



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## **Střední průmyslová škola elektrotechnická a informačních technologií Brno**

Číslo a název projektu: **CZ.1.07/1.5.00/34.0521 – Investice do vzdělání nesou nejvyšší úrok**

Autor: Ing. Bohumír Jánoš

Tematická sada: Laboratorní cvičení z elektrotechnických měření

Téma: **Měření přechodných dějů v obvodech RC a RL**

Číslo materiálu: VY\_52\_INOVACE\_02\_16\_JABO

Anotace:

Materiál je určen pro 3.ročníky SPŠEIT. Jedná se o pracovní sešit k úloze „Měření přechodných dějů v obvodech RC a RL“. Cílem cvičení je prohloubit si teoretické znalosti o přechodných dějích v jednoduchých sériových obvodech 1.řádu a ukázat možnosti měření přechodných dějů a jejich parametrů pomocí modulového výukového systému rc2000 -  $\mu$ LAB. Úloha je méně náročná na zapojování, ale náročnější na početní zpracování technické zprávy. Úloha je vhodná pro všechny studijní obory SPŠEIT s výukou předmětu Elektrotechnická měření.

## Měření přechodných dějů v obvodech RC a RL

Jméno a příjmení:

Třída:

Datum měření:

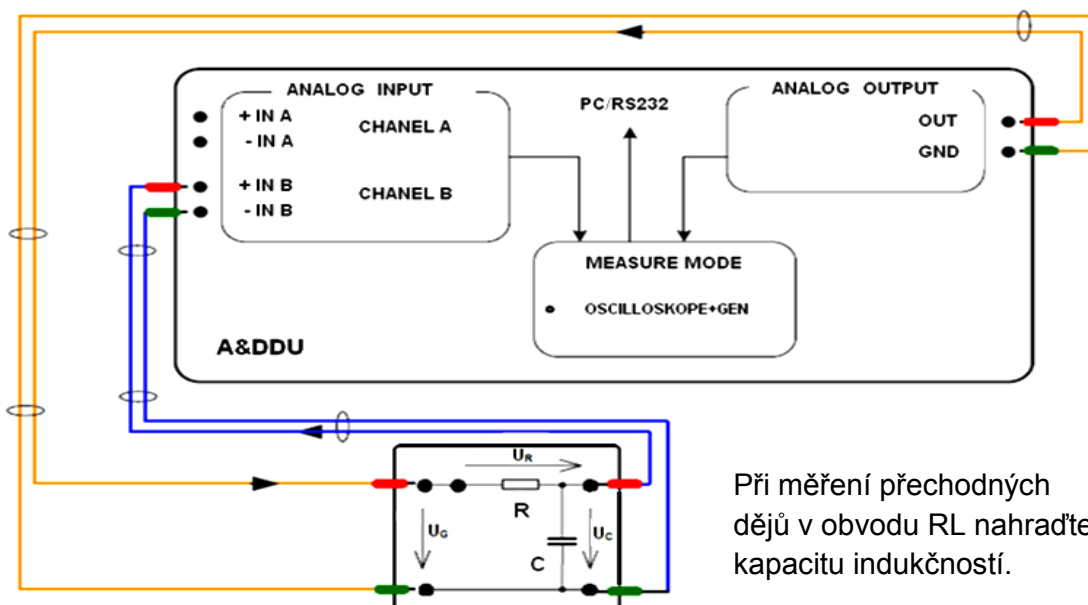
### 1 Zkoušený předmět

Obvody RC a RL sestavené z prvků modulového výukového systému rc 2000 -  $\mu$ LAB.

### 2 Zadání

- Určete amplitudu, offset a frekvenci obdélníkového signálu používaného pro studium přechodných dějů.
- Ověřte vlastnosti přechodného děje v RC obvodu pro obdélníkový signál. Změřte časové průběhy napětí na kondenzátoru a odporu. Určete časovou konstantu  $\tau$ , vypočítejte a zobrazte průběh napětí na kondenzátoru a odporu, porovnejte naměřené a vypočtené hodnoty.
- Ověřte vlastnosti přechodného děje v RL obvodu pro obdélníkový signál. Změřte časové průběhy napětí na cívce a odporu. Určete časovou konstantu  $\tau$ , vypočítejte a zobrazte průběh napětí na cívce a odporu, porovnejte naměřené a vypočtené hodnoty.

### 3 Schéma zapojení





evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### 4 Teoretický rozbor úlohy

Vypracujte za domácí přípravu.

### 5 Zpracování naměřených hodnot

Tab. 1 Naměřené a vypočtené hodnoty pro RC obvod

$v = \quad ^\circ\text{C}$

RC	Měřeno				Vypočteno				Odchylka				
	$\tau$	$t=\tau$		$t=2\tau$		$t=\tau$		$t=2\tau$		$t=\tau$		$t=2\tau$	
		$u_{cm}$	$u_{rm}$	$u_{cm}$	$u_{rm}$	$u_{cm}$	$u_{rm}$	$u_{cm}$	$u_{rm}$	$\delta_{uc}$	$\delta_{ur}$	$\delta_{uc}$	$\delta_{ur}$
	ms	V	V	V	V	V	V	V	V	V	%	%	%
Nabíjení	0,1					3,16	1,84						
Vybíjení	0,1					1,84	-1,84						
Poznámka: $R = 10 \text{ k}\Omega$ , $C = 10 \text{ nF}$ , $U_g = 5 \text{ V}$													

Tab. 2 Naměřené a vypočtené hodnoty pro RL obvod

$v = \quad ^\circ\text{C}$

RL	Měřeno				Vypočteno				Odchylka				
	$\tau$	$t=\tau$		$t=2\tau$		$t=\tau$		$t=2\tau$		$t=\tau$		$t=2\tau$	
		$u_{lm}$	$u_{rm}$	$u_{lm}$	$u_{rm}$	$u_{lm}$	$u_{rm}$	$u_{lm}$	$u_{rm}$	$\delta_{ul}$	$\delta_{ur}$	$\delta_{ul}$	$\delta_{ur}$
	ms	V	V	V	V	V	V	V	V	V	%	%	%
Připojení													
Zkratování													
Poznámka: $R = 2 \text{ k}\Omega$ , $L = 1 \text{ H}$ , $U_g = 5 \text{ V}$													

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### 6 Příklad výpočtu

➔ Pro obvod RC platí za předpokladu ideálních prvků rovnice:

$$u_R(t) + u_C(t) = u_G(t) = \begin{cases} U_0 & \text{pro nabíjení} \\ 0 & \text{pro vybíjení} \end{cases} \quad (1)$$

Připojení zdroje k obvodu – zadané vztahy vypočtete pro  $t=\tau$  a  $t=2\tau$  a zapište do tabulky 1:

$$u_C(t) = U_0 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) = \quad (2)$$

$$u_R(t) = R \cdot i(t) = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} = \quad (3)$$

Zkratování obvodu – zadané vztahy vypočtete pro  $t=\tau$  a  $t=2\tau$  a zapište do tabulky 1:

$$u_C(t) = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} = \quad (4)$$

$$u_R(t) = R \cdot i(t) = -U_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} = \quad (5)$$

➔ Pro obvod RL platí za předpokladu ideálních prvků rovnice:

$$u_R(t) + u_L(t) = u_G(t) = \begin{cases} U_0 & \text{vznik proudu} \\ 0 & \text{zánik proudu} \end{cases} \quad (6)$$

Připojení zdroje k obvodu - zadané vztahy vypočtete pro  $t=\tau$  a  $t=2\tau$  a zapište do tabulky 2:

$$u_L(t) = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} = \quad (7)$$

$$u_R(t) = U_0 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) = \quad (8)$$

Zkratování obvodu - zadané vztahy vypočtete pro  $t=\tau$  a  $t=2\tau$  a zapište do tabulky 2:

$$u_L(t) = R \cdot i(t) = -U_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} = \quad (9)$$

$$u_R(t) = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} = \quad (10)$$

## 7 Grafické řešení

Předpokládané průběhy napětí - screenshots (snímky obrazovky).

## 8 Pokyny k měření

- Na funkčním generátoru nastavte obdélníkový signál 5 V s kmitočtem 1 kHz takto: v sekci *Output* zvolte tlačítko **Open**, v dialogovém okně vyberte definiční soubor obdélníkového impulsu *1kHzPulse5V.aio*. Rozsah zobrazení kanálu OUT i B ponechte 5 V, rozsah časové osy 1,0 ms.
- Sestavte měřicí systém podle obr.1 a odměřte průběhy napětí na kondenzátoru a odporu pro obdélníkový signál.
- Dále postupujte dle zadání, sejmuté obrazovky popište a uložte na svůj disk. Při měření přechodných dějů v obvodu RL postupujte obdobným způsobem

## 9 Použité přístroje

- Odporová dekáda (1k-999kohm) + kapacitní dekáda (1 nF - 999 nF)
- Odporová dekáda (1k-999kohm) + indukčnost 1H
- Měřicí systém rc2000 -  $\mu$ LAB (A&DDU jednotka, zdroj 5 V/3 A, napájecí kabely – 1 $\times$  červený, 1 $\times$  zelený)
- Propojovací pole
- PC + program RC 2000+*1kHzPulse5V.aio*
- Vodiče + propojovací sondy

## 10 Závěr

Uveďte, čím jsou způsobeny rozdíly mezi naměřenými a vypočtenými hodnotami. Pomocí naměřených hodnot napětí ověřte, zda pro RC a RL obvody platí vztahy (1) a (6).



### Domácí příprava

Nastudujte na webu teorii přechodných dějů v obvodech 1.řádu s jedním setrvačným prvkem C nebo L.

Kdy dochází k přechodnému ději v lineárním obvodu?

Co je to časová konstanta  $\tau$  obvodů RC a RL a jak se určuje?

Odvodte vztahy pro výpočet odchylek  $\delta_{ur}$ ,  $\delta_{uc}$  a  $\delta_{ul}$ .