

Вариант 1 (АЗБ-388-1с первые десять человек по журналу) ДИСТАНЦИОННАЯ СЛЕДЯЩАЯ СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ УГЛА ПОВОРОТА

Предназначена для поворота некоторой оси, называемой исполнительной или выходной, осью, по закону, определяемому другой - командной, или входной осью.

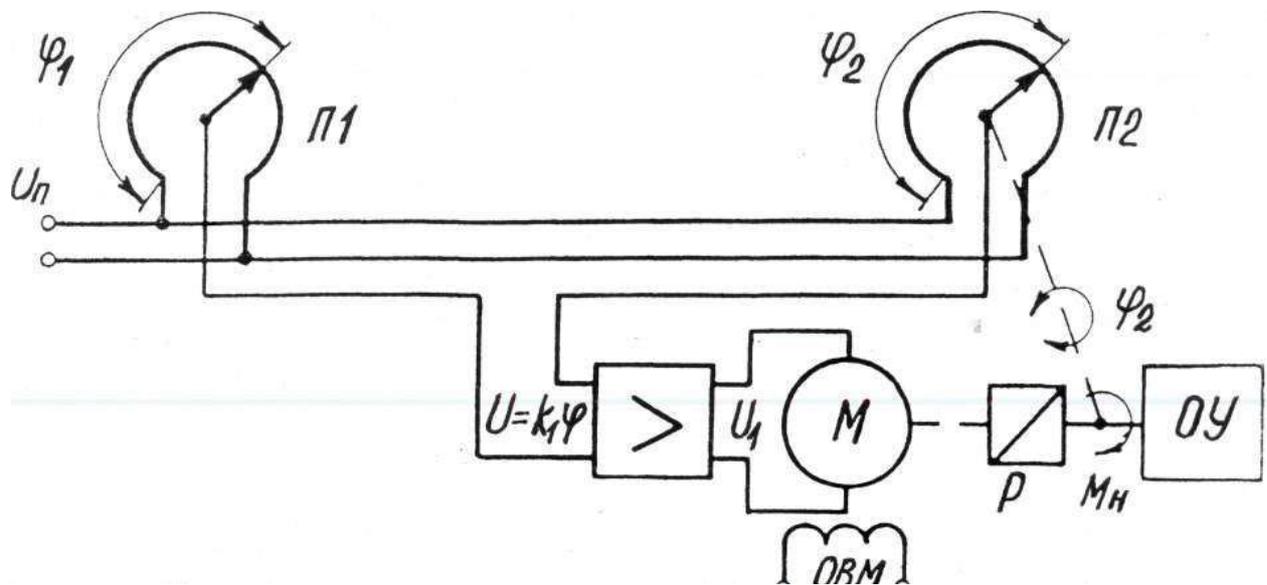
Входная и выходная оси следящей системы связаны соответственно с движками задающего П1 и обрабатывающего П2 потенциометров. Разность снимаемых с них напряжений, пропорциональная ошибке $\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$ поступает на вход усилителя. Последний управляет работой электрического исполнительного двигателя М. Выходной вал двигателя механически связан через редуктор Р с объектом управления ОУ и движком потенциометра П2.

Элементы системы описываются следующими уравнениями:

элемент сравнения	$\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 ;$
потенциометрический преобразователь	$U = k_1 \varphi ;$
усилитель	$T_y dU_1/dt + U_1 = k_2 U ;$
двигатель	$T_m d^2 \alpha /dt^2 + d\alpha /dt = k_3 U_1 - k_4 M_n ;$
редуктор	$\varphi_2 = k_5 \alpha ;$

где k_1 - коэффициент передачи потенциометрического преобразователя;
 k_2 - коэффициент передачи усилителя;
 $k_3 = \omega_{xx} / U_n = \pi n_{xx} / 30 U_n$ - коэффициент передачи двигателя;
 U_n - номинальное напряжение питания двигателя;
 n_{xx} - скорость холостого хода двигателя;
 $k_5 = 1/i$ - коэффициент передачи редуктора;
 i - передаточное отношение редуктора;
 $k_4 = \omega_{xx} / M_n$ - коэффициент наклона механической характеристики двигателя;
 M_n - пусковой момент двигателя;
 T_y - постоянная времени усилителя;
 T_m - постоянная времени двигателя.
 σ - перерегулирование;
 t_p - время переходного процесса;

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
k_1 , В/рад	50	60	70	80	90	50	60	70	80	90
k_2	900	800	700	600	500	500	600	700	800	900
i	1000	900	800	1200	1100	1000	900	750	750	1000
U_H , В	110	220	110	220	110	220	110	220	110	220
n_{xx} , об/мин	9000	8000	7000	6000	5000	5000	6000	7000	8000	9000
T_y , с	0,01	0,02	0,015	0,025	0,01	0,02	0,005	0,008	0,005	0,01
T_M , с	0,1	0,12	0,15	0,1	0,12	0,1	0,05	0,08	0,07	0,1
$M_H \cdot 10^{-2}$, Нм	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,65	0,6	0,55	0,5	0,7
σ , %	18	20	22	25	28	30	35	40	30	25
t_p , с	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,25



Вариант 2 (АЗБ-388-1с вторые десять человек по журналу)

ДИСТАНЦИОННАЯ СЛЕДЯЩАЯ СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ УГЛА ПОВОРОТА С СИНУСНО - КОСИНУСНЫМИ ВРАЩАЮЩИМИСЯ ТРАНСФОРМАТОРАМИ

Система предназначена для управления на расстоянии различными механизмами и применяется тогда, когда для поворота исполнительной оси требуется значительная мощность, либо когда требования к точности воспроизведения угла весьма высоки.

На схеме обозначены: φ_1 , φ_2 - углы поворота командной и исполнительной осей, ошибка регулирования $\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$, РМ - рабочий механизм, Р - редуктор, М - электродвигатель. При повороте командной оси (СКВТ - 1) на входе усилителя появляется напряжение, пропорциональное углу рассогласования. Усилитель управляет работой исполнительного электродвигателя, выходной вал которого через редуктор связан с рабочим механизмом и ротором СКВТ - 2.

Уравнения элементов системы имеют следующий вид:

$$\text{Элемент сравнения} \quad \varphi = \varphi_1 - \varphi_2 ;$$

$$\text{Измерительный преобразователь (СКВТ)} \quad U = k_1 \varphi ;$$

$$\text{Предварительный усилитель напряжения} \quad U_1 = k_2 U ;$$

$$\text{Усилитель} \quad T_y \frac{dU_2}{dt} + U_2 = k_3 U_1 ;$$

$$\text{Исполнительный двигатель} \quad T_m \frac{d^2 \alpha}{dt^2} + \frac{d\alpha}{dt} = k_4 U_2 - k_5 M_n ;$$

$$\text{Редуктор} \quad \varphi = k_6 \alpha ;$$

где k_1 - коэффициент передачи измерительного элемента (СКВТ);

k_2, k_3 - коэффициенты усиления усилителей;

$k_4 = \omega_{xx}/U_n = \pi n_{xx}/30U_n$ - коэффициент передачи исполнительного двигателя (U_n - номинальное напряжение питания двигателя, n_{xx} - скорость холостого хода);

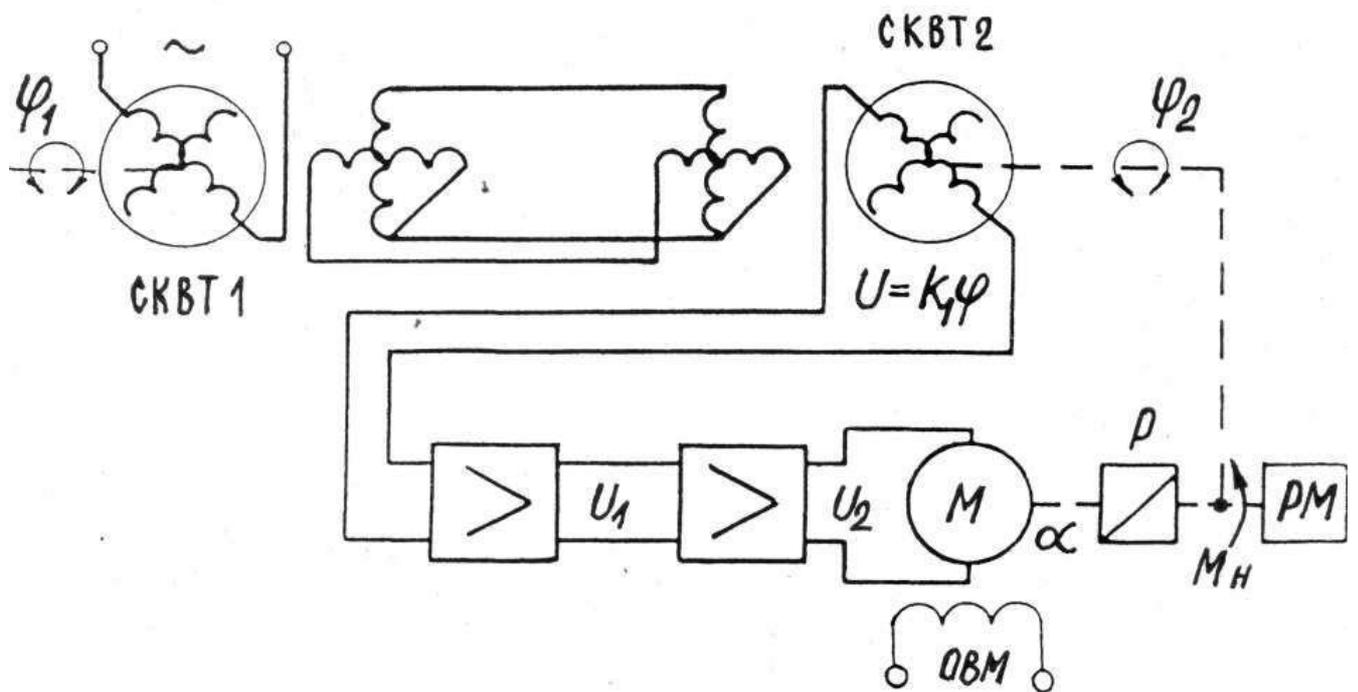
$k_6 = 1/i$ - коэффициент передачи редуктора (i - передаточное отношение редуктора);

$k_5 = \omega_{xx}/M_n$ - коэффициент наклона механической характеристики двигателя (M_n - пусковой момент двигателя);

T_y - постоянная времени усилителя;

T_m - постоянная времени двигателя.

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
k_1 , В/рад	50	60	50	60	50	60	100	120	100	120
k_2	2,5	2,5	2	3	2,5	5	2,5	5	2,5	5
k_3	80	100	100	50	100	50	75	50	100	60
U_H , В	110	110	110	220	220	220	110	110	220	220
n_{xx} , об/мин	9000	8000	7000	6000	5000	4000	5000	6000	7000	8000
i	1000	800	600	400	900	700	500	1000	500	400
T_V , с	0,01	0,02	0,01	0,02	0,015	0,025	0,01	0,02	0,005	0,015
T_M , с	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10	0,18	0,20
$M_H \cdot 10^{-2}$, Нм	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
σ , %	20	25	30	20	25	30	20	25	30	35
t_p , с	0,1	0,15	0,2	0,25	0,1	0,15	0,2	0,25	0,1	0,15



Вариант 3 (АЗБ-388-2с первые десять человек по журналу)
СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ
СУШИЛЬНОГО ШКАФА

При температуре объекта 1, равной заданной, измерительный мост 2 уравновешен, на вход электронного усилителя 3 сигнал не поступает и система регулирования находится в равновесии. Заданное значение температуры устанавливается резистором R_3 . При отклонении температуры изменяется сопротивление термометра R_T и равновесие мостовой схемы нарушается. На входе усилителя появляется напряжение, фаза которого зависит от знака отклонения температуры объекта от заданной. Усиленное в усилителе напряжение подается на управляющую обмотку двигателя 4, который начинает вращаться со скоростью, пропорциональной этому напряжению. Двигатель через механическую передачу 5 перемещает движок автотрансформатора 6, изменяя напряжение на нагревательном элементе 7. По достижении заданной температуры измерительный мост сбалансирован и двигатель остановится.

Уравнения элементов системы имеют следующий вид:

объект управления (сушильный шкаф) $T_{ш} d\Theta/dt + \Theta = k_{ш} Q$;

электрический термометр сопротивления $\Delta R_T = k_T \Delta \Theta$;

измерительный мост:

- элемент сравнения $U = U_3 - U_T$;

- канал прохождения сигнала от термометра сопротивления) $U_T = k_{мТ} \Delta R_T$

электронный усилитель $U_y = k_y U$;

исполнительный электродвигатель $d\beta/dt = k_d U_y$;

автотрансформатор совместно с кинематической связью $U_a = k_a \beta$;

нагревательный элемент $T_n dQ/dt + Q = k_n U_a$;

где $k_{ш}$ - коэффициент передачи сушильного шкафа;

$k_T, k_{мТ}$ - коэффициенты передачи термометра сопротивления, измерительного моста;

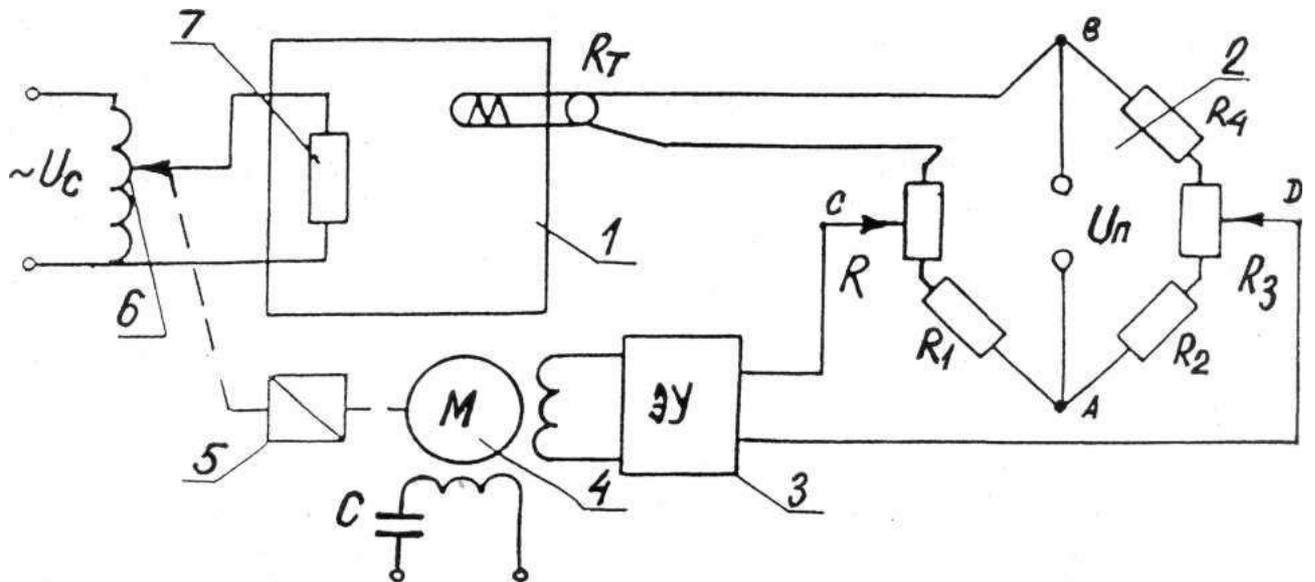
k_y - коэффициент усиления усилителя; k_d - коэффициент передачи двигателя;

k_a - коэффициент передачи автотрансформатора совместно с кинематической связью;

k_n - передаточный коэффициент нагревательного элемента;

$T_{ш}, T_n$ - постоянные времени шкафа и нагревательного элемента.

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$k_{ш}, \text{с } ^\circ\text{C}/\text{Дж}$	0,03	0,025	0,04	0,02	0,03	0,04	0,025	0,02	0,03	0,025
$k_T, \text{Ом}/^\circ\text{C}$	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
$k_{MT}, \text{В}/\text{Ом}$	0,06	0,008	0,02	0,01	0,009	0,008	0,007	0,01	0,008	0,01
k_{y_2}	200	400	300	200	250	300	350	400	250	200
$k_d, \text{рад}/(\text{В с})$	1	1,5	2	2,5	1	2	3	1	1,5	1
$k_a, \text{В}/\text{рад}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$9 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$
$k_H, \text{Дж}/(\text{В с})$	100	150	200	100	150	140	100	150	160	120
$T_{ш}, \text{с}$	1000	1800	1200	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600
$T_H, \text{с}$	200	200	250	150	200	250	150	200	250	300
$\sigma, \%$	25	20	30	20	25	30	35	20	25	30
$t_p, \text{с}$	50	100	120	150	50	75	100	125	150	50



Вариант 4 (АЗБ-388-2с вторые десять человек по журналу)
СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА
ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА

Электропривод современного электромеханического промышленного робота (ПР) представляет собой комплекс приводов, каждый из которых управляет определенной степенью подвижности робота. В основном они строятся по общей схеме, работающей по принципу многоконтурной системы подчиненного регулирования. Электропривод ПР (рис.1) состоит из следующих элементов: исполнительного элемента (двигателя) М; тиристорного преобразователя ТП; редуктора Р; датчиков обратной связи по скорости ВР, углу (положению) ИПП; регуляторов скорости РС, угла (положения).

Работа элементов системы описывается следующими уравнениями:

предварительный усилитель $T_y dU_y / dt + U_y = k_y U;$

усилитель мощности (тиристорный преобразователь) $T_n dU_n / dt + U_n = k_n U_y;$

редуктор $dq / dt = k \omega;$

исполнительный двигатель постоянного тока. Для удобства расчетов структура двигателя постоянного тока представляется в виде двух блоков, описывающих электрические (с постоянной времени T_ϵ) и электромеханические (с постоянной времени T_m) свойства двигателя и внутренней обратной связи по ЭДС вращения двигателя .

где q q - заданное и текущее значение обобщенной координаты отдельной степени подвижности робота;

U - ошибка регулирования;

K_y - коэффициент усиления предварительного усилителя;

K_n - коэффициент усиления тиристорного преобразователя;

K_α - коэффициент передачи цепи якоря;

$M_{дв}$ - вращающий момент двигателя;

M_n - момент сопротивления нагрузки, приведенный к валу двигателя;

J - момент инерции двигателя и нагрузки, приведенный к валу двигателя;

i - передаточное отношение редуктора;

k_ω - коэффициент противо-ЭДС;

T_y – постоянная времени усилителя;

T_n - постоянная времени тиристорного преобразователя;

T_α - постоянная времени якоря электродвигателя.

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
K_v	25	50	40	35	20	25	30	35	30	25
K_{π}	10	8	10	12	15	12	7	8	10	10
$K_{\text{я}}$	2	3	2	3	2	3	2	3	3	2
$T_{y2}, \text{с.}$	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001	0,002
$T_{\pi}, \text{с.}$	0,003	0,005	0,006	0,004	0,005	0,004	0,005	0,003	0,006	0,003
$T_{\text{я}}, \text{с.}$	0,04	0,02	0,02	0,03	0,04	0,02	0,03	0,02	0,03	0,04
$J, \text{Н м с}^2$	0,005	0,006	0,005	0,007	0,005	0,006	0,005	0,007	0,008	0,005
I	70	75	50	60	65	75	70	50	60	80
$K_{\omega}, \text{В с/рад}$	0,2	0,25	0,2	0,25	0,3	0,0,2	0,25	0,3	0,2	0,25
$\sigma, \%$	10	15	20	15	10	15	20	15	10	20
$t_p, \text{с}$	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,2	0,25	0,3

