

SPŠ Strojní a Elektrotechnická v Českých Budějovicích, Dukelská 13

Provedl: Jakub Kákona

Datum měření: 1.11.2006

Číslo úlohy: 4

Převzal:

Datum odevzdání:

Třída: E3A

Měření dynamických charakteristik 1

Zadání:

1. Změřte přechodovou charakteristiku „neznámé“ soustavy 1.řádu (setrvačný člen), jejímž modelem je RC článek, $R=32k\Omega$, $C=500nF$
2. Změřte zesílení a časovou konstantu a porovnejte s výpočtem. Porovnejte, zda časová konstanta nastane v 63% ustálené hodnoty
3. Vypočtete přenos soustavy
4. Vypočtete a zakreslete amplitudovou a fázovou charakteristiku v logaritmických souřadnicích a v komplexní rovině (5bodů)

Cíl měření:

Cílem měření je změřit přechodovou charakteristiku, a zjistit, jestli dokážeme vypočítat stejné hodnoty, jako jsme naměřili.

Teoretický rozbor:

Přechodová charakteristika

Přechodová charakteristika popisuje časovou odezvu výstupní veličiny na definovanou vstupní změnu. Jako definovaná vstupní změna je nejčastěji používán jednotkový skok. Jedná se o skokovou změnu vstupu z jedné ustálené hodnoty na druhou. V které vstup zůstává teoreticky nekonečně dlouho, což v praxi jednak není možné, a také je to zbytečné, protože výstup vykazuje neměřitelné změny už po uplynutí několikanásobku časové konstanty.

Zesílení K

$$K = \frac{V_{\text{výstup}}}{V_{\text{vstup}}}$$

Udává jaký bude výsledný poměr ustálené vstupní a výstupní hodnoty.

časová konstanta

časová konstanta τ je definována jako tečna směřující z počátku přechodové charakteristiky, která protíná hodnotu ustáleného stavu v čase t , který se rovná právě jednomu τ .

V našem případě se $\tau = RC$ A protože víme, že naše soustava je RC člen, tak můžeme použít

vzorec: $u = U(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ kde u je aktuální hodnota napětí závislá na U (vstupním napětí) a na čase t .

V případě že by nás zajímalo, jakého výstupního napětí obvod dosáhne po uplynutí doby jedné časové konstanty tak za t můžeme dosadit τ a tím získáme tvar

$u = U(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) = U(1 - e^{-1}) = 0,63 U$ Z toho vidíme, že výstupní napětí dosáhne za dobu τ 63% vstupní hodnoty.

Přenos

$$F(j\omega) = \frac{V_{\text{ýstup}}}{V_{\text{stup}}}$$

Když víme, že modelem naší soustavy je RC člen, tak pro něj můžeme pomocí Kirchhoffových zákonů sestavit rovnici vyjadřující přenos harmonického signálu.

$$U_2 j\omega C - \frac{U_1 - U_2}{R} = 0 \quad \text{rovnici vynásobíme } R$$

$$U_2 j\omega CR - U_1 + U_2 = 0$$

Dostáváme tvar

$$j\omega CR + 1 = \frac{U_1}{U_2}$$

Ale protože víme, že

$$F(j\omega) = \frac{V_{\text{ýstup}}}{V_{\text{stup}}} = \frac{u_2(\omega t)}{u_1(\omega t)}$$

tak musíme celou rovnici umocnit -1

$$\frac{u_2(\omega t)}{u_1(\omega t)} = \frac{1}{j\omega CR + 1}$$

Dostáváme tak konečný tvar:

$$F(j\omega) = \frac{1}{j\omega CR + 1}$$

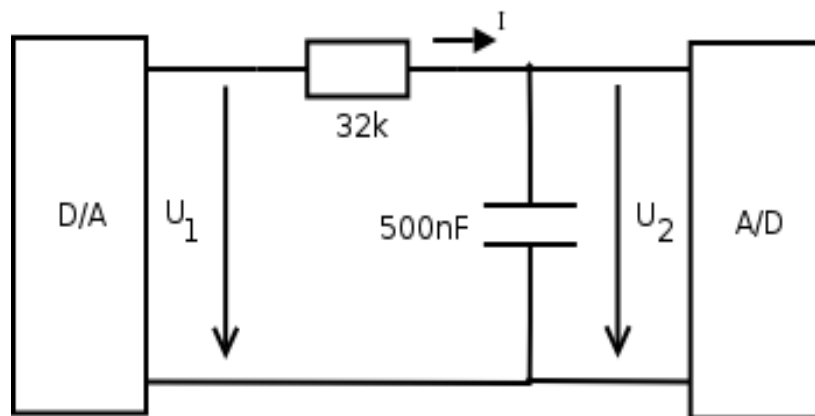
Postup měření:

Připravíme měřící pracoviště pro měření analogové hodnoty závislé na analogovém výstupu a připojíme k němu náš model soustavy znázorněný ve schématu (fig. 1).

D/A převodníkem vytvoříme jednotkový skok a A/D převodníkem zaznamenáváme odezvu soustavy. Výsledkem je graf (fig. 2)

Schema zapojení:

fig.1



Použité nástroje:

- OpenOffice Writer
- Gcalctool
- Dia
- Inkscape
- A/D D/A převodník
- PC

Výpočty a tabulky:

Vypočteme časovou konstantu:

$$\tau = RC$$

$$\tau = 3,8 \cdot 10^4 * 5 \cdot 10^{-7}$$

$$\tau = 0,019 [s]$$

Vidíme, že nám vyšla hodnota 19ms, která i přibližně sedí s grafem.

Zesílení K

$$K = \frac{\text{výstup}}{\text{vstup}} = \frac{9,96}{9,96} = 1$$

Mezní úhlová rychlost a kmitočet

$$\omega_z = \frac{1}{\tau}$$

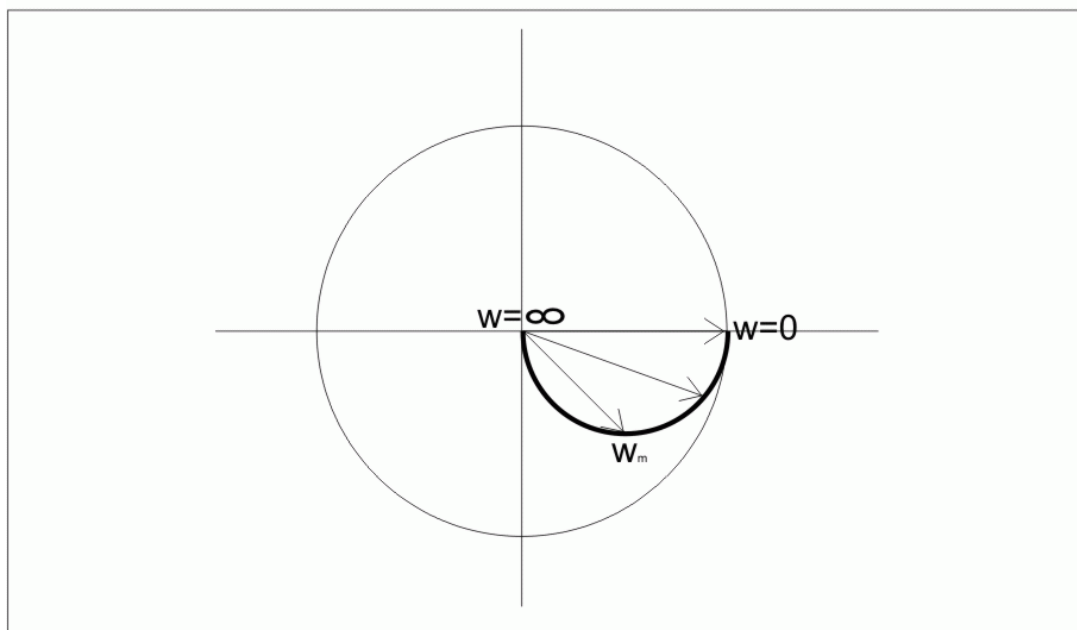
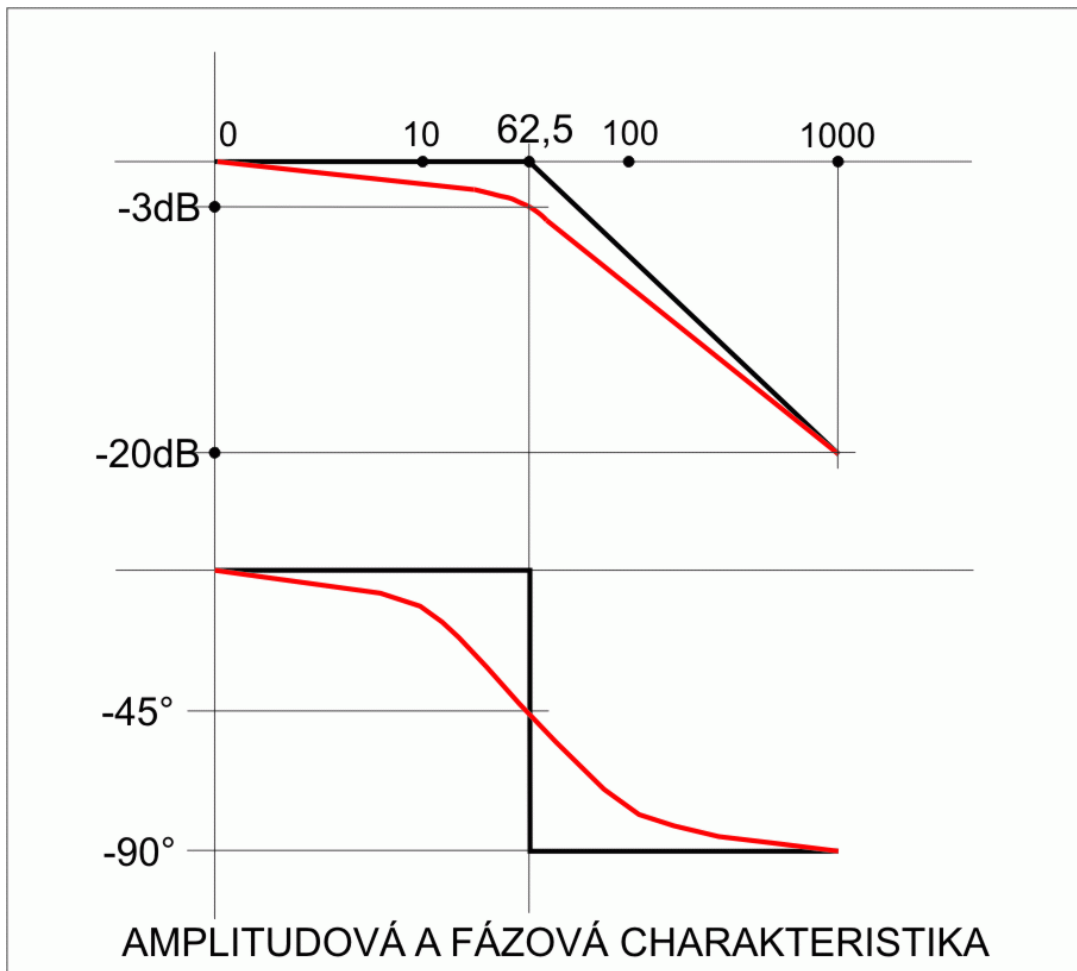
$$f_z = \frac{\omega}{2\pi}$$

$$\omega_z = \frac{1}{0,019}$$

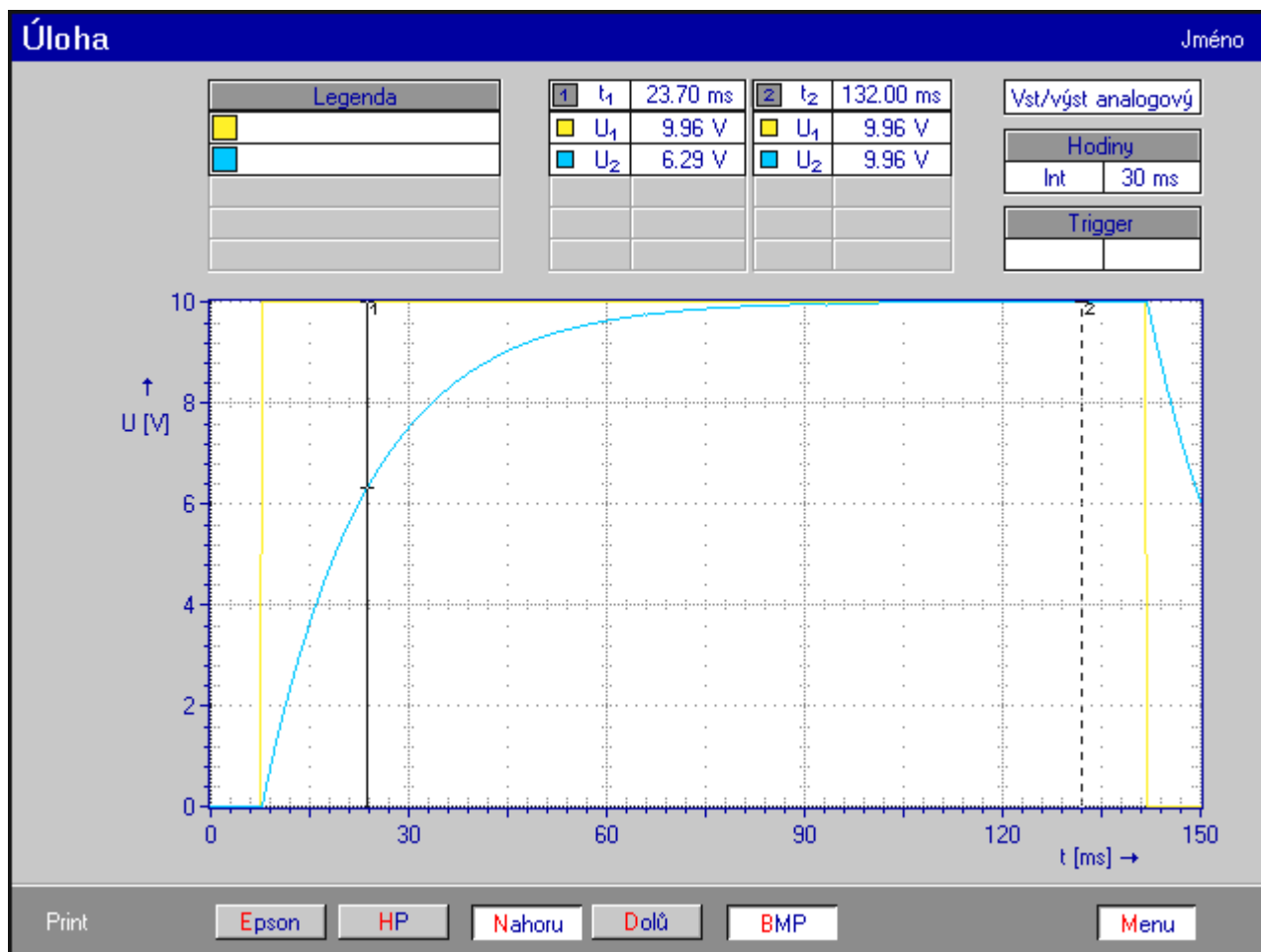
$$f_z = \frac{52,63}{2\pi}$$

$$\omega_z = 52,63 [Rad/s] \quad f_z = 8,37 [Hz]$$

Grafy:



(fig. 2) Naměřená přechodová charakteristika:



Závěr:

Měření probíhalo docela bez problémů, ale se zpracováním to už bylo horší.