

Elektronika pro informační technologie (IEL)

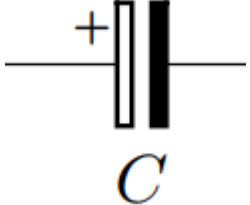
Třetí laboratorní cvičení

Brno University of Technology, Faculty of Information Technology
Božetěchova 1/2, 612 66 Brno - Královo Pole
Petr Veigend, iveigend@fit.vut.cz
Obrázky: Vojtěch Mrázek



- **Můj profil:** <http://www.fit.vut.cz/person/iveigend/>
- Kancelář: A221
 - Konzultační hodiny: na webu

- Seznámení s modelováním obvodů s prvky R, C
- RC článek

- Symbol  , **pozor na polaritu**

- Součástka, která v sobě dokáže uchovávat el. náboj

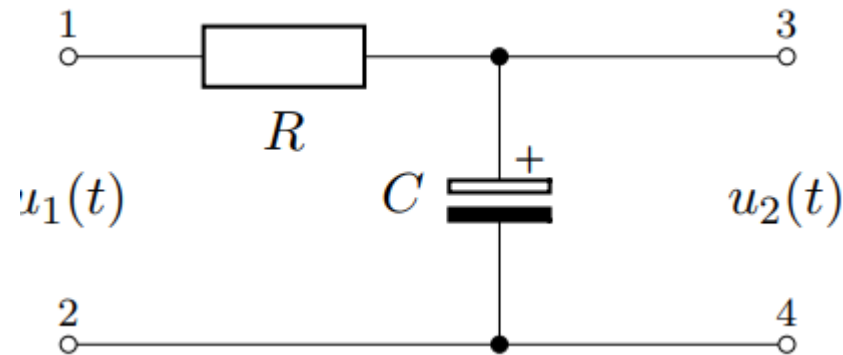
$$Q(t) = CU_c(t) = Cu_c$$

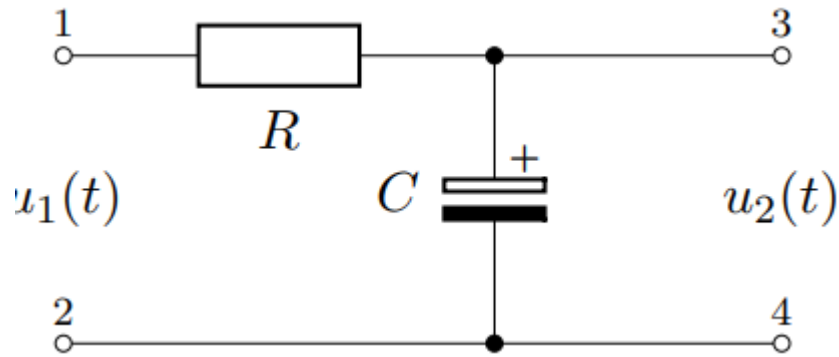
Pozn.: Malá písmena

- Proud kondenzátorem

$$i = \frac{dQ}{dt} = \frac{d(Cu_c)}{dt} = \frac{Cd(u_c)}{dt} = Cu'_c$$

- Složen pouze z **rezistorů (R)** a **kondenzátorů (C)**
- **Využití:** např. frekvenční filtr – horní nebo dolní propust
 - Průběh výstupního napětí odpovídá integrálu vstupního napětí v závislosti na čase





- Platí opět známé zákony tj.

$$u_1 = u_R + u_C = iR + u_C = RCu'_C + u_C$$

- u_C lze řešit i analyticky

$$u_C = u_1(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$$

- **Rychlost nabíjení** - závisí na velikosti odporu R a kapacitě $C \rightarrow$ mění se tvar signálu

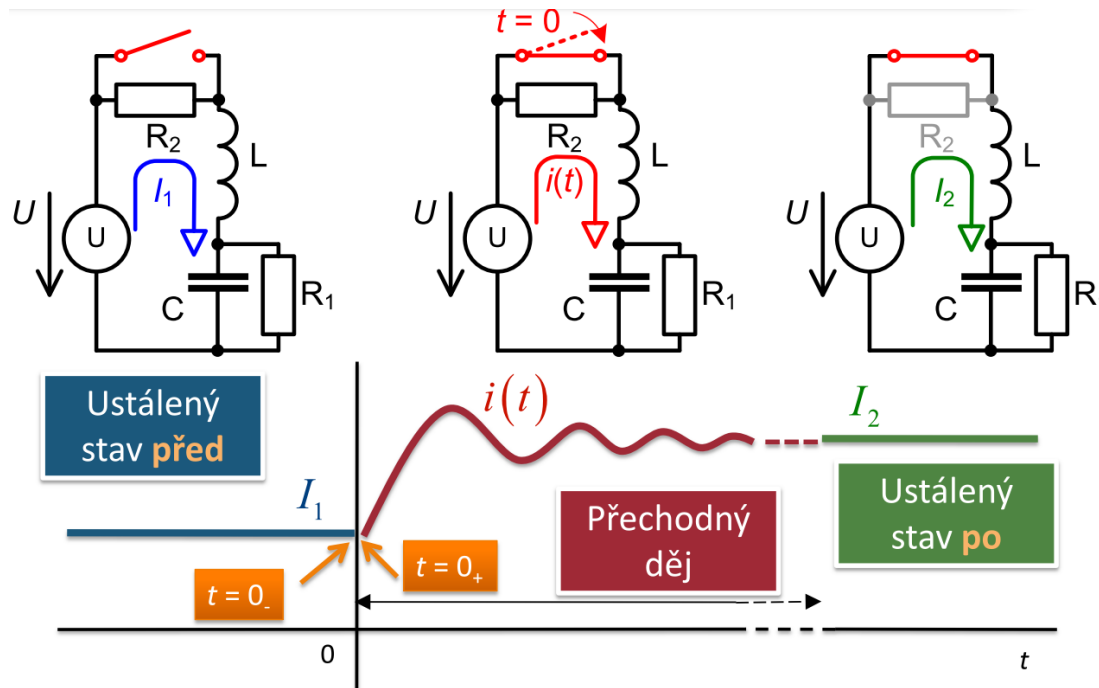
- **Časová konstanta:**

$$\tau = RC$$

- Čím je τ větší, tím déle trvá nabíjení kondenzátoru
- V obvodech s kondenzátory dochází k tzv. **přechodovým jevům.**

• Přechodové děje

- JeV, který probíhá mezi dvěma ustálenými stavy obvodu
- Příčiny vzniku (např.):
 - Připojení, odpojení či zkratování části obvodu
 - Zapnutí/vypnutí zdroje či změna jeho hodnoty



- Metoda řešení – **diferenciální rovnice**
- Známé axiomy → podobnost s Ohmovým zákonem
😊

$$i_R = \frac{u_R}{R}$$

$$u_R = R \cdot i_R$$

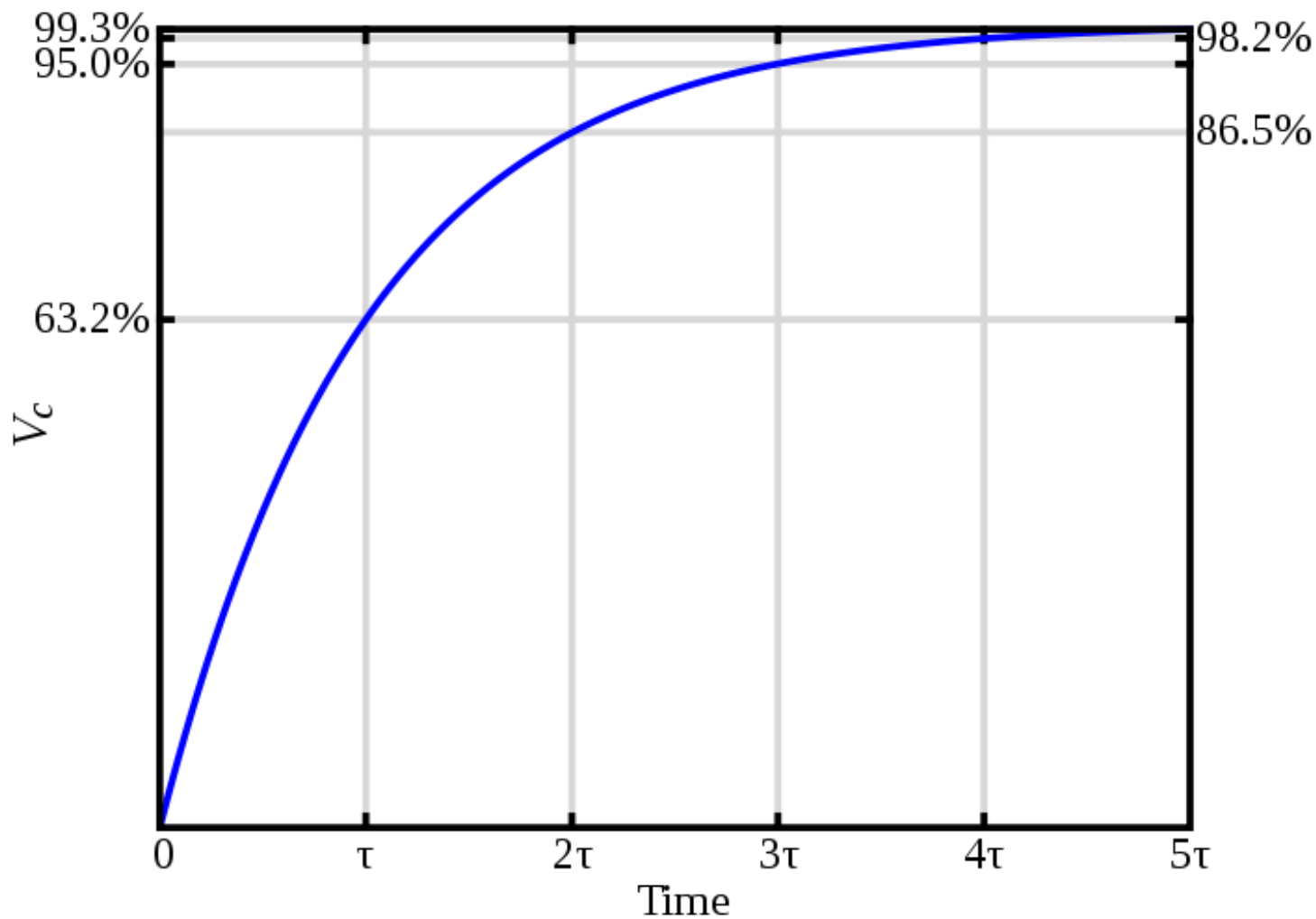
Rezistor
(R)

$$i_C = C \cdot u_C'$$

$$u_C' = \frac{1}{C} i_C$$

Kondenzátor
(C)

- Průběh napětí na **kondenzátoru (C)**



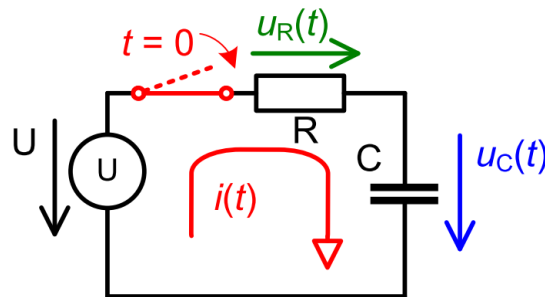
- **Nabíjení kondenzátoru (C)**

- Připojíme zdroj napětí – obvodem prochází proud, který je omezený jen rezistorem $i = u/R$
- Kondenzátor se nabíjí – **roste** jeho napětí u_C
- Čím větší napětí u_C , tím menší bude proud

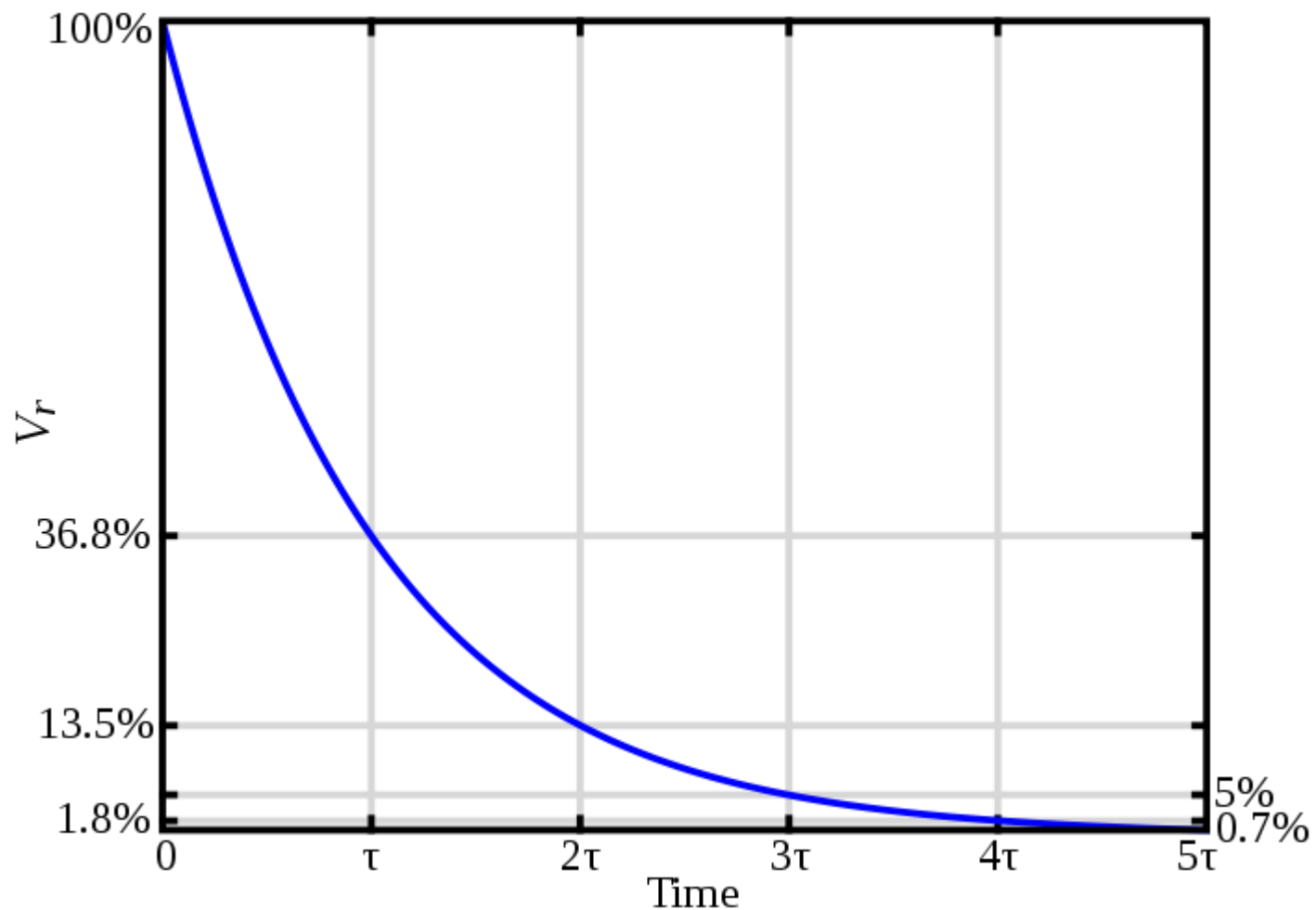
$$i = \frac{u - u_C}{R}$$

- **Vybíjení kondenzátoru (C)**

- Odpojíme zdroj napětí
- Kondenzátor se vybíjí – **klesá** jeho napětí U_C



- Průběh napětí na **rezistoru** (R)

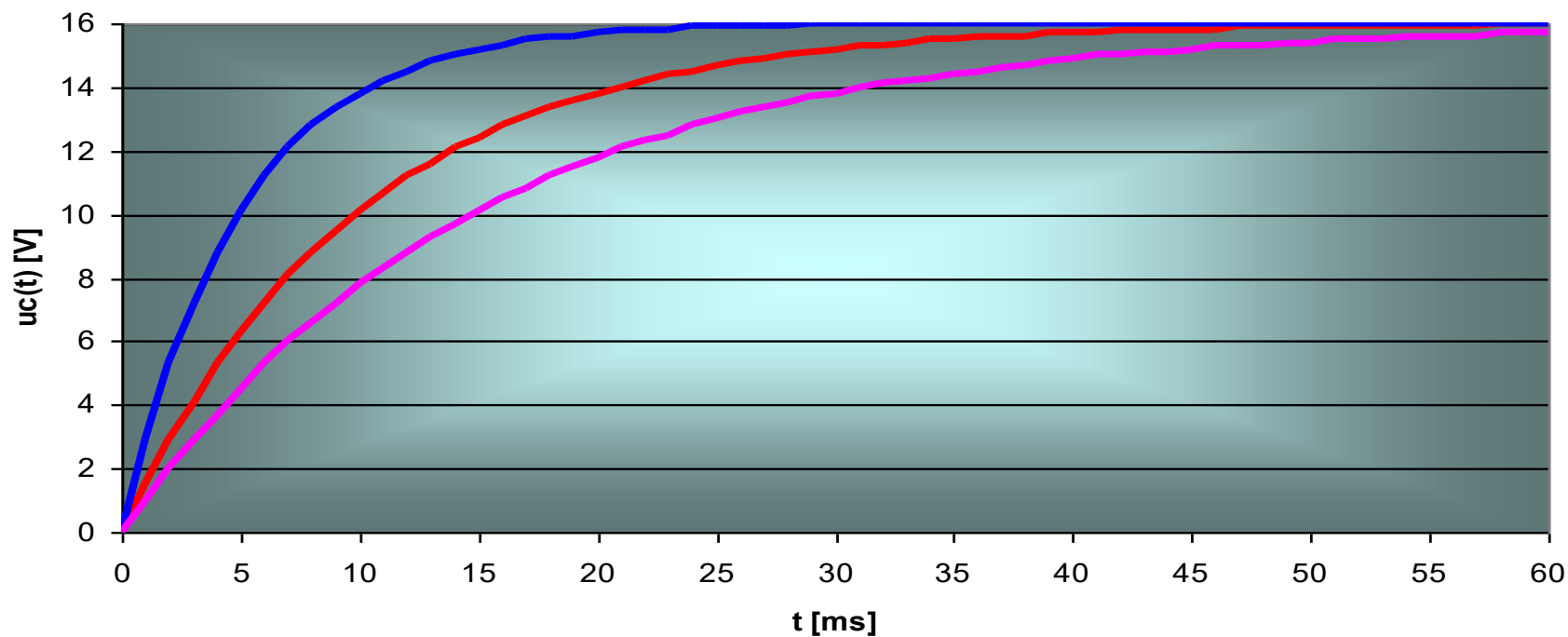


— $R = 5 \text{ k}\Omega; C = 1 \mu\text{F}; \tau = 5 \text{ ms}$

— $R = 10 \text{ k}\Omega; C = 1 \mu\text{F}; \tau = 10 \text{ ms}$




— $R = 15 \text{ k}\Omega; C = 1 \mu\text{F}; \tau = 15 \text{ ms}$

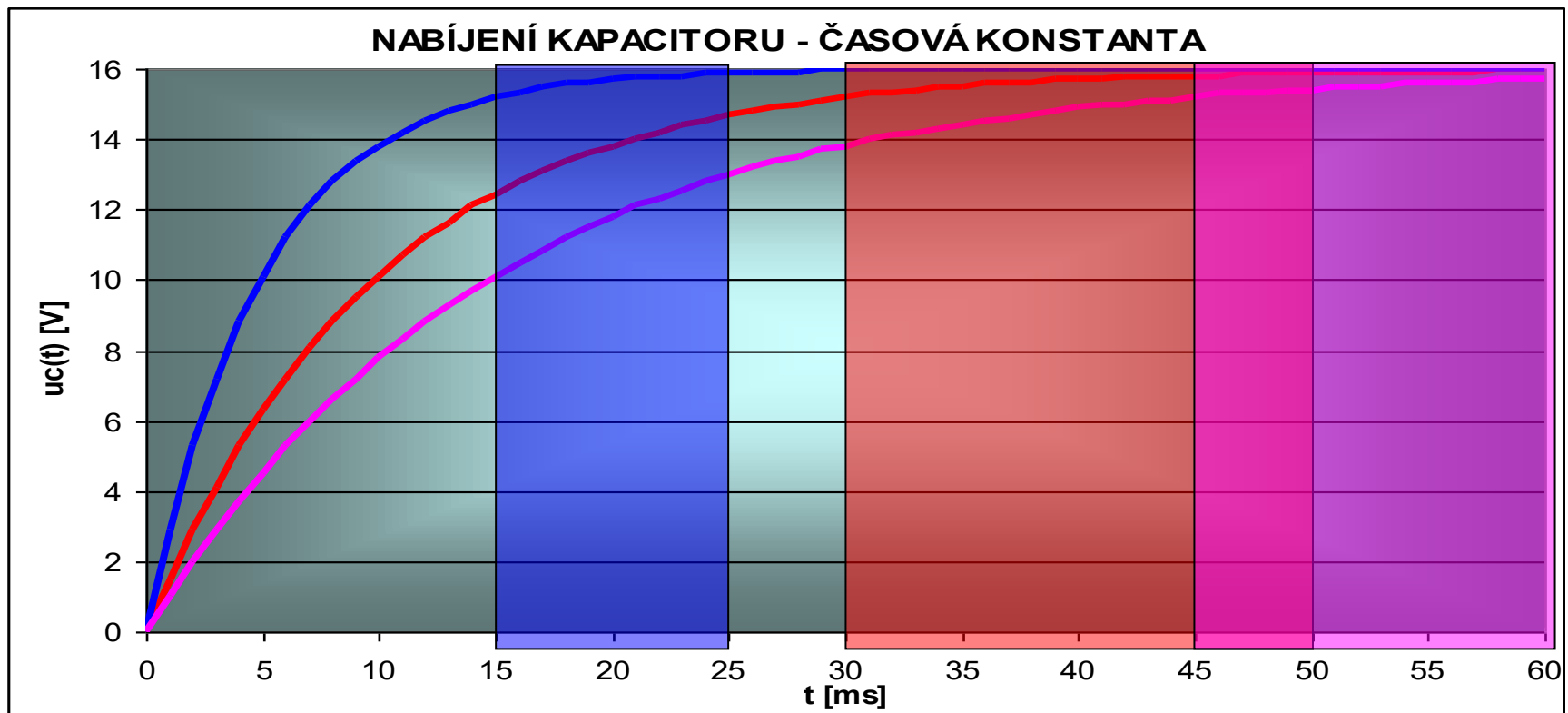
NABÍJENÍ KAPACITORU - ČASOVÁ KONSTANTA



- Kdy skončí přechodný děj?

**Pro praktická řešení považujeme
přechodový děj za skončený
po uplynutí doby
 $(3 - 5)\tau$**

	$\tau = 5 \text{ ms}$
konec přechodového děje: 15 – 25 ms	
	$\tau = 10 \text{ ms}$
konec přechodového děje: 30 – 50 ms	
	$\tau = 15 \text{ ms}$
konec přechodového děje: 45 – 75 ms	



- **Kondenzátor**

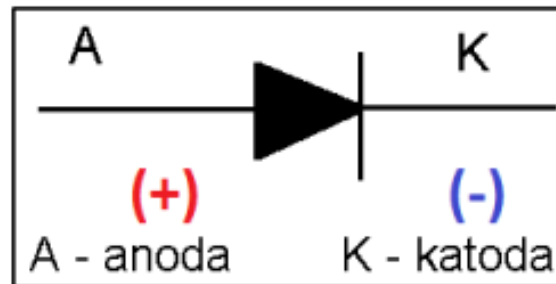
- Elektrolytický

- **Při špatné polaritě zapojení může EXLODOVAT!!!**

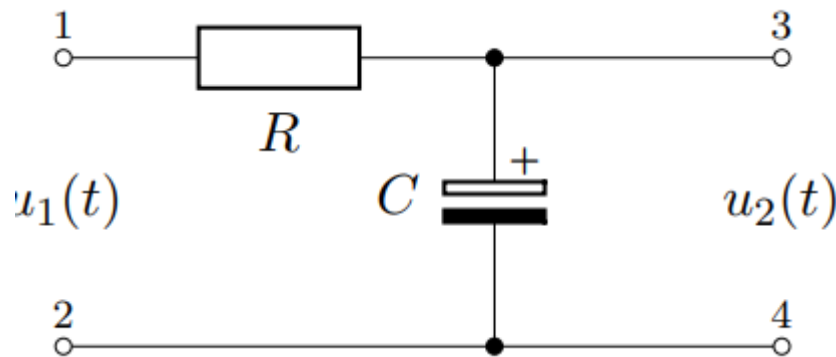
- **VÝVOD (-) SMĚŘUJTE TRVALE K ZEMI (0V)**



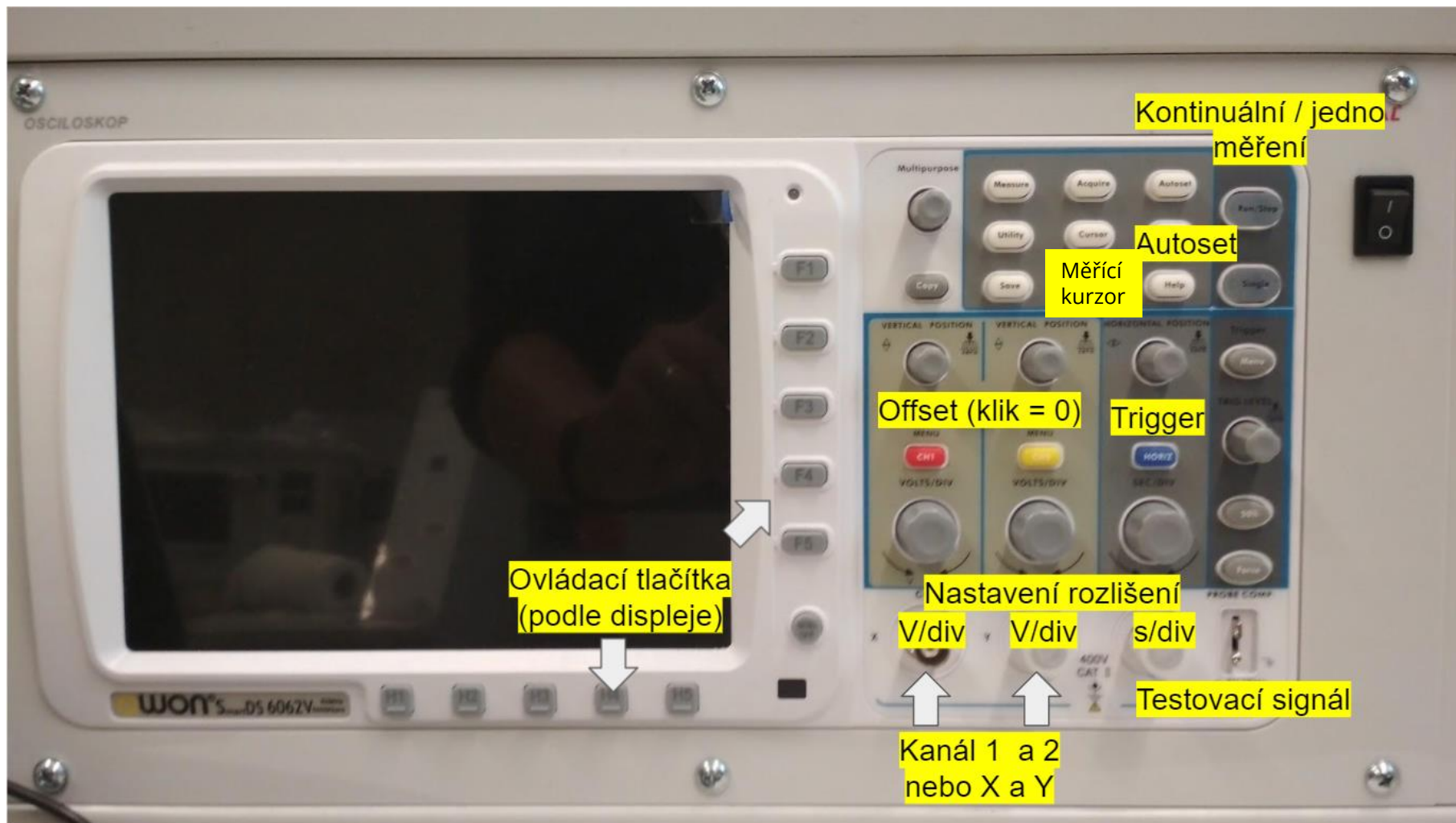
**Podobnost
s diodou ☺**



- Změřte
 - kapacitu kondenzátorů v krabičce (na součástce)
 - multimetrem změřte hodnotu odporu rezistoru (rozsah pro měření odporu, rezistor **nepřipojujeme** na napájecí napětí)
- Zapojte obvod podle obrázku

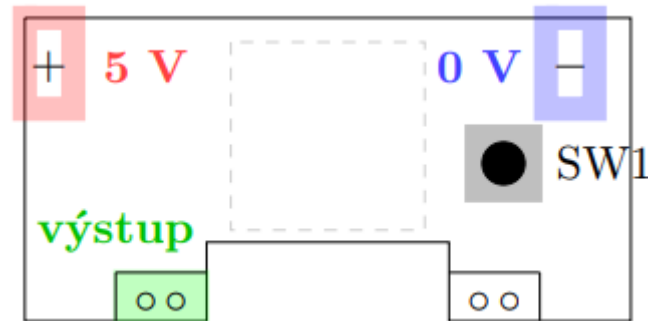


- Změřte napětí na kondenzátoru a rezistoru, sledujte, jak se mění (místo R můžete použít i potenciometr).



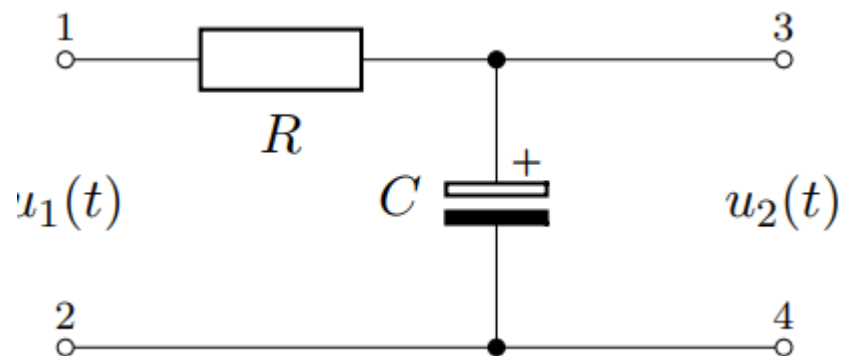
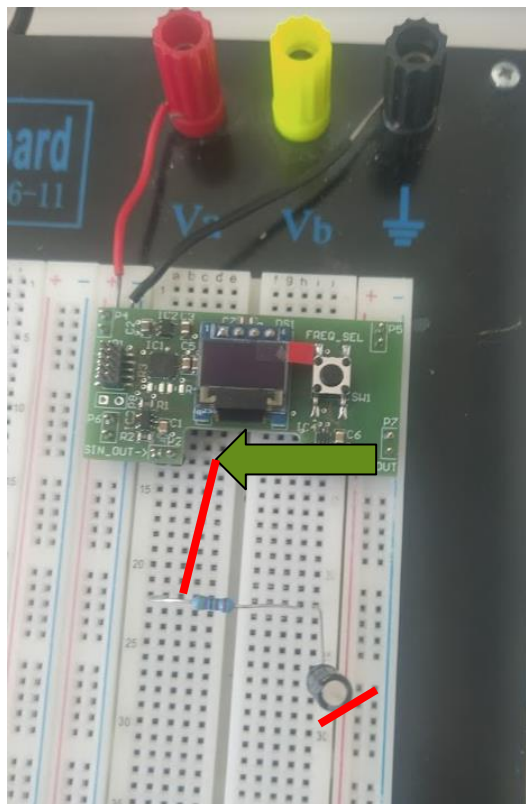
- Na testovacím signálu ověřte základní měření

- Nová součástka



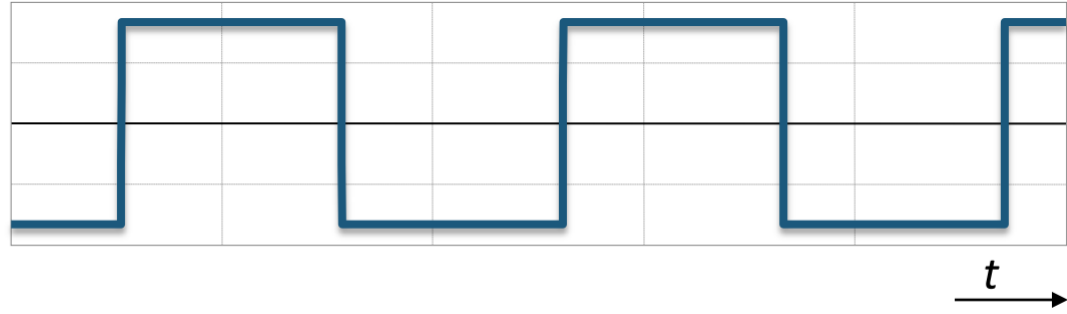
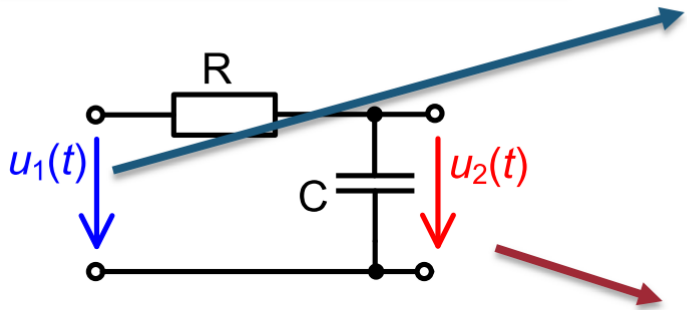
- Tlačítko SW1:
 - Krátkým stiskem se **mění frekvence**
 - Dlouhým se mění typ signálu (sinus vs. obdélník)

- Podle obrázku zapojte RC článek



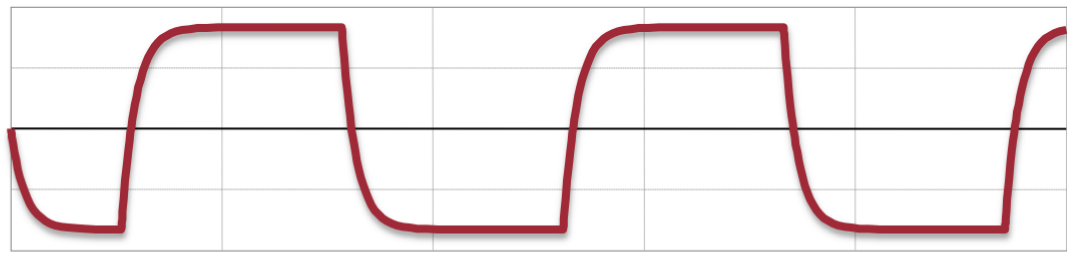
- Nastavte generátor na generování obdélníkového impulsu
- Sledujte různé průběhy vstupního napětí a napětí na rezistoru a kondenzátoru
- Jak bude vypadat napětí na kondenzátoru a rezistoru pro $f = 1 \text{ Hz}$? Jak pro jinou frekvenci? Bude se průběh měnit?

RC (integrační) článek

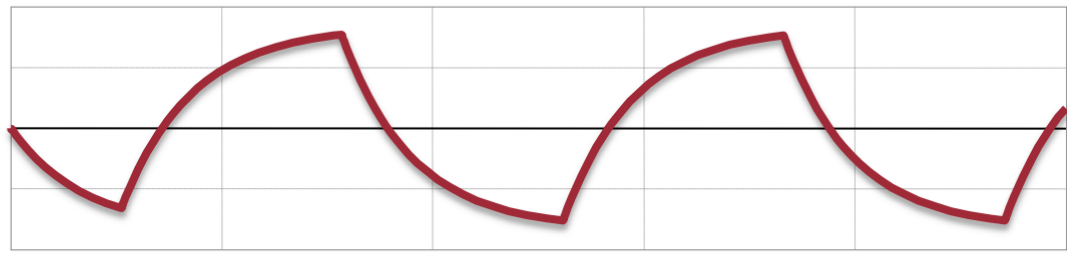


oblast přenosu

$$\omega \ll \omega_{mez}$$

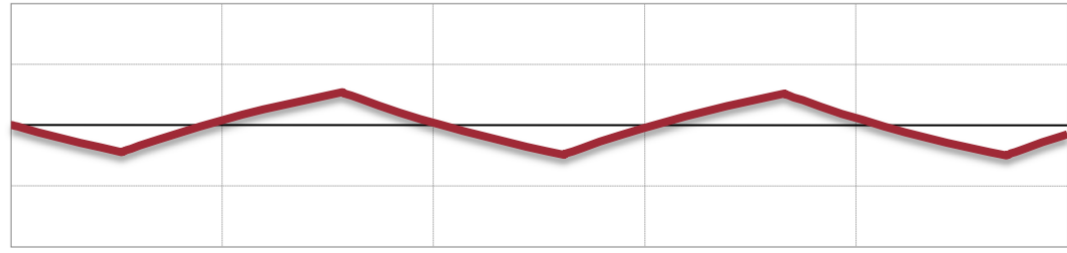


$$\omega = \omega_{mez}$$



oblast integrace

$$\omega \gg \omega_{mez}$$

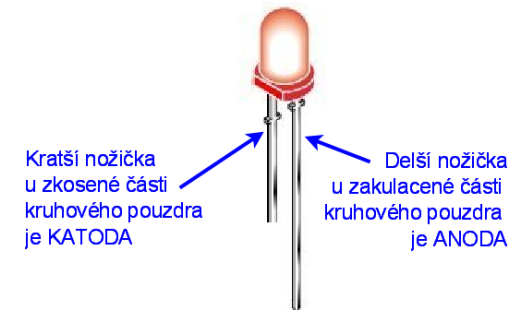
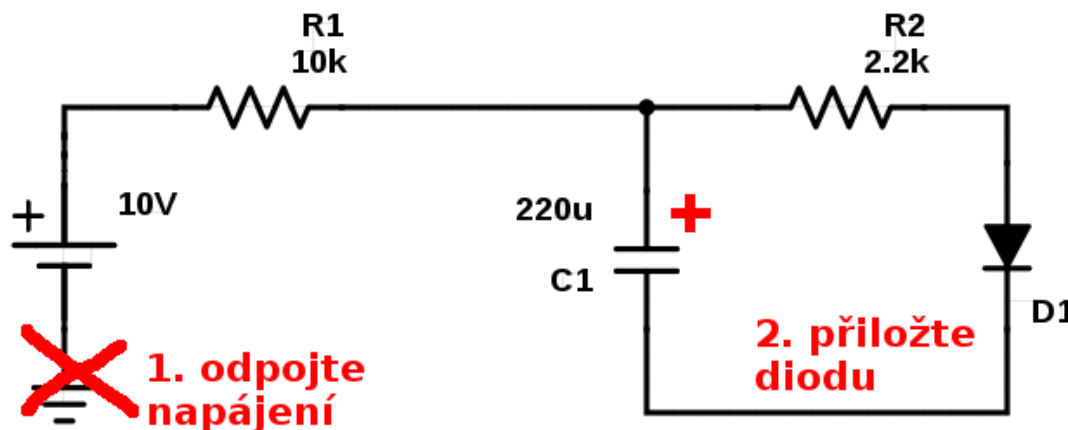


- Nastavte generátor na generování funkce sinus
- Zvolte si $\tau = RC$
 - $\omega_{mez} = \frac{1}{\tau} [rad \cdot s^{-1}]$
 - $\omega_{mez} = 2\pi f_{mez}$
 - $f_{mez} = \frac{\omega_{mez}}{2\pi} [Hz]$
- f_{mez} by měla být zvolena tak, abyste na přípravku mohli zvolit frekvence
 - $f \sim f_{mez}$ **přibližně stejnou** jako mezní
 - $f \gg f_{mez}$ **mnohem větší** než mezní
 - $f \ll f_{mez}$ **mnohem menší** než mezní
- Pro tyto frekvence ověřte amplitudu napětí na kondenzátoru $|U_C|$. Jak se obvod chová?

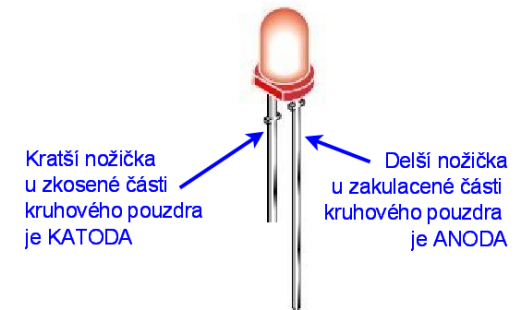
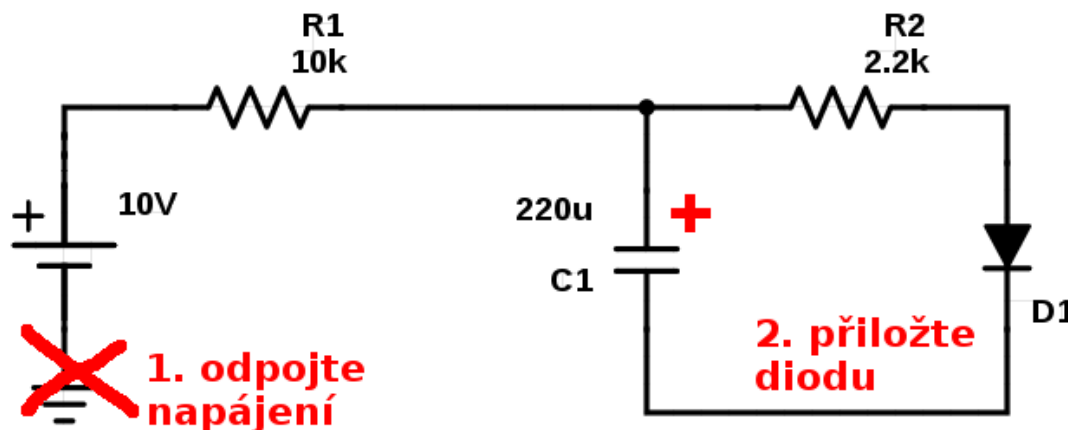
- [1] Multimediální učebnice, FEKT UTEE, dostupné online z:
http://www.utee.feec.vutbr.cz/files/predmety/BEL2/Multimed_uc/BEL2_B5.pdf
- [2] Materiály ke 2. laboratornímu cvičení IEL

Děkuji za pozornost!

- Pozor: napájecí napětí **+5V**
- **2a. Odpojte napájecí napětí**
- **2b. Odpojte (-) pól od kondenzátoru**
- **2c. Připojte LED diodu za ochranný rezistor R2**
 - (-) LED diody (katoda) \rightarrow (-) pól kondenzátoru
 - (+) LED diody (anoda) \rightarrow volná elektroda R2



- Pozor: napájecí napětí **+10V (z přípravku)**
- **2a. Odpojte napájecí napětí**
- **2b. Odpojte (-) pól od kondenzátoru**
- **2c. Připojte LED diodu za ochranný rezistor R2**
 - (-) LED diody (katoda) \rightarrow (-) pól kondenzátoru
 - (+) LED diody (anoda) \rightarrow volná elektroda R2



- Na generátoru nastavte sinusový signál, pro jednotlivé frekvence vypočítejte časovou konstantu a mezní kmitočet

f	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000
U_c (měřené)										
 Z_c (vypočítané)										
U_c (vypočítané)										

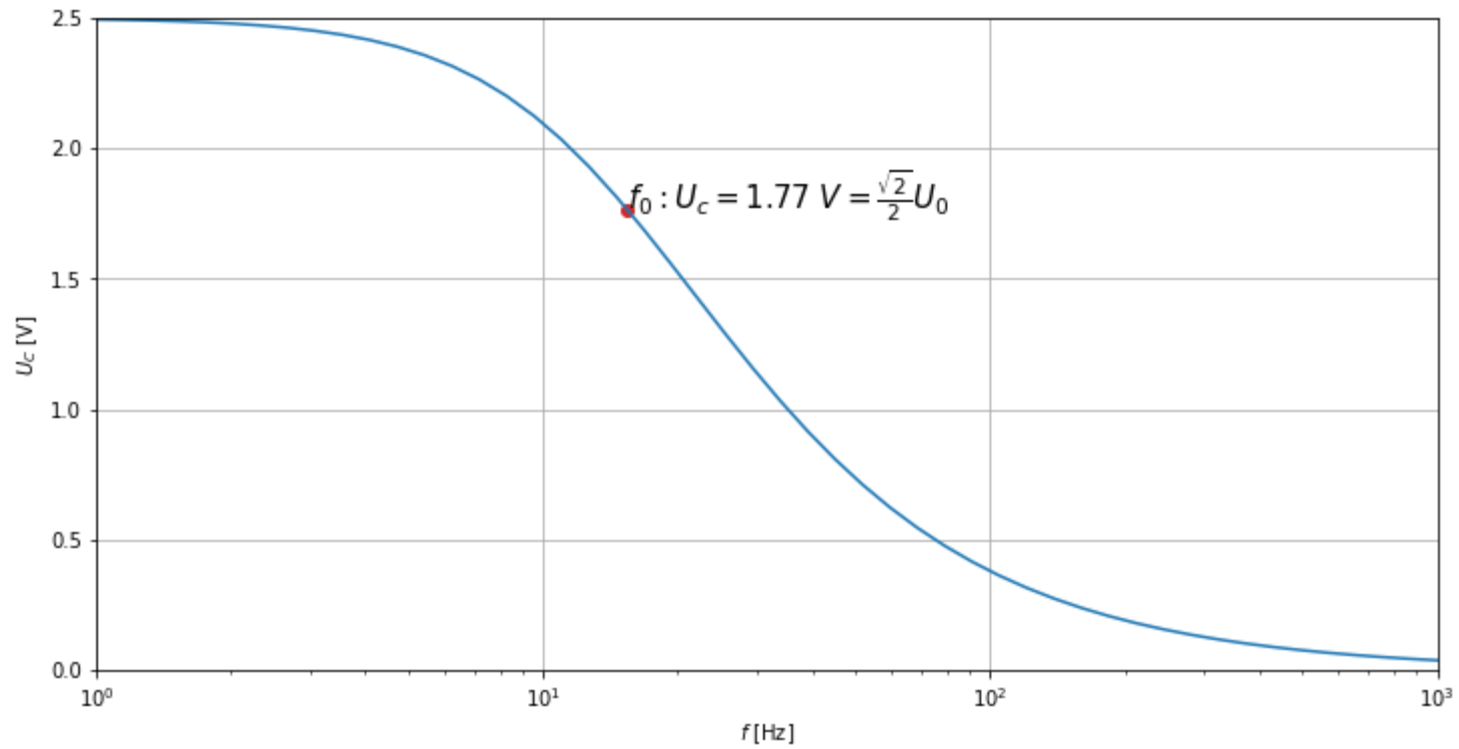
$$U_C = \frac{U_0 \cdot X_C}{R + X_C}$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} j$$

$$\tau = RC$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$$

- $F_0 = 15.4 \text{ Hz}$



- 50 ms ; 2.5 ms

