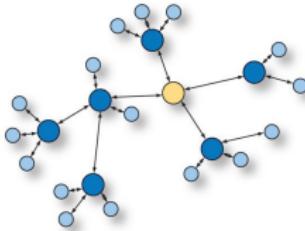


Sistema de Monitoreo de Salud de Nodos WSN Alimentados a Energía Solar

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

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

1 Introducción General

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

2 Introducción Específica

- Herramientas
- Planificación

3 Diseño e Implementación

- Hardware
- Arquitectura del Firmware
- Firmware

4 Ensayos

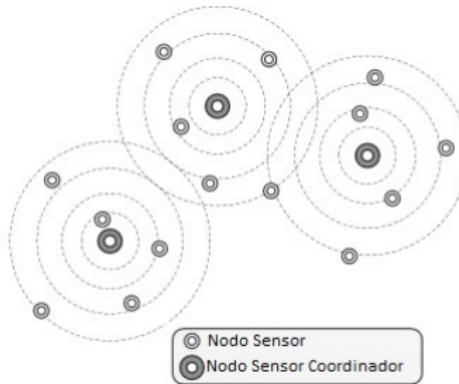
5 Conclusiones

6 Trabajos Futuros



¿Qué es WSN?

Wireless Sensor Networks: Redes de Sensores Inalámbricos.



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

Introducción
General

WSN

Motivación
Energía

Introducción
Específica

Herramientas
Plan

Diseño e Im-
plementación
Hardware
Arquitectura
Firmware

Ensayos

Conclusiones

Trabajos
Futuros



¿Qué es WSN?

Ejemplo de sensado en agricultura (temperatura)



Introducción
General
WSN
Motivación
Energía

Introducción
Específica
Herramientas
Plan

Diseño e Im-
plementación
Hardware
Arquitectura
Firmware

Ensayos

Conclusiones

Trabajos
Futuros



¿Qué es WSN?

Interfaz de usuario a través de un sumidero

Introducción
General

WSN
Motivación
Energía

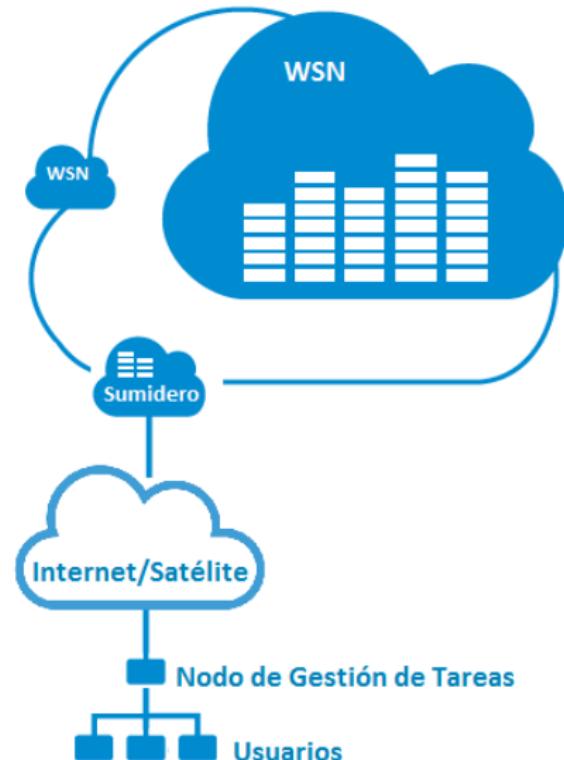
Introducción
Específica
Herramientas
Plan

Diseño e Im-
plementación
Hardware
Arquitectura
Firmware

Ensayos

Conclusiones

Trabajos
Futuros





Motivación

Introducción
General
WSN
Motivación
Energía

Introducción
Específica
Herramientas
Plan
Diseño e Im-
plementación
Hardware
Arquitectura
Firmware

Ensayos
Conclusiones
Trabajos
Futuros

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



Soluciones

Introducción General
WSN
Motivación
Energía

Introducción Específica
Herramientas Plan

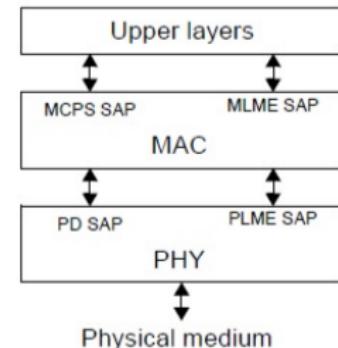
Diseño e Implementación
Hardware
Arquitectura
Firmware

Ensayos

Conclusiones

Trabajos Futuros

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





Implicaciones de energía

Introducción
General
WSN
Motivación
Energía

Introducción
Específica
Herramientas
Plan

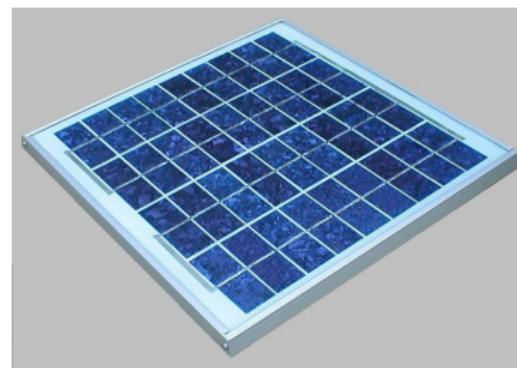
Diseño e Im-
plementación
Hardware
Arquitectura
Firmware

Ensayos

Conclusiones

Trabajos
Futuros

- El modulo fotovoltaico y pocos componentes.
- Generador Eléctrico Solar Autónomo (GESÁ).
- Acceso reducido a red eléctrica.
- Tendencia a la baja (\$).





Herramientas - Nodo Mote LSE

Introducción
General
WSN
Motivación
Energía

Introducción
Específica
Herramientas
Plan

Diseño e Im-
plementación
Hardware
Arquitectura
Firmware

Ensayos
Conclusiones

Trabajos
Futuros

- 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.





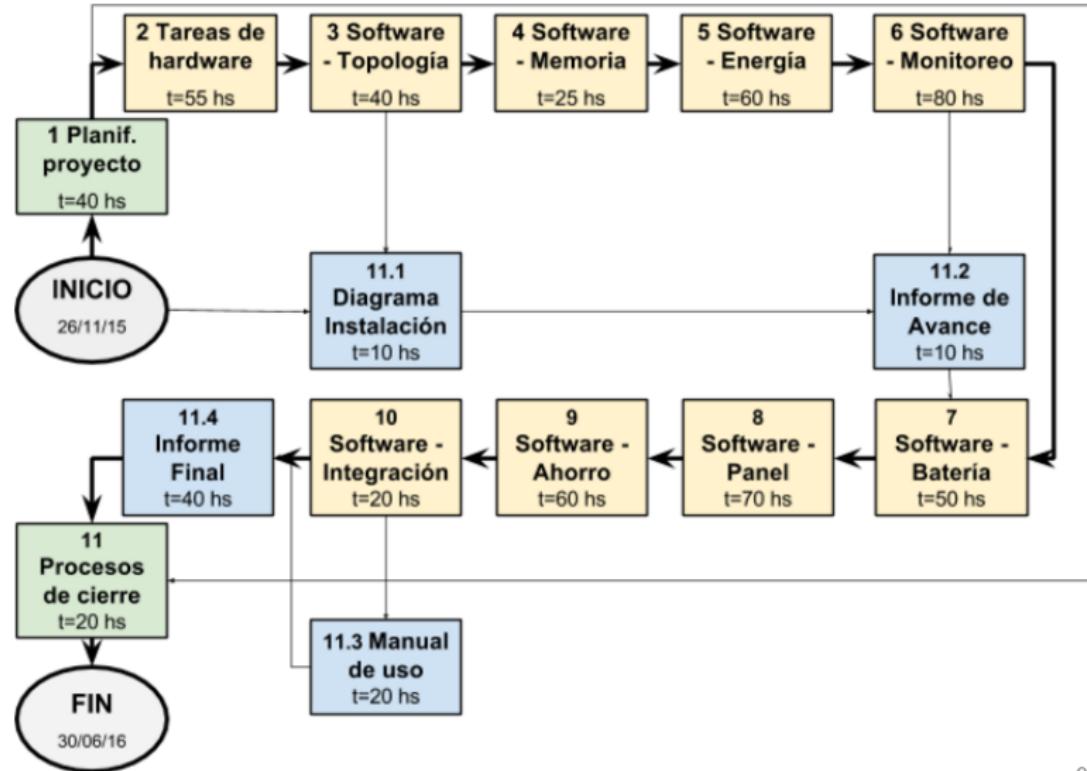
Planificación - AON

Introducción General
WSN
Motivación
Energía

Introducción Específica
Herramientas Plan

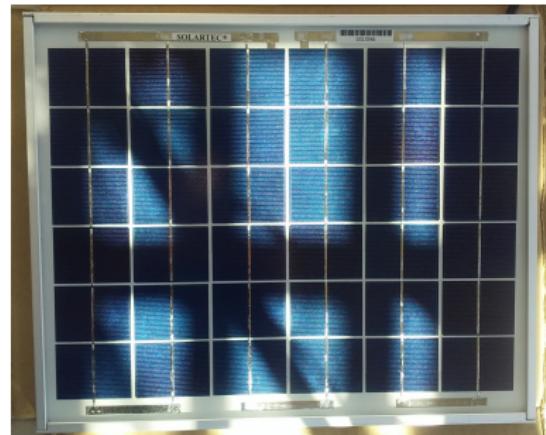
Diseño e Implementación
Hardware
Arquitectura
Firmware

Ensayos
Conclusiones
Trabajos Futuros





Hardware - El Panel Solar



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

Introducción
General
WSN
Motivación
Energía

Introducción
Específica
Herramientas
Plan

Diseño e Im-
plementación
Hardware
Arquitectura
Firmware

Ensayos
Conclusiones
Trabajos
Futuros



Hardware - Diagrama de Conexión

Introducción
General

WSN
Motivación
Energía

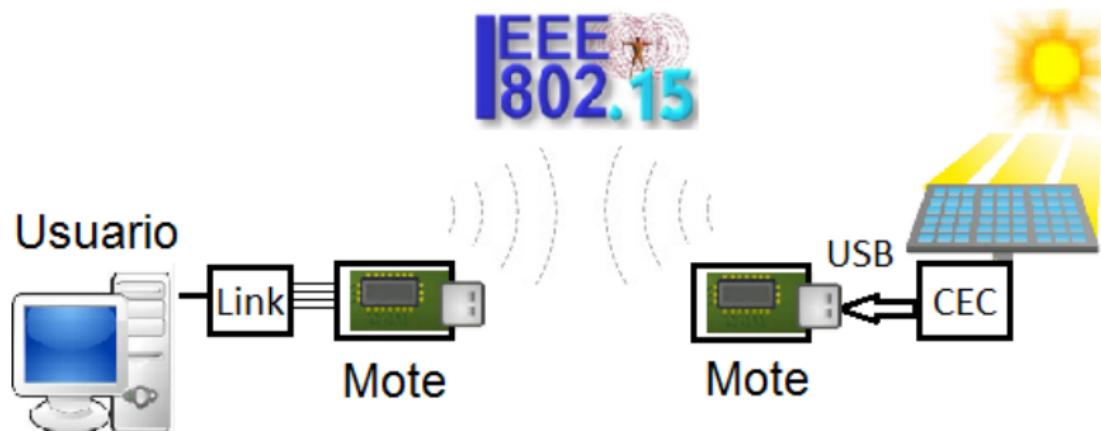
Introducción
Específica
Herramientas
Plan

Diseño e Im-
plementación
Hardware
Arquitectura
Firmware

Ensayos

Conclusiones

Trabajos
Futuros





Arquitectura del Firmware

Introducción General
WSN
Motivación
Energía

Introducción Específica
Herramientas Plan

Diseño e Implementación
Hardware Arquitectura Firmware

Ensayos

Conclusiones

Trabajos Futuros

■ APPS (Applications)

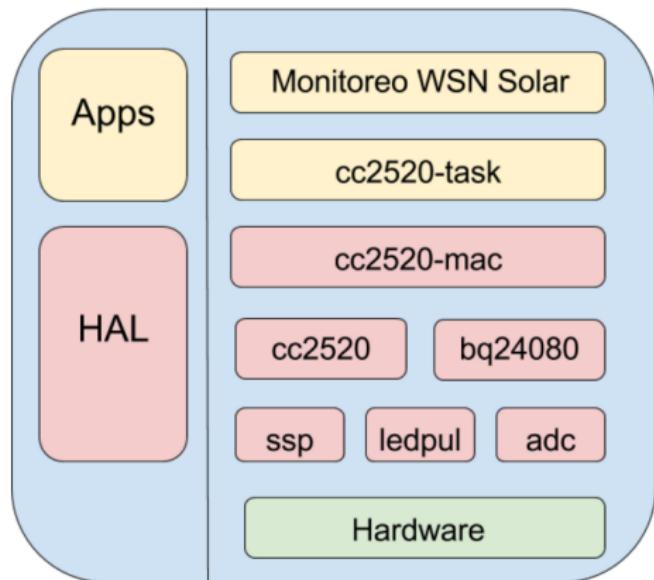
- monitoreoWsn
- cc2520Task

■ HAL (Hardware Abstraction Layer)

- 802.15.4
- Board Drivers

■ Hardware

- Biblioteca de Cortex ARM:
CMSISv2p00
LPC13xx





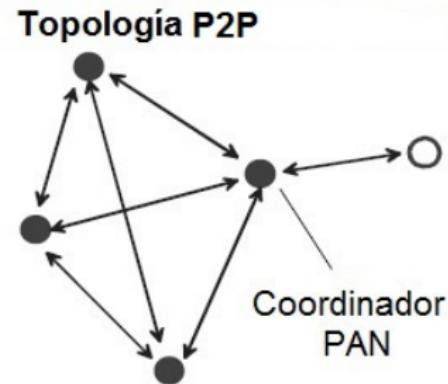
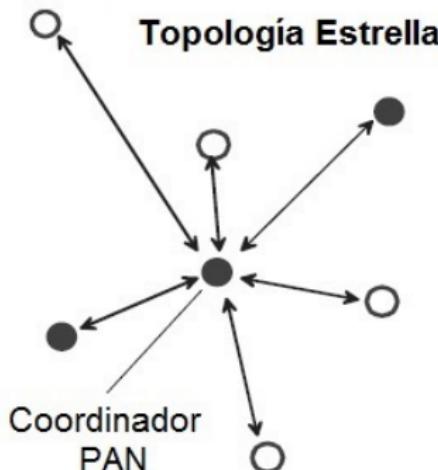
Topología de la Red

Introducción
General
WSN
Motivación
Energía

Introducción
Específica
Herramientas
Plan

Diseño e Implementación
Hardware
Arquitectura
Firmware

Ensayos
Conclusiones
Trabajos
Futuros

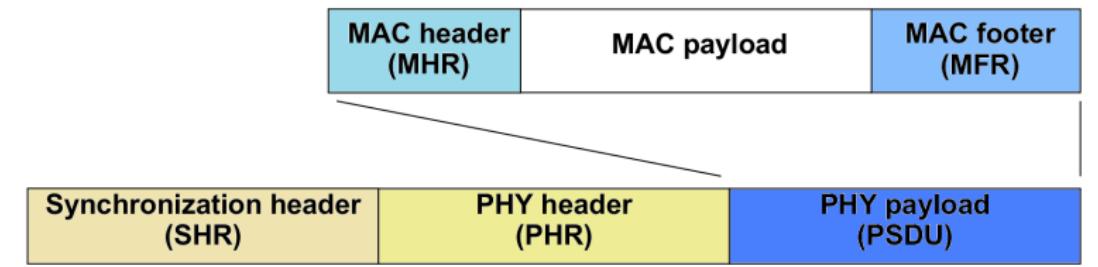


- Dispositivo de función completa
- Dispositivo de funciones reducidas
- ↔ Flujo de la comunicación



Descripción Funcional

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



Formato de 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

Valor	Descripción
00000000	Modo Batería
11111111	Modo Panel
Otros	Reservado

Byte de Estado de Alarma

Valor	Descripción
00000000	TempAmbaja
00000001	TempAmbalta
00000010	ProyBatrest
00000011	TensionBat
Otros	Reservado

Introducción
General
WSN
Motivación
Energía

Introducción
Específica
Herramientas
Plan

Diseño e Im-
plementación
Hardware
Arquitectura
Firmware

Ensayos
Conclusiones
Trabajos
Futuros



Descripción Funcional

Control de carga de la batería

Pines de estado del *bq2480*

Estado	STAT1	STAT2
Precarga en progreso	1	1
Carga completa	0	1
Modo sleep	0	0

Introducción
General
WSN
Motivación
Energía

Introducción
Específica
Herramientas
Plan

Diseño e Im-
plementación
Hardware
Arquitectura
Firmware

Ensayos

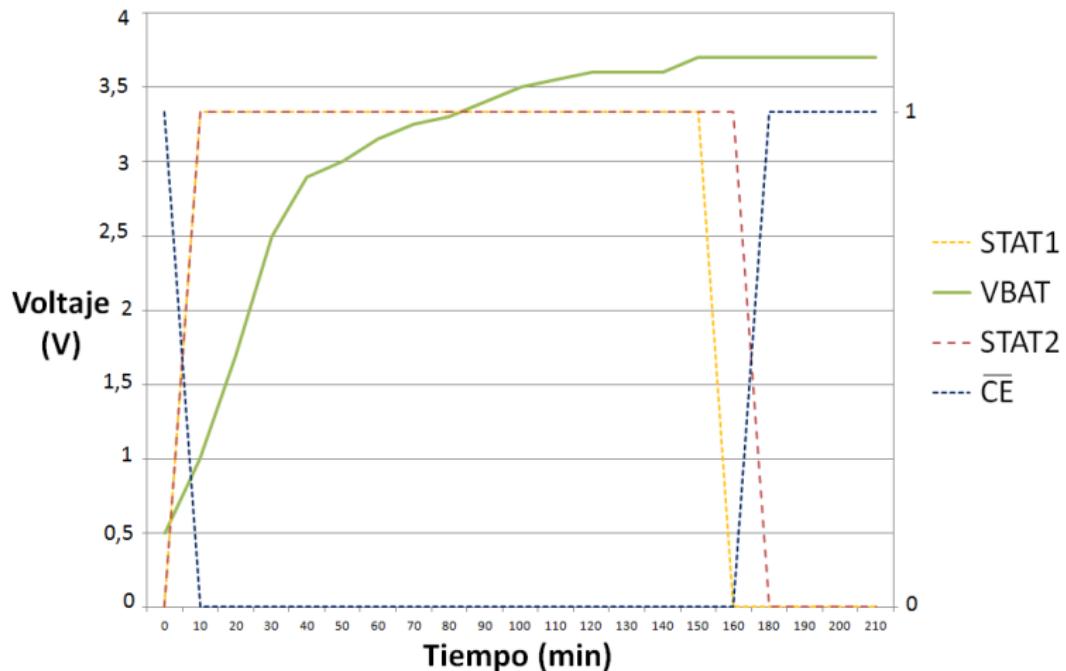
Conclusiones

Trabajos
Futuros



Ensayos - Estado de Recarga

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

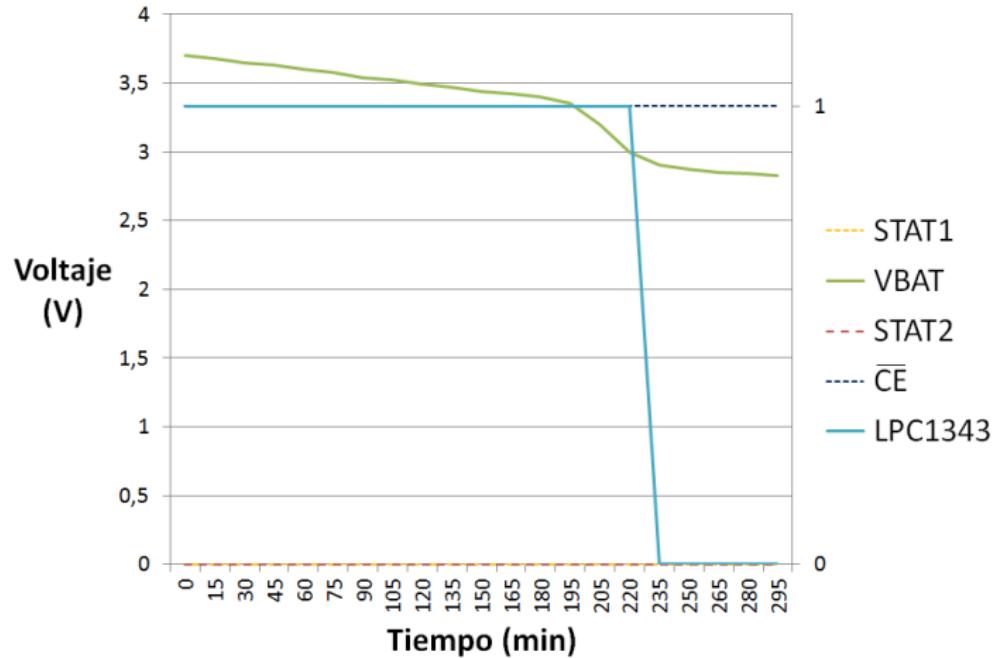


Voltaje y Estados del Circuito Controlador de Carga
vs Tiempo en estado de recarga



Ensayos - Modo Batería

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



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



Demostración

Introducción
General

WSN
Motivación
Energía

Introducción
Específica

Herramientas
Plan

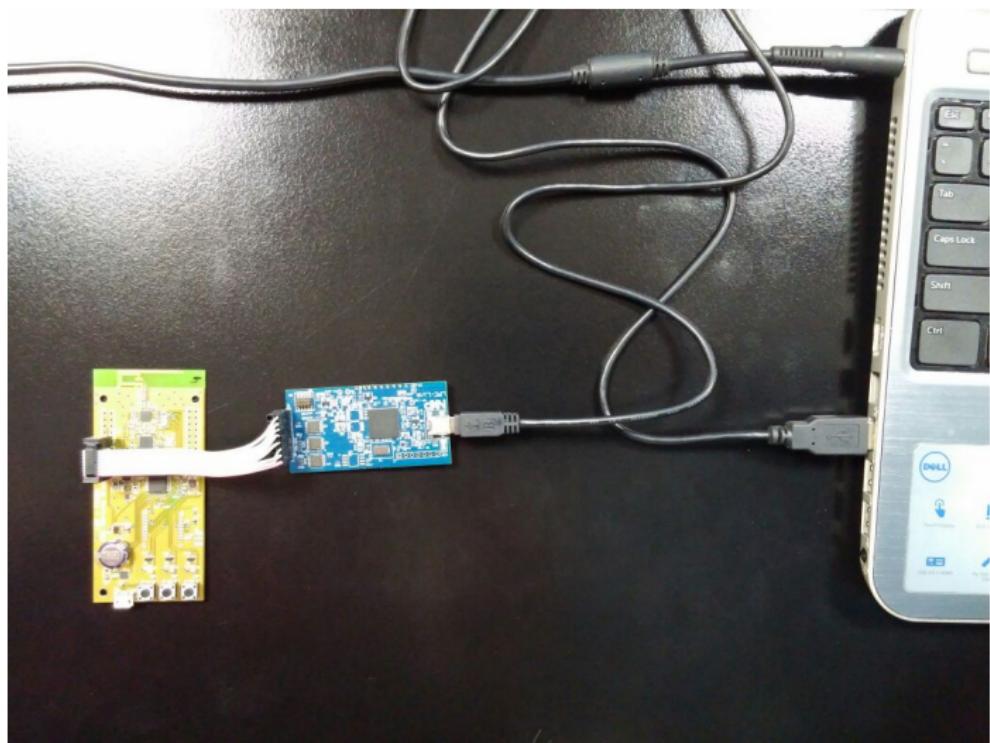
Diseño e Im-
plementación

Hardware
Arquitectura
Firmware

Ensayos

Conclusiones

Trabajos
Futuros





Conclusiones

Introducción
General
WSN
Motivación
Energía

Introducción
Específica
Herramientas
Plan

Diseño e Im-
plementación
Hardware
Arquitectura
Firmware

Ensayos
Conclusiones

Trabajos
Futuros

- Es posible agregar un circuito de extensión de carga al nodo *Mote LSE* a partir de un módulo fotovoltaico.
- La implementación del control de carga permite optimizar la vida útil de la batería/nodo.
- La plataforma y el protocolo de comunicación permite implementar aplicaciones de bajo consumo y conocer el estado de salud/batería del nodo.



Trabajos Futuros

Introducción
General

WSN
Motivación
Energía

Introducción
Específica
Herramientas
Plan

Diseño e Im-
plementación
Hardware
Arquitectura
Firmware

Ensayos

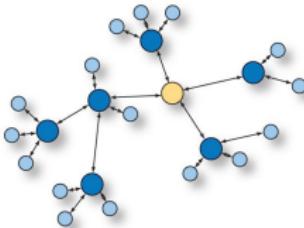
Conclusiones

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.
- Energías alternativas.
- Soporte a las plataformas disponibles del Proyecto CIAA.

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

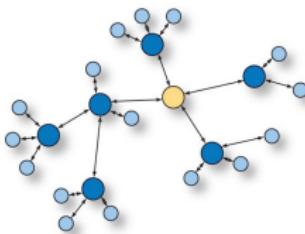
¿Preguntas?



Esp. Ing. Juan V. Montilla C.

Agosto 2016

MUCHAS GRACIAS...



Esp. Ing. Juan V. Montilla C.

Agosto 2016