ пропускает сигнал без преобразования, можно заменить аperiodическим звеном 1-ого порядка с постоянной времени $T = 0,636 \Delta T$
- ② Дискретные св-ва ЦВМ не будут оказывать влияния на реализуемую передаточную функцию до частоты $\omega = \frac{1}{0,636 \Delta T}$
- ③ Не существует цифровых САР, у которых коэффициент передачи разомкнутого контура на частоте $\omega = \frac{1}{0,636 \Delta T}$ был бы > 1

Пример

Для объекта



Реализовали регулятор

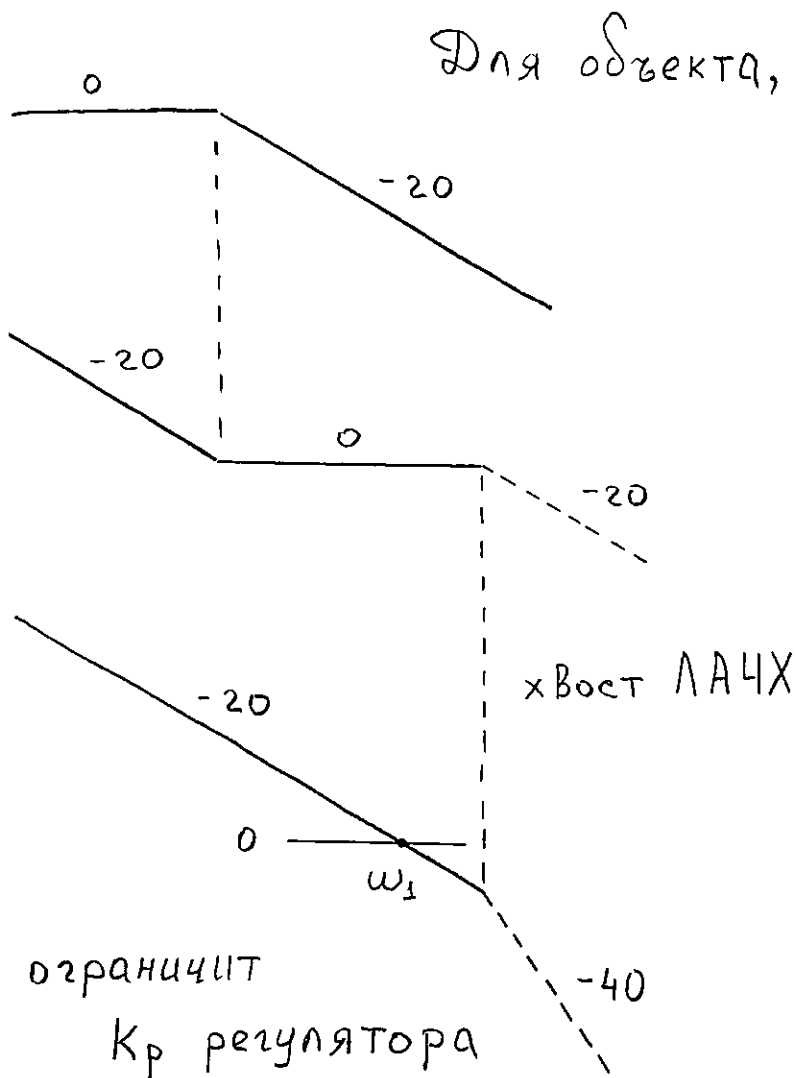


$$\frac{1}{T_i} \leq \frac{1}{T_0} / 4$$

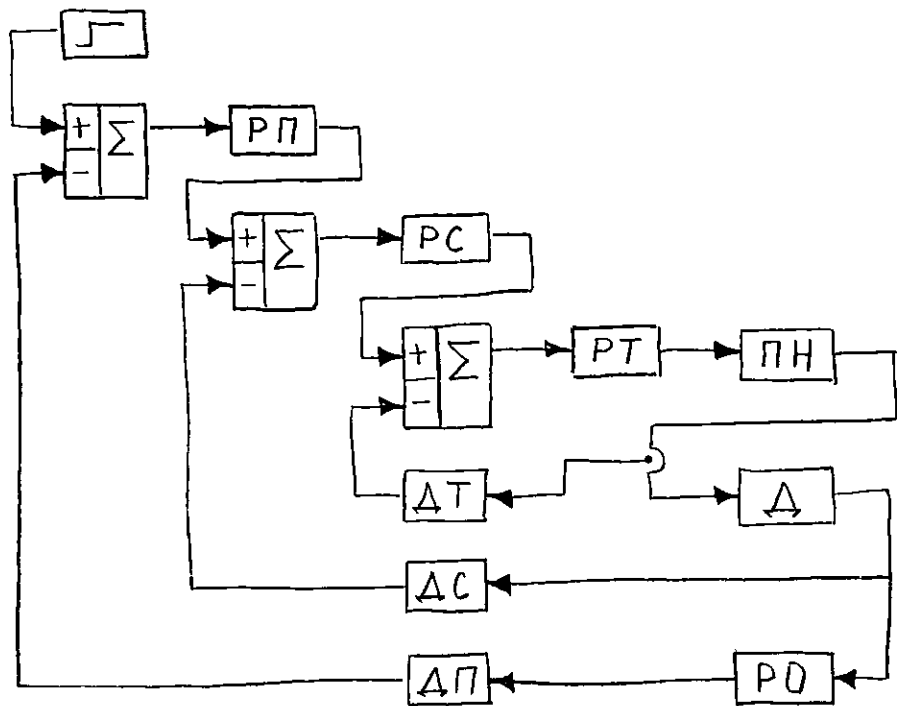
$$\omega_1 \leq \frac{1}{T_0} / 2$$

$$\frac{1}{0,6dT} > 2 \frac{1}{T_0}$$

Зачем учитывать ерцуду -
хвост ЛАЧХ ЦВМ?



Настройка ЦСУ для электропривода по ЛАЧХ



РП - регулятор положения

РС - регулятор скорости

РТ - регулятор тока

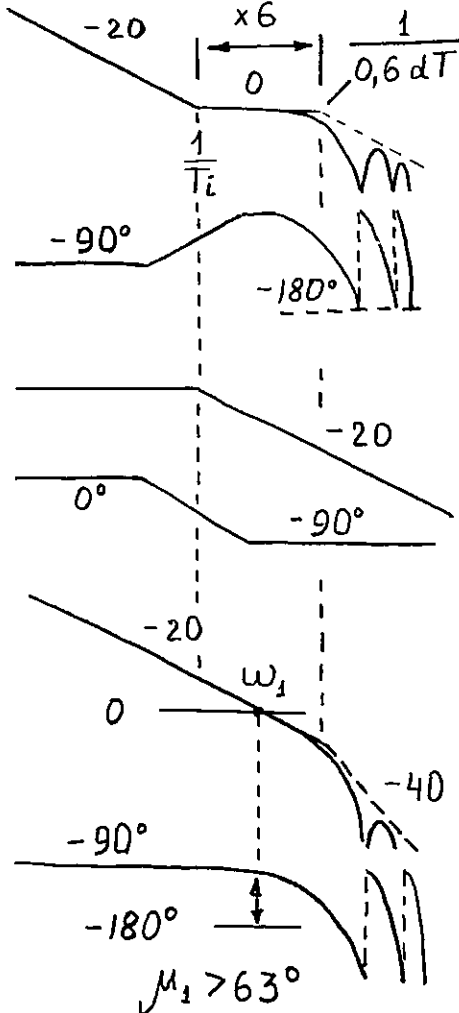
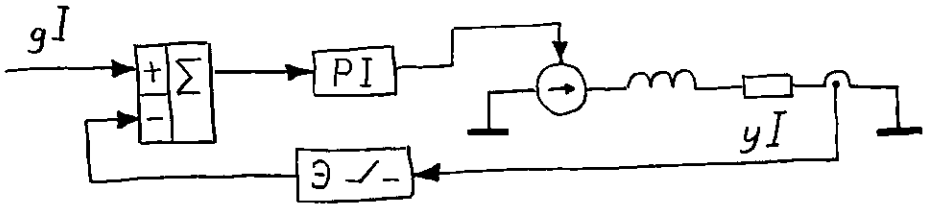
ПН - преобразователь напряж.

РО - рабочий орган

Далее $K_{\Delta T} = K_{\Delta C} = K_{\Delta П} = K_{ПН} = 1$

Контур тока

Клиначев Н.В.



ЛАЧХ

дискретного

PI - регулятора

ЛАЧХ

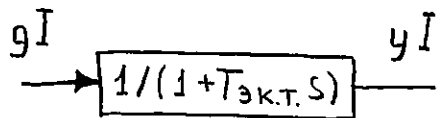
обмотки якоря

$$T_{\text{я}} = T_i$$

//

Блок-сх. замкн.

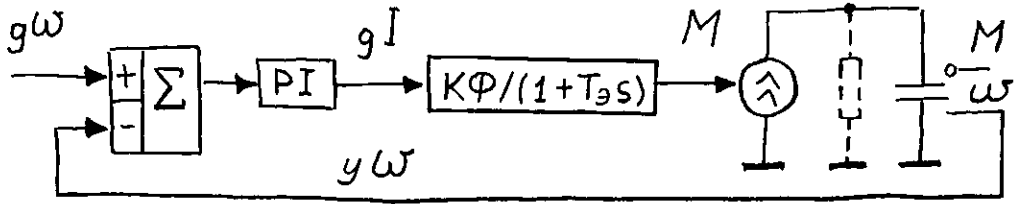
САР тока ДПТ



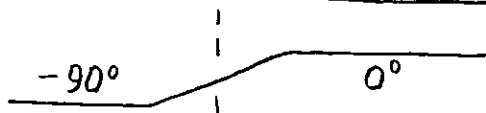
$$\omega_1 = \frac{1}{T_{\text{э.к.т.}}} = \frac{1}{2 \cdot 0,6 \cdot dT}$$

Контур скорости

Клиначев НВ

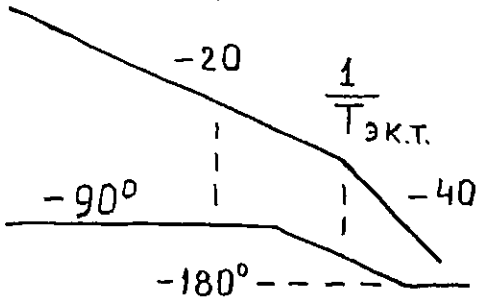


-20 $\frac{1}{T_i} \rightarrow$ далеко до $\frac{1}{0,6dT}$. Тьфу на хвост

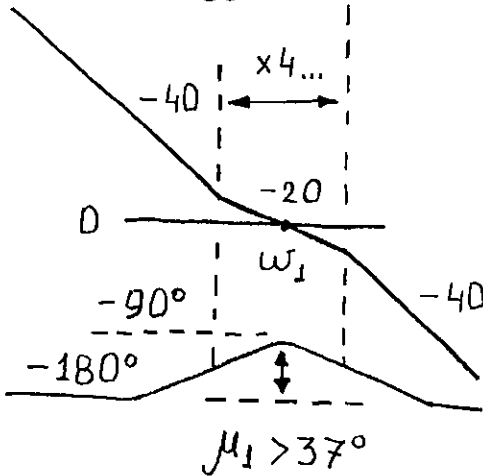


ЛАЧХ z-PI

$$T_i \geq 4 T_{\text{э.к.т.}}$$

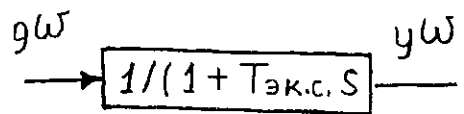


ЛАЧХ привода
(контур Iя +
+ ДПТ + РО)



Блок-сх. замкн.

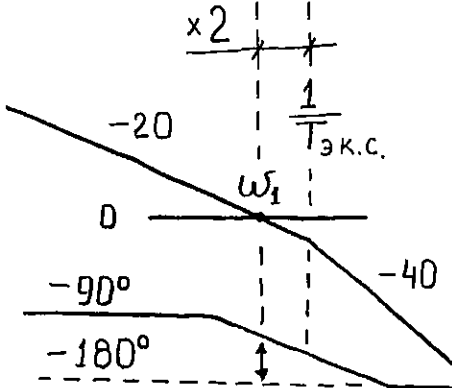
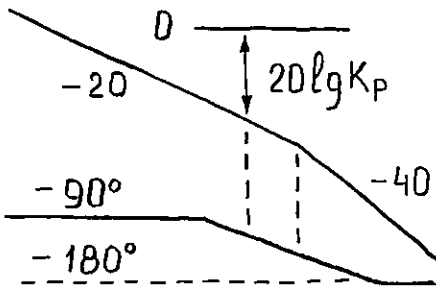
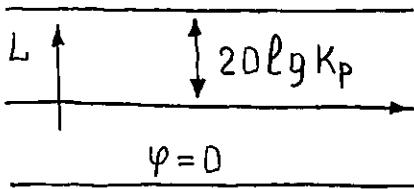
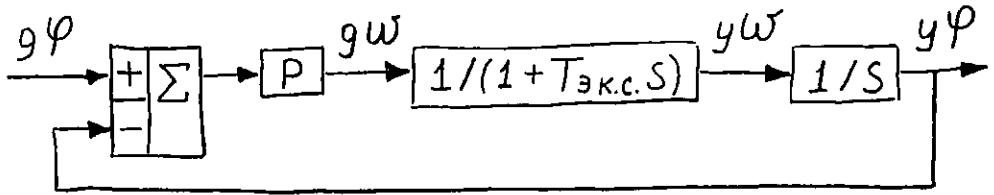
САР скорости



$$T_{\text{э.к.с.}} \geq 2 T_{\text{э.к.т.}} \geq 4 \cdot 0,6dT$$

Кантур положения

Клиначев НВ



ЛАЧХ Р-регулятора
(или параболического)

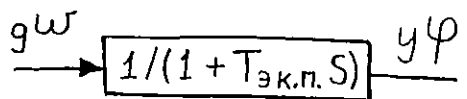
ЛАЧХ объекта

$$\omega_0 = \Phi_{\text{САРСК}} \cdot \frac{1}{S} \doteq \frac{y\varphi}{g\omega}$$

ЛАЧХ разомкн. сист.

$$\omega_1 \leq \frac{1}{T_{\text{эк.с.}}} / 2$$

Блок-сх. замкн.
САР полож. РО




$$\mu_1 > 63^\circ \quad T_{\text{эк.п.}} \geq 2T_{\text{эк.с.}} \geq 4T_{\text{эк.т.}} \geq 8 \cdot 0,6 \cdot dT$$


Ну хорошо, понятно, заговор
лишь в том, что каждую
следующую постоянную
Времени нужно выбирать
в 2..3 раза больше

А как выбрать dT и $T_{э.к.т.}$?

Выбираем dT

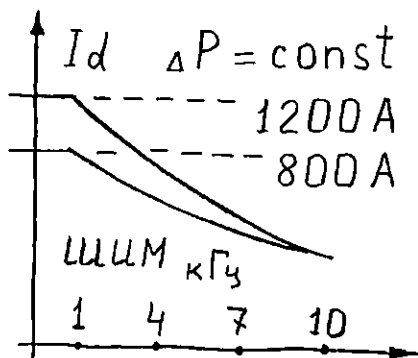
① $dT \geq 25 \text{ мкс}$ — время исполнения сложной программы ARM 150 МГц

② $1/dT = 40 \text{ кГц}$ — I ♥ my 
MOSFET $< 100 \text{ В} < 20 \text{ А}$

③ $1/dT = 22 \text{ кГц}$ — не свистит :-)
SiC  $> 100 \text{ В} > 20 \text{ А}$

④ $1/dT \leq 12 \text{ кГц}$
IGBT 1200 В

$1/dT \leq 8 \text{ кГц} \iff$
IGBT 1700 В \rightarrow



⑤ $dT \leq \frac{1}{18 \cdot 25 \cdot f_m I_s}$ если без датчика
18 — модели
25 — практика

11..15 точек на период — с датчиком

Выбираем $T_{э.к.т.}$

Всегда следует стремиться к максимальному быстродействию контура тока

$$\omega_1 = \frac{1}{T_{э.к.т.}} = \frac{1}{2 \cdot 0,6 dT}$$

Есть лишь одна причина понизить

$$K_{к.т. \max} = T_{я} / dT - 0,5 \approx \frac{T_{я}}{2 \cdot 0,6 dT}$$

— это шум в контуре тока

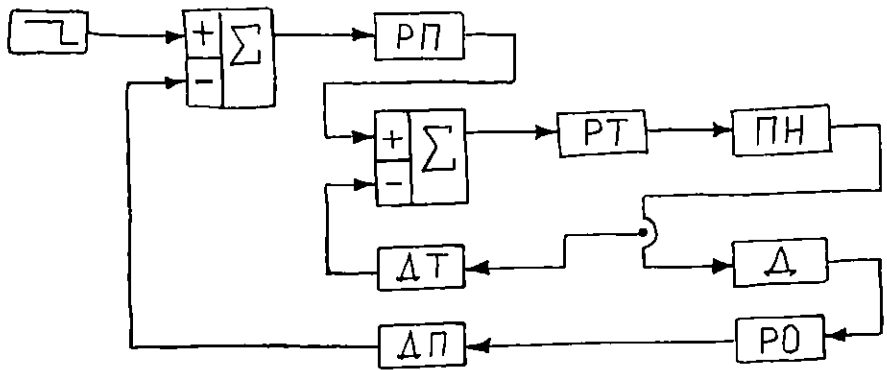
$$K_{к.т.} \downarrow \text{ в } 2 \text{ раза} \quad \text{шум} \downarrow \text{ в } \sqrt{2}$$

Расплатитесь вы ёмкостью на шине постоянного тока

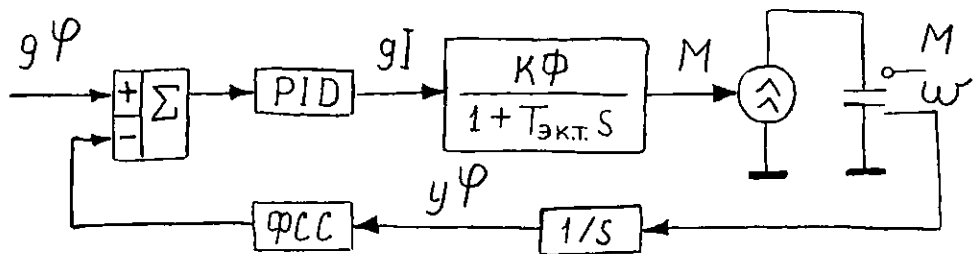
$$R_{\text{торм.}} \cdot C \geq 2 \cdot T_{э.к.т.}$$

И ещё раз:
$$T_{э.к.т.} = \frac{T_{я}}{1 + K_{к.т.}}$$

Настройка следящего привода для малых перемещений



Если перемещение мало или ползущие режимы, то скорость $\rightarrow 0$.
 Датчиков малых скоростей нет. \Rightarrow
 Нет в приводе контура скорости.
 \Rightarrow Требуется PID-регулятор.
 D-канал - это шум. \Rightarrow Нужен ФСС.



Контур положения

ЛАЧХ

МОМЕНТНОГО
привода

$$W_{мп} = \Phi_{к.т.} \cdot \frac{кф}{J S} \doteq \frac{\omega}{g I}$$

+ ЛАЧХ датчика
(Вычислителя
положения)

$$W_0 = W_{мп} \cdot \frac{1}{S} \doteq \frac{y \varphi}{g I}$$

ЛАЧХ z-PID

или PD+PI без
интегрального
насыщения

ФСС \approx ЦВМ

В полосе $L \approx \varphi \approx 0$

ЛАЧХ разомк.
следящей сист.

