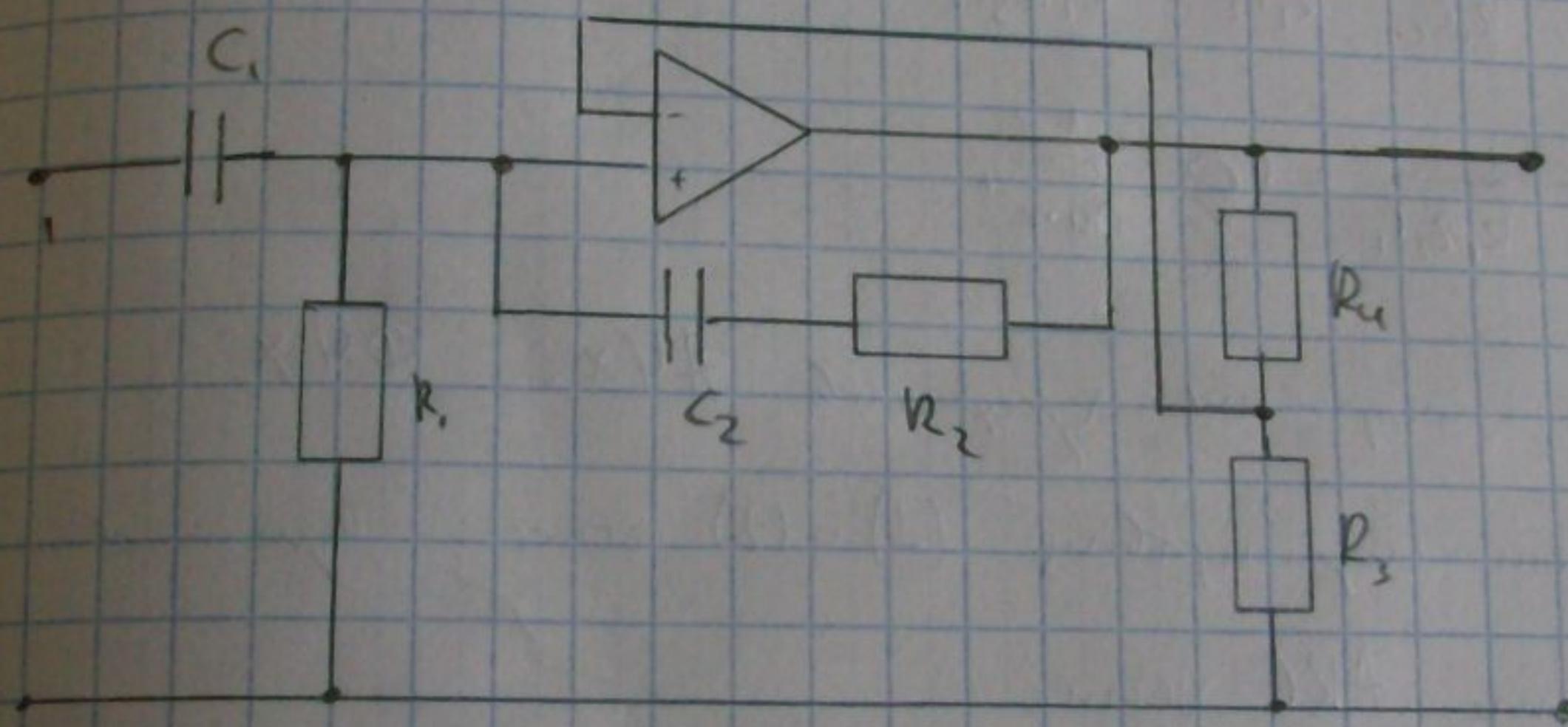


Титовский расчет №4 © Ёжич, ВВ-2-06
<http://vv206.selfip.org/>
 Амбивные RC-цепи с внешними обратными связями.

На основании заданных в схеме и параметров элементов АРС цепи по формулам операторной преобразования функции рассчитать и построить в графике для $\omega=0; \omega \rightarrow \infty; \omega_0; \omega_{0c}; \omega_0$ ($\omega_0 = \sqrt{a_0}$) АЧХ и ФЧХ.



$R_1 = R_2 = 1 \text{ кОм}$ $R_3 = R_4 = 0,5 \text{ кОм}$ $C_1 = C_2 = 0,1 \text{ мкФ}$

$$K_o(p) = \frac{b_2 p^2 + b_1 p}{p^2 + a_1 p + a_0}$$

Умножив на передаточную ф-цу.

$$K(j\omega) = \frac{b_2(j\omega)^2 + b_1(j\omega)}{(j\omega)^2 + a_1(j\omega) + a_0} = \frac{-b_2\omega^2 + j\omega b_1}{-\omega^2 + j\omega a_1 + a_0} = K(\omega) \cdot e^{j\varphi(\omega)}$$

т.е. $K(\omega) = АЧХ$, $\varphi(\omega) = ФЧХ$.

$$K(\omega) = |K(j\omega)| = \frac{\sqrt{\omega^2 b_1^2 + b_2^2 \omega^4}}{\sqrt{(a_0 - \omega^2)^2 + \omega^2 a_1^2}} = \frac{\omega \sqrt{b_1^2 + b_2^2 \omega^2}}{\sqrt{\omega^2 a_1^2 + (a_0 - \omega^2)^2}} \quad (1)$$

$$\varphi(\omega) = 180^\circ + \operatorname{arctg} \left(\frac{b_1}{-b_2 \omega} \right) - \operatorname{arctg} \left(\frac{\omega a_1}{a_0 - \omega^2} \right) \quad (2)$$

Рассчитаем коэффициенты передаточной функции.

$$b_2 = \frac{R_3 + R_4}{R_3} = 2$$

$$b_1 = \frac{R_3 + R_4}{R_1 \cdot R_3 \cdot C_2} = 2 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$$

$$a_1 = \frac{1}{R_1 C_1} + \frac{1}{R_2 C_2} = \frac{R_4}{R_2 R_3 C_2} = 10^4 \text{ с}^{-1}$$

$$a_0 = \frac{1}{R_1 R_2 C_1} = 10 \text{ с}^{-1}$$

Для построения графиков АЧХ и ФЧХ

проведем нормировку (1) и (2) относительно угловой частоты

вместо АЧХ у нас.

$$\omega_0 = \sqrt{a_0} \approx 3,162 \text{ с}^{-1} \Rightarrow f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} \approx 0,503 \text{ Гц}$$

введем

нормированные

$$\text{и частоту } \lambda = \frac{\omega}{\omega_0} = \frac{f}{f_0} \text{ (тогда } \omega = \lambda \cdot \omega_0)$$

$$(3) K(\omega) = \frac{\lambda \cdot \omega_0 \cdot \sqrt{b_1^2 + b_2^2 \cdot \lambda^2 \omega_0^2}}{\sqrt{\lambda^2 \omega_0^2 a_1^2 + (\omega_0^2 - \lambda^2 \omega_0^2)^2}} = \frac{\lambda \cdot \sqrt{b_1^2 + b_2^2 \lambda^2 \omega_0^2}}{\sqrt{(1 - \lambda^2)^2 + \lambda^2 a_1^2}} = K(\lambda)$$

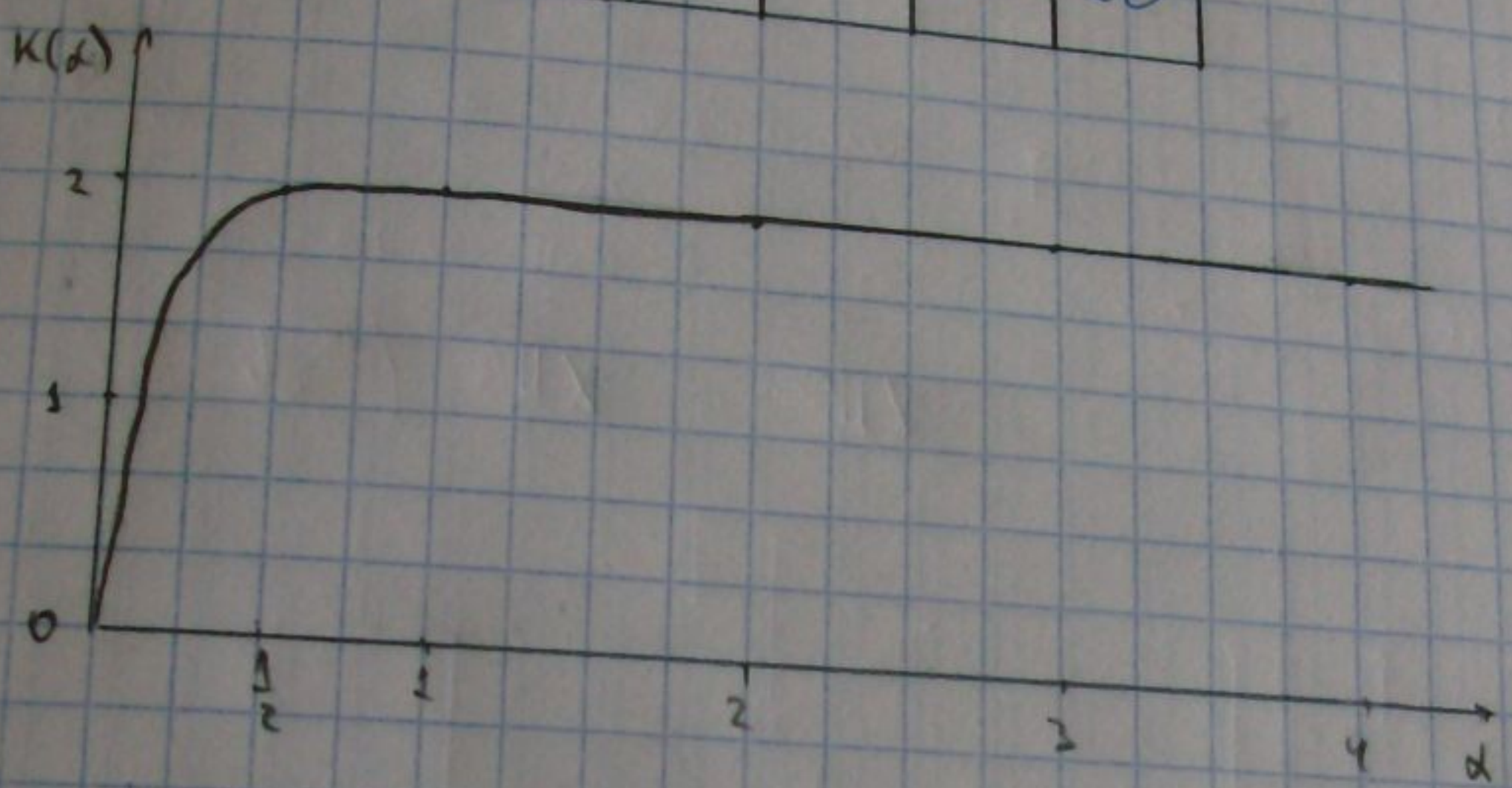
$$(4) \varphi(\omega) = 180^\circ + \operatorname{arctg} \left(\frac{b_1}{-b_2 \lambda \omega_0} \right) - \operatorname{arctg} \left(\frac{\lambda a_1}{\omega_0 (1 - \lambda^2)} \right)$$

Таблица значений

Функции (3), (4)

(2)

α	0	$\frac{1}{2}$	1	2	3	4
$K(\alpha)$	0	1,99	2	2	2	2
$\varphi(\alpha)^\circ$	90	0,036	0,018	≈ 0	≈ 0	≈ 0



По графику видно, что с ростом α по
 данным формул — ФНЧ.

