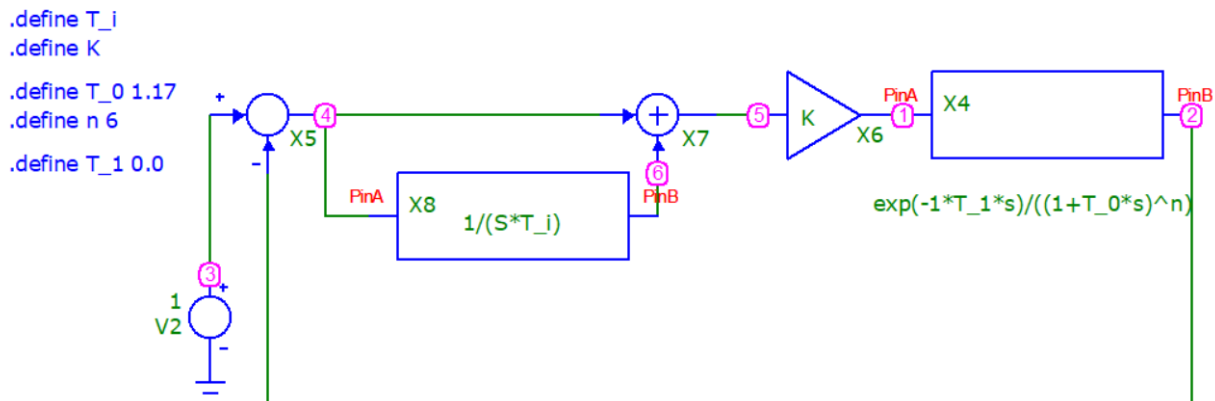


# Отчет по лабораторной 10.2

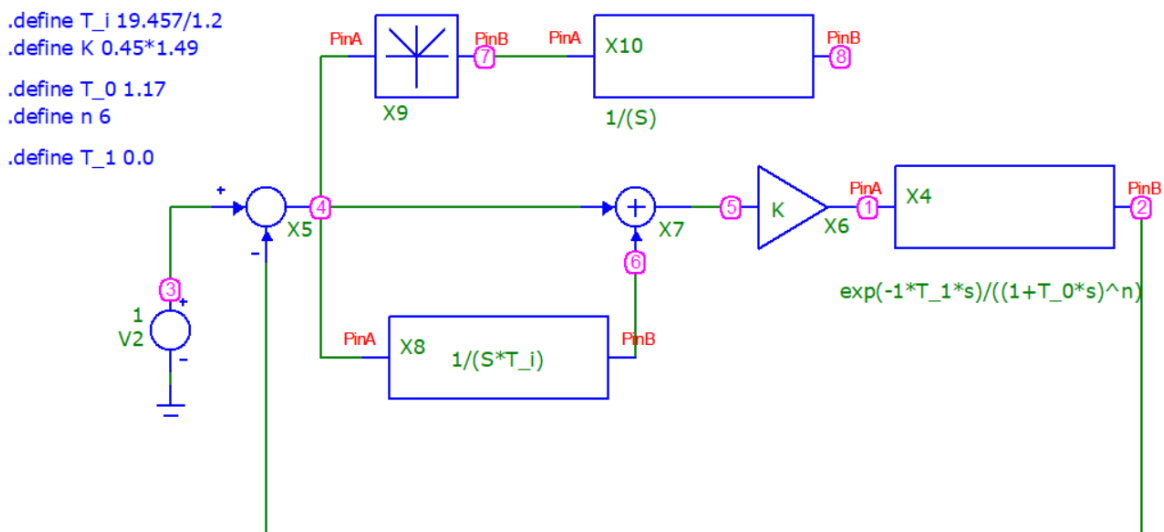
Усольцев Антон, группа 21209, ФИТ

## ПИ- регулятор

Для настройки по Никольсу-Циглеру:



Для интегральной оценки качества:



Для оценки по формулам:

```
.define T_a 5.7*T_0      .define T_emk 2.81*T_0
```

```
.define T_if (0.153 * ((T_emk + T_1) / T_a) + 0.362) * T_a
```

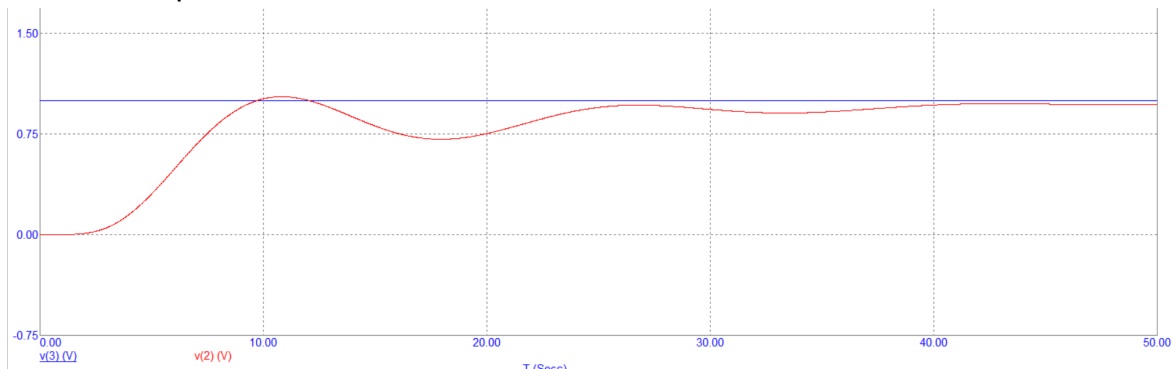
```
.define K_f 1 / (1.905 * ((T_emk + T_1) / T_a) + 0.826)
```

**T<sub>1</sub> = 0**

- Настройка по Никольсу-Циглеру

1. Отключаем интегрирующее звено и ищем  $K_{крит} = 2.36$
2. На границе устойчивости  $T_{крит} = 12.74$
3. Восстанавливаем звено интегрирования  $K = 0.45 * K_{крит}$  ,  $T_u = T_{крит}/1.2$

После настройки



- Оптимальная настройка

1.  $K = 0.45 * K_{крит} = 1.062$  ,  $T_u = T_{крит}/1.2 = 10.62$
2. Фиксируем К и меняем Т. При исходных параметрах  $I = 10$

Т	I	
11.74/1.2	9.44	
10.74/1.2	8.887	
9.4/1.2	8.595	Оптимальное

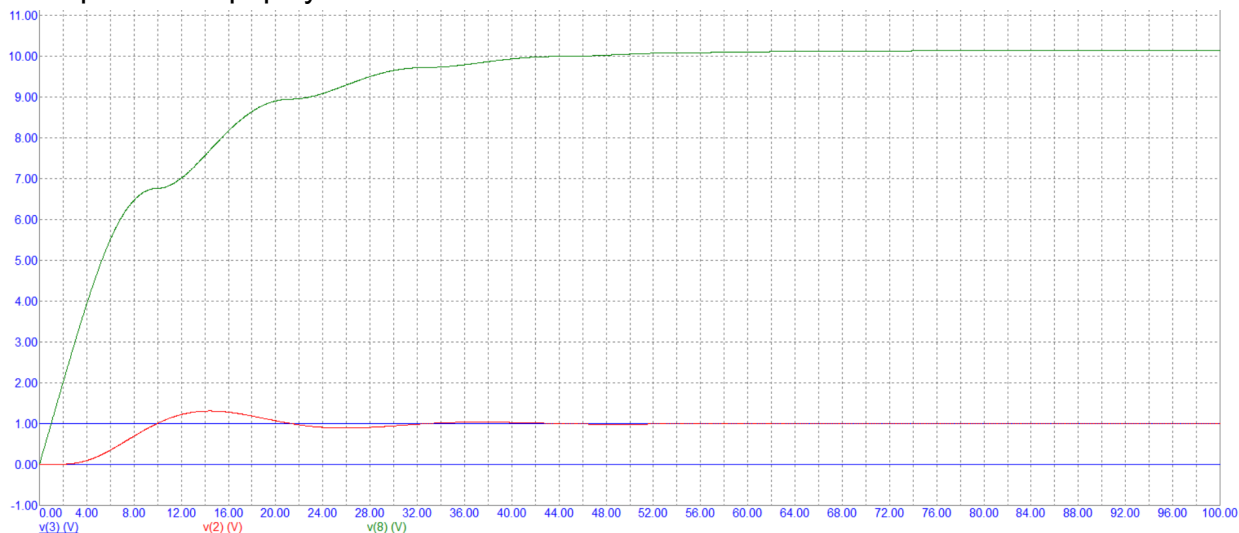
Фиксируем Т = 9.4/1.2

К	I	
0.45*2.32	8.523	
0.45*2.33	8.545	
0.45*2.31	8.513	
0.45*2.22	8.448	
0.45*2.20	8.445	Оптимальное

Получаем

$K = 0.45 * 2.2 = 1$  ,  $T_u = 9.4/1.2 = 7.83$

- Настройка по формулам



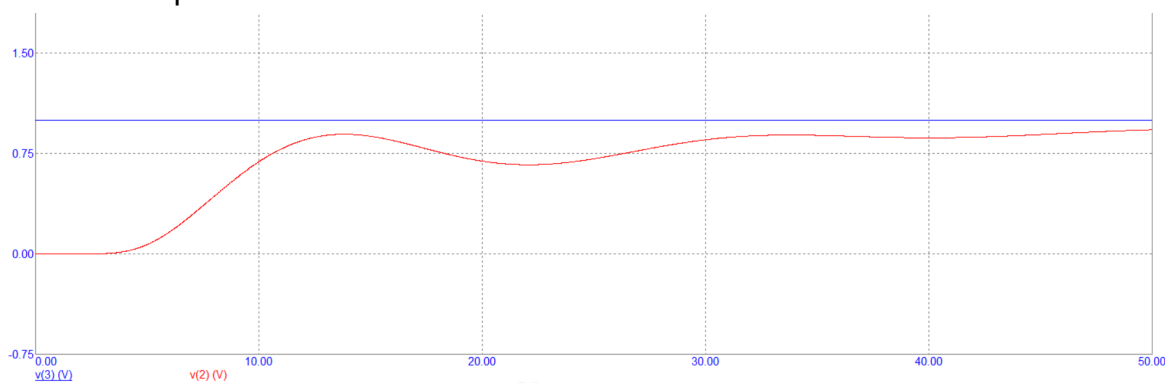
Интегральная оценка качества = 10.14

**T\_1 = 1.5**

- Настройка по Никольсу-Циглеру

1. Отключаем интегрирующее звено и ищем  $K_{крит} = 1.76$
2. На границе устойчивости  $T_{крит} = 16.19$
3. Восстанавливаем звено интегрирования  $K = 0.45 * K_{крит}$ ,  $T_u = T_{крит}/1.2$

После настройки



- Оптимальная настройка

1.  $K = 0.45 * K_{крит} = 0.792$ ,  $T_u = T_{крит}/1.2 = 13.5$
2. Фиксируем K и меняем T. При исходных параметрах  $I = 17.7$

T	I	
15.19/1.2	16.7	
13.19/1.2	14.609	
11.19/1.2	12.517	
9.9/1.2	10.95	
8.9/1.2	10.9	
9.4/1.2	10.885	Оптимальное

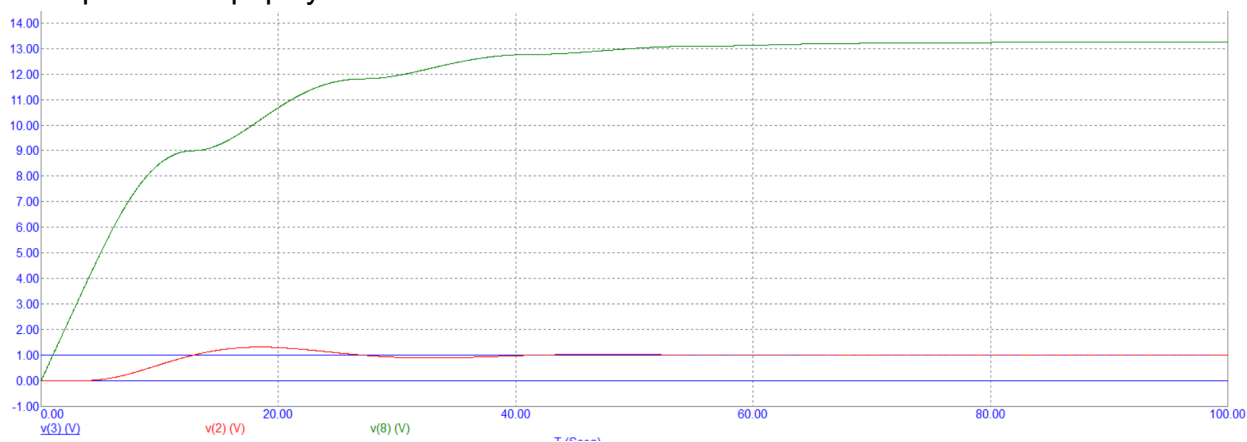
Фиксируем T = 9.4/1.2

K	I	
0.45*1.76	10.885	
0.45*1.66	10.837	
0.45*1.71	10.808	Оптимальное

Получаем

$$K = 0.45 * 1.71 = 0.77, T_u = 9.4/1.2 = 7.83$$

- Настройка по формулам



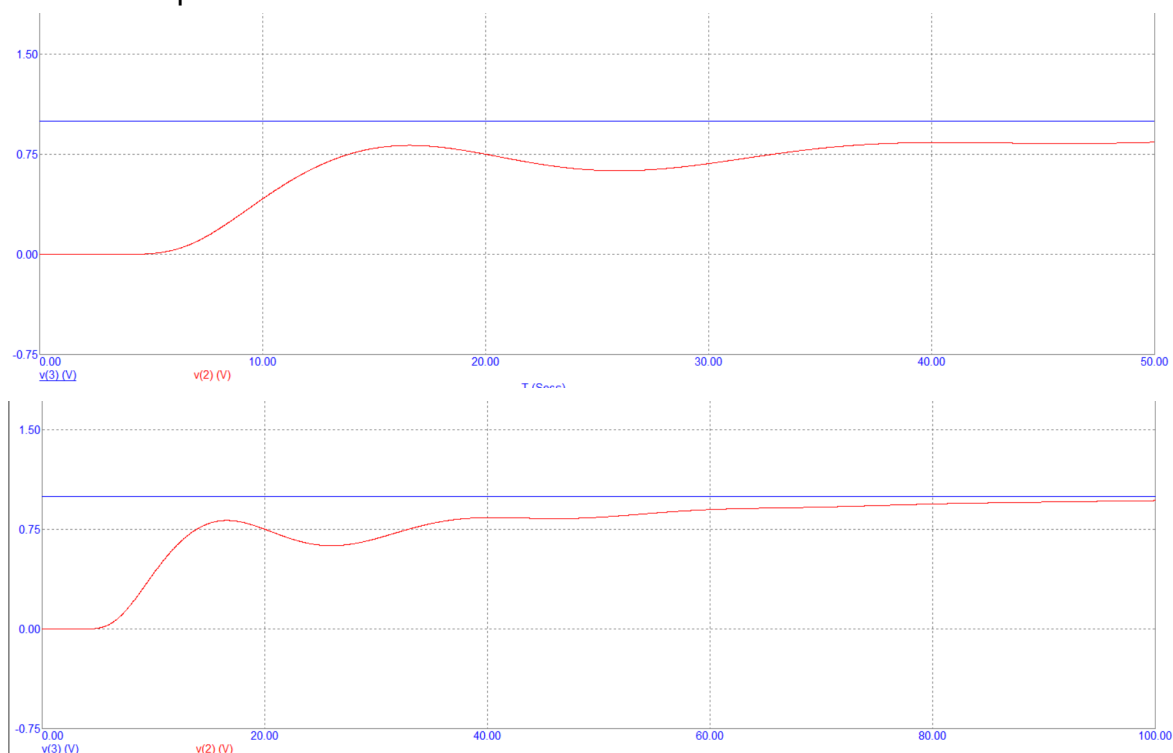
Интегральная оценка качества = 13.215

**T<sub>1</sub> = 3.0**

- Настройка по Никольсу-Циглеру

- Отключаем интегрирующее звено и ищем  $K_{крит} = 1.49$
- На границе устойчивости  $T_{крит} = 19.457$
- Восстанавливаем звено интегрирования  $K = 0.45 * K_{крит}, T_u = T_{крит}/1.2$

После настройки



- Оптимальная настройка

- $K = 0.45 * K_{крит} = 0.67$  ,  $T_u = T_{крит}/1.2 = 16.2$
- Фиксируем К и меняем Т. При исходных параметрах  $I = 24.1$

Т	I	
17.5/1.2	21.7	
14.5/1.2	18.01	
11.5/1.2	14.3	
9.4/1.2	13.1	Оптимальное

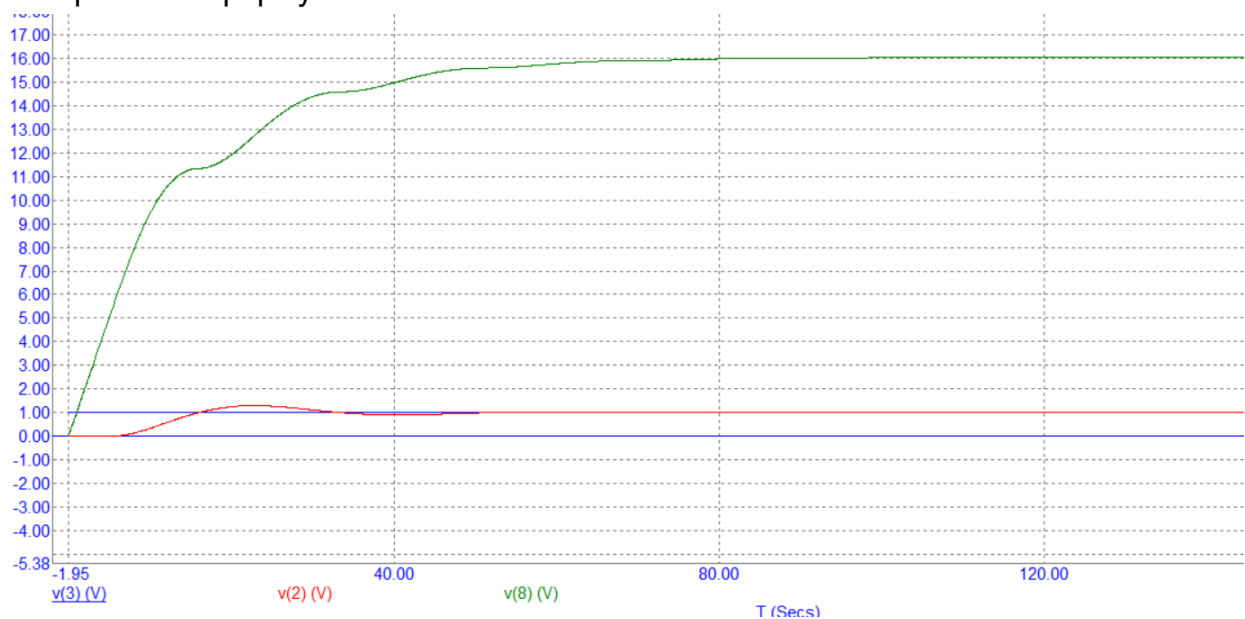
Фиксируем Т = 9.4/1.2

К	I	
0.45*1.49	13.1	
0.45*1.39	12.929	Оптимальное
0.45*1.35	13.052	

Получаем

$$K = 0.45 * 1.35 = 0.6075 \text{ , } T_u = 9.4/1.2 = 7.83$$

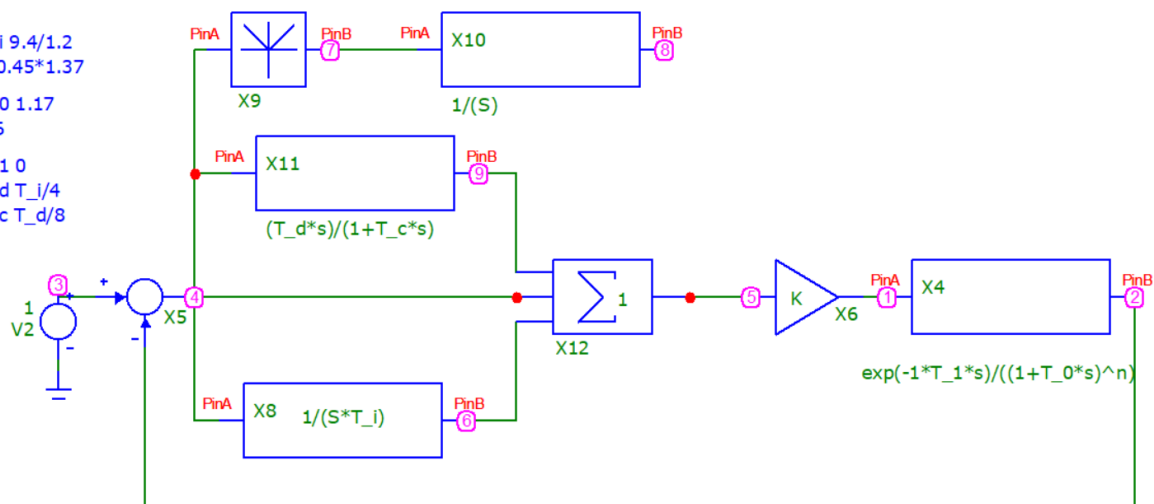
- Настройка по формулам



Интегральная оценка качества = 16.032

# ПИД- регулятор

```
.define T_i 9.4/1.2
.define K 0.45*1.37
.define T_0 1.17
.define n 6
.define T_1 0
.define T_d T_i/4
.define T_c T_d/8
```



Для настройки по формулам:

```
.define T_a 5.7*T_0      .define T_emk 2.81*T_0

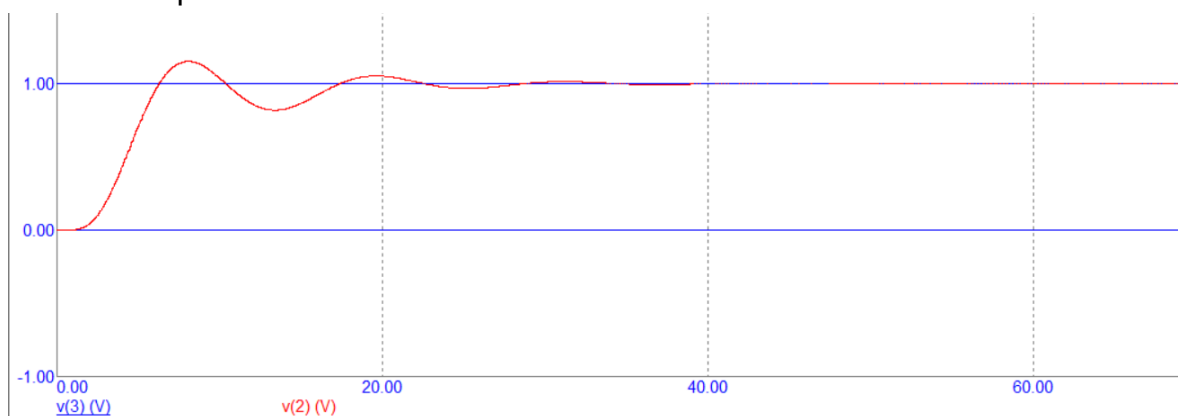
.define T_if (0.186 * ((T_emk + T_1) / T_a) + 0.532) * T_a
.define K_f 1 / (1.552 * ((T_emk + T_1) / T_a) + 0.078)
```

**T<sub>1</sub> = 0**

- Настройка по Никольсу-Циглеру
  - Отключаем интегрирующее звено и ищем  $K_{крит} = 2.36$
  - На границе устойчивости  $T_{крит} = 12.74$
  - Восстанавливаем звенья интегрирования и дифференцирования

$$K = 0.6 * K_{крит}, T_u = T_{крит}/2$$

После настройки



- Оптимальная настройка
  - $K = 0.6 * K_{крит} = 1.416$ ,  $T_u = T_{крит}/2 = 6.37$
  - Фиксируем K и меняем T. При исходных параметрах  $I = 6.2$

T	I	
11.74/2	6.3	
13.74/2	6.16	
14.24/2	6.14	Оптимальное

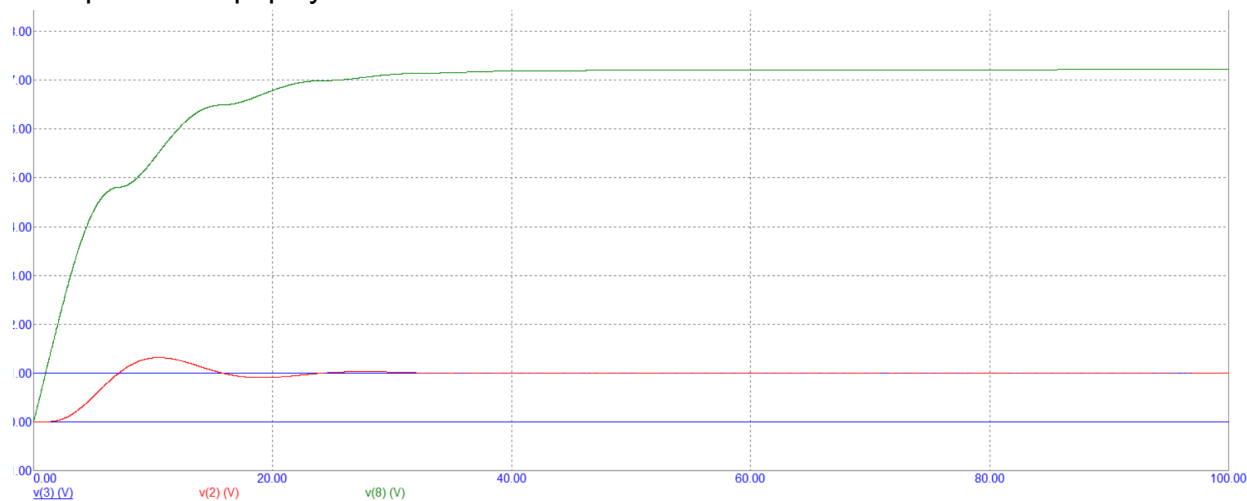
Фиксируем  $T = 14.24/2$

K	I	
$0.6 \cdot 2.06$	6.04	
$0.6 \cdot 2.16$	6.01	Оптимальное

Получаем

$$K = 0.6 \cdot 2.16 = 1.3, T_u = 14.24/2 = 7.12$$

- Настройка по формулам



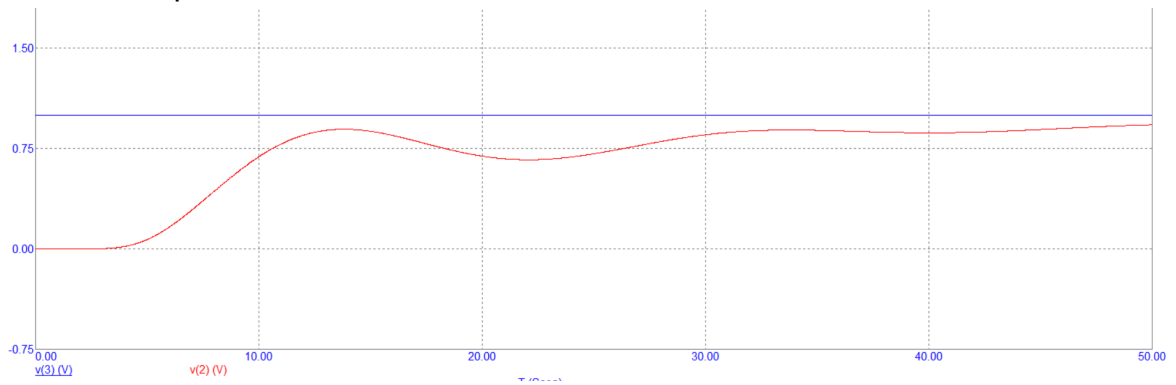
Интегральная оценка качества = 7.2

**$T_1 = 1.5$**

- Настройка по Никольсу-Циглеру
  1. Отключаем интегрирующее звено и ищем  $K_{крит} = 1.76$
  2. На границе устойчивости  $T_{крит} = 16.19$
  3. Восстанавливаем звенья интегрирования и дифференцирования  

$$K = 0.6 \cdot K_{крит}, T_u = T_{крит}/2$$

## После настройки



### • Оптимальная настройка

1.  $K = 0.6 * K_{крит} = 1.056$ ,  $T_u = T_{крит}/2 = 8.1$
2. Фиксируем K и меняем T. При исходных параметрах  $I = 8.77$

T	I	
15.69/2	8.723	Оптимальное

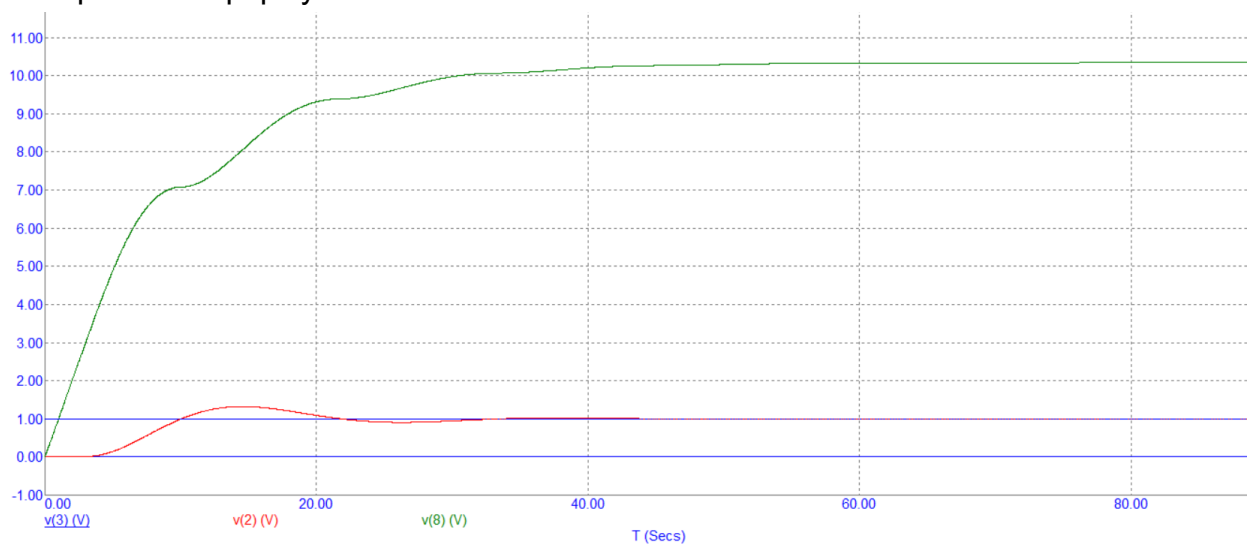
Фиксируем T = 15.69/2

K	I	
0.6*1.66	8.526	
0.6*1.61	8.520	Оптимальное

Получаем

$$K = 0.6 * 1.66 = 1, T_u = 15.69/2 = 7.845$$

### • Настройка по формулам



Интегральная оценка качества = 10.3

**T\_1 = 3.0**

### • Настройка по Никольсу-Циглеру

1. Отключаем интегрирующее звено и ищем  $K_{крит} = 1.49$

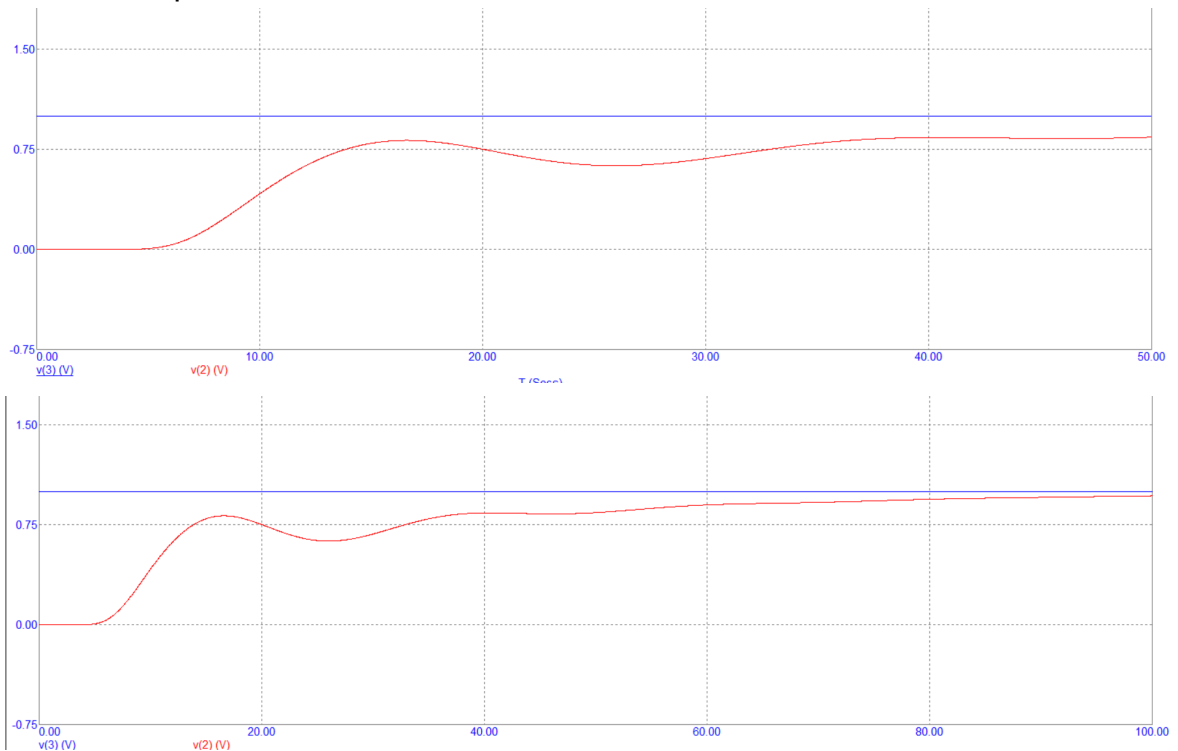


2. На границе устойчивости  $T_{крит} = 19.46$

3. Восстанавливаем звенья интегрирования и дифференцирования

$$K = 0.6 * K_{крит}, T_u = T_{крит}/2$$

После настройки



• Оптимальная настройка

1.  $K = 0.6 * K_{крит} = 0.9$ ,  $T_u = T_{крит}/2 = 9.73$

2. Фиксируем K и меняем T. При исходных параметрах  $I = 11.38$

T	I	
18.46/2	11.19	
17.46/2	11.08	Оптимальное

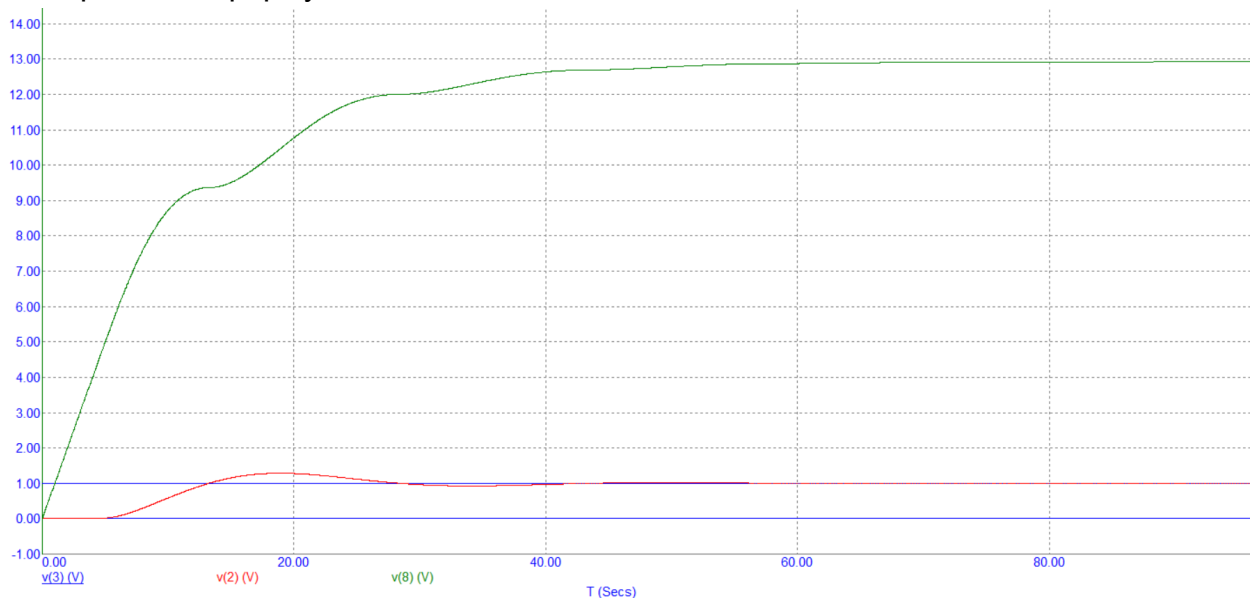
Фиксируем T = 17.46/2

K	I	
0.6*1.39	10.9	Оптимальное

Получаем

$$K = 0.6 * 1.39 = 0.83, T_u = 17.46/2 = 8.73$$

- Настройка по формулам



Интегральная оценка качества = 12.91

Свои формулы настройки:

$$K = 0.55 * K_{крит} \quad T = K_{крит} / 2.2$$

## Общий итог

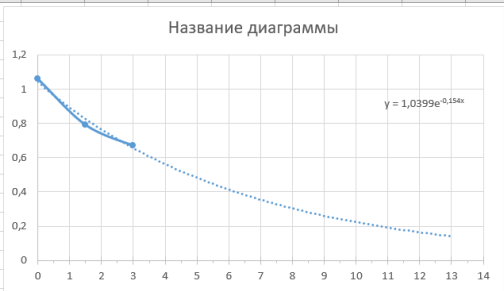
Итоговые значения параметров

Способ	T_1	ПИ			ПИД		
		K	T_i	I	K	T_i	I
Никольс-Циглер	0	1,062	10,62	10	1,416	6,37	6,2
	1,5	0,792	13,5	17,7	1,056	8,1	8,77
	3	0,67	16,2	24,1	0,9	9,73	11,38
Оптимальный	0	1	7,83	8,445	1,3	7,12	6,01
	1,5	0,77	7,83	10,808	1	7,845	8,52
	3	0,6075	7,83	12,9	0,83	8,73	10,9
Формулы	0	0,567	2,917	10,14	1,186	4,159	7,2
	1,5	0,456	3,147	13,215	0,839	4,438	10,3
	3	0,381	3,376	16,032	0,649	4,717	12,91

Поиск зависимости

Для ПИ:

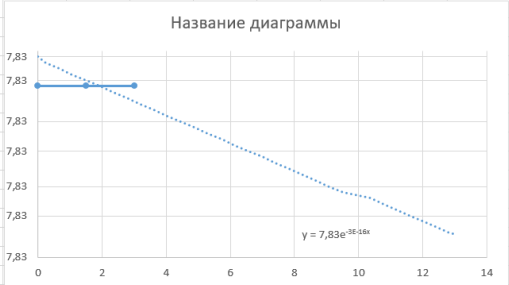
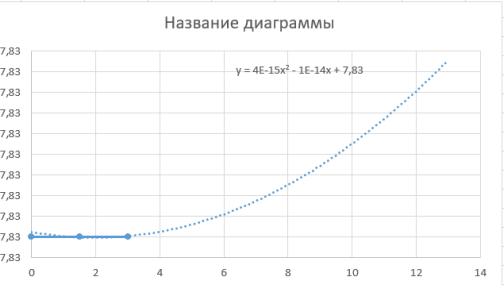
T_1	K
0	1,062
1,5	0,792
3	0,67
1	0,891477
2	0,764238
10	0,222935



Интегральная оценка

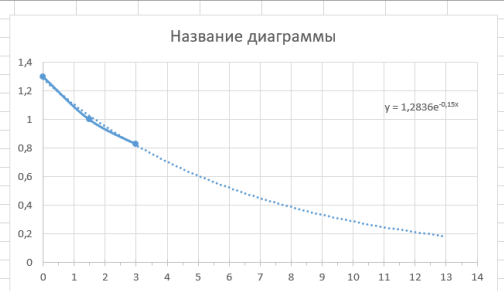
T_1	K	T_i	I
1	0,89	7,83	10,36
2	0,764	7,83	11,8
10	0,22	7,83	35,57

T_1	T_i
0	7,83
1,5	7,83
3	7,83
Polynome	Exp
1	7,83 7,83
2	7,83 7,83
10	7,83 7,83



Для ПИД

T_1	K
0	1,3
1,5	1
3	0,83
1	1,104805
2	0,950914
10	0,28641



Интегральная оценка

T_1	K	T_i (по экспоненте)	I
1	1,1	7,61	7,62
2	0,95	8,14	9,248
10	0,28	14,03	50,14

T_1	K	T_i (по полиному)	I
1	1,1	7,59	7,611
2	0,95	8,12	9,236
10	0,28	14,98	53,52

T_1	T_i
0	7,12
1,5	7,845
3	8,73
Polynome	Exp
1	7,5856 7,608371
2	8,1224 8,143736
10	14,98 14,03072

