

Základy modelování procesů v programu Dynast

Namodelujte lineární časovou funkci se zadanou strmostí růstu s diferenciální rovnicí: $y_{(t)} = k_{-1} \cdot \int u_{(t)} dt$, kde $u_{(t)} = 1_{(t)}$.

Namodelujte dva systémy 1. řádu s jejich diferenciální rovnicí: $s_1 \cdot y_{(t)}' + s_0 \cdot y_{(t)} = u_{(t)}$ se zadanými konstantami.

Namodelujte systém 2. řádu pomocí sériového zapojení předchozích dvou systémů 1. řádu.

Namodelujte systém 2. řádu s diferenciální rovnicí: $s_2 \cdot y_{(t)}'' + s_1 \cdot y_{(t)}' + s_0 \cdot y_{(t)} = u_{(t)}$ s koeficienty vypočtenými z předchozích 2 systémů zapojených do série a porovnejte výsledné přechodové charakteristiky.

Pro každý model získejte všechny 3 charakteristiky (přechodovou, FCHVKR a FCHVLS). Zjistěte vliv jednotlivých koeficientů na chování systému.

Modely a sejmuté charakteristiky (printscreeny) a vůbec všechny soubory pojmenovávejte zkráceně svým příjmením s přídavkem pro rozlišení modelů a ukládejte do adresáře „Dynast/Data“, „Dokumenty“ nebo „Plocha“. Data uložená pod názvy bez rozpoznání autora a uložená jinde než v určených adresářích, nebudou hodnocena a budou bez náhrady smazána. Modely i charakteristiky si uložte na paměť Flash.

Pozn.: Práce obsahuje 5 modelů (ve 2 variantách) a 15 jednotlivých grafů.

V referátu uveďte: postup práce s programem, schéma modelů, přechodové charakteristiky a frekvenční charakteristiky (FCHVKR a FCHVLS). Na přechodových charakteristikách pomocnou grafickou konstrukcí určete jednotlivé konstanty (nárůst za 1 sec = k_{-1} , ustálená hodnota $k_0 = 1/s_0$, Pro exponenciální charakteristiky se charakteristická časová konstanta určí pomocí průsečíku tečny v počátku křivky s ustálenou hodnotou (pro kontrolu $T = s_1/s_0$). Pro S křivky se určují konstanty T_U a T_N pomocí průsečíků tečny v bodě zvratu (v inflexním bodě) křivky s výchozí a ustálenou hodnotou. Na průbězích okótuje jednotlivé konstanty (k_{-1} , k_0 , s_0 , s_1 , T_1 , T_2 , T_U a T_N). V závěru vyhodnoťte tvar grafů, soulad odečtených a zadaných konstant a porovnání s předpokládanými průběhy.

Pokyny:

- upravte diferenciální rovnice na vhodný tvar pro řešení (osamostatnění nejvyšší derivace),
- upravte tvar koeficientů a vypočítejte jejich konkrétní hodnotu,
- pro rovnici 2. řádu vypočítejte koeficienty pomocí operátorového přenosu

$$F_{C(p)} = F_{A(p)} \cdot F_{B(p)} = \frac{1}{s_{1A} \cdot p + s_{0A}} \cdot \frac{1}{s_{1B} \cdot p + s_{0B}} = \frac{1}{s_{1A} \cdot s_{1B} \cdot p^2 + (s_{1B} \cdot s_{0A} + s_{1A} \cdot s_{0B}) \cdot p + s_{0A} \cdot s_{0B}};$$

výpočty:

$$A) s_{2C} = s_{1A} \cdot s_{1B};$$

$$B) s_{1C} = s_{1B} \cdot s_{0A} + s_{1A} \cdot s_{0B};$$

$$C) s_{0C} = s_{0A} \cdot s_{0B};$$

$$F_{C(p)} = \frac{1}{s_{2C} \cdot p^2 + s_{1C} \cdot p + s_{0C}} \Rightarrow s_{2C} y_{(t)}'' + s_{1C} y_{(t)}' + s_{0C} \cdot y_{(t)} = u_{(t)};$$

- **schéma** modelu vypracujte v grafickém editoru Dynastu dle bodu 4. až 8. základního postupu,
- **přechodovou** charakteristiku získejte dle bodu 13. základního postupu,
- **frekvenční** charakteristiky získejte dle bodu 14. základního postupu,
- uchovejte si získaná data dle bodů 15. až 19. základního postupu.

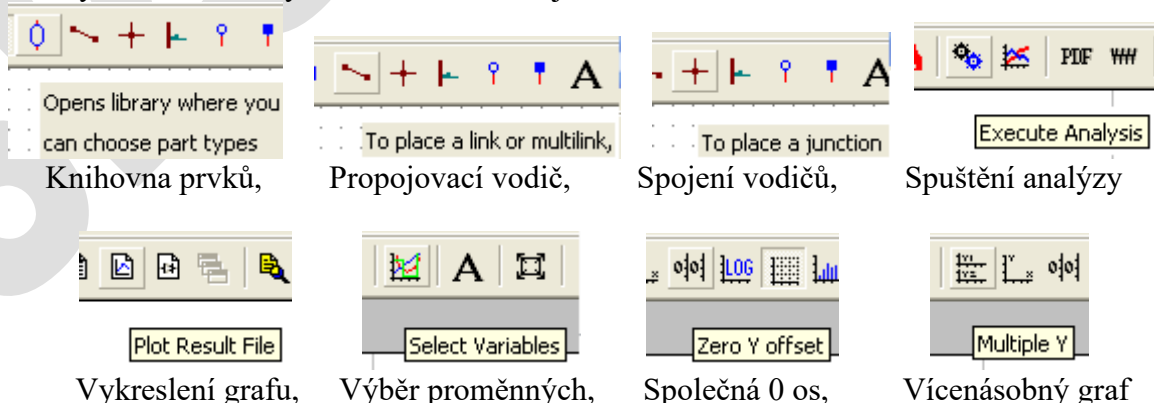
Základní postup při práci s programem Dynast

1. spusťte program Dynast poklepnutím na ikonu na pracovní ploše,
2. otevřte připravený prázdný projekt (z menu File→Open, adresář data, soubor prazdny.dia),
3. uložte připravený prázdný projekt pod novým názvem (z menu File→Save As, adresář: data, název souboru: prijmeni01.dia),
pozn.: pokud kurzor zůstane na chvíli nad tlačítkem nástrojové lišty objeví se bublinová nápověda s názvem funkce daného tlačítka,
4. sestavte schéma modelu pomocí tlačítka „Place part“ na nástrojové liště, které otevře výběr knihoven prvků ze kterých zvolte jen potřebné bloky (ne všechny jsou vždy potřeba):
 - generátor signálu $1(t)$ = blocks→simulink→Step block,
 - generátor signálu $\sin(\omega t)$ = multi-domain→sinusoidal sources→Sine_across-var_src,
 - integrátor = blocks→block_sub/Blocks_with_input_pins→integrator,
 - konstanta/zesilovač = blocks→Blocks_with_input_pins→scalor,
 - sumátor = blocks→block_sub→summator,další bloky, které lze v případě potřeby pro naše účely použít jsou:
 - regulátor PID = blocks→control→PID controller,
 - člen 1. řádu = blocks→control→1st-order transfer by coefficients (exponenciály),
 - člen 2. řádu = blocks→control→2nd-order transfer by coefficients (S křivky),
 - člen s dopravním zpožděním = blocks→block_sub→transport-delay block,pozn.: jednotlivé bloky lze otáčet o násobky 90° pomocí stisků klávesy „r“ (rotate),
5. rozložené bloky schématu propojte vodičem pomocí tlačítka „Connector“ na nástr. liště,
6. nadefinujte parametry bloků (násobící a integrační koeficienty a jejich znaménka),
pozn.: parametry se zadávají s **desetinnou tečkou** na klávesnici (poblíž písmene M),
7. do schématu vložte měřicí body pomocí tlačítka „Node label“ na nástrojové liště a pojmenujte je dle významu,
8. uložte schéma (soubor prijmeni01.dia) na disk tlačítkem „Save“ z nástrojové lišty,
9. nakonfigurujte analýzu v menu Analysis podle typu požadované charakteristiky,
10. odstartujte simulaci buď tlačítkem „Run analysis & plot results“ a zobrazí se rovnou graf, nebo tlačítkem „Run analysis“ a po zobrazení výsledků v textovém tvaru vykreslete graf tlačítkem „Plot output file“,
12. nakonfigurujte graf vhodnými volbami pro žádaný tvar,
 - ikona „Select variables“ = umožňuje výběr současně zobrazených grafů signálů, (tuto nabídku lze vyvolat i pravým kliknutím do okénka grafu),
 - ikona „Multiple Y“ = zobrazuje samostatné grafy, nebo grafy v jedné souřadnicích,
 - ikona „Zero offset Y“ = nastaví společnou nulu pro vícenásobný graf,
 - ikona „LOG“ = zobrazí vodorovnou stupnici v logaritmickém měřítku (pro FCHVLS),
13. pro **přechodovou** char. je zdrojem vstupního signálu blok **Step** (jednotkový skok),
 - v menu Analysis zvolte Nonlinear Analysis a nastavte rozsah času Time from □ to □
např. pro první simulaci zvolte čas od 0 do 30 sec,
 - v kartě Desired Variables vyberte svůj výstupní signál,
 - odstartujte Analýzu příkazem Run analysis a zobrazte graf tlačítkem na nástrojové liště Plot result file (View – Result plot),
 - v grafu zvolte jako nezávislou proměnnou (Independent variable) čas (time) a jako závislou proměnnou (Dependent variables) výstupní signál,
 - podle vzhledu grafu upravte rozsah času analýzy tak, aby byl zobrazen především

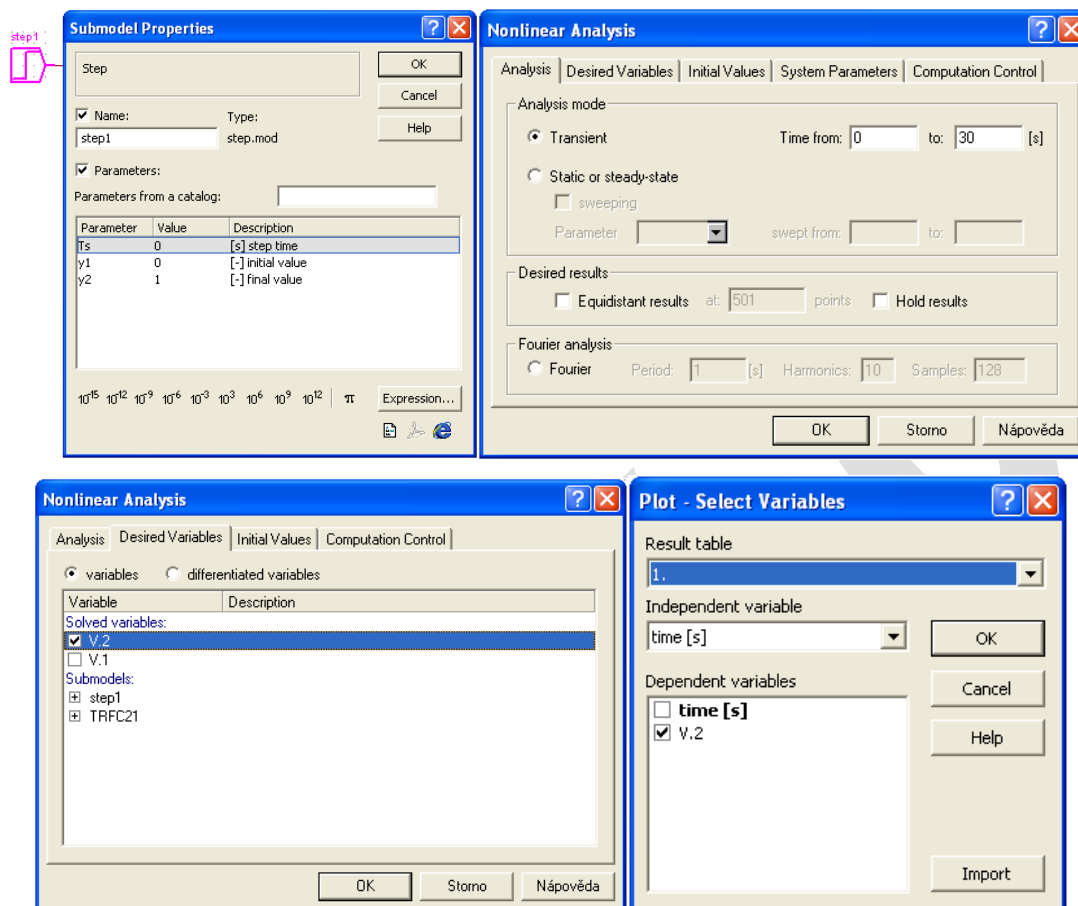
přechod – celý a do ustálené hodnoty (zmenšit původních 30 sec na např. 10 sec nebo naopak zvětšit třeba na 200 sec) a znova odsimulujte průběh,

14. pro **frekvenční** char. je zdrojem vstupního signálu blok **Sine arccos source** (Esine),
 - v menu Analysis zvolte Numerical Frequency Analysis,
 - vhodně nastavte Frequency range
např. od 1E-3 do 1E3, tj. od 0,001 do 1000 (postačuje pro téměř všechny příklady),
 - v kartě Desired Variables vyberte svůj výstupní signál a zaškrtněte jeho 4 komponenty: Real part, Imaginary part, Magnitude in dB a Phase in degrees,
 - odstartujte Analýzu příkazem Run analysis a zobrazte graf tlačítkem na nástrojové liště Plot result file (View – Result plot),
 - nastavení grafů vyvolejte pravým kliknutím v okně grafu (Set variable a Custom range),
 - pro **FCHVKR** zvolte v Set variables jako nezávislou proměnou (Independent variable) položku RE (reálnou část výsledku) a jako závislou položku (Dependent variables) IM (imaginární část výsledku),
pozn.: v případě že v grafu není vidět žádný průběh, pomocí „Custom range“ změňte nastavení rozsahu os z 0 – 0 na rozumné hodnoty (symetrické okolo nuly) např. -1 a +1, v případě kostrbaté charakteristiky je vhodné nastavit počet vzorků (Equidistant results at: 501 points) na vyšší hodnotu (např. na 2000 apod.),
 - pro **FCHVLS** zvolte v Set variables jako nezávislou proměnou (Independent variable) frekvenci a jako závislé položky (Dependent variables) Magnitude in dB (amplituda v decibelech) a Phase in degrees (fáze ve stupních),
 - zobrazení 2 samostatných grafů dostanete volbou „Multiple Y“,
 - pro zobrazení stupnice v dekadách zapněte logaritmickou stupnici „Logarithmic X“,
15. upravte velikost a rozložení oken Dynastu pro dokumentaci (sejmuté obrazovky musí zachovat čitelnost popisů os a hodnot koeficientů ve schématu),
16. sejměte obrazovku stiskem klávesy Print Screen,
17. v aplikaci Malování vložte obsah schránky (kopii sejmuté obrazovky) pomocí Ctrl+v nebo pomocí menu „Schránka → vložit“ na pracovní plochu editoru,
18. upravte obrázek odřezáním nedůležitých částí,
19. uložte obrázek pomocí menu „Soubor → Uložit jako“ ve vhodném grafickém formátu (png, bmp, gif apod.) pod vhodným pojmenováním (aby bylo jasné, co obrázek obsahuje, případně má obsahovat) na svůj FLASH disk.

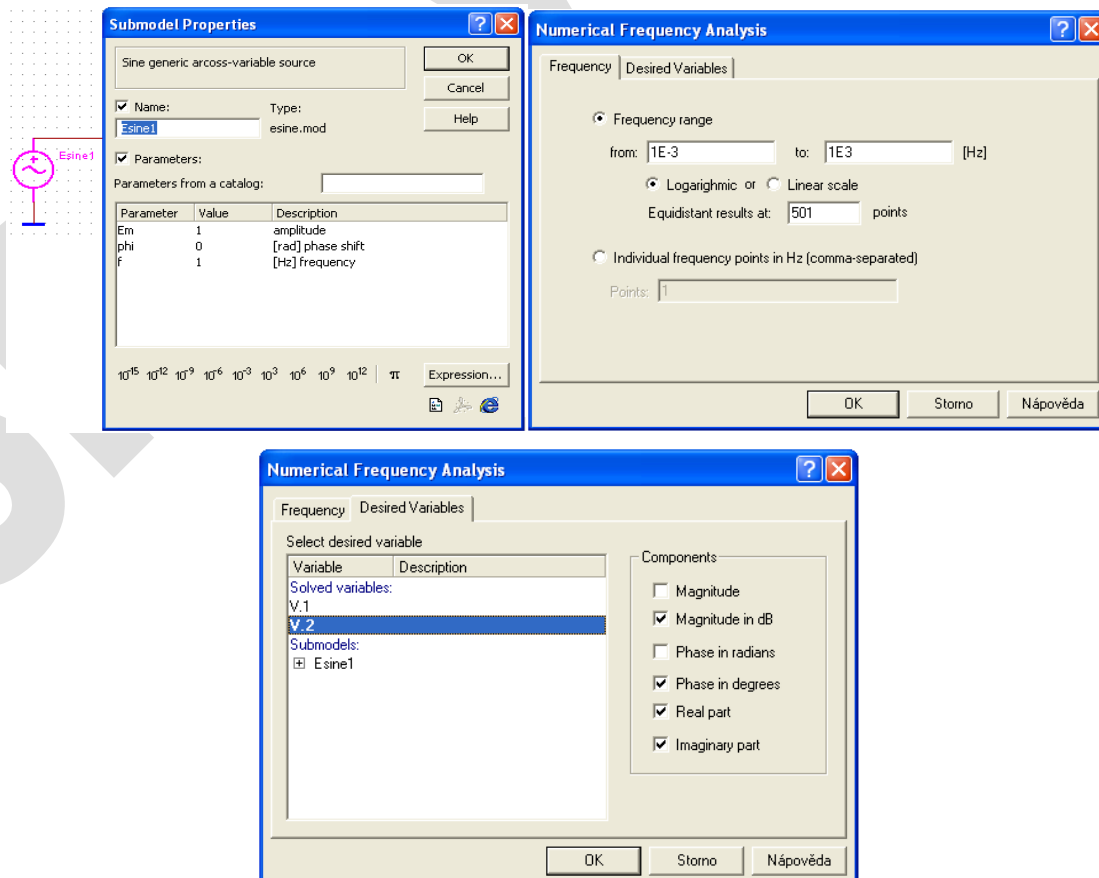
Vzhled a význam ikon v Dynastu na liště nástrojů:



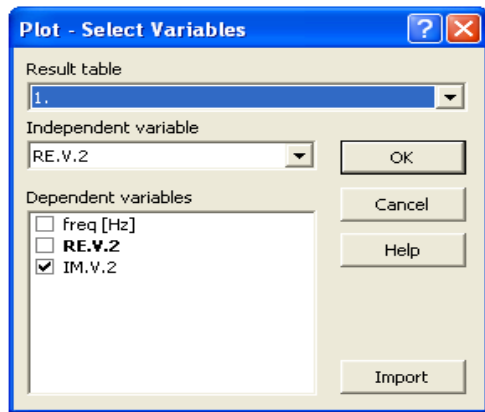
Nastavení simulace a grafu pro pŕechodovou charakteristiku:



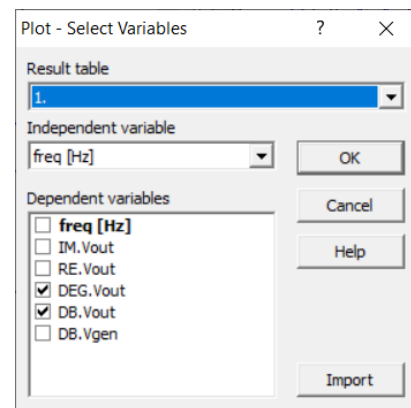
Nastavení simulace pro frekvenční charakteristiky:



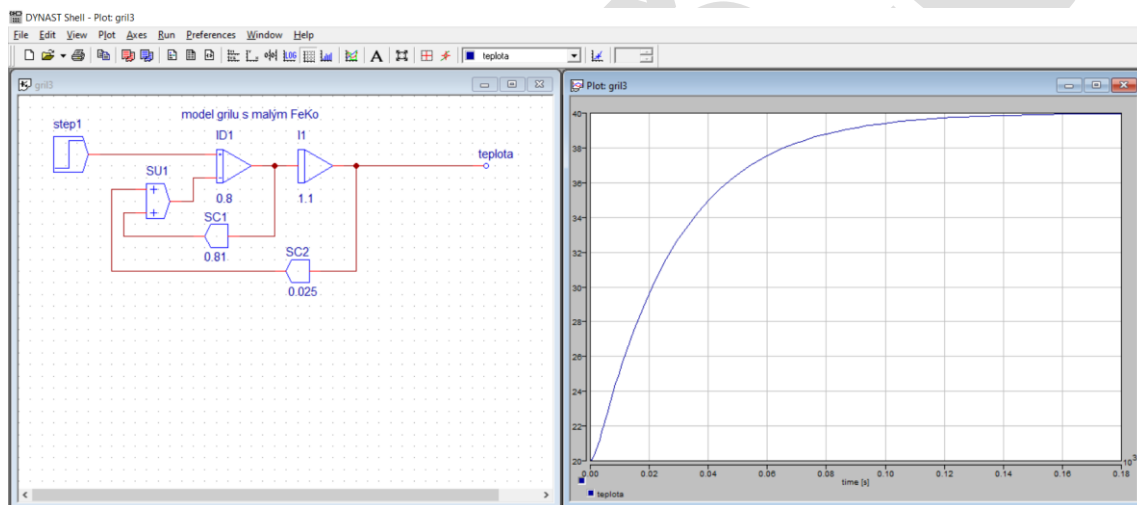
Nastavení grafu pro FCHVKR:



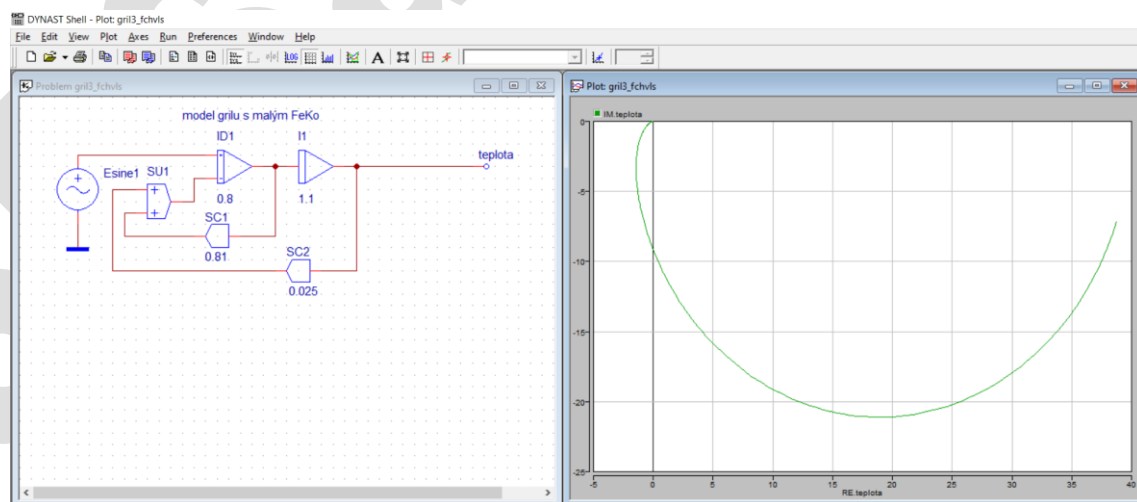
Nastavení grafu pro FCHVLS:



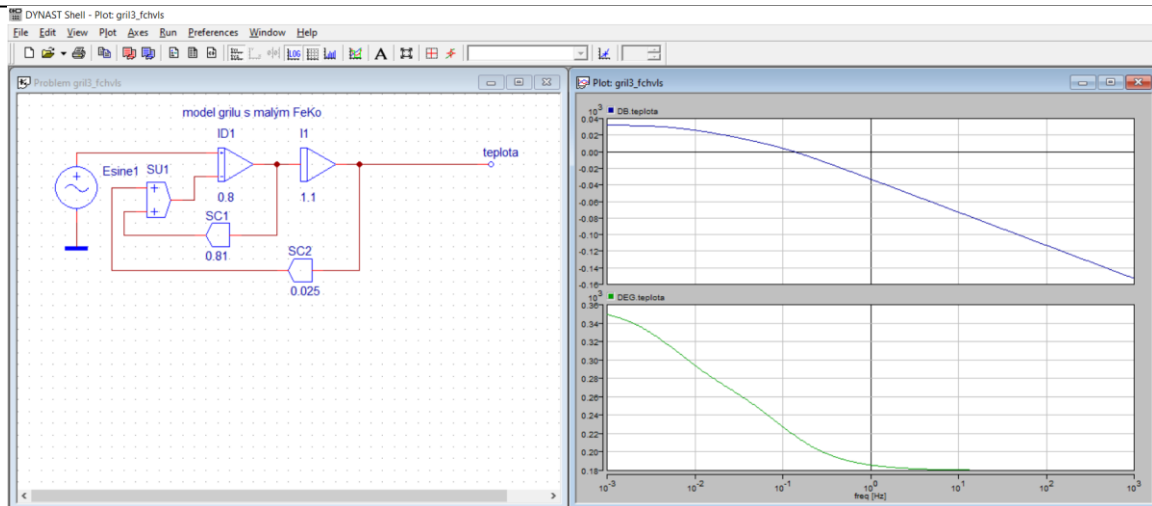
Ukázkové příklady řešení a vzhledu schémat a charakteristik



obr. Přechodová charakteristika

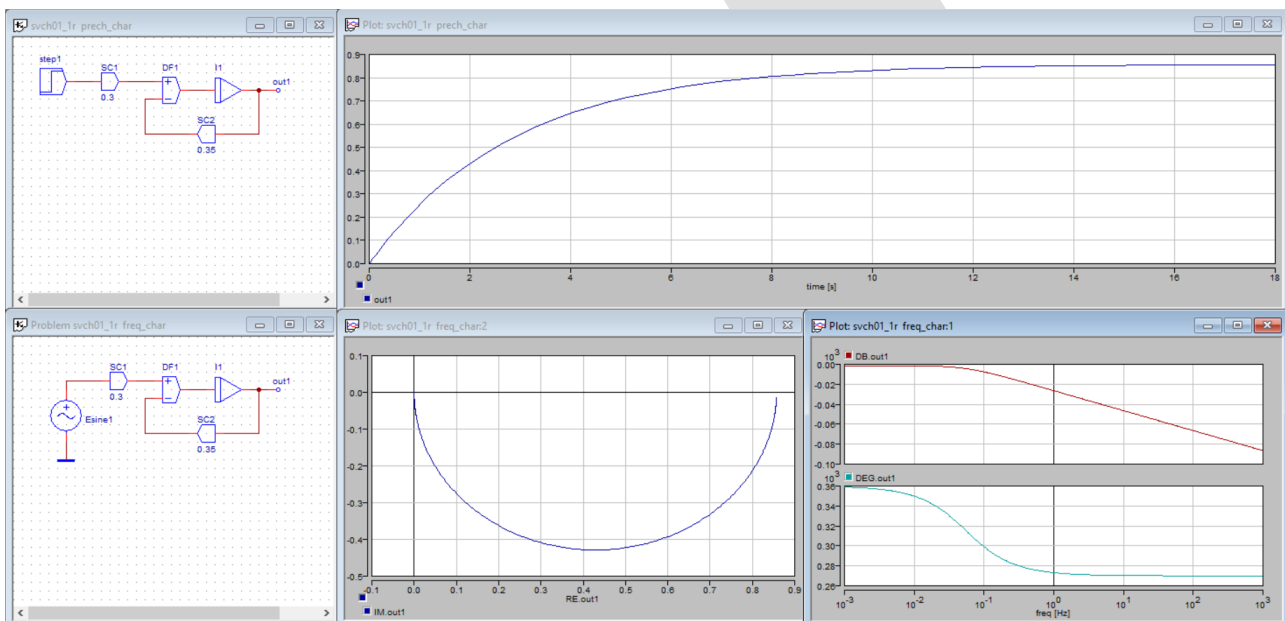


obr. Frekvenční charakteristika v komplexní rovině (FCHVKR)



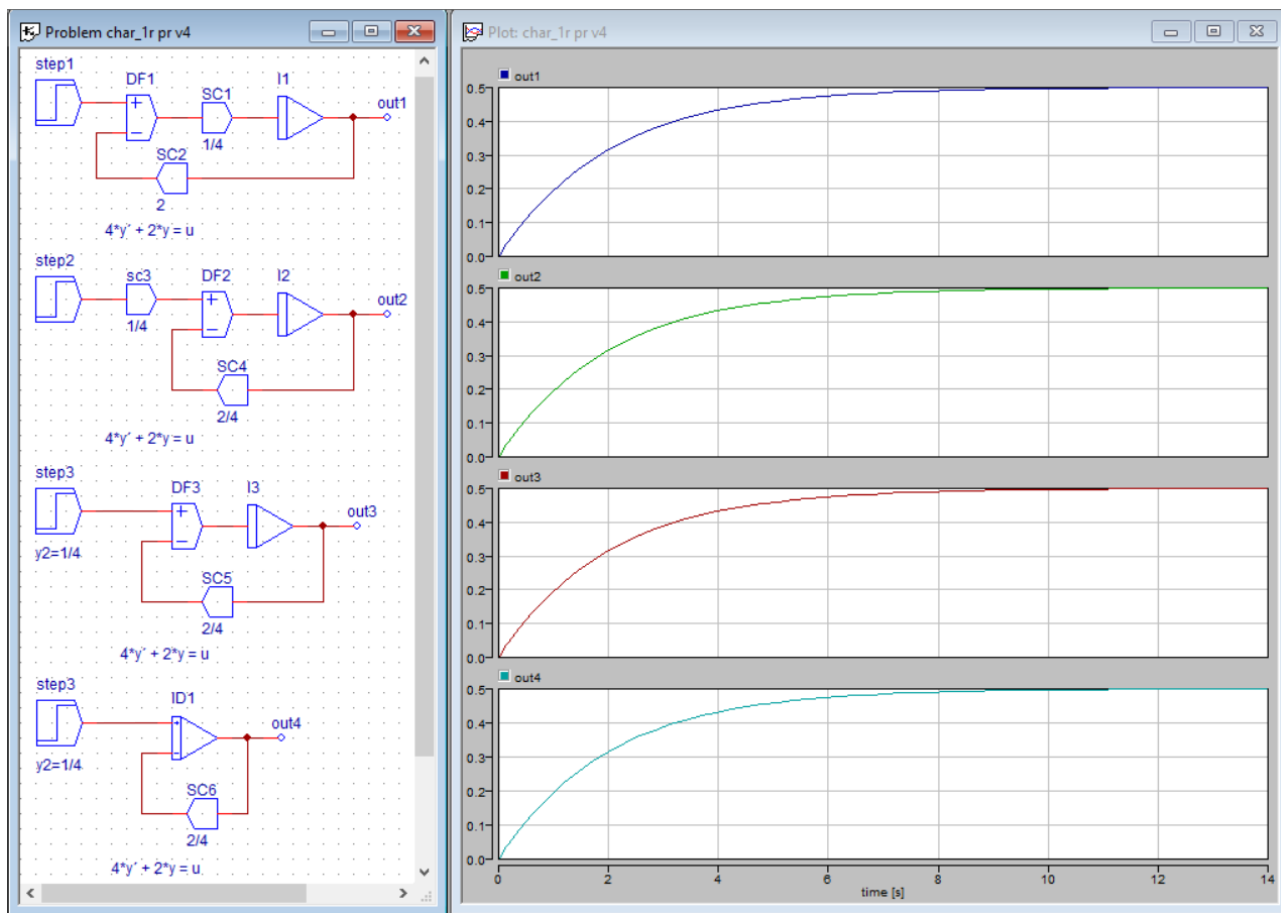
obr. Frekvenční charakteristika v logaritmických souřadnicích (FCHVLS)

Pro úsporné zobrazení výsledků je vhodné uspořádat jednotlivá okna na pracovní ploše Dynastu tak, aby byla dosažena přehlednost jednotlivých charakteristik za podmínky zachování čitelnosti.



obr. Všechny charakteristiky pro jeden model

Model řešené rovnice má vřdy řekolík variant, které řávají správné a stejné výsledky. Na následujícím obrázku jsou uvedeny 4 varianty modelu diferenciální rovnice 1. řádu $4y' + 2y = u$.



Obr. Varianty správného řešení stejné rovnice $4y' + 2y = u$