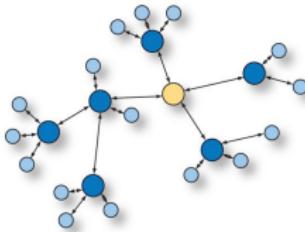


# Sistema de Monitoreo de Salud de Nodos WSN Alimentados a Energía Solar

**Trabajo Final**  
**Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos**  
**Facultad de Ingeniería - Universidad de Buenos Aires**



Esp. Ing. Juan V. Montilla C.

Agosto 2016



# Organización de la presentación

## 1 Introducción General

- Motivación
- ¿Qué es WSN?
- Implicaciones de Energía

## 2 Introducción Específica

- Herramientas
- Planificación

## 3 Diseño e Implementación

- Hardware
- Arquitectura del Firmware
- Firmware

## 4 Ensayos

## 5 Trabajos Futuros

Introducción  
General

Motivación  
WSN  
Energía

Introducción  
Específica  
Herramientas  
Plan

Diseño e Im-  
plementación  
Hardware  
Arquitectura  
Firmware

Ensayos

Trabajos  
Futuros



# Motivación

Introducción  
General  
Motivación  
WSN  
Energía

Introducción  
Específica  
Herramientas  
Plan

Diseño e Implementación  
Hardware  
Arquitectura  
Firmware

Ensayos

Trabajos  
Futuros

- Dispositivos con fuente de alimentación autónoma.
- Se presenta un problema de autonomía/vida útil.
- Necesidad de detectarlo.
- ¿Soluciones?



# Soluciones

Introducción  
General  
Motivación  
WSN  
Energía

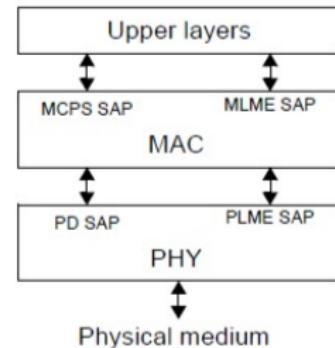
Introducción  
Específica  
Herramientas  
Plan

Diseño e Implementación  
Hardware  
Arquitectura  
Firmware

Ensayos

Trabajos  
Futuros

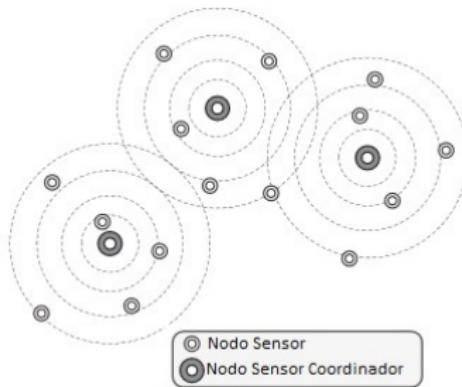
- Módulo fotovoltaico.
- Control de carga.
- Optimizar la vida útil de la batería.
- Extremadamente bajo consumo de potencia.
- IEEE 802.15.4





# ¿Qué es WSN?

## Wireless Sensor Networks: **Redes de Sensores Inalámbricos.**



- Medición inteligente.
- Domótica y seguridad.
- Electrónica de consumo.
- Cuidado de la salud.
- Agricultura.
- Comunicación Militar.

Introducción  
General

Motivación  
WSN  
Energía

Introducción  
Específica  
Herramientas  
Plan

Diseño e Im-  
plementación  
Hardware  
Arquitectura  
Firmware

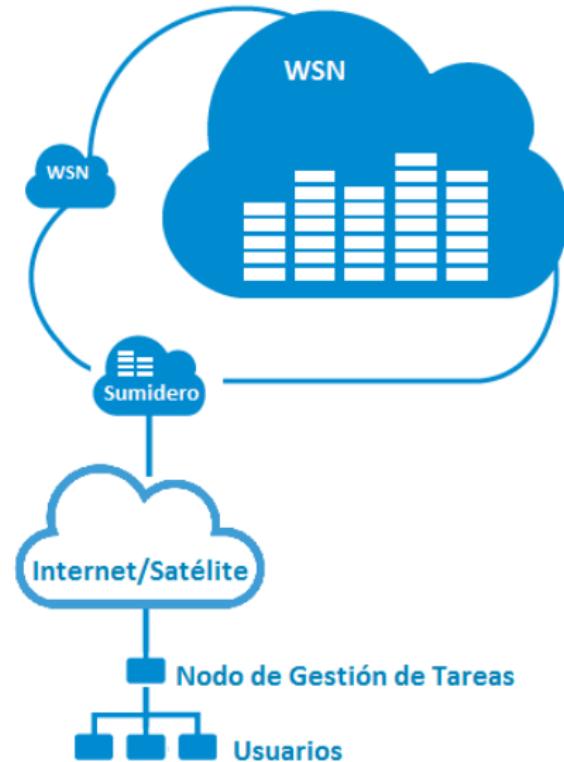
Ensayos

Trabajos  
Futuros



# ¿Qué es WSN?

Interfaz de usuario a través de un sumidero



Introducción  
General  
Motivación  
WSN  
Energía

Introducción  
Específica  
Herramientas  
Plan

Diseño e Im-  
plementación  
Hardware  
Arquitectura  
Firmware

Ensayos

Trabajos  
Futuros



# Implicaciones de energía

Introducción  
General  
Motivación  
WSN  
Energía

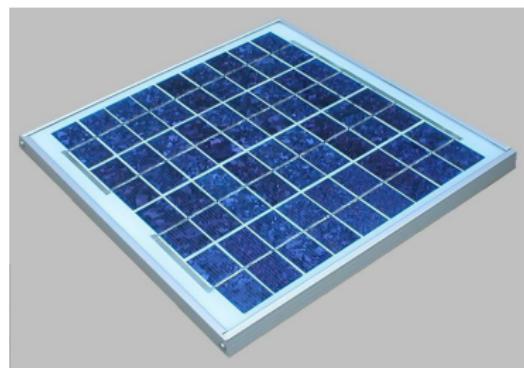
Introducción  
Específica  
Herramientas  
Plan

Diseño e Im-  
plementación  
Hardware  
Arquitectura  
Firmware

Ensayos

Trabajos  
Futuros

- El modulo fotovoltaico y pocos componentes.
- Generador Eléctrico Solar Autónomo (GESA).
- Acceso reducido a red eléctrica.





# Herramientas - Nodo Mote LSE

- Microcontrolador NXP LPC1343.  
Procesador ARM Cortex-M3 de  
32 bits @72MHz.  
32kB de memoria Flash.  
8kB de memoria SRAM.
- Transceptor TI-2520  
+ Extensor TI-2591.
- Controlador de carga bq24080.
- Batería de Li-ion de 3.7V y  
900mAh.
- Sensores de luz y temperatura.
- Antena y balun en microstrip.



Introducción  
General

Motivación  
WSN  
Energía

Introducción  
Específica

Herramientas  
Plan

Diseño e Im-  
plementación

Hardware  
Arquitectura  
Firmware

Ensayos

Trabajos  
Futuros



# Planificación - AON

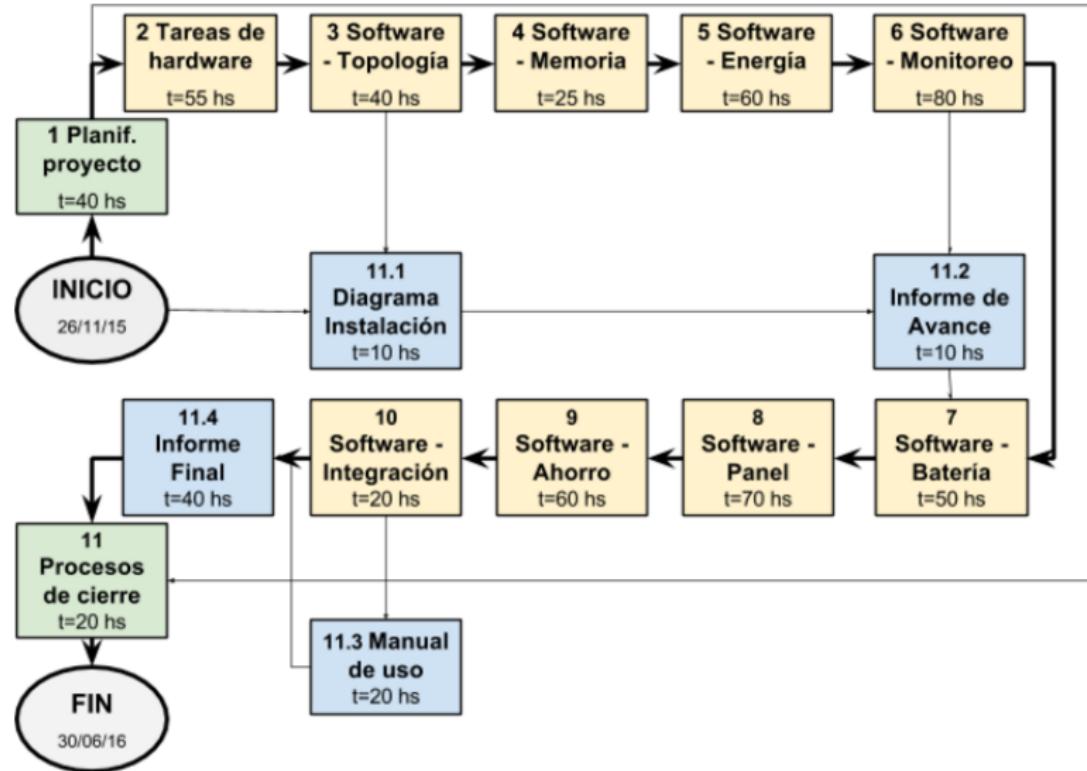
Introducción General  
Motivación  
WSN  
Energía

Introducción Específica  
Herramientas Plan

Diseño e Implementación  
Hardware  
Arquitectura  
Firmware

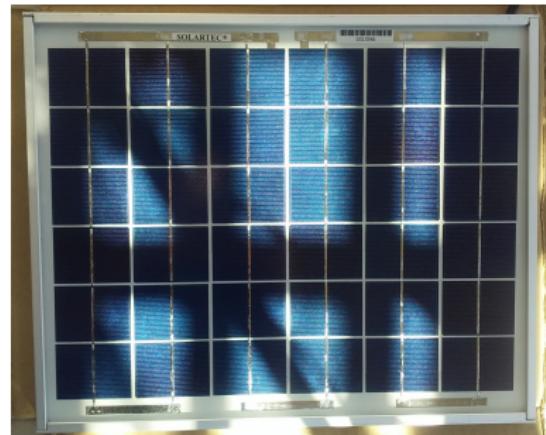
Ensayos

Trabajos Futuros





# Hardware - El Panel Solar



Introducción  
General  
Motivación  
WSN  
Energía

Introducción  
Específica  
Herramientas  
Plan

Diseño e Im-  
plementación

Hardware  
Arquitectura  
Firmware

Ensayos

Trabajos  
Futuros

Características	Valor	Unidad
Potencia nominal	10	Wp
Tensión a PN	17.4	V
Corriente a PN	0.58	A
Dimensiones	301x352x22	mm
Peso	0.58	Kg



# Hardware - Diagrama de Conexión

Introducción  
General  
Motivación  
WSN  
Energía

Introducción  
Específica  
Herramientas  
Plan  
Diseño e Im-  
plementación

**Hardware**  
Arquitectura  
Firmware

Ensayos

Trabajos  
Futuros





# Arquitectura del Firmware

Introducción General  
Motivación WSN  
Energía

Introducción Específica  
Herramientas Plan

Diseño e Implementación  
Hardware Arquitectura Firmware

Ensayos

Trabajos Futuros

## ■ APPS (Applications)

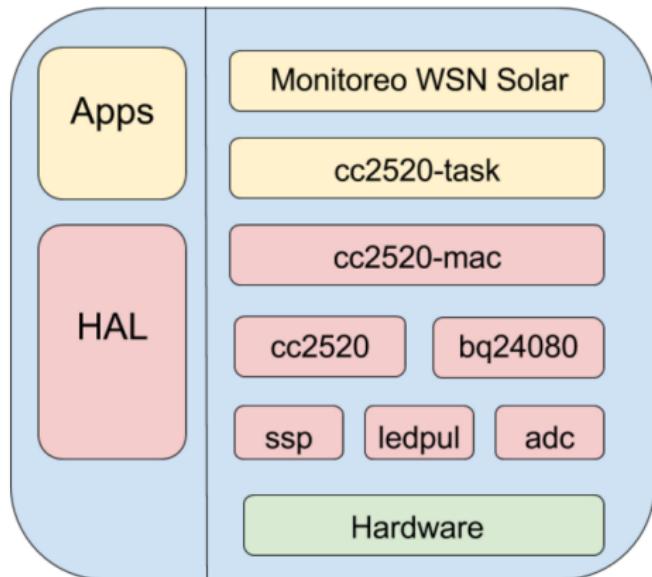
- cc2520Task
- monitoreoWsn

## ■ HAL (Hardware Abstraction Layer)

- Board Drivers
- 802.15.4

## ■ Hardware

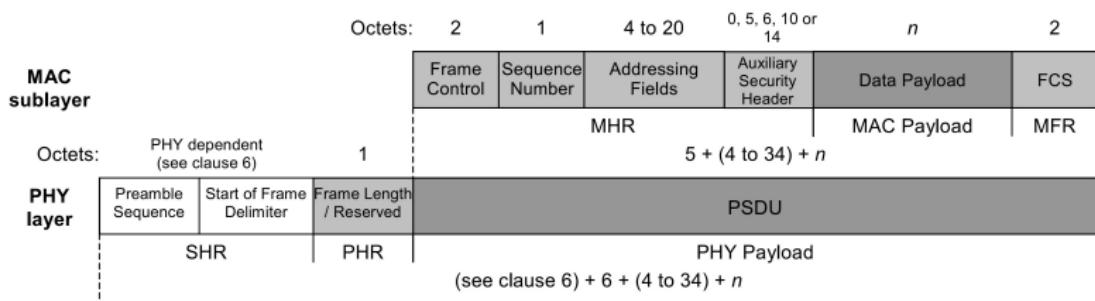
- Biblioteca de Cortex ARM: CMSISv2p00  
LPC13xx





# Descripción Funcional

- Introducción General
- Motivación WSN
- Energía
- Introducción Específica
- Herramientas Plan
- Diseño e Implementación
  - Hardware
  - Arquitectura
  - Firmware
- Ensayos
- Trabajos Futuros



Formato de la trama de Datos IEEE 802.15.4



# Descripción Funcional

## Estructura del payload (Disp→Coord)

Byte	0	1	2	3-4	5	6-127
Significado	Edo. de Alarma	Edo. de Operación	Temp. Amb.	Voltaje Bat.	Ciclos de Carga	Datos

## Estructura del payload (Coord→Disp)

Byte	0	1	2	3	4	5-127
Significado	Set Alarma	Ciclo de Trabajo	Límite Voltaje	Límite Temp. Alta	Límite Temp. Baja	Datos



# Descripción Funcional

## Byte de Estado de Operación

<b>Valor</b>	<b>Descripción</b>
00000000	Modo Batería
11111111	Modo Panel
Otros	Reservado

## Byte de Estado de Alarma

<b>Valor</b>	<b>Descripción</b>
00000000	TempAmbaja
00000001	TempAmbalta
00000010	ProyBatrest
00000011	TensionBat
Otros	Reservado

Introducción  
General  
Motivación  
WSN  
Energía

Introducción  
Específica  
Herramientas  
Plan

Diseño e Im-  
plementación  
Hardware  
Arquitectura  
Firmware

Ensayos

Trabajos  
Futuros



# Descripción Funcional

Introducción  
General  
Motivación  
WSN  
Energía

Introducción  
Específica  
Herramientas  
Plan

Diseño e Im-  
plementación  
Hardware  
Arquitectura  
Firmware

Ensayos

Trabajos  
Futuros

## Control de carga de la batería

Pines de estado del *bq2480*

Estado	STAT1	STAT2
Precarga en progreso	ON	ON
Carga completa	OFF	ON
Modo sleep	OFF	OFF



# Topología de la Red

Introducción  
General

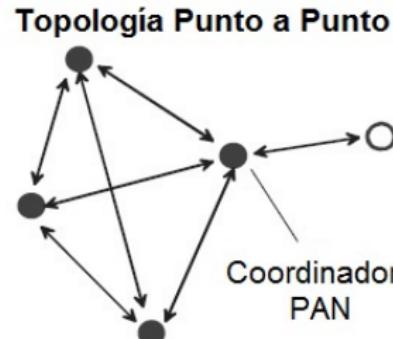
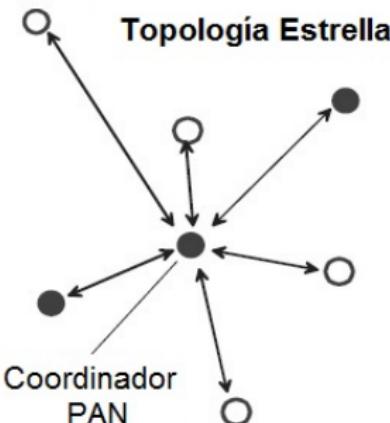
Motivación  
WSN  
Energía

Introducción  
Específica  
Herramientas  
Plan

Diseño e Im-  
plementación  
Hardware  
Arquitectura  
Firmware

Ensayos

Trabajos  
Futuros

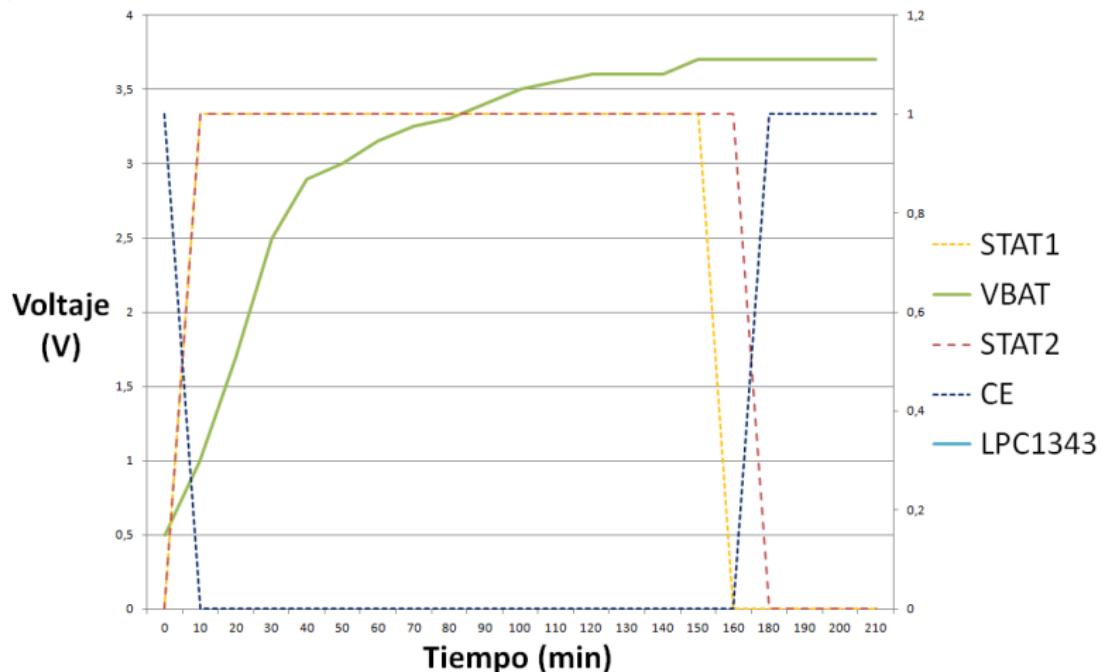


- Dispositivo de función completa
- Dispositivo de funciones reducidas
- ↔ Flujo de la comunicación



# Ensayos

- Introducción General
- Motivación WSN
- Energía
- Introducción Específica
- Herramientas Plan
- Diseño e Implementación
- Hardware
- Arquitectura
- Firmware
- Ensayos
- Trabajos Futuros

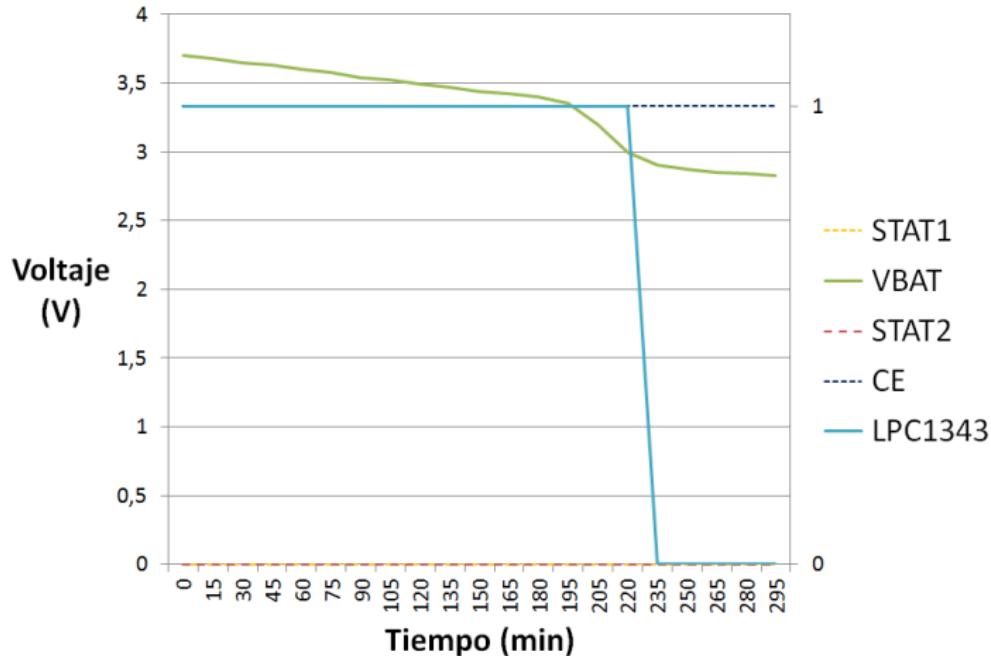


Voltaje y Estados del Circuito Controlador de Carga  
vs Tiempo en estado de recarga



# Ensayos

- Introducción General
- Motivación WSN
- Energía
- Introducción Específica
- Herramientas Plan
- Diseño e Implementación
- Hardware
- Arquitectura
- Firmware
- Ensayos
- Trabajos Futuros



Voltaje y Estados del Circuito Controlador de Carga  
vs Tiempo en modo batería



# Demostración

Introducción  
General

Motivación  
WSN  
Energía

Introducción  
Específica

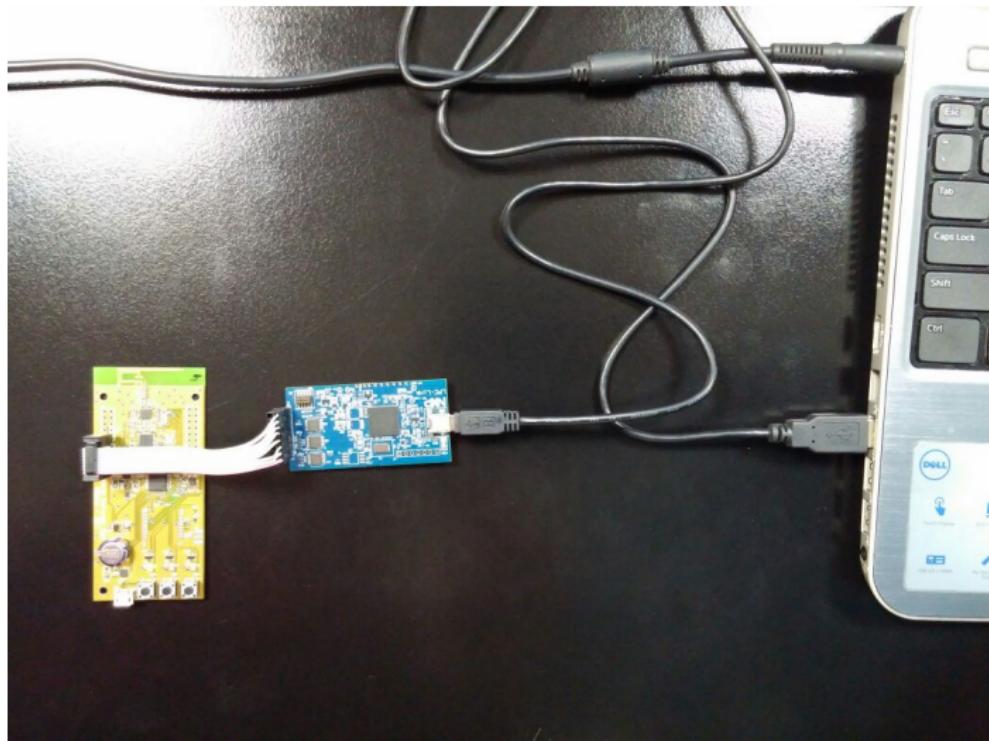
Herramientas  
Plan

Diseño e Im-  
plementación

Hardware  
Arquitectura  
Firmware

Ensayos

Trabajos  
Futuros





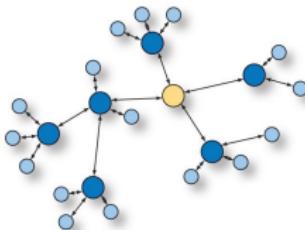
# Trabajos Futuros

Introducción General
Motivación WSN
Energía
Introducción Específica
Herramientas Plan
Diseño e Implementación
Hardware
Arquitectura
Firmware
Ensayos
Trabajos Futuros

- Implementación en otras plataformas (funcionalidades vs consumos).
  - Temperatura de la batería.
  - Corriente de carga de la batería.
  - Consumo de corriente del circuito.
- Implementación con otros algoritmos.
- Soporte a las plataformas disponibles del Proyecto CIAA.

# Sistema de Monitoreo de Salud de Nodos WSN Alimentados a Energía Solar

¿Preguntas?



Esp. Ing. Juan V. Montilla C.

Agosto 2016