



Digitální učební materiál

Číslo projektu	CZ.1.07/1.5.00/34.0373
Číslo materiálu	VY_32_INOVACE_ELE.3.09
Název školy	Střední průmyslová škola elektrotechnická, Mohelnice, Gen. Svobody 2
Autor	Ing. Bohumil Veselý
Tematický celek	ELEKTRONIKA
Ročník	3. ročník
Datum tvorby	září.2013
Anotace	Derivační RC a RL článek – horní propust Je určena především učitelům k výkladu látky. Součástí prezentace jsou příklady obvodů pro simulační program MultiSim, které učitel použije k demonstraci chování skutečného obvodu v reálném čase.
Metodický pokyn	Žák si při hodině zapisuje své poznámky.
Pokud není uvedeno jinak, použitý materiál je z vlastních zdrojů autora	



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE

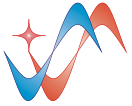


MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



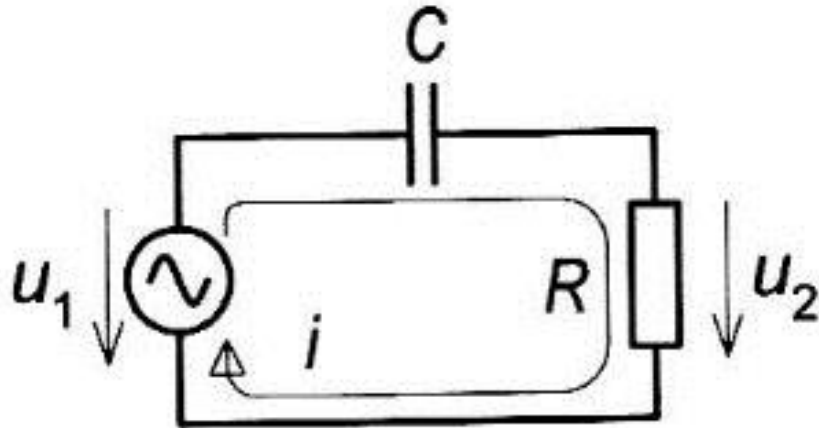
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

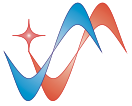


Derivační RC článek

- Derivační RC článek je v podstatě impedanční dělič, jehož výstupní impedanci tvoří rezistor



- Pro výstupní napětí platí:
$$\mathbf{u}_2(j\omega) = \mathbf{i}(j\omega) \cdot R = \frac{\mathbf{u}_1(j\omega)}{R + \mathbf{Z}_C} \cdot R.$$



Derivační RC článek

- Dosazením za Z_C dostaneme:

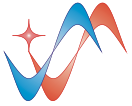
$$\mathbf{u}_2(j\omega) = \frac{\mathbf{u}_1(j\omega)}{R - j\frac{1}{\omega C}} \cdot R = \mathbf{u}_1(j\omega) \cdot \frac{j\omega CR}{1 + j\omega CR} = \mathbf{u}_1(j\omega) \cdot \frac{j\omega\tau}{1 + j\omega\tau} = \mathbf{u}_1(j\omega) \cdot \frac{j\frac{\omega}{\omega_0}}{1 + j\frac{\omega}{\omega_0}},$$

- Kde $\tau = R \cdot C$ a $\omega_0 = \frac{1}{\tau}$

- Pro napěťový přenos A_u platí: $\mathbf{A}(j\omega) = \frac{\mathbf{u}_2(j\omega)}{\mathbf{u}_1(j\omega)} = \frac{j\omega\tau}{1 + j\omega\tau} = \frac{j\frac{\omega}{\omega_0}}{1 + j\frac{\omega}{\omega_0}} = \frac{j\Omega}{1 + j\Omega},$

- Kde $\Omega = \frac{\omega}{\omega_0}$ je tzv. normovaný kmitočet
- Rozložením na reálnou a imaginární část získáme vztah

$$A_u(j\omega) = \frac{(\omega\tau)^2}{1 + (\omega\tau)^2} + j \frac{\omega\tau}{1 + (\omega\tau)^2}$$



Derivační RC člunek

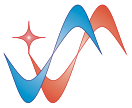
$$\mathbf{A}(j\omega) = \frac{\Omega^2 + j\Omega}{1 + \Omega^2}.$$

- Modul přenosu má potom tvar:

$$A(\omega) = \sqrt{\left(\frac{\Omega^2}{1 + \Omega^2}\right)^2 + \left(\frac{\Omega}{1 + \Omega^2}\right)^2} = \sqrt{\frac{\Omega^2 (\Omega^2 + 1)}{(1 + \Omega^2)^2}} = \frac{\Omega}{\sqrt{1 + \Omega^2}}.$$

- Přenos v dB potom bude

$$A_{\text{dB}} = 20 \cdot \log \frac{\Omega}{\sqrt{1 + \Omega^2}}.$$

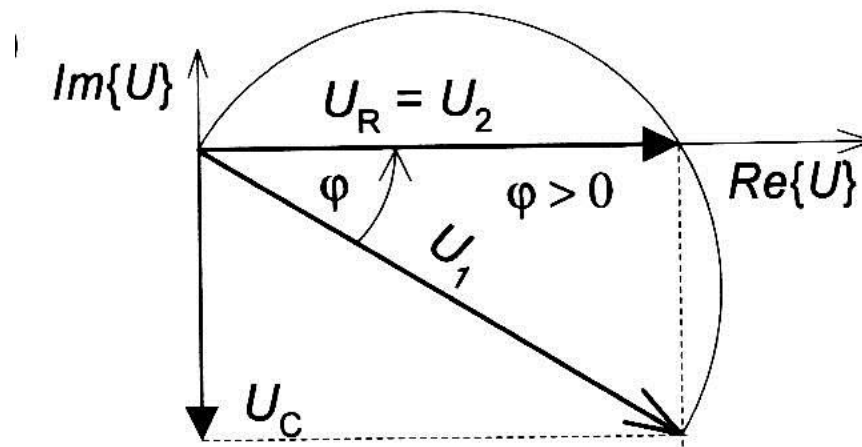


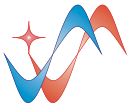
Derivační RC článek

- Velikost fázového posunu

$$\varphi = \arctg \frac{\frac{\Omega}{1 + \Omega^2}}{\frac{\Omega^2}{1 + \Omega^2}} = \arctg \frac{1}{\Omega} = \arctg \frac{\omega_0}{\omega} .$$

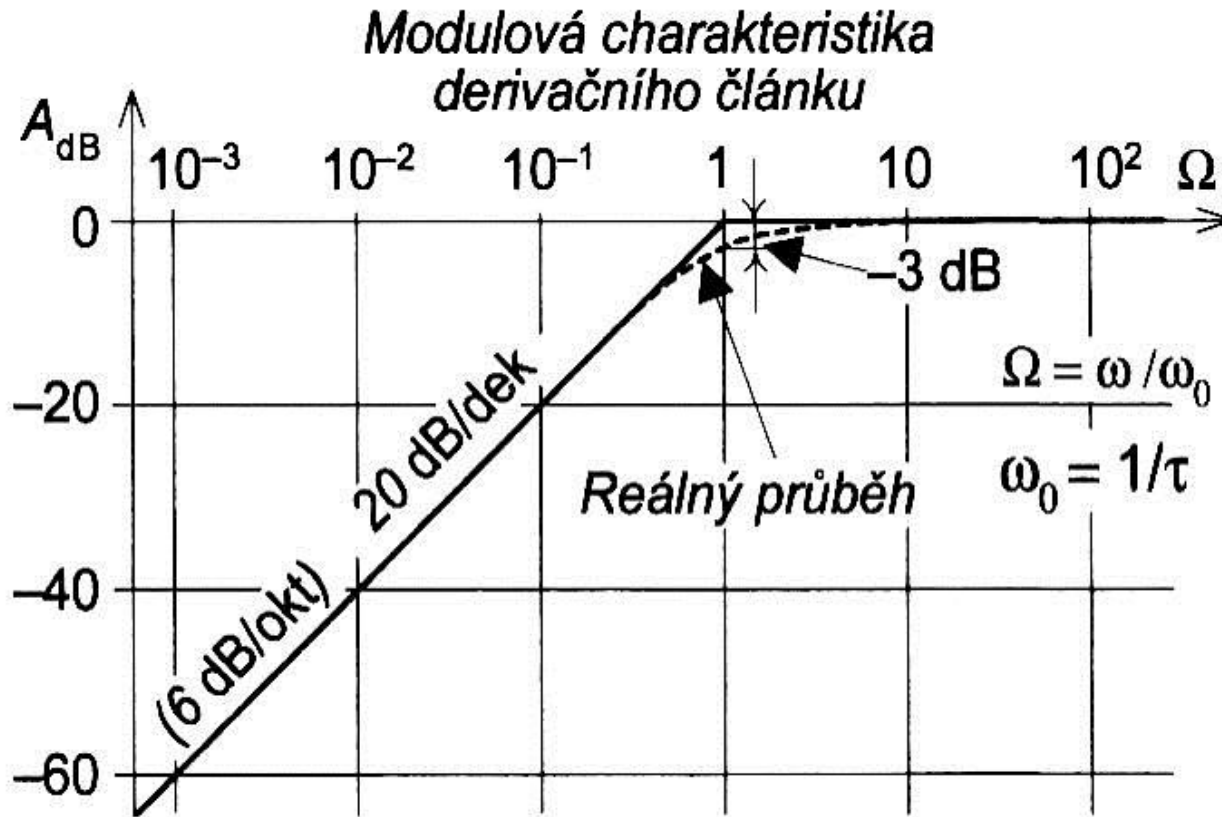
- Fázorový diagram derivačního RC článku

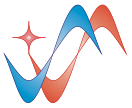




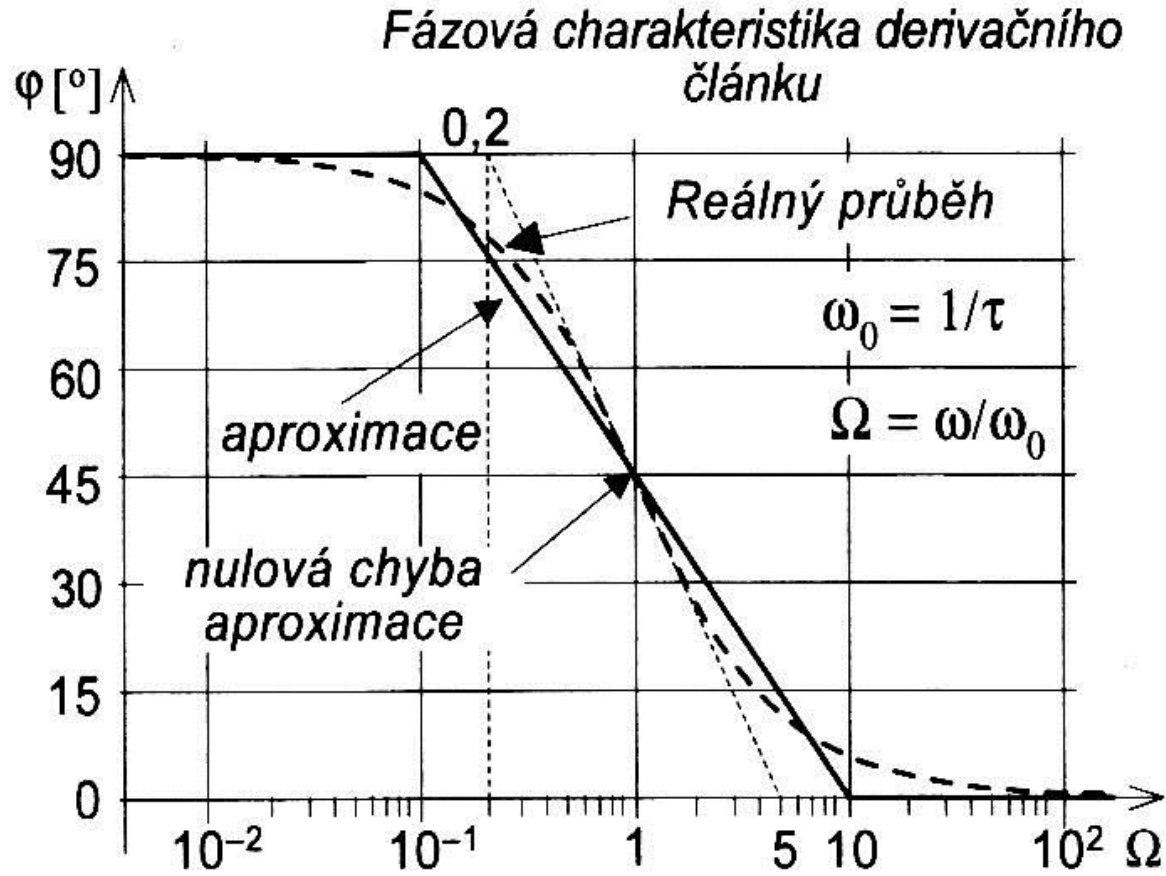
Derivační RC článek

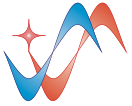
Horní propust





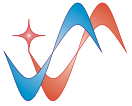
Derivační RC článek





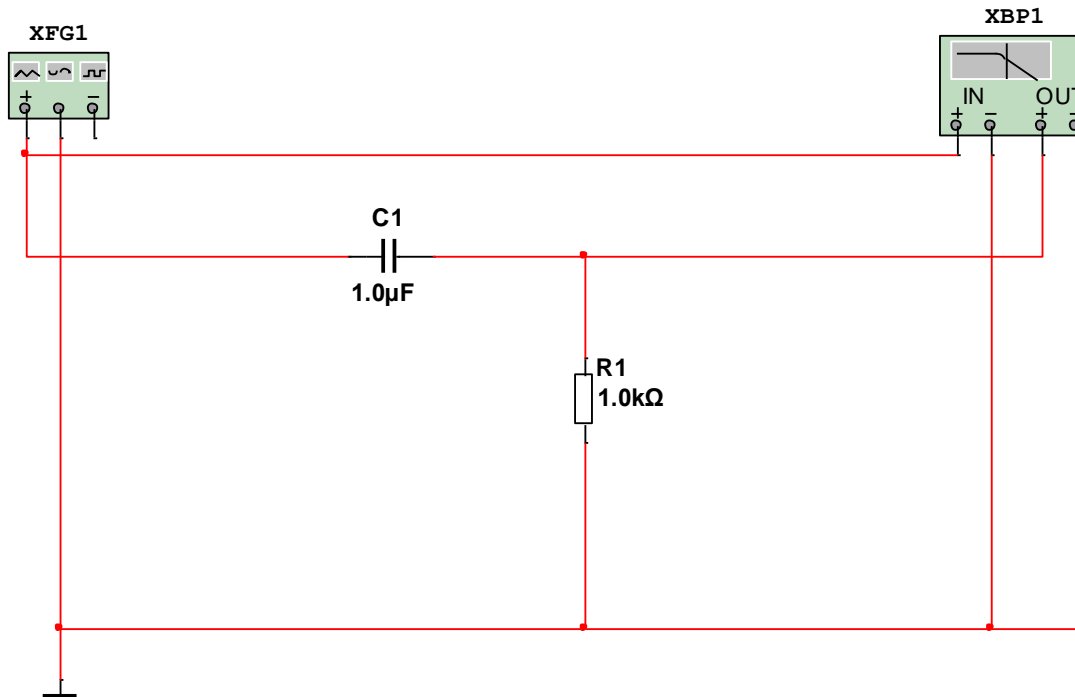
Derivační RC článek

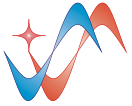
- Vlastnosti derivačního RC článku
 - Potlačuje přenos na dolních kmitočtech – horní propust
 - Směrem od nízkých kmitočtu k meznímu kmitočtu je strmost amplitudové charakteristiky +20dB/dekádu
 - Na mezním kmitočtu je útlum -3dB proti přenosu na horních kmitočtech. Číselně je to $\frac{1}{\sqrt{2}} = 0,707$
 - Na horních kmitočtech je napěťový přenos 0dB, tj. číselně 1
 - Na nízkých kmitočtech je fázový posun přibližně +90°
 - Na mezním kmitočtu je fázový posun +45°
 - Na horních kmitočtech se fázový posun blíží 0°
 - Největší strmost fázové charakteristiky je v okolí mezního kmitočtu



Derivační RC článek

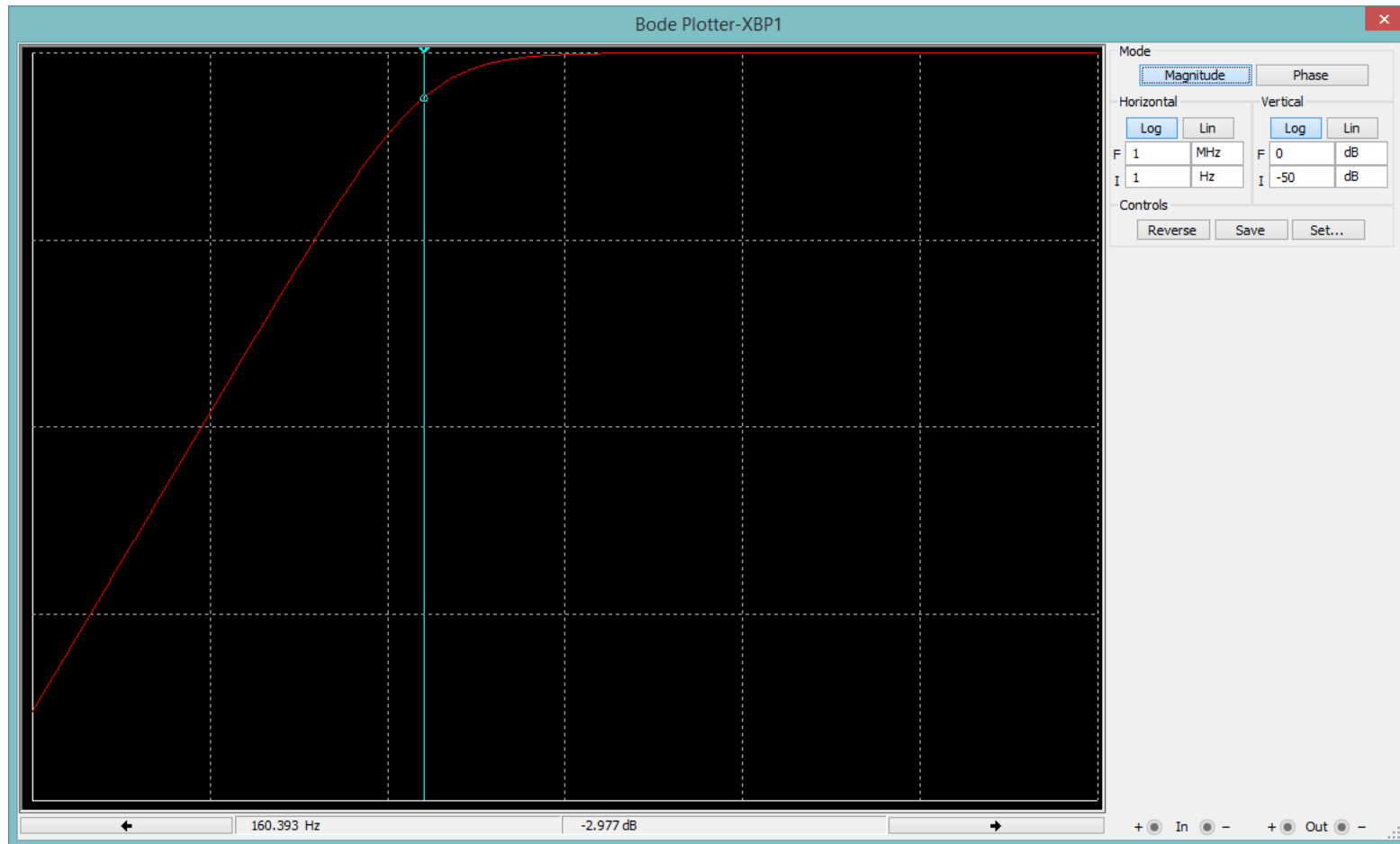
- Simulace obvodu v programu Multisim

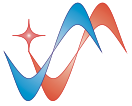




Derivační RC článek

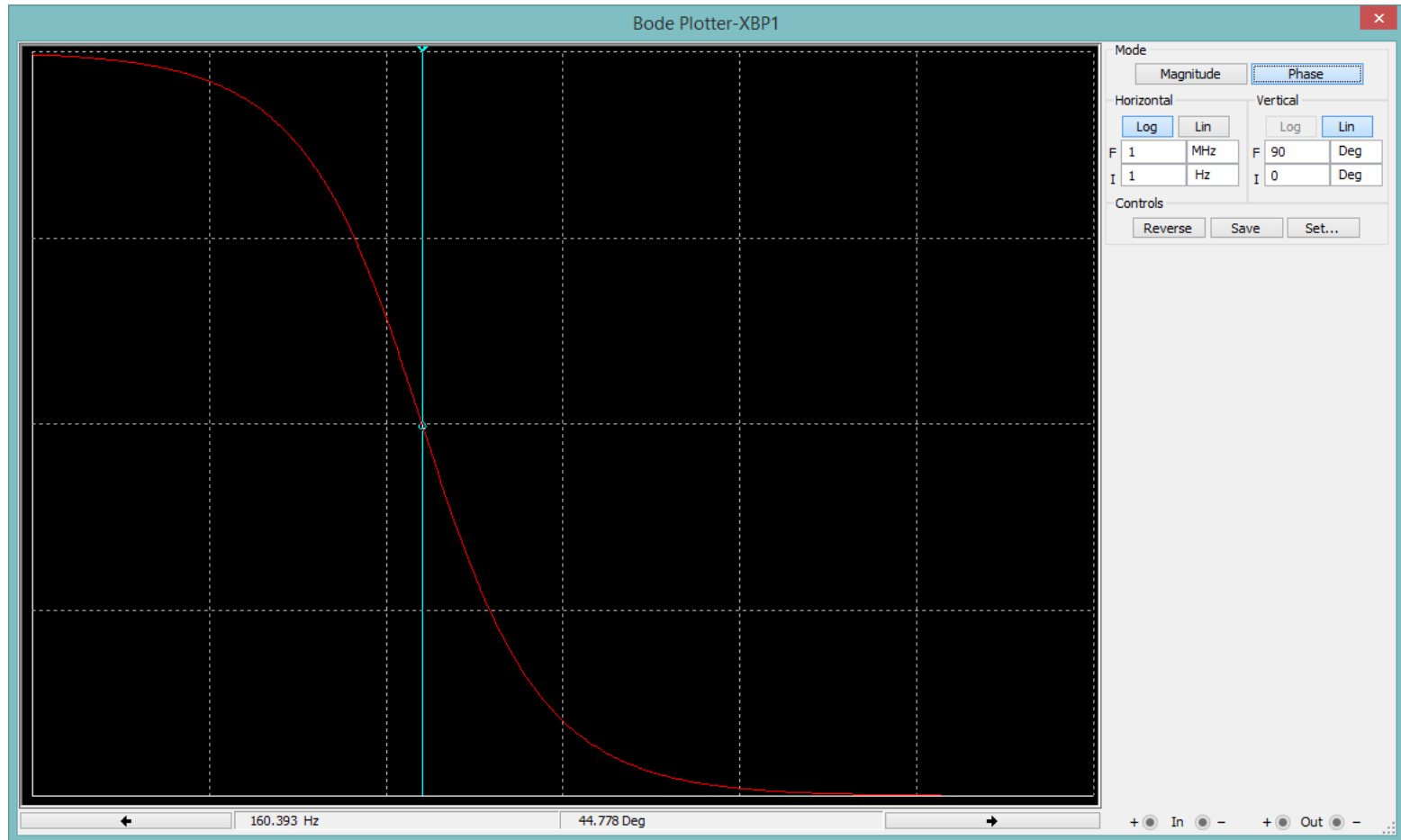
- Modulová kmitočtová charakteristika

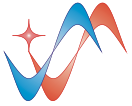




Derivační RC článek

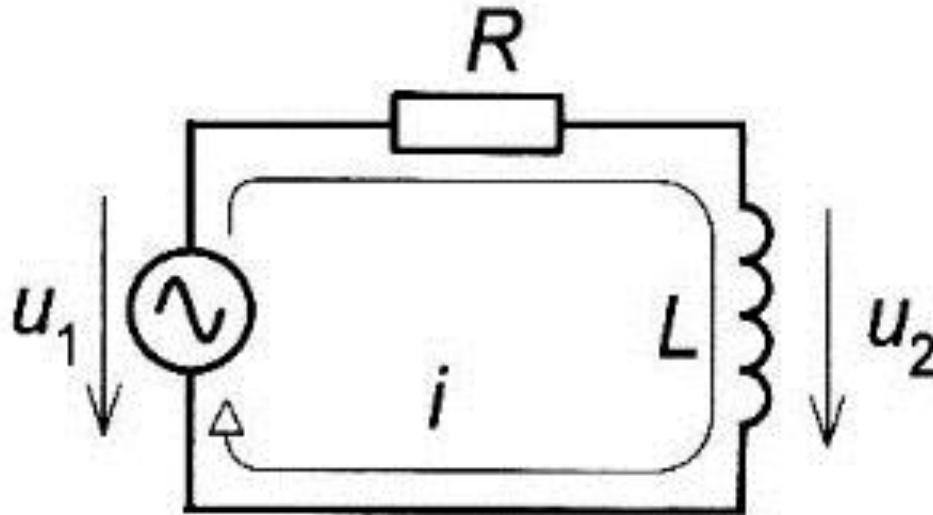
- Fázová kmitočtová charakteristika

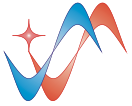




Derivační RL článek

- Derivační RL článek je v podstatě impedanční dělič, jehož výstupní impedanci tvoří cívka





Derivační RL článek

- Pro výstupní napětí platí:

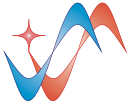
$$\mathbf{u}_2(j\omega) = \mathbf{i}(j\omega) \cdot R = \frac{\mathbf{u}_1(j\omega)}{R + \mathbf{Z}_L} \cdot R = \frac{\mathbf{u}_1(j\omega)}{R + j\omega L} \cdot R.$$

- Upravíme:

$$\mathbf{u}_2(j\omega) = \frac{\mathbf{u}_1(j\omega)}{\frac{R + j\omega L}{R}} = \frac{\mathbf{u}_1(j\omega)}{1 + j\omega \frac{L}{R}} = \frac{\mathbf{u}_1(j\omega)}{1 + j\omega\tau}.$$

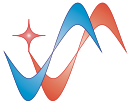
- Z toho pro A_u platí:

$$A_u(j\omega) = \frac{(\omega\tau)^2}{1 + (\omega\tau)^2} + j \frac{\omega\tau}{1 + (\omega\tau)^2}$$



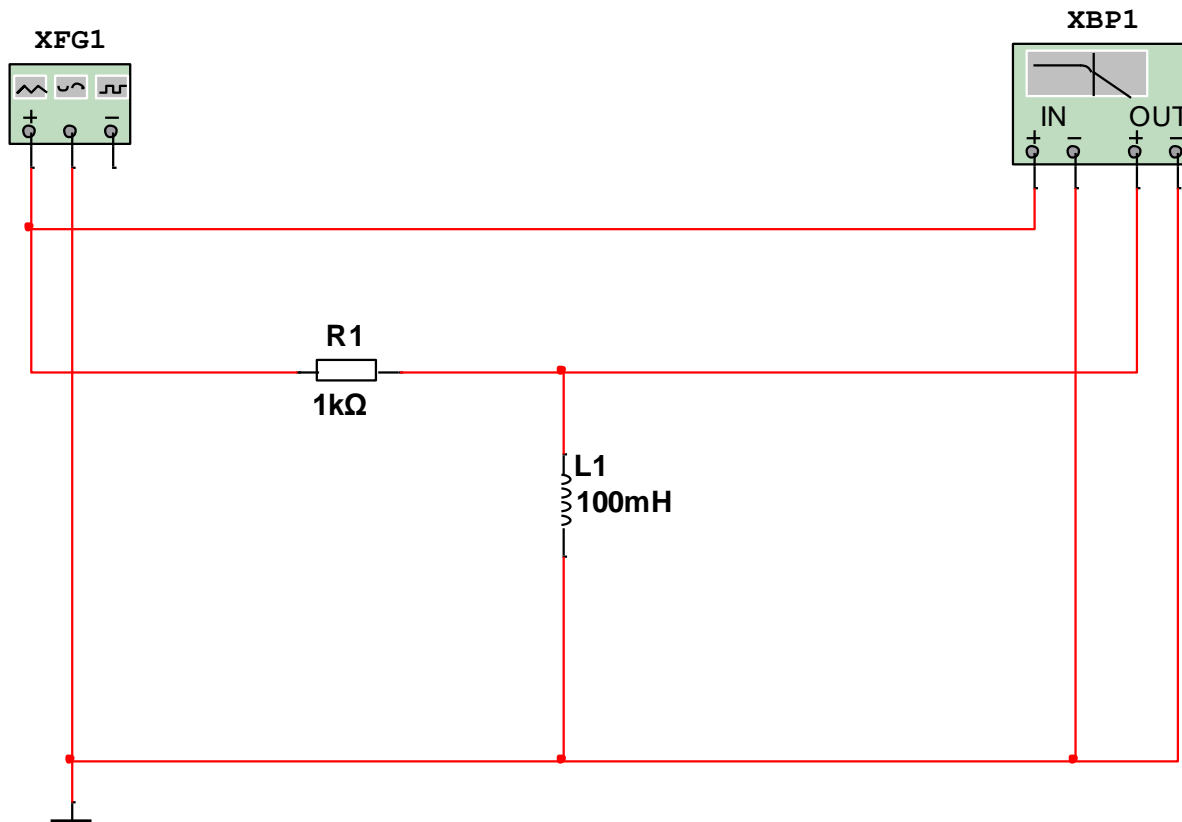
Derivační RL článek

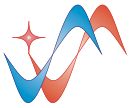
- Tento výraz je shodný s výrazem pro integrační RL článek
- Rozdíl mezi integračním a derivačním článkem je v tom, na kterém obvodovém prvku definujeme výstup.
- Z hlediska průběhu proudu je to stále tentýž obvod
- Všechny vlastnosti a průběhy kmitočtových charakteristik derivačního RL článku jsou shodné s vlastnostmi a průběhy charakteristik derivačního RC článku



Derivační RL článek

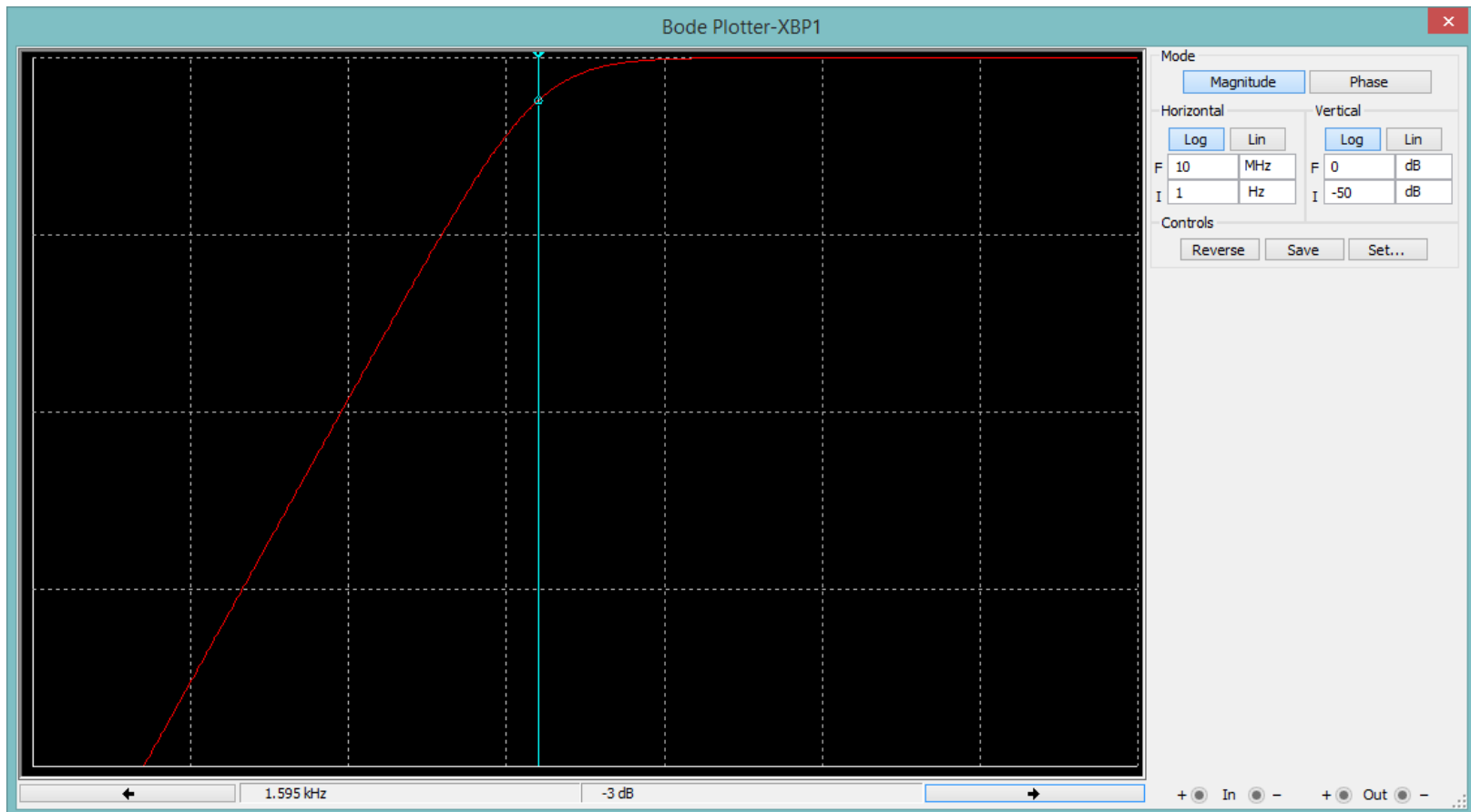
- Simulace derivačního RL článu v programu Multisim

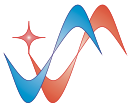




Derivační RL článek

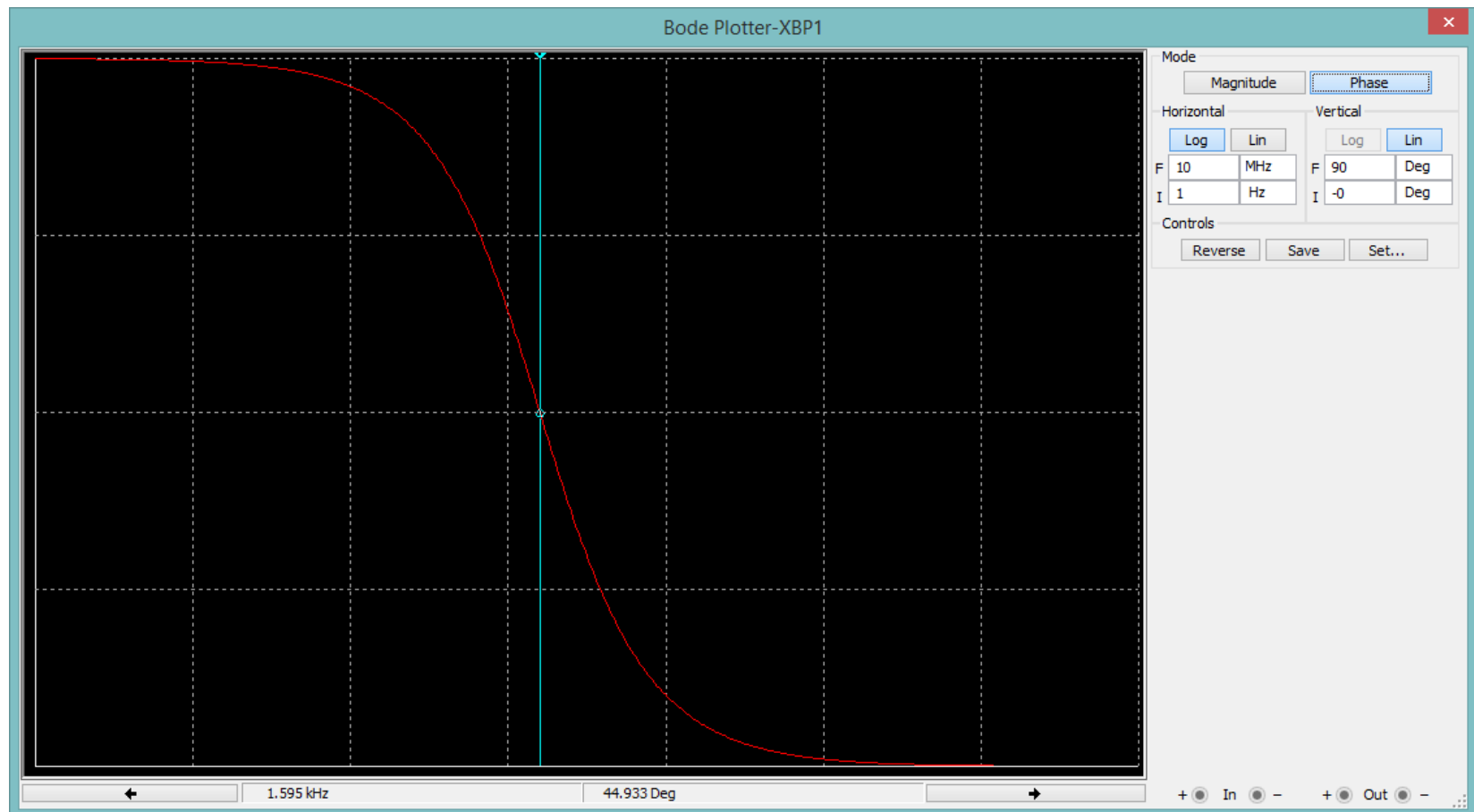
- Modulová kmitočtová charakteristika

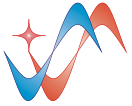




Derivační RL článek

- Fázová kmitočtová charakteristika





Použité zdroje

- [1] Doleček Jaroslav: Moderní učebnice elektroniky 1, Základy elektroniky, ideální a reálné prvky, BEN-technická literatura, Praha 2007
- [2] Doleček Jaroslav: Moderní učebnice elektroniky 4, Přenosy v lineárních obvodech a úvod do zesilovačů, BEN-technická literatura, Praha 2009
- [3] Láníček Robert: Elektronika – obvody, součástky, děje,, BEN-technická literatura, Praha 2004