

# Počítač v analytické laboratoři

## Rozhraní přístroj-počítač

Ing. Pavel Houška, Ph.D.

houška.p@fme.vutbr.cz

**Ústav automatizace a informatiky**

**Fakulta strojního inženýrství**

**Vysoké učení technické v Brně**

# Základní části digitálních přístrojů

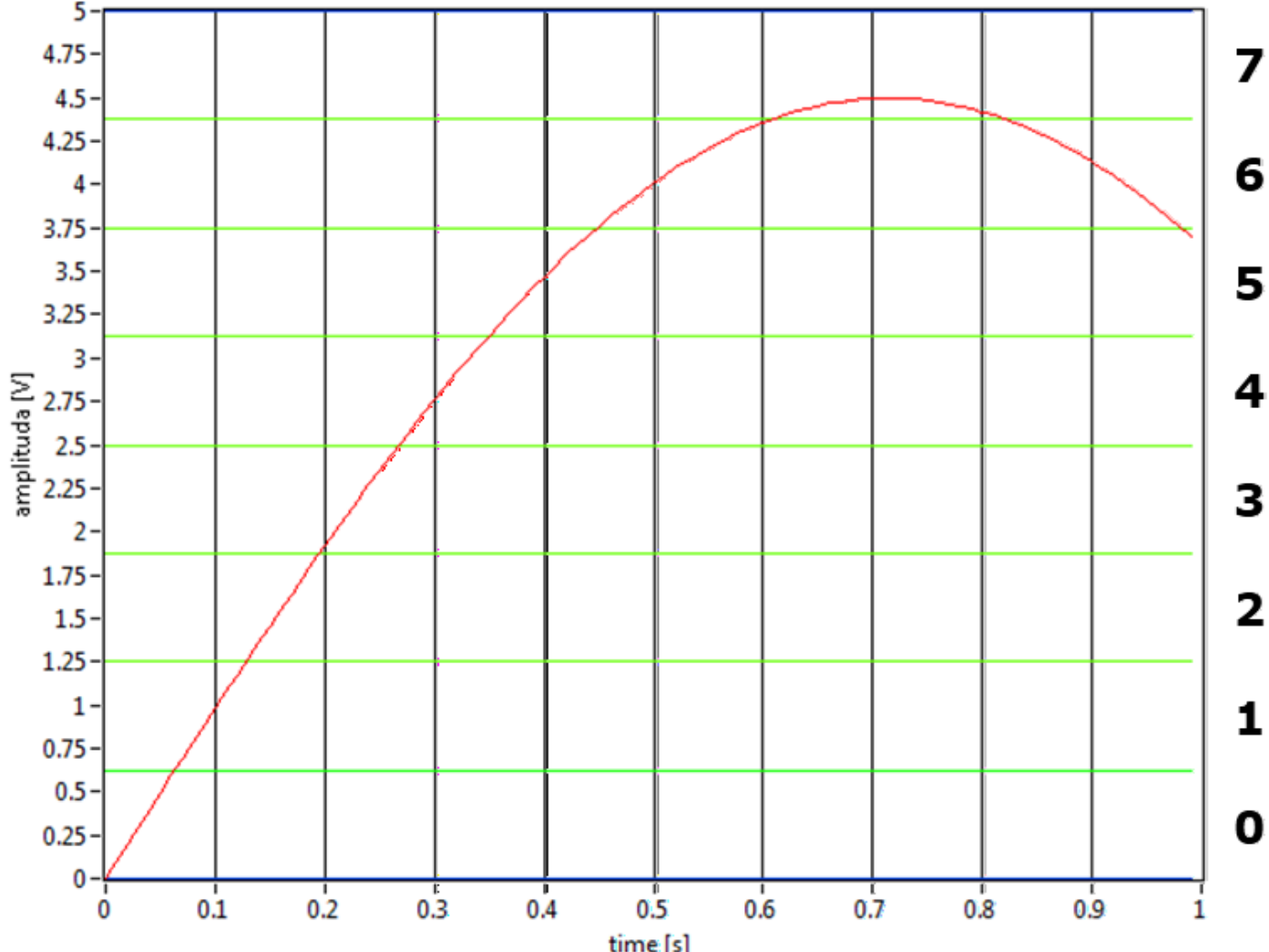
- Elektrické vstupy/výstupy
  - Vstupy
    - digitální vstupy
    - komparátory
    - A/D převodníky
  - Výstupy
    - digitální výstupy
    - D/A převodníky
- Komunikační rozhraní
- Uživatelské rozhraní



# A/D - D/A převodníky

- Převádí spojitou analogovou elektrickou veličinu do diskrétní číslicové podoby – převádí diskrétní údaj na analogovou veličinu
- Rozlišení (v bitech)
  - rozsah analogové veličiny je rozdělen na  $2^n$  dílů, kde  $n$  je počet bytů
- Rychlost převodu
  - udává kolik převodů hodnot/vzorků je převodník schopen provést za sekundu, při dodržení požadované přesnosti
    - jednotky - SPS – Samples Per Second
    - někdy bývá uvedena závislost rychlost/přesnost
- Typická rozlišení / rychlost
  - 24bit – od 1SPS do 10kSPS
  - 16bit – od 10SPS do 1MSPS
  - 12bit – od 1kSPS do 100MSPS
  - 8bit – 1kSPS do 10GSPS

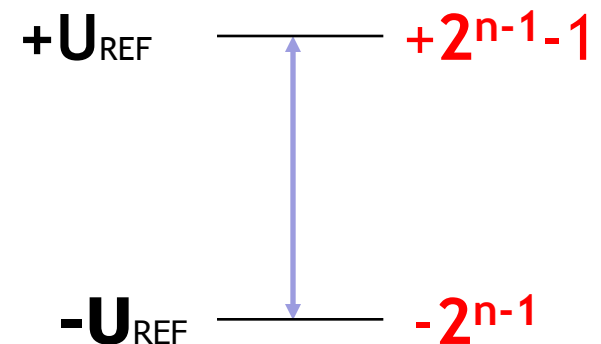
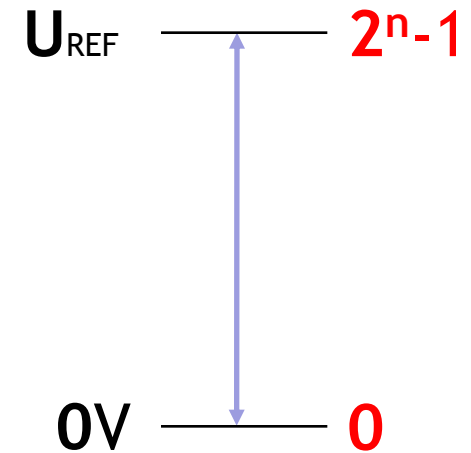
# Princíp A/D převodu



- Měřící interval je rovnoměrně rozdělen na  $2^n$  dílů
- Počet dílů, na které je interval rozdělen odpovídá rozlišení A/D – D/A převodníku **n** 4

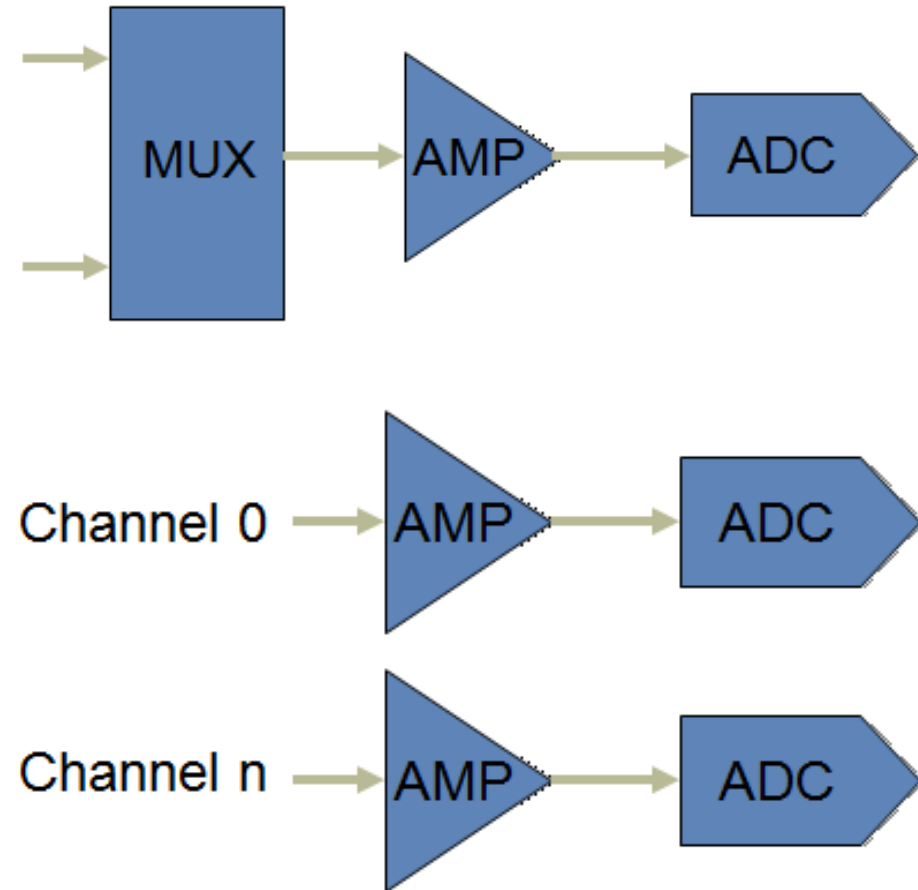
# Rozsahy měření A/D převodníků

- Referenční napětí  $U_{REF}$ 
  - úroveň, vůči které A/D převodník měří
- **Unipolární zapojení**
  - měří napětí mezi zemí (0V) a referenčním napětím  $U_{REF}$ 
    - maximální měřená hodnota odpovídá  $U_{REF}$
    - minimální odpovídá 0V
  - umožňuje měřit pouze kladné hodnoty napětí
- **Bipolární zapojení**
  - měří napětí od  $-U_{REF}$  do  $+U_{REF}$
  - umožňuje měřit kladné i záporné hodnoty napětí



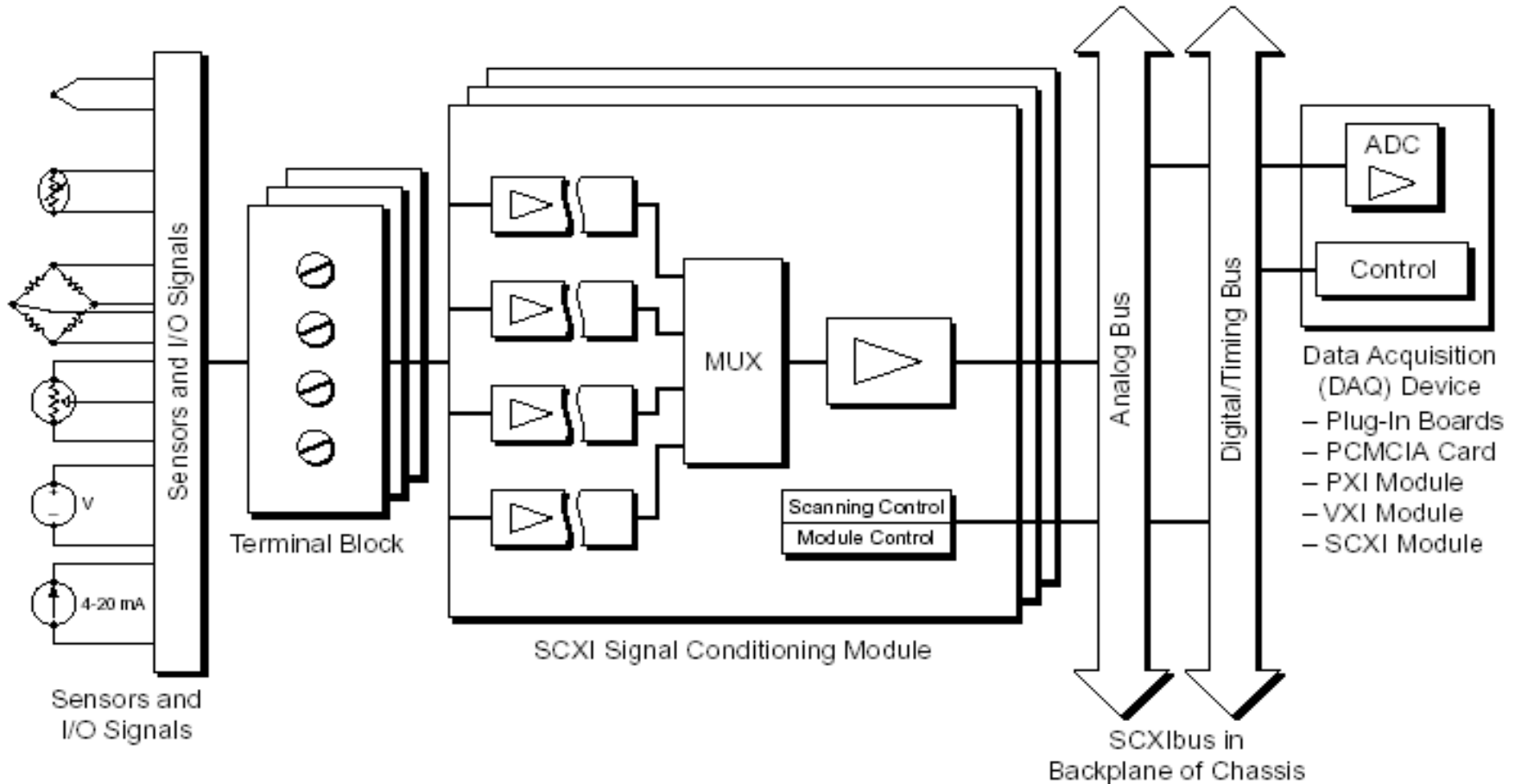
# Více vstupů

- Přepínané (multiplexované) vstupy
  - jeden převodník/více vstupů
  - s počtem vstupů
    - klesá rychlost měření
    - klesá cena/vstup
    - vznikají problémy s posunem v jednotlivých kanálech
- Paralelně vzorkované vstupy
  - jeden převodník / jeden vstup
  - rychlost měření se nemění
  - velmi drahé



# Přizpůsobení V/V

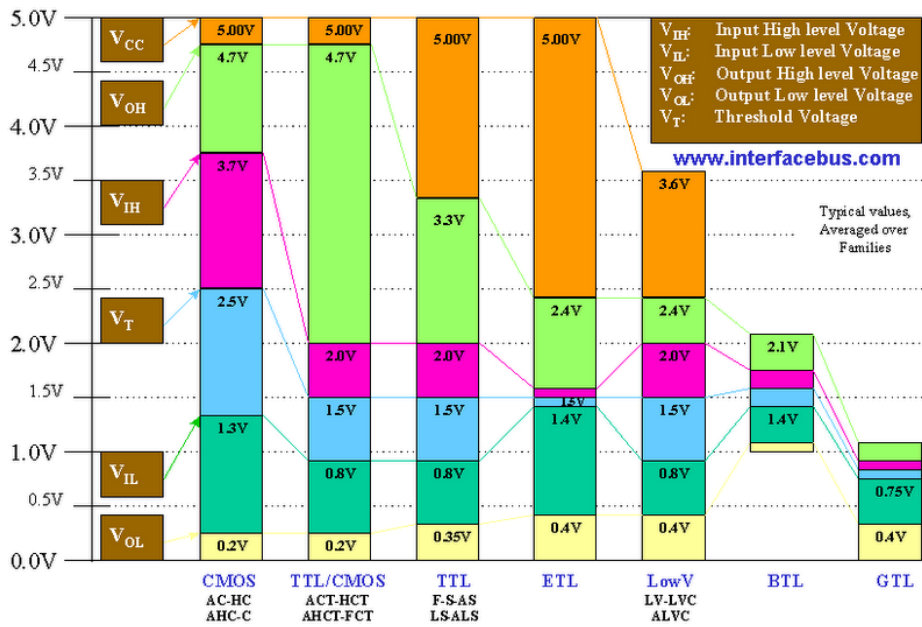
- Výstupy snímačů / vstupy ovládaných soustav je nutné elektricky přizpůsobit V/V přístroje



# Binární vstupy a výstupy

- Vstup
  - převádí napětovou úroveň na vstupu na binární 0 nebo 1 podle předepsaného standardu
- Výstup
  - převádí binární hodnotu 0 nebo 1 na napětovou úroveň podle předepsaného standardu

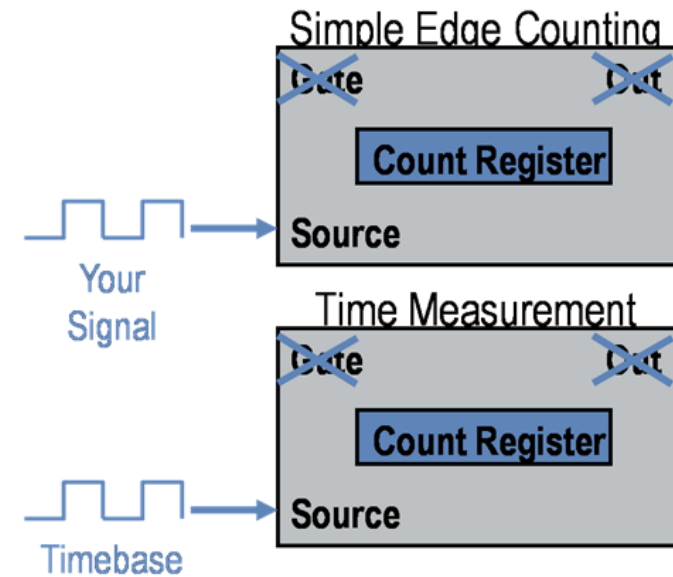
- Standardy
  - 5V TTL/CMOS
  - 12V
  - 24V





# Čítače / Časovače

- Čítač
  - čítá změny signálu na vstupu
    - směr čítání
    - rozlišení čítače
  - umožňuje
    - čítat impulsy na vstupu
    - generovat časově závislý signál na výstupu
- Časovač
  - čítač, který má na vstup přiveden signál s konstantní frekvencí – tzv. časovou základnu



# Komunikační sběrnice

- Pro spojování přístrojů/PC
- Pro připojování snímačů
  - Chytré snímače (SMART Sensor)
    - Umožňuje získávat
      - parametry snímače
      - měřenou veličinu v číslicové podobě
      - diagnostiku snímače
  - Kombinované snímače
    - Možnost připojit pomocí jako analogový nebo digitální
- Připojování výstupních prvků
- Pro připojování ovládacích prvků

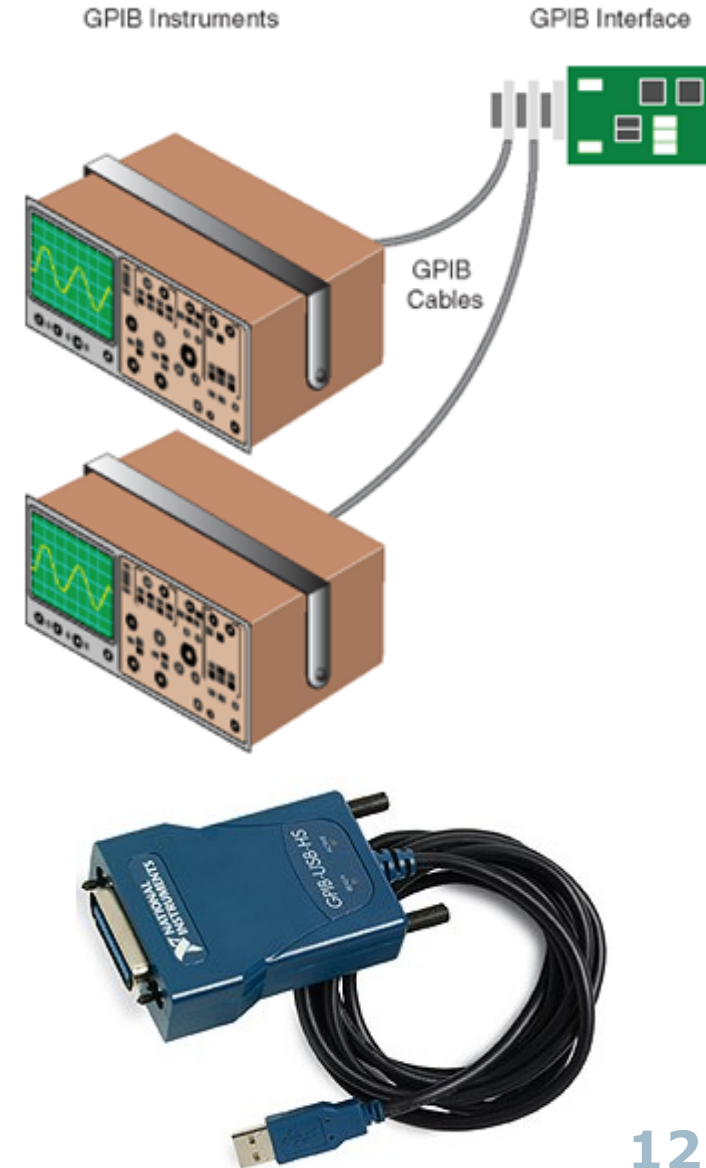
sensors   
**PLUG&PLAY™**

# Základní termíny

- Směr komunikace
  - Jednostranná komunikace
    - na lince jsou připojena zařízení, která mohou pouze data vysílat a nebo pouze přijímat
  - Oboustranná komunikace
    - půlduplexní (jednočinná)
      - zařízení mohou komunikovat jedním směrem
      - komunikaci řídí jedno zařízení, které určuje kdo může vysílat
    - fullduplexní (plný duplex, dvojčinná)
      - zařízení mohou komunikovat současně oběma směry, tzn. zařízení může současně data vysílat i přijímat
- Přenosová rychlost
  - v bitech/s nebo Baudech
  - včetně režie protokolu

# GPIB sběrnice

- General Purpose Interface Bus
- Standardizované rozhraní pro komunikaci s přístroji
  - Možnost propojení jednoho PC (řídící systém) a až 14 přístrojů
  - Sběrnice je podporována většinou výrobci měřících přístrojů
- V dnešní době stále častěji vytlačována modernějšími sběrnicemi
- Přístup
  - SW výrobců přístrojů
  - pomocí knihovny VISA



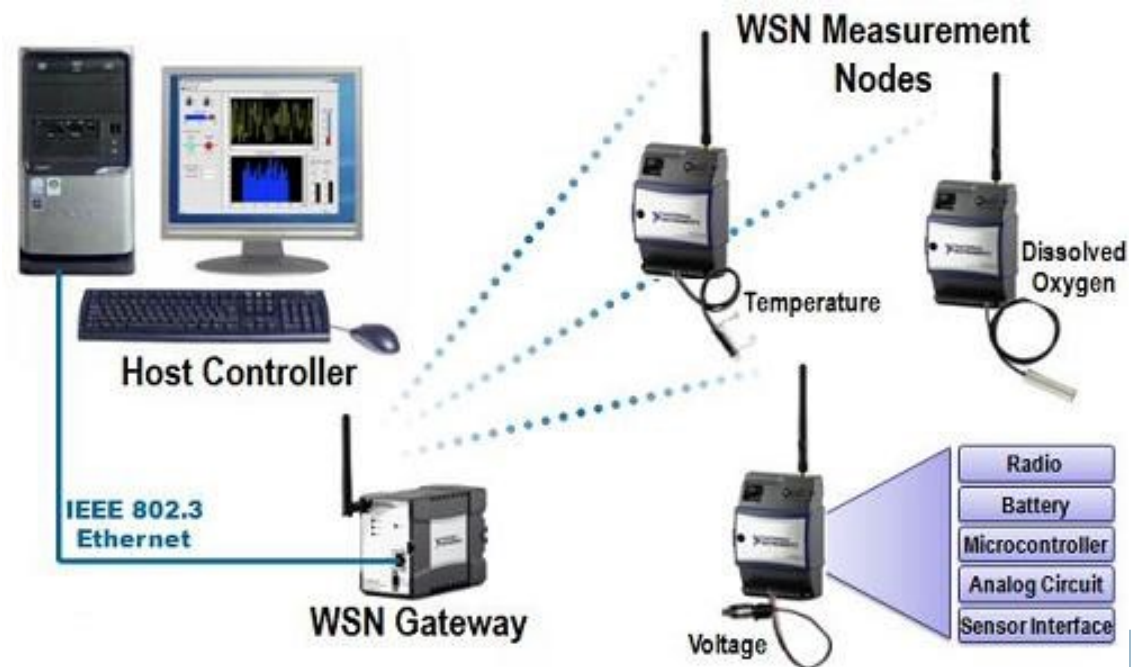
# Local Area Network

- Vychází z referenčního modelu ISO/OSI
- Hardwarová úroveň
  - Ethernet
    - „Drátový“ protokol pro přenos dat
    - Dominantní protokol
  - WiFi
    - Bezdrátový protokol pro přenos dat
- Softwarová úroveň
  - TCP/IP
    - adresování zařízení – IP adresa
    - existuje velké množství nástrojů
      - knihoven
      - diagnostických nástrojů

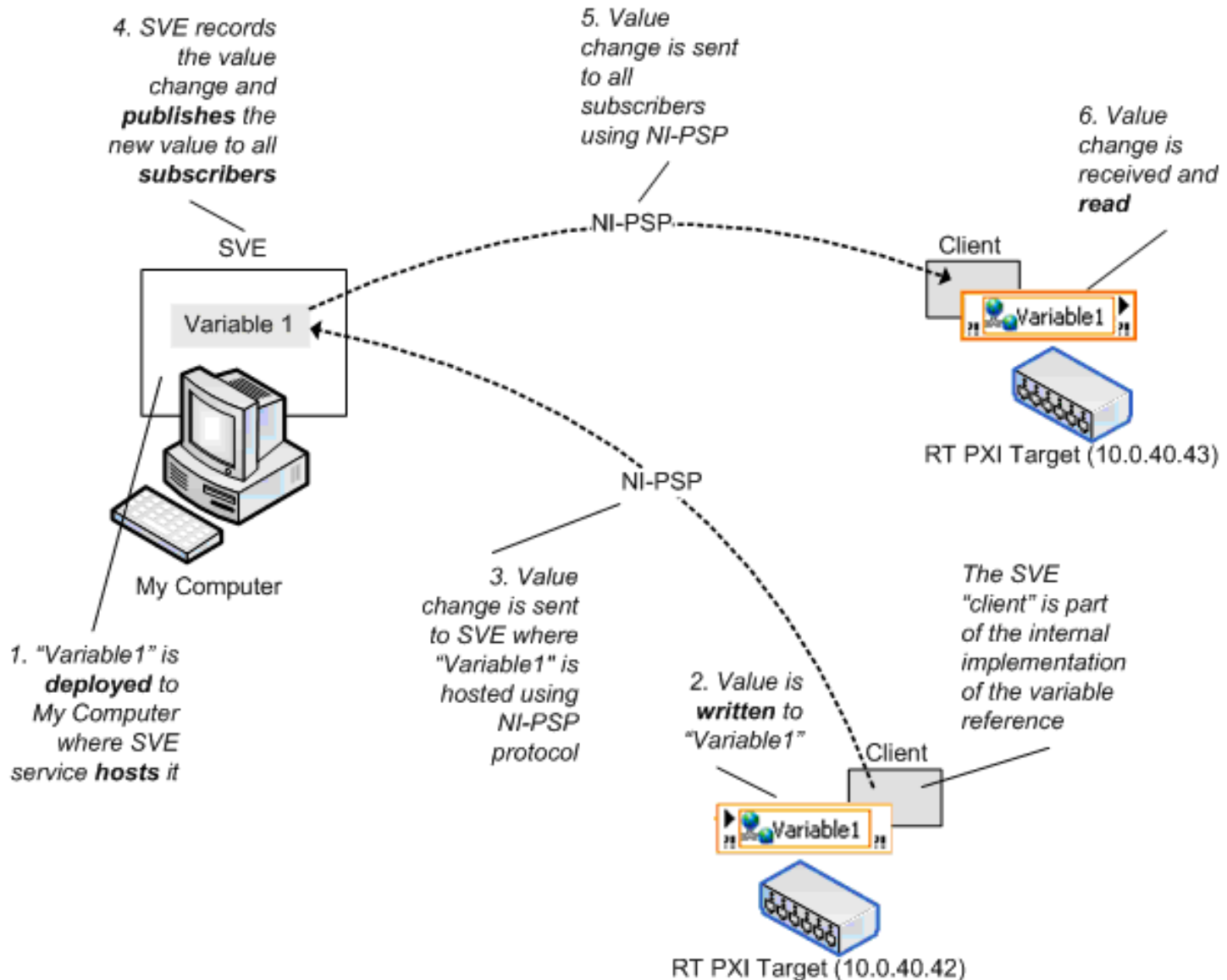


# Local Area Network

- Výhody
  - umožňuje realizovat rozsáhlé sítě
  - téměř neomezený počet přístrojů a PC v síti
  - vysoká rychlost
  - velmi pokročilé technologie



# NI - Network-Published Shared Variable



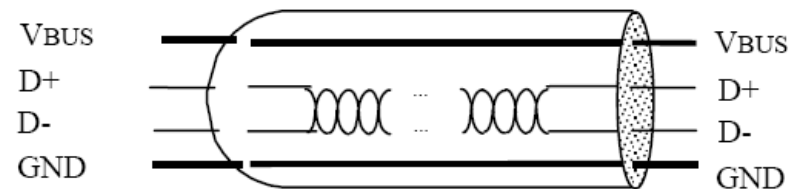
# Sériový port - hardwarová úroveň

- UART (Universal Asynchronous Transmission)
- Rozhraní
  - RS232C – na PC označováno jako COM port
    - umožňuje propojení pouze dvou zařízení mezi sebou
    - pouze na krátké vzdálenosti
  - RS422, RS485
    - umožňuje spojení několika zařízení na stovky metrů
    - vhodné do průmyslového prostředí
  - Bezdrátové moduly
    - na trhu je množství modulů pro bezdrátovou UART komunikaci
    - je součástí Bluetooth
- Komunikační rychlosti
  - používá se 2400, 9600, 19200, 115200 Bd



# USB (Universal Serial Bus)

- Vlastnosti
  - Sériová asynchronní oboustranná půlduplexní komunikace
  - přesně definovaná sběrnice s robustně a flexibilně navrženým protokolem
  - definovaným odpojováním a připojováním jednotek za běhu (podporuje princip plug-and-play)
  - rychlosti
    - USB 1.1 „Low-speed“ 1.5Mb/s
    - USB 1.1 „Full-speed“ 12Mb/s
    - USB 2.0 „High-speed“ 480Mb/s
    - USB 3.0 „SuperSpeed“ 4.8Gb/s
- Nevýhody
  - nedeterministická odezva



# USB zařízení

- USB-RS232C / USB-RS485
  - umožňuje nahradit chybějící COM porty PC
  - problematická odezva
  - velmi často problematické ovladače
- USB-GPIB
- USB-CAN
- USB-DAQ
  - cenově zajímavá zařízení
  - nevhodná pro aplikace s rychlým zápis



# VISA

- Virtual Instrument Software Architecture
- API pro komunikaci s přístroji
  - standardizované softwarové rozhraní
  - umožňuje jednotným způsobem komunikovat s různými přístroji z různých programovacích prostředí
- NI-VISA
  - knihovny VISA od National Instruments
  - integrována do programového prostředí LabVIEW
  - obsahuje průvodce pro realizaci komunikace s přístrojem

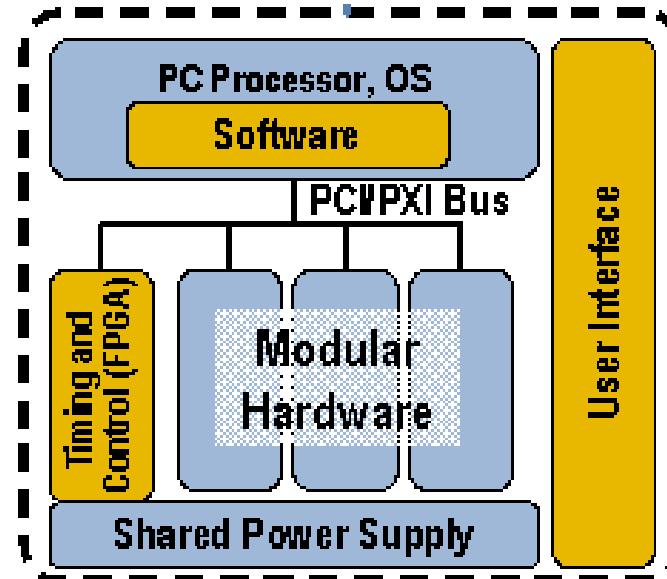
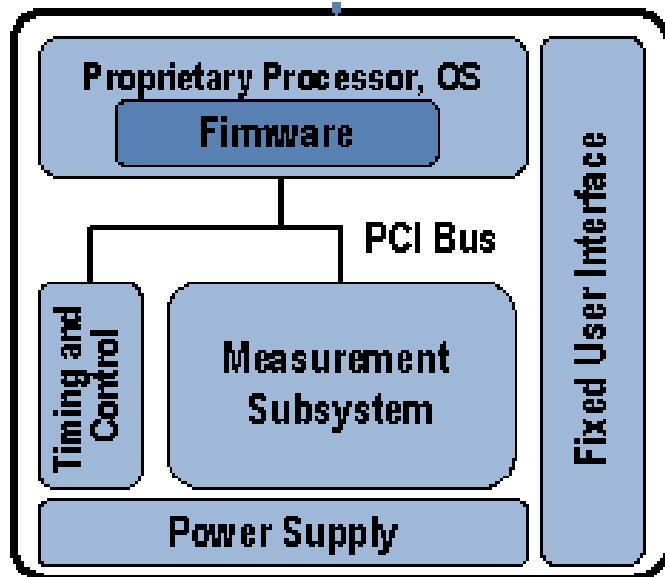


# Software přístrojů

- Od SW přístrojů vyžadujeme
  - deterministické chování
  - odolnost vůči chybám
  - vysokou spolehlivost
- „Real-time“ systémy
  - zajišťují výše uvedené požadavky
  - řídí běh programů
    - časově kritické části – musí být spouštěny v přesně definovaných intervalech
      - měření
      - řízení
      - bezpečnostní funkce
    - ostatní kód - má nižší prioritu

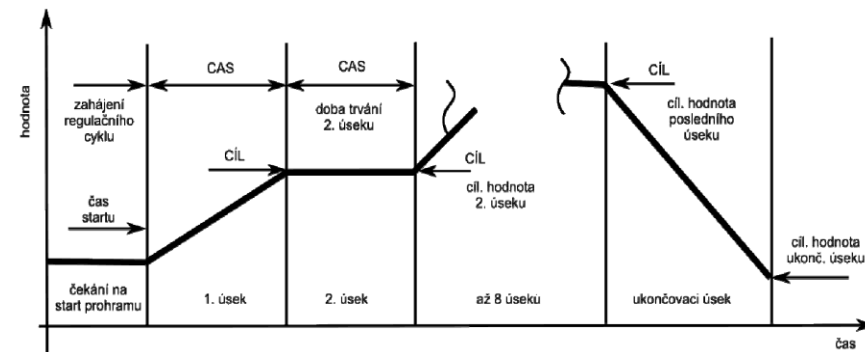
# Typy přístrojů

- Klasický
  - uživatel nemůže měnit ani HW ani SW
- Programovatelný
  - uživatel může definovat jednoduché programy
- Virtuální
  - uživatel může měnit HW moduly a psát vlastní SW



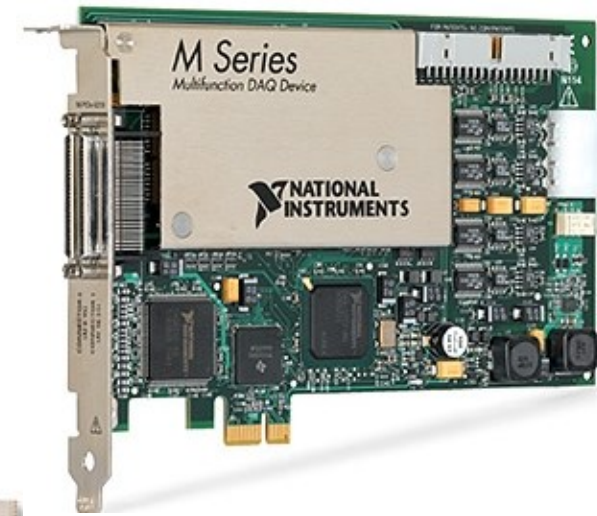
# Programovatelné přístroje

- Vlastnosti
  - jsou navrženy pro skupinu problémů
  - disponují V/V vyžadovanými skupinou problému
    - v konfiguraci přístroje je možné zadat
      - typy a počet V/V
      - povolený pracovní rozsah
  - umožňují definovat posloupnost úkonů v čase
    - nazývanou jako „program“
- Jedná se o
  - Záznamové jednotky
  - Programovatelné regulátory
  - Řídicí jednotky



# PC jako virtuální přístroj

- Nutnost doplnění PC o V/V
- Multifunkční karty
  - PCI
  - PCIe
  - USB
- Výhody
  - univerzálnost
  - rychlost vývoje aplikace
- Nevýhody
  - velké rozměry
  - pouze pro laboratorní a kancelářské pracovní prostředí



# Průmyslová PC a PXI Systémy

- „Odolná PC“
  - podobné součásti jako PC, ale s
    - rozšířeným teplotním rozsahem
    - odolné průmyslovému prostředí
    - snížená spotřeba
- Podobné vlastnosti jako PC
- Typy
  - Box PC
  - Panelová PC
  - PXI Systémy
    - PCI eXtension for Instrumentation
      - Mezinárodní standard
      - existuje více jak 1500 rozšiřujících modulů různých výrobců



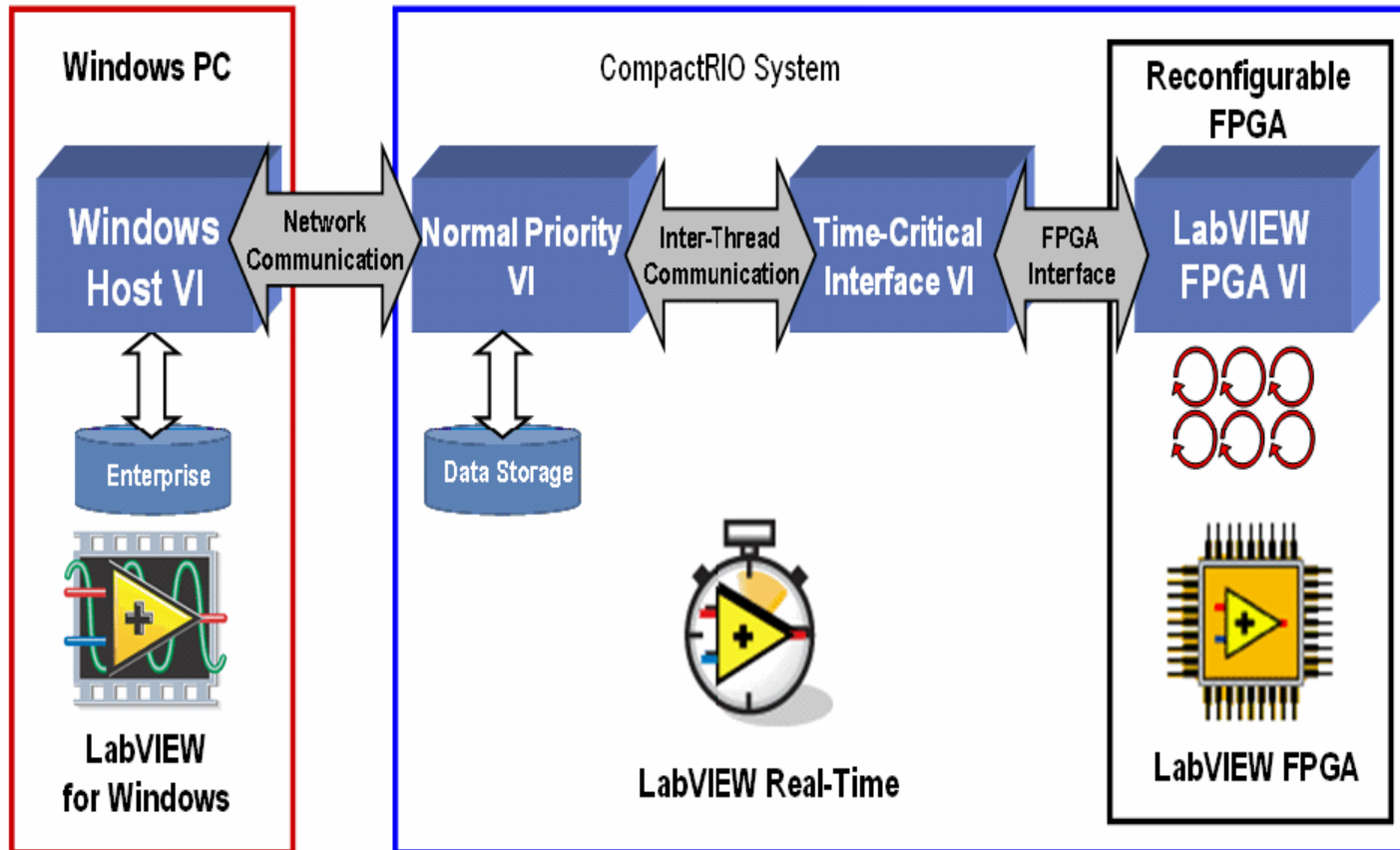


# NI-DAQmx

- DAQ - Data Acquisition
- Knihovna funkcí pro práci DAQ hardwarem
  - rozhraní pro
    - C/C++
    - MS .NET Framework
    - LabVIEW
- Obsahuje průvodce pro konfiguraci HW
  - „Task“
    - definuje skupinu vstupů nebo výstupů, které budou používány
      - vlastnosti jednotlivých vstupů
      - způsob připojení
      - rychlost a způsob vzorkování
    - je vyžadován funkcemi pro čtení/zápis

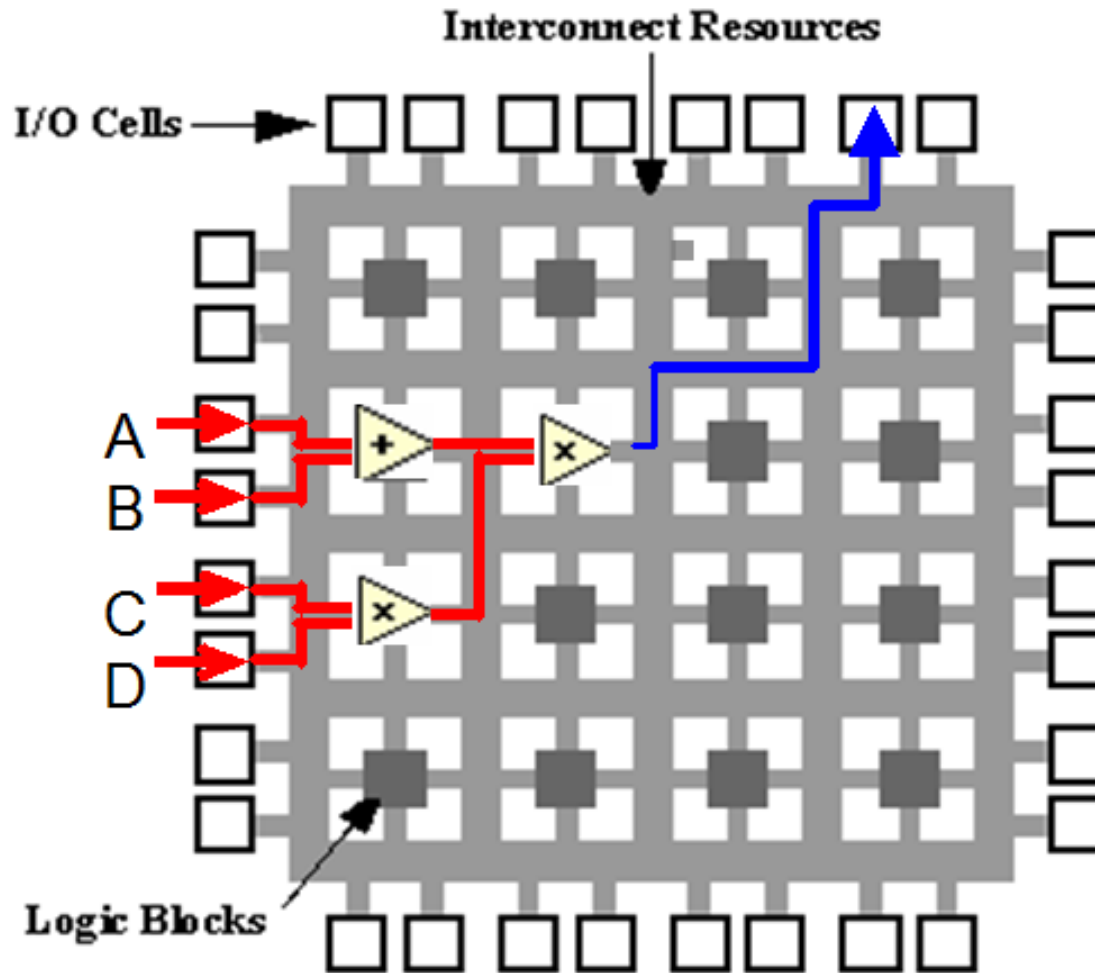
# Kompaktní systémy

- NI CompactRIO
  - Compact Reconfigurable I/O



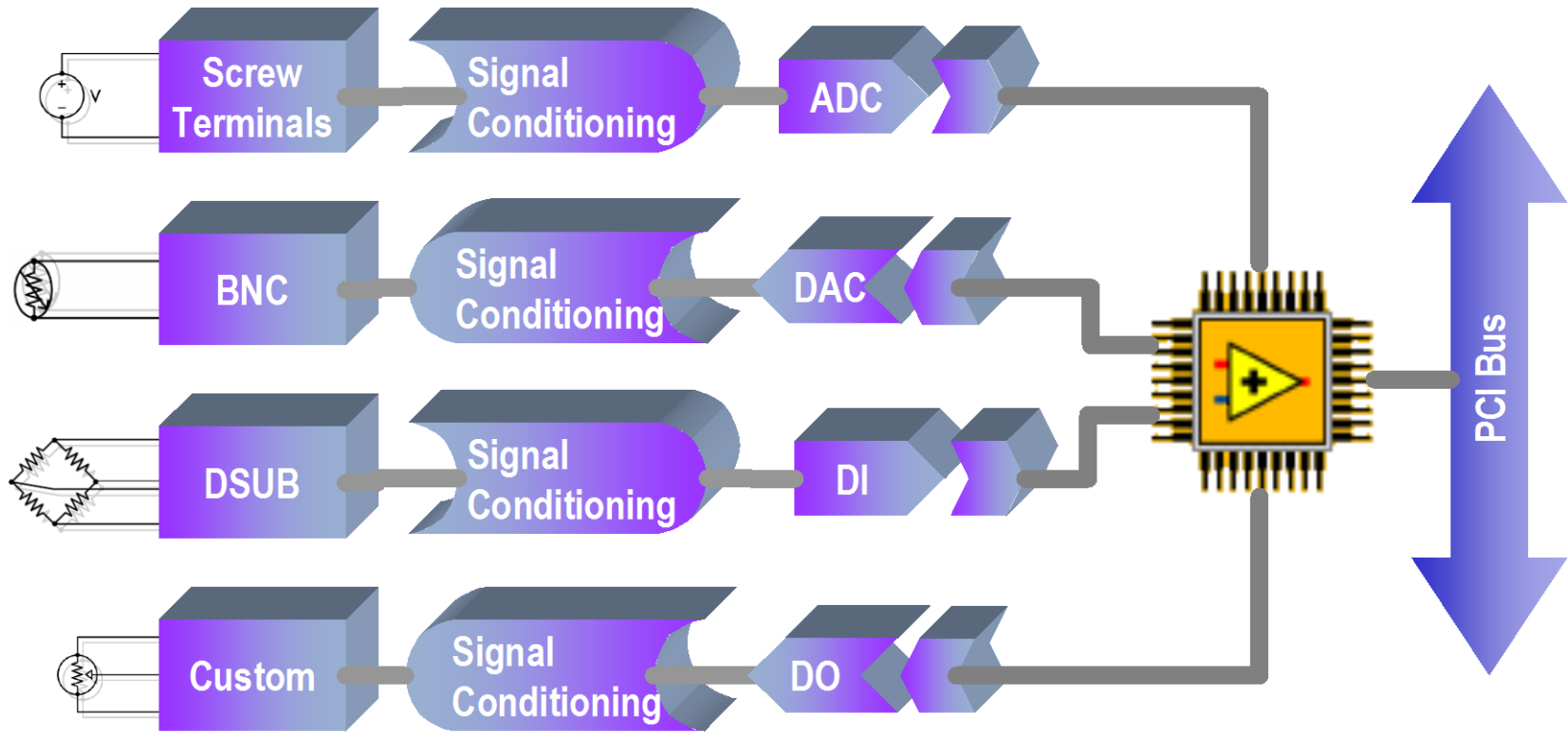
# Co je to FPGA

- Field-Programmable Gate Array



# Struktura V/V cRIO

- Přizpůsobení signálů je realizováno na úrovni V/V modulů



**Sensors & Actuators**

**Connector Block**

**Attenuation & Filters**

**Digitizers & Isolation**

**Reconfigurable FPGA**

**High Speed Bus**