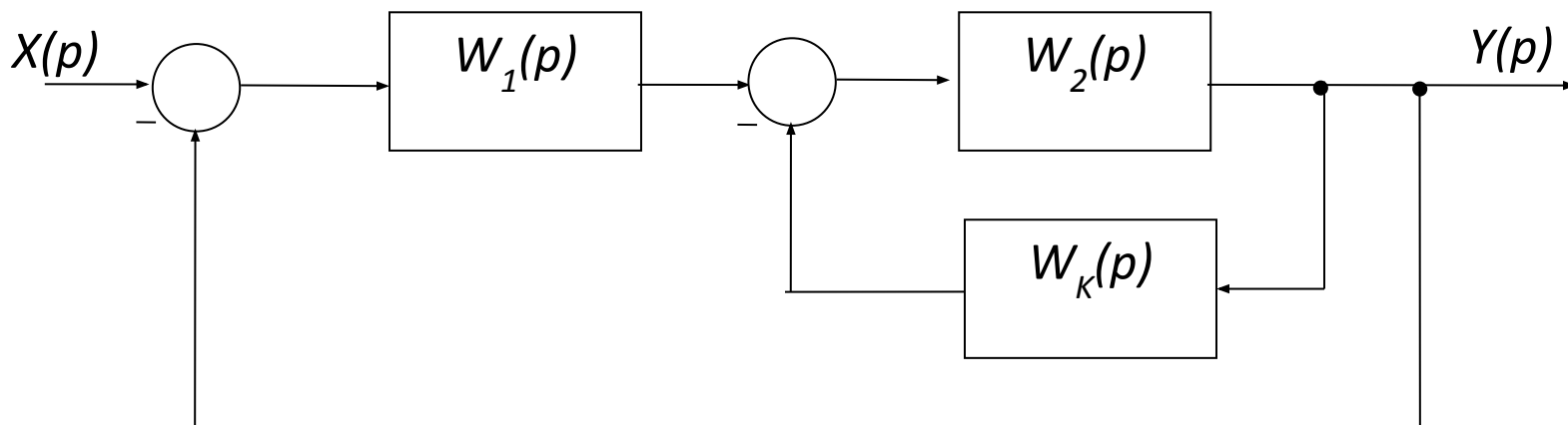


Автоматика и управление

Тема 7. Синтез линейных стационарных автоматических систем

ПЗ 11 Синтез параллельного корректирующего
устройства ЛСС.

Синтез параллельного КУ методом ЛЧХ



Передаточная функция разомкнутой

АС

$W_1(p)W_2(p) = W_n(p)$ - передаточная функция неизменяемой части системы;

$W_k(p)$ - передаточная функция параллельного КУ

АФЧХ данной системы

$$W(p) = \frac{W_1(p)W_2(p)}{1 + W_2(p)W_k(p)}$$

$$W(j\omega) = W_n(j\omega) \frac{1}{1 + W_2(j\omega)W_k(j\omega)}$$

Если подобрать параллельное КУ так,

$$|W_2(j\omega)W_k(j\omega)| \gg 1$$

чтобы

$$W(j\omega) = W_1(j\omega) \frac{1}{W_k(j\omega)}$$

динамические свойства звена, охваченного обратной связью, определяются динамическими свойствами КУ

Достоинства параллельных КУ

1. Уменьшается зависимость качества корректируемой АС от изменения ее параметров (в нашем случае от параметров $W_2(p)$).

2. Параллельные КУ не требуют дополнительных усилителей мощности.

3. Значительно меньший, по сравнению с последовательным КУ, уровень высокочастотных помех.

Различают **жесткие** и **гибкие обратные**

связи

Жесткой обратной связью (ЖОС) называется параллельное КУ с передаточной функцией вида:

$$W_K(p) = K_K$$

ЖОС действует как в установившемся, так и в переходном режимах. Введение ЖОС приводит к уменьшению коэффициента усиления разомкнутой системы и, следовательно, к незначительному ϕ_3 и увеличению ошибки АС $e(t)$ в установившемся режиме.

Гибкой обратной связью (ГОС) называется параллельное КУ с передаточной функцией вида:

$$W_K(p) = K_1 p + K_2 p^2 + K_3 p^3 + \dots$$

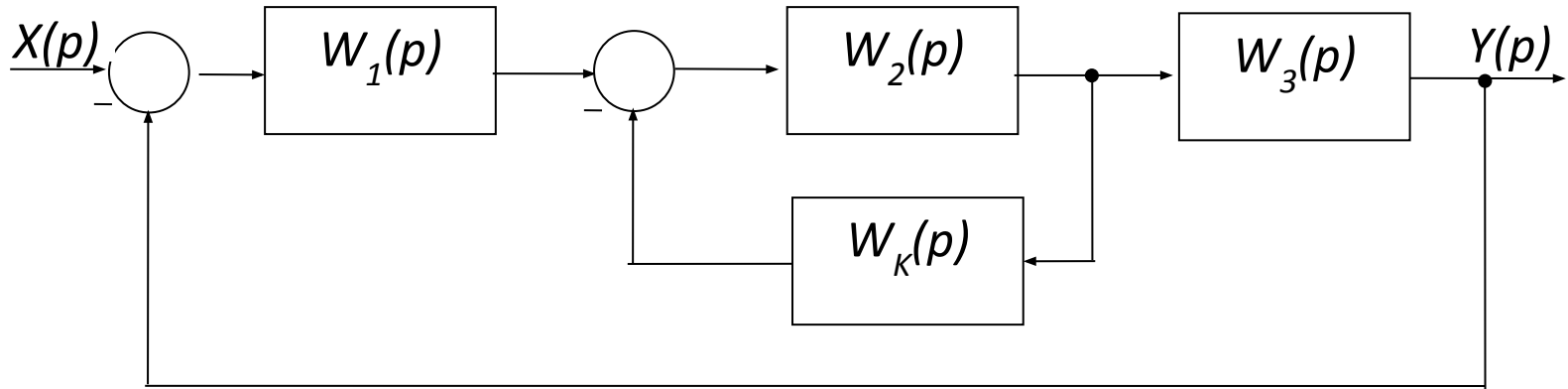
Воздействие ГОС проявляется только в переходных режимах. Поэтому, если необходимо изменить динамические свойства АС без изменения точностных характеристик, применяют ГОС.

В силу того, что дифференцирующие звенья относятся к технически нереализуемым звеньям, на практике вместо ГОС используется изодромная обратная связь.

Изодромной обратной связью (ИОС) называется параллельное КУ с передаточной функцией вида:

$$W_K(p) = \frac{K_K p}{Tp + 1}$$

Синтез параллельного КУ методом ЛАХ



Передаточная функция разомкнутой желаемой АС

$$W_{\text{жс}}(p) = \frac{W_1(p)W_2(p)W_3(p)}{1 + W_2(p)W_k(p)} = W_{\text{н}}(p) \frac{1}{1 + W_2(p)W_k(p)}$$

$W_{\text{н}}(p) = W_1(p)W_2(p)W_3(p)$ - передаточная функция неизменной части АС

АФЧХ разомкнутой желаемой АС

$$W_{\text{жс}}(j\omega) = W_{\text{н}}(j\omega) \frac{1}{1 + W_2(j\omega)W_k(j\omega)}$$

$$W_{\text{жс}}(j\omega) = W_H(j\omega) \frac{1}{1 + W_2(j\omega)W_K(j\omega)}$$

Ось частот разбивается на два диапазона. На первом из них выполняется условие:

$$|W_2(j\omega)W_K(j\omega)| \ll 1$$

тогда
а

$$W_{\text{ж}}(j\omega) \approx W_H(j\omega)$$

$$L_2(\omega) + L_K(\omega) < 0 \quad \text{или} \quad L_K(\omega) < -L_2(\omega)$$

$$L_{\text{ж}}(\omega) \approx L_H(\omega)$$

На втором диапазоне выполняется условие:

$$|W_2(j\omega)W_K(j\omega)| \gg 1$$

тогда
а

$$W_{\text{жс}}(j\omega) = \frac{W_1(j\omega)W_3(j\omega)}{W_K(j\omega)}$$

или

$$L_{\text{ж}}(\omega) = L_1(\omega) + L_3(\omega) - L_K(\omega) = L_{1,3}(\omega) - L_K(\omega)$$

$$L_{\text{ж}}(\omega) < L_H(\omega)$$

для всего
диапазона частот
справедливо
неравенство:

$$L_{\text{ж}}(\omega) \leq L_H(\omega)$$

$$L_{1,3}(\omega) = L_1(\omega) + L_3(\omega)$$

Неравенство $L_{\text{ж}}(\omega) \leq L_{\text{н}}(\omega)$ говорит о том, что $W_{\text{ж}}(p)$ выбирают из энергетических соображений таким образом, чтобы коэффициент усиления $K_{\text{ж}}$ по возможности, не превышал коэффициент усиления разомкнутой нескорректированной АС $K_{\text{н}}$. В этом случае для скорректированной АС не потребуются дополнительные источники энергии.

Основные правила построения ЛАХ параллельного КУ $L_{\text{к}}(\omega)$:

1. В диапазоне частот, где $L_{\text{ж}}(\omega) = L_{\text{н}}(\omega)$ на ЛАХ КУ не накладывается никаких ограничений, кроме простоты технической реализации и условия

$$L_{\text{к}}(\omega) < -L_2(\omega)$$

2. В диапазоне частот, где $L_{\text{ж}}(\omega) < L_{\text{н}}(\omega)$ ЛАХ КУ должна строиться так, чтобы выполнялось условие

$$L_{\text{к}}(\omega) = L_{1,3}(\omega) - L_{\text{ж}}(\omega)$$

и достижением максимального количества совпадений частот сопряжений ω_i для $L_{\text{ж}}(\omega)$ и $L_{1,3}(\omega)$

1. Построить ЛАХ неизменной части системы $L_H(\omega)$, и $L_{\text{ж}}(\omega)$.

2. Проверить устойчивость и качество желаемой АС.

3. Построить ЛАХ звеньев, не охваченных КУ $L_{1,3}(\omega)$.

4. Построить ЛАХ звеньев, охваченных КУ $L_2(\omega)$ и определить
- $L_2(\omega)$.

5. Определить ЛАХ $L_K(\omega)$ и передаточную функцию параллельного КУ $W_K(p)$, исходя из соображений:

- для областей частот где $L_{\text{ж}}(\omega) = L_H(\omega)$, $L_K(\omega)$ строится произвольно, но с учетом условий $L_K(\omega) < -L_2(\omega)$ и простоты реализации КУ;

- для области частот где $L_{\text{ж}}(\omega) < L_H(\omega)$, $L_K(\omega)$ определяется графическим решением уравнения

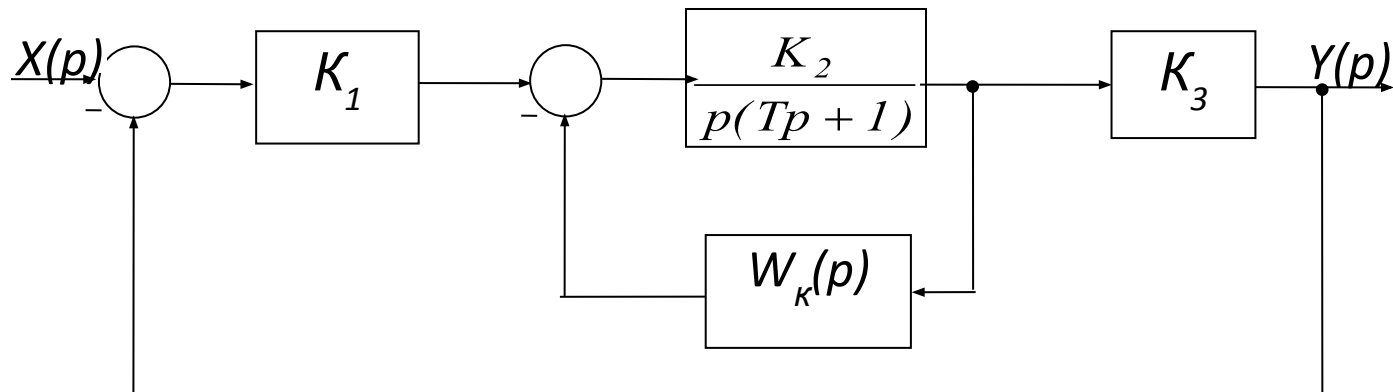
$$L_K(\omega) = L_{1,3}(\omega) - L_{\text{ж}}(\omega).$$

По виду полученной $L_K(\omega)$ находится $W_K(p)$.

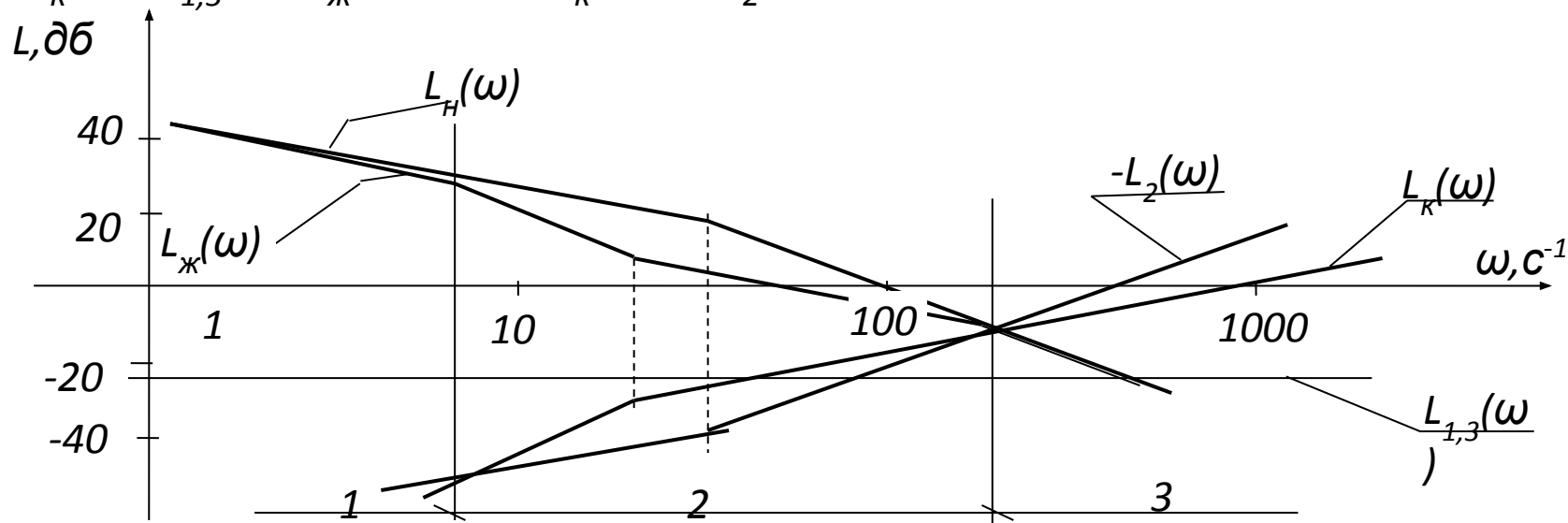
6. С помощью таблиц определить и рассчитать схему технической реализации параллельного КУ.

7. Проверить точными методами выполнение требований по качеству синтезированной АС

Пример

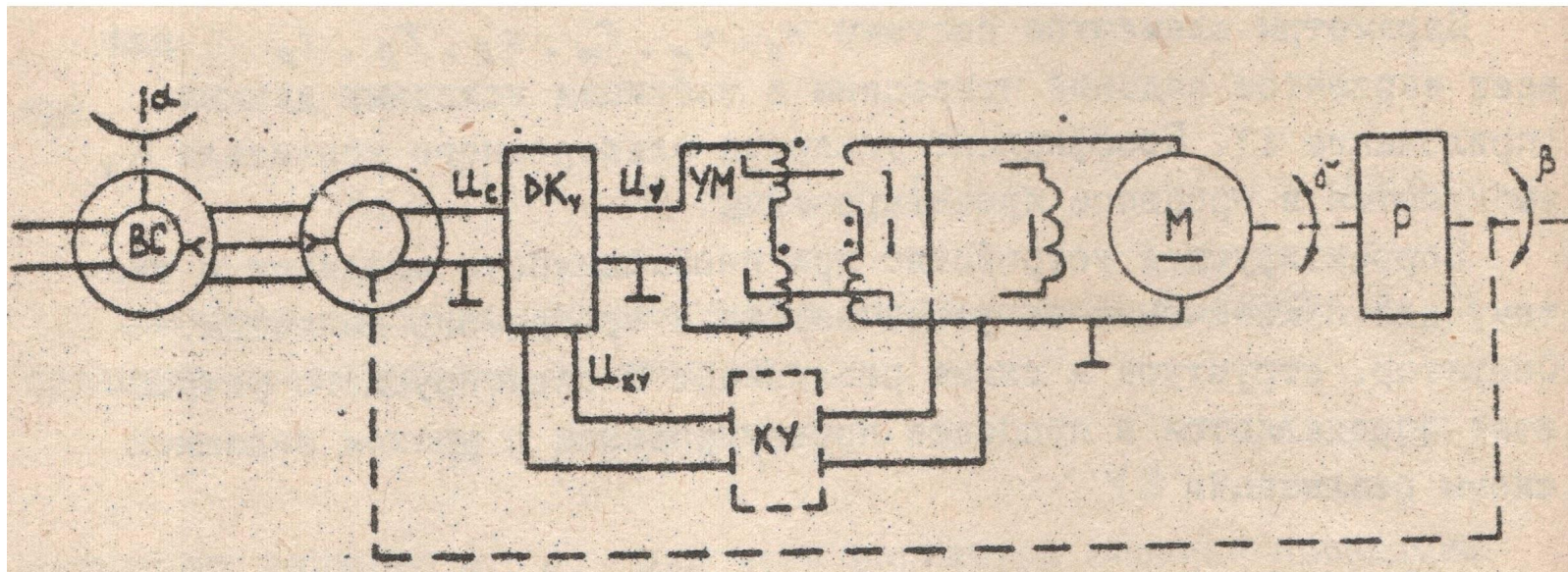


Для участков 1 и 3 выполняется равенство $L_{\text{ж}}(\omega) = L_{\text{н}}(\omega)$, следовательно, $L_{\text{к}}(\omega) < -L_2(\omega)$, а для участка 2 $L_{\text{ж}}(\omega) < L_{\text{н}}(\omega)$, следовательно, $L_{\text{к}}(\omega) = L_{1,3}(\omega) - L_{\text{ж}}(\omega)$, т.е. $L_{\text{к}}(\omega) > -L_2(\omega)$.



Построение ЛАХ КУ $L_{\text{к}}(\omega)$ начинается со второго участка. На участках 1 и 3, с целью простоты реализации КУ, ЛАХ КУ $L_{\text{к}}(\omega)$ получают простым продолжением асимптот $L_{\text{к}}(\omega)$ второго участка.

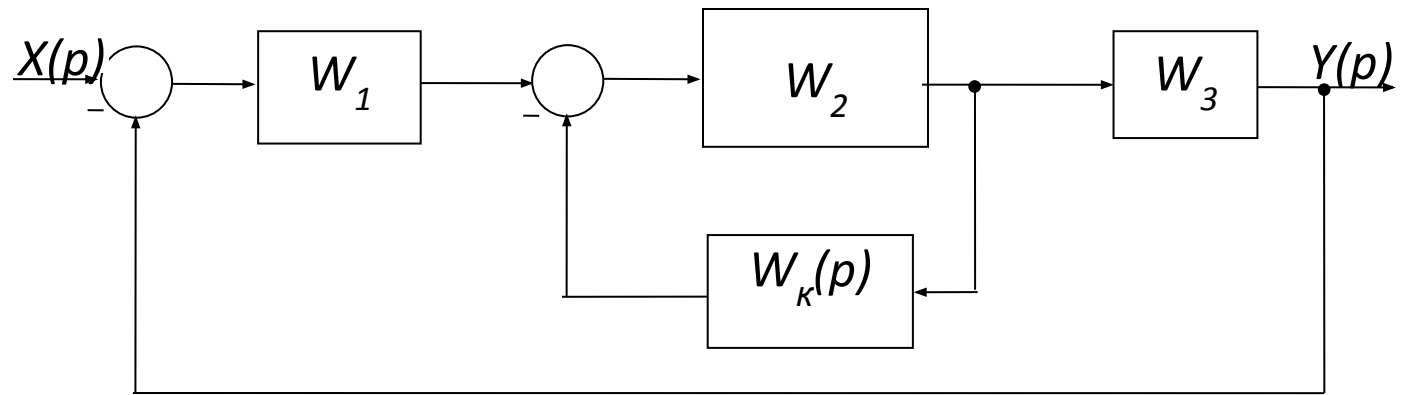
Сельсинная следящая система с параллельным корректирующим устройством, которая находит применение в дистанционных авиагоризонтах и гировертикалях, курсовых системах и т.д.



Система включает в себя:

- сельсинный датчик рассогласования, состоящий из сельсин-датчика (BC) и сельсин-приемника (BE), работающих в трансформаторном режиме;
- трансформаторный усилитель с демодулятором (K_y);
- магнитный усилитель с выходом на переменном токе (УМ);
- корректирующее устройство (КУ), реализуемое последовательным соединением пассивной R – C – цепи и модулятора;
- электродвигатель постоянного тока с независимым возбуждением (M);
- понижающий редуктор (P).

Задач
а



$$W_1(p) = W_c(p) = k_1, \quad k_1 = k_c$$

$$W_2(p) = W_y(p)W_m(p) = \frac{k_2}{T_m p + 1}, \quad k_2 = k_y k_m$$

$$W_3(p) = W_\partial(p)W_P(p) = \frac{k_3}{p(T_\partial p + 1)}, \quad k_3 = k_\partial k_p \qquad k_p = \frac{1}{i_p}$$

Коэффициент усиления k_y электронного усилителя выбирается в процессе проектирования.

Требования к
качеству:

$$t_p = 1c \qquad \sigma = 30\%$$

ошибка системы установившемся режиме должна быть постоянной и не превышать величины 0.016

№ вар.	Параметры элементов АС					
	k_c	k_m	T_m	k_δ	T_δ	i_p
1	60	40	0.025	10	0.080	20 000
2	60	39	0.025	8	0.080	20 000
3	60	38	0.025	10	0.080	20 000
4	60	37	0.025	8	0.080	20 000
5	60	36	0.025	10	0.080	20 000
6	50	35	0.025	8	0.100	20 000
7	50	34	0.025	10	0.100	20 000
8	50	33	0.025	8	0.100	20 000
9	50	32	0.025	10	0.100	20 000
10	50	31	0.025	8	0.100	20 000
11	40	30	0.025	10	0.125	20 000
12	40	29	0.025	8	0.125	20 000
13	40	28	0.025	10	0.125	20 000
14	40	27	0.025	8	0.125	20 000
15	40	26	0.025	10	0.125	20 000
16	30	25	0.025	8	0.200	20 000
17	30	24	0.025	10	0.200	20 000
18	30	23	0.025	8	0.200	20 000
19	30	22	0.025	10	0.200	20 000
20	30	21	0.025	8	0.200	20 000

Синтез желаемой

ЛАХ

$$S_0 = \frac{1}{K + 1}$$

$$K = \frac{1 - S_0}{S_0}$$

$$S_1 = \frac{e(t)}{x_{\max}^{(1)}(t)}$$

$$K = \frac{1}{S_1}$$

$$K = \frac{x_{\max}^{(1)}}{e(t)}$$

$$L(1) = 20 \lg K_{\text{ж}}$$

$$\omega_3 = (2 \dots 4)$$

$$\omega_c$$

$$\omega_2^c \leq 0,1 \omega_3$$

