

# **Xarxa de sensors sense fils (WSN) per a la detecció d'incendis**

**Josep Joan Nieto Cuevas**  
**Enginyeria Tècnica de Telecomunicació - Telemàtica**

**Consultor: Jordi Bécares Ferrés**

**Lliurament: 12 de juny de 2012**

- Resum del projecte.
- Justificació.
- Objectius generals.
- Objectius específics.
- Abast.
- Planificació.
- Productes obtinguts.
- Antecedents.
- Descripció del sistema.
- Conclusions.
- Demostració del funcionament del sistema.

## **Contingut de la presentació**

- L'objectiu principal del projecte és aprofundir en el disseny d'una xarxa de sensors sense fils.
- Basades en l'estàndard IEEE.802.15.4, senzilles i econòmiques.
- Molt relacionades amb el terme 'ciutat intel·ligent' (*smart city*).
- La detecció d'incendis requereix una gran fiabilitat en els protocols de transmissió.
- Un sistema eficient de sensors permetrà a l'usuari prendre les decisions necessàries.

## Resum del projecte

## Sensors clàssics

- Cost elevat del sensor, de la instal·lació i complexitat en el desplegament.
- Limitacions: fixes i no es poden canviar d'ubicació sense un desemborsament addicional, generalment elevat.

## Xarxes sense fils de sensors

- No és necessari un medi físic de propagació.
- Llibertat d'utilització i flexibilitat en el desplegament.
- Facilitat d'instal·lació, transferència fiable de dades, baix cost, escalable i llarga durada de les bateries dels dispositius.

# Justificació

- Detectar el risc d'incendi amb la màxima fiabilitat possible basant-nos en les dades recollides pels sensors i amb els dispositius disponibles.
- Dissenyar un sistema escalable.
- Dissenyar una interfície d'usuari gràfica senzilla i útil que permeti interpretar les dades de manera ràpida.
- Garantir la comunicació entre els nodes i l'aplicació.
- Notificar als usuaris de manera inequívoca de les situacions de risc.
- Implementar un sistema de diagnòstic que permetin conèixer l'estat de la xarxa .

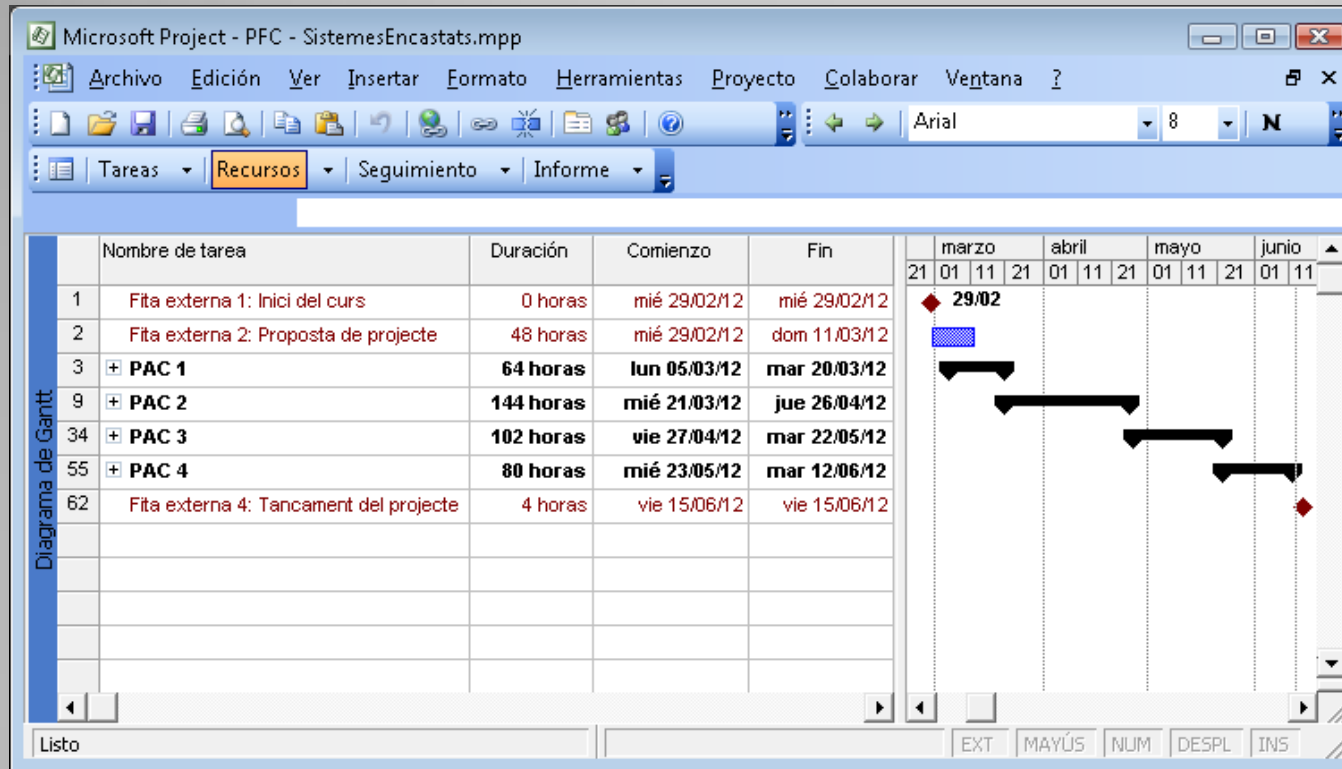
## Objectius específics

- Saber plantejar i resoldre un projecte basat en una xarxa de sensors sense fils.
- Comprendre els conceptes tecnològics.
- Assolir els objectius especificats en el document de requeriments.
- Conèixer diferents tipus de sistemes operatius i llenguatges de programació utilitzats en els sistemes encastats (*TinyOS, nesC*).
- Controlar els sensors remotament a través de comunicacions sense fils.
- Saber interpretar les dades recollides pels sensors i presentar-les de manera intel·ligible als usuaris del sistema.

## Objectius generals

- Estudi de sistemes encastrats i de la seva metodologia de disseny.
- Entendre diferents aspectes dels sistemes distribuïts i de les xarxes de sensors sense fils.
- Estudiar els protocols de comunicació emprats.
- Analitzar els requeriments d'una aplicació que necessita resposta en temps real.
- Estudi de diferents sistemes d'alta disponibilitat, així com dels mecanismes necessaris per tal de garantir-la (*WatchDog*, etc.)
- Estudi dels mecanismes de programació propis de les motes i de sistemes operatius particulars.

## Abast del projecte



Activitat	Descripció
PAC 1	Pla de treball del projecte.
PAC 2	Preparació de l'entorn de treball i primera versió del codi.
PAC 3	Versió definitiva del codi.
PAC 4	Memòria del projecte i presentació virtual.

# Planificació



- El model d'un sistema conforme amb les especificacions inicials del document de proposta.
- El disseny d'un sistema basat en *WSN* capaç de detectar riscos d'incendi.
- Uns esquemes de connexió de les motes amb els circuits dels sensors addicionals (flama, fums, etc.)
- El codi font i els executables de les aplicacions dels sensors.
- El codi font i els executables del node de comunicacions.
- El codi font i els executables de l'aplicació d'usuari.
- La memòria i la presentació del projecte.

## Productes obtinguts

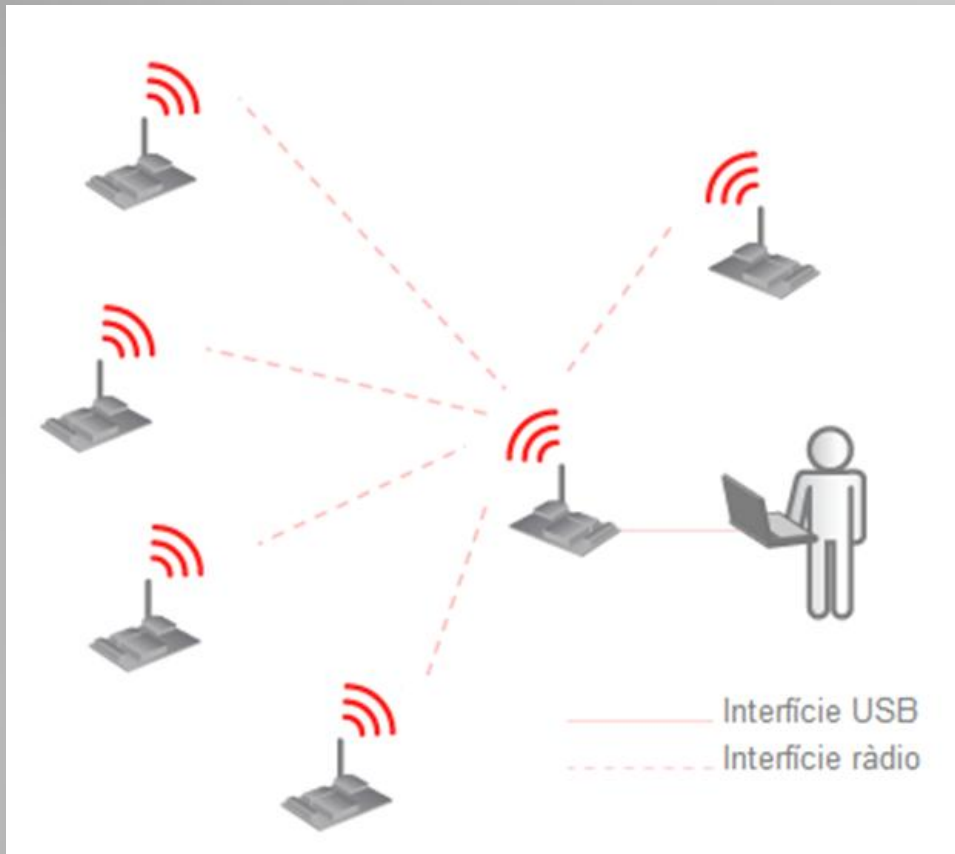
## Projectes de recerca

- *Sound Surveillance System (SOSUS)* (Guerra Freda).
- *Distributed Sensor Networks (DARPA)* (Anys 80).
- projecte *Dust* de la Universitat de *Berkeley* (Finals del 90).

## Aplicacions

- *Smart cities*: economia, mobilitat, entorn, població, estil de vida i governament (Santander, *Internet of Things*).
- *Xarxes d'abast personal*.
- Sistemes de detecció d'incendis forestals amb WSN.

# Antecedents



El sistema està dividit en tres blocs principals:

- Sensors, encarregat de recollir les lectures ambientals.
- Comunicacions, amb la funció de fer arribar les dades al centre de control.
- Aplicació d'usuari, que permet analitzar i gestionar les dades rebudes i configurar la xarxa.

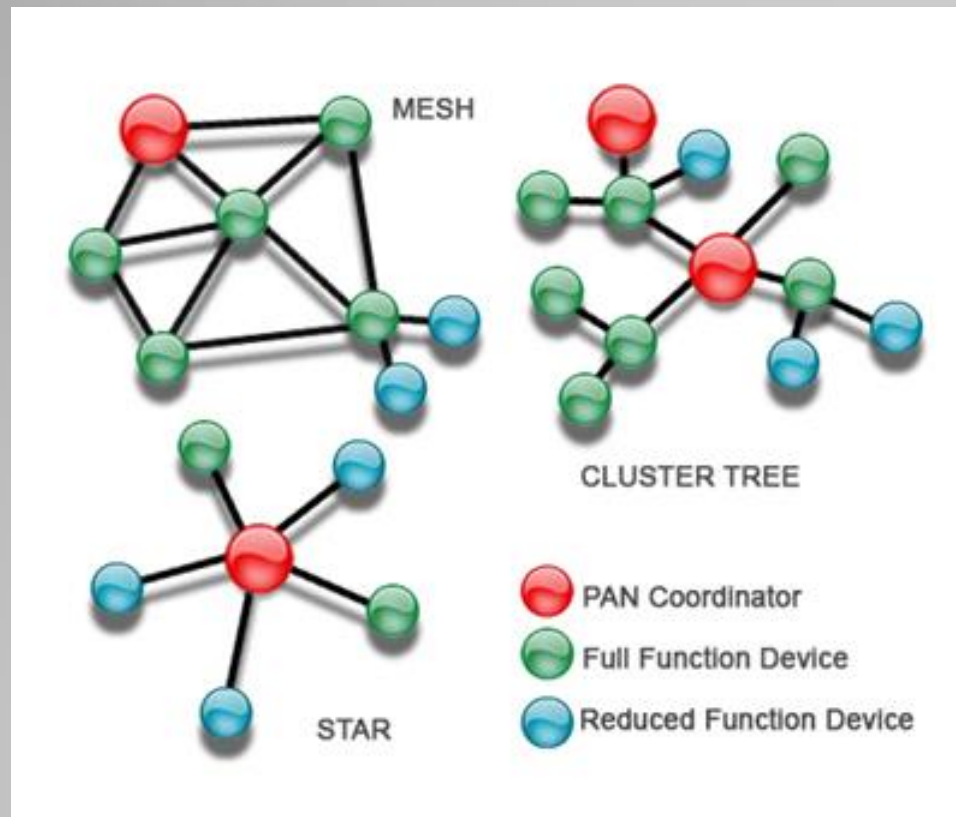
## Descripció del sistema (I)

## Topologia

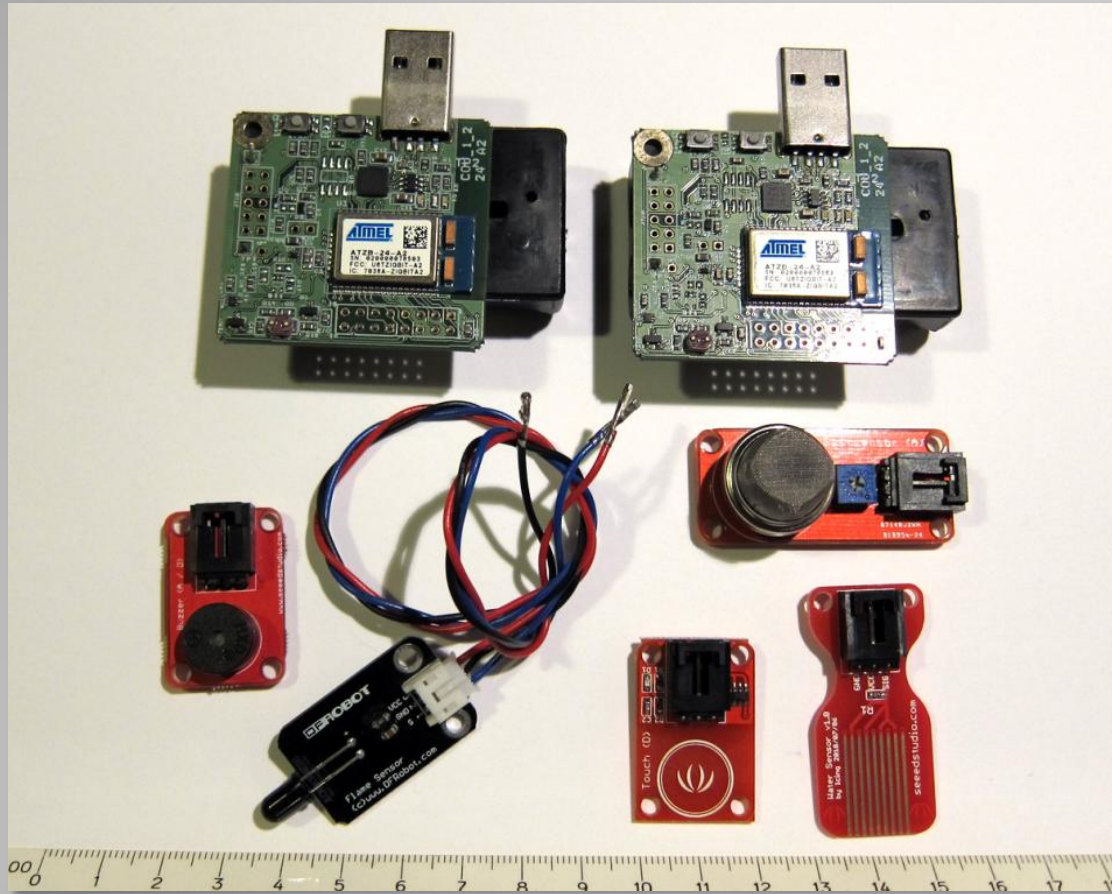
La topologia d'estrella permet que cada sensor funcioni de manera independent.

Els nodes es comuniquen únicament amb el node central.

l'aplicació d'usuari tracta i mostra la informació rebuda.



## Descripció del sistema (II)



## Nodes remots

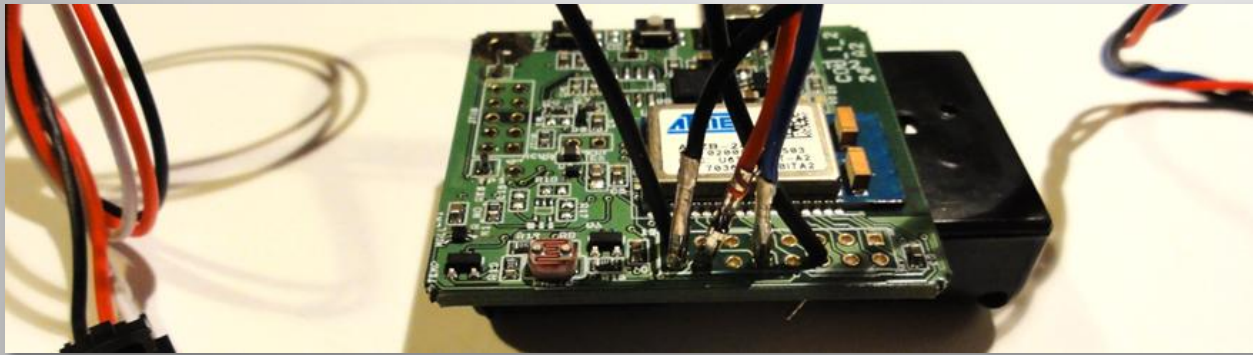
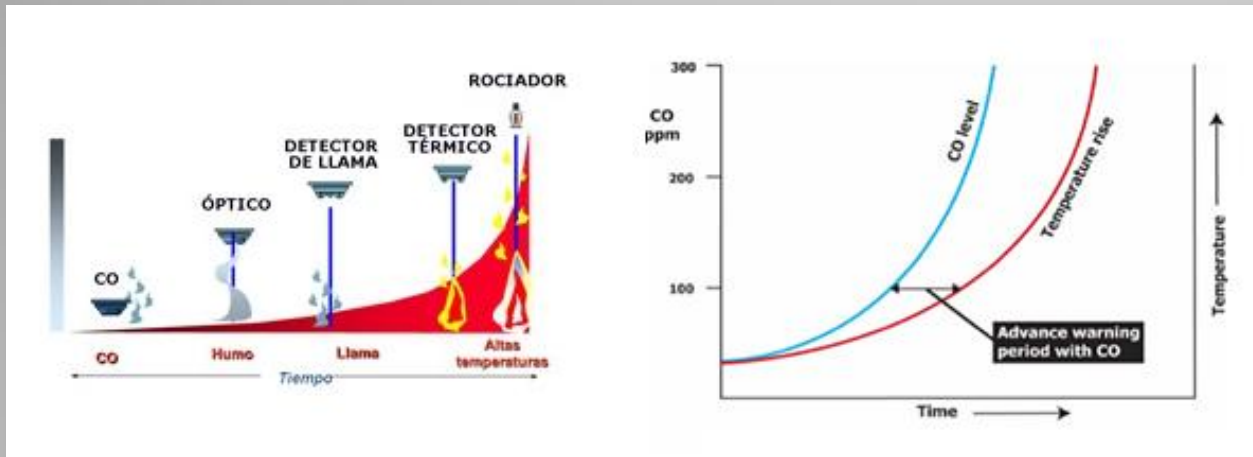
Controlar l'activació dels sensors mitjançant la detecció de pics magnètics (efecte *Hall*).

Llegir els valors dels sensors.

Enviar les dades recollides per ràdio al node base.

Enviar un *heartbeat* al node base amb l'estat de les bateries.

## Descripció del sistema (III)



## Sensors adicionales

Els sensors addicionals que hem provat connectant al port d'expansió de les motes han estat:

- Un detector de flama.
- Un detector de fums.
- Un detector d'aigua.
- Un pulsador de contacte.
- Un *buzzer* per a senyalar les alarmes.

## Descripció del sistema (IV)



## Node base

Intermediari entre els nodes remots i l'aplicació d'usuari.

Recull els missatges de les motes que arriben per ràdio i els envia al PC pel port USB i a l'inrevés.

Afegeix el valor *RSSI* (*Receive Signal Strength Indication*) en els missatges de *heartbeat* per a informar de la cobertura.

## Descripció del sistema (V)

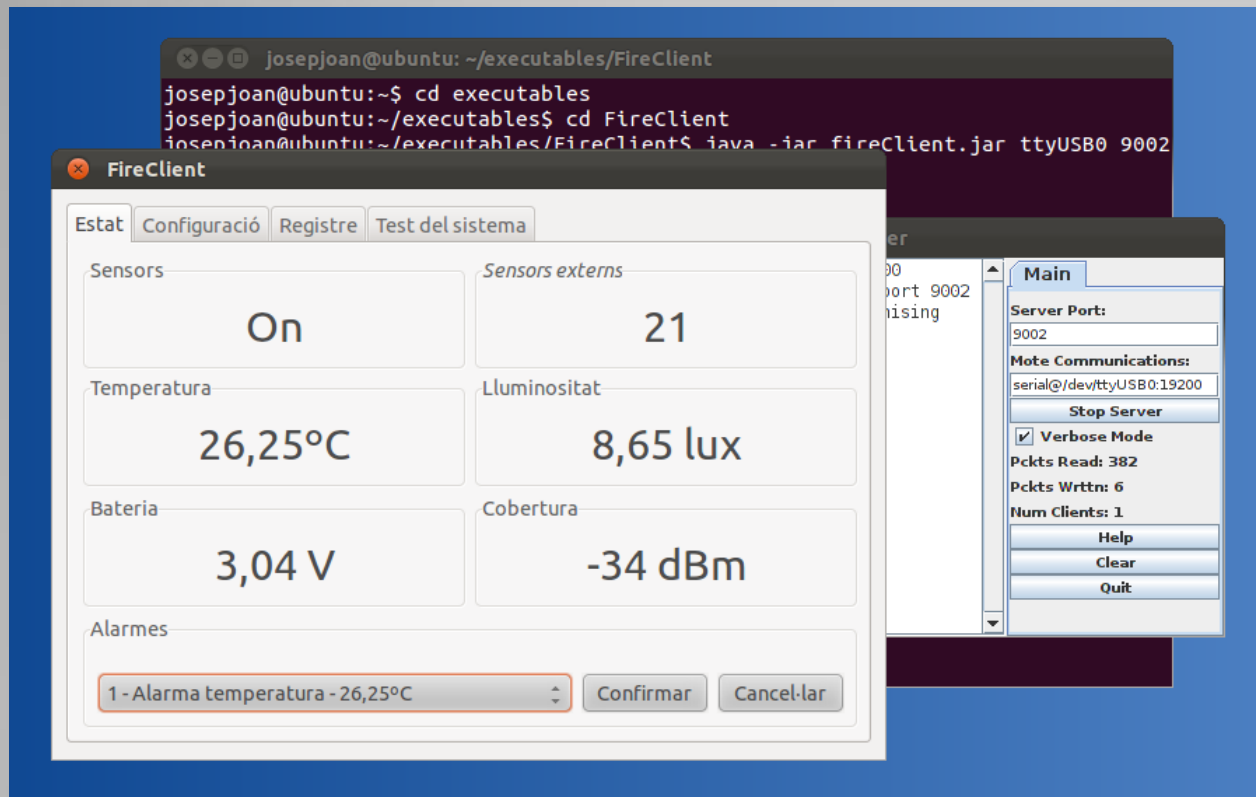
## Aplicació d'usuari

Mostrar en pantalla els valors de les lectures recollides.

Convertir els valors rebuts dels sensors en dades fàcilment interpretables per l'usuari.

Definir els paràmetres de funcionament, intervals de mostreig, llindars d'alarma, etc.

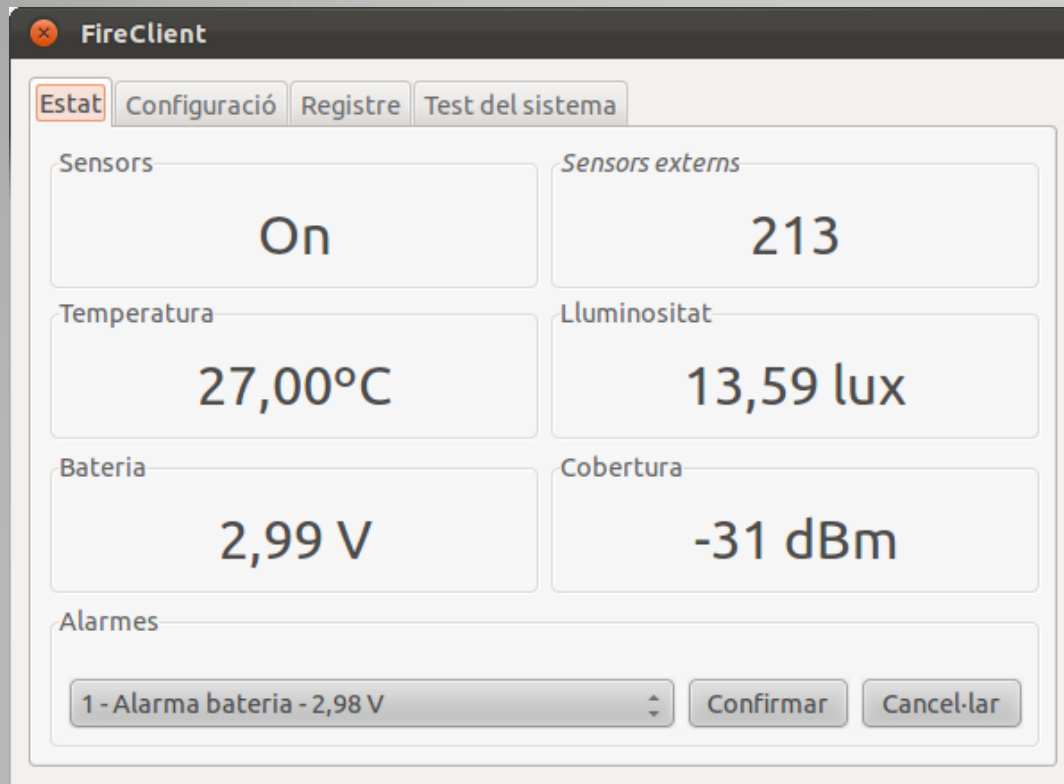
Generar una alarma si es perd la comunicació amb els nodes.



## Descripció del sistema (VI)



## Aplicació d'usuari Estat



The screenshot shows the 'Estat' (Status) tab of the FireClient application. It displays various system metrics in a grid layout:

Sensors		Sensors externs	
On		213	
Temperatura	27,00°C	Lluminositat	13,59 lux
Bateria	2,99 V	Cobertura	-31 dBm

At the bottom, there is an 'Alarmes' section with a dropdown menu showing '1 - Alarma bateria - 2,98 V' and two buttons: 'Confirmar' and 'Cancel·lar'.

Es mostra un resum de l'estat actual dels sistema i permet acceptar o rebutjar les alarmes.

Les lectures d'estat, excepte les dels sensors externs, estan en les unitats corresponents: *graus centígrads, lux, volts i dBm*.

## Descripció del sistema (VII)

## Aplicació d'usuari Configuració

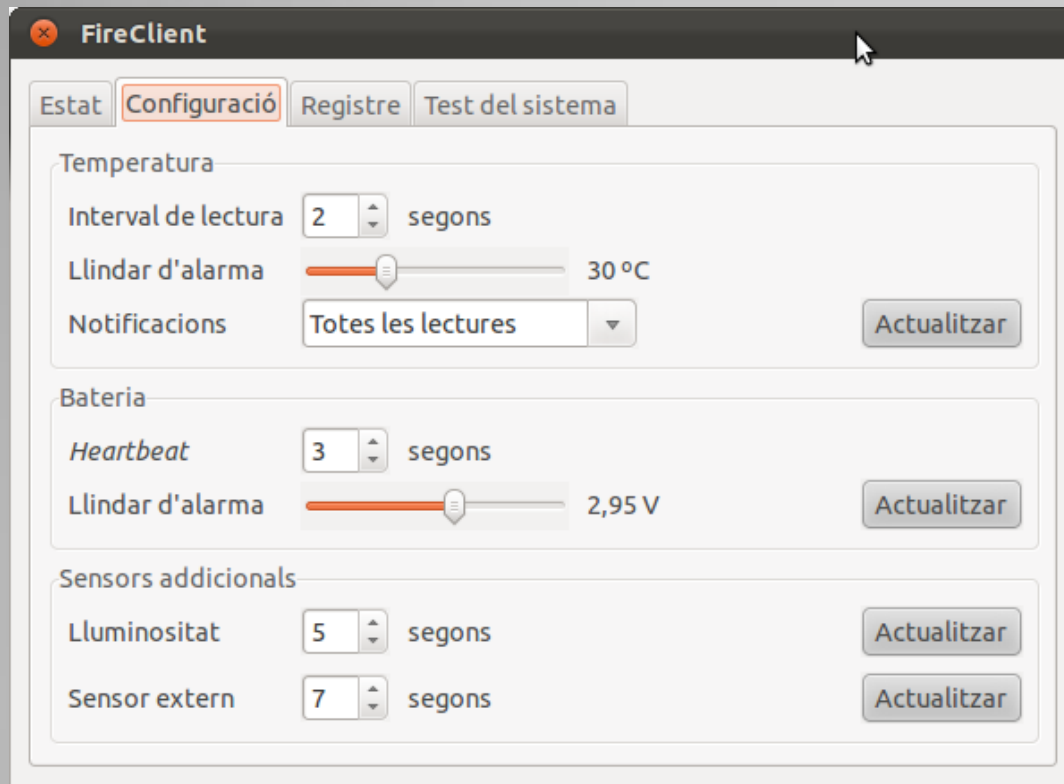
Hem tingut en compte les següents restriccions:

Intervals de lectura:

- Temperatura: d'1 a 60 s.
- *Heartbeat*: d'1 a 5 s.
- Lluminositat: d'1 a 60 s.
- Sensor extern: d'1 a 60 s.

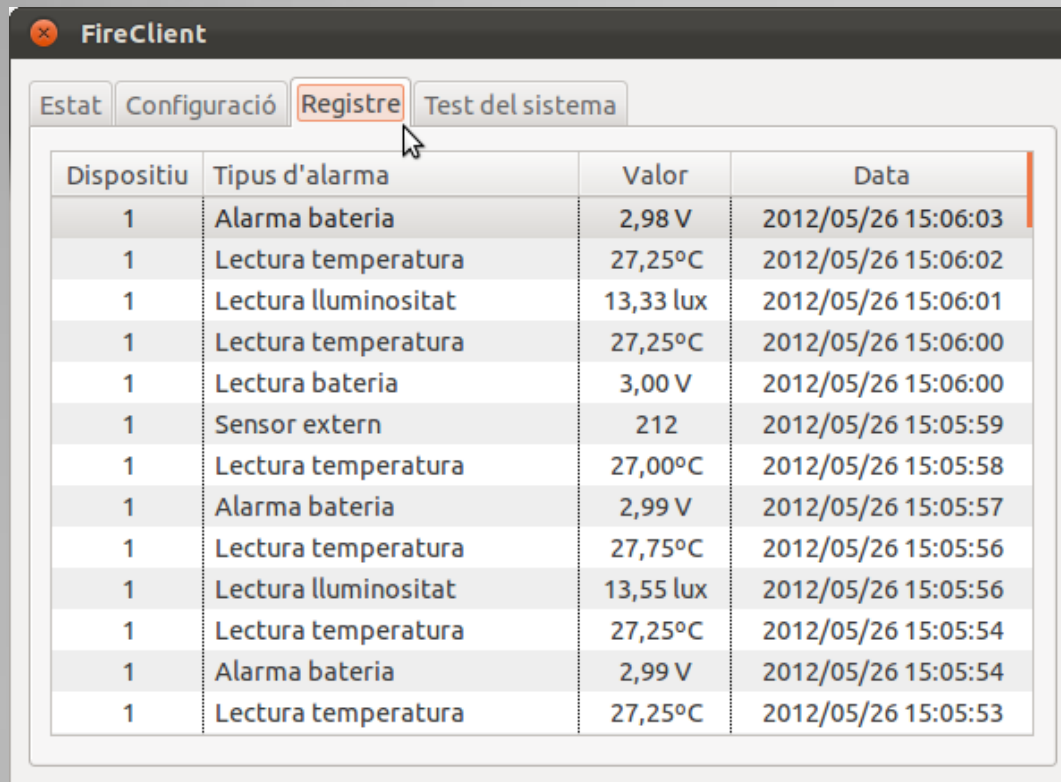
Llindars d'alarma:

- Temperatura: de 0-100 °C
- Bateria: 0-5 Volts.



## Descripció del sistema (VIII)

## Aplicació d'usuari Registre



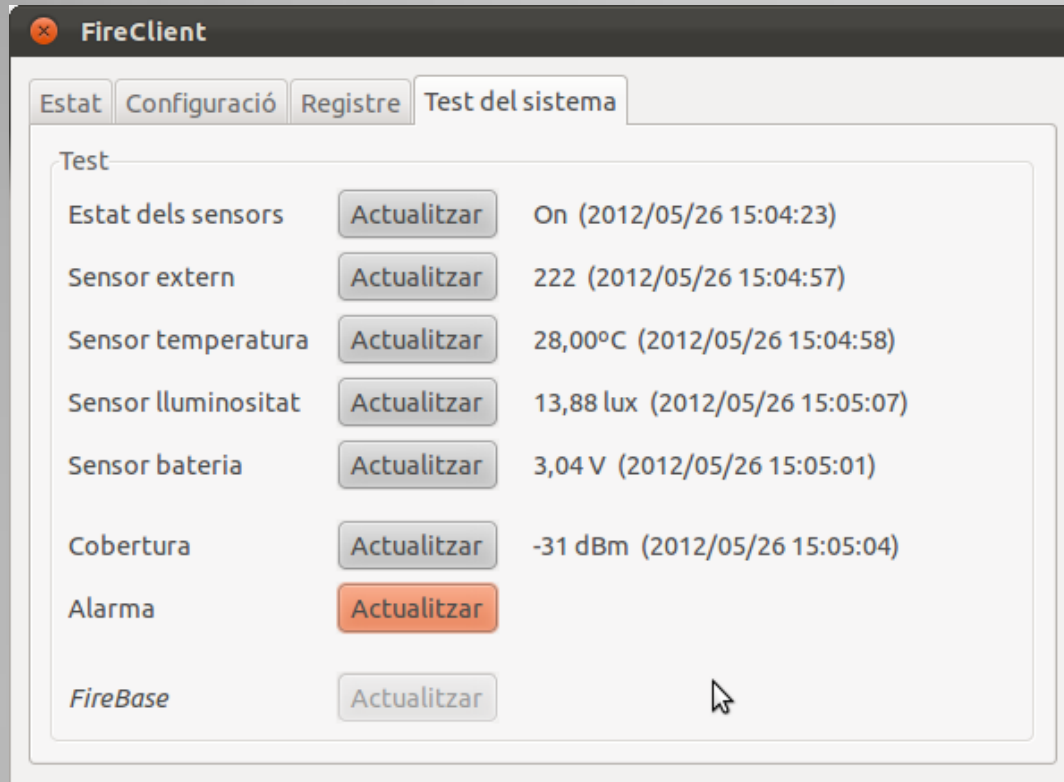
Dispositiu	Tipus d'alarma	Valor	Data
1	Alarma bateria	2,98 V	2012/05/26 15:06:03
1	Lectura temperatura	27,25°C	2012/05/26 15:06:02
1	Lectura lluminositat	13,33 lux	2012/05/26 15:06:01
1	Lectura temperatura	27,25°C	2012/05/26 15:06:00
1	Lectura bateria	3,00 V	2012/05/26 15:06:00
1	Sensor extern	212	2012/05/26 15:05:59
1	Lectura temperatura	27,00°C	2012/05/26 15:05:58
1	Alarma bateria	2,99 V	2012/05/26 15:05:57
1	Lectura temperatura	27,75°C	2012/05/26 15:05:56
1	Lectura lluminositat	13,55 lux	2012/05/26 15:05:56
1	Lectura temperatura	27,25°C	2012/05/26 15:05:54
1	Alarma bateria	2,99 V	2012/05/26 15:05:54
1	Lectura temperatura	27,25°C	2012/05/26 15:05:53

Les dades que podem veure es corresponen a:

- Identificador de la mota
- Descripció del tipus de missatge
- Valor llegit pels sensor en les unitats de la magnitud corresponent
- Data d'arribada del missatge

## Descripció del sistema (IX)

## Aplicació d'usuari Test del sistema



Els botons ens permeten provar de manera manual algunes de les opcions de l'aplicació.

S'envia un missatge a la mota demanant l'estat dels sensors.

En el missatge de retorn trobem el valor que és interpretat per l'aplicació.

## Descripció del sistema (X)

## Objectius assolits

- Creiem haver assolit els objectius generals del TFC, bona idea de conjunt de les xarxes de sensors sense fils.
- També els objectius específics a nivell de prototipus.

## Millores

- Cal millorar aspectes com la comunicació fiable entre les motes.
- L'aplicació hauria de ser més genèrica per acceptar més d'un node remot.
- El hardware s'hauria de protegir, el micro funciona correctament fins a 70°C, creiem que és una mica just per a la detecció d'incendis.
- Revisar el funcionament, i calibrar els sensors addicionals.

# Conclusions