LCPC Wireless platform description LCPC developped such a wireless sensor network platform with the following characteristics : the platform is a "N sensors 1 supervisor" distributed network.



Sensors are seen like the computers of a traditionnal computer network



LCPC Wireless platform description

LCPC wireless platform elements description :

- Network communication
- Smart sensor
- Supervisor

Real case applications





LCPC Wireless platform description Network commitation : TCP/IP Wireless implementation of TCP/IP exists : WIFI (802.11x) TCP/IP is an open-source low-cost world-wide protocol Embeddable and customizable in small electronic components Wifi are easily adaptable to Bridges context



A simple access point connected to a traditionnal PC provides a wireless TCP/IP area.



LCPC Wireless platform description

LCPC smart sensor:

- Sensor core is a DSP : dedicated to signal processing (FFT, filtering...). Hosts an OS
- DSP embedd the real-time µcLinux OS. Permanently runs the application algorithms
- A TCP/IP Wifi module for wireless communications
- A 12 bits converter that runs data digitalization up to 1 Mhz.
 Sensitive element : piezzo, strain-gauges, T°c...
- A GPS module for sensor absolute time synchronization





LCPC Wireless platform description

Supervisor :

- An Oriented Object developed software : easily able of customization from one application to another. Reusable software bricks.
- **Runs on any standard PC : that all include a native TCP/IP stack = communication with sensors is fully transparent**
 - **Offers intuitive interfaces to manage and configure the sensor network :**
 - To add/remove sensors object in the monitoring system
 - To change a sensor parameter,
 - To dis/enable a sensor in the network,



| Superviseur | | | | | _ 🗆 🗙 |
|--|-----------------|------------|--|-----------------------------------|-------|
| Surveillance Configuration Paramétrer Etat S | ystème Calibrer | Aide | | | |
| E 😤 Viaduc de Merlebach | EVENEMENT | CAPTEUR | MESSAGE | DATE | |
| Poutre 1 | 1 | Capteur 2 | Groupe2 repu du capteur: Capteur 2 de la ligne: Po | 23-3-2005 18H 38Mn 20s 631103µS | |
| 💻 Capteur 5 | 1 | Capteur 2 | Groupe1 reçu du capteur: Capteur 2 de la ligne: Po | 23-3-2005 18H 36Mn 52s 126361µS | |
| - 💻 Capteur 4 | A | | Le paramétrage des alarmes a été modifié le: 23/0 | 23-3-2005 18H 21Mn 0s 0µS | |
| Eapteur 2 | 1 | | La surveillence de l'ouvrage a démarré le: 23/03/2 | 23-3-2005 18H 12Mn 0s 0µS | |
| Lapteur | 1 | | La surveillence de l'ouvrage a été arrêtée le: 23/0 | 23-3-2005 18H 35Mn 0s 0µS | |
| Cashara Sati UD 102 109 0 1 | i | | Pas de mise à jour nécessaire pour le capteur: Capteu | 23-3-2005 18H 3Mn 0: 0µS | - |
| DDAC an afarma ID-192100 | i | | Demande de mise à jour du capteur: Capteur 4. Surve | 23-3-2005 18H 3Mn 0: 0µS | |
| Capters 2: en laseroa | 1 | Capteur 4 | Groupe2 reçu du capteur: Capteur 4 de la ligne: Po | 23-3-2005 18H 12Mn 6s 737090µS | |
| Dev LCPC v0 | i | | Pas de mise à jour nécessaire pour le capteur: Capteu | 23-3-2005 18H 42Mn 0s 0µS | |
| Explored Core of | i | | Demande de mise à jour du capteur: Capteur 4. Surve | 23-3-2005 18H 42Mn 0s 0µS | |
| | 1 | Copteur 4 | Groupe1 repu du capteur: Capteur 4 de la ligne: Po | 23-3-2005 18H 11Mn 49: 238350µS | |
| | 1 | Capteur 4 | Groupe1 repu du capteur: Capteur 4 de la ligne: Po | 23-3-2005 18H 11Mn 46s 818184µS | |
| | i | | Pas de mise à jour nécessaire pour le capteur: Capteu | 23-3-2005 18H 33Mn 0s 0µS | |
| | i | | Demande de mise à jour du capteur. Capteur 4. Surve | 23-3-2005 18H 33Mn 0: 0µS | |
| | 1 | Capteur 4 | Groupe2 repu du capteur: Capteur 4 de la ligne: Po | 23-3-2005 18H 11Mn 37s 163034µS | |
| | i | | Pas de mise à jour nécessaire pour le capteur: Capteu | 23-3-2005 18H 26Mn 0s 0µS | |
| | i | | Demande de mise à jour du capteur: Capteur 4. Surve | 23-3-2005 18H 26Mn 0: 0uS | |
| <u>د</u> | 1 | Capteur 4 | Groupe2 reçu du capteur: Capteur 4 de la ligne: Po | 23-3-2005 18H 11Mn 32: 866441µS | |
| | i | | Pas de mise à jour nécessaire pour le capteur: Capteu | 23-3-2005 18H 26Mn 0s 0µS | |
| Nom: Poutre 1 | i | | Demande de mise à jour du capteur, Capteur 5, Surve | 23-3-2005 18H 26Mn 0s 0uS | |
| Commentaire Ligne: Comm | 1 | Capteur 5 | Groupe2 recu du capteur: Capteur 5 de la lione: Po | 23-3-2005 18H 11Mn 25s 141605uS | |
| Commentane Eight, Comm | N. | Capteur 5 | Groupe2 recu du capteur: Capteur 5 de la ligne: Po | 23-3-2005 18H 11Mn 25: 133861uS | |
| Seuil Bas: 100.00001 | N | Capteur 1 | Groupe2 recu du capteur: Capteur 1 de la ligne: Po | 23-3-2005 18H 11Mn 25s 141199uS | |
| Seuil Haut: 1000.000 | N | Capteur 2 | Groupe2 recu du capteur: Capteur 2 de la ligne: Po | 23-3-2005 18H 11Mn 25: 139758uS | |
| | N | Capteur 4 | Groupe2 recu du capteur: Capteur 4 de la ligne: Po | 23-3-2005 18H 11Mn 25s 140920uS | |
| | N | Capteur 4 | Groupe2 recu du capteur: Capteur 4 de la ligne: Po | 23-3-2005 18H 11Mn 25: 133177uS | |
| | Ň | Conteur 1 | Groupe2 recuidu capteur: Capteur 1 de la ligner Po | 23-3-2005 18H 11Mp 25s 133185sS | |
| | Ň | Capteur 2 | Stource2 terru du capteur: Capteur 2 de la ligne: Po | 23/3/2005 18H 11Mo 25: 132014#S | |
| Nb de capteurs connectés ⁰ | N | Capteur 4 | Groupe2 repuidu canteur: Capteur 4 de la ligner Po | 23.3-2005 18H 11Mo 25: 125433uS | |
| | N | Capteur 5 | Stoure2 tecu du canteur: Canteur 5 de la ligne: Po | 23/3/2005 19H 11Mo 25: 126104uS | |
| | N | Capteur 5 | Broupe1 repuidu centeur: Centeur 5 de la ligne: Po | 23-3-2005 18H 11Mo 25± 209974uS | |
| | Ň | Capterr 1 | Sroune2 recuidu canteur Canteur 1 de la ligne. Po | 23.3.2005 19H 11Mn 25+ 125442vS | |
| | ~ | Captern 2 | Sioura2 ieru du capteur Capteur 2 de la ligne. Po. | 23.3.2005 19H 11Mn 25r 124220rS | |
| | 1 | Coptour 2 | Groupez reçuidu capteur. Capteur 2 de la ligne. Po | 23.3.2005 19H 11Mn 25+ 616707+5 | |
| | 1 | Capteur 2 | Groupe1 recurdu capteur Capteur 2 de la ligne. Pu | 23-3-2005 18H 11Mn 25: 01010/0703 | |
| | | Copietur 2 | Groupe's repardu capieur: Capteur 2 de la ligne. Po Groupe's repardu capteur: Capteur 2 de la ligne: Po | 23-3-2005 for 11Min 25t 213313µ3 | |
| | ~ | Copieur 2 | Groupe's repaide capteur. Capteur 2 de la ligne. Po Groupe's repaide capteur. Capteur 2 de la ligne. Po | 23-3-2003 1011 11Min 25t 20172203 | |
| | | Copietur 2 | Crowell repuide capital: Capital 2 de la ligne. Po Crowell care de anataux Casters 4 de la fame Po | 23-3-2005 10H 11MH 205 132006µ5 | |
| | 2 | Capteur 4 | Grouper repuidu capieur: Lapteur 4 de la ligne: Po Groupe1 repuidu explorar Capteur 4 de la ligne: Po | 23-3-2000 10H 11MR 208 218230µS | |
| | <u>.</u> | Capiteur 4 | ulouper reçu du capieur. Capteur 4 de la lighe. Po | 23-3-2003 Torr 11Mh 255 2033/4µ5 | |



LCPC platform main contributions :

Abstraction : TCP/IP protocole makes the supervisor-sensors system independent of the physical link (wired or wireless) and of the distance (from meters to 1 km)

Transparent communications : applications hosted by the platform fully profit from the abstraction level of the network protocole.

Important : Thanks to the embedded OS and the TCP/IP protocole, running softwares can be upgraded without uninstalling the sensor of the structure.

Generic : Platform could host different types of sensitive elements : piezzo-electric, anemometer, strain gauges, etc.

High time synchronisation (1 µs) thanks to GPS module





NSF/ESF : Smart Structures and Advanced Ser Greece June 2005

Goals of the system :

Safety, Structure durability, Cost efficiency

Knowing the number of wire breaks and their location in cables contributes to understand the well-being of the structure

To provide a health monitoring of cables by an acoustic surveillance.





Principle of detection by sensors :

- When a wire breaks, an acoustic wave is generated,
- Wave is detected by sensors, recorded (during 8ms) and very precisely dated,
- Then, sensors transmit those informations to a remote supervisor
- By 3 acoustic sensors informations, supervisor is able to evaluate when and where a rupture occured





Principle of localization by supervisor :

- Wave speed "S" is estimated by informations from sensor 1 and 3,
- Localization "X" is evaluated between sensor 1 and 2







- Sensors are 10m equispaced,
- Threshold is about 0.8g,
- Speed wave is about 5000 m/s



Tancarville Bridge



Iseron Bridge

Result : an accuracy of +/-15cm in wire breaks evaluation.



Instrumentation of Merlebach **Bridge by the wire and the wireless version of the SHM platform.**

Sensor distribution



Wireless version

Wire version









