

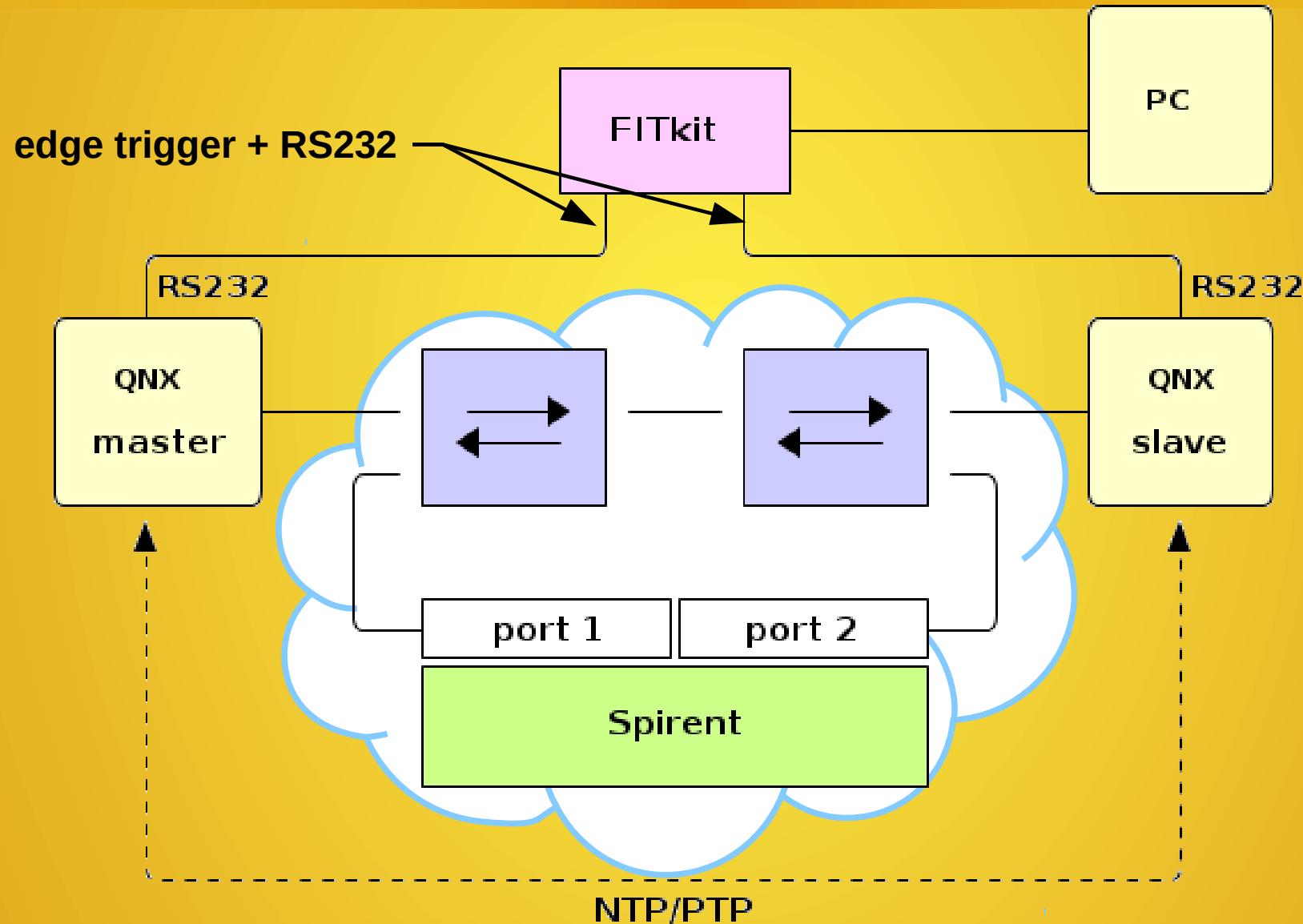
# **Zhodnocení metod pro synchronizaci času v řídicích systémech**

Jan Pacner

# Cíle

- Návrh a realizace měř. pros.
- Portace PTPd na QNX
- Měření PTP, NTP

# Měřicí prostředí



# Technologie

## NTP

- cca 200us; UTC (leap...)
- L4 (UDP)
- Stratum
- PLL, FLL; kernel discipline
- hodně rozšířený

## PTP

- desítky ns; TAI
- L2-L4 (Eth., UDP, PROFINET...)
- boundary, transparent clk
- „servo“ mechanismus (nedefinovaný!)
- málo rozšířený

multicast, unicast  
nespolehlivé linky

výpočet zpoždění (PTP master iniciuje, NTP naopak)

PPS

GPS, SCADA (QNX), FITkit, Spirent

edge\_generator, edge\_acceptor, edge\_collector, PTPd (L4)

# Výsledek



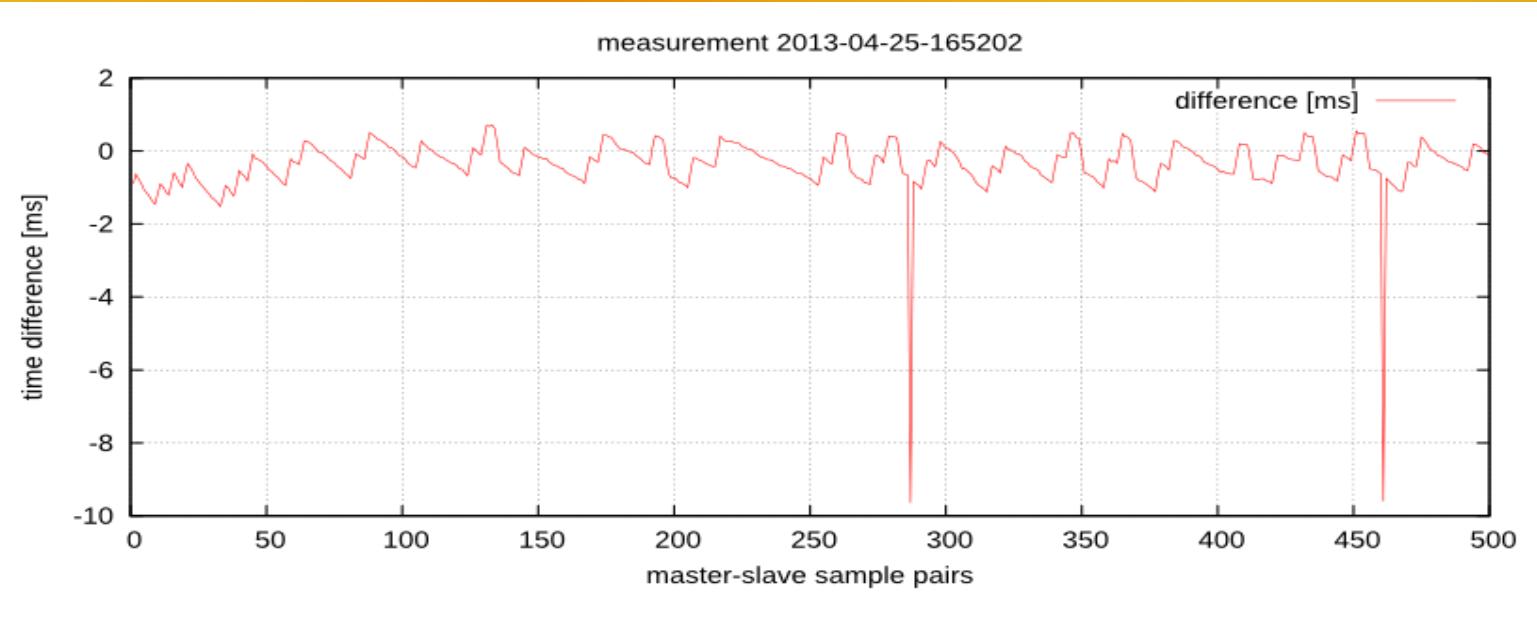
# Vyhodnocení - rozdíl

## PTP

- prům.  
-0.367ms
- med.  
-0.319ms

=> slave zrychluje

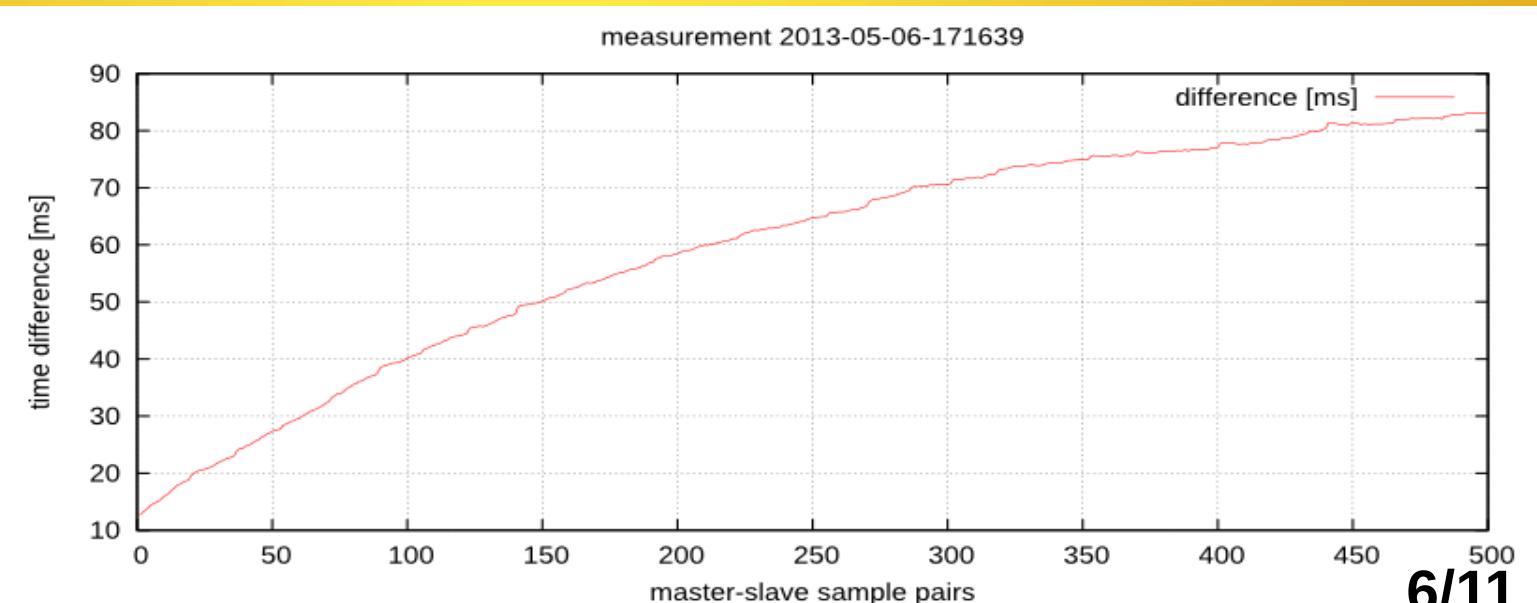
hypotézy...



## NTP

- prům.  
59.475ms
- med.  
64.755ms
- PI reg.

=> velký offset

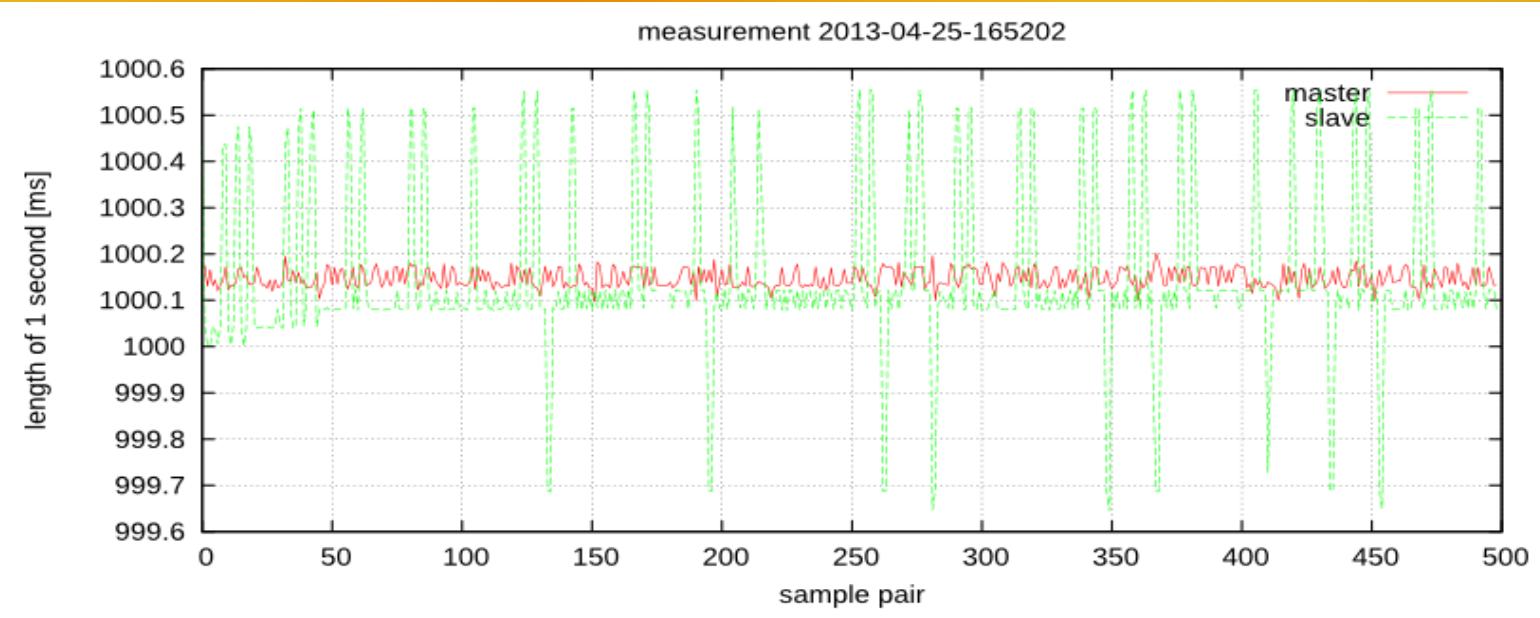


# Vyhodnocení – délka periody

## PTP

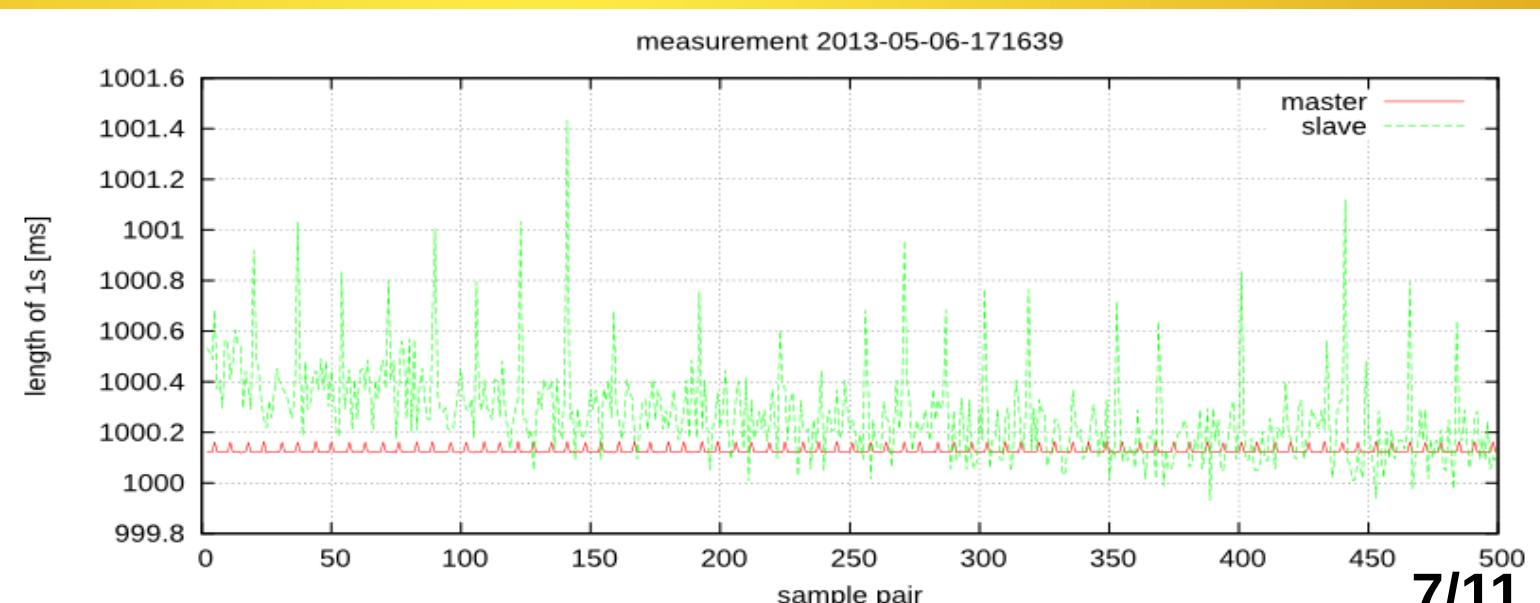
- filtrace 2sigma (směř. odch.)
- prům. [master] **1000.149ms**
- prům. [slave] **1000.151ms**

master???



## NTP

- prům. [master] **1000.128ms**
- prům. [slave] **1000.269ms**



# Závěr

- demonstrační/měřicí aplikace + HW
- PTPd úspěšně portováno
- NTP stabilnější (délka periody)
- PTP přesnější, ale citlivější na zátěž (viz. BP)

## Pokračování

- další měření
- příčiny odchylek
- spolupráce s ČVUT (Kalmanův filtr...)

# Otázky

**Bylo v rámci práce implementováno nějaké softwarové vybavení, nebo firmware pro FPGA? Pokud ano, proč to není v technické zprávě explicitně zmíněno?**

**Ano, bylo. Jedná se o portaci PTPd na QNX, implementace měřicích aplikací edge\_generator, edge\_acceptor a mnoha skriptů (edge\_collector) na obsluhu těchto měřicích aplikací a vyhodnocení výsledků měření. Tyto stěžejní části jsou umístěny v adresáři src/, protože tento byl uchováván odděleně, přímo na stanicích QNX, kde se prováděla jednotlivá měření.**

**Špatně jsem si vyložil význam BP - pokládal jsem ji především za popis teoretické části studentovy práce.**

# Otázky

**V sekci 6.2.3 píšete, že "byla zapnuta maximální úroveň výpisu zpráv na standardní výstup namísto do systémového logu, aby bylo možné pozorovat chování protokolu v reálném čase". Nemohly tyto výpisy ovlivnit měření?**

**Ne, protože se nejednalo o „debug“ výpisy. Tyto ne-debug výpisy (označované „verbose“) jsou oběma démony NTPd i PTPd vždy vypsány až po provedení časově kritické operace.**

# Otázky

**Popište obrázky 6.2 a 6.5 z technické zprávy, zaměřte se na popisy jednotlivých os a celkový význam grafů.**

**6.2 - pouhá demonstrace vlivu nastavení „niceness“ pod QNX**

**6.5 – slide 7, PTP (jitter vyhlazovacích alg., zpoždění FITkitu, zpoždění hierarchie sběrnic, zpoždění real-time jádra QNX, reálné vlastnosti synchronizačních protokolů); bez „kontra-výkyvu“ => posunutí hodin na stanici**