



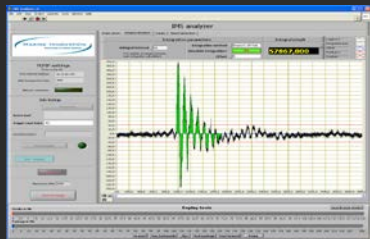
North Sea
Electronics

Tidssynkronisering av distribuerte sanntidssystemer

NI Days 2012
Øyvind Østensen

Kompetanse / Teknologi

- Software
 - Kontrollsystemer
 - Sanntidssystemer
 - Datalogging
 - Analyse og rapportering
- Hardware
 - Design DAK (Inventor)
- Elektronikk
 - Analog & Digital Design
 - Sensor interface
 - Mikrokontrollere
 - FPGA
 - Generell høytemperatur
 - Integrerte systemer
 - Kundespesifiserte systemer



North Sea
Electronics

National Instruments

- Alliance Partner
- 2 Sertifiserte LabVIEW utviklere
- Kan utvikle kundespesifiserte produkter for bruk med NI-produkter
- Mar-In GPS (for tidssynk og posisjonering)



USB to Serial Converter

Galvanically Isolated - Multiple Modes

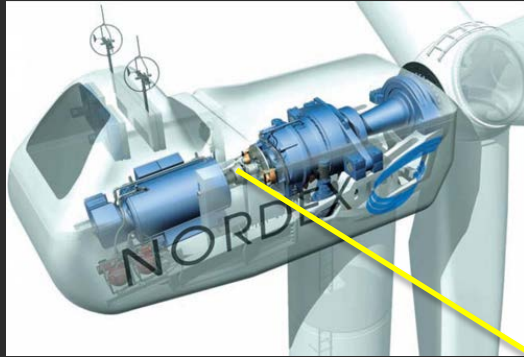
- Galvanically Isolated
- Several converters integrated in one unit (RS-232, RS-485, TTL 3.3V & TTL 5V)
- LED's indicating active mode
- One button allows toggling of modes
- Restarts in same mode if powered down
- D-Sub & terminal block for interconnections
- Selectable termination resistor (120 ohm) on RS-485 - No drivers required

www.USB2Serial.no



North Sea
Electronics

Condition Monitoring - Vibration



Existing Control System

Optional:

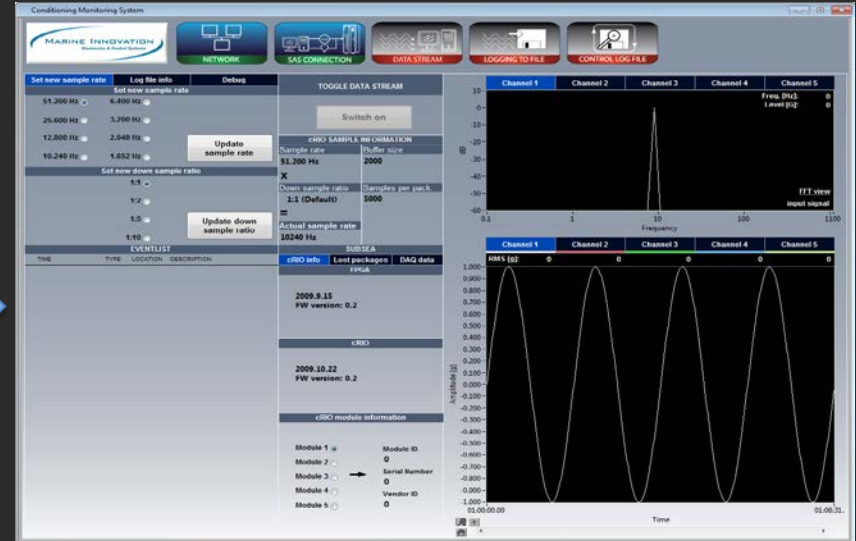
- TCPIP
- RS-232
- RS-485
- Profibus



TCPIP

Input from accelerometers
(Vibration sensors)

Vibration Monitoring interface



North Sea
Electronics



North Sea
Electronics

Tidssynkronisering av distribuerte sanntidssystemer

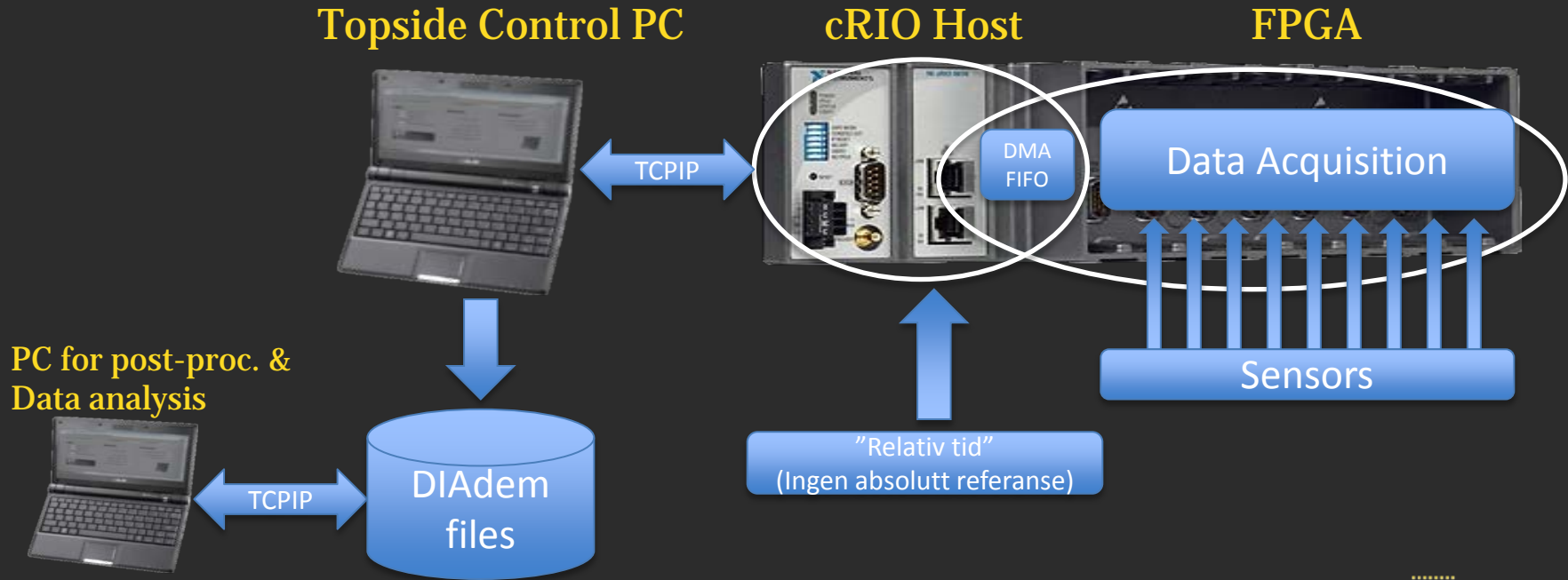
Formål / Problemstillinger

1. Data fra ulike geografiske områder skal synkroniseres ifm analyse.
2. Data innsamlet vha undervannsfarkoster eller lignende skal synkroniseres mot andre sensorer/systemer.

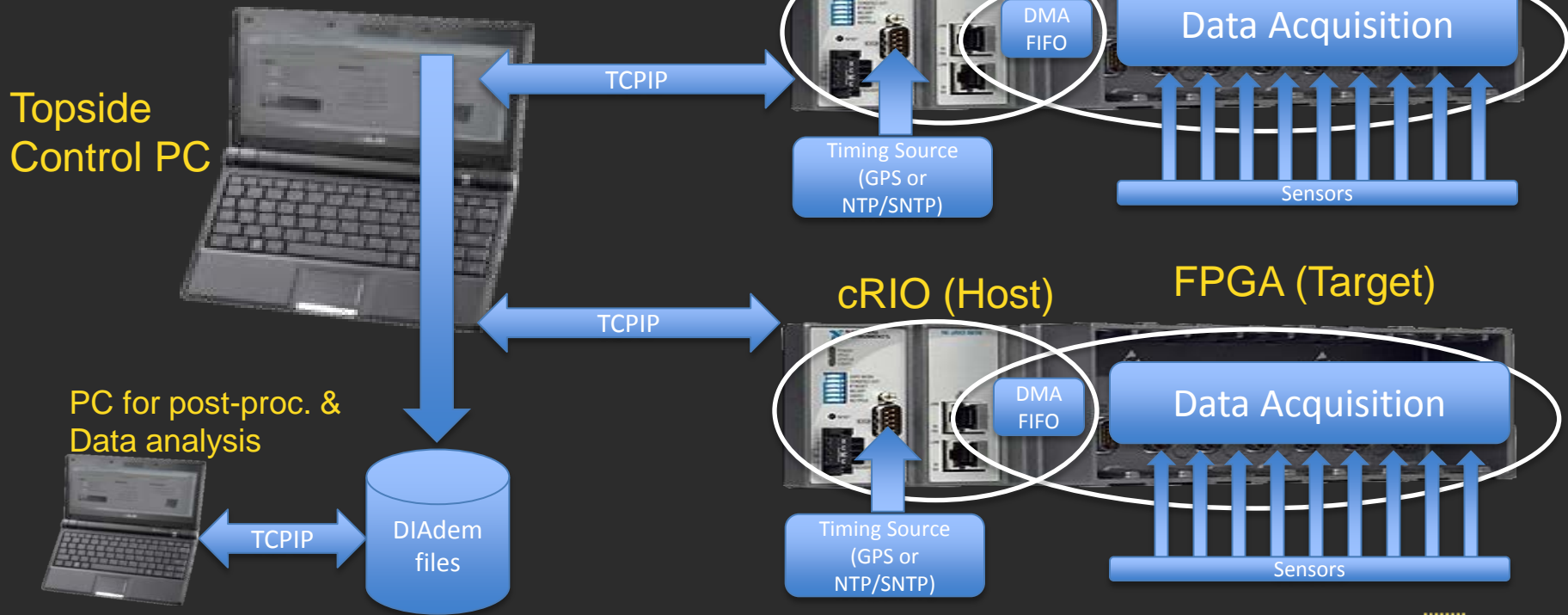
”En ønsker å skape en nøyaktig felles tidsreferanse”



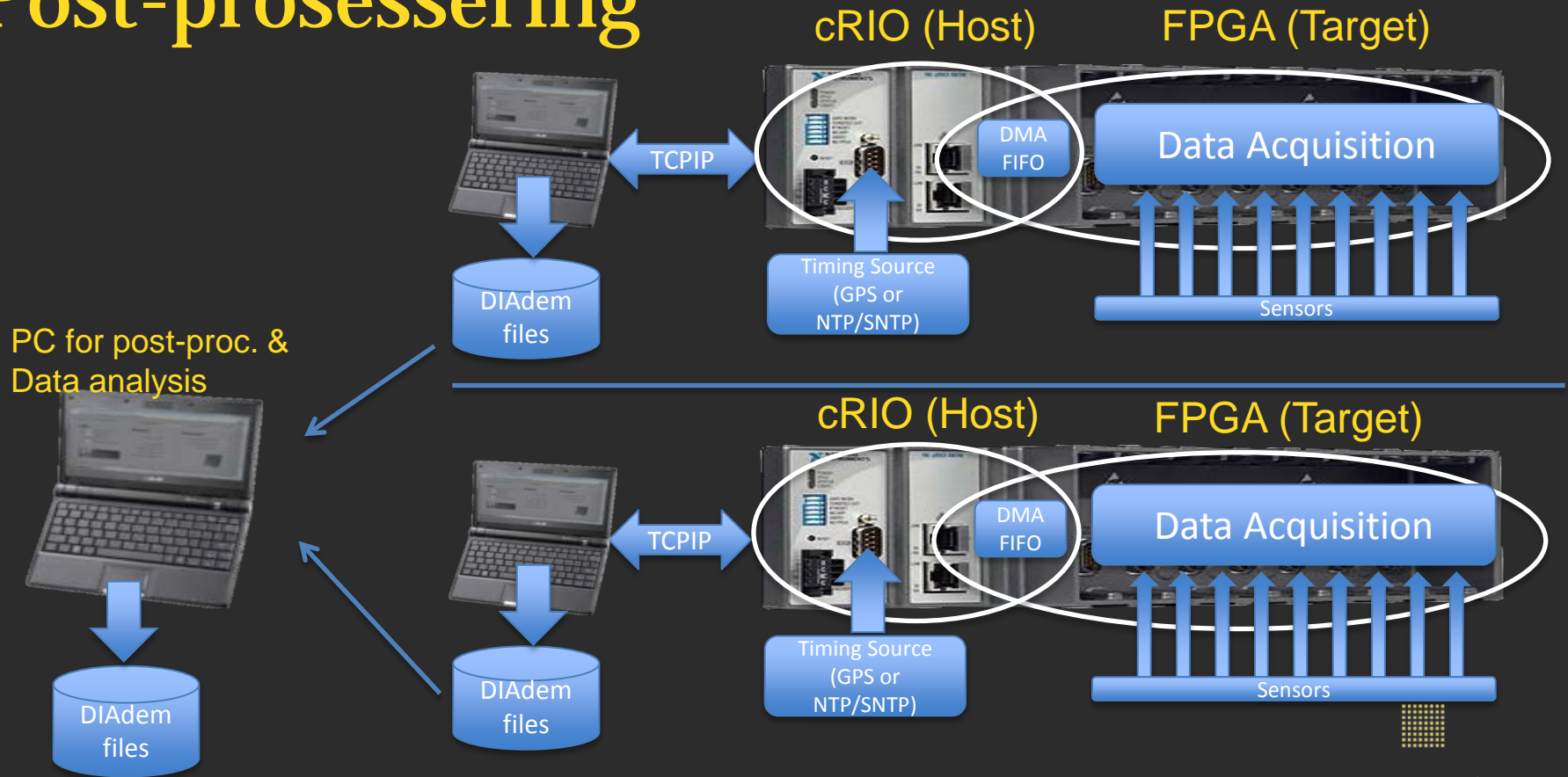
Stand-Alone system



Sanntidsoppsett



Post-processing



Tidsreferanser

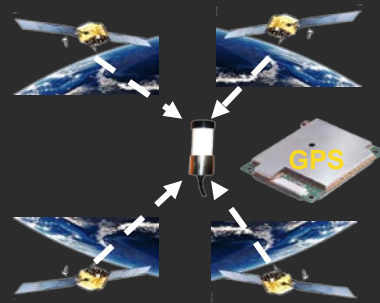
1. GPS

Global Positioning System

Atomklokker

~ 1 mikrosekund (50 ns)

Stand-Alone

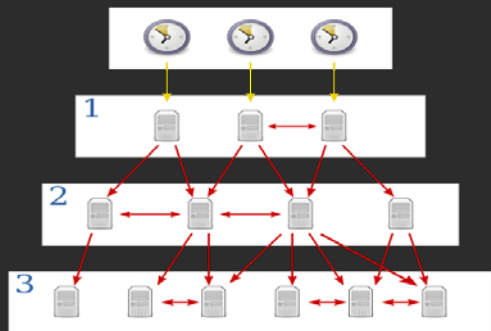


2. NTP/SNTP – (Simple) Network Timing Protocol

~ 10 ms over internett (NTP)

~ 200 us i lokale nettverk (NTP/SNTP)

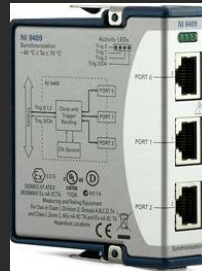
Nettverksavhengig



Tidsreferanser

- 3. PTP Precision Time Protocol IEEE 1588-2008
Grandmaster Clock
> 10 mikrosekunder ved ren SW løsning
< 1 mikrosekunder med HW/SW
NI-TimeSync Plugin for Software-Based 1588 1.1.1

- 4. NI 9469 Modul for synkronisering av flere chassis
Ethernet kabel
< 100 m

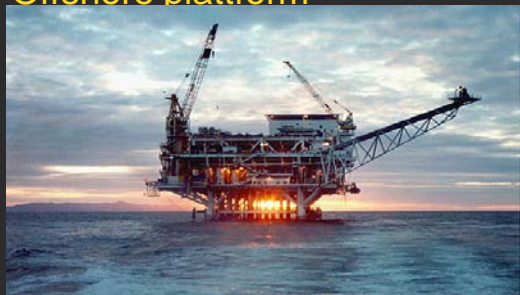


Scenario #1



Lokasjon #1
Kraftstasjon onshore

Lokasjon #2
Offshore plattform



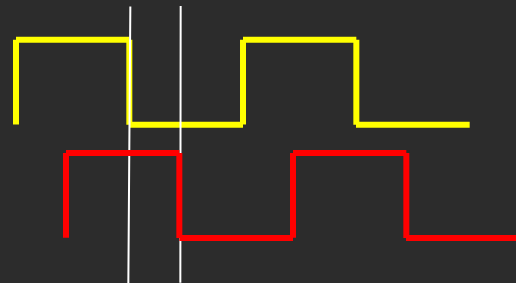
Eksempel:

En ønsker å måle hvor mye fasevridning som oppstår ved bruk av en lang forsyningskabel for strøm.

For å kunne kjøre Fourier-analyser, må en være sikker på at målingene er foretatt innenfor 10-20 mikrosekunder av absolutt tid.



Innsamlede data



?



North Sea
Electronics

Scenario #1



Lokasjon #1
Kraftstasjon Aukra



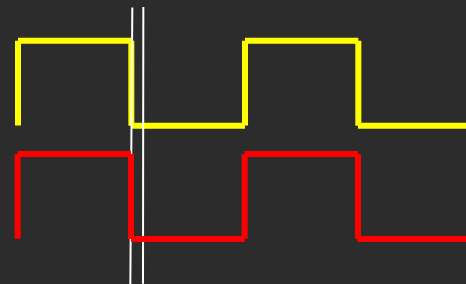
Innsamlede data

Lokasjon #2
Offshore plattform



Ved å benytte en GPS mottaker på begge lokasjoner, kan begge data-sett tidsstemples med korrekt absolutt tid.

Dette muliggjør eksakt korrelering enten i sann tid, eller i forbindelse med post-prosessering.

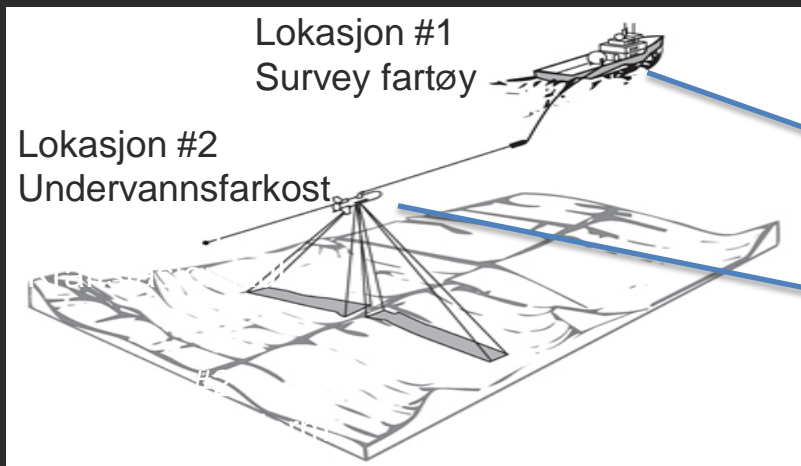


< 5 us
(0,000.005 sek.)



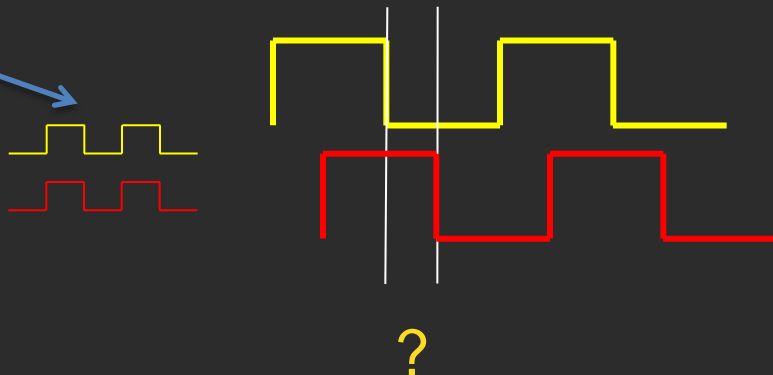
North Sea
Electronics

Scenario #2



Siden den ene lokasjonen er subsea, er det ikke mulig å benytte GPS der...

Innsamlede
data



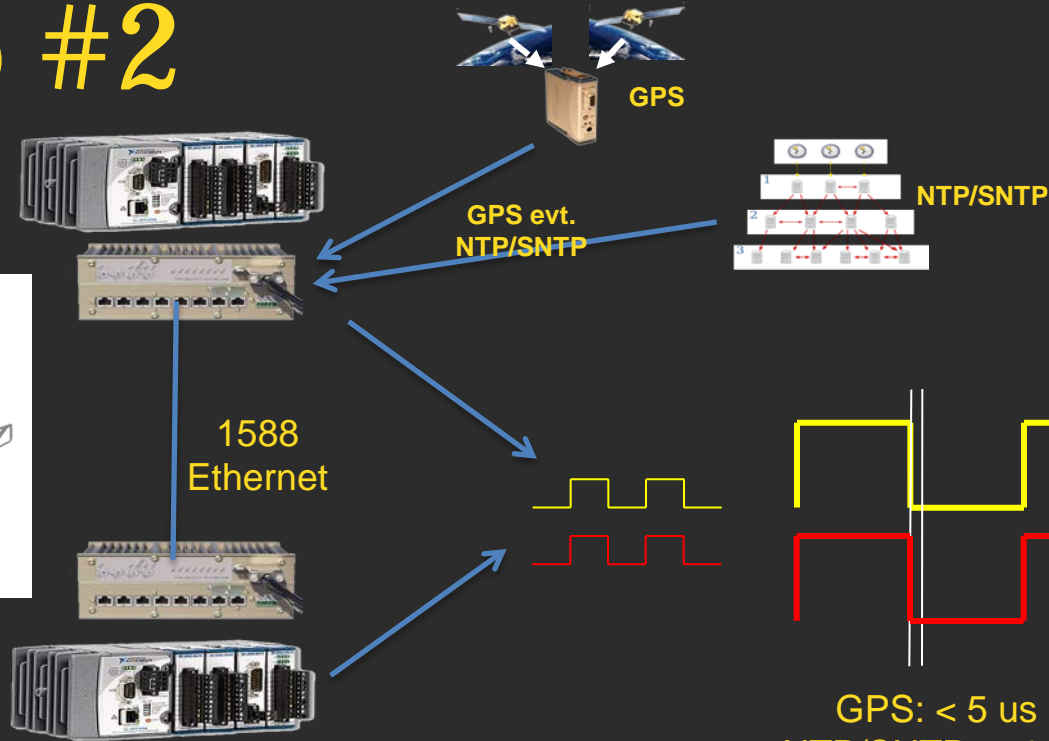
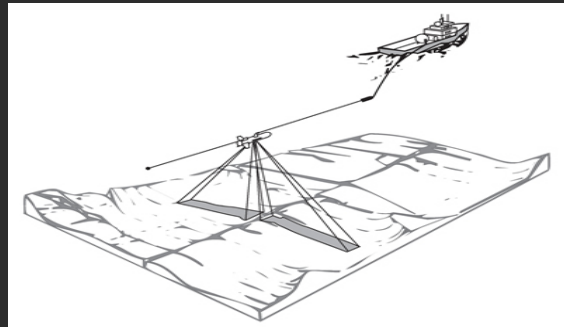
Eksempel:

Ved havbunnskartlegging trenger man å tidsstemple alle data som er innsamlet subsea for å kunne korrelere disse dataene mot andre data. Det er også nødvendig for å kunne kjøre filtrering i ettertid.



North Sea
Electronics

Scenario #2



GPS: $< 5 \mu\text{s}$
NTP/SNTP: $< 1\text{ms}$

Tidsreferanse blir etablert vha GPS topside, og sendt via deterministisk Ethernet til subsea hvor tidsinformasjonen blir distribuert.



North Sea
Electronics



North Sea
Electronics

Synkronisering av kontrollere ved hjelp av GPS

GPS

- *Sender ut et tidstelegram (Ascii) hvert sekund*

\$GPRMC,123519,A,4807.038,N,01131.000,E,022.4,084.4,230394,003.1,W*6A (68 bytes)

→ Sendes for eksempel på 9600 bits/sekund

→ $68\text{bytes} \times 8\text{ bits/byte} = 544\text{ bits}$ → $T_x = 544 / 9600 = 0,057\text{ sec} = \underline{57\text{ ms !!}}$

- *Sender ut PPS (Pulse Per Second) som angir når tidstelegrammet er gyldig (Rising Edge).*



NB !!

PPS mottas før klokkestreng! → Må kompenseres for !

Skuddsekund – Skuddår – Datoskifte – Månedsskifte



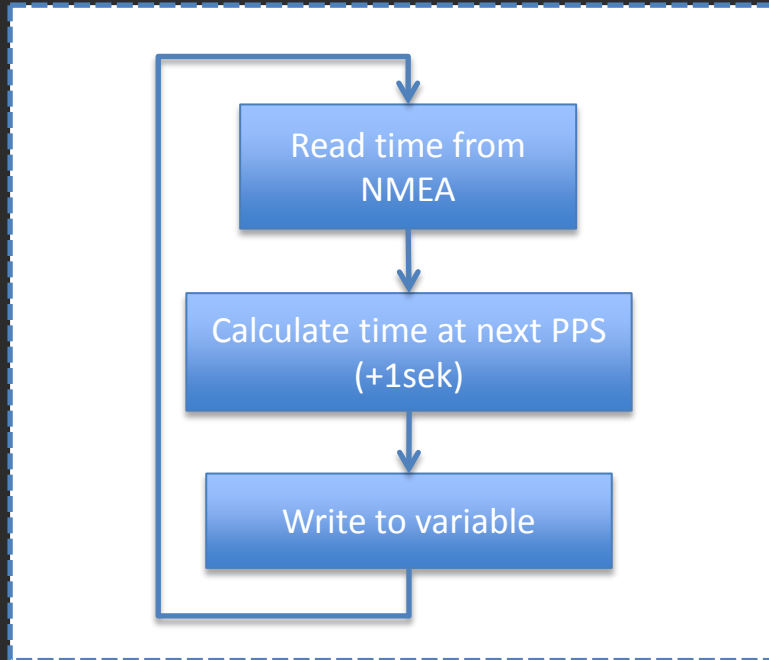
NSE GPS Modul

- *GPS (NMEA time telegram & PPS) ~ +/- 1us absolutt tid*
- *FPGA API for å lese PPS og NMEA*
- *Serieport for konfigurering og NMEA msg*
- *Korrigerer tiden på hver PPS pulse på FPGA nivå.*



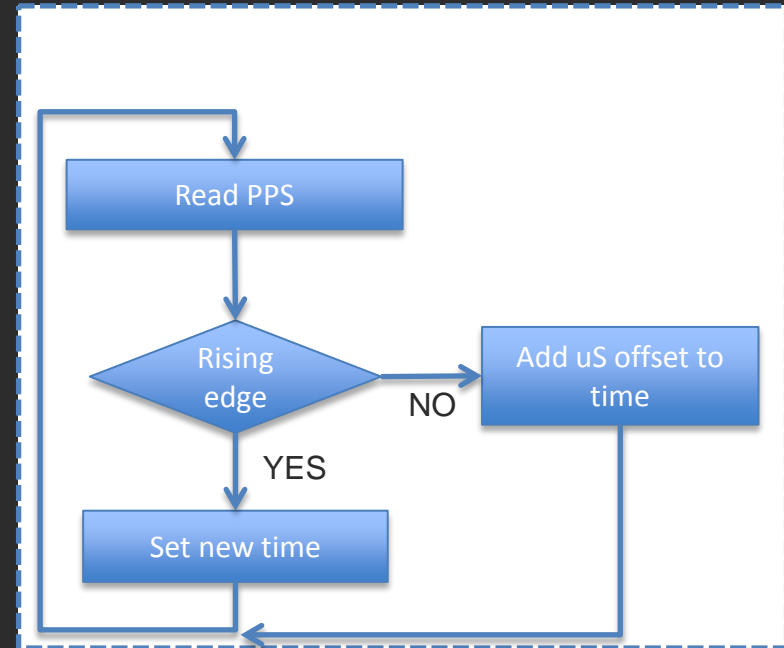
GPS – FPGA

- *Les seriell data fra GPS, og "konverter" til FPGA format...*
- *1Hz*



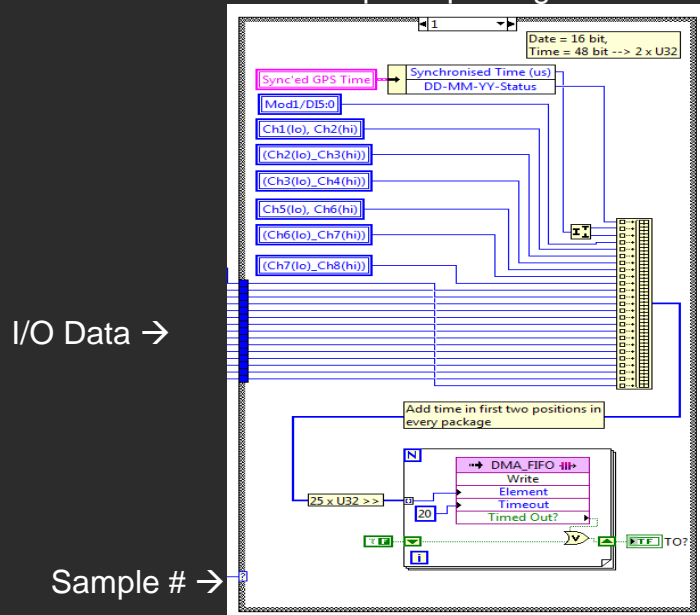
GPS – FPGA

- *Etablerer en "intern" mikrosekund variabel. Denne korrigeres hvert sekund (GPS input), og teller mikrosekunder siden midnatt.*
- *Den lokale tidsreferansen ligger på FPGA nivå, og sikrer at alle data som blir samlet inn blir tidsstemplet med nøyaktig klokke*
- *Loop spinner med maks hastighet for å detektere "rising edge" på PPS raskest mulig.*

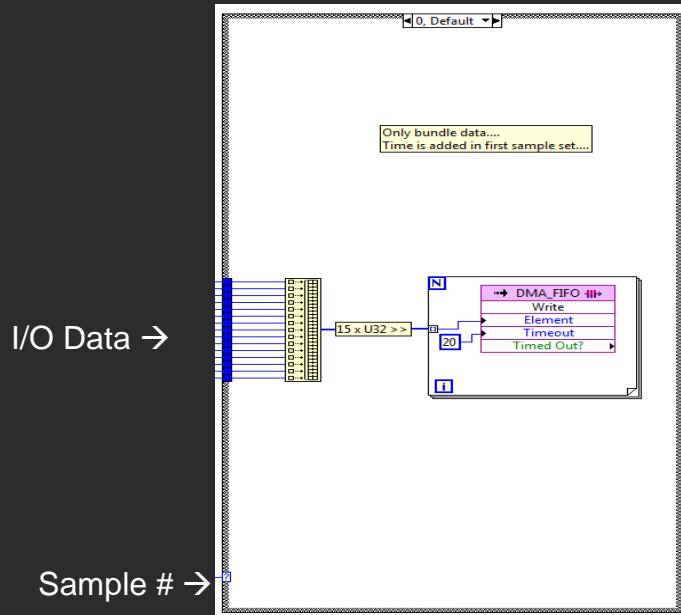


GPS – FPGA synkronisering

First sample in package



Rest of samples in package



Datapackage from FPGA - Example

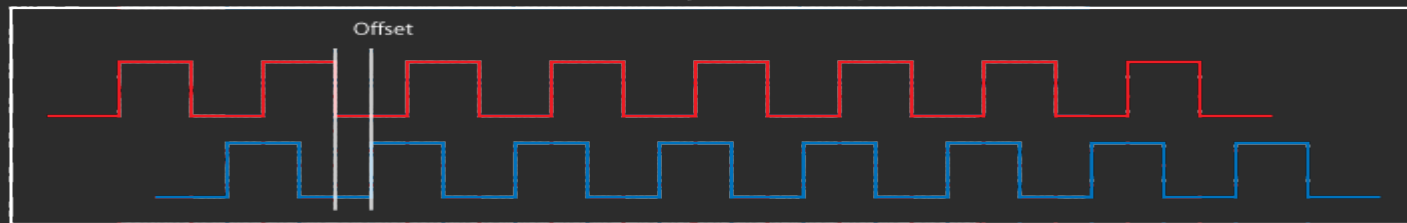
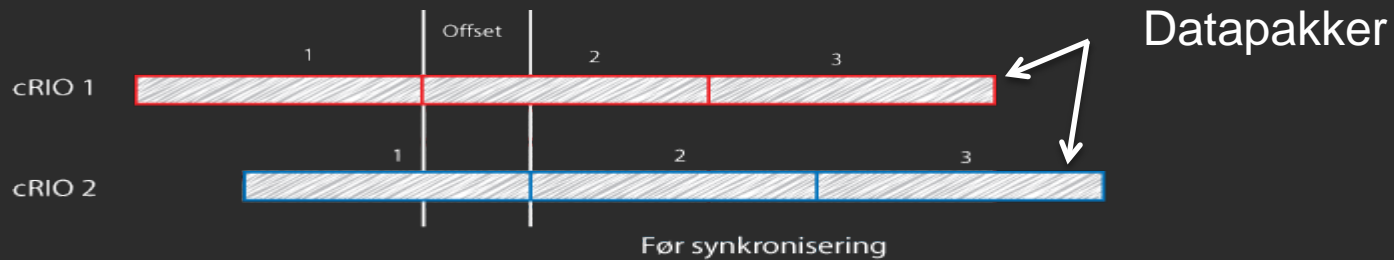
- 20 sensors each 3 bytes @ 10 kHz
- 1 Data package sent every second
- Sample pr. package $20 \times 10.000 = 200.000$
- Bytes pr. package $20 \times 10.000 \times 3 = 600 \text{ kByte/s}$
- Every data package has its' own time-stamp from FPGA level.
- cRIO-host adds a TCP/IP package identifier, and sends the data to topside PC.

| Sample No | Sensor 1 | Sensor 2 | Sensor ... | Sensor 20 |
|-----------|-----------------------|----------|------------|-----------|
| "0" | Timestamp @ Sample #1 | | | |
| 1 | "Data" | "Data" | "Data" | "Data" |
| 2 | "Data" | "Data" | "Data" | "Data" |
| ... | "Data" | "Data" | "Data" | "Data" |
| 10.000 | "Data" | "Data" | "Data" | "Data" |

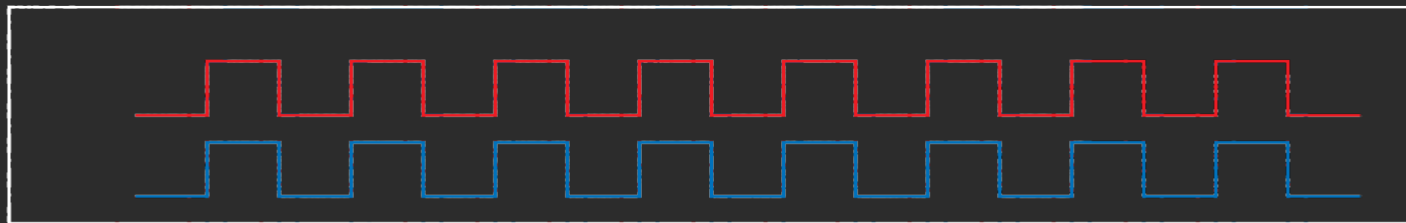
- Data package:
"Time stamp + Sample #0 + Sample #X + ... + Sample #10.000"



Datasynkronisering



Etter synkronisering





North Sea
Electronics

Synkronisering av kontrollere ved hjelp av Sntp

SNTP

- Denne funksjonaliteten er innebygget i Compact RIO modeller.
- Aktiver funksjonen ved å modifisere ni-rt.ini
- Evt. konfigurering i MAX (NI-TimeSync)
- Re-start cRIO
- NB!!

Man trenger en SNTP-server i nettverket for å kunne bruke SNTP klienten i cRIO



NTP/SNTP Message format

| LI | VN | Mode | Stratum | Poll | Precision |
|---------------------------------|----|------|---------|------|-----------|
| Root Delay (32) | | | | | |
| Root Dispersion (32) | | | | | |
| Reference Identifier (32) | | | | | |
| Reference Timestamp (64) | | | | | |
| Originate Timestamp (64) | | | | | |
| Receive Timestamp (64) | | | | | |
| Transmit Timestamp (64) | | | | | |
| Key Identifier (optional) (32) | | | | | |
| Message Digest (optional) (128) | | | | | |

Reference: RFC 4330 SNTP v4

Legend

| |
|---|
| Fields not covered in this presentation |
| Fields of interest |



North Sea
Electronics

Request example

Request from client (fields of interest):

Originate Timestamp [0]

Receive Timestamp [0]

Transmit Timestamp [2009-06-11 10:34:22,3]



Reply from server (fields of interest):

Originate Timestamp [2009-06-11 10:34:22,3] (Sent from client)

Receive Timestamp [2009-06-11 10:39:14,5] (Server time-stamp)

Transmit Timestamp [2009-06-11 10:39:14,6] (Server time-stamp)



Upon reception of reply from server:

Destination Timestamp [2009-06-11 10:34:22,8] (Client time-stamp)



Hvorfor lage egen SNTTP klient

- Max adjustment og Max error
- Epoke (Y2K) 2036, 2040
- Statusinformasjon
- Diffserv



Max adjustment og Max error

- Ingen mulighet for endre parametere
- cRIO slutter å synkronisere ved store avvik
- Vanskelig å teste



Epoke (Y2K) 2036, 2040

- NTP/SNTP server rollover starter en ny epoke
- Hver epoke er 136 år
- Nåværende epoke startet i år 1900
- Neste epoke vil skje 2036
- cRIO klokke 2040



Statusinformasjon

- Ingen API
- Loggfil med timestamp for debugging
- Console out





North Sea
Electronics

www.nse.no