

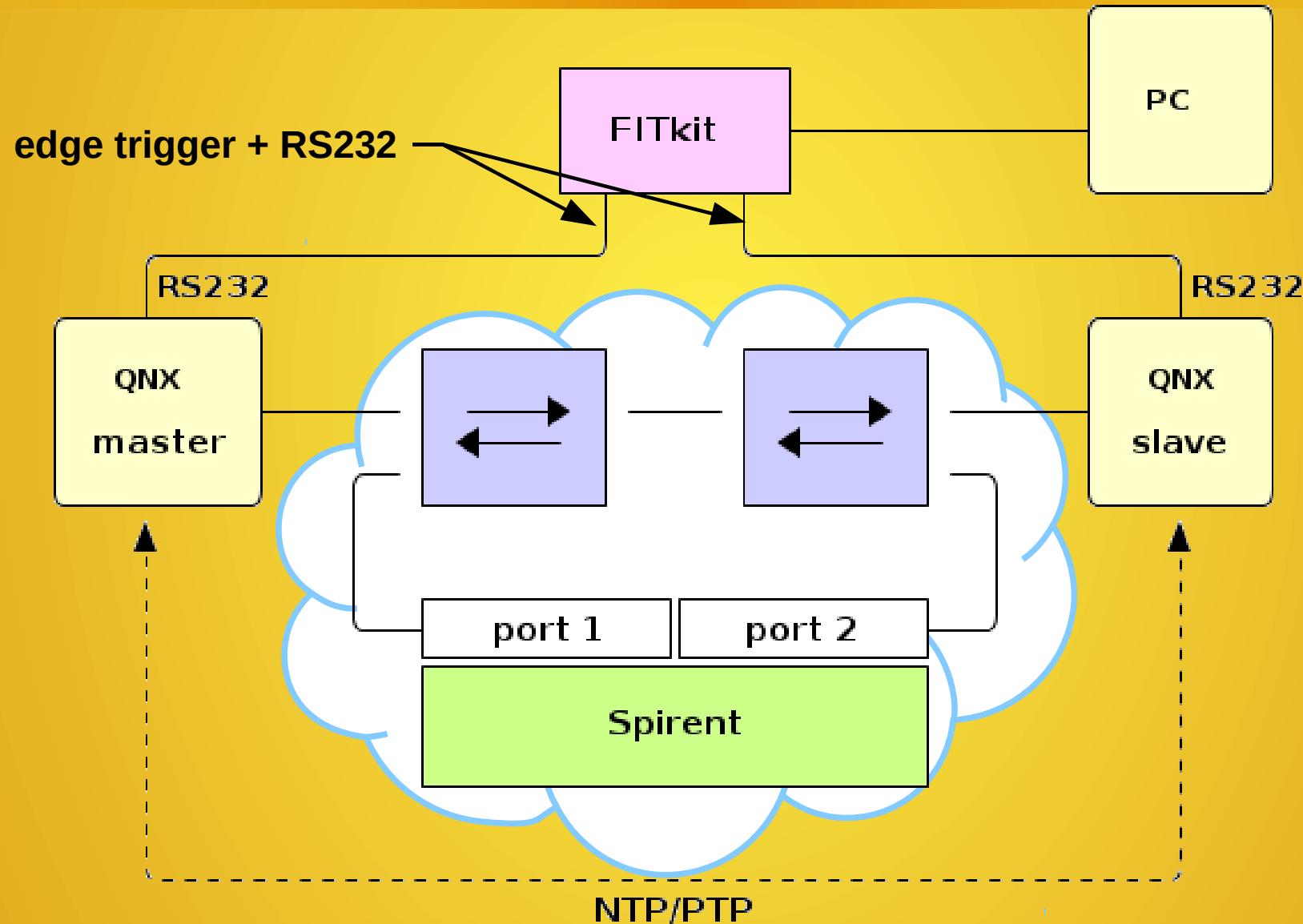
Zhodnocení metod pro synchronizaci času v řídicích systémech

Jan Pacner, Ondřej Ryšavý

Cíle

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

Měřicí prostředí I.



Měřicí prostředí II.

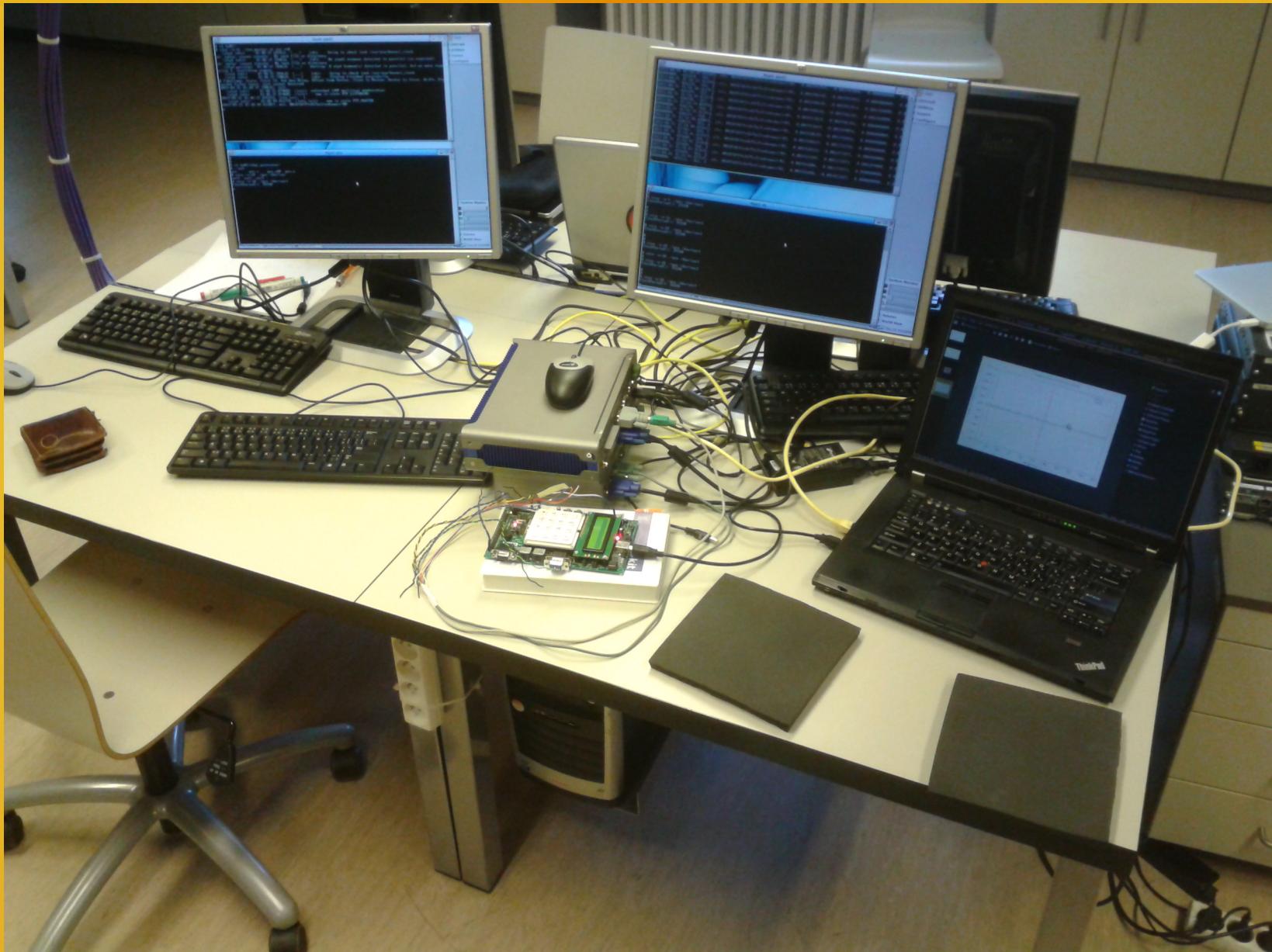
Přesnost

- zpoždění FITkitu, hierarchie sběrnic, real-time jádra QNX (tick, nice, drivers) => konst.
- GPS PPS => $\sigma = 127.84\text{ns}$

Zařízení

- FITkit, Spirent, Cisco 100MBit přepínače
- QNX, NTPd, PTPd (L4), edge_generator, edge_acceptor, edge_collector

Měřicí prostředí III.



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)

nezatíženo
1 hrana/s
=> cca
8 min.

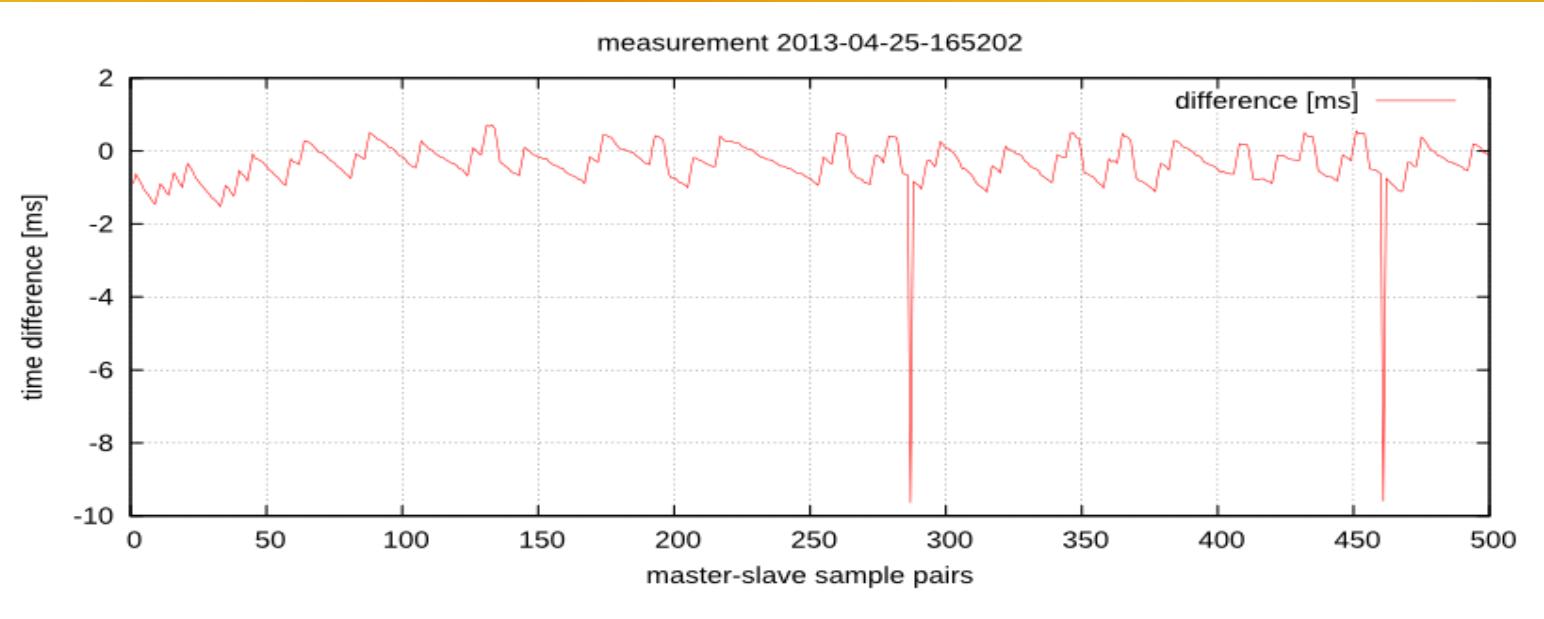
Vyhodnocení - rozdíl

PTP

- prům.
-0.367ms
- med.
-0.319ms

=> slave
zrychluje

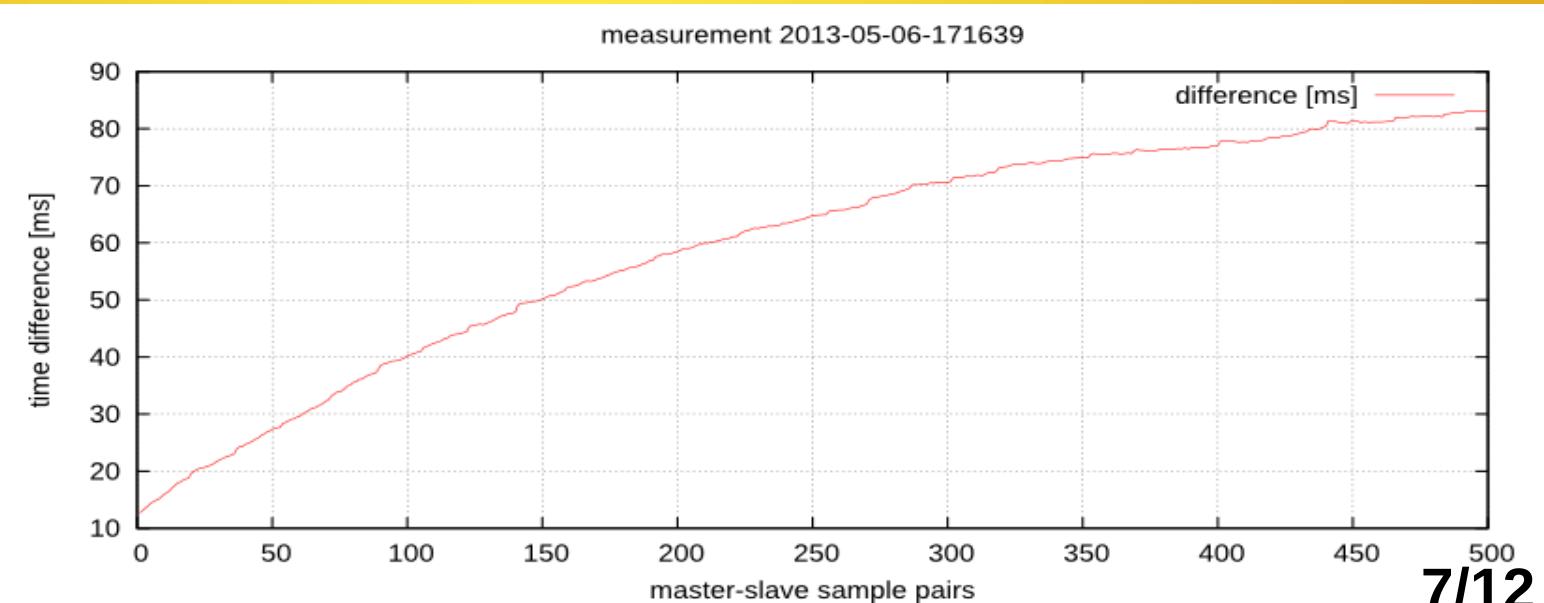
hypotézy...



NTP

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

=> velký
offset



nezatíženo
1 hrana/s
=> cca
8 min.

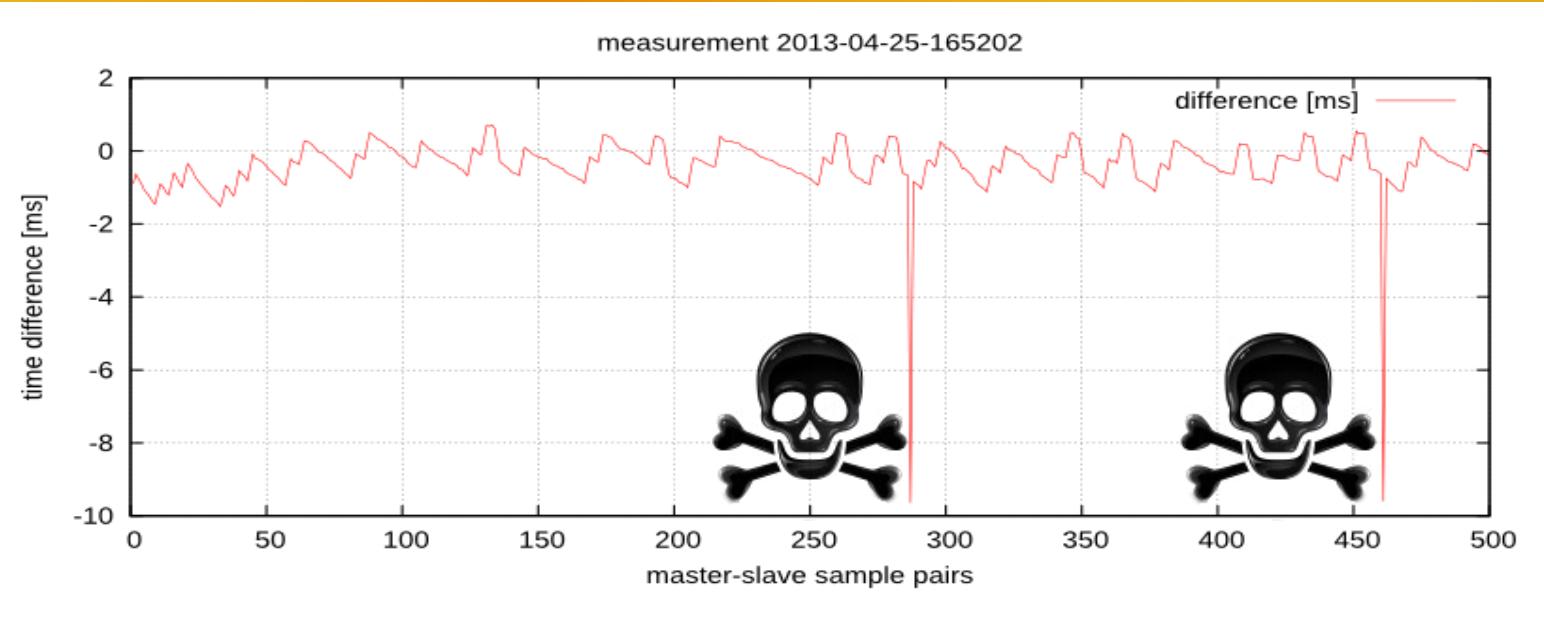
Vyhodnocení - rozdíl

PTP

- prům.
-0.367ms
- med.
-0.319ms

=> slave
zrychluje

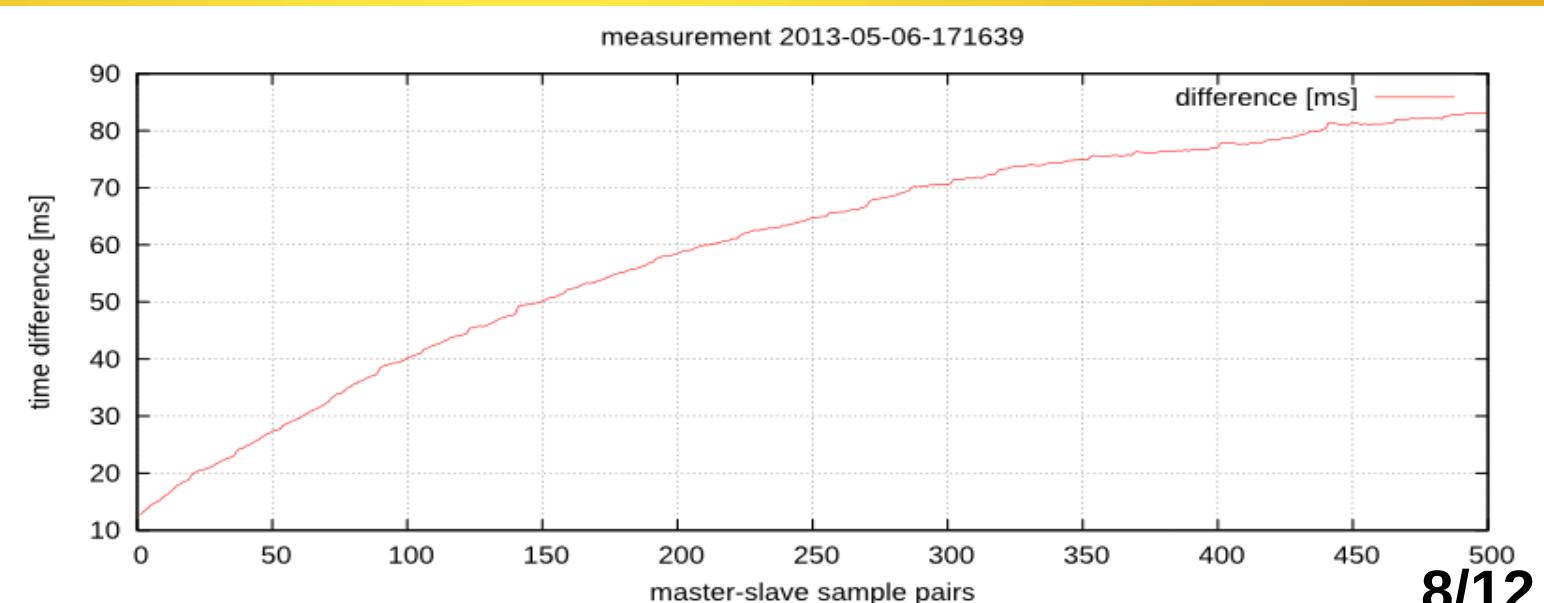
hypotézy...



NTP

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

=> velký
offset



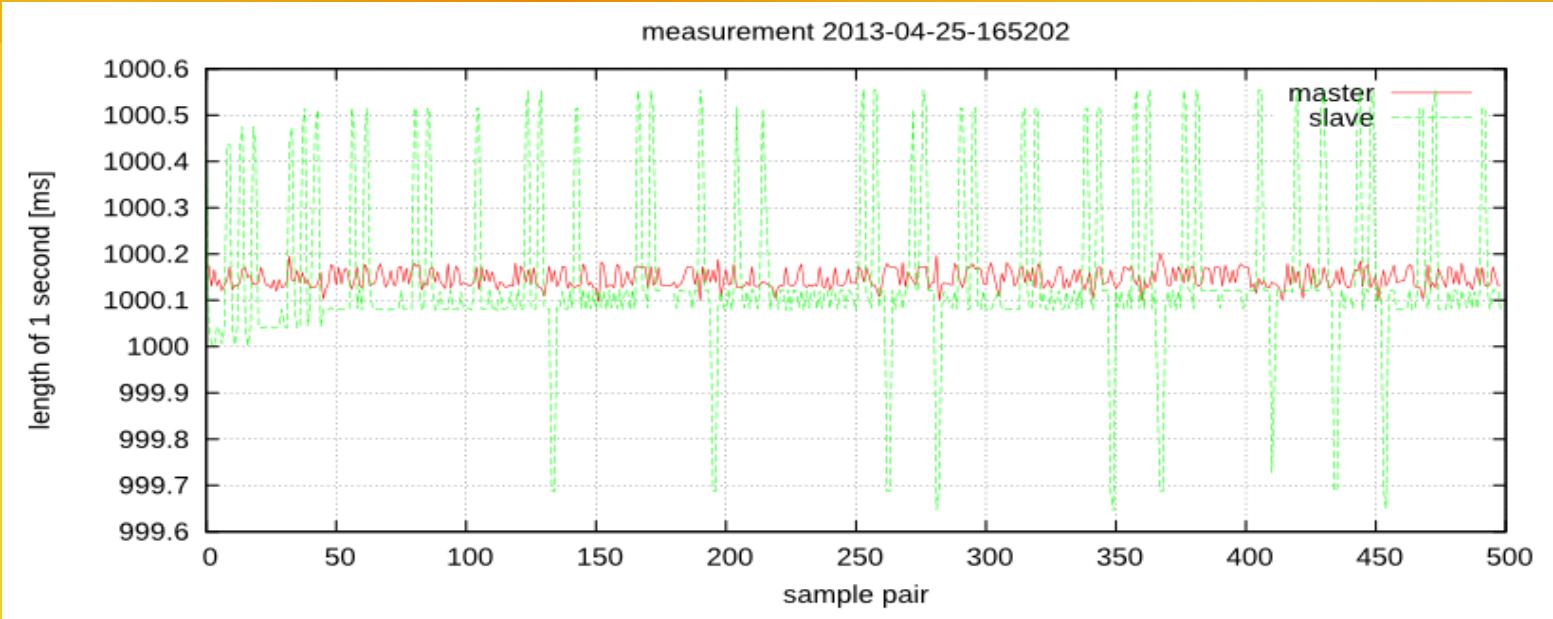
1 hrana/s
=> cca
8 min.

Vyhodnocení – délka periody

PTP

- filtrace 2σ
(směr. odch.)
- prům. [master]
1000.149ms
- prům. [slave]
1000.151ms

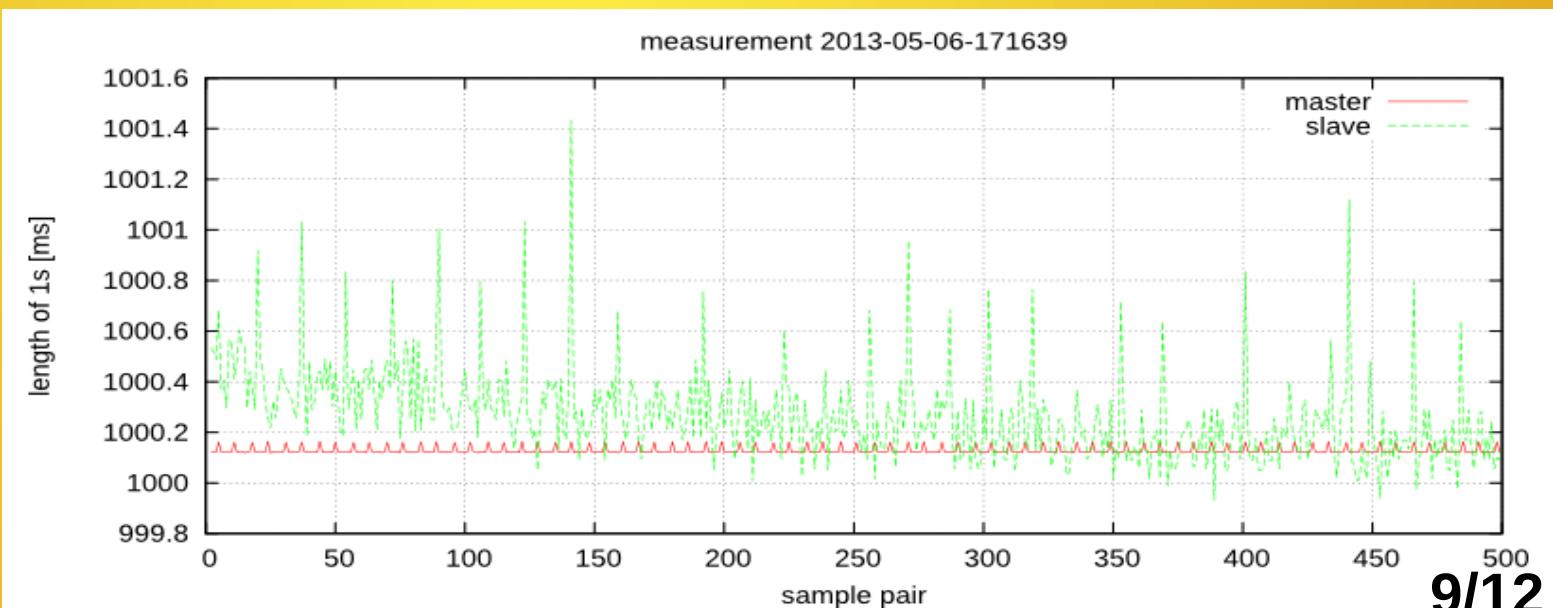
zátěž: 100% na
master



NTP

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

bez zátěže

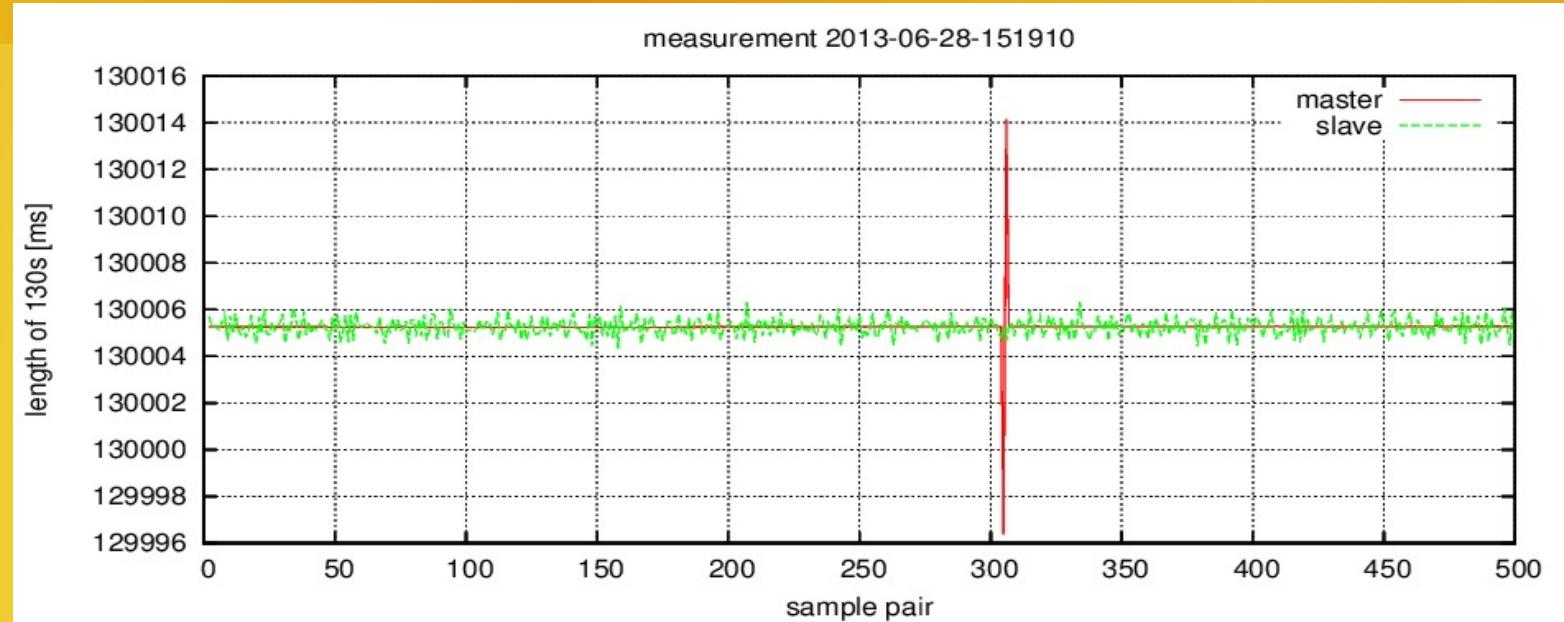


90% load shared line
1 hrana/130s
=> cca
18 hod.

Vyhodnocení – délka periody

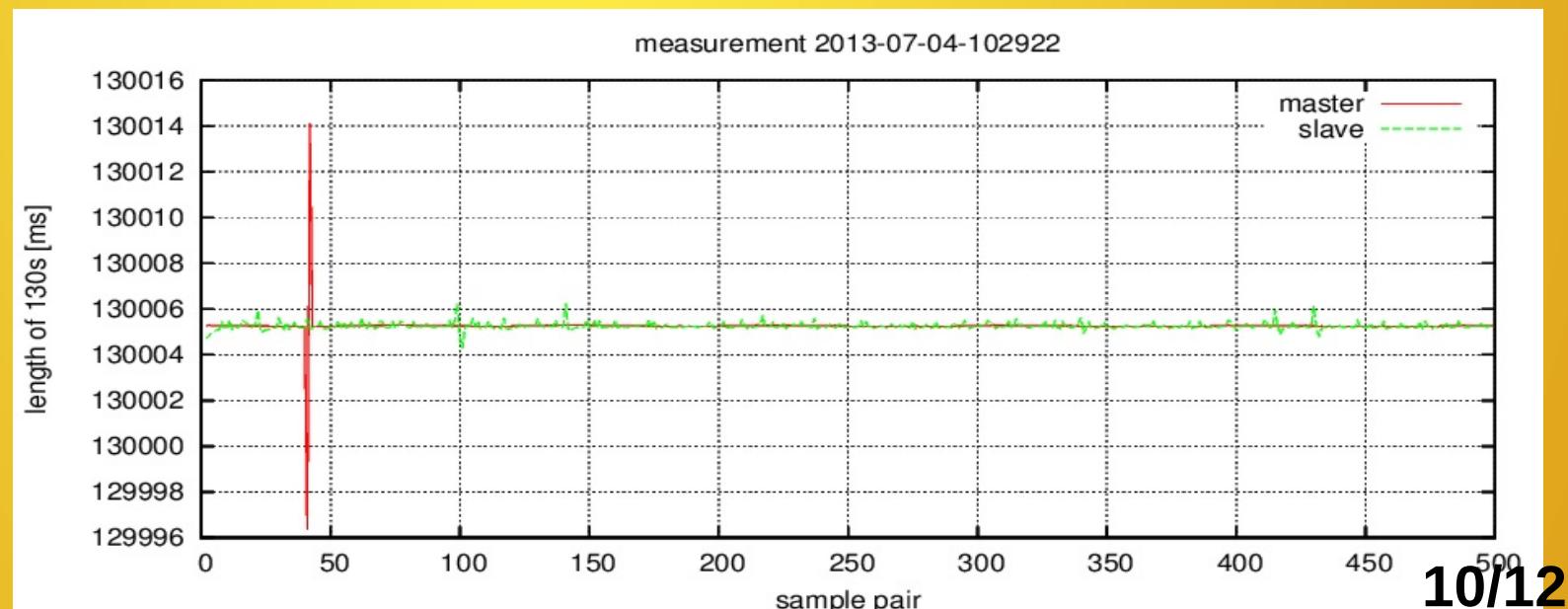
PTP

- jitter
- prům. [master] **130005.261ms**
- prům. [slave] **130005.261ms**
- stejné



NTP

- prům. [master] **130005.259ms**
- prům. [slave] **130005.256ms**
- různé

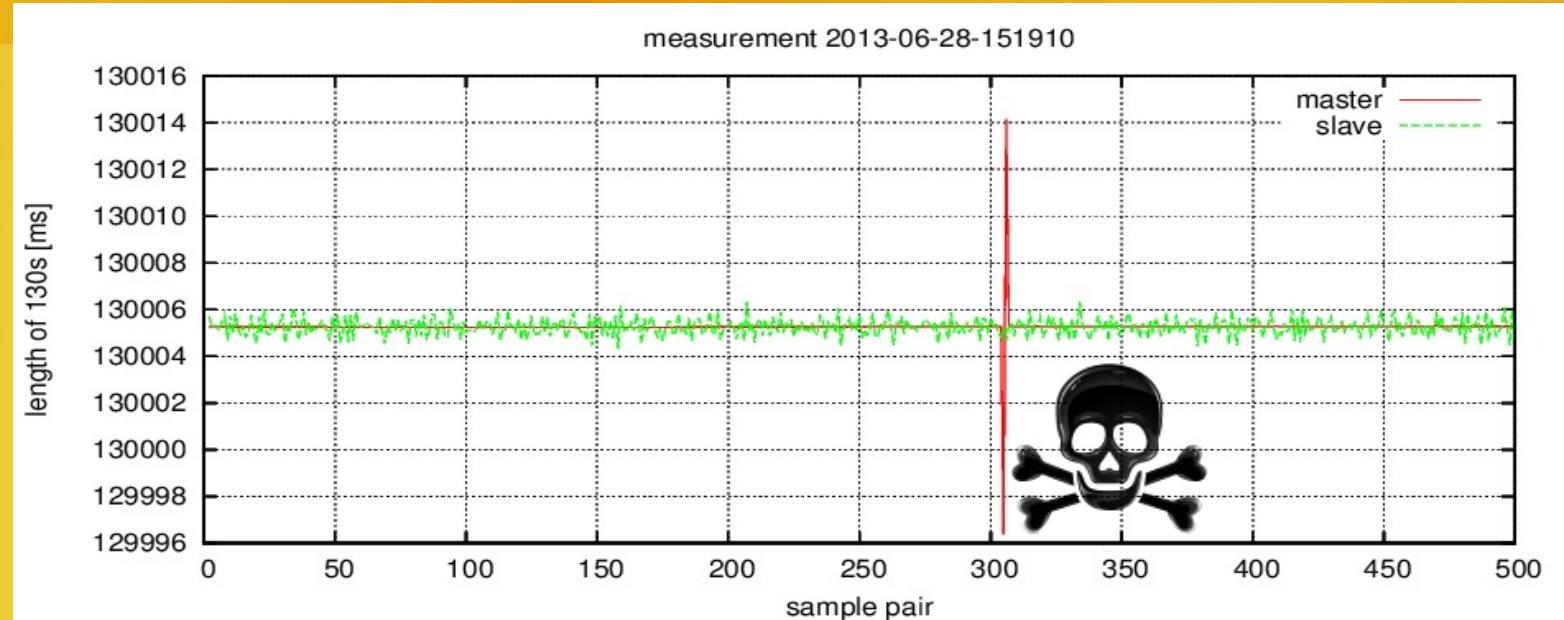


90% load shared line
1 hrana/130s
=> cca
18 hod.

Vyhodnocení – délka periody

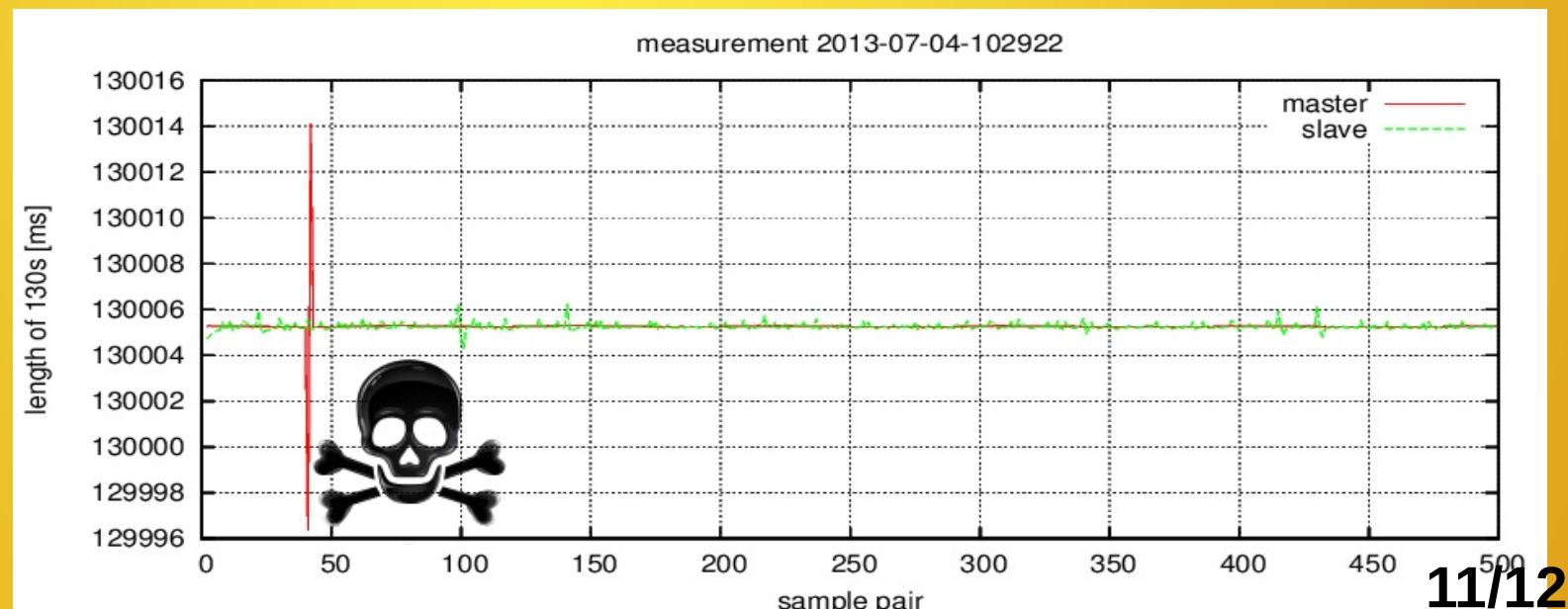
PTP

- jitter
- prům. [master] 130005.261ms
- prům. [slave] 130005.261ms
- stejné



NTP

- prům. [master] 130005.259ms
- prům. [slave] 130005.256ms
- různé



Závěr

- demonstrační/měřicí aplikace + HW
- PTPd úspěšně portováno
- NTP stabilnější (délka periody) v záteži
- PTP přesnější, ale citlivější na zátěž (viz. technická zpráva)
- výkon syn. prot. závisí především na filtru

Pokračování

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