

Выполнено: Евдокимовой Дарьей, 21205

ПРАКТИЧЕСКАЯ №3

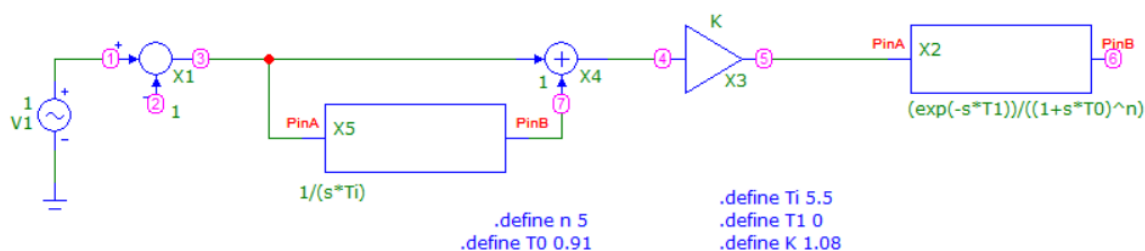
Вычисление запаса устойчивости по годографу Найквиста

Для $T = 0$

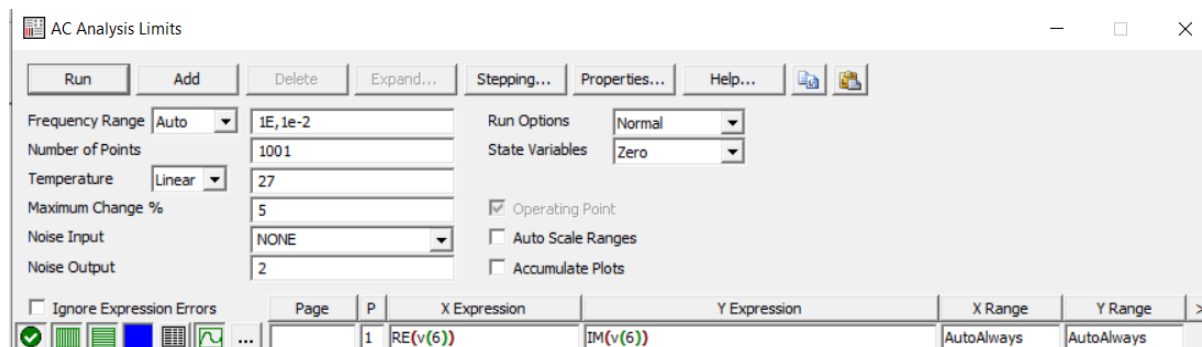
ПИ-регулятор

Данные взяла из отсюда

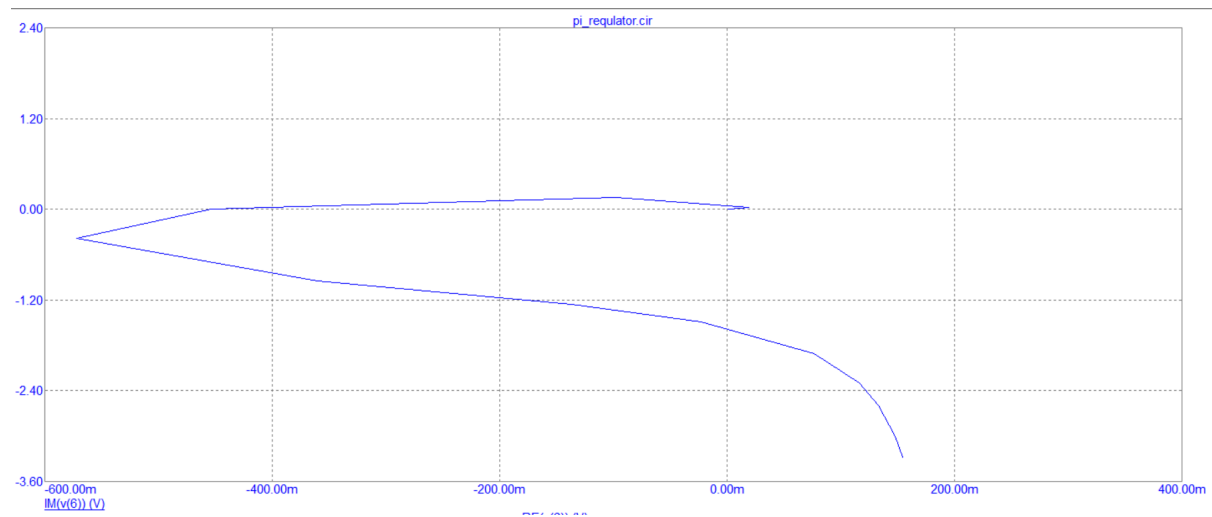
Для ПИ-регулятора (покоординатная настройка)					
T1	Kcrit	$K = K_H = K_{crit} * 0.45$	Tкрит	$T_{и} = T_{и,H} = T_{крит}/1.2$	Ошибка
0.00	2.4	1.0800	6.6000	5.5	5.626



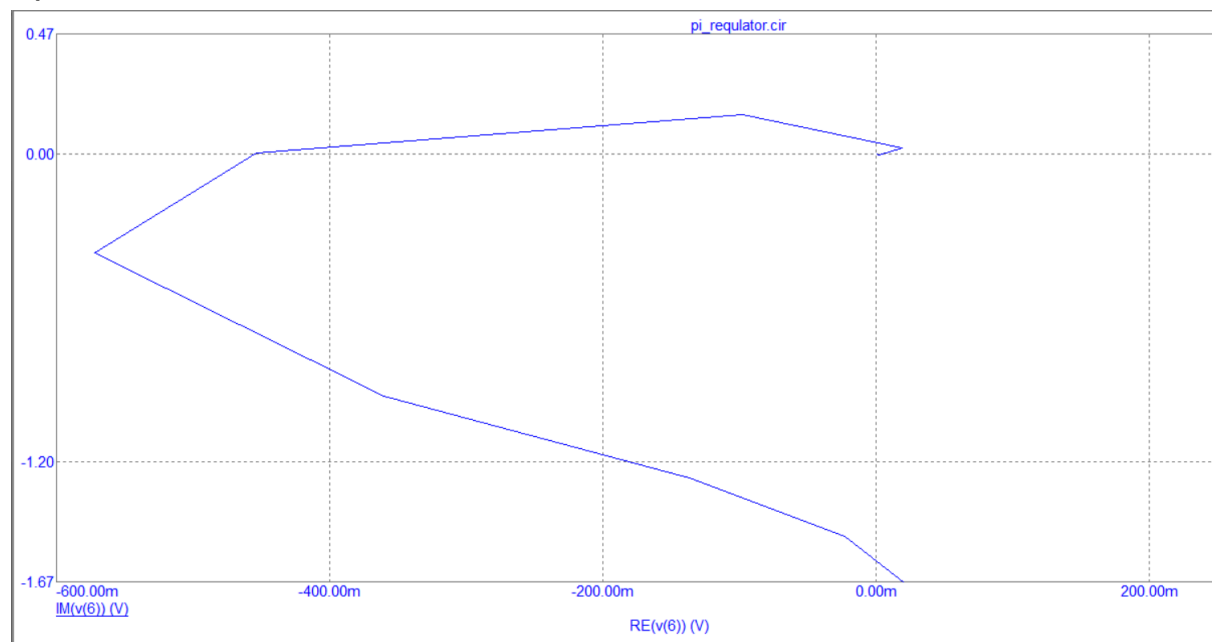
Конфигурация АС



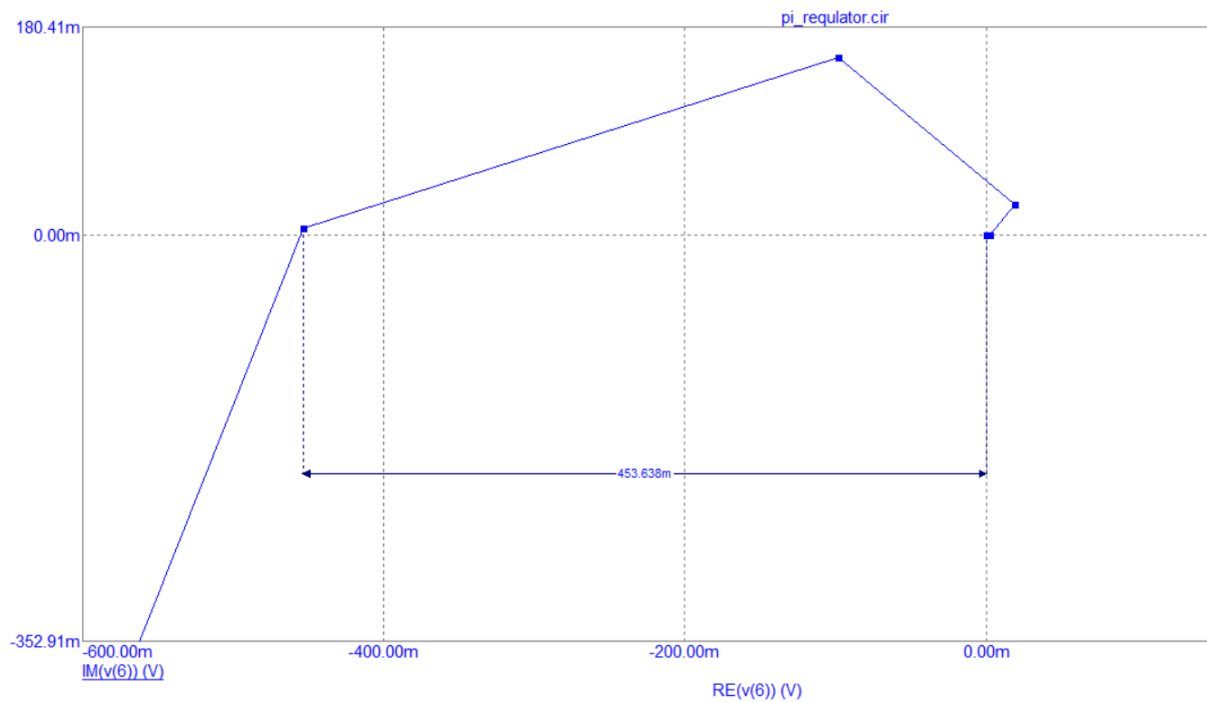
Годограф Найквиста



Приблизим



Еще приблизим и измерим расстояние

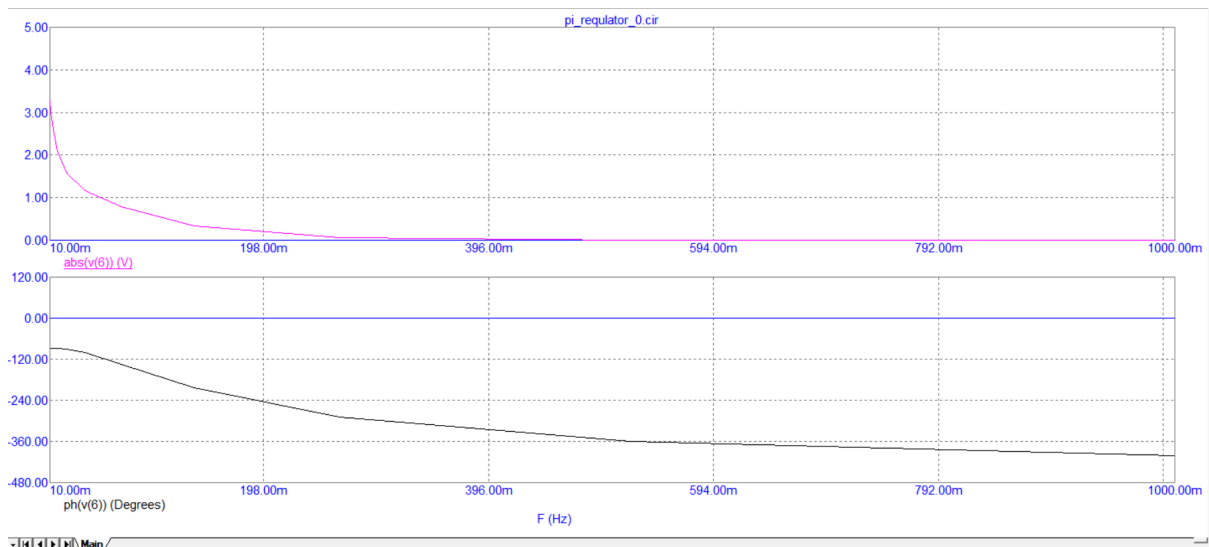


$a = 453.638 \text{ m}$

Посчитаем $K_a = 6.8780359597$

$$20 \times \log(1 \div 0.453) = 6.8780359597$$

Диаграммы Бode



жмякаем на “numeric output”

Получаем вот этот вывод, и находим строку, где 2й столбец максимально приближен к 1. А значение в 3м столбце этой строки -

и есть угол, берем его по модулю. Затем отнимаем это значение угла от 180 и получаем фазовую характеристику.

```

5.158E-02  1.031E+00  -1.123E+02
5.257E-02  1.019E+00  -1.134E+02
5.356E-02  1.008E+00  -1.144E+02
5.455E-02  9.960E-01  -1.155E+02

```

$-1.144E+02 = -114.4$,

тогда $\Delta\Phi = 180 - \text{abs}(-114.4) = 65.6$

ПИД-РЕГУЛЯТОР

Данные взяты отсюда

Для ПИД-регулятора							
T1	Kcrit	K = Kcrit * 0.6	Ткрит	Ти = Ткрит/2	Тд = Ти/4	Тс = Тд/8	Ошибка
0.00	2.5989	1.5593	8.2600	4.13	1.0325	0.129063	3.186

Конфиг запуска АС

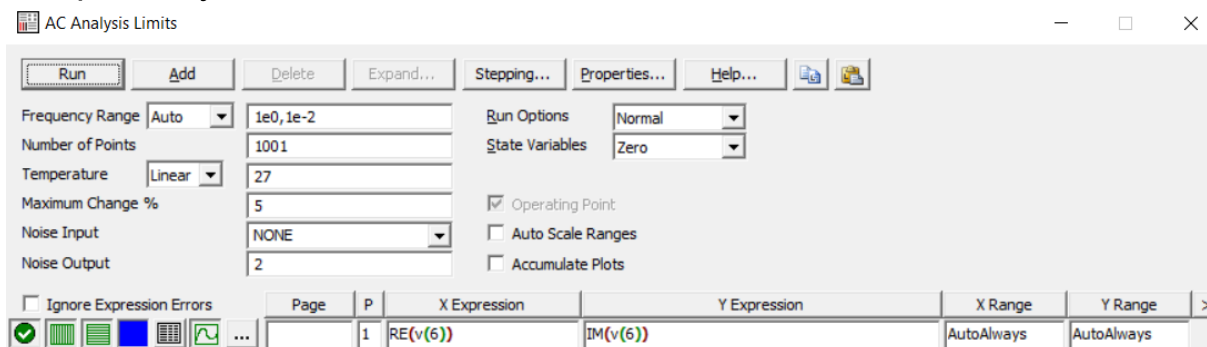
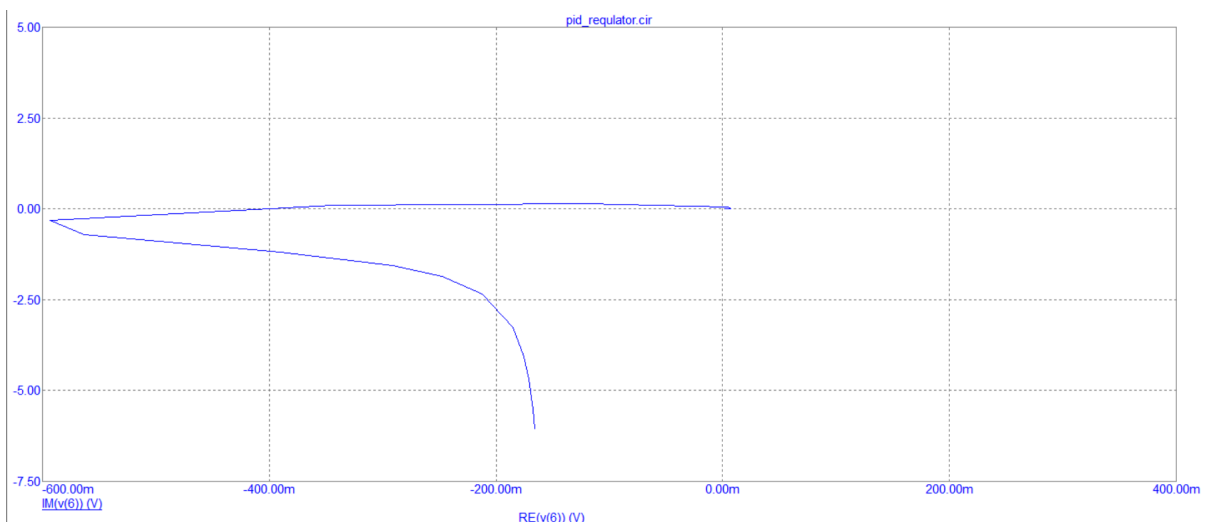
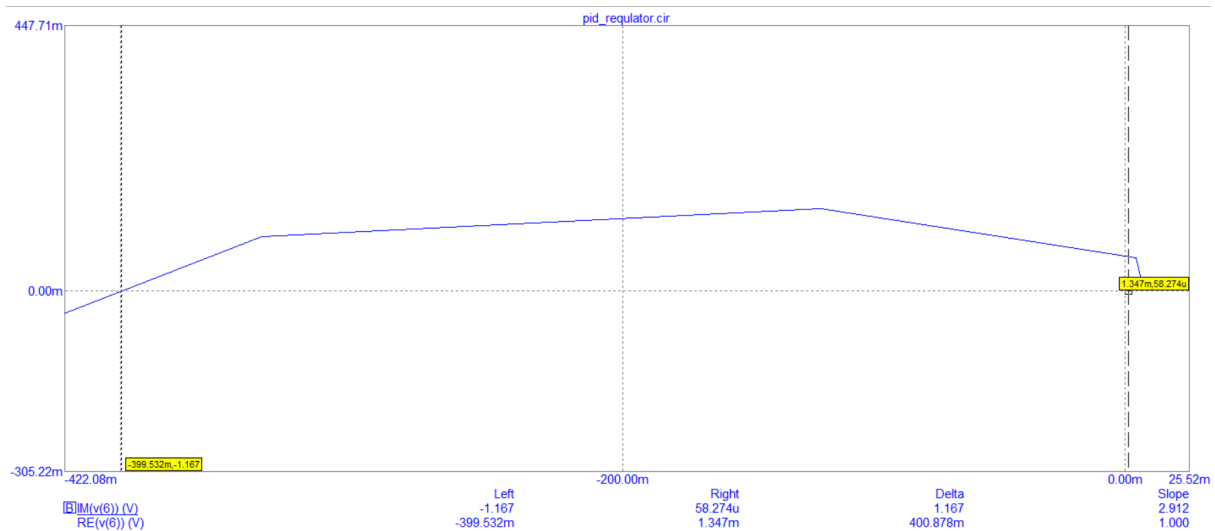


Диаграмма Найквиста



Считаем а:



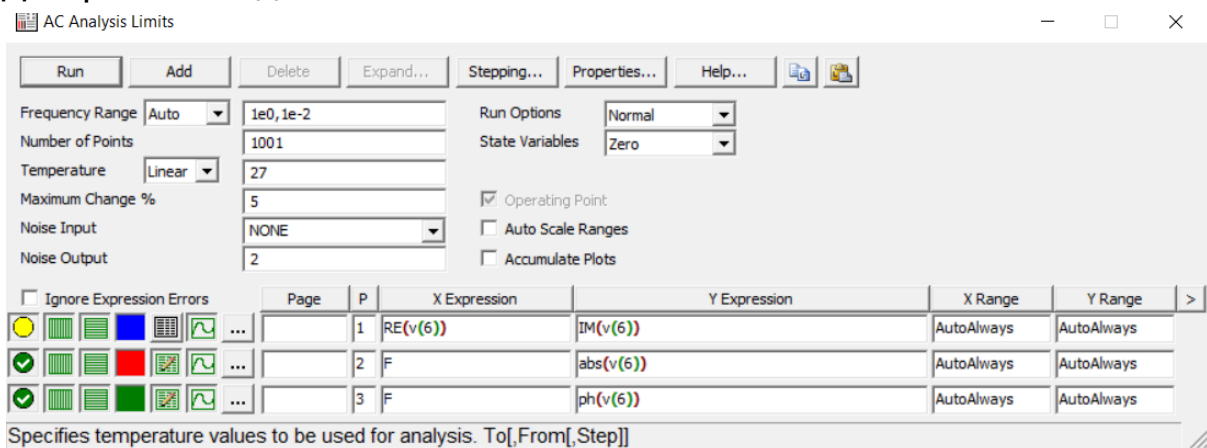
$a = 400.878m$

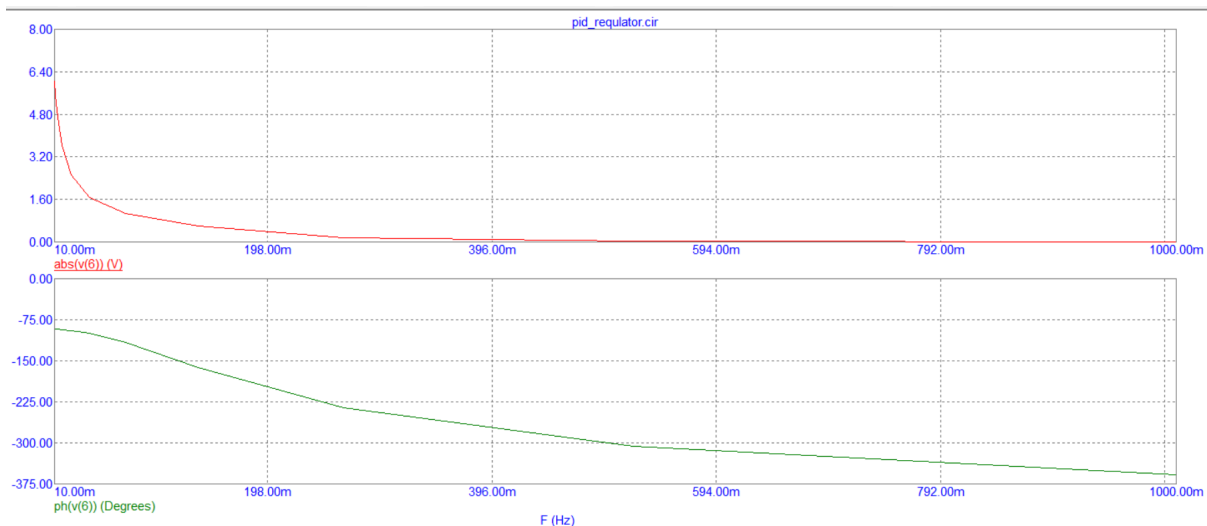
Тогда $K_a = 7.9588$

$$20 \times \log(1 \div 0.4)$$

$$7.9588001734$$

Диаграммы Бode:





Находим угол фи

8.128E-02	1.012E+00	-1.223E+02
8.227E-02	1.004E+00	-1.230E+02
8.326E-02	9.966E-01	-1.237E+02

$-1.230E+02 = -123$,

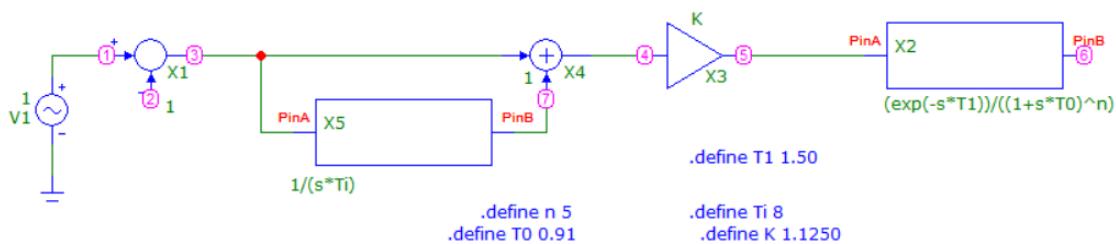
тогда $\Delta\phi = 180 - \text{abs}(-123) = 57$

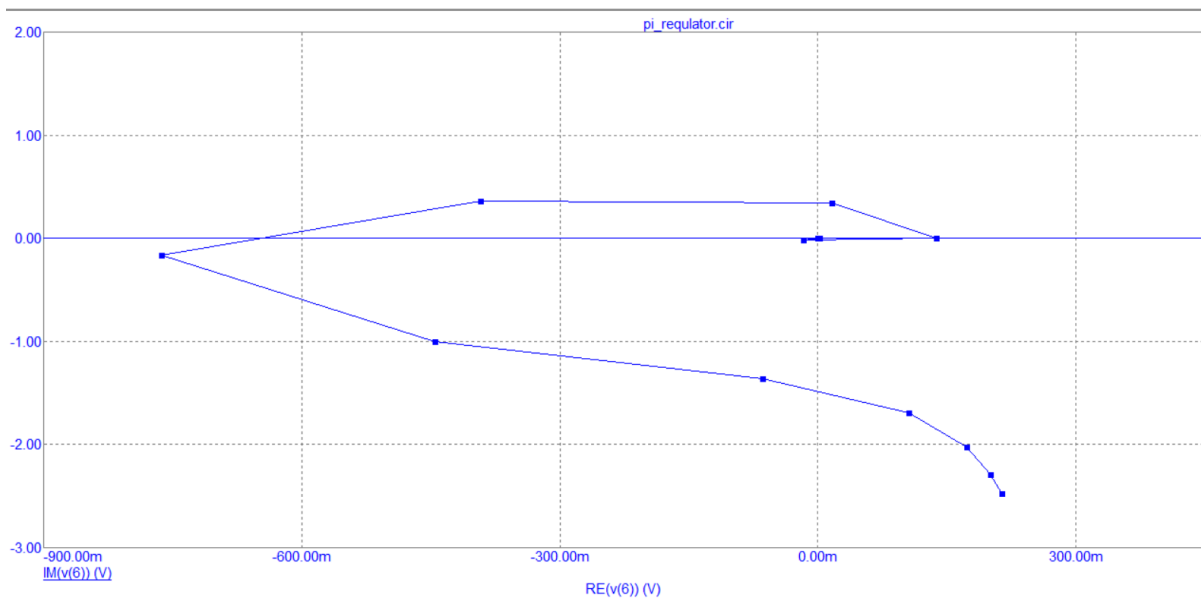
Для $T = 1.5$

ПИ-регулятор

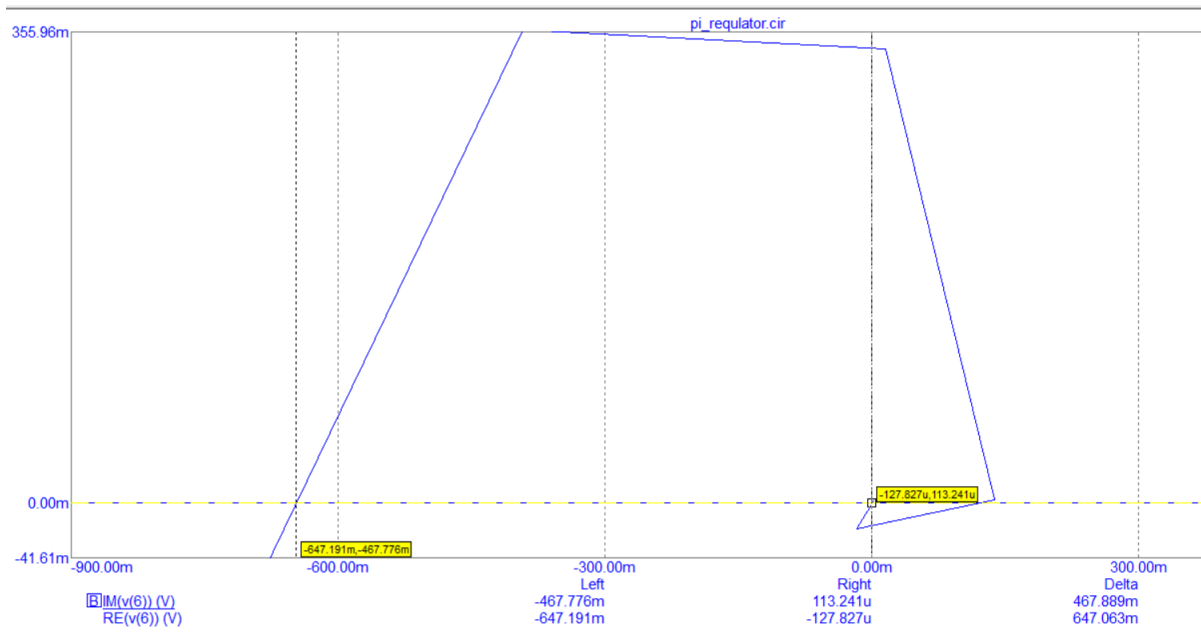
Данные взяла отсюда

Для ПИ-регулятора (покоординатная настройка)					
T1	Kcrit	$K = K_H = K_{crit} * 0.45$	Tкрит	$T_i = T_{и,H} = T_{крит}/1.2$	Ошибка
0.00	2.4	1.0800	6.6000	5.5	5.626
1.50	2.5	1.1250	9.6000	8	10.449





Приблизим



Получим $a = 647.063$

Посчитаем $K_a = 3.781$

$$20 \times \log(1 \div 0.647)$$

3.7819143866

Диаграммы Бode

AC Analysis Limits

Run Add Delete Expand... Stepping... Properties... Help...

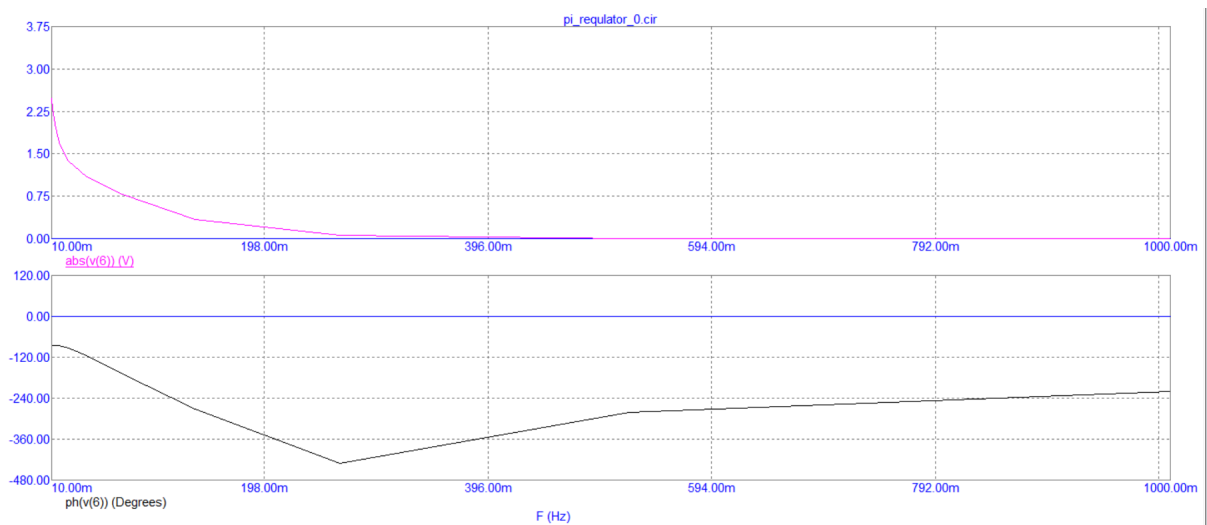
Frequency Range: Auto 1E, 1e-2
 Number of Points: 1001
 Temperature: Linear 27
 Maximum Change %: 5
 Noise Input: NONE
 Noise Output: 2

Run Options: Normal
 State Variables: Zero

☒ Operating Point
☒ Auto Scale Ranges
☐ Accumulate Plots

☐ Ignore Expression Errors

Page	P	X Expression	Y Expression	X Range	Y Range
1	1	RE(v(6))	IM(v(6))	AutoAlways	AutoAlways
2	2	F	abs(v(6))	AutoAlways	AutoAlways
3	3	F	ph(v(6))	AutoAlways	AutoAlways



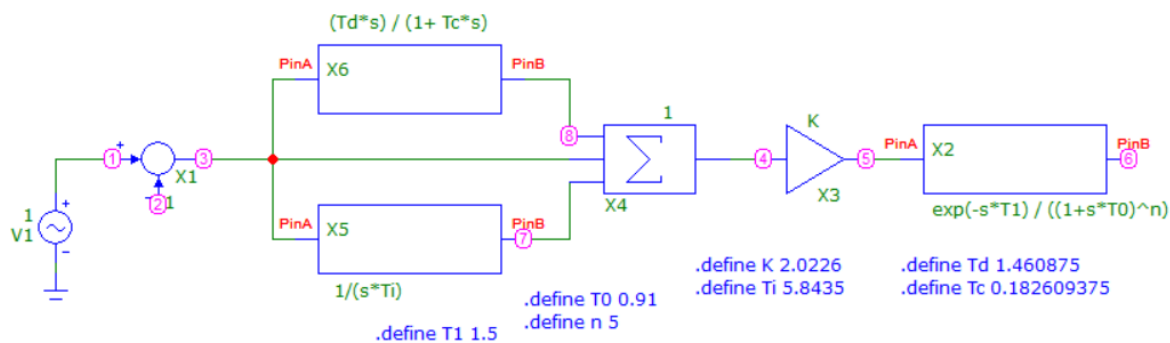
Waveform Values

F (Hz)	abs (v (6)) (V)	ph (v (6)) (Degrees)
1.000E-02	2.485E+00	NA
4.960E-02	1.010E+00	-1.285E+02
5.059E-02	1.000E+00	-1.302E+02
5.158E-02	9.903E-01	-1.318E+02
5.257E-02	9.806E-01	-1.335E+02

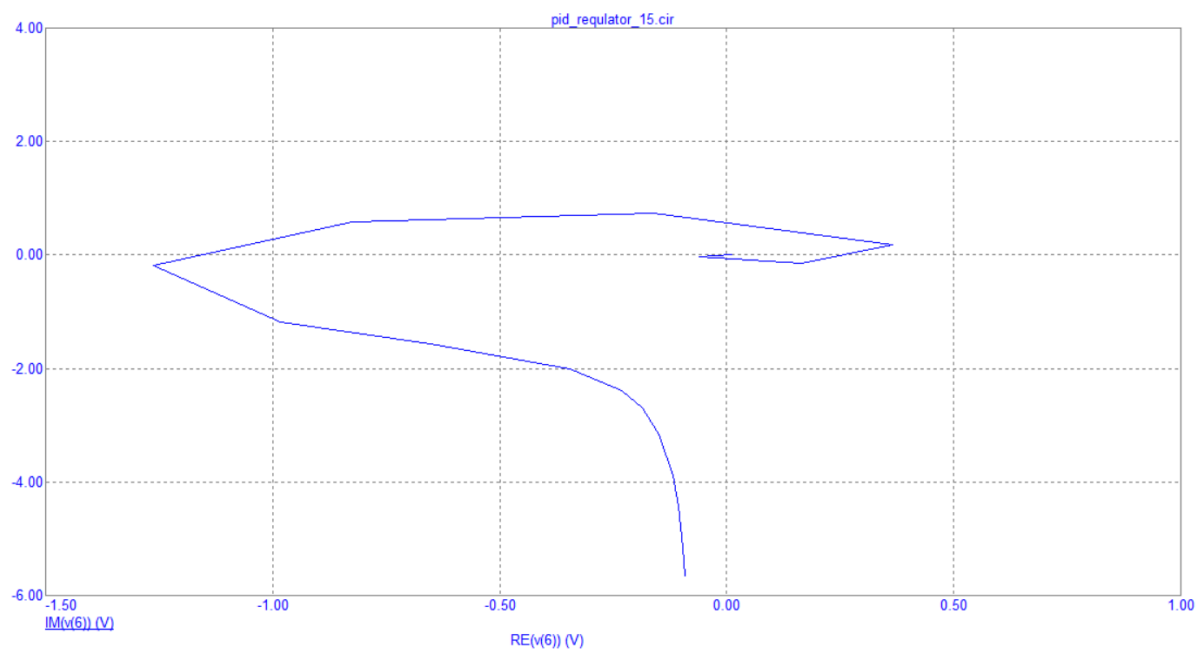
-1.302E+02 = -130.2 ,
 тогда $\Delta\phi = 180 - \text{abs}(-130.2) = 49.8$

ПИД-регулятор

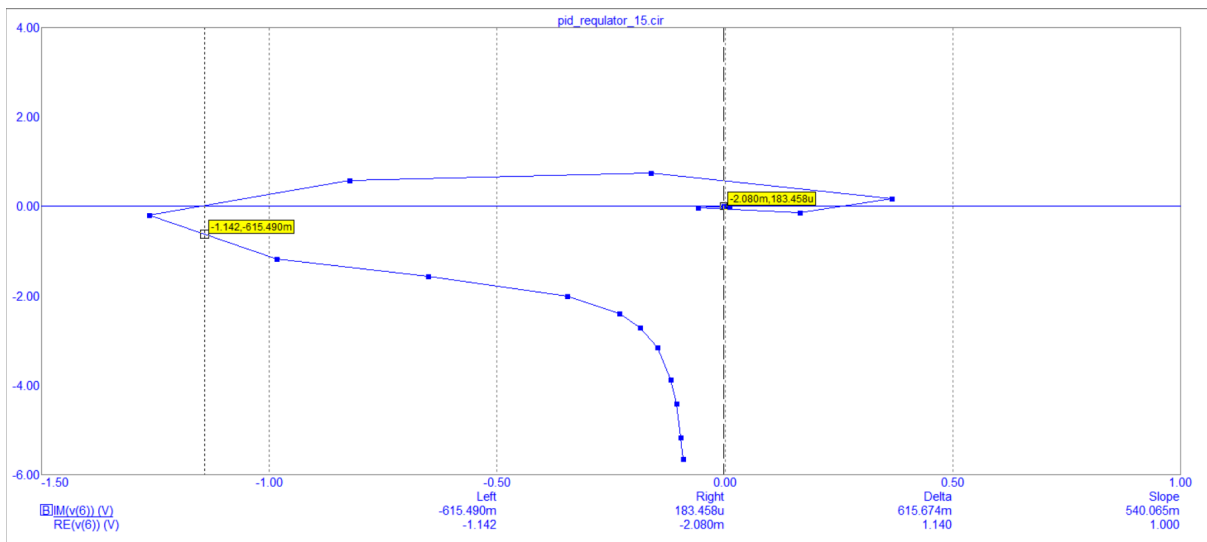
Для ПИД-регулятора							
T1	Kcrit	K = Kcrit * 0.6	Ткрит	Ти = Ткрит/2	Тд = Ти/4	Тс = Тд/8	Ошибка
0.00	2.5989	1.5593	8.2600	4.13	1.0325	0.129063	3.186
1.50	3.371	2.0226	11.6870	5.8435	1.460875	0.182609	7.512



Годограф Найквиста



Считаем $a = 615.674m$



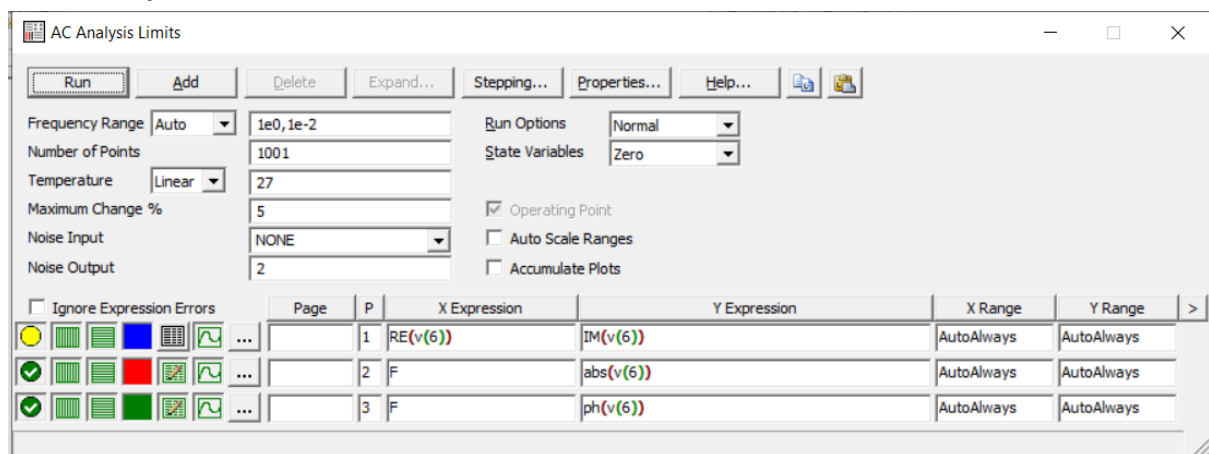
Считаем $K_a = 4.2224976845$

$$20 \times \log(1 \div 0.615)$$

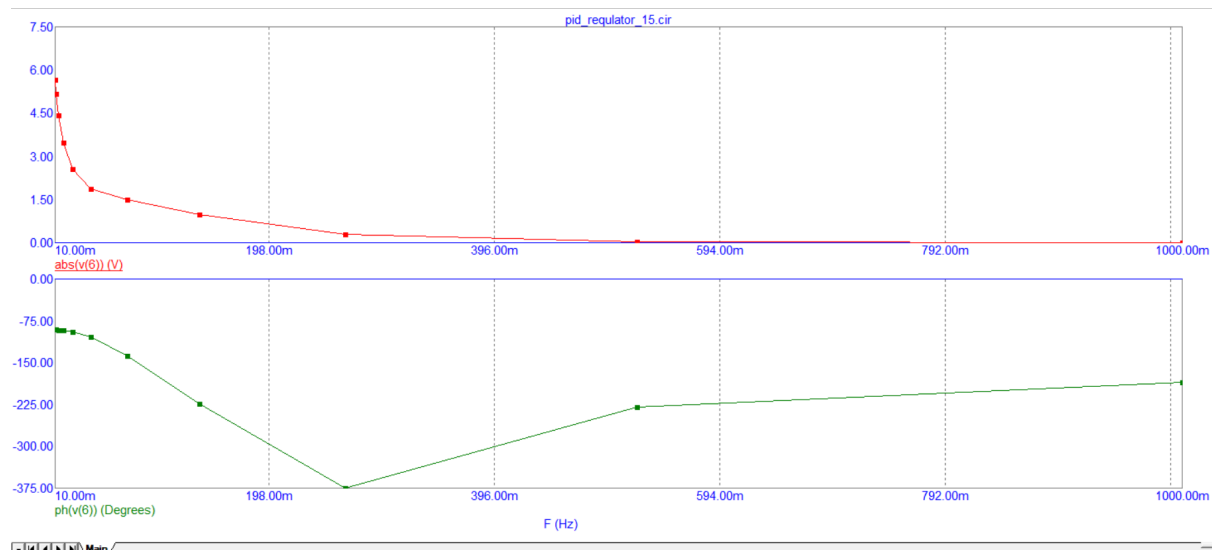
4.2224976845

Строим диаграмму Бode

Вот конфиг AC



Вот сами диаграммы



Смотрим на вывод файла:

1.308E-01	1.014E+00	-2.152E+02
1.318E-01	1.005E+00	-2.166E+02
1.328E-01	9.973E-01	-2.179E+02

$-2.166E+02 = -216.6$,

тогда $\Delta\phi = \text{abs}(-216.6) - 180 = 36.6$

Итоговая таблица

	T0	K	Ti	a	K_a	$\Delta\Phi$, °
ПИ	0	1.0800	5.5	0.453638	6.878035	65.6
ПИД	0	1.5593	4.13	0.4	7.9588	57
ПИ	1.5	1.1250	8	0.647063	3.781	49.8
ПИД	1.5	2.0226	5.8435	0.615	4.2224976845	36.6

Система имеет достаточный запас устойчивости по амплитуде, если $K_a \geq 3$.

Система имеет достаточный запас устойчивости по фазе, если $\Delta\Phi \geq 30^\circ$.