



Automatizační cvičení

A4	308. Modelování regulačního obvodu		
Kubanek Tobias		1/7	Známka:
4.4.2024	11.4.2024		Odevzdáno:



Zadání:

Vytvořte model regulačního obvodu z bloků pro PID regulátor a zpoždění 1. řádu a statický systém 2. řádu s koeficienty dle zadaných rovnic:

$$\text{PID: } 0,15 \cdot u' + u = 1,5 \cdot e + 0,15 \int e \, dt + 1,5 \cdot e'$$

$$\text{Systém: } 50 \cdot y'' + 35 \cdot y' + 15 \cdot y = 3 \cdot u$$

Odsimulujte přechodové charakteristiky bloků a odečtěte z nich konstanty (k_0 , k_{-1} , k_1 , T_U , T_N , s_0). Propojte obvod do uzavřené regulační smyčky a odsimulujte průběh neoptimálního regulačního pochodu. Parametry regulátoru optimalizujte Z-N metodou. Odsimulujte optimální regulační pochod. Porovnejte kvalitu před a po optimalizaci integrálním kritériem kvality.

Postup:

1. Úprava rovnic na tvar vhodný pro modelování

$$\text{P: } u = \int \left(\frac{1,5}{0,15} e - \frac{1}{0,15} u \right)$$

$$\text{I: } u = \int \left(\frac{0,15}{0,15} \cdot \int(e) - \frac{1}{0,15} u \right)$$

$$\text{D: } u = \frac{1,5}{0,15} e - \int \left(\frac{1}{0,15} u \right)$$

$$\text{S: } y = \int \int \left(\frac{3}{50} u - \frac{35}{50} y' - \frac{50}{50} y \right)$$

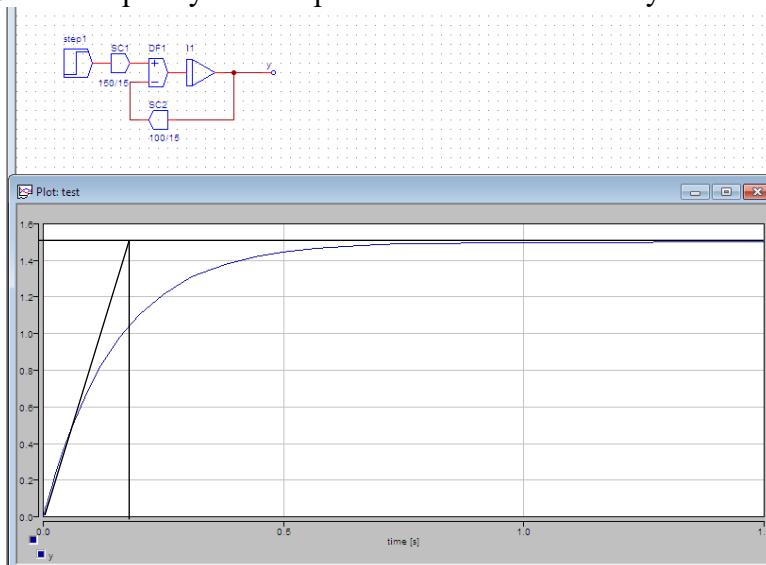
2. Sestavení schémat v programu DYNAST
3. Simulace chodu a vytvoření charakteristik regulátoru a systému
4. Sestavení regulovaného obvodu a vytvoření charakteristik
5. Optimalizace regulovaného obvodu
6. Určení stability
7. Vyhodnocení kvality regulace



Schéma zapojení a charakteristiky:

a.) P regulátor

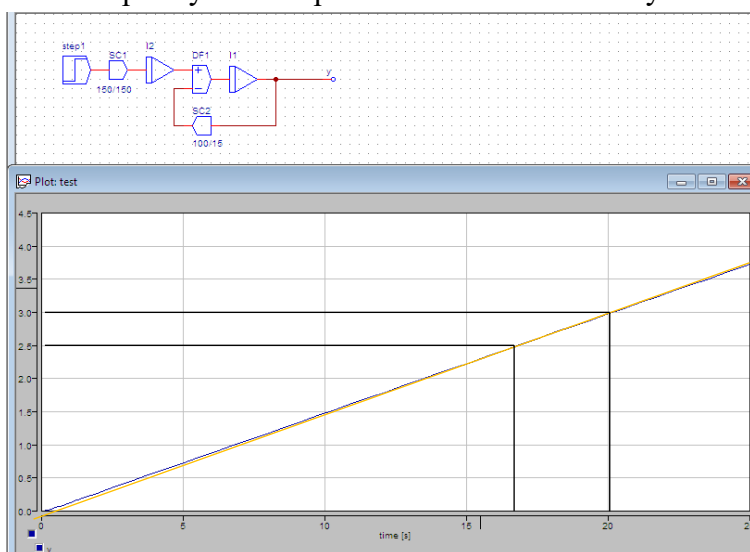
1. Schéma pro vykreslení přechodové charakteristiky:



$$k = 1,2$$
$$T_n = 0,19 \text{ s}$$

b.) I regulátor

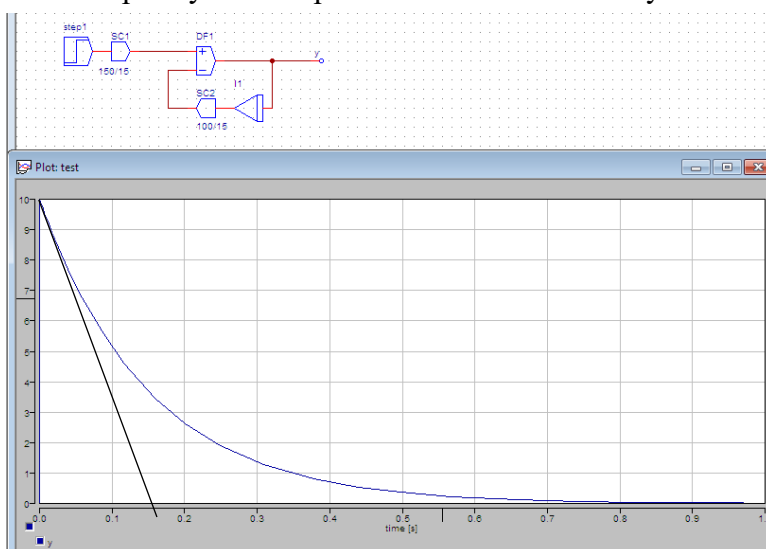
1. Schéma pro vykreslení přechodové charakteristiky:



$$k_{-1} = \frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{0,5}{3,2} = 0,156$$
$$\tau = 0,5 \text{ s}$$

c.) D regulátor

1. Schéma pro vykreslení přechodové charakteristiky:

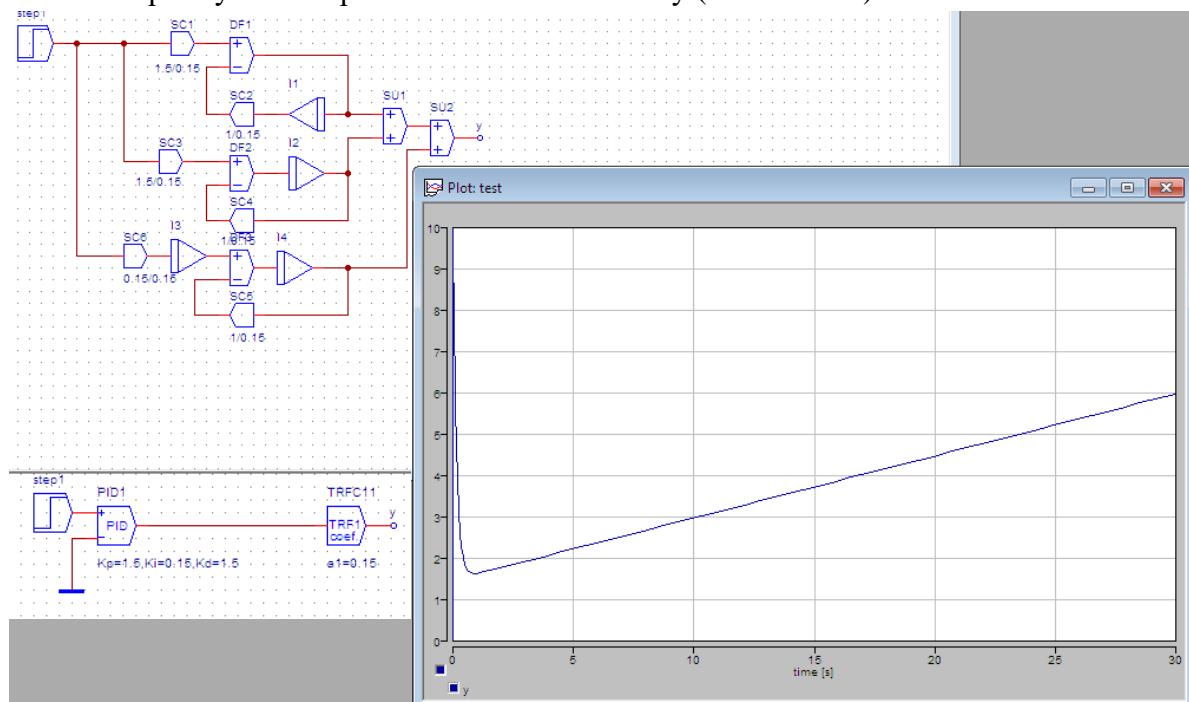


$$T_d = 0,16 \text{ s}$$



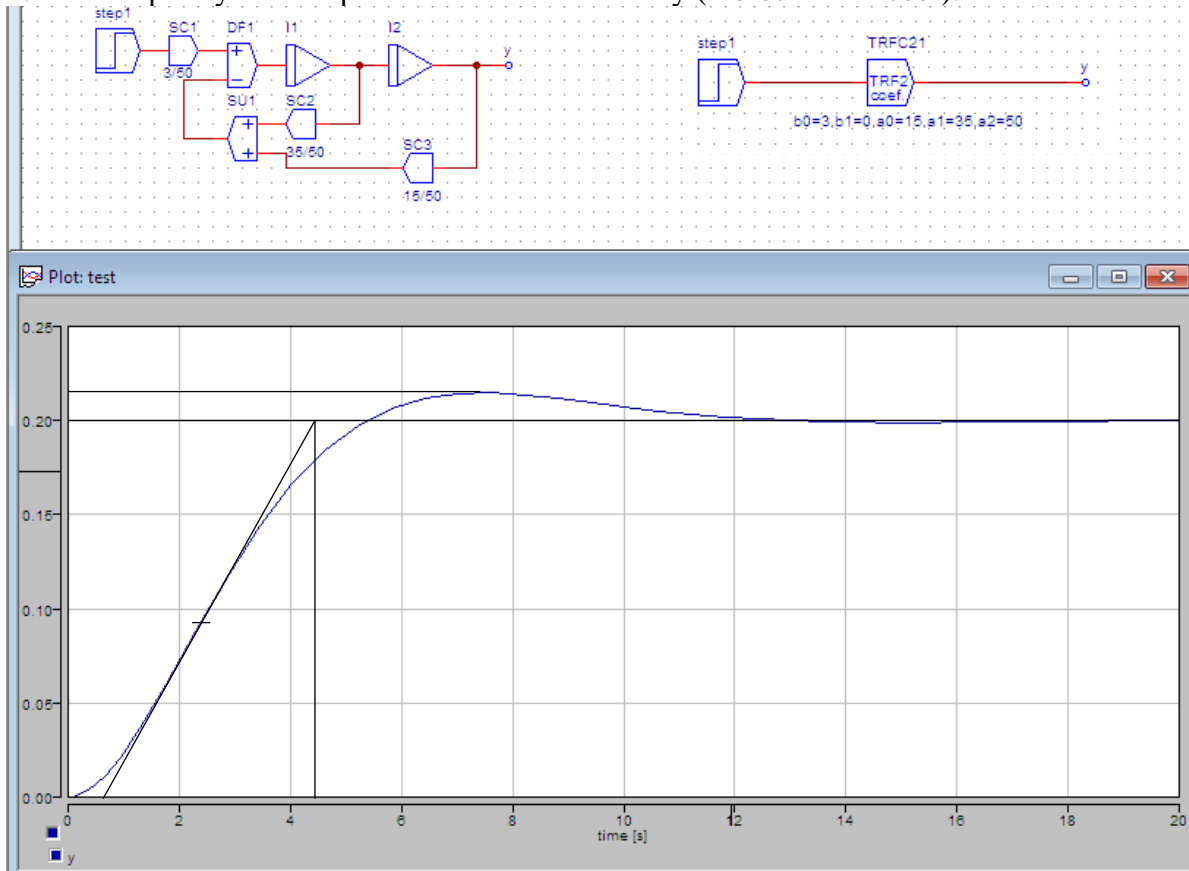
d.) PID regulátor

1. Schéma pro vykreslení přechodové charakteristiky (+ block PID):



e.) Regulovaný systém

1. Schéma pro vykreslení přechodové charakteristiky (+ block TRF2coef):



$$\Delta \text{Překmit} = 0,025$$

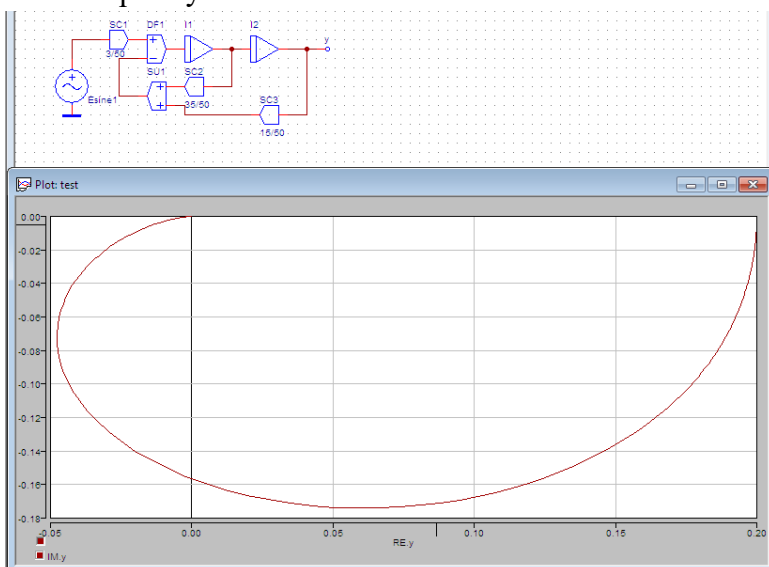
$$S_0 = 0,2$$

$$T_u = 0,7 \text{ s}$$

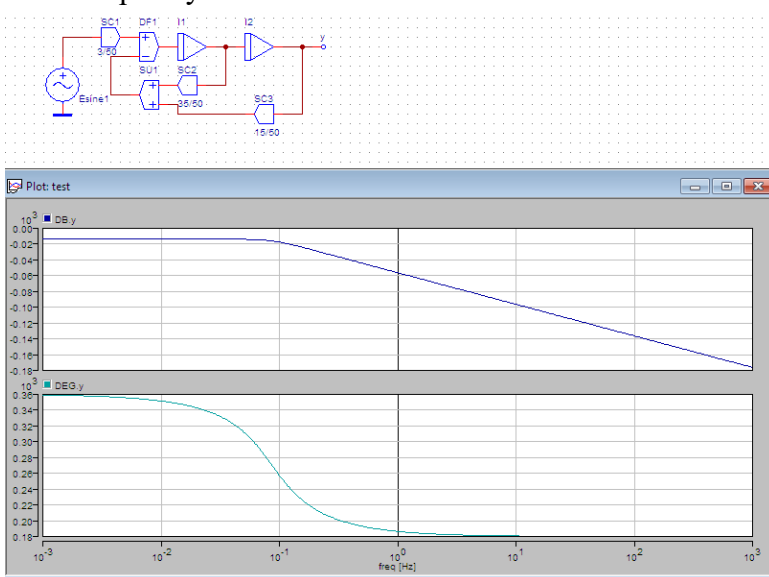
$$T_n = 4,3 \text{ s}$$



2. Schéma pro vykreslení FCHVKR:

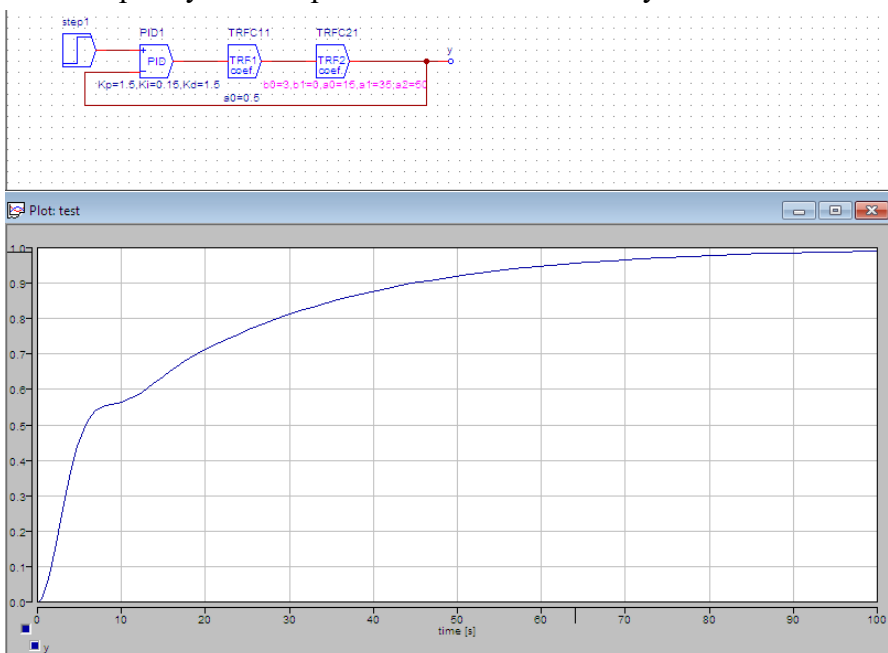


3. Schéma pro vykreslení FCHVLS:



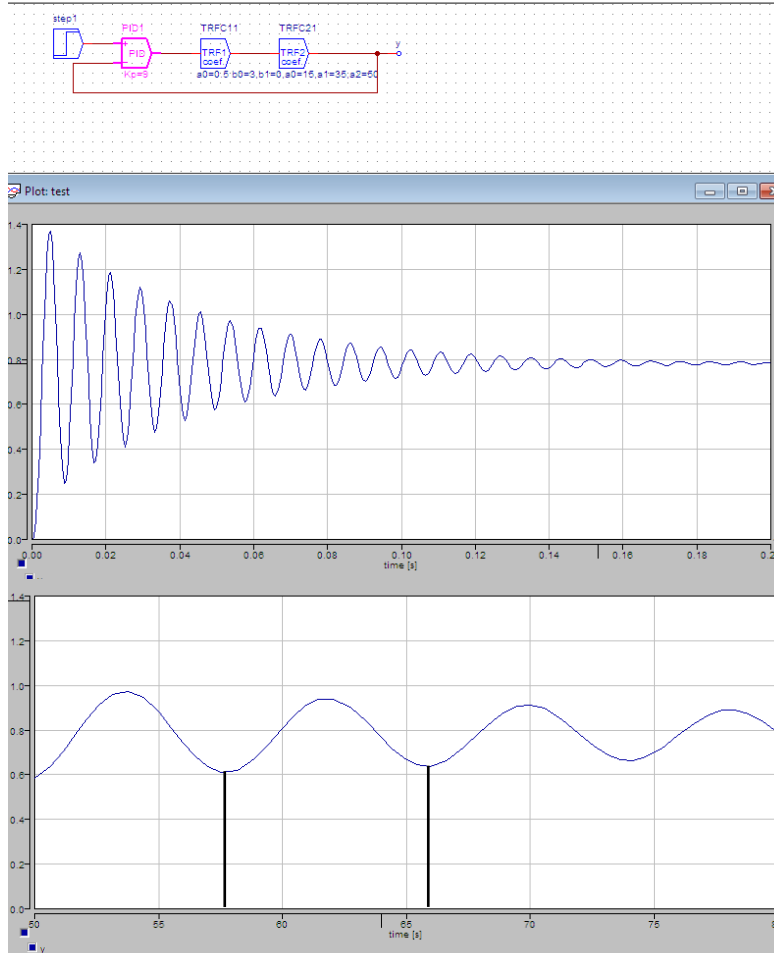
f.) Neoptimalizovaný regulátor

1. Schéma pro vykreslení přechodové charakteristiky:





g.) Ziegler-Nicholsova metoda:



h.) Optimalizovaný regulátor

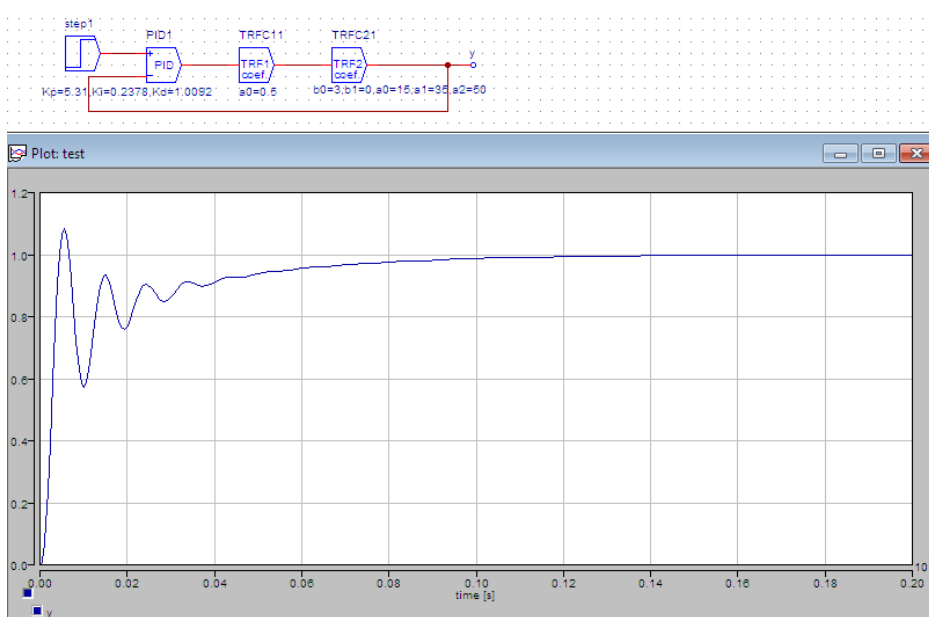
1. Optimální koeficienty:

$$k_0 = 0,59 \cdot k_{krit} = 5,31$$

$$k_{-1} = 1/(0,5 \cdot T_{krit}) = 0,2378$$

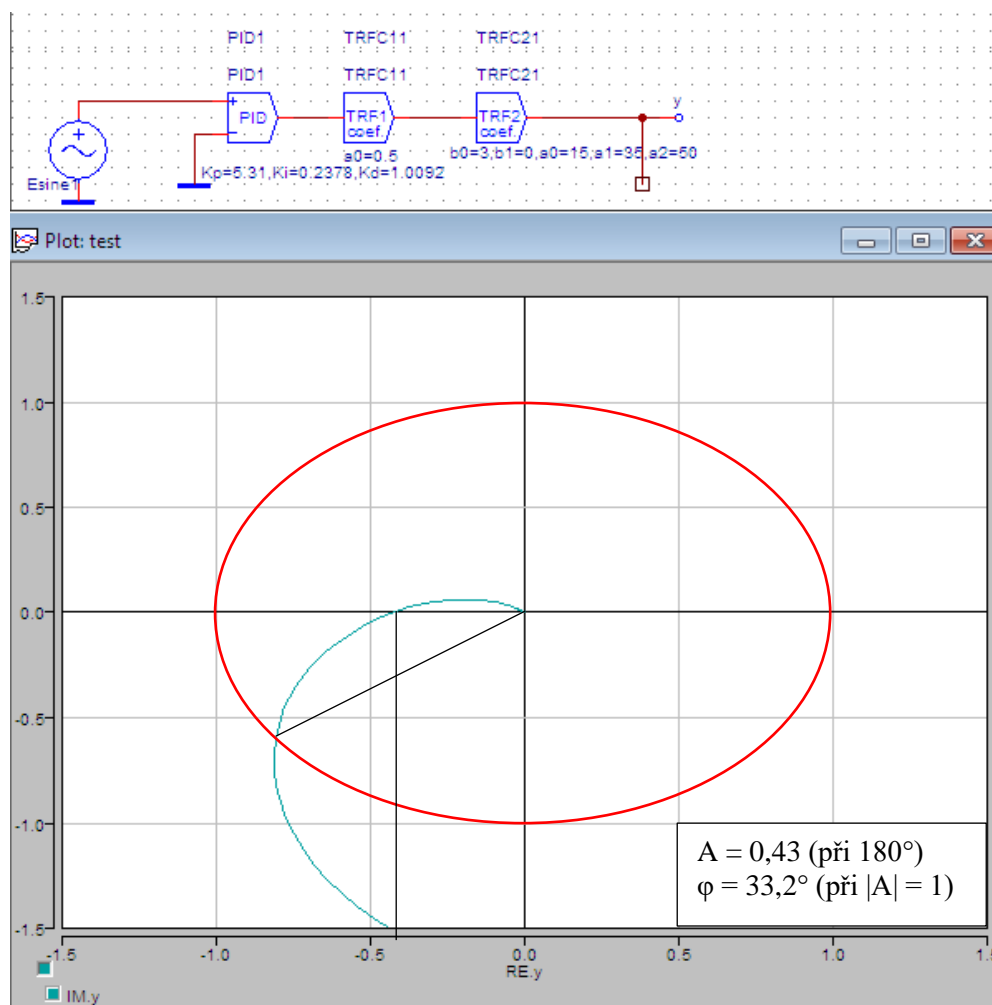
$$k_1 = 0,12 \cdot T_{krit} = 1,0092$$

2. Schéma pro vykreslení přechodové charakteristiky:





i.) Nyquistovo kritérium stability:



j.) Integrální kritérium stability:

$$kvalita_{neop} = 0,9998439$$

$$kvalita_{op} = 0,9994527$$

Závěr:

Blok PID s TRF1 má stejnou charakteristiku jako PID regulátor sestavený ze samostatných bloků. Systém sestavený ze samostatných bloků má stejné charakteristiky jako blok TRF2. Také zde lze zaznamenat lehký překmit 0,025.

Z-N metodou jsem získal koeficienty: $k_0 = 5,31$, $k_{-1} = 0,2378$, $k_1 = 1,0092$.

Pomocí Nyquistového kritéria stability jsem zjistil, že obvod je stabilní. Amplituda při 180° je 0,43 a zbytkový úhel je $33,2^\circ$.

Doba odregulování byla u původního regulátoru delší a kvalita regulace podle integrálního kritéria 0,9998439. Doba regulování optimalizovaného regulátoru je kratší a kvalita regulace podle integrálního kritéria je 0,9994527. Počítám s kvalitou regulace 5%.

Optimalizovaný regulátor reguluje kvalitněji.