



## rc 2000 $\mu$ LAB - DERIVAČNÍ ČLÁNEK RC

### Obsah:

- Teoretický vstup
- Schéma zapojení derivačního článku v systému rc 2000 -  $\mu$ LAB
- Zobrazení výstupního napětí systémem rc 2000 -  $\mu$ LAB při vstupním obdélníkovém signálu
  - a)** Výpočty, měření a vyhodnocení pro  $f \ll f_m$
  - b)** Výpočty, měření a vyhodnocení pro  $f = f_m$
  - c)** Výpočty, měření a vyhodnocení pro  $f \gg f_m$
- Závěr

### Použité zdroje:

<http://www.dmaster.wz.cz>

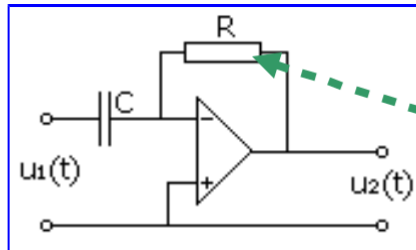
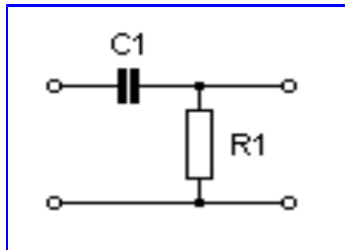
<http://hellweb.loose.cz>

<http://www.med.muni.cz>

<http://www.tzb-info.cz>

<http://www.rcdidactic.cz>

# Derivační článek RC



Aktivní derivační článek lze snadno realizovat pomocí operačního zesilovače. Pro omezení přenosu vyšších kmitočtů je třeba paralelně k rezistoru  $R$  připojit kondenzátor.

## Teoretický vstup: (opakování z teoretického vyučování)

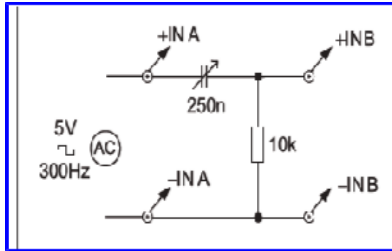
- derivační článek je **horní propust** - přenáší lépe vyšší kmitočty
- derivační článek je **frekvenčně závislý**
- s klesajícím kmitočtem klesá přenos (sklon logaritmické amplitudové frekvenční charakteristiky - LAFCH) o **20 dB na dekádu** (6 dB na oktávu)
- v obvodu provádí **matematickou funkci derivování** - výstupní napětí je derivací (změnou) vstupního napětí podle času
- podmínka kvality derivace je, aby časová konstanta byla podstatně menší (nejméně 5x), než doba trvání vstupního impulsu
- **pro  $f = 0$**  je článek nepropustný<sup>1</sup>
- **mezní kmitočet** derivačního článku je  $f_m = \frac{1}{2\pi RC}$

$$RC$$

- při vzestupné hraně signálu je na výstupu kladný impuls a při sestupné záporný
- kondenzátor se nabíjí a napětí na něm roste exponenciálně  $U_{c(t)} = U \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$
- nabíjecí proud kondenzátoru je  $i_{c(t)} = \frac{U}{R} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$
- při vybíjení kondenzátoru napětí na něm exponenciálně klesá  $u_{c(t)} = U \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$
- vybíjecí proud kondenzátoru je  $i_{c(t)} = -\frac{U}{R} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$
- **časová konstanta** derivačního **RC** článku je  $\tau = RC$

<sup>1</sup> Derivace konstanty = 0

# Schéma zapojení derivačního článku v systému rc 2000 - μLAB



## Použité moduly:

- AC generátor 300 Hz (obdélník)
- kapacitní dekáda
- rezistor 10 kΩ
- propojovací vodiče k ADDU a napájení

## a) Výpočty, měření a vyhodnocení pro $f \ll f_m$

<b><math>f \ll f_m</math></b>	
<b>C</b>	4 nF
<b>R</b>	10 kΩ
<b><math>\tau</math></b>	40 μs
<b>f</b>	300 Hz
<b><math>f_m</math></b>	3,9 kHz
<b>f/<math>f_m</math></b>	0,075

### Časová konstanta:

$$\tau = R \cdot C = 40 \cdot 10^{-6} = 40 \mu s$$

### Mezní kmitočet:

$$f_m = \frac{1}{2\pi RC} = \frac{1}{2\pi \cdot 40 \cdot 10^{-6}} = 0,003978 \cdot 10^6 = 3,9 \text{ kHz}$$

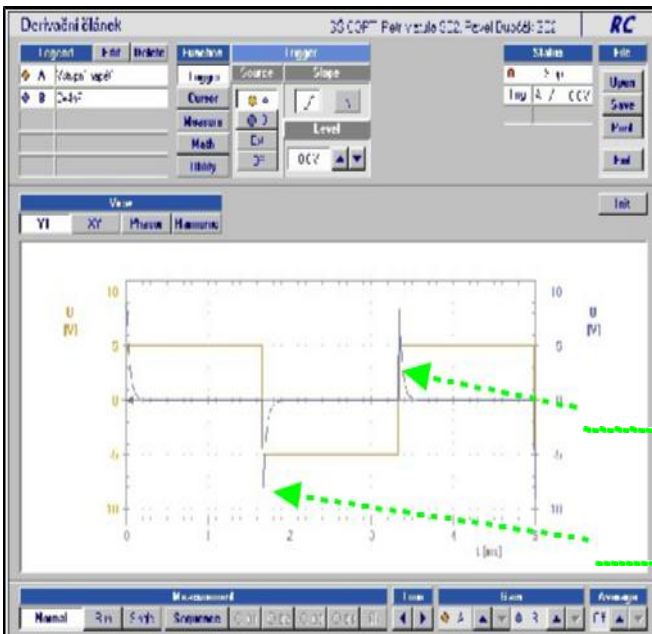
### Kmitočet vstupního napětí:

$$f = 300 \text{ Hz}$$

### Poměr kmitočtů:

$$\frac{f}{f_m} = \frac{300}{3900} = 0,075 \Rightarrow f \ll f_m$$

$$f_m = 3900$$



## Vyhodnocení

Při mezním kmitočtu  $f_m$ , který je více jak 10x větší než kmitočet obdélíkového signálu stanovujeme následující závěry:

- impedance kondenzátoru:
 
$$X_c = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2\pi \cdot 300 \cdot 4 \cdot 10^{-9}}$$
- impedance **C** je více jak 10x větší v porovnání s impedancí **R** z obdélíkového signálu vznikly úzké impulsy exponenciálních křivek (nabíjení a vybíjení kondenzátoru)
- ze vstupního signálového spektra prostoupily pouze složky nejvyšších harmonických

## b) Výpočty, měření a vyhodnocení pro $f \sim f_m$

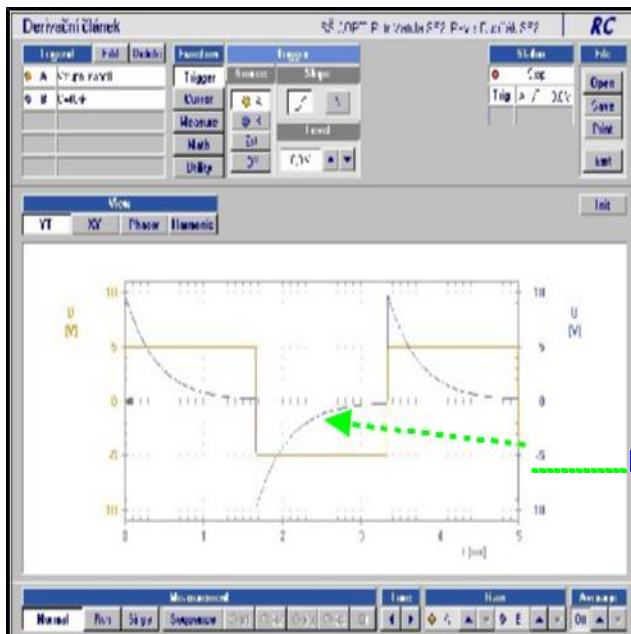
<b><math>f \sim f_m</math></b>	
<b>C</b>	40 nF
<b>R</b>	10 kΩ
<b><math>\tau</math></b>	400 $\mu$ s
<b>f</b>	300 Hz
<b><math>f_m</math></b>	397,8 Hz
<b>f/<math>f_m</math></b>	0,75

**Časová konstanta:**  
 $\tau = R.C = 400 \cdot 10^{-6} = 400 \mu s$

**Mezní kmitočet:**  
 $f_m = \frac{1}{2\pi RC} = \frac{1}{2\pi \cdot 400 \cdot 10^{-6}} = 0,0003978 \cdot 10^6 = 397,8 \text{ Hz}$

**Kmitočet vstupního napětí:**  
 $f = 300 \text{ Hz}$

**Poměr kmitočů:**  
 $\frac{f}{f_m} = \frac{300}{397,8} = 0,75 \Rightarrow f < f_m$



### Vyhodnocení

Při mezním kmitočtu  $f_m$ , který je srovnatelný s kmitočtem obdélníkového signálu stanovujeme následující závěry:

- impedance kondenzátoru:  

$$X_c = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi \cdot 300 \cdot 40 \cdot 10^{-9}}$$
- impedance **C** a impedance **R** je přibližně stejná
- - - derivační impulsy jsou širší neboť doba nabíjení a vybíjení **C** odpovídá přibližně době periody
- harmonické vyšší jak 1 jsou potlačeny méně

## c) Výpočty, měření a vyhodnocení pro $f \gg f_m$

<b><math>f \gg f_m</math></b>	
<b>C</b>	240 nF
<b>R</b>	10 kΩ
<b><math>\tau</math></b>	2,4 ms
<b>f</b>	300 Hz
<b><math>f_m</math></b>	66,31 Hz
<b><math>f/f_m</math></b>	4,52

### Časová konstanta:

$$\tau = R \cdot C = 40 \cdot 10^{-6} = 2,4 \text{ ms}$$

### Mezní kmitočet:

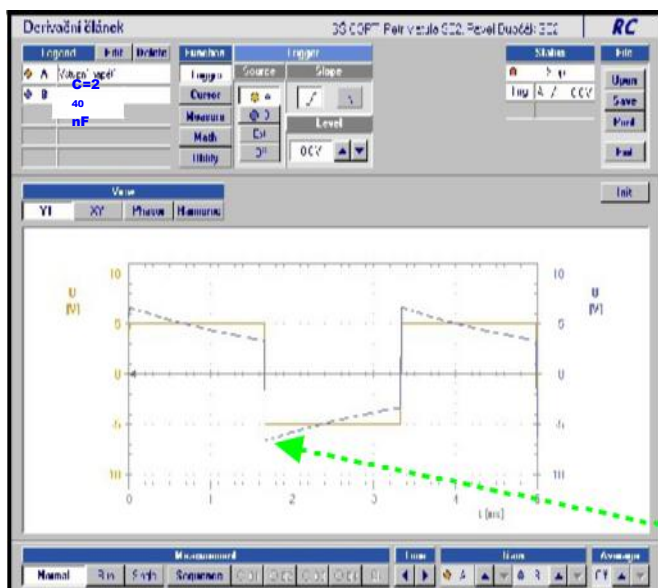
$$f_m = \frac{1}{2\pi RC} = \frac{1}{2\pi \cdot 40 \cdot 10^{-6}} = 103 = 66,31 \text{ Hz}$$

### Kmitočet vstupního napětí:

$$f = 300 \text{ Hz}$$

### Poměr kmitočtů:

$$\frac{f}{f_m} = \frac{300}{66,31} = 4,52 \Rightarrow f \gg f_m$$



### Vyhodnocení

Při mezním kmitočtu  $f_m$ , který je

menší než kmitočet obdélníkového signálu stanovujeme následující závěry:

- impedance kondenzátoru:

$$X_c = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi \cdot 300 \cdot 240 \cdot 10^{-6}}$$

- impedance  $C$  je malá a proto se také minimálně uplatňuje
- doba nabíjení a vybíjení kondenzátoru přesahuje dobu periody
- výstupní signál je zkreslením

## Závěr

Derivační člunek je komplexní dvojbran realizovaný v pasivní podobě nejčastěji kombinací rezistoru a kondenzátoru. Svými vlastnostmi ovlivňuje přenos střídavého elektrického signálu. RC obvody v technické praxi slouží převážně k požadovanému tvarovému ovlivnění průběhu signálu v čase, selekci, nebo fázovému posunu. Používají se jako tvarovací obvody a frekvenční filtry. U RC oscilátoru je derivační (integrační) dvojbran využit ke generování sinusových kmitů. Aktivní derivační člen lze snadno sestavit použitím operačního zesilovače. Derivátor lze také vytvořit pomocí čítače impulsů a převodníku napětí–frekvence.