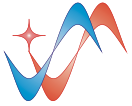


## Digitální učební materiál

|   |  |
|---|--|
| Číslo projektu  | CZ.1.07/1.5.00/34.0373   |
| Číslo materiálu   | VY_32_INOVACE_ELE.3.08   |
| 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   | Integrační RC a RL článek – dolní propust<br>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 |  |

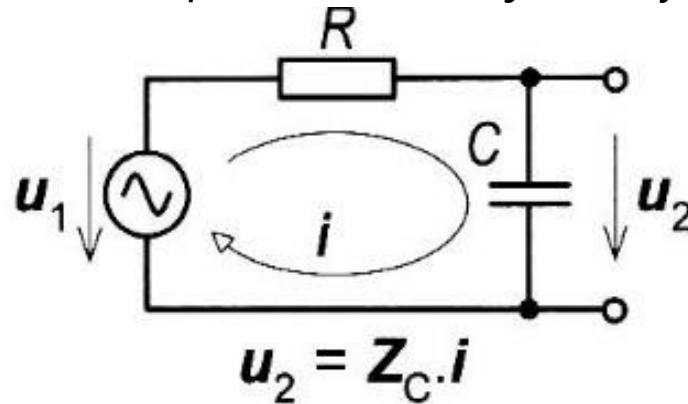


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

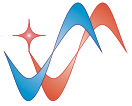


## **Integrační článek RC**

- Integrační článek je v podstatě impedanční dělič, jehož výstupní impedanci tvoří kondenzátor

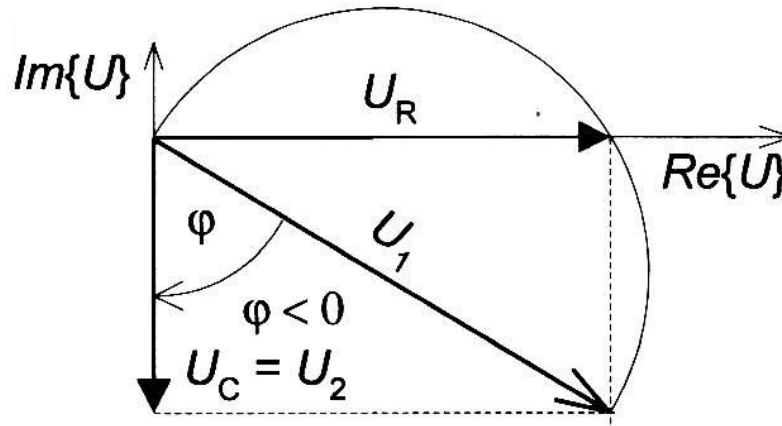


- Platí:  $u_2(j\omega) = i(j\omega) \cdot Z_C = \frac{u_1(j\omega)}{R + Z_C} \cdot Z_C = u_1(j\omega) \cdot \frac{1}{1 + j\omega RC}$
- Napěťový přenos:  
 $A_u(j\omega) = \frac{u_2(j\omega)}{u_1(j\omega)} = \frac{1}{1 + j\omega RC} = \frac{1}{1 + j\omega\tau} = \frac{1}{1 + (\omega\tau)^2} - j \cdot \frac{\omega\tau}{1 + (\omega\tau)^2}$

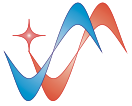


## Integrační článek RC

- Pro daný kmitočet  $\omega = 2\pi f$  platí
  - $A_u(j\omega) = A_u(\omega) \cdot e^{j\varphi}$  kde
    - $A_u$  je absolutní hodnota napěťového přenosu pro daný kmitočet
    - $\varphi$  je fázový posuv mezi výstupním a vstupním signálem

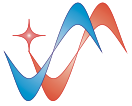


- Kmitočet, pro který platí, že  $\omega\tau = 1$  nazýváme **mezní – kritický – kmitočet**
- Značíme ho  $\omega_0$



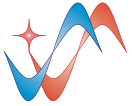
## Integrační článek RC

- $\omega_0 = \frac{1}{\tau}$  ;  $\tau = \frac{1}{\omega_0}$  ;  $\omega\tau = \frac{\omega}{\omega_0}$
- Pro modul  $A_u(\omega)$  platí:
- $$A_u(\omega) = \sqrt{\left(\frac{1}{1+(\omega\tau)^2}\right)^2 + \left(\frac{\omega\tau}{1+(\omega\tau)^2}\right)^2} = \frac{1}{\sqrt{1+(\omega\tau)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}}$$
- Pro fázový posuv  $\varphi$
- $$\operatorname{tg} \varphi(\omega) = \frac{\operatorname{Im}\{A_u(j\omega)\}}{\operatorname{Re}\{A_u(j\omega)\}} = \frac{\frac{-\omega\tau}{1+(\omega\tau)^2}}{\frac{1}{1+(\omega\tau)^2}} = -\omega\tau = -\frac{\omega}{\omega_0}$$
- Pro fázový posun na kmitočtu  $\omega$  bude:
  - $\varphi(\omega) = \operatorname{arctg}\left(-\frac{\omega}{\omega_0}\right)$



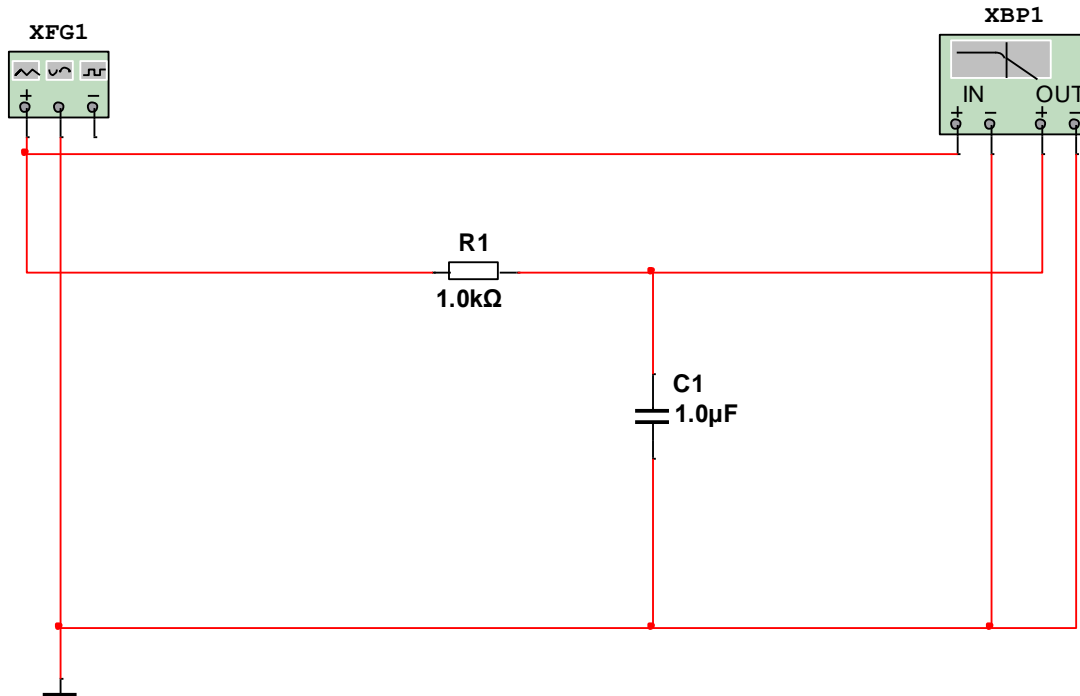
## Integrační článek RC

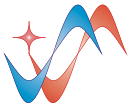
- Modul přenosu na mezním kmitočtu  $\omega = \omega_0$ 
  - $A(\omega_0) = \frac{1}{\sqrt{1+(\omega_0\tau)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1+(\frac{\omega_0}{\omega_0})^2}} = \frac{1}{\sqrt{1+1^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$
- Fázový posun na mezním kmitočtu  $\omega = \omega_0$ 
  - $\varphi(\omega_0) = \arctg(-\omega_0\tau) = \arctg\left(-\frac{\omega_0}{\omega_0}\right) = \arctg(-1) = -45^\circ$
- **Integrační článek RC má na mezním kmitočtu**
  - **Napěťový přenos  $A_u(\omega_0) = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0,707$**
  - **Tomu odpovídá hodnota napěťového přenosu v dB  $A_{u\text{dB}} = -3\text{dB}$**
  - **Fázový posun  $\varphi(\omega_0) = -45^\circ = -\frac{\pi}{4}$**



## **Integrační článek RC**

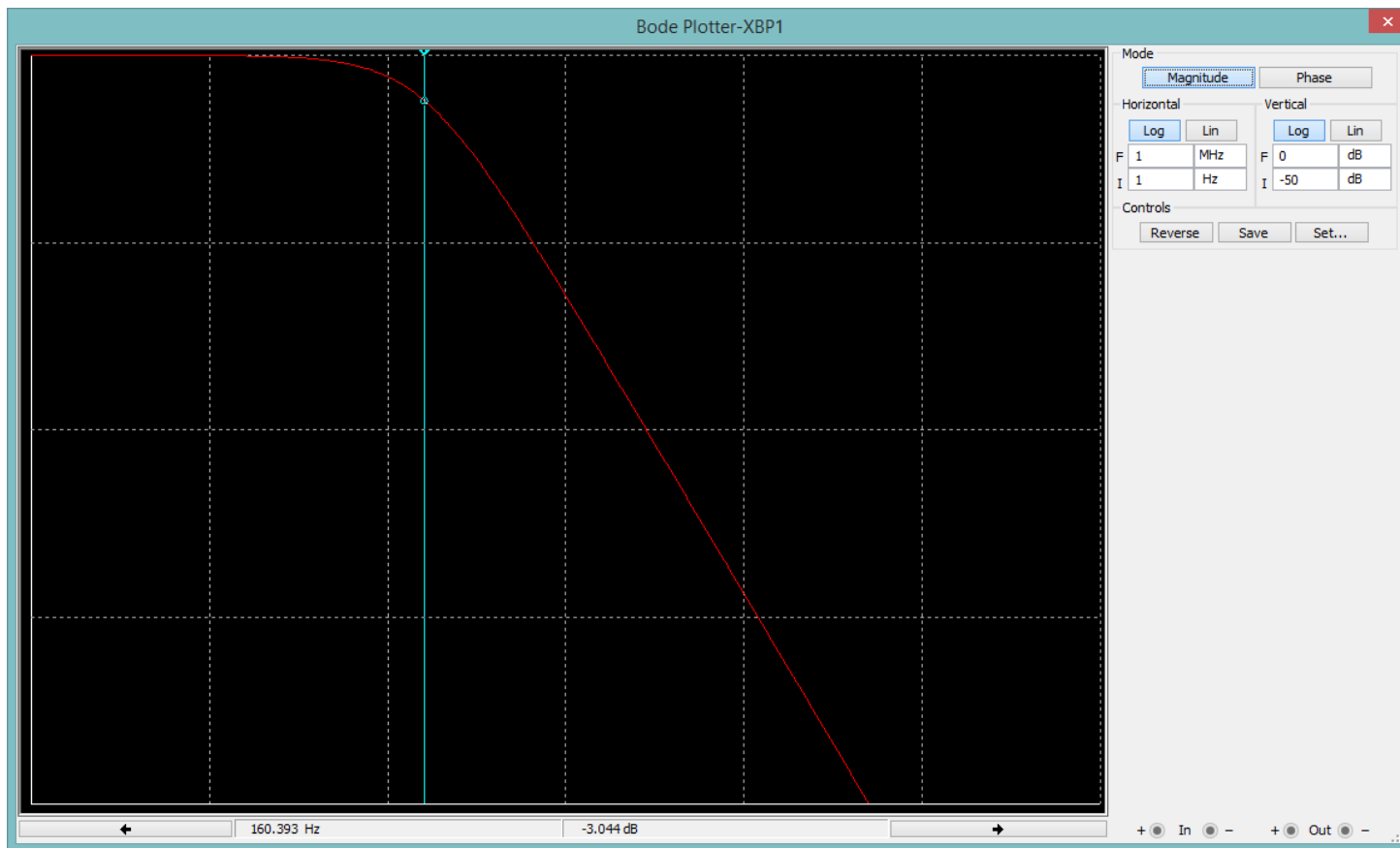
- Příklad simulace integračního RC článku

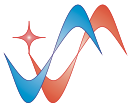




## Integrační článek RC

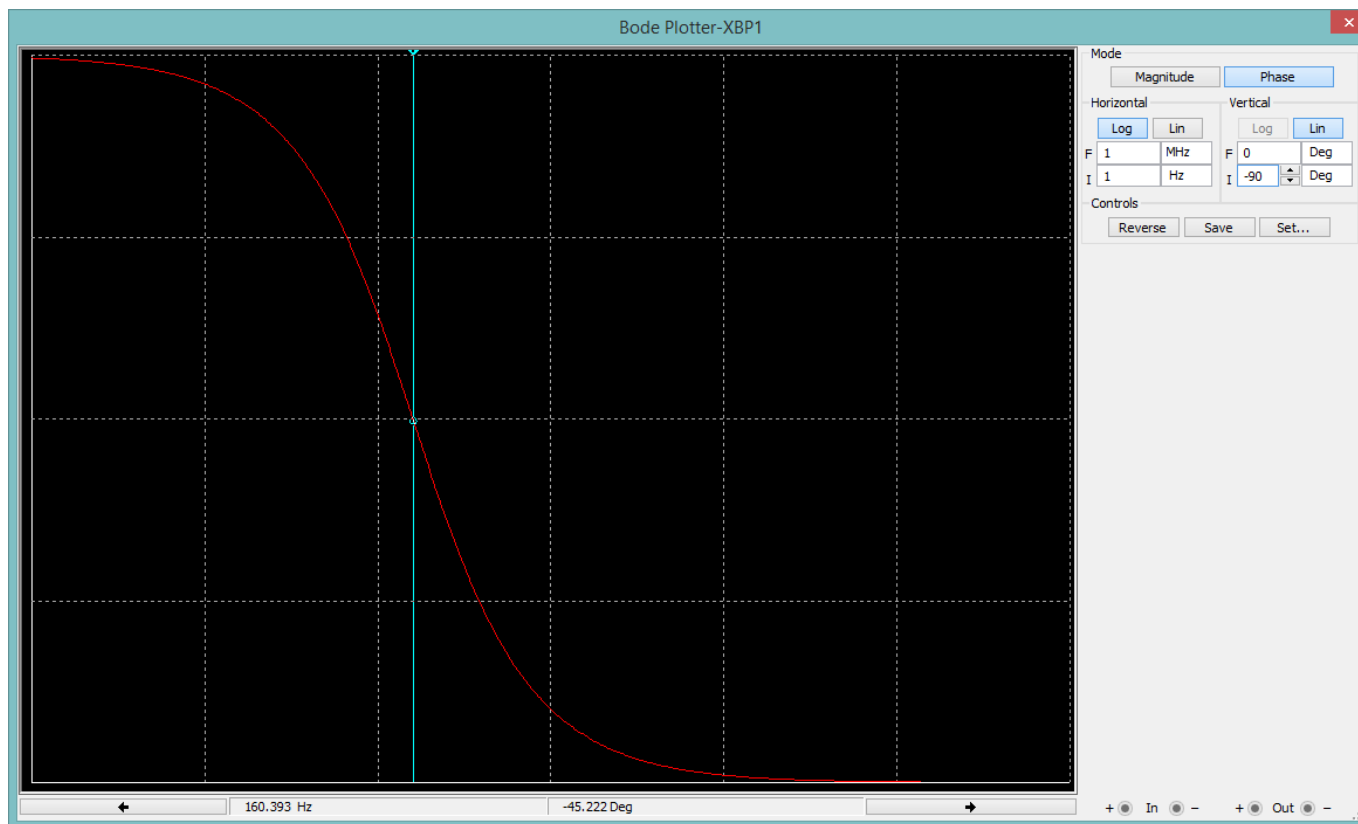
- Modulová kmitočtová charakteristika



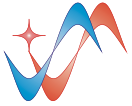


## Integrační článek RC

- Fázová kmitočtová charakteristika

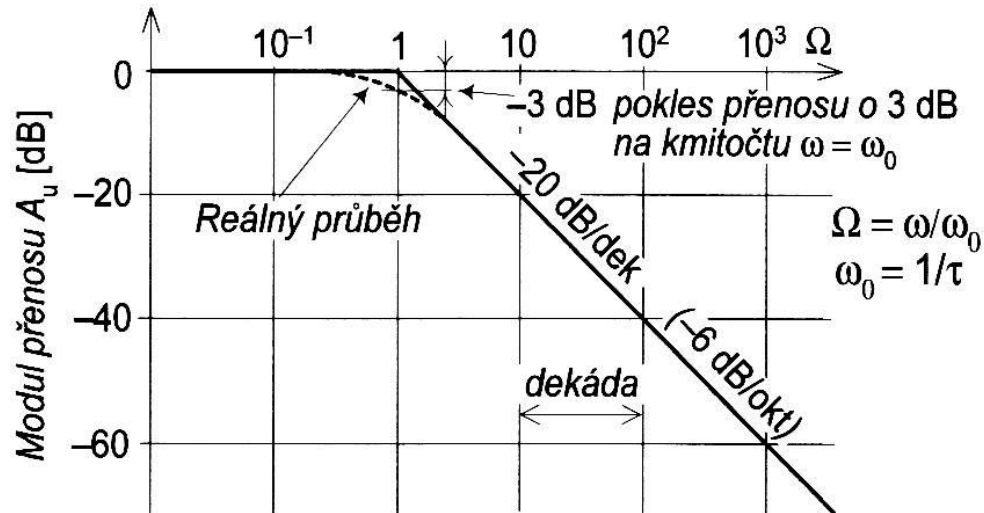


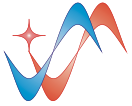




## Integrační člunek RC

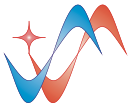
- Integrační člunek se chová jako **DOLNÍ PROPUST**





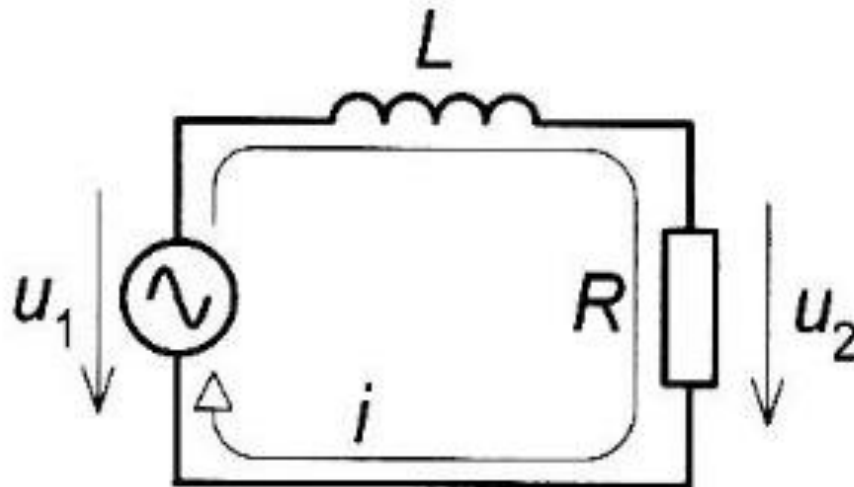
### Integrační článek RC

- Vlastnosti integračního RC článku
  - V oblasti dolních kmitočtů je přenos nezatíženého RC článku
    - $A_u = 1$  ;  $A_{udB} = 0dB$
    - Fázový posun je na nízkých kmitočtech téměř nulový
  - Na mezním kmitočtu  $f_0$ 
    - $A_u = \frac{1}{\sqrt{2}}$  ;  $A_{udB} = -3dB$
    - Fázový posun je  $-45^\circ$
    - Rychlost změny fáze je největší
    - Mezní kmitočet je určen hodnotou  $\tau = \frac{1}{\omega_0} = R \cdot C$
    - Vypočítáme ho ze vzorce  $f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$
  - V oblasti horních kmitočtů
    - modulová charakteristika klesá se strmostí  $-20dB/dekádu$
    - Fázový posun je téměř  $-90^\circ$

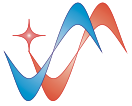


## Integrační článek RL

- Schéma integračního RL článku



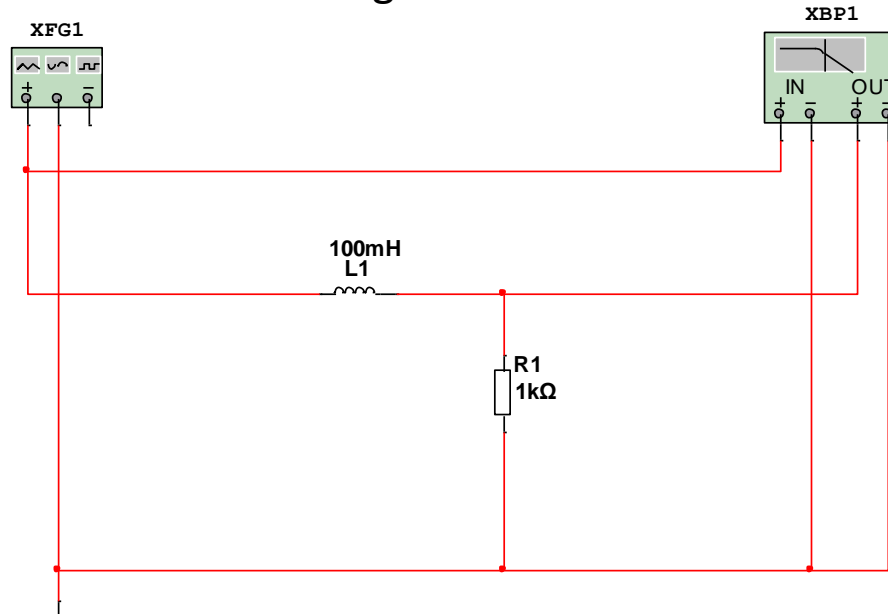
- Platí:
  - $X_L = \omega L$
  - $\tau = \frac{L}{R}$

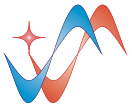


## Integrační článek RL

- Pro nezatížený RL článek platí stejné vztahy, jako pro článek RC
- RC článek má výstupní napětí na kondenzátoru, RL na rezistoru
- Všechny vlastnosti a charakteristiky jsou shodné

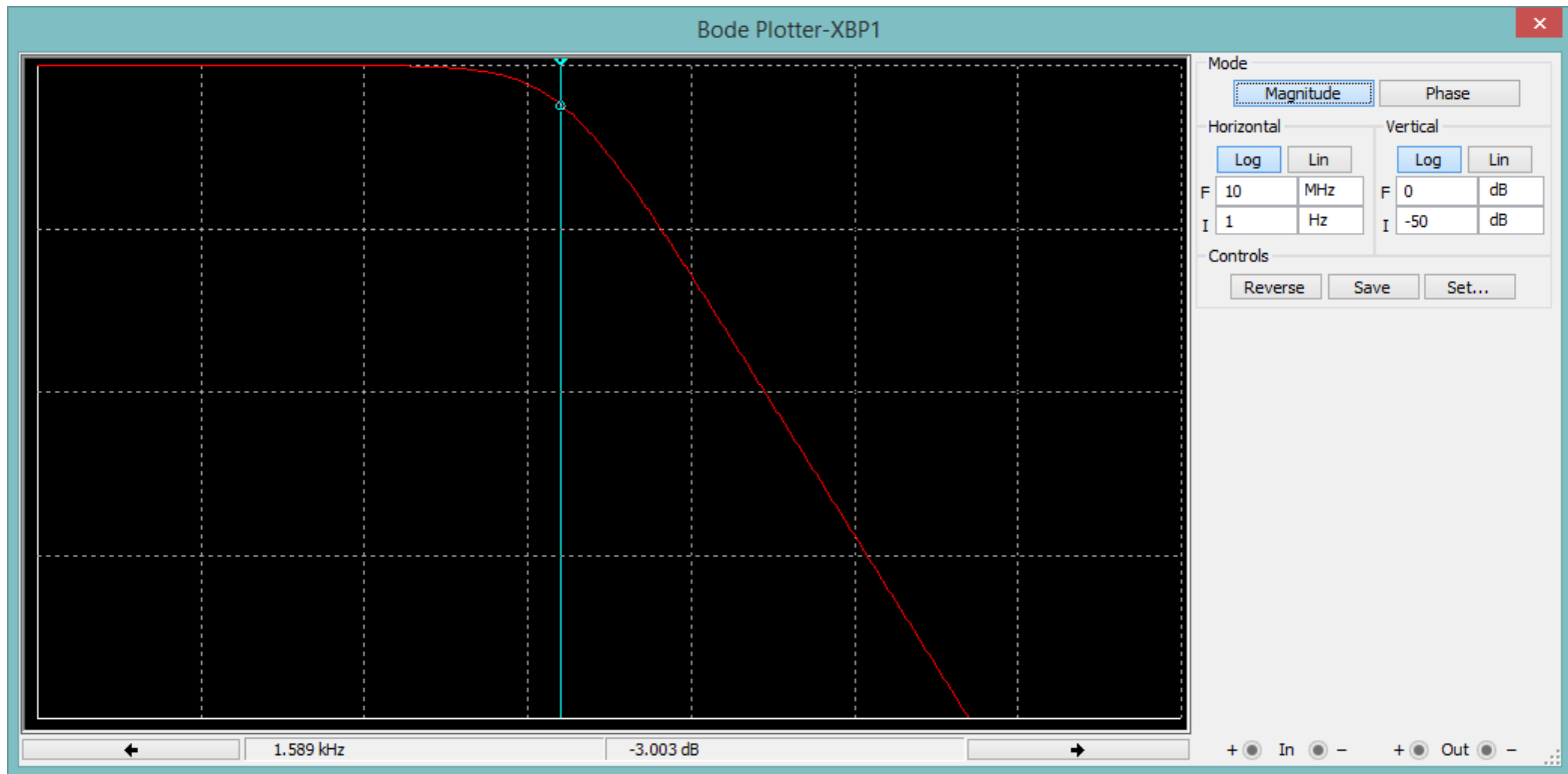
Schéma integračního RL článku

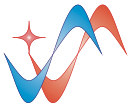




## Integrační článek RL

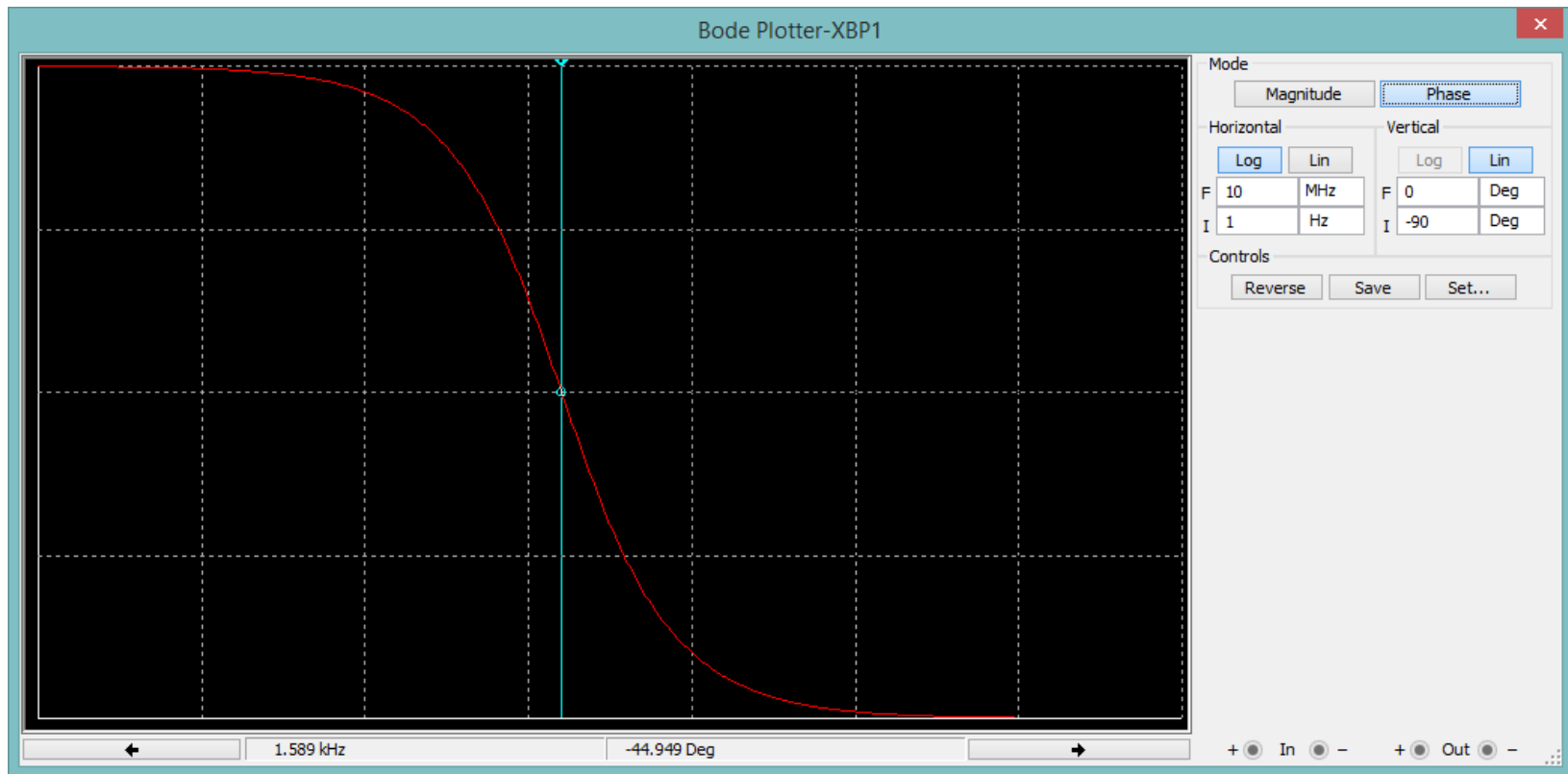
- Modulová kmitočtová charakteristika integračního RL článku

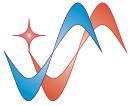




## Integrační článek RL

- Fázová kmitočtová charakteristika integračního RL článku





### 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