

Počítač v analytické laboratoři

Rozhraní přístroj-počítač

Ing. Pavel Houška, Ph.D.

houska.p@fme.vutbr.cz

Ústav výrobních strojů a robotiky

Fakulta strojního inženýrství

Vysoké učení technické v Brně

Cílem je ukázat lidem žijícím ve světě chemie, jak jejich svět může automatizace posunout dále a jim zjednodušit práci a přinést kvalitnější výsledky..
když akceptují, že automatizaci do svého světa vpustí..

Základní části digitálních přístrojů

- Elektrické vstupy/výstupy
 - Vstupy – měříme (snímače,..)
 - digitální vstupy
 - komparátory
 - A/D převodníky
 - Výstupy – ovládáme (aktuátory,..)
 - digitální výstupy
 - D/A převodníky
- Komunikační rozhraní (cokoliv)
- Uživatelské rozhraní

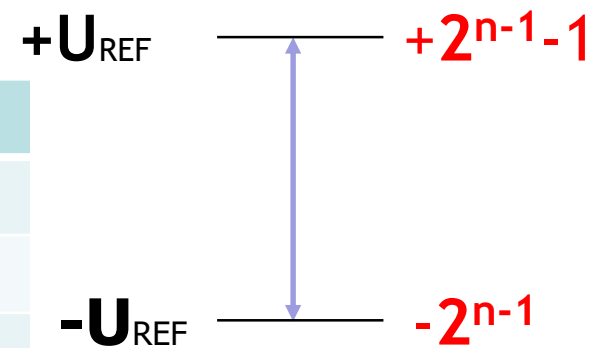
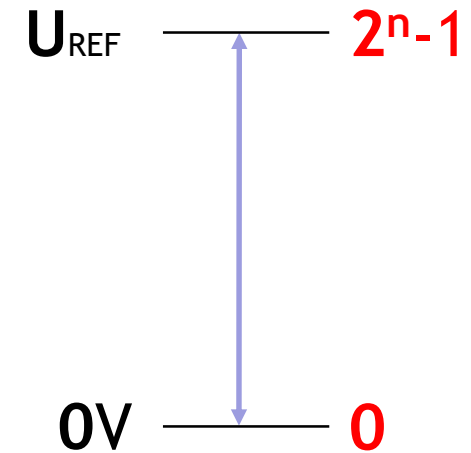


A/D - D/A převodníky

- 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 100kSPS
 - 16bit – od 10SPS do 10MSPS
 - 12bit – od 1kSPS do 500MSPS
 - 8bit – 1kSPS do 50GSPS

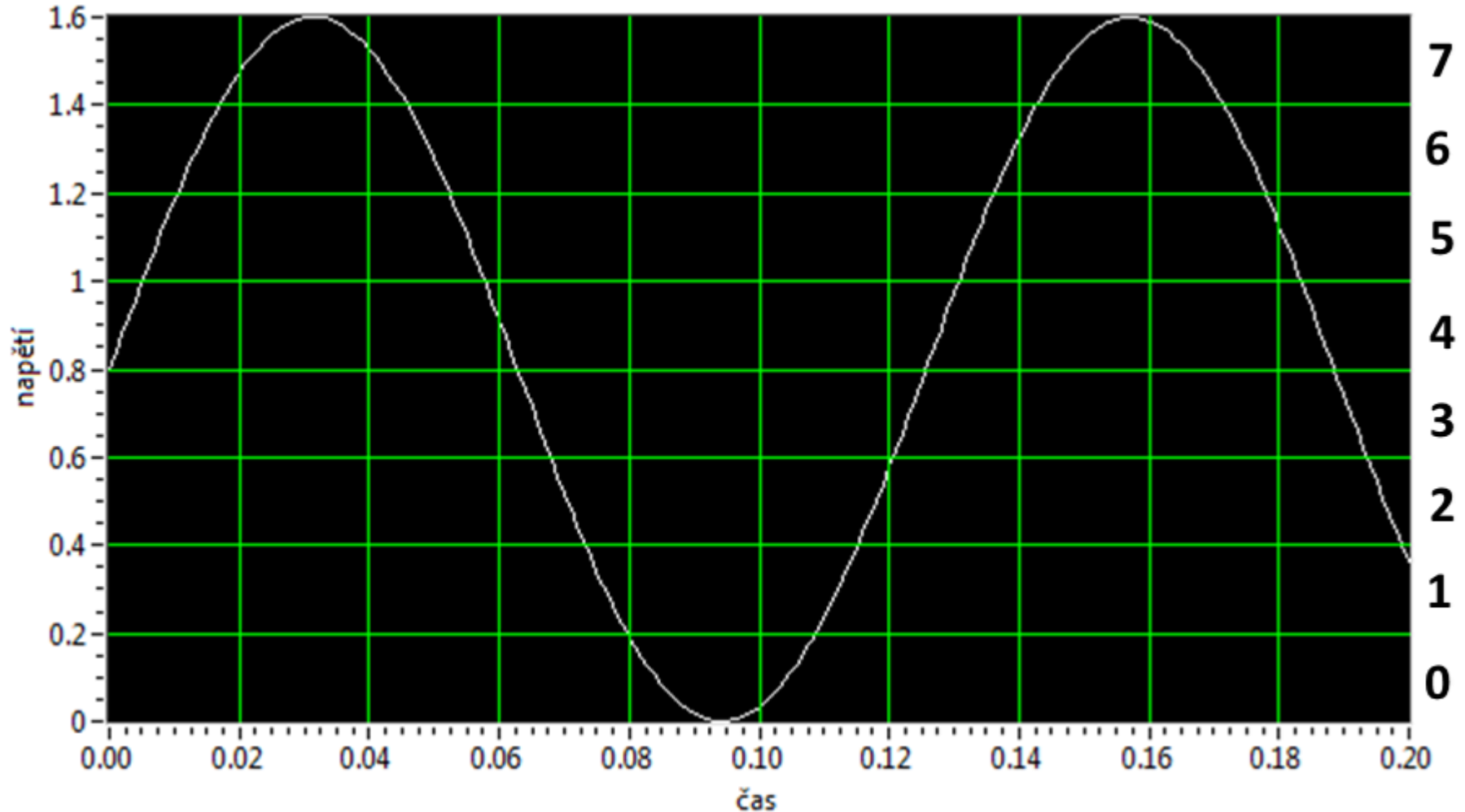
Rozsahy měření A/D převodníků

- Referenční napětí U_{REF}
 - úroveň, vůči které A/D převodník měří
- **Unipolární zapojení**
 - měří napětí mezi zemí (0V) a U_{REF}
 - umožňuje měřit pouze kladné hodnoty napětí
- **Bipolární zapojení**
 - měří napětí od $-U_{REF}$ do $+U_{REF}$
 - umožňuje měřit kladné i záporné hodnoty napětí
- Typické rozsahy a jím odpovídající rozlišení



| Rozsah | 12b ADC | 16b ADC | 24b ADC |
|-----------|---------------|-------------|-----------|
| $\pm 10V$ | 5 000 μV | 300 μV | 2 μV |
| 0-20mA | 6 200nA | 400nA | 1,5nA |
| 0-1000‰ | 0,28‰ | 0,017‰ | 0,00007‰ |

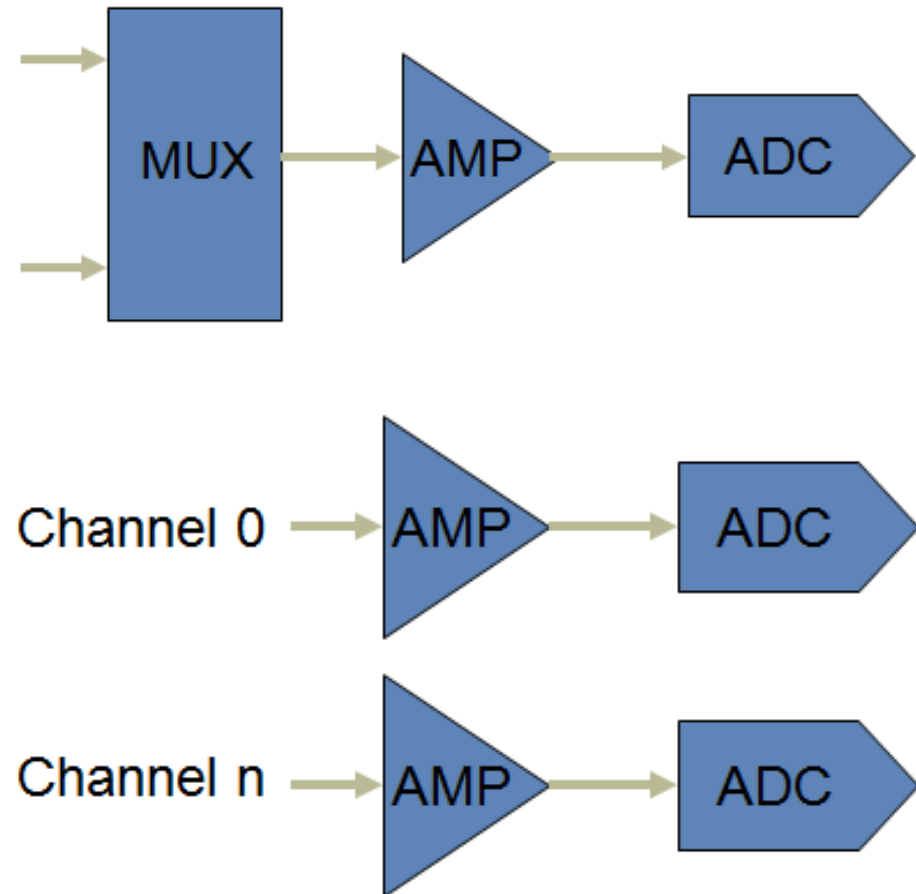
Princip A/D převodu



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

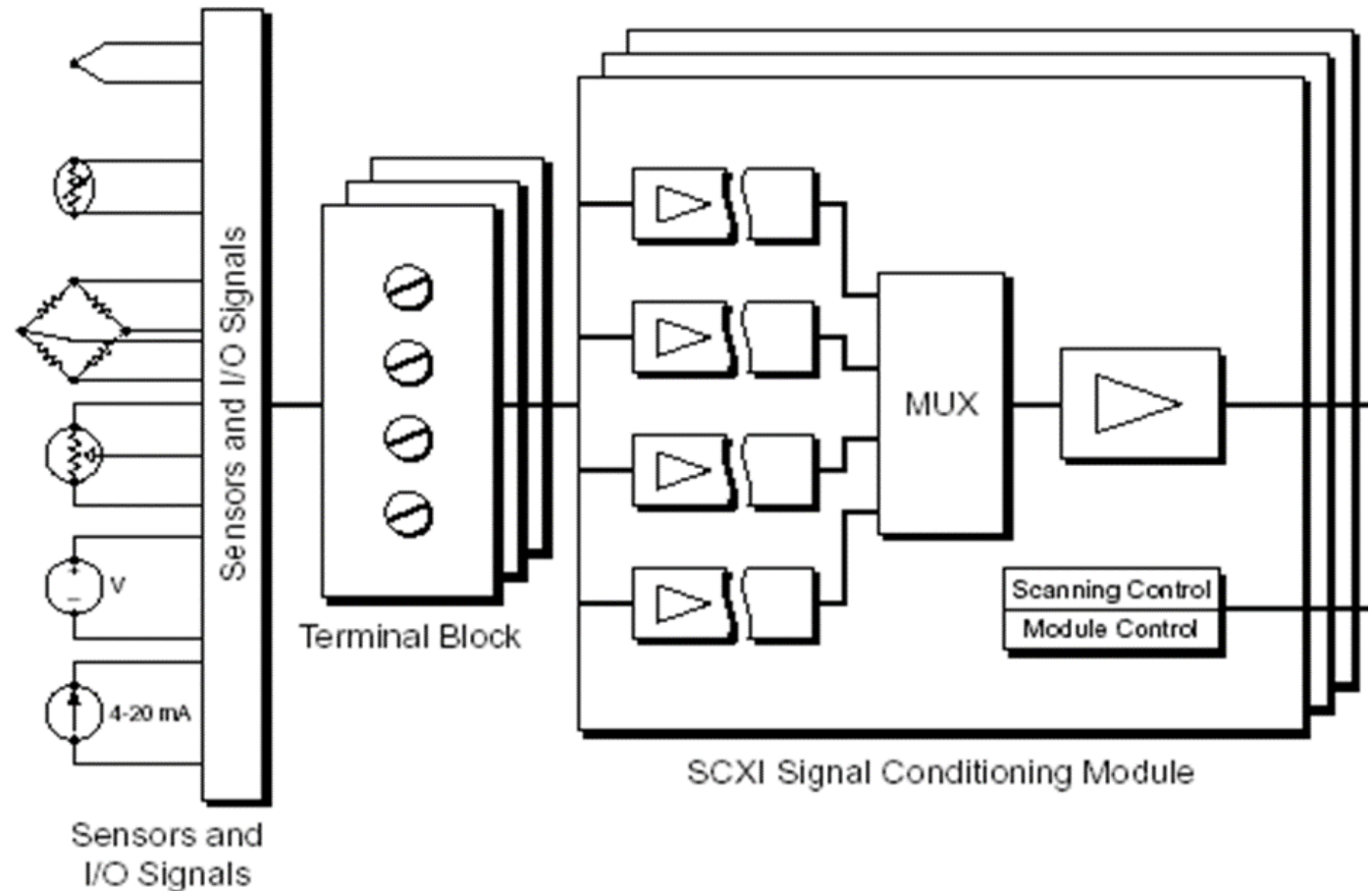
Více vstupů

- 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
 - cena za vstup se nemění



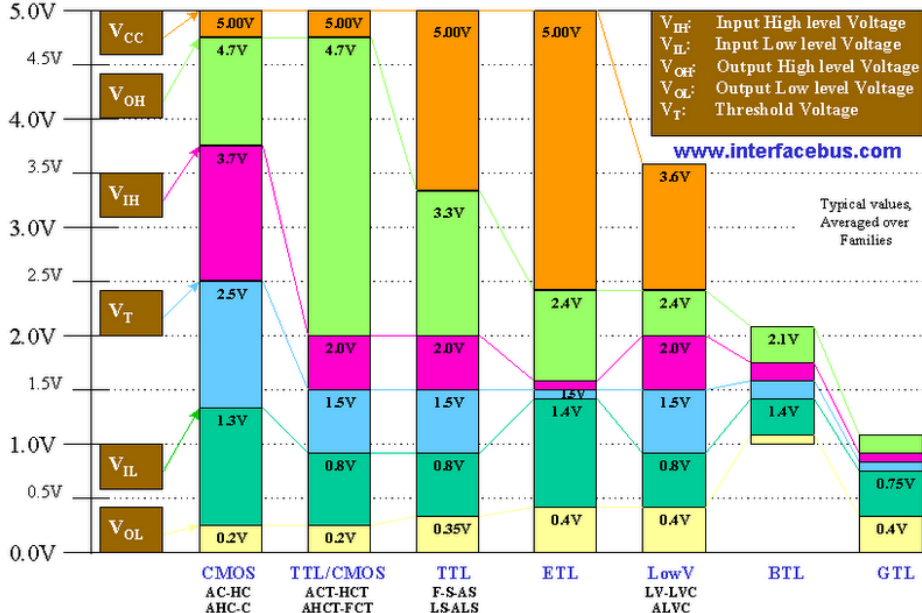
Přizpůsobení V/V

- Výstupy snímačů / vstupy ovládaných soustav je nutné elektricky přizpůsobit V/V přístroje
 - používáme přístroj/kartu pro odpovídající snímač/aktuátor



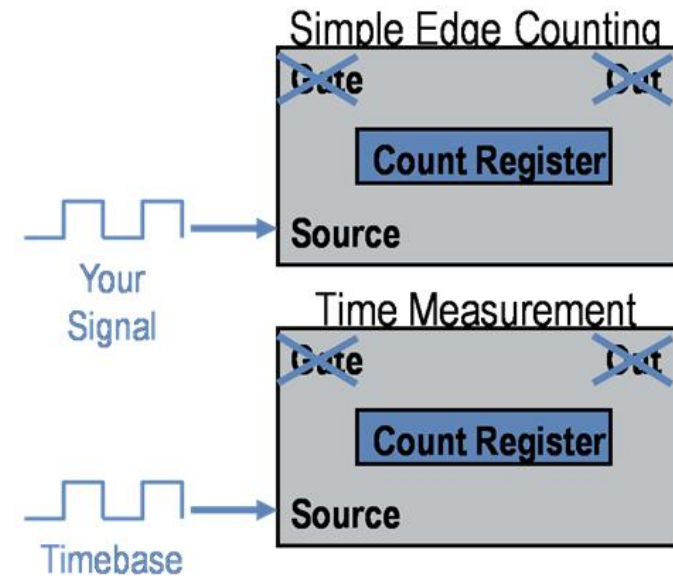
Binární vstupy a výstupy

- 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
 - TTL/CMOS (.5V)
 - HTL (24V, 12V)



Čítače / Časovače

- Čítač
 - čítá změny signálu na vstupu
 - směr čítání
 - rozlišení čítače
 - umožňuje
 - čítat impulsy na vstupu
- Časovač
 - čítá do zadaného počtu změn signálu na vstupu poté se resetuje a opakuje čítání
 - při resetu může provést definovanou akci např.
 - změnu úrovně výstupu
 - generování časově definovaného průběhu
- Hodiny (RTC)
 - 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



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

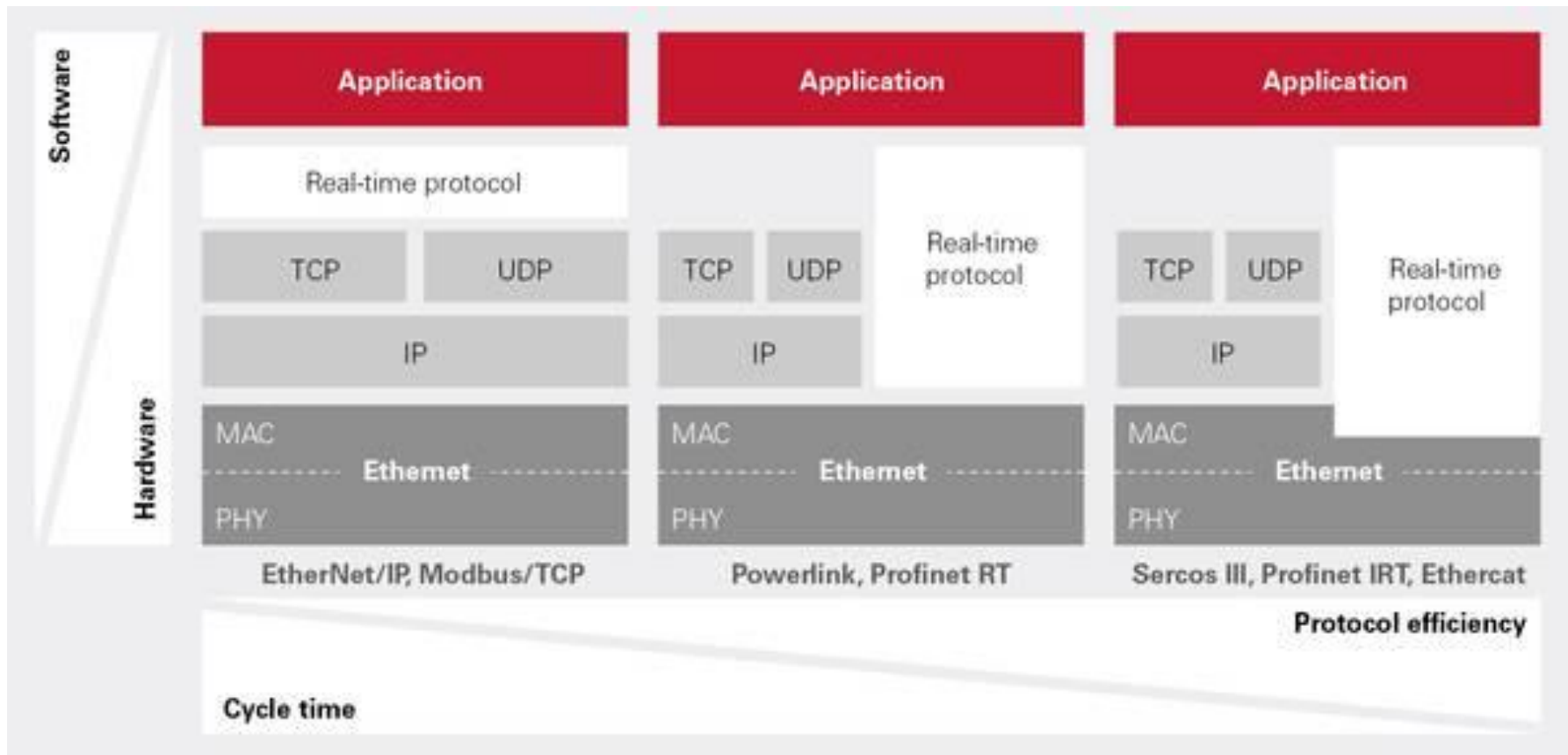
Local Area Network

- 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



Průmyslový Ethernet

- Používá se pro real-time aplikace
- Existuje několik průmyslový Ethernet protokolů
 - IEC 61158-x: Fieldbus for use in industrial control systems

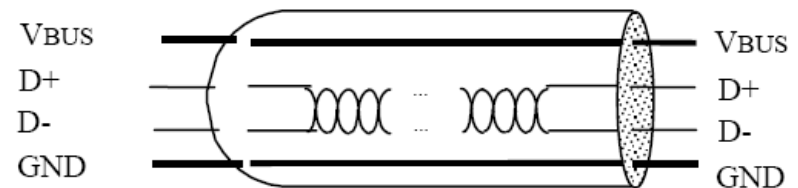


Sériový port - hardwarová úroveň

- 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

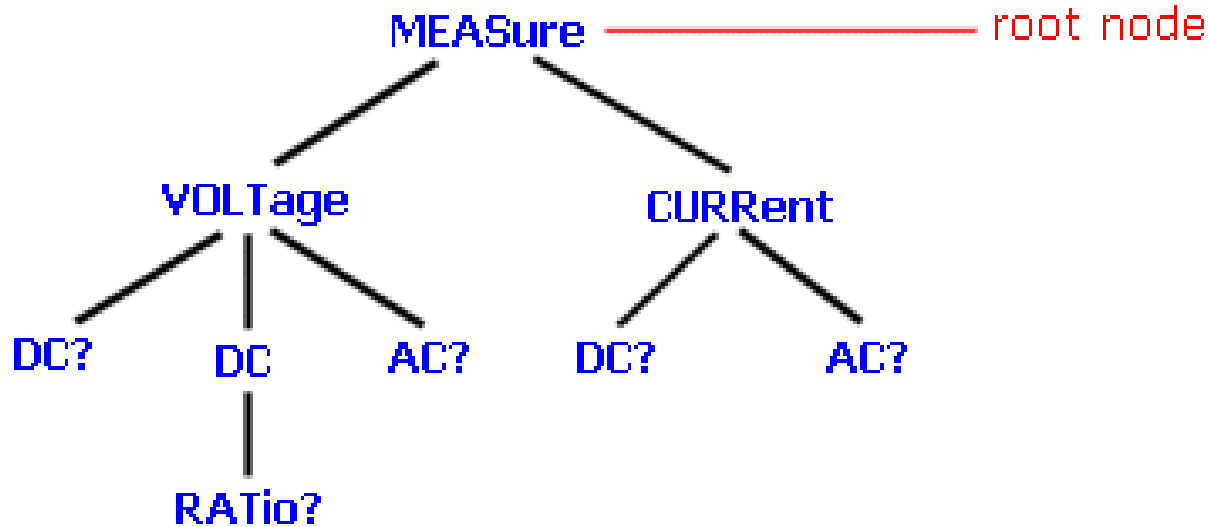


Připojení přístrojů

- VISA (Virtual Instrument Software Architecture)
 - standardizované softwarové rozhraní
 - umožňuje jednotným způsobem komunikovat s různými přístroji z různých programovacích prostředí



- SCPI - (Standard Commands for Programmable Instruments)
 - Obecný protokol pro komunikaci s přístroji
 - Fyzická vrstva - GPIB (IEEE488.2), RS232, USB, LAN, ..

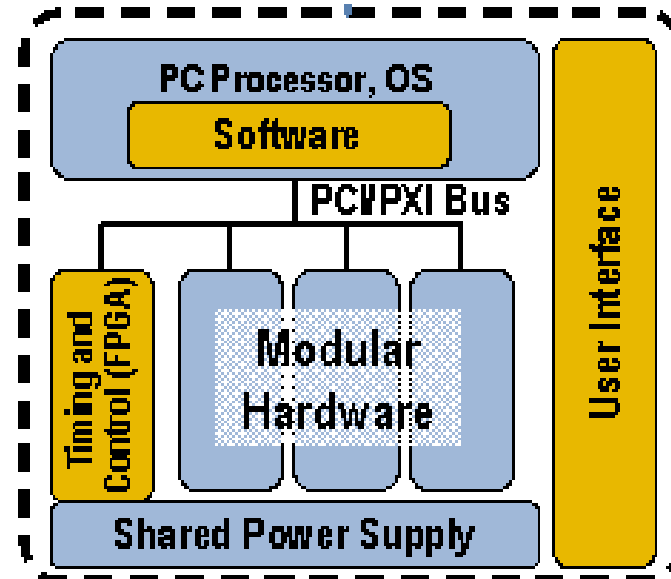
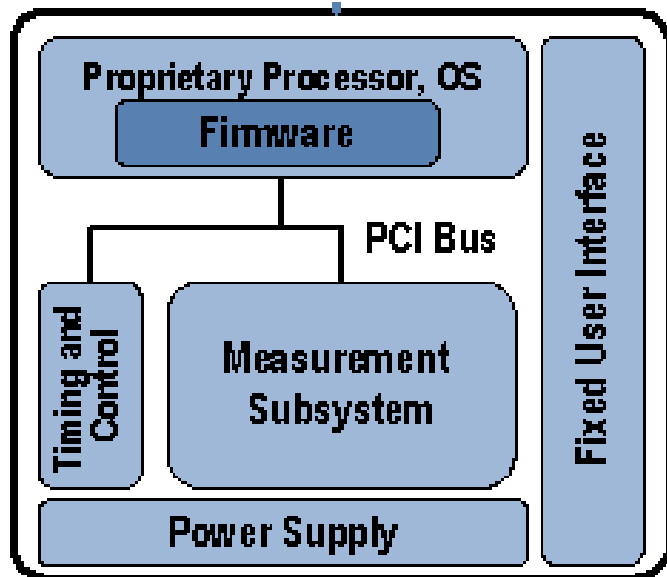


Software přístrojů

- 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

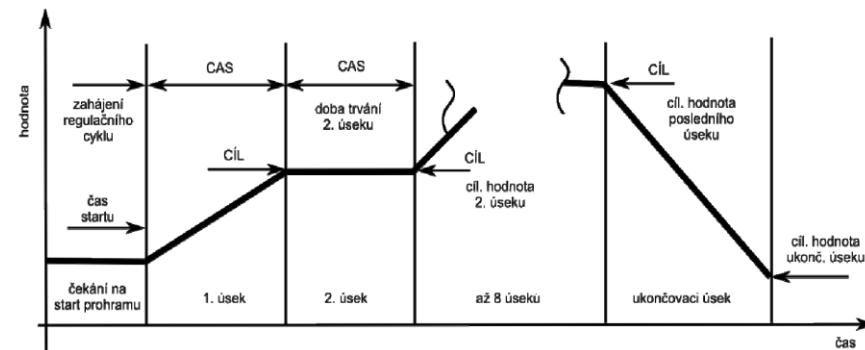
Typy přístrojů

- 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



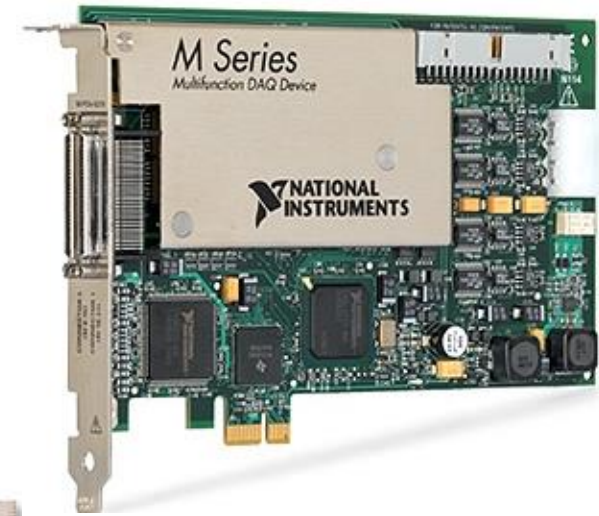
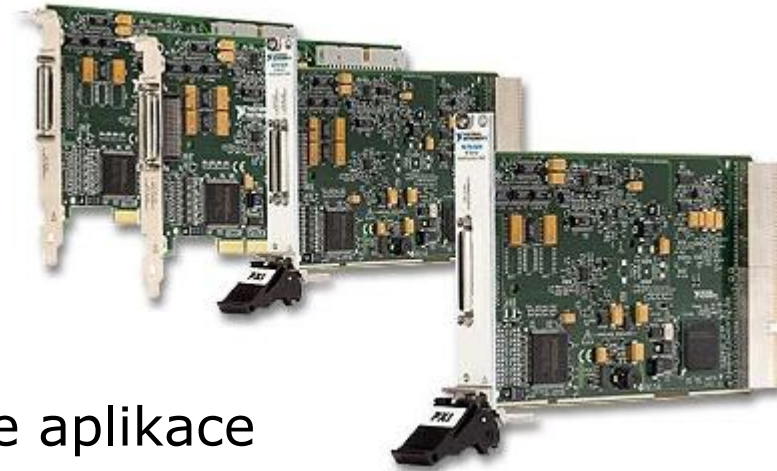
PLC

- Programmable logic controller
 - Velká skupina přístrojů navržených pro „průmyslovou automatizaci“
 - Programují se pomocí standardizovaných programovacích jazyků
 - Dělí se na:
 - kompaktní – „jedna krabička“ s minimální rozšiřitelností
 - modulární – CPU modul + karty
 - Distribuované – CPU + „ostrovy s kartami“



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 od různých výrobců

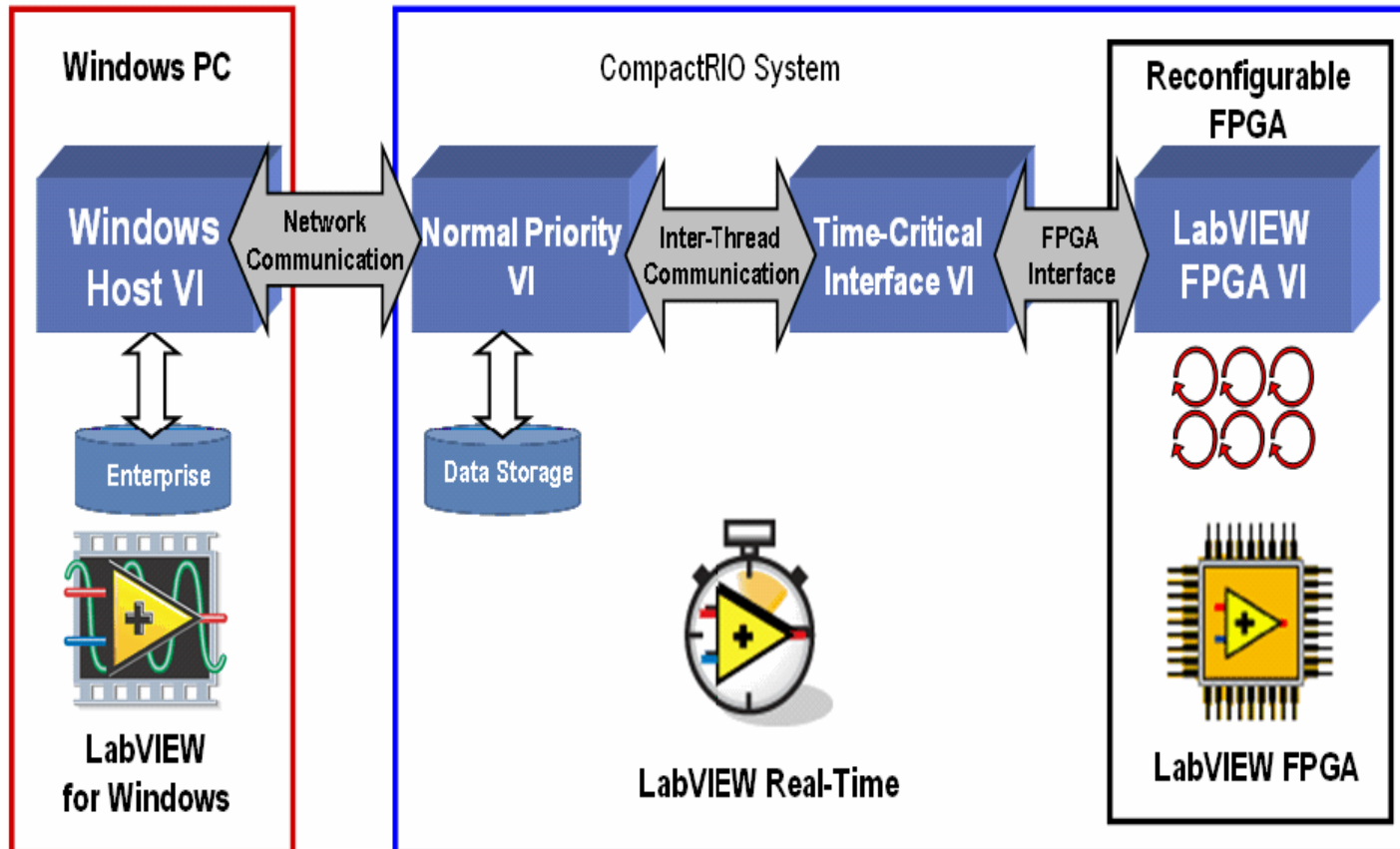


Softwarové knihovny pro práci s přístroji

- NI-DAQmx
 - DAQ - Data Acquisition
 - Knihovna funkcí pro práci DAQ hardwarem
 - rozhraní pro C/C++, C#, VB.NET, 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
- VISA - rozhraní pro ovládání přístrojů
 - Unifikuje práci s různými přístroji připojenými přes sběrnice
 - Ethernet, USB, RS-232,..
 - NI-VISA – implementace rozhraní společností NI
 - rozhraní pro C/C++, C#, VB.NET, LabVIEW..
 - obsahuje průvodce pro realizaci připojení přístroje

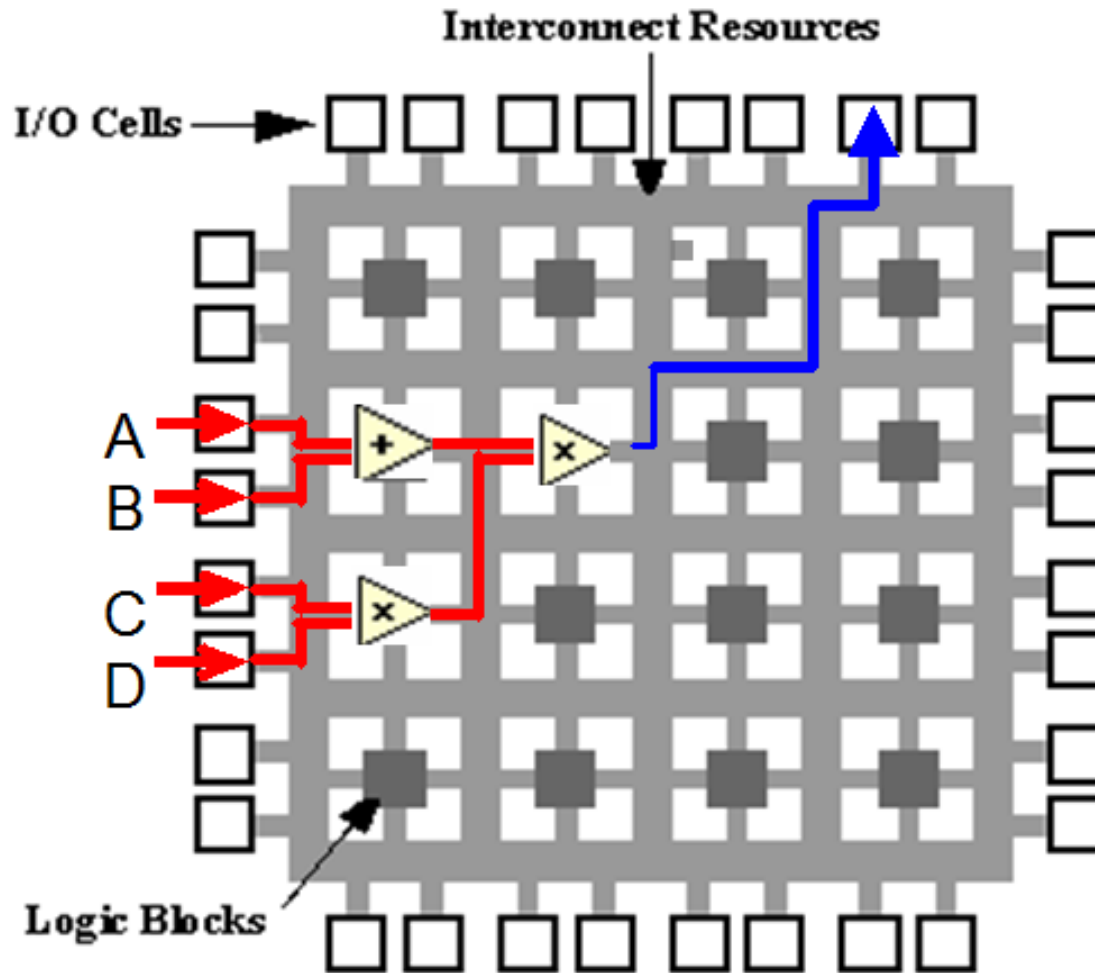
Kompaktní systémy

- 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

