

## BatNet: red inalámbrica de sensores y actuadores basada en 6LoWPAN

Jornadas Técnicas de RedIRIS 2012  
Bilbao, 28 y 29 de noviembre de 2012



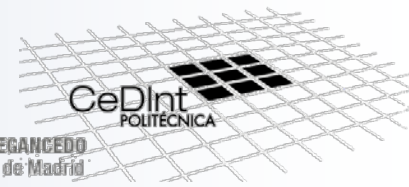
CeDInt – UPM  
*Smart Environments &  
Energy Efficiency Group*



# Índice:



12Tech- CAMPUS MONTEGANCEDO  
Universidad Politécnica de Madrid



1. Introducción
2. Motivación
3. Arquitectura General (BatMP + BatNet)
4. BatNet arquitectura HW
5. IoT (BatNet, arquitectura de comunicaciones y SW)
6. Conclusiones

# Índice:



12Tech- CAMPUS MONTEGANCEDO  
Universidad Politécnica de Madrid



1. Introducción
2. Motivación
3. Arquitectura General (BatMP + BatNet)
4. BatNet arquitectura HW
5. IoT (BatNet, arquitectura de comunicaciones y SW)
6. Conclusiones

# Introducción: CeDInt



12Tech- CAMPUS MONTEGANCEDO  
Universidad Politécnica de Madrid



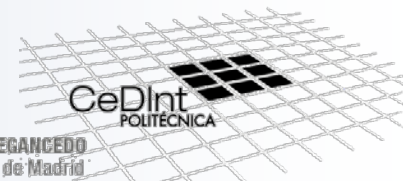
- Proyectos de I+D en cooperación con empresas, universidades y otros centros de I+D con:
  - Financiación pública: regional, nacional, programas europeos e internacionales.
  - Financiación privada
- Transferencia tecnológica y de conocimiento a la industria.
- Master en domótica y automatización de edificios.



# Introducción: CeDInt



12Tech - CAMPUS MONTEGANCEDO  
Universidad Politécnica de Madrid

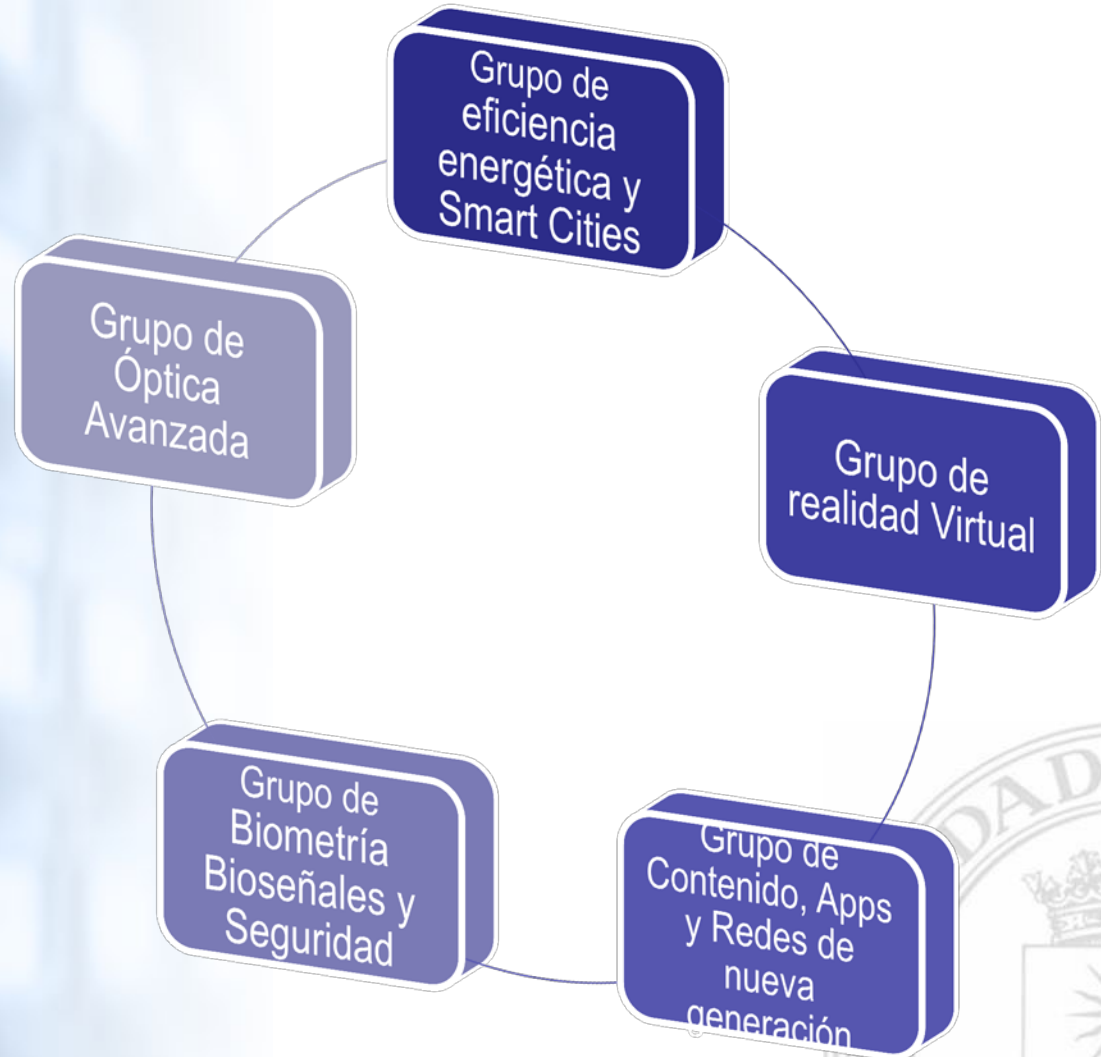


Jornadas Técnicas de RedIRIS 2012. Bilbao, 28 y 29 de noviembre de 2012

# Introducción: CeDInt



12Tech- CAMPUS MONTEGANCEDO  
Universidad Politécnica de Madrid

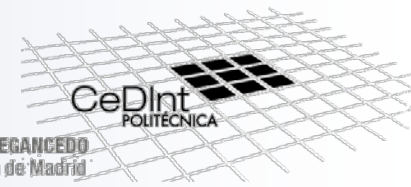


Jornadas Técnicas de RedIRIS 2012. Bilbao, 28 y 29 de noviembre de 2012

# Introducción: CeDInt - Grupo EE



12Tech- CAMPUS MONTEGANCEDO  
Universidad Politécnica de Madrid



- **Smart Grids:**
  - Servicios de respuesta según demanda
  - Servicios de tarificación dinámica
- **Sistemas avanzados de control**
  - Interfaces de usuario para monitorización y gestión de energía en edificios
- **Inteligencia ambiental (AmI)**
  - Conceptos de respuesta contextual en pasarelas residenciales
- **Algoritmos de gestión eficiente de energía y aplicaciones a las pasarelas residenciales**
- **Smart Metering:**
  - Sistemas domésticos de visualización
  - Análisis y predicción de consumo
- **Medida de la emisión y el consumo de CO<sub>2</sub>**
- **Entornos "Smart": Casa, Laboratorio, Edificio, Barrio, Ciudad**

## Monitorización Doméstica

e-MEDICIÓN: Plataforma para la Gestión Energética del Hogar”.

Objetivo: reducir los consumos de energía unificando los sistemas de medida de electricidad, agua y gas.

Resultados: Desarrollo de una plataforma integrada de **monitorización y visualización en tiempo real** y registros **históricos de consumo y producción** de electricidad, agua y gas, a través de la lectura de sensores distribuidos, y accesible de forma local o remota.

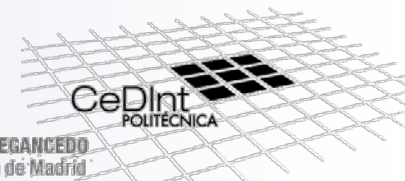




# Introducción: CeDInt - Grupo EE



12Tech- CAMPUS MONTEGANCEDO  
Universidad Politécnica de Madrid



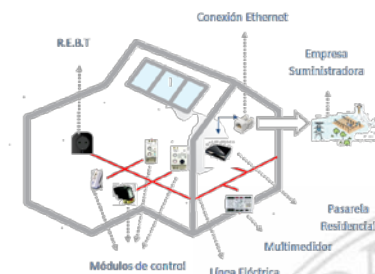
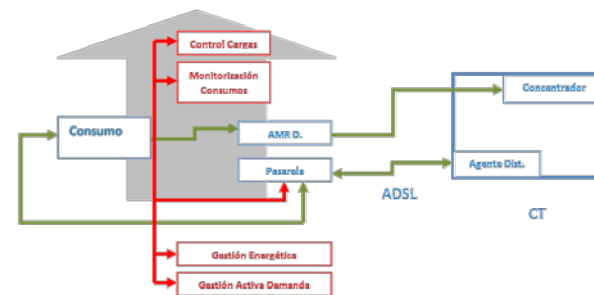
## Smart Grids



Distribución energética inteligente, segura y eficiente”.

Objetivo: mejorar la eficiencia en la cadena de distribución eléctrica. Estableciendo una comunicación bidireccional entre los productores de energía y los consumidores

Resultados: Desarrollo de una pasarela residencial para la gestión de las cargas eléctricas en las viviendas.



IV Premio  
treeologic  
al Espíritu  
Innovador



## Smart Cities

### Proyecto *Smartcity* : *Un modelo de gestión de energía sostenible para las ciudades del futuro*

CDTI - Fondo Tecnológico 2009

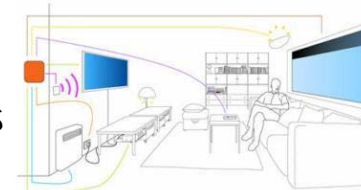
Desarrollo de un prototipo piloto donde productores de energía y consumidores deben colaborar en el incremento de uso de energías renovables y en hacer converger la generación con la demanda para un uso racional de la energía.

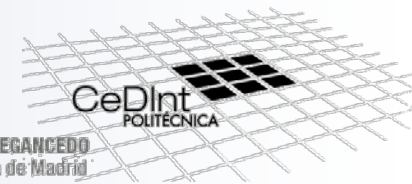
Determinar la viabilidad de los servicios de gestión avanzada de energía en hogares.

Definir perfiles de clientes e implementar dispositivos de gestión energética que permitan a los usuarios tomar parte activa en la red de distribución y ser capaces de auto gestionar su oferta/demanda de energía.

Tres niveles de interacción:

- Información de consumo eléctrico
- Control del consumo
- Respuesta a la demanda





## Energía y Cambio Climático (MDL):

### Proyecto 3WE:

- Monitorización absorción de CO<sub>2</sub> en masas forestales a través de una red inalámbrica de sensores

### Proyecto Ecommontech – Tecnología de monitorización de compensación de emisiones

- Monitorización de emisiones CO<sub>2</sub>



# Introducción: BatNet



12Tech- CAMPUS MONTEGANCEDO  
Universidad Politécnica de Madrid

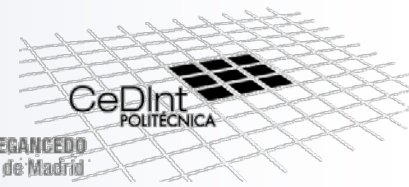


- Consumo energético de edificios: **20%-40%** del total de energía utilizada en países desarrollados.
- Reducir el consumo de energía en edificios → ahorra recursos y dinero; reduce la contaminación y las emisiones de CO2.
- Medidas para reducir el consumo energético: diseño de edificios y elección de materiales, energías renovables, auditorías energéticas, sensibilización de usuarios, equipos eficientes, sistemas de gestión energética de edificios.

# Índice:



12Tech- CAMPUS MONTEGANCEDO  
Universidad Politécnica de Madrid

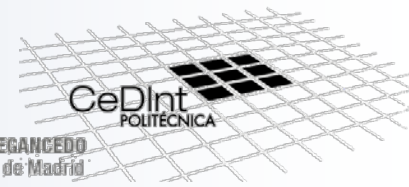


1. Introducción
2. Motivación
3. Arquitectura General (BatMP + BatNet)
4. BatNet arquitectura HW
5. IoT (BatNet, arquitectura de comunicaciones y SW)
6. Conclusiones

## Motivación: características de sistemas tradicionales.



12Tech- CAMPUS MONTEGANCEDO  
Universidad Politécnica de Madrid

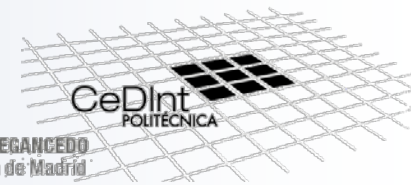


- **Sistemas distribuidos:** poco adaptables, sobreinteligencia de los nodos, alto coste, complejidad de programación.
- **Tecnologías comerciales incompatibles entre sí:** LonWorks, KNX, Dali, BACnet, EnOcean...
- **Canales físicos:** cableado, PLC, RF. Predominan los sistemas cableados, aumenta el coste de instalación si no es obra nueva.
- **Sistemas cerrados corporativos:** dificultad para nuevos desarrollos y para conectar con redes basadas en estándares abiertos (IP).
- **Alto coste (de desarrollo) y precio (para usuarios):** limita el desarrollo de nuevas funcionalidades y la implantación doméstica.
- **SW para soluciones parciales.**

# Motivación: características del sistema propuesto.



12Tech- CAMPUS MONTEGANCEDO  
Universidad Politécnica de Madrid



- **Sistema centralizado:** los nodos son sensores/actuadores de baja complejidad, permite bajo coste y tamaño reducido.
- **Tecnología basada en estándares abiertos.**
- **Tecnología de interconexión inalámbrica:** IEEE802.15.4, 6LoWPAN..., sencillez y bajo coste de instalación.
- **Nodo de control:** inteligencia del sistema, recibe datos de nodos sensores, interfaz con sistemas externos.
- **HW y SW abiertos.**
- **Bajo coste.**
- **Tamaño y funcionalidades optimizadas.**
- **Plataforma unificada para soluciones SW de terceros.**

# Índice:



12Tech- CAMPUS MONTEGANCEDO  
Universidad Politécnica de Madrid



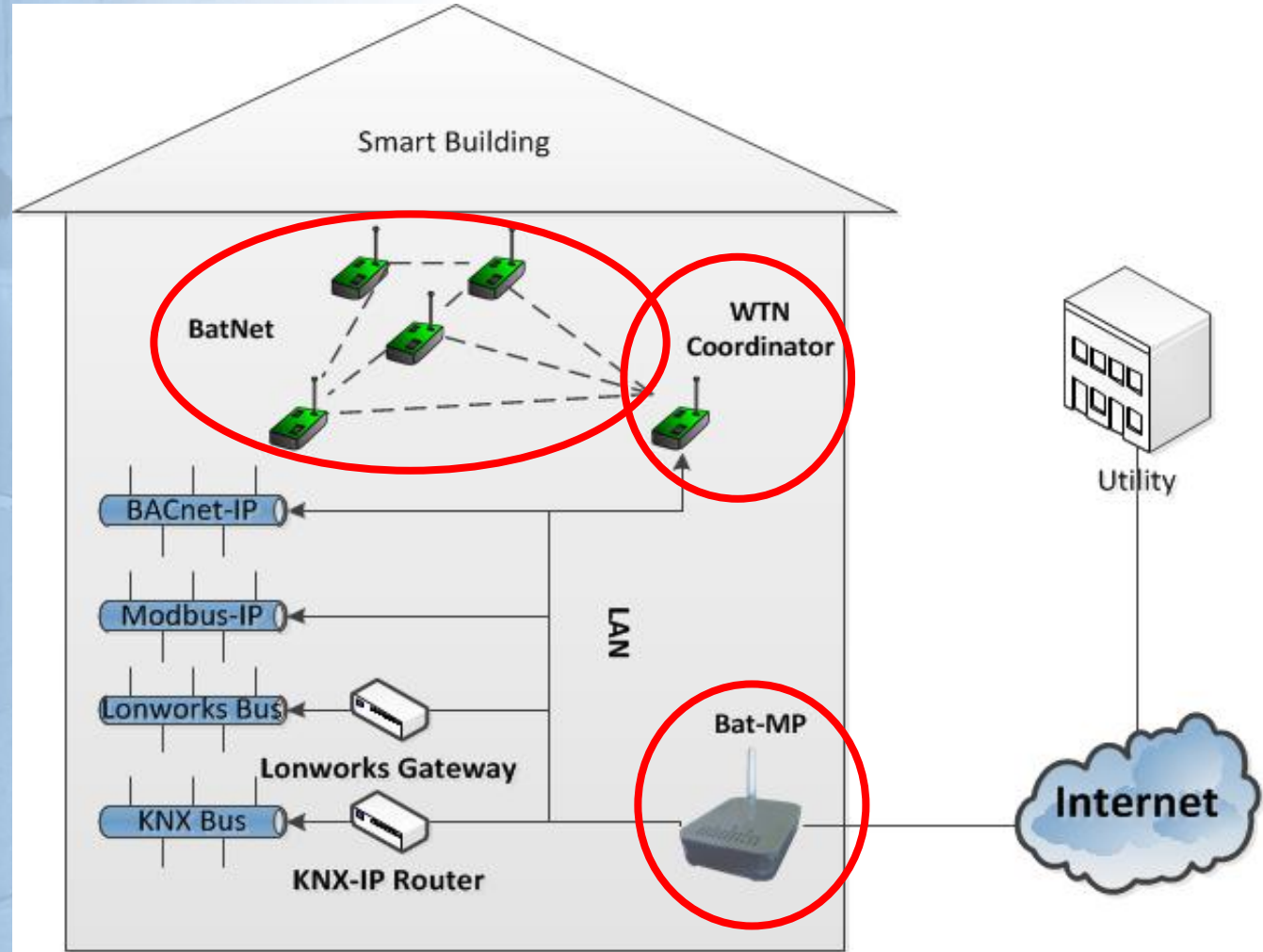
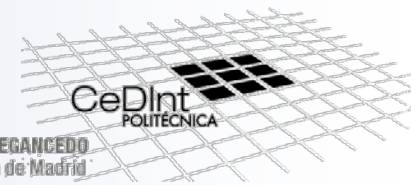
1. Introducción
2. Motivación
3. Arquitectura General (BatMP + BatNet)
4. BatNet arquitectura HW
5. IoT (BatNet, arquitectura de comunicaciones y SW)
6. Conclusiones



# Arquitectura General (BatMP + BatMote)



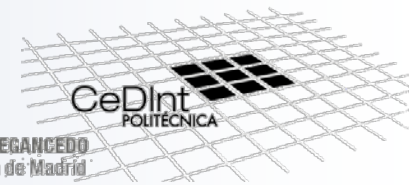
12Tech- CAMPUS MONTEGANCEDO  
Universidad Politécnica de Madrid



# Índice:



12Tech- CAMPUS MONTEGANCEDO  
Universidad Politécnica de Madrid

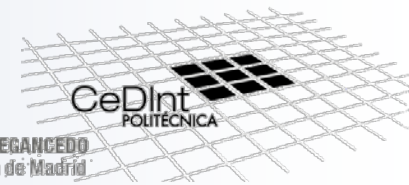


1. Introducción
2. Motivación
3. Arquitectura General (BatMP + BatNet)
4. BatNet arquitectura HW
5. IoT (BatNet, arquitectura de comunicaciones y SW)
6. Conclusiones

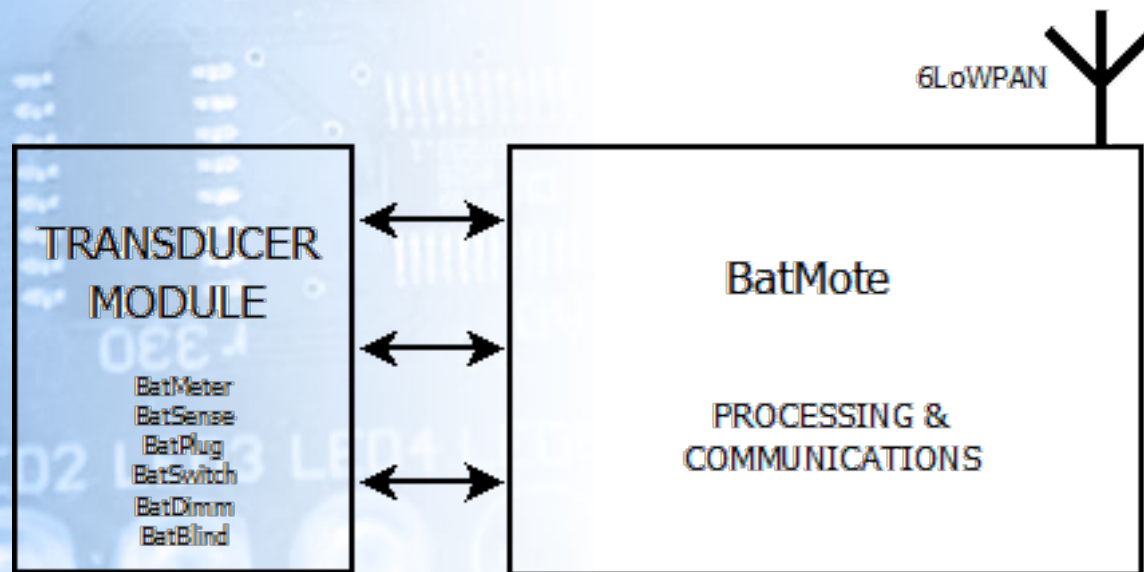
# BatNet, arquitectura HW



12Tech- CAMPUS MONTEGANCEDO  
Universidad Politécnica de Madrid



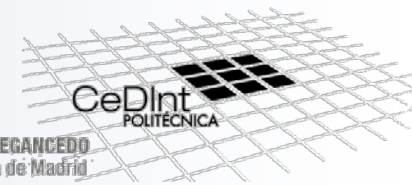
- Arquitectura Modular:
  - Transductor: sensor o actuador.
  - Transceptor: proceso y comunicaciones.
- Familia Batmote.



# Módulos BatNet: BatMote

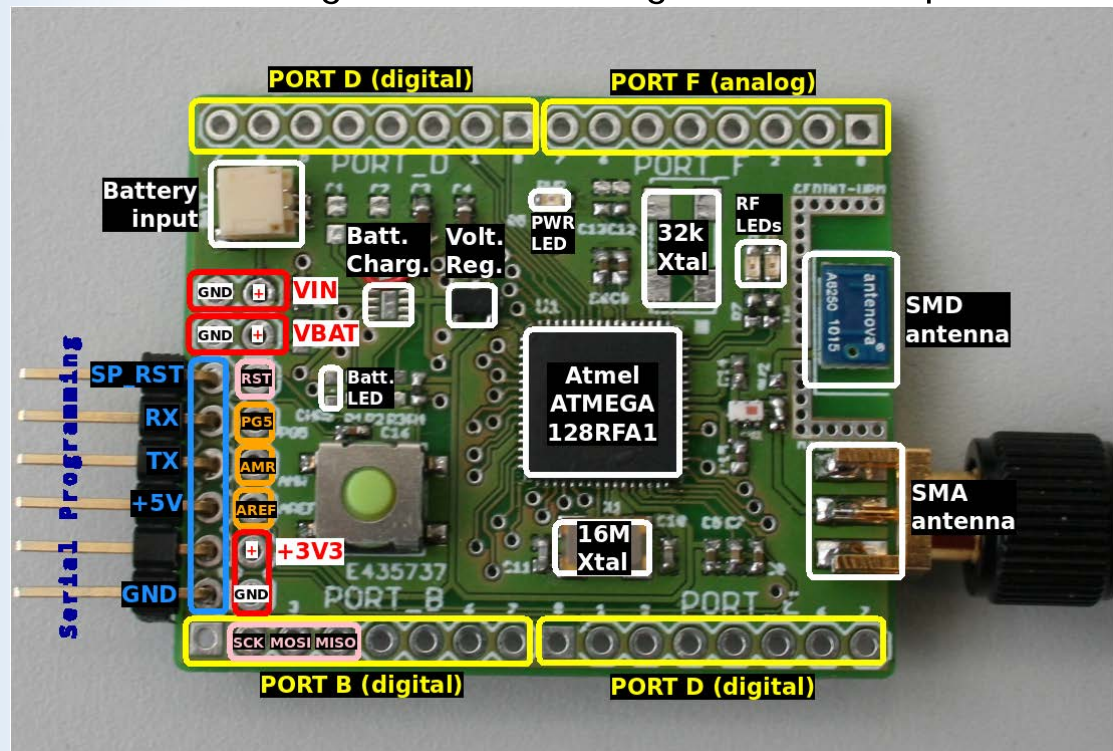


12Tech- CAMPUS MONTECANCEDO  
Universidad Politécnica de Madrid



## BatMote: módulo de proceso y comunicación.

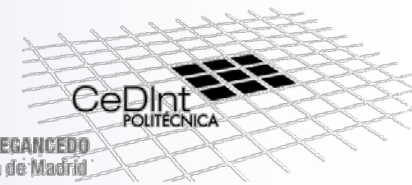
- Implementa el proceso de datos y los protocolos de comunicación inalámbrica.
- Basado en microcontrolador de 8 bits ATmega128RFA1, integra un transceptor de radio IEEE802.15.4
- 24 I/O digitales
- 8 entradas analógicas
- Alimentado por batería o fuente externa (3,3 – 12V)



# Módulos BatNet: BatMeter

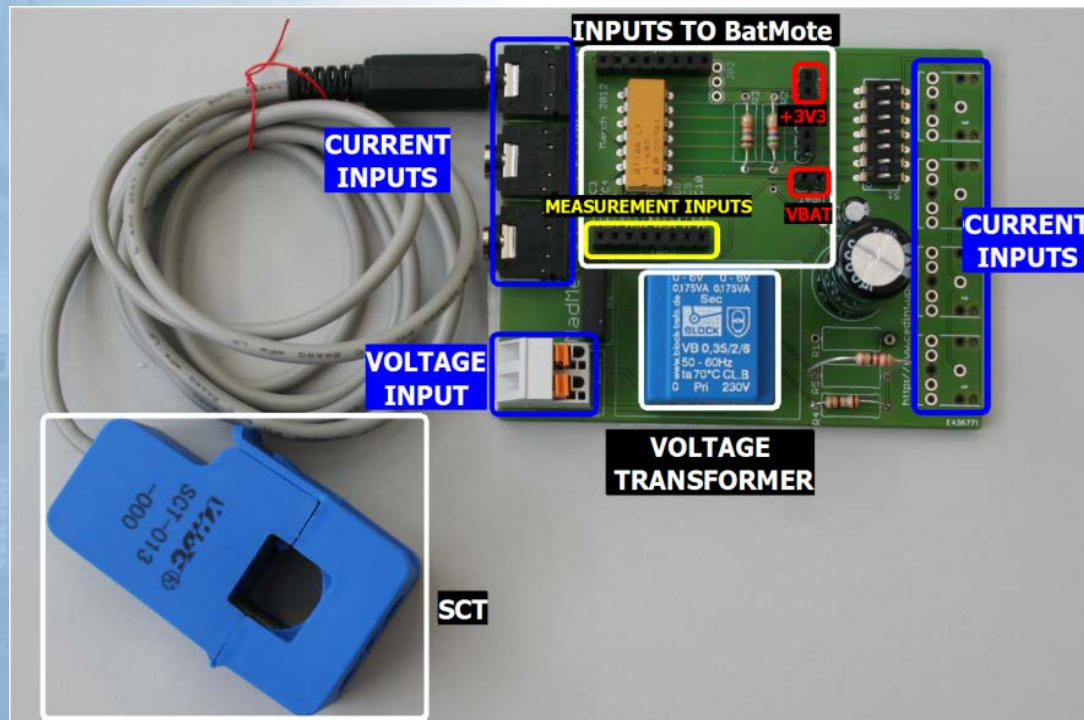


12Tech- CAMPUS MONTEGANCEDO  
Universidad Politécnica de Madrid



**BatMeter:** transductor para medida de consumo eléctrico en cuadro.

- Mide hasta 7 líneas de corriente y una de tensión.
- Proporciona valores de tensión, intensidad, potencia instantánea, energía acumulada, potencia aparente y factor de potencia.



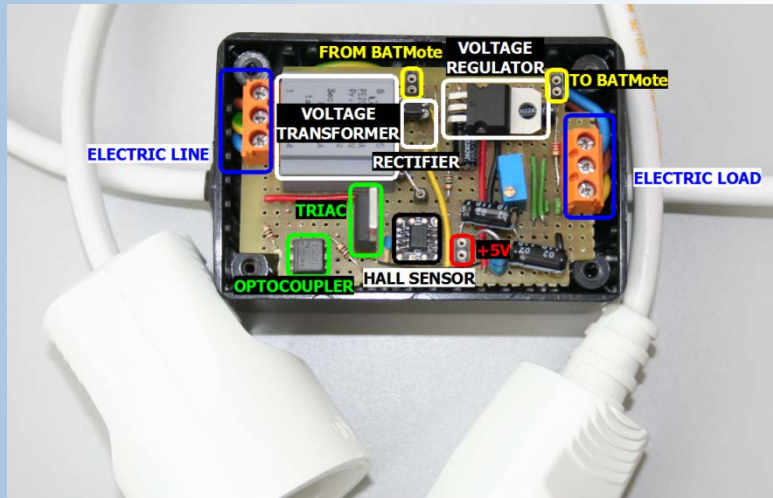
# Módulos BatNet: otros módulos



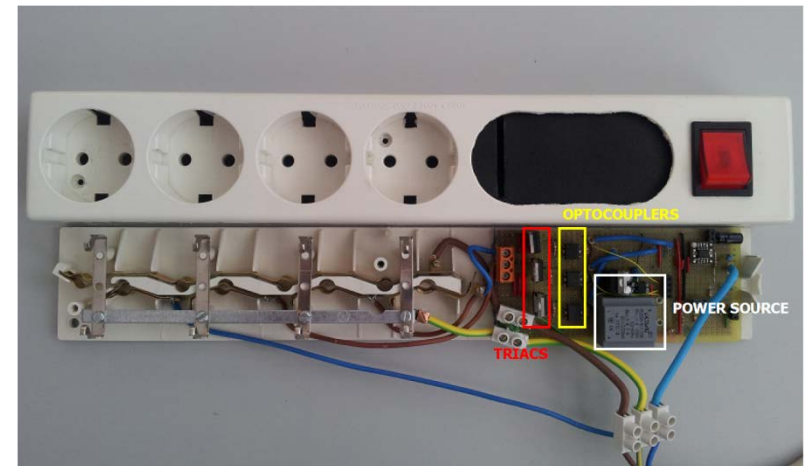
12Tech- CAMPUS MONTEGANCEDO  
Universidad Politécnica de Madrid



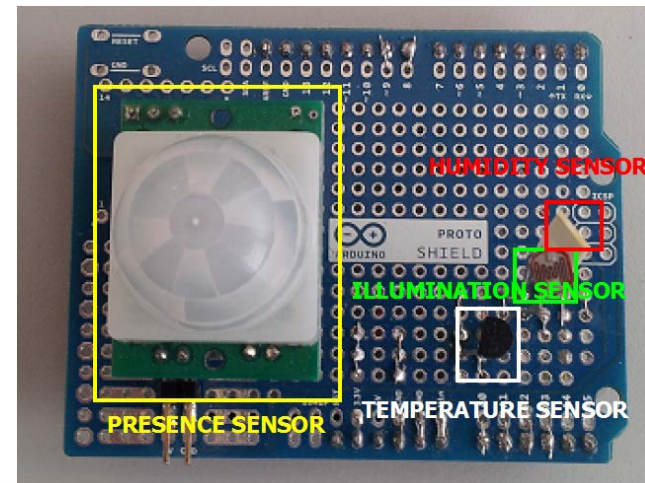
## BatPlug



## BatSwitch



## BatSense



# Índice:



12Tech- CAMPUS MONTEGANCEDO  
Universidad Politécnica de Madrid



1. Introducción
2. Motivación
3. Arquitectura General (BatMP + BatNet)
4. BatNet arquitectura HW
5. IoT (BatNet, arquitectura de comunicaciones y SW)
6. Conclusiones

- BatNet sigue la filosofía del “Internet Of Things” pues se utiliza una pila de protocolos de comunicación basados en estándares abiertos.

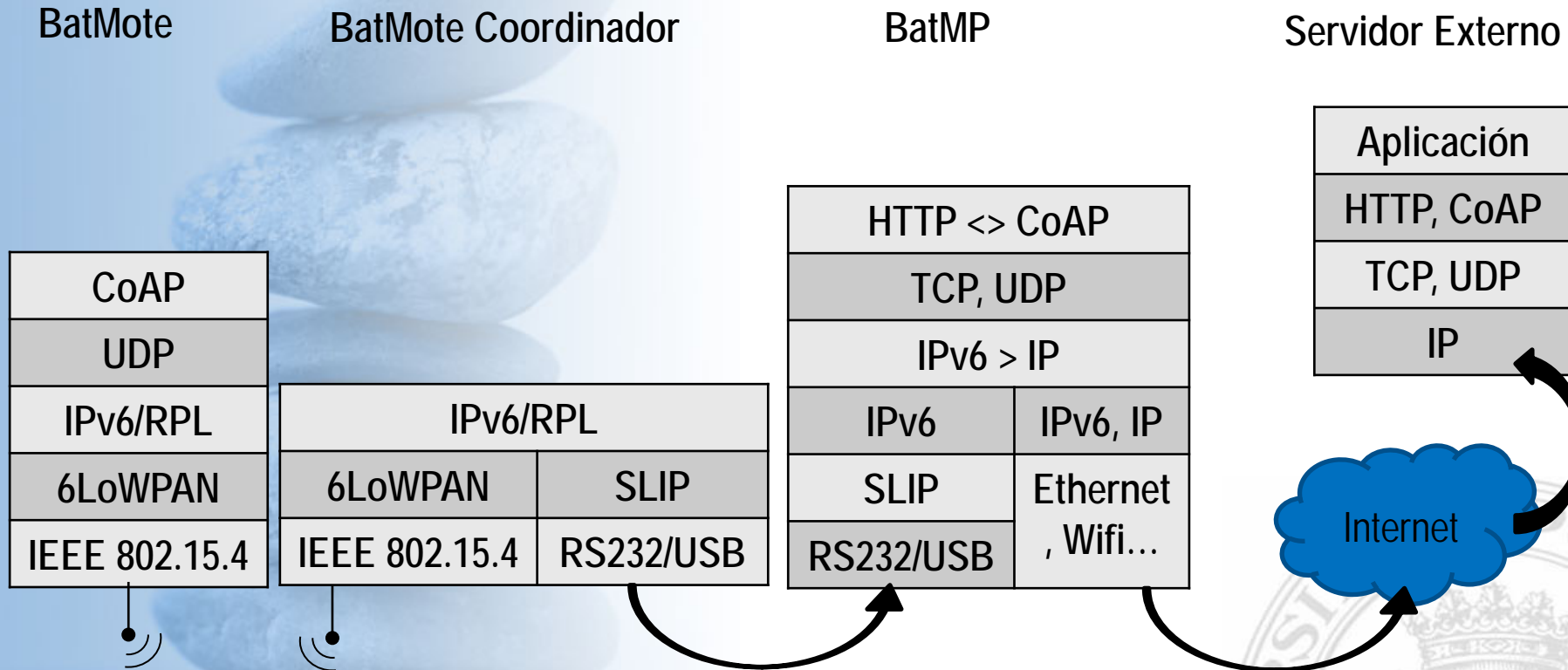
Nivel	Protocolo	Descripción
<i>Aplicación</i>	<b>CoAP</b>	(Constrained Application Protocol) Adaptación del protocolo http que posibilita su implementación en dispositivos de bajo consumo y pocos recursos. Definido por el grupo Core del IETF.
<i>Transporte</i>	<b>UDP</b>	User Datagram Protocol (Protocolo de datagramas de usuario) No orientado a conexión, sin control de errores.
<i>Red</i>	<b>IPv6 / RPL</b>	Protocolo de enrutamiento IPv6 para redes inalámbricas de baja potencia y baja fiabilidad. Definido por el grupo ROLL del IETF.
<i>Enlace</i>	<b>6LoWPAN</b>	Capa de adaptación estandarizada por el IETF que permite el uso de IPv6 sobre redes basadas en IEEE 802.15.4
<i>Físico</i>	<b>IEEE802.15.4</b>	Estándar del IEEE que define el protocolo de nivel físico y control de acceso al medio para redes inalámbricas de área personal de baja potencia y baja tasa de transmisión de datos.



- **6LoWPAN:** permite la utilización de IPv6: cada BatMote tiene asignada una dirección IPv6. Estándar abierto y universal, no se necesita una pasarela compleja que traduzca protocolos. "Internet Of Things" por definición.
- **CoAP:** permite la implementación de interfaces de programación que sigan el paradigma RESTfull de diseño de aplicaciones en red (aplicaciones Web, M2M...).

# BatNet: arquitectura de comunicaciones y SW

- Arquitectura de comunicaciones: esquema de protocolos de los elementos del sistema.



- **Contiki:** sistema operativo enfocado a dispositivos de bajo consumo y pocos recursos (8 bits) para implementar redes inalámbricas. (Internet Of Things)
  - Desarrollo: Adam Dunkels, Swedish Institute of Computer Science, SICS.
  - Código abierto.
  - Implementa los protocolos IEEE 802.15.4 6LoWPAN, RPL y CoAP.
  - Optimizado para bajo consumo.
  - Preparado para microcontroladores de 8 bits con algunos KB de RAM y algunas decenas de KB de memoria Flash.

# Índice:



12Tech- CAMPUS MONTEGANCEDO  
Universidad Politécnica de Madrid

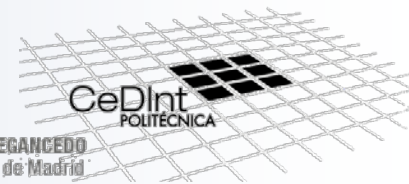


1. Introducción
2. Motivación
3. Arquitectura General (BatMP + BatNet)
4. BatNet arquitectura HW
5. IoT (BatNet, arquitectura de comunicaciones y SW)
6. Conclusiones

# Conclusiones:



12Tech- CAMPUS MONTEGANCEDO  
Universidad Politécnica de Madrid



- Reducir el consumo energético de edificios: monitorización y control.
- Ventajas de plataformas de HW y SW abierto.
- Red inalámbrica de sensores / actuadores: BatNet
- Plataforma de gestión unificada: BatMP
- Sigüientes pasos:



Entering the Market

- Blog (BatMote.net)



The screenshot shows the BatMote Blog homepage. At the top, there is a navigation bar with 'BatMote Wiki' and 'Contact'. Below this is a decorative banner featuring several small bat icons and a central, larger bat icon with a radio tower antenna. The main content area displays a blog post titled 'Why BatMote?' by 'edmont' dated 'July 20, 2012', with 'No comments' indicated. The post text explains that CeDInt is a research center focused on energy efficiency and building automation, and lists several problems with traditional home automation technologies. A list of characteristics for an ideal home automation system is provided, including low cost, small size, low processing requirements, low power consumption, wireless, and interoperability. An image of a modern building is shown next to the text. To the right of the main content, there are several sidebar widgets: a search bar, 'Recent Posts' (listing 'Why BatMote?' and 'Hello everyone!!'), 'Recent Comments', 'Archives' (listing 'July 2012' and 'June 2012'), 'Categories' (listing 'News' and 'Uncategorized'), and 'Meta' (listing 'Log in').

## Wiki



Navigation

- Main page
- Community portal
- Current events
- Recent changes
- Random page
- Help

Toolbox

- What links here
- Related changes
- Upload file
- Special pages
- Printable version
- Permanent link

[Edmont](#) [My talk](#) [My preferences](#) [My watchlist](#) [My contributions](#) [Log out](#)

Page [Discussion](#)

Read

[Edit](#)

[View history](#)

[Go](#)

[Search](#)

## Main Page

Welcome to the BatMote wiki page. You can also visit the [BatMote blog](#).

## What is BatMote

[\[edit\]](#)

The BatMote is a small size, low cost, [WSN](#) platform released as [open-source hardware](#). It has been developed by the [CeDInt](#) research center from the [Technical University of Madrid](#) (Spain), as a tool to be used in its research projects.

It is slightly based on the [Zigduino](#) board since it uses the same [Atmel Atmega128RFA1](#) microcontroller. Thus, it is compatible with the [Arduino](#) software and also with the most common protocols for 802.15.4: [ZigBee](#) and [6LoWPAN](#). Support is to be provided in this site for the [Contiki](#) embedded operating system.

## Features

The BatMote's *heart* is the [Atmega128RFA1](#), an 8-bit AVR microcontroller with an integrated low power 2.4 GHz transceiver. All of its ports not assigned to any special use are available in the board via standard 2.54 mm pins, totalling 35 GPIO pins (8 analog and 27 digital). An antenna is integrated in the board, but it is also possible to connect external antennas with a SMA connector.

[\[edit\]](#)

BatMote Features

Microcontroller	MCU	Atmega128 RFA1
	Clock speed	16 MHz
	Arquitecture	8-bit AVR RISC
	Peripherals	JTAG, Timer/Counters, PWM, RTC, ADC, SPI, USART, temp. sensor
Memory	SRAM	16k
	EEPROM	4k
	FLASH	128k
Transceiver	Band	2.4 GHz
	Data rates	250 kbps to 2 Mbps
	RX sensitivity	-100 dBm
	TX power	Up to 3.5 dBm
	Antennas	Integrated ceramic External SMA
Power	Operating voltage	3.3 V
	Direct voltage supply	1.8 V - 3.3 V
	Regulated voltage supply	3.3 V - 12 V
	USB or external voltage supply	4.6 - 8.2 V with 30 V protection
	Battery charger	



BatMote prototype

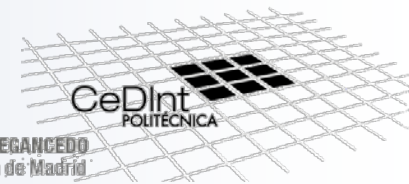
[\[edit\]](#)



# Contacto



12Tech- CAMPUS MONTEGANCEDO  
Universidad Politécnica de Madrid



## DIRECTORA:

Asunción Santamaría: [asun@cedint.upm.es](mailto:asun@cedint.upm.es)

Tel# +34 91 336 45 02

## GRUPO EFICIENCIA ENERGÉTICA:

Rocío Martínez: [rocio@cedint.upm.es](mailto:rocio@cedint.upm.es)

Tel# +34 91 336 45 14

[www.cedint.upm.es](http://www.cedint.upm.es)

Edif. CeDInt-UPM

Campus de Montegancedo

Pozuelo de Alarcón- 28223 - Madrid

Spain

