

# MPC-EMS-2022 – projekt

## Automatizovaný měřicí systém s využitím specializovaných přístrojů a měřicí aplikace vytvoření v NI LabVIEW

Ing. Zdeněk Havránek, Ph.D.

Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií  
Vysoké učení technické v Brně

Akademický rok 2022/2023

# Obsah zadání

## Nabídka témat

Automatizované měření elektrických prvků a dvojbranů

Automatizované kalibrace I.

Automatizované kalibrace II.

Automatizované měření neelektrických veličin

## Přehled pracovišť

### Zadání projektu

Požadavky zadání I.

Požadavky zadání II.

### Požadavky na dokumentaci

### Hodnocení projektu

### Odevzdání projektu

# Nabídka témat - autom. měření el. prvků a dvojbranů:

## ► Automatizované měření parametrů elektronických prvků a dvojbranů

1. E1: Měření V-A charakteristiky diody s využitím multimetru Keysight 34450A ve funkci voltmetru a multimetru Agilent 34401A ve funkci ampérmetru. Generování napětí bude realizováno programově pomocí napájecího zdroje:
  - A: GW Instek GPD-3303S (*Pracoviště 1*).
  - B: Agilent E3631 (*Pracoviště 2*).
2. E2: Měření frekvenční charakteristiky přenosu dvojbranu (např. kmitočtového filtru) pomocí voltmetru Keysight 34450A a voltmetru Agilent 34401A. Generování AC napětí bude realizováno programově pomocí generátoru:
  - A: Agilent 33220A (*Pracoviště 3*).
  - B: Siglent SDG2042X (*Pracoviště 4*).
3. E3: Měření náhradního obvodu pasivního elektrického prvku (např. reálné cívky) pomocí LCR metru GW Instek LCR-6100. Skutečný měřicí kmitočet generovaný LCR metrem měřte pomocí čítače:
  - A: Agilent 53131A - RS-232 (*Pracoviště 9*).
  - B: HAMEG HM8123 - USB (*Pracoviště 9*).

# Nabídka témat - automatizované kalibrace I.:

## ► Automatizované kalibrace měřicích přístrojů

1. K1: Kalibrace stejnosměrných rozsahů  $5\frac{1}{2}$  místného voltmetru Keysight 34450A porovnáním s etalonovým  $6\frac{1}{2}$  místným voltmetrem Agilent 34401A. Generování DC napětí bude realizováno programově pomocí napájecího zdroje:
  - A: GW Instek GPD-3303S (*Pracoviště 1*).
  - B: Agilent E3631 (*Pracoviště 2*).
2. K2: Kalibrace střídavých rozsahů  $5\frac{1}{2}$  místného voltmetru Keysight 34450A porovnáním s etalonovým  $6\frac{1}{2}$  místným voltmetrem Agilent 34401A. Generování AC napětí bude realizováno programově pomocí generátoru:
  - A: Agilent 33220A (*Pracoviště 3*).
  - B: Siglent SDG2042X (*Pracoviště 4*).
3. K3: Kalibrace měření kmitočtu osciloskopem Siglent SDS1102X+ porovnáním s etalonovým čítačem Agilent 53131A. Generování AC napětí definovaného kmitočtu bude realizováno programově pomocí generátoru:
  - A: Agilent 33220A (*Pracoviště 5*).
  - B: Siglent SDG2042X (*Pracoviště 6*).
4. K4: Kalibrace měření kmitočtu čítačem HAMEG HM8123 porovnáním s etalonovým čítačem Agilent 53131A. Generování AC napětí definovaného tvaru a kmitočtu bude realizováno programově pomocí generátoru Siglent SDG2042X (*Pracoviště 9*).

# Nabídka témat - automatizované kalibrace II.:

## ► Automatizované kalibrace měřicích přístrojů II.

1. K5: Kalibrace měření efektivní hodnoty napětí osciloskopem Siglent SDS1102X+ porovnáním s etalonovým multimetrem Agilent 34401A ve funkci voltmetru. Generování AC napětí definovaného tvaru a kmitočtu bude realizováno programově pomocí generátoru:
  - A: Agilent 33220A (*Pracoviště 5*).
  - B: Siglent SDG2042X (*Pracoviště 6*).

# Nabídka témat - automatizované měření neel. veličin:

## ► Automatizované měření neelektrických veličin

1. N1: Měření teploty pomocí termočlánekového snímače teploty typu K a multimetru Agilent 34401A ve funkci milivoltmetru s externí kompenzací teploty srovnávacího spoje pomocí odporového snímače Pt100 (případně Pt1000) přímým měřením odporu pomocí multimetru Keysight 34450A v zapojení:
  - A: dvouvodičovém (*Pracoviště 7*).
  - B: čtyřvodičovém (*Pracoviště 7*).
2. N2: Měření teploty pomocí platinového odporového snímače Pt100 (případně Pt1000) nepřímou metodou pomocí měření napětí na snímači a protékajícího proudu snímačem. Proud snímačem bude nastaven pomocí pevného předřadného odporu a ručně pomocí DC napájecího zdroje GW Instek GPD-3303S. Pro měření napětí a proudu použijete multimetry:
  - A: Keysight 34450A ve funkci voltmetru a Agilent 34401A ve funkci ampérmetru (*Pracoviště 8*).
  - B: Agilent 34401A ve funkci voltmetru a Keysight 34450A ve funkci ampérmetru (*Pracoviště 8*).

# Přehled pracovišť

## Přehled přístrojů na jednotlivých pracovištích

1. Agilent 34401A RS-232, Keysight 34450A USB, GW Instek GPD-3303S USB
2. Agilent 34401A RS-232, Keysight 34450A USB, Agilent E3631 GPIB/RS-232
3. Agilent 34401A RS-232, Keysight 34450A USB, Agilent 33220A USB
4. Agilent 34401A RS-232, Keysight 34450A USB, Siglent SDG2042X USB
5. Siglent SDS1102X+ USB, Agilent 53131A RS-232, Agilent 33220A USB, Agilent 34410A RS-232
6. Siglent SDS1102X+ USB, Agilent 53131A RS-232, Siglent SDG2042X USB, Agilent 34410A RS-232
7. Agilent 34401A RS-232, Keysight 34450A USB
8. Agilent 34401A RS-232, Keysight 34450A USB, GW Instek GPD-3303S USB
9. GW Instek LCR-6100 USB, Agilent 53131A GPIB/RS-232 nebo HAMEG HM8123 USB, Siglent SDG2042X USB

# Zadání projektu

- ▶ Sestavte měřicí systém dle zadaného tématu a připojte jednotlivé měřicí přístroje k počítači vhodnými sběrnicemi.
- ▶ Ve vývojovém prostředí NI LabVIEW vytvořte aplikaci pro realizaci automatizovaného měření dle zadaného tématu. Měřicí aplikace bude pracovat následujícím způsobem:
  - ▶ Uživatel spustí aplikaci přímo ve vývojovém prostředí LabVIEW (tlačítkem *RUN* v menu).
  - ▶ Dle konkrétního zadání uživatel vyplní potřebné parametry, např. počet a hodnotu měřících bodů.
  - ▶ Tlačítkem *START* umístěným na uživatelském rozhraní aplikace uživatel spustí měření.
  - ▶ Měření bude prováděno po jednotlivých bodech nebo v blocích podle nastavených parametrů měření.
  - ▶ Po každém zpracovaném měřeném bodu (nebo bloku dat) budou zobrazeny aktuální výsledky měření na uživatelském rozhraní aplikace.
  - ▶ Získaná data budou průběžně ukládána do textového souboru, jehož název uživatel specifikuje před startem měření.
  - ▶ Měřicí cyklus musí být možné v již spuštěné aplikaci opakovaně nastavit i spustit (nikoliv opětovným spuštěním celé aplikace).



## Zadání projektu - pokračování

- ▶ Sestavená aplikace naměřená data zpracovává po jednotlivých bodech (případně po blocích), vizualizuje (včetně nejistoty měření) a ukládá do souboru.
- ▶ **Na uživatelském rozhraní budou k dispozici tyto základní indikační prvky:**
  - ▶ Graficky zobrazená informace o spuštěném měření.
  - ▶ Výsledek měření z posledního bodu/bloku včetně údaje o nejistotě.
  - ▶ Vhodná grafická interpretace naměřených hodnot nebo jejich vývoje v čase (dle konkrétního zadání).
- ▶ Součástí projektu je i dokumentace vytvořené měřicí aplikace a její prezentace.
- ▶ **Upřesnění funkcionality jednotlivých aplikací (detailní zadání) získáte na následujícím cvičení.**

# Požadavky na dokumentaci

## **Dokumentace projektu musí obsahovat následující:**

- ▶ Stručný popis aplikace
  - ▶ Základní použité myšlenky, popis návrhu aplikace v LabVIEW, způsob ošetření nežádoucích stavů.
  - ▶ Souhrn a stručný popis uživatelem zadávaných parametrů. Popis indikovaných výstupů.
- ▶ Analýza nejistot a popis výpočtu celkové nejistoty v měřicí aplikaci.
- ▶ Limity a omezení realizované aplikace.
- ▶ Předpokládaný rozsah dokumentace je přibližně 2 strany textu.
- ▶ Odevzdání ve formátu PDF.

# Hodnocení projektu

## Hodnocené části:

- ▶ Softwarová část projektu - měřicí aplikace (8 bodů)
  - ▶ funkčnost aplikace (4 body)
  - ▶ metrologická kvalita aplikace (2 body)
  - ▶ uživatelské rozhraní aplikace, vizualizace, práce s daty (2 body)
- ▶ Dokumentace projektu (2 body)
  - ▶ popis aplikace
  - ▶ vyhodnocení nejistot
- ▶ Prezentace projektu (2 body)
  - ▶ srozumitelné vysvětlení funkcionality vytvořené aplikace
  - ▶ popis programátorského řešení

## Způsob hodnocení:

- ▶ Studenti realizují projekt obvykle ve dvojici - bodové hodnocení projektu získají oba totožné.
- ▶ Pokud student z kapacitních důvodů pracuje samostatně, bude k této skutečnosti při hodnocení projektu přihlédnuto.

**Maximální celkové hodnocení: 12 bodů.**

# Odevzdání projektu

## Požadavky na odevzdávání projektu:

- ▶ Archiv se zdrojovými soubory projektu a dokumentací odevzdejte do IS VUT. **Verze LabVIEW odevzdávaného projektu se musí shodovat s verzí LabVIEW v laboratoři!**  
*LabVIEW 2021 SP1 nebo 2022 Q3*
- ▶ Termín pro odevzdání: **30. dubna 2023 do 17:59:59.**