

## Моделирование частотных характеристик звена 2-го порядка

Действительная и мнимая частотные характеристики рассчитываются по формулам:

$$R(\omega) = \frac{k(1 - T_1^2 \omega^2)}{(1 - T_1^2 \omega^2)^2 + T_2^2 \omega^2}; I(\omega) = -\frac{kT_2 \omega}{(1 - T_1^2 \omega^2)^2 + T_2^2 \omega^2}.$$

На рис. 1 приведены схемы их моделирования. Здесь используется вспомогательная переменная *skobka*. Результаты моделирования для звена 2-го порядка с параметрами  $k=5$ ,  $T_1=1$ ,  $T_2=1$  приведены на рис. 2 – 4.

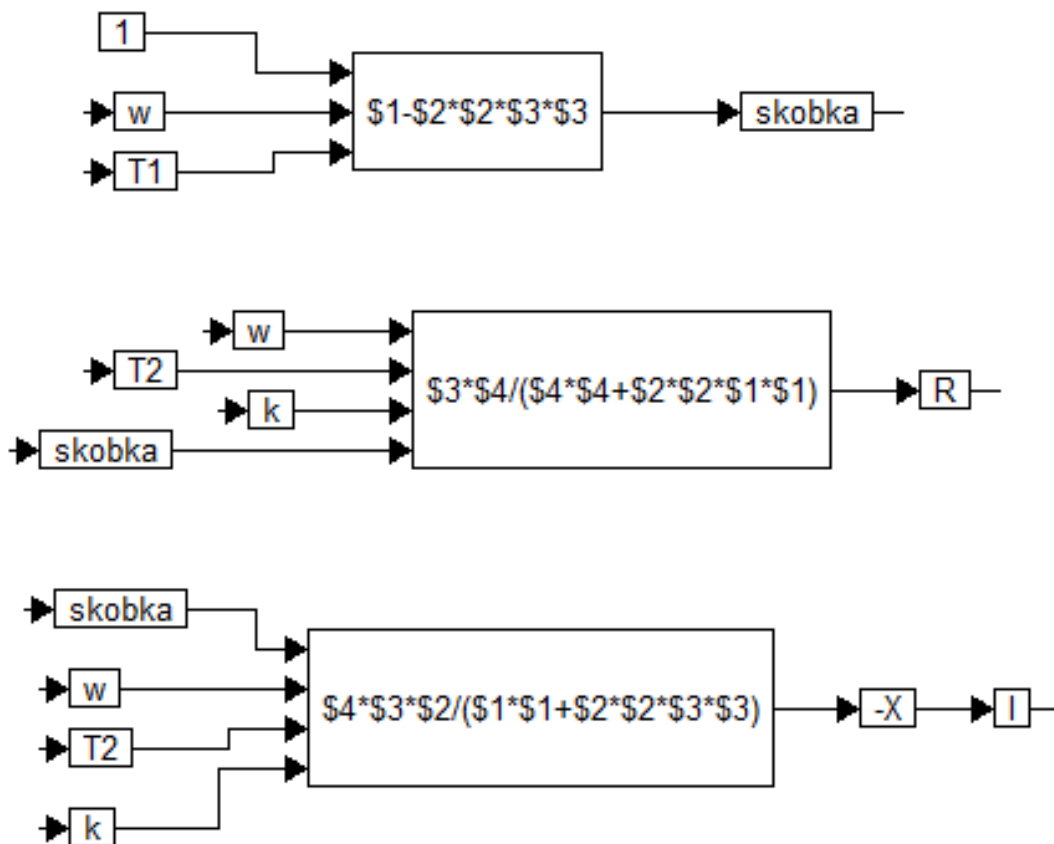


Рис. 1. Схемы моделирования действительной и мнимой характеристик звена 2-го порядка

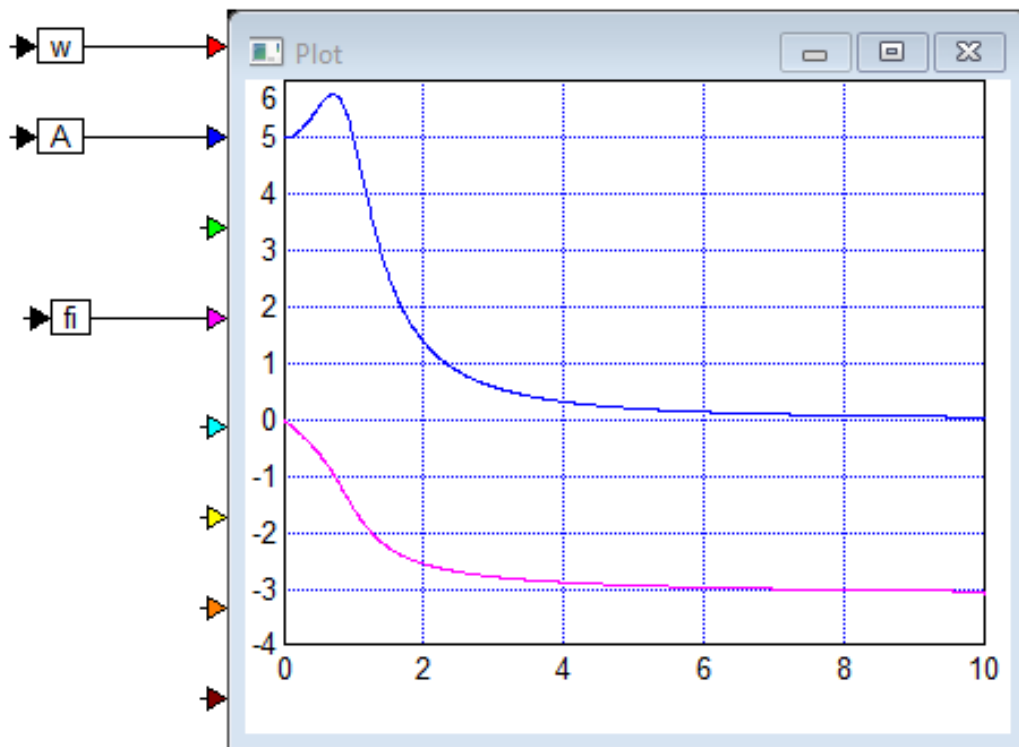


Рис. 2. Результаты моделирования АЧХ и ФЧХ звена 2-го порядка

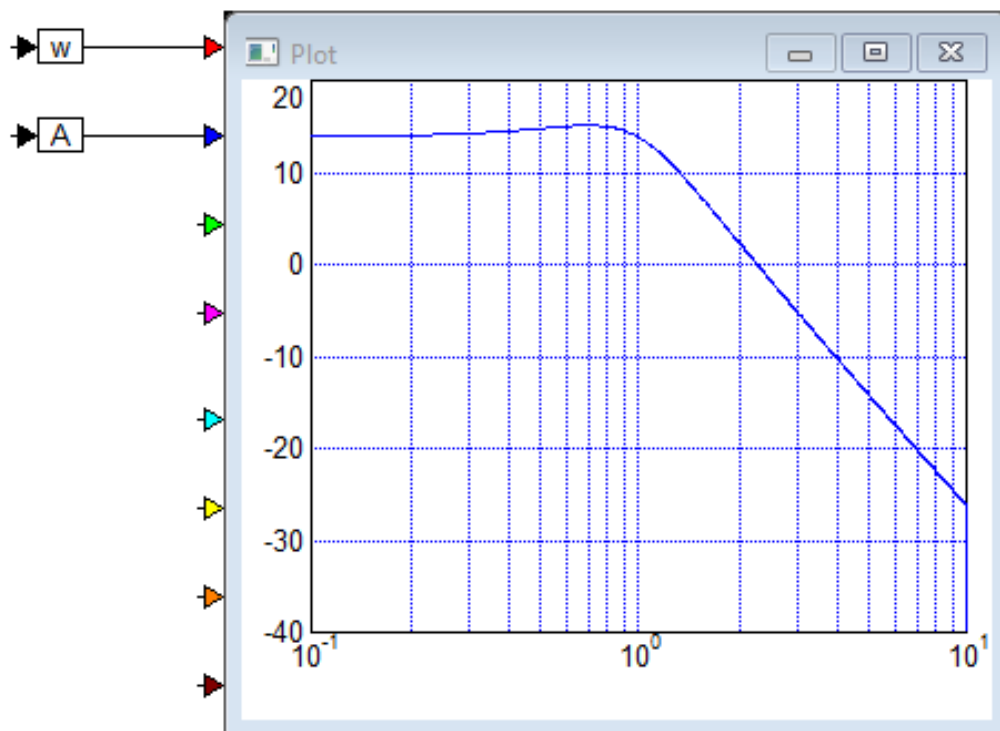


Рис. 3. Результаты моделирования ЛАЧХ звена 2-го порядка

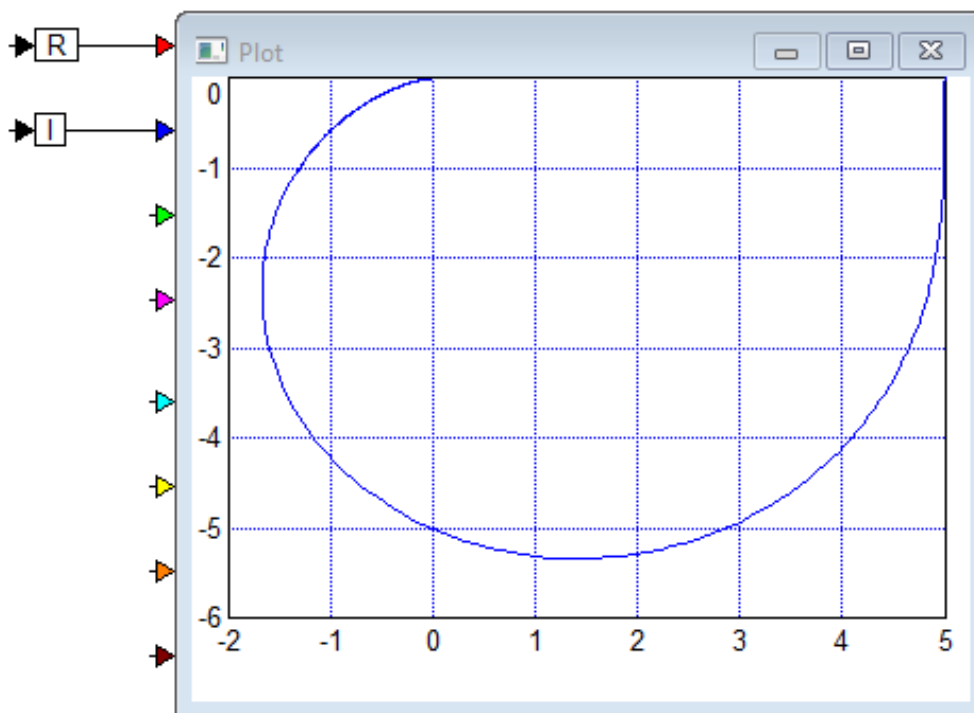


Рис. 4. Результаты моделирования годографа звена 2-го порядка

Расчет АЧХ осуществляется по формуле

$$A(\omega) = \sqrt{R^2(\omega) + I^2(\omega)}$$

которая реализуется в *VisSim* блоками (рис. 5):

- Выражение *expression*;
- Корень квадратный *sqrt* из группы Преобразователи *Transcendental*.



Рис. 5. Функциональная схема расчета АЧХ

Расчет ФЧХ осуществляется по формуле

$$\varphi(\omega) = \text{arctg} \left( \frac{I(\omega)}{R(\omega)} \right),$$

которая реализуется в *VisSim* (рис. 6) блоком *atan2* из группы Преобразователи *Transcendental*. Этот блок преобразует отношение двух входных сигналов, возвращая значение его арктангенса в радианах. Итоговое значение учитывает знак каждого сигнала, поскольку область переменных составляет от  $-\infty$  до  $+\infty$ , а область значений – от  $-\pi$  до  $\pi$ .



Рис. 6. Функциональная схема расчета ФЧХ

Для вывода результатов моделирования АЧХ и ФЧХ используется блок Осциллограф Plot с настройками, представленными на рис. 7. Здесь используется функция *XY-Plot*: координата по оси абсцисс берется с первого входа блока, в нашем случае это значение частоты  $\omega$ . Координата по оси ординат – с любых других входов осциллографа. Отображение времени при этом исключается, а желаемое время симуляции задается только в диалоговом окне *Simulation Properties*. В рассматриваемом примере это *End (sec)=20*.

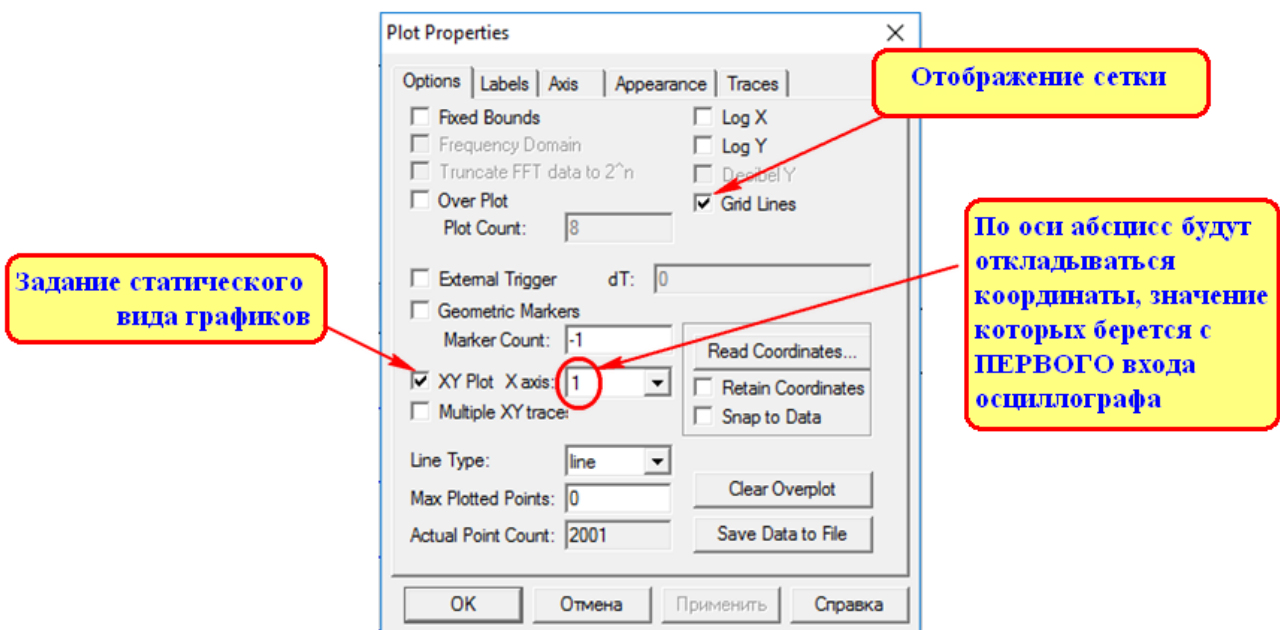


Рис. 7. Параметры осциллографа для вывода частотных характеристик

Построение ЛАЧХ обеспечивается соответствующими настройками блока Осциллограф *Plot* (рис. 8). Функциональная схема подключения осциллографа – та же, что при выводе АЧХ (рис. 7).

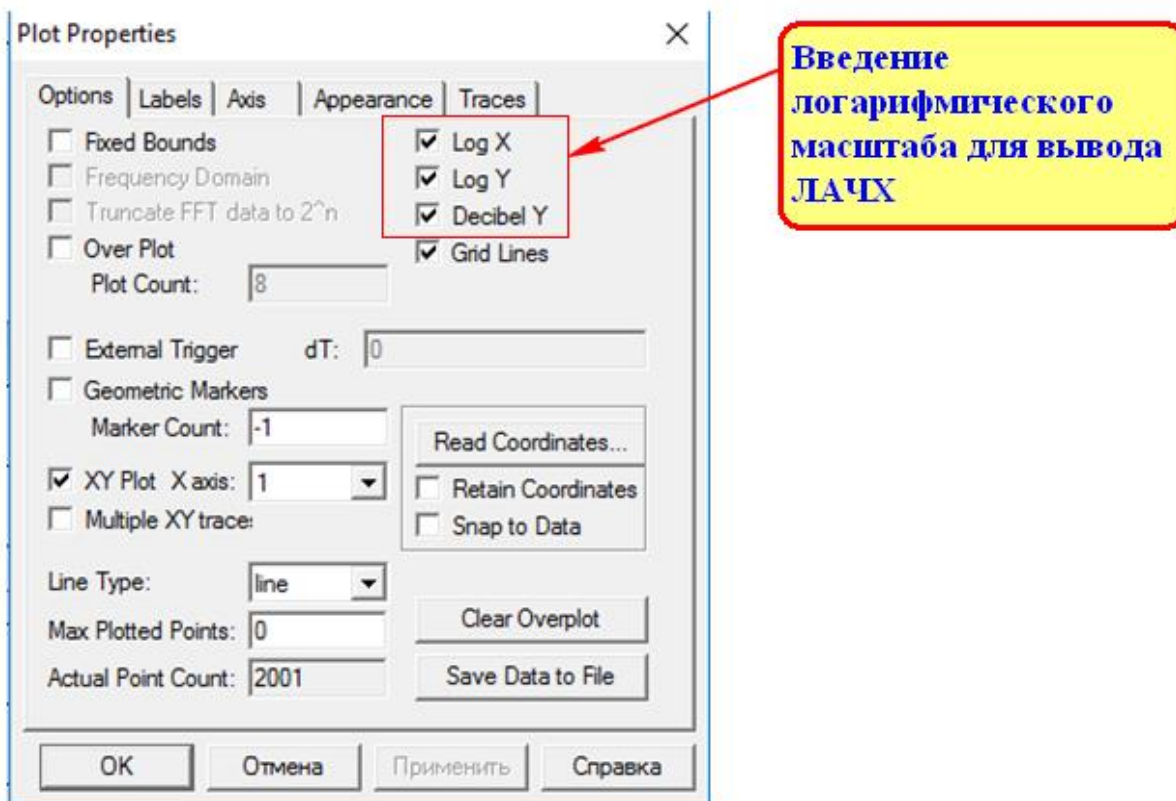


Рис. 7. Настройки осциллографа для вывода ЛАЧХ

**Задание**

- 1) Смоделируйте АЧХ, ФЧХ, годограф и ЛАЧХ звена второго порядка с заданными параметрами, варианты приведены в таблице.
- 2) Измените параметры звена таким образом, чтобы его характер изменился (контролируйте по величине коэффициента затухания) – смоделируйте все характеристики полученного звена.
- 3) Примите  $T_2=0$ , смоделируйте частотные характеристики полученного консервативного звена.

№ вар	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$k$	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	2	3	4	5
$T_1$	0,1	0,2	0,3	1,5	1,4	1,5	0,16	0,17	0,18	1,9	2	0,2	0,3	4	5
$T_2$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	9	5	4	3	2
№ вар	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$k$	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	20	30	40	50
$T_1$	0,1	0,2	0,3	1,5	1,4	1,5	0,16	0,17	0,18	1,9	2	0,2	0,3	4	5
$T_2$	0,01	0,02	0,03	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,2	0,02	0,03	0,04	0,05
№ вар	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
$k$	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	2	3	4	5
$T_1$	0,1	0,2	0,3	1,5	1,4	1,5	0,16	0,17	0,18	1,9	2	0,02	0,03	0,4	0,5
$T_2$	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	2	3	4	5
№ вар	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
$k$	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	2	3	4	5
$T_1$	0,01	0,02	0,03	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,2	0,02	0,03	0,04	0,05
$T_2$	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,2	0,02	0,03	0,04	0,05	0,03	0,04	0,05