

# Asynchronní ovládání a záznam měřených dat přes různé komunikační protokoly pomocí platformy CompactDAQ

DAQ pro fyzikální experiment v prostředí radiace

Jan Vít

Centrum výzkumu Řež

# Centrum výzkumu Řež

- Výzkumná organizace, zaměřená na výzkum, vývoj a inovace v oboru energetiky, zejména jaderné
- Součást skupiny ÚJV
- 300+ zaměstnanců

Výzkumná infrastruktura

Tréninky a vzdělávání

Konstrukce

Výzkum a vývoj

Komerční služby

Podpora SÚJB



# program Technologické experimentální okruhy - TEO

- Experimentální základna pro podporu vývoje nových technologií a materiálů reaktorů IV. generace a fúzních reaktorů
- Výzkum materiálů pro chladiva:

He	900 °C
H <sub>2</sub> O	700 °C
Pb	550 °C
PbBi	500 °C
CO <sub>2</sub>	550 °C



# Experiment: ozařování LTCC senzorů

- Test odolnosti LTCC senzorů v neutronovém poli pro tokamak ITER
- Ozařování v experimentálním jaderném reaktoru LVR-15
- Vzorky v instrumentované sondě plněné héliem
- Měření různých elektrických vlastností senzorů a teplot v sondě
- Vysoké požadavky na přesnost a citlivost ( $\mu\text{V}$ ,  $\text{nA}$  rozsahy)
- Dlouhá doba trvání experimentu (měsíce)

# LTCC experiment na webu

**FUSION  
FOR  
ENERGY**

Bringing the **power**  
of the **sun** to earth

ABOUT F4E | UNDERSTANDING FUSION | PROCUREMENT AND GRANTS | MEDIA CORNER | CAREER OPPORTUNITIES

**MEDIA  
CORNER**

Read  
Discover  
Learn

**MEDIA CORNER**

[News](#)

Events

Press Releases

Publications

Image Gallery

Multimedia

03 October 2017

**Neutron testing of diagnostic sensor prototypes now completed**



F4E's Diagnostics Project Team is celebrating the successful completion of neutron testing of the diagnostic sensor prototypes, based on Low-Temperature Co-fired Ceramic (LTCC) technology, which will be installed in the ITER Vacuum Vessel, the heart of the ITER machine. Testing was carried out on behalf of F4E by Belgian (SCK-CEN) and Czech (REZ) laboratories, and focussed on assessing whether, once installed, the diagnostic LTCC sensors will be able to withstand the exposure to neutrons which will be created during the fusion process in ITER. With ITER currently being built, it is not possible to reproduce an exact replica of the ITER environment at the present time, so a testing method using two existing low and high neutron flux fission reactors was developed.

"It's the most reasonable approach we have

**NEWS ARCHIVE**

[2017](#)

[2018](#)

[2015](#)

[2014](#)

[2013](#)

[2012](#)

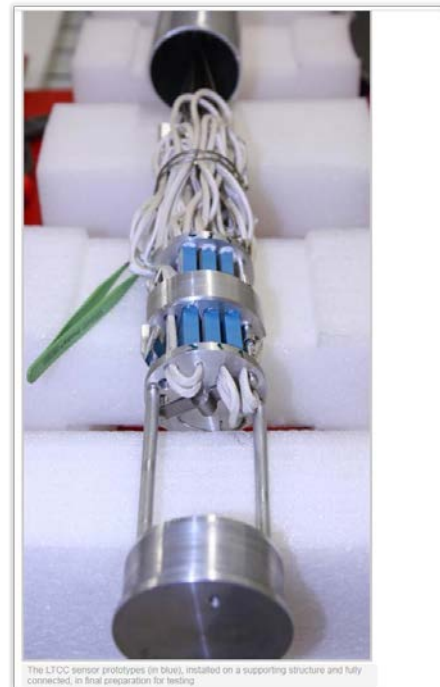
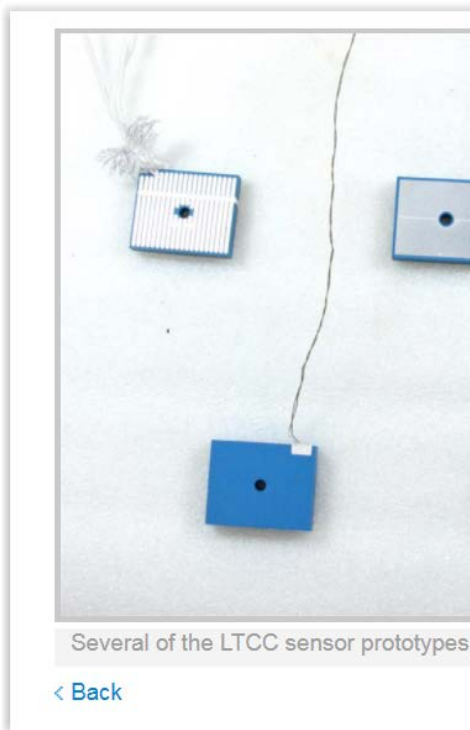
[2011](#)

[2010](#)

[2009](#)

[2008](#)

[2007](#)



# Zadání

- Jednoduché:
  - Vyřešit ovládání měřicích přístrojů a záznam všech dat
- **Jenže:**
  - Zadání přišlo až půl roku před plánovaným začátkem experimentu
  - Už nakoupeny jednoúčelové přístroje, navíc se neřešilo měření teplot
  - Původní schéma zapojení nedávalo smysl
  - Vyčerpán rozpočet
  - Nebyla stále personálně vyřešena kompletace sondy

# HW řešení

- Žádná možnost dalších nákupů
- => Použití stávajícího NI HW v našem oddělení
- Měřicí ústředna : CompactDAQ cDAQ-9133 (8 slot, WIN7)
- Termočlávková karta: NI-9213 (16 kanálů, 24 bit) ve slotu **cDAQ**
  
- Připojení jednoúčelových přístrojů:
  - Ethernet**
  - GPB** – přes USB převodník
- Zapojení přes triax multiplexer - matici 12 vstupů x 8 výstupů

⇒ 3 typy komunikačních rozhraní, navíc každý přístroj jinak rychlý

# Měřicí aparatura

Průmyslová IT skříň

Krytí IP67

Úprava pro manipulaci  
jeřábem





# Multiplexace a ukládání

- Relé matice, 12 vstupů (DUT), 8 výstupů (DAQ)
- Pro ilustraci odhad komplexity:

	možné kombinace
5 přístrojů	5
z toho jeden 2 konfigurace, 3 různé vstupy	30
6 senzorů	180
12 měřených vstupů, více typů	2160
4 senzory více pinů => párování 2x4 vstupů	17280
2 módy měření – při a bez excitace	34560

⇒ To vše se ještě musí řádně uložit do správného souboru, řazení po dnech

# Možnosti řešení

## Lineární scan

nastavení matice -> přečtení údaje z každého měřáku jednotlivě -> rozpojení matice

Jednoduché

Velmi pomalé (data/čas)

Obtížně rozšiřitelné

## Přicházíme o data

Při chybě jednoho přístroje čekání na restart zdržuje všechny

## Asynchronní řešení

nastavení matice -> start všech scanů paralelně -> stop request -> rozpojení matice

Složitější na implementaci

Rychlé měření (data/čas)

Snadno rozšiřitelné

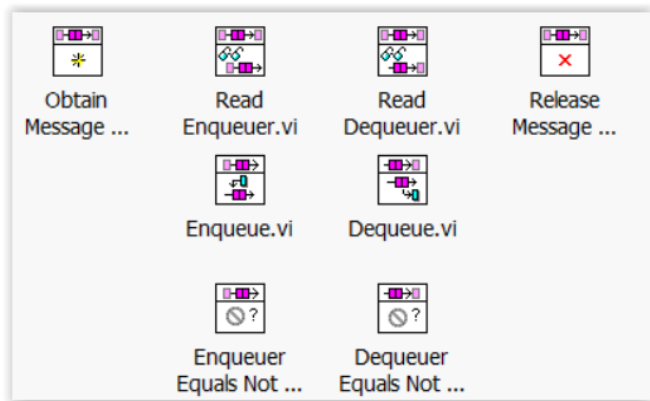
## Všechna data za čas měření

Přístroje se neovlivňují

Nutno řešit synchronizaci komponent

# Struktura programu

- Ideální využití LabVIEW
- Návrhový vzor [Queued Message Handler](#)
- Ovládací logika a sběr dat - vlastní smyčky
- Separátní smyčky pro každý měřák, matici a DAQmx task
- Plně asynchronní = fronty pro sběr dat a komunikaci měřáků s maticí
- Využití ovladačů pro každý typ komunikace
- Použití instrument driverů pro testování měřáků

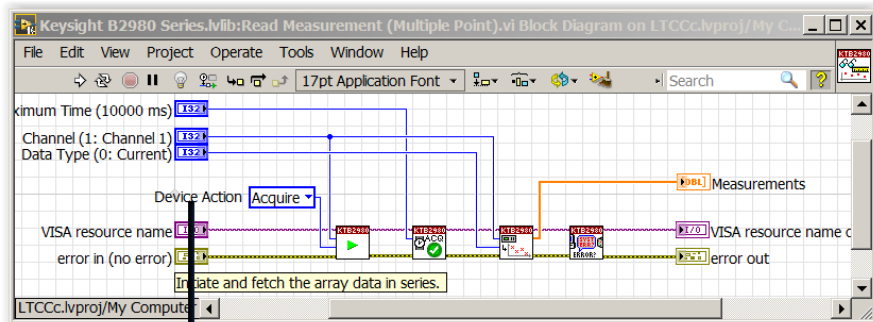


# Využití tříd - OOP

- Veliké usnadnění práce při tvorbě modulární aplikace
  - Základní třída INSTR = **queued state machine**
    - Každý měřák je z této třídy oddělen
    - Komunikační podprogramy vždy stejné, pro override jen části s konkrétními R/W příkazy
  - Jednoduché přidávání dalších přístrojů, při stejném typu stačí jen nový objekt
  - Polymorfismus – jednotná inicializace a ukončení
  - Zaručena jednotná logika komunikace a reakce na povely
- ⇒ velmi roste počet .vi, zde 110

# Zvýšení rychlosti měření

- Instrument drivery upřednostňují failsafe přístup  
⇒ značný overhead  
⇒ ztráta rychlosti – neustálé vyčítání parametrů z přístroje
- Pro zrychlení komunikace nutná optimalizace



read config  
read data

=>

read config  
read data

read config, store data  
read data  
read data  
read data  
read data

# Závěr

- Aparatura na platformě CompactDAQ zdárně dokázala měřit a zpracovávat data z měřicích přístrojů i z více sběrnic najednou
- Kontrolér komunikoval přes ethernet, GPIB a interní cDAQ sběrnici, kde každá komunikace využívala příslušný ovladač NI
- Pro řízení celého procesu byl vytvořen SW s ohledem na maximální rychlost sběru dat
- SW byl vytvořen dle návrhového vzoru QMH s využitím tříd. Vysoké využití tříd a front v prostředí LabVIEW umožnilo sběr dat z různě rychlých zdrojů, ovládat a kontrolovat multiplexer a vše ukládat.

# Rozpracované projekty s NI HW pro 2018



# Děkuji za pozornost

**Jan Vít**  
**jan.vit@cvrez.cz**

**cvrez.cz**  
**susen2020.cz**