



Automatizační cvičení

A4	309. Dynast2 – Modelování regulačního obvodu		
Tomsová Nela		1/11	Známka:
16.3.2022	23.3.2022		Odevzdáno:



Zadání:

Vytvořte model regulačního obvodu z bloků pro PID regulátor a zpoždění 1. řádu a statický systém 2. řádu s koeficienty podle zadaných rovnic. Odsimulujte přechodové charakteristiky bloků a odečtěte z nich koeficienty (k_0 , k_{-1} , k_1 , T_u , T_n , s_0). Odsimulujte FCHVKR otevřeného regulačního obvodu a vyhodnoťte stabilitu. Propojte obvod do uzavřené regulační smyčky a odsimulujte Z-N metodou (zjistěte k_{KRIT} , T_{KRIT} , vypočtěte k_0 , k_{-1} a k_1). Odsimulujte optimální regulační pochod. Porovnejte kvalitu před a po optimalizaci integrálním kritériem kvality.

$$a) 1,5 \cdot u' + u = 2,5 \cdot e + 0,5fe \, dt + 1,3 \cdot e' \quad b) 0,02 \cdot y'' + 0,2 \cdot y' + 0,5 \cdot y = u$$

Postup:

1. Seznámení se s pracovištěm.
2. Upravení diferenciálních rovnic a vypočítání koeficientů.

a) P:

$$\begin{aligned} 1,5 \cdot u' + u &= 2,5 \cdot e \\ 1,5 \cdot u' &= 2,5 \cdot e - u \quad /:1,5 \quad \Rightarrow \underline{u' = 1,67e - 0,67u} \end{aligned}$$

I:

$$\begin{aligned} 1,5 \cdot u' + u &= 0,5 \cdot fe \, dt \\ 1,5 \cdot u' &= 0,5 \cdot fe \, dt - u \quad /:1,5 \quad \Rightarrow \underline{u' = 0,33fe \, dt - 0,67u} \end{aligned}$$

D:

$$\begin{aligned} 1,5 \cdot u' + u &= 1,3 \cdot e' \\ 1,5 \cdot u' &= 1,3 \cdot e' - u \quad /:1,5 \quad \Rightarrow \underline{u' = 0,87e' - 0,67u} \end{aligned}$$

b) Systém:

$$\begin{aligned} 0,02 \cdot y'' + 0,2 \cdot y' + 0,5 \cdot y &= u \\ 0,02 \cdot y'' &= u - 0,2 \cdot y' - 0,5 \cdot y \quad /:0,02 \quad \Rightarrow \underline{y'' = 50u - 10y' - 25y} \end{aligned}$$

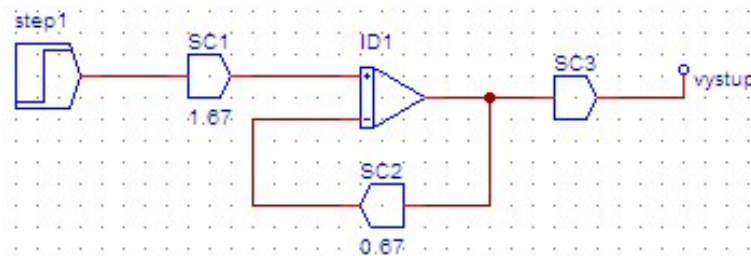
c) Zjednodušený PID (P a I složky jsou ideální):

$$\begin{aligned} 0 \cdot u' + 0 \cdot u &= 2,5 \cdot e + 0,5fe \, dt + 1,3 \cdot e' \\ 0 &= 2,5 \cdot e + 0,5fe \, dt + 1,3 \cdot e' \end{aligned}$$

3. Schémata daných rovnic vypracujeme v grafickém editoru (výběrem potřebných prvků z knihovny a následným propojením) a nadefinujeme jejich parametry.
4. Uzavřený regulační obvod uděláme tak, že propojíme zjednodušený PID regulátor se systémem do série + propojíme zpětnou vazbu.
5. Pro optimalizovaný systém použijeme místo PID nezjednodušený P regulátor (v předchozím zapojení) a pomocí Z-N metody měníme koeficienty až do trvalých kmitů.
6. Poté pomocí těchto koeficientů vypočítáme optimální koeficienty a nastavíme na modelu (*výpočty v závěru).
7. Pro otevřený regulační obvod jen rozpojíme zpětnou vazbu
8. Spouštíme analýzu daných schémat a zobrazujeme grafy pro potřebné charakteristiky.
9. Ukládáme si snímky obrazovky.

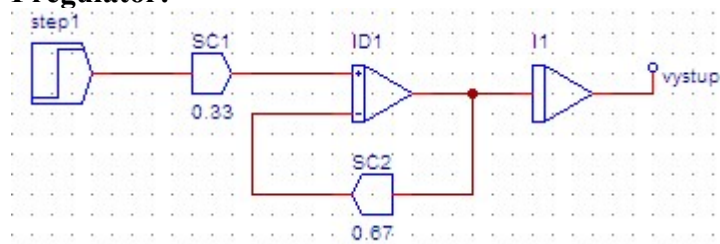
Schéma řešení:

a) P regulátor:

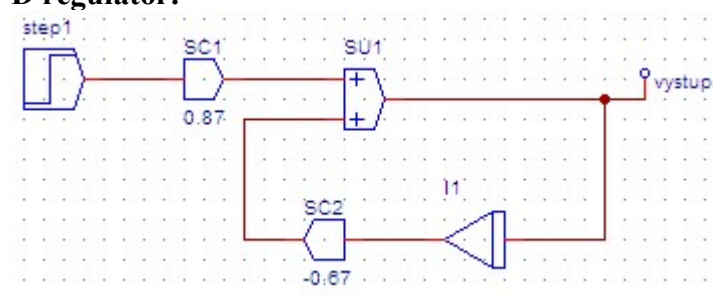




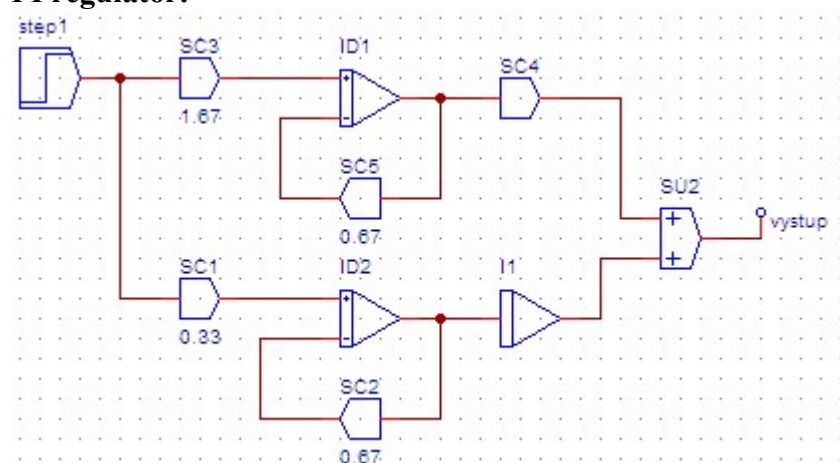
I regulátor:



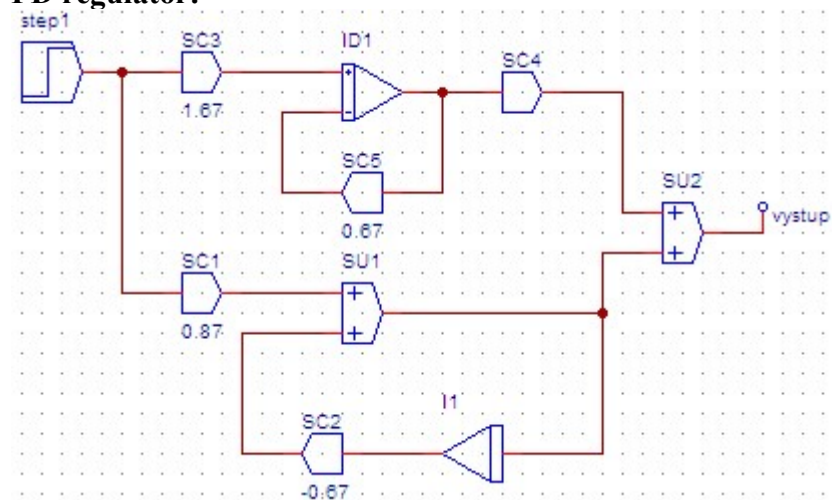
D regulátor:



PI regulátor:

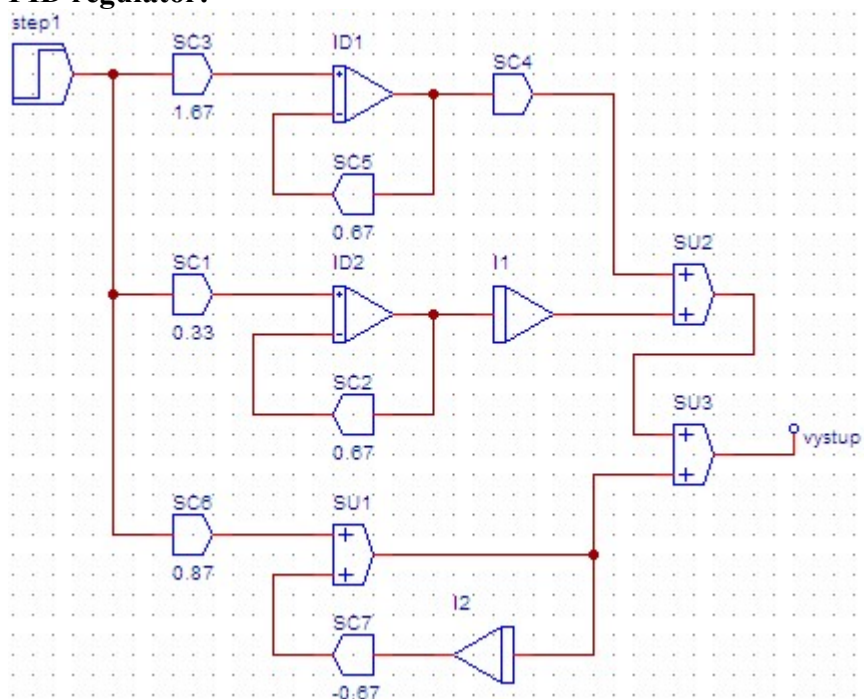


PD regulátor:

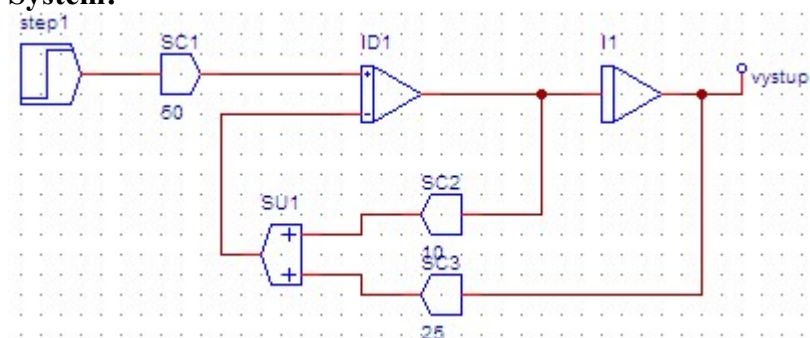




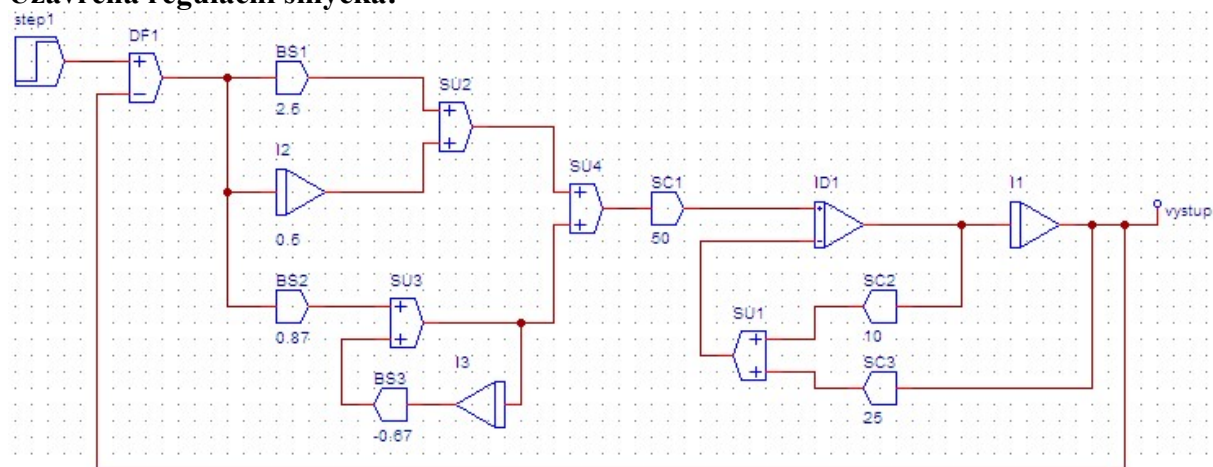
PID regulátor:



b) Systém:

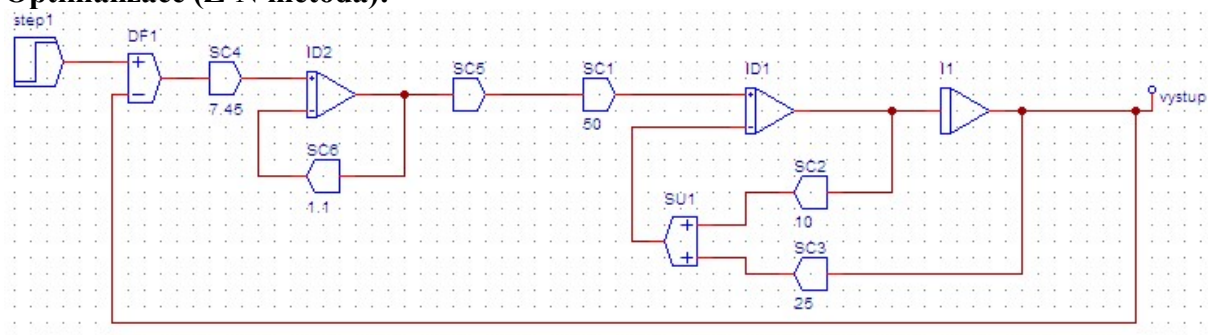


c) Uzavřená regulační smyčka:

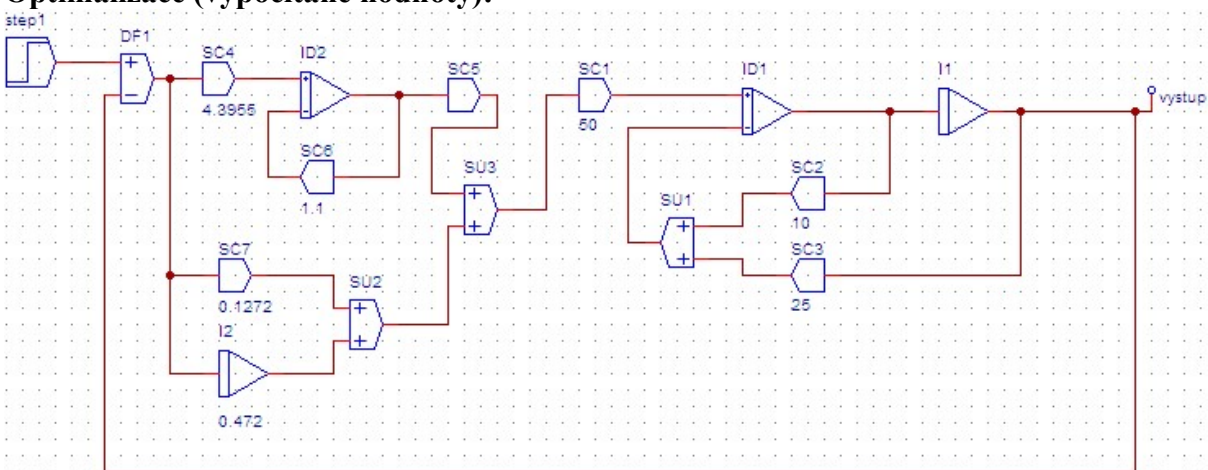




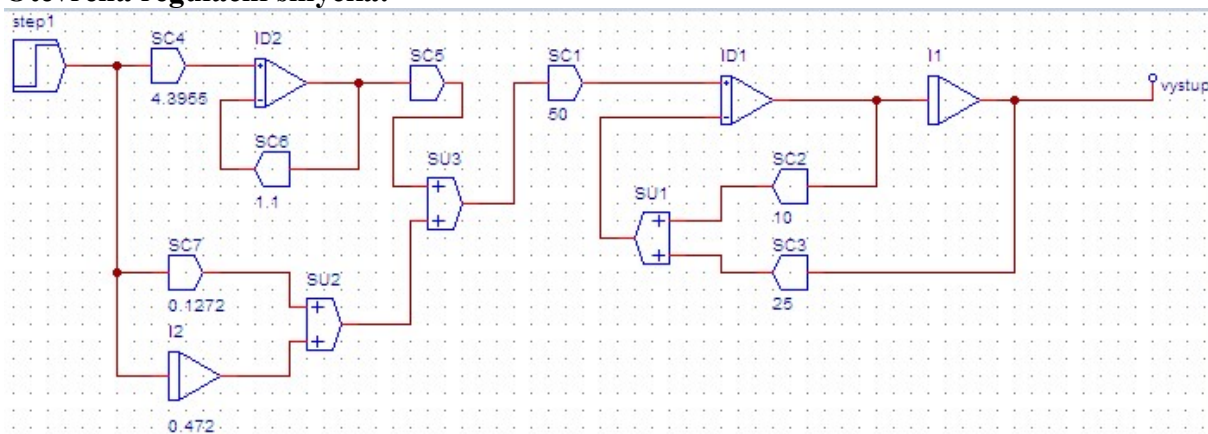
d) Optimalizace (Z-N metoda):



e) Optimalizace (vypočítané hodnoty):



f) Otevřená regulační smyčka:

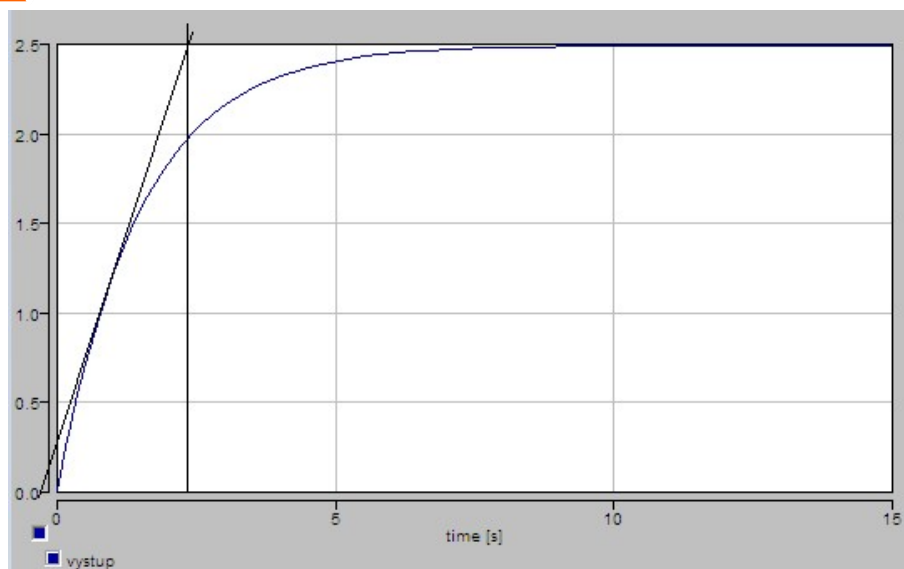


Graf:

a) P regulátor:

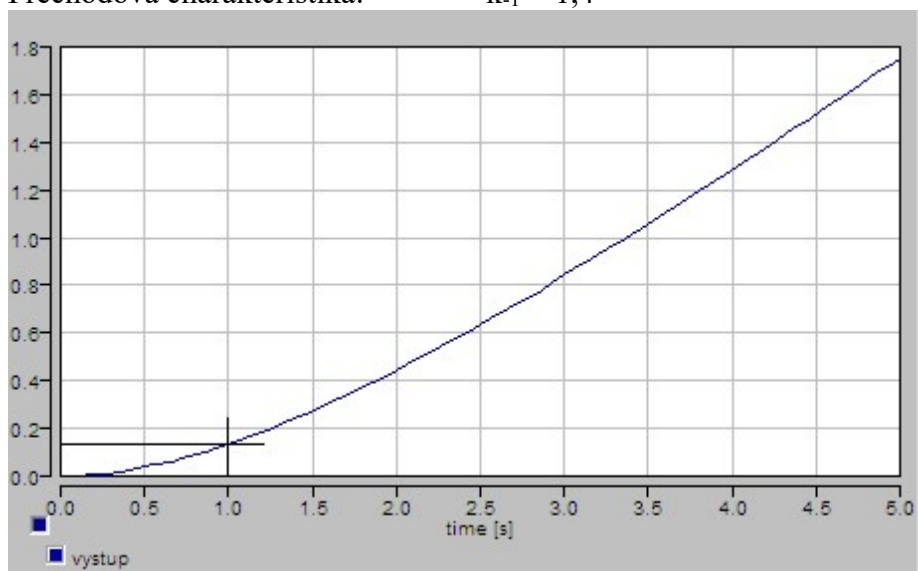
Přechodová charakteristika:

$$k_0 = 2,5 \quad T = 2,5 \text{ s}$$



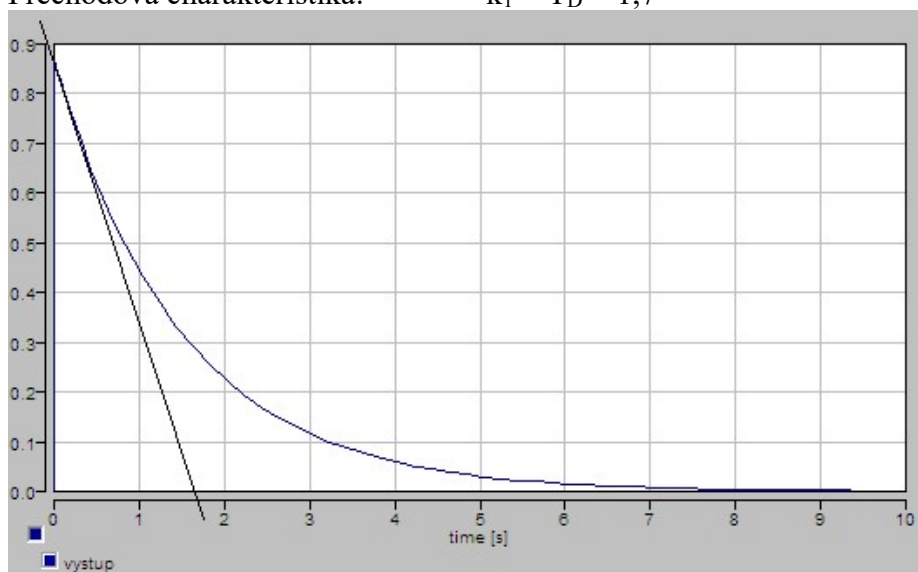
I regulátor:

Přechodová charakteristika: $k_{-1} = 1,4$



D regulátor:

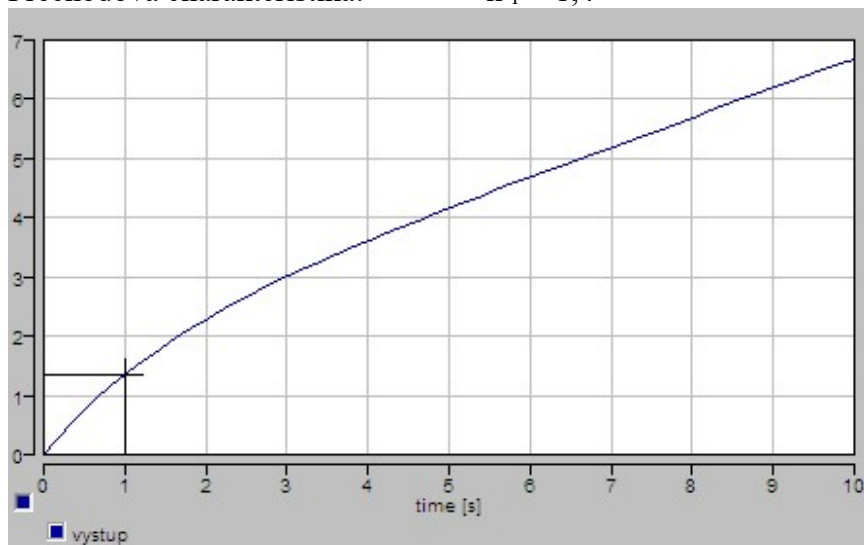
Přechodová charakteristika: $k_l = T_D = 1,7$





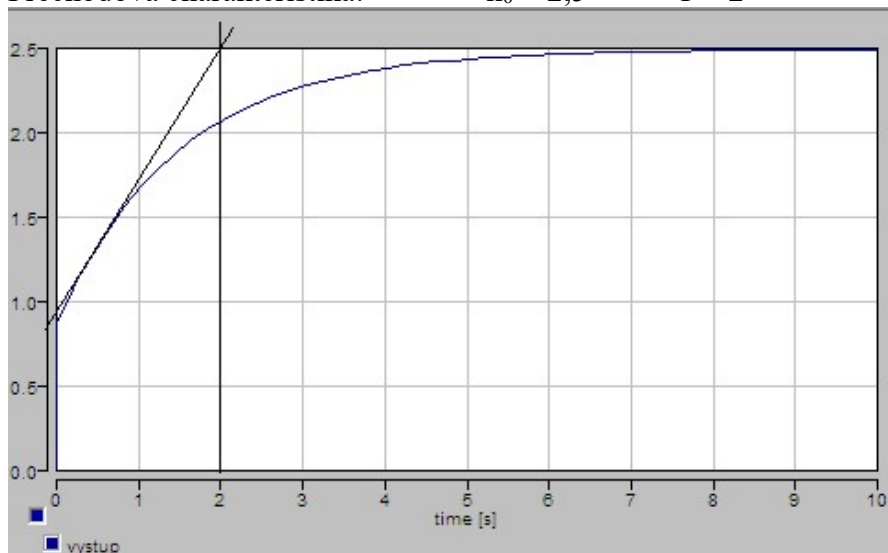
PI regulátor:

Přechodová charakteristika: $k_1 = 1,4$



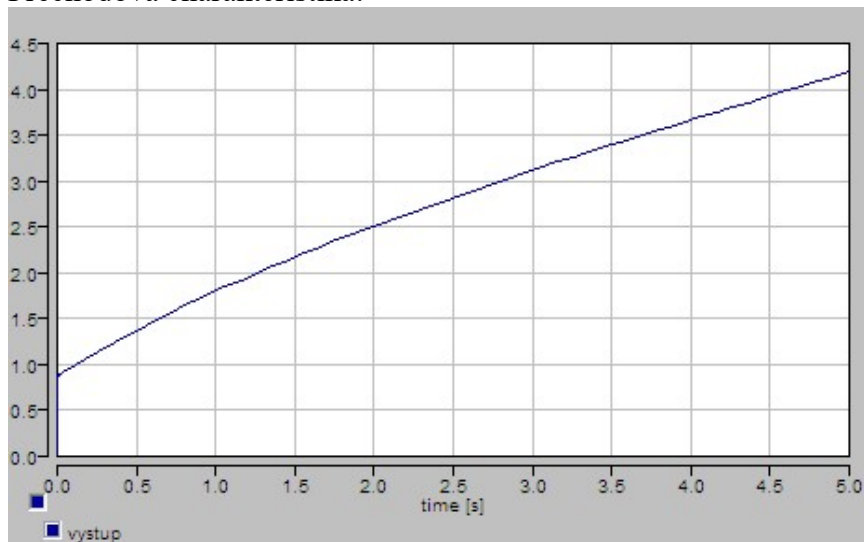
PD regulátor:

Přechodová charakteristika: $k_0 = 2,5$ $T = 2$



PID regulátor:

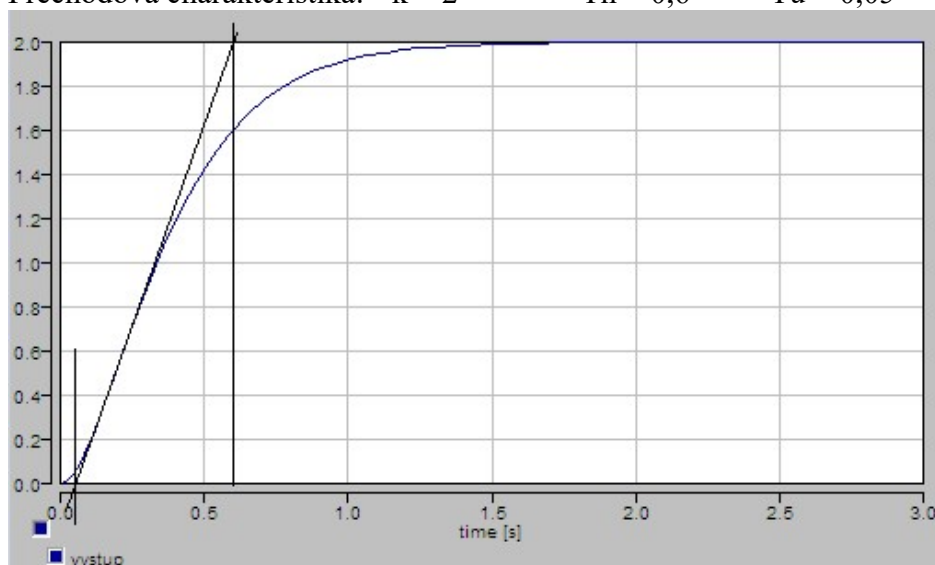
Přechodová charakteristika:



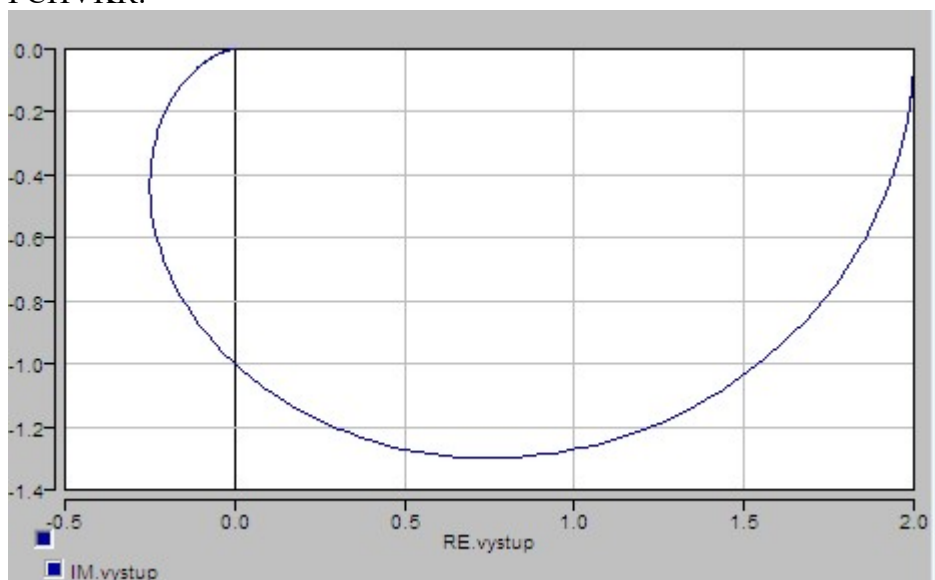


b) Systém:

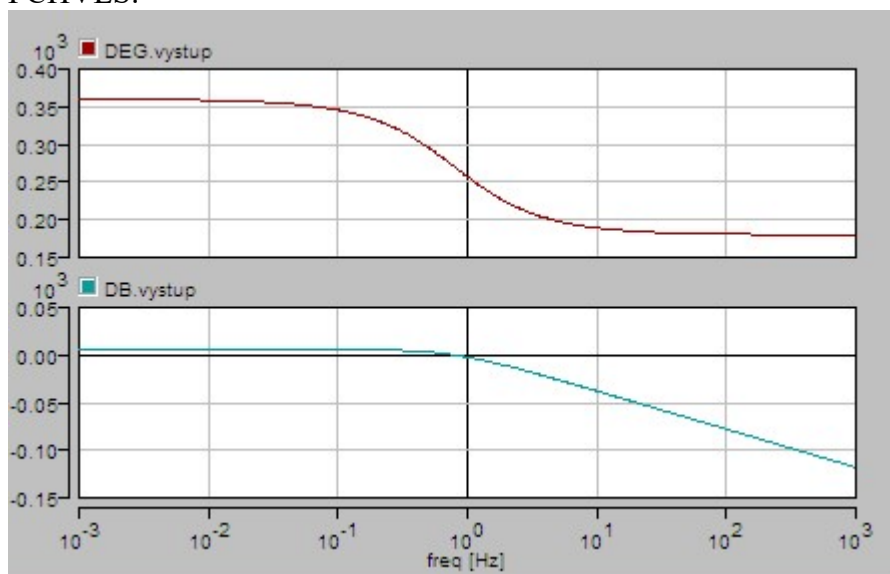
Přechodová charakteristika: $k = 2$ $T_n = 0,6$ $T_u = 0,05$



FCHVKR:

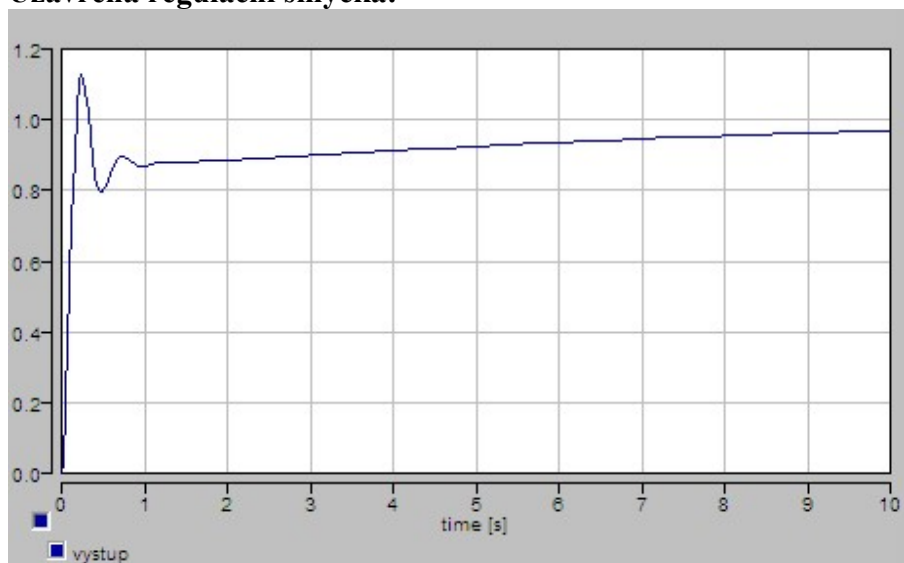


FCHVLS:

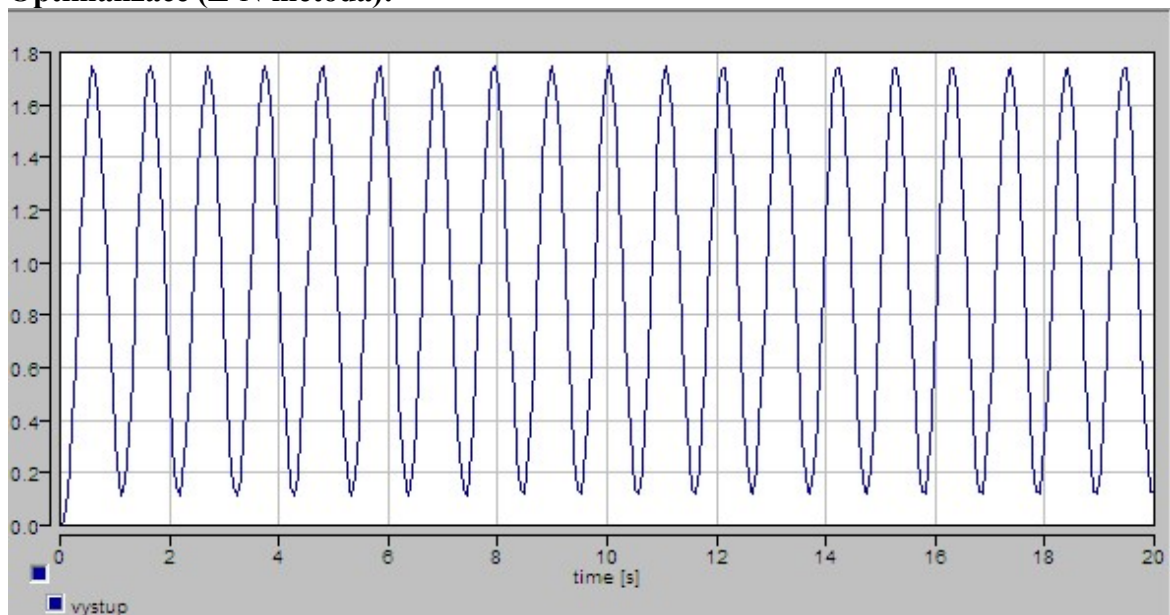




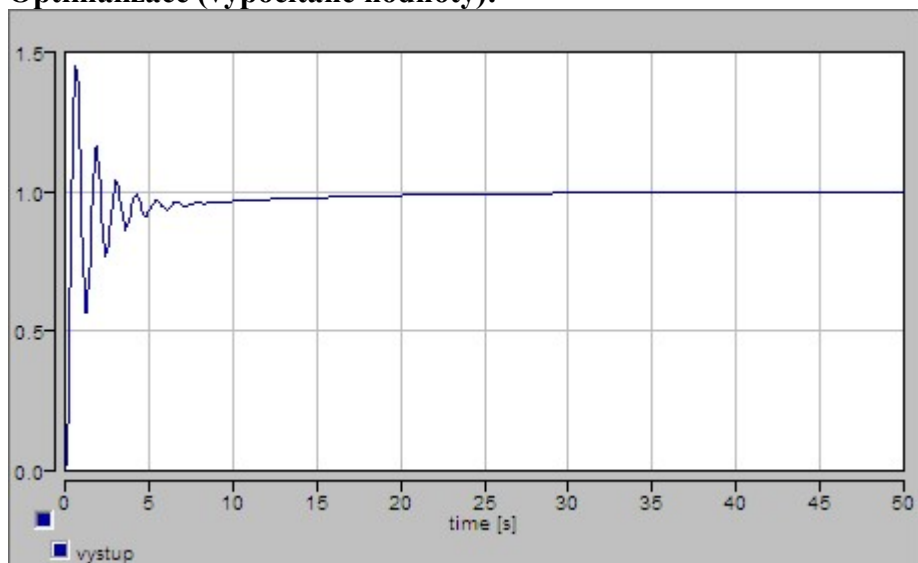
c) Uzavřená regulační smyčka:



d) Optimalizace (Z-N metoda):



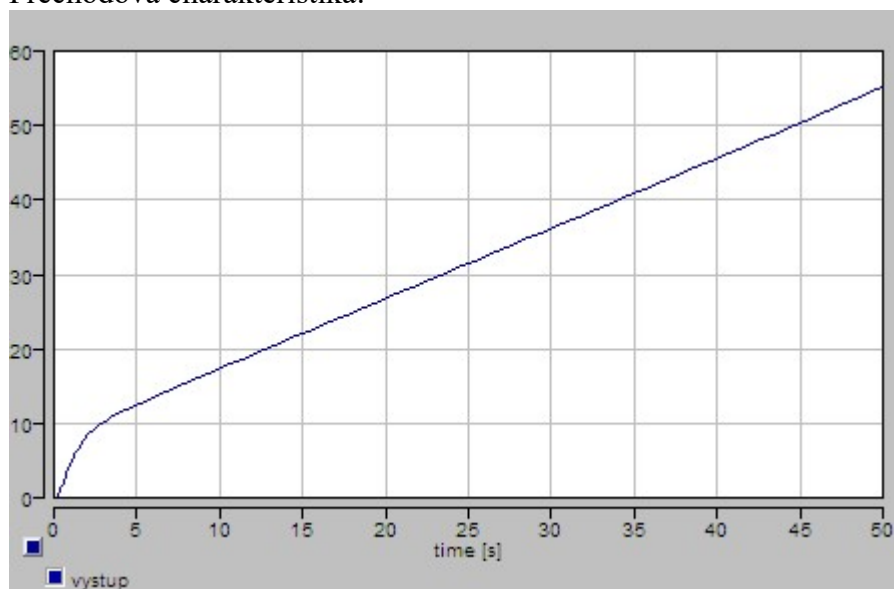
e) Optimalizace (vypočítané hodnoty):



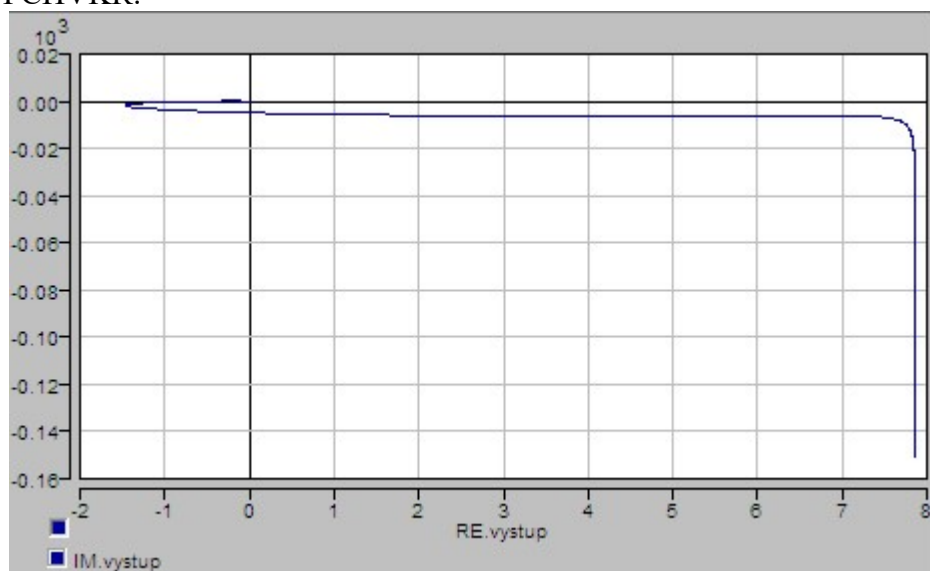


f) Otevřená regulační smyčka:

Přechodová charakteristika:



FCHVKR:



Závěr:

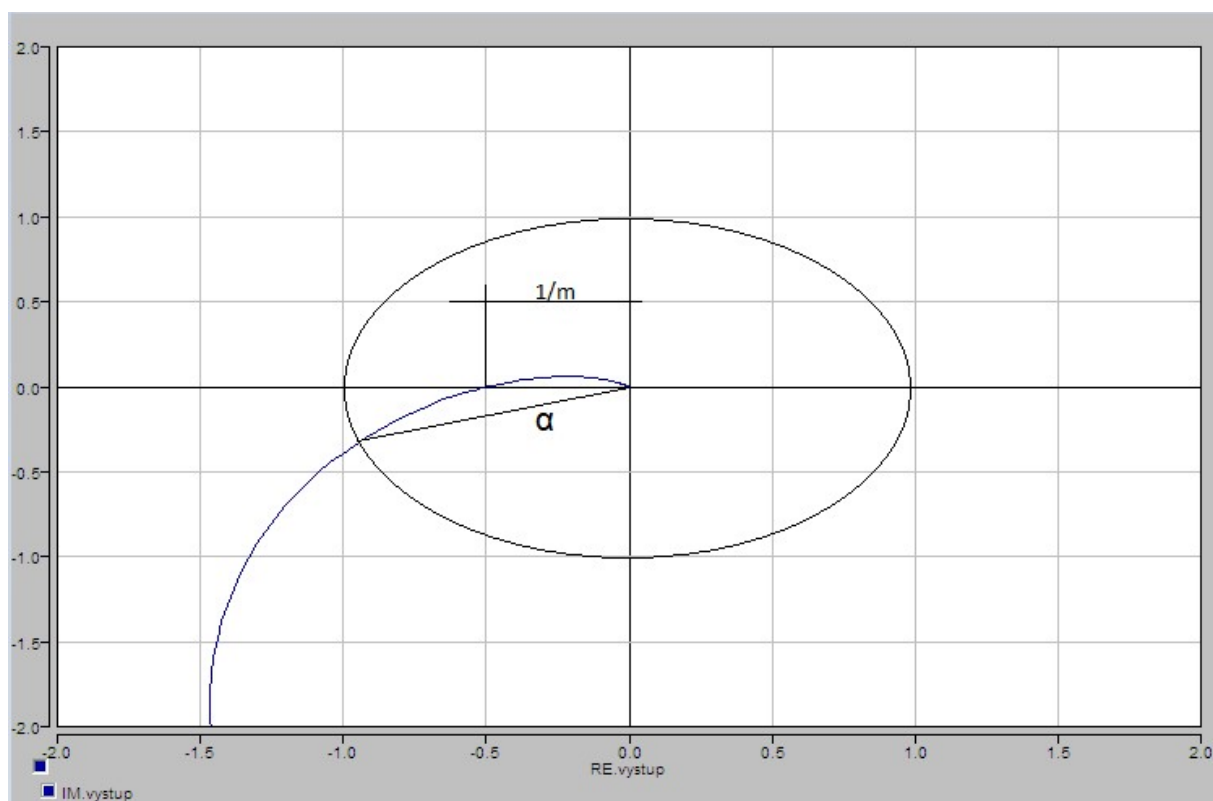
Úlohu jsem stihla udělat celou a bez větších obtíží. Regulační pochod uzavřeného regulačního systému nešel ustálit – po překmitích stále stoupal (viz obrázek).

Po použití Z-N metody u optimalizace jsem si určila $k_{KRIT} = 7,45$ a T_{KRIT} (periodu) = 1,66-0,60 = 1,06. Z toho jsem si vypočítala:

1. Proporcionální zesílení $k_0 = 0,59 \cdot k_{KRIT} = 4,3955$
2. Integrační konstanta $k_i = 0,5 / T_{KRIT} = 0,472$
3. Derivační konstantu $k_d = 0,12 \cdot T_{KRIT} = 0,1272$

Nakonec jsem vyhodnotila stabilitu regulačního obvodu a určila amplitudovou a fázovou bezpečnost.

$$1/m = 0,5 \quad \alpha = 15^\circ$$



V porovnání regulace před a po optimalizaci je vidět, že se sice zvýšil počet překmitů, ale zato se průběh by schopný ustálit