

# Meranie prechodovej charakteristiky RC člena

## Praktické cvičenie

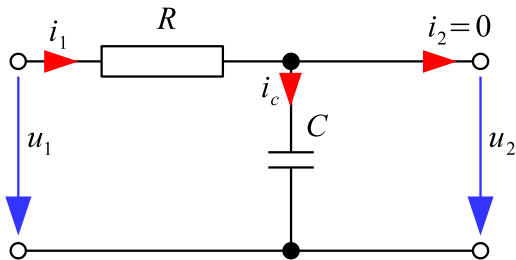
doc. Ing. Anna Jadlovská, PhD.,  
doc. Ing. Ján Jadlovský, CSc.

Katedra kybernetiky a umelej inteligencie  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Technická univerzita v Košiciach

ZS 2015/2016

- 1 Analytický prístup
  - odvodenie Laplaceovho obrazu prenosu RC člena,
  - odvodenie prechodovej funkcie a vykreslenie prechodovej charakteristiky RC člena.
- 2 Experimentálny prístup - experiment merania
  - bloková schéma zapojenia experimentu,
  - zapojenie pre meranie prechodovej charakteristiky na nepájivom poli,
  - nastavenia a popis postup merania prechodovej charakteristiky,
  - meranie prechodových charakteristík RC členov pre rôzne hodnoty odporu a kapacity.
- 3 Zhodnotenie
  - porovnanie výsledkov analytického a experimentálneho prístupu.

### Elektrický systém - RC článok (dvojbrána)



- vstup  $u_1(t)$
- výstup  $u_2(t)$

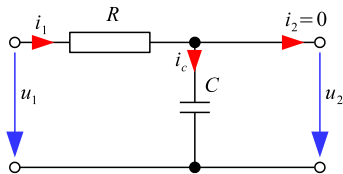
**Úloha:** Nájdite vťah medzi vstupom a výstupom

$$u_2(t) = f(u_1(t))$$

# Prechodová charakteristika RC člena - Analytický prístup

Vyjadrneie vzťahu medzi vstupom a výstupom RC článku

Ak  $R_1$  a  $C_1$  sú ideálne (nemedia svoje hodnoty v závislosti od teploty, prúdu), systém je **LINEÁRNY**



Podľa 1. a 2. Kirchhoffovho zákona platí

$$u_1(t) = R_1 i_1(t) + u_2(t), \quad i_1(t) = i_2(t) + i_c(t),$$

$$i_2(t) = 0 \Rightarrow i_1(t) = i_c(t),$$

potom prúd tečúci kondenzátorom  $i_c$  môžeme vyjadriť v tvare

$$i_c = i_1 = C_1 \frac{du_2}{dt} \Rightarrow u_1 = R_1 C_1 \frac{du_2}{dt} + u_2$$

Označením  $R_1 C_1 = T_1$  dostávame nehomogénnu diferenciálnu rovnicu 1. rádu:

$$T_1 \frac{du_2(t)}{dt} + u_2(t) = u_1(t)$$

Transformáciou diferenciálnej rovnice pri nulových počiatočných podmienkach na Laplaceov obrazový prenos dostávame:

$$T_1 U_2(s)s + U_2(s) = U_1(s)$$

a následnou úpravou získame Laplaceov obrazový prenos jednodukapacitnej sústavy:

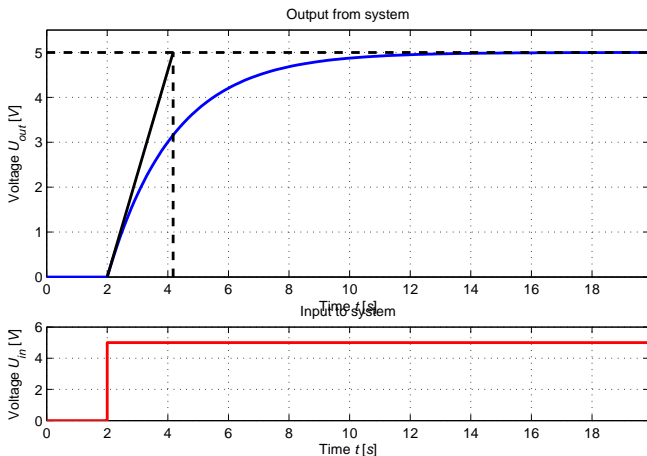
$$F(s) = \frac{U_2(s)}{U_1(s)} = \frac{1}{T_1 s + 1} \quad \text{kde} \quad T_1 = R_1 C_1$$

Pre ilustráciu boli použité hodnoty  $R = 9.960 \text{ k}\Omega$ ,  $C = 218.5 \mu\text{F}$

# Prechodová charakteristika RC člena - Analytický prístup

## Prechodová charakteristika RC člena

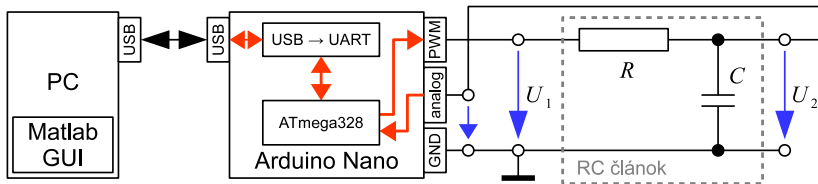
$$h(t) = \mathcal{L}^{-1}\{F(s)U(s)\} = \mathcal{L}^{-1}\left\{\frac{1}{T_1s + 1} \cdot \frac{5}{s}\right\} \quad \text{pre } u(t) = 5$$



# Meranie prechodovej charakteristiky RC člena - praktický prístup

## Bloková schéma experimentu

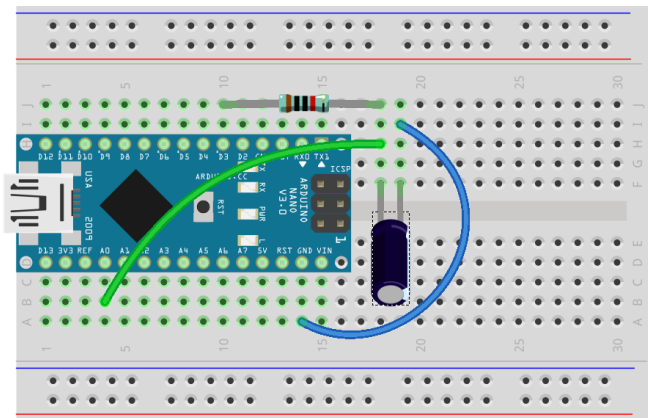
K PC je pomocou USB rozhrania pripojená doska Arduino, pomocou ktorej sú vysielané dáta z PC transformované na elektrický signál, ktorý je vstupom meranej sústavy (RC článku) a výstupný signál tej to sústavy je meraný pomocou A/Č prevodníka a vysielaný späť do PC pomocou USB rozhrania.



# Meranie prechodovej charakteristiky RC člena - praktický prístup

Zapojenie meranej sústavy na doske nepájiveho poľa

Pripojenie RC člena k doske Arduino





# Meranie prechodovej charakteristiky RC člena - praktický prístup

Nastavenie budiaceho signálu v Matlabe

Funkcia *callback* slúži na generovanie vstupného budiaceho signálu  $u(t)$  do RC člena. Umožňuje využiť aj hodnotu meranej veličiny  $y(t)$  aktuálny čas  $t$

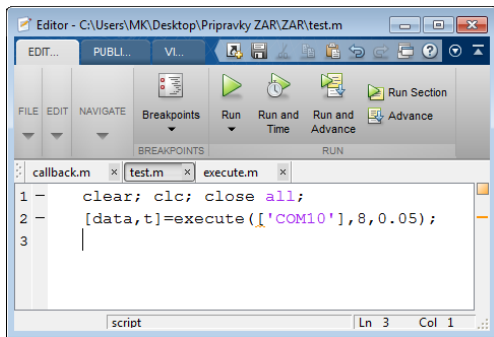
```
function u1 = callback(u2, t)
    if t < 2
        u1 = 0;
    else
        u1 = 5;
        % u1 = 2.5*sin(t*2)+2.5;
        % u1 = 5*sawtooth(t*2);
        % u1 = 5*square(t*2);
    end
end
```

# Meranie prechodovej charakteristiky RC člena - praktický prístup

## Vykonanie merania

Pre vykonanie merania na prípravku je potrebné zavolať p-funkciu *execute* s parametrami:

- name - názov COM portu pre pripojenie na Arduino
- time - dĺžka trvania experimentu v sekundách
- step - perióda vzorkovania v sekundách



The screenshot shows a MATLAB editor window titled "Editor - C:\Users\MK\Desktop\Prípravky ZAR\ZAR\test.m". The window has a menu bar with "EDIT...", "PUBLI...", and "VI...". Below the menu bar is a toolbar with icons for file operations, breakpoints, and running. The main area shows a script with the following code:

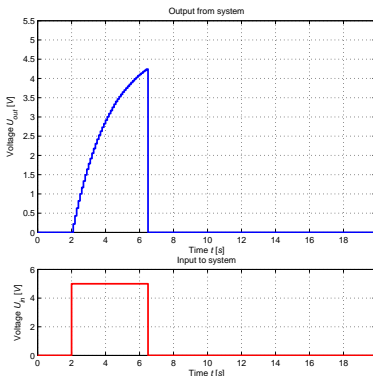
```
1 - clear; clc; close all;
2 - [data,t]=execute(['COM10'],8,0.05);
3 -
```

The status bar at the bottom indicates "script" and "Ln 3 Col 1".

# Meranie prechodovej charakteristiky RC člena - praktický prístup

Namerané dáta

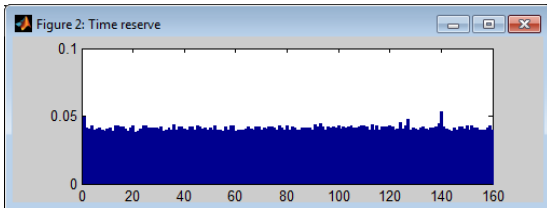
Výsledok merania sa zobrazuje priebežne vo forme grafov, kde na hornom grafe je znázornený výstup z meranej sústavy a na spodnom grafe je vstup do meranej sústavy.



# Meranie prechodovej charakteristiky RC člena - praktický prístup

## Analýza nameraných údajov

Niekedy sa môže stať, že pri malej zvolenej perióde alebo zložitejšom výpočte vstupu  $u(t)$  sa nebudú namerané údaje zhodovať s reálnymi údajmi. Pre zistenie validity dát slúži graf Time reserve, ktorý zobrazuje čas v každej vzorke pre nameranie údajov, výpočet akčného zásahu, aplikovanie akčného zásahu na sústavu a aktualizáciu on-line grafov. Ak tento čas presiahne v akejkoľvek vzorke nastavenú periódu vzorkovania, výsledok merania bude skreslený.



# Meranie prechodovej charakteristiky RC člena - zhodnotenie

## Porovnanie analytického a experimentálneho výsledku

