

	<p style="text-align: center;">ISTITUTO NAZIONALE FISICA NUCLEARE Sez. Perugia</p>	<p style="text-align: center;"><u>Esperimento !CHAOS</u> <u>Task 4.1 & 4.3</u></p>	<p style="text-align: center;">ESCO use case: Definizione di un HRP in tecnologia OSHW per il monitoraggio di grandezze energetiche ed ambientali</p> <p style="text-align: right;">Data: 12/11/2014 Pag. 1 di 7</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

P. Buzzi, B. Checcucci, E. Imbergamo, P. Lubrano - INFN Sez. di Perugia

ESCO Use Case: Definizione di un HRP in tecnologia OSHW per il monitoraggio di grandezze energetiche ed ambientali

Premessa: Il presente documento intende illustrare la soluzione candidata da adoperare per la realizzazione del sistema in oggetto, descrivendo sinteticamente tecnologie, architettura, componenti e sensori necessari.

Obiettivo: Studio ed identificazione della strumentazione da impiegare per la realizzazione di un HRP in tecnologia OSHW, da configurare ed installare presso la sala Touschek dell'ed. 36 dei Laboratori Nazionali di Frascati, dedicato al monitoraggio di grandezze energetiche ed ambientali.

Architettura del sistema proposto e misure da compiere

L'obiettivo generale del progetto prevede la realizzazione ed implementazione di un sistema innovativo di sensori, e relativi algoritmi di elaborazione dei dati, che permetta di effettuare una rilevazione ed una valutazione precisa ed affidabile dei principali parametri ambientali ed energetici negli edifici, con particolare riferimento all'Aula Touschek sita all'interno dell'edificio n. 36 dei Laboratori Nazionali di Frascati.

I requisiti di progetto richiedono l'adozione di sensori e strumentazione in genere, adatti a misurare le seguenti grandezze energetiche ed ambientali:

- ✓ *Misure su involucro edilizio*
 - Flusso termico attraverso pareti opache e lucide;
 - Temperatura superficiale, interna ed esterna, delle pareti.
- ✓ *Misure in ambiente esterno*
 - Temperatura ed umidità dell'aria;
 - Irraggiamento solare.
- ✓ *Misure in ambiente interno*
 - Temperatura ed umidità dell'aria;
 - Concentrazione di CO₂.
- ✓ *Misure su canali d'aria*
 - Temperatura ed umidità dell'aria interna ai canali;
 - Pressione interna ai canali d'aria.
- ✓ *Misure su UTA e circuito idronico*
 - Potenza assorbita dai ventilatori dell'unità UTA;
 - Energia termica fornita dalla UTA al circuito idronico;
 - Temperatura acqua del circuito idronico.

	<p align="center">ISTITUTO NAZIONALE FISICA NUCLEARE Sez. Perugia</p>	<p align="center"><u>Esperimento !CHAOS</u></p> <p align="center"><u>Task 4.1 & 4.3</u></p>	<p align="center">ESCO use case: Definizione di un HRP in tecnologia OSHW per il monitoraggio di grandezze energetiche ed ambientali</p> <p align="right">Data: 12/11/2014 Pag. 2 di 7</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Lo studio di tecniche, metodologie e possibili soluzioni OSHW da impiegare per la realizzazione dell'HRP in oggetto ha condotto alla definizione dell'architettura proposta in *Figura 1*.

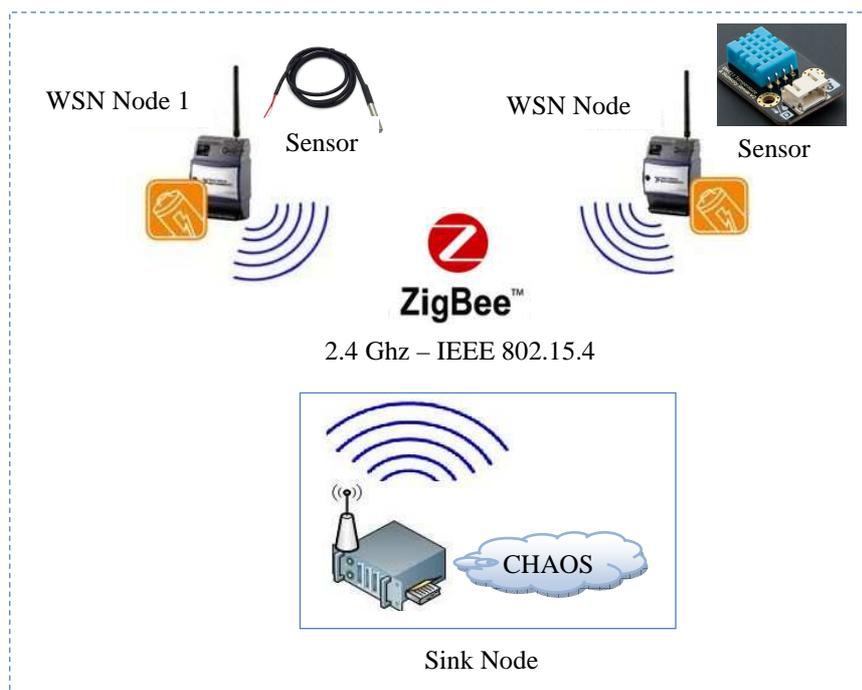


Figura 1: Architettura proposta per l'HRP in oggetto

Il sistema proposto prevede la realizzazione di una Wireless Sensor Network composta da dispositivi autonomi distribuiti nello spazio in grado di compiere misurazioni su grandezze fisiche di varia natura col fine di acquisire dei dati, storicizzarli, elaborarli e renderli disponibili all'occorrenza. Il sistema prevede l'impiego di tre entità.

✓ *Sensor*

Sensori necessari per effettuare le misure delle grandezze energetiche ed ambientali.

✓ *WSN Node 1, WSN Node 2*

Costituiscono due nodi wireless del sistema che inviano periodicamente all'unico nodo Sink su canale wireless mediante protocollo ZigBee, i dati sulle grandezze energetiche ed ambientali rilevati mediante i sensori a cui sono connessi.

✓ *Sink Node*

Gestisce la rete, raccoglie i dati dei WSN Node e li rende disponibili all'architettura CHAOS locale per la loro storicizzazione, elaborazione e presentazione.

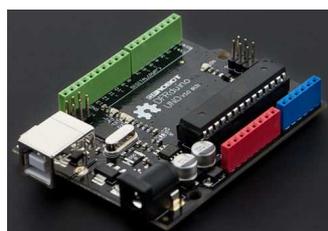
Componenti e sensori

Per la selezione di componenti e sensori necessari alla realizzazione del sistema proposto è stata posta l'attenzione su tre aspetti fondamentali: 1) Tecnologia OSHW 2) Disponibilità sul portale MEPA per l'acquisto 3) Compatibilità con l'architettura CHAOS già individuata e possibilità di sviluppare eventuali driver per la loro integrazione in CHAOS.

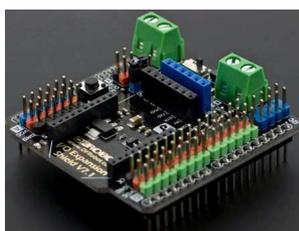
Viene presentata di seguito la principale strumentazione individuata, suddivisa per le tre entità che lo costituiscono: 1) *WSN Node*, 2) *Sink Node*, 3) *Sensors*.

1. *WSN Node*

Il generico *WSN Node* è realizzato mediante i seguenti componenti:



DFRduino UNO R3



IO expansion shield



RS485 shield



SD2403 real time clock



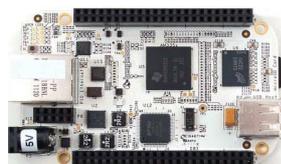
MicroSD card module for
Arduino



XBee 2mW PCB antenna

2. *Sink Node*

Il *Sink Node* è realizzato mediante i seguenti componenti:



BeagleBone white



BeagleBone DVI-D
cape



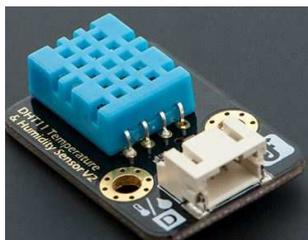
BeagleBone XBee
cape



XBee 2mW PCB antenna

3. Sensors

Per eseguire le misure delle grandezze energetiche ed ambientali specificate dai requisiti di progetto, sono stati individuati i seguenti sensori:



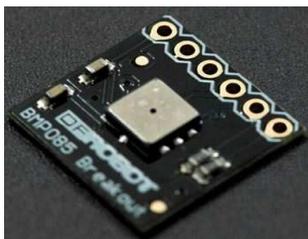
DHT11 temperature and
humidity sensor



Waterproof DS18B20
digital temperature sensor



CO2 sensor



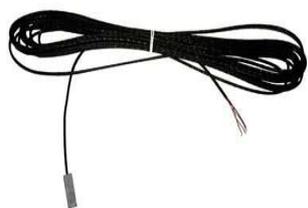
BMP085 breakout



50A current sensor
(AC/DC)



Liquid flow meter brass 1/2"



STC, sensore temperatura
contatto a termocoppia
pt100



SFT, sensore flusso
termico a termopila



MCS, modulo
condizionamento

Nota:

Per essere in linea con la filosofia che contraddistingue il progetto, anche per la selezione dei sensori sono state considerate prettamente soluzioni OSHW. Tuttavia al momento, in tre casi si è dovuto scegliere una soluzione proprietaria per poter comunque completare il sistema entro la data stabilita, fine Febbraio 2015. L'intenzione rimane comunque quella di sostituirle in seguito con soluzioni totalmente open sviluppate ad hoc. Avere i componenti proprietari sarà inoltre utile perché forniranno una solida metrica di riferimento in fase di validazione delle soluzioni open realizzate.

	ISTITUTO NAZIONALE FISICA NUCLEARE Sez. Perugia	<u>Esperimento !CHAOS</u> <u>Task 4.1 & 4.3</u>	ESCO use case: Definizione di un HRP in tecnologia OSHW per il monitoraggio di grandezze energetiche ed ambientali Data: 12/11/2014 Pag. 5 di 7
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Dettagli su componenti e sensori necessari alla realizzazione del sistema proposto

Sono di seguito presentate due tabelle che illustrano i componenti ed i sensori individuati. La prima tabella riporta quantità e prezzi di tutti i componenti e sensori necessari alla realizzazione del sistema in oggetto; la seconda riporta una lista di ulteriori componenti che possono essere usati per validare altre features già individuate e costituire valore aggiunto per l'architettura.

Componenti e sensori necessari alla realizzazione del sistema proposto							
Qtà	Componente	Descrizione	In Mepa	Fornitore (Mepa)	Codice articolo (Mepa)	Prezzo unitario	Prezzo totale
2	DFRduino UNO R3	Microcontrollore ATmega328 16 MHz (clone Arduino)	S	Flender srl		18.84 €	37.68 €
2	IO expansion shield for Arduino V7.1	Shield di espansione predisposta con socket Xbee	S	Flender srl		15.99 €	15.99 €
1	RS485 shield	Shield di prototipazione con interfaccia RS485	S	Flender srl		13.42 €	13.42 €
2	MicroSD card module for Arduino	Modulo per il supporto di schede di memoria microSD	S	Flender srl		11.16 €	22.32 €
3	Xbee 2mW PCB antenna – series 2 (ZigBee Mesh)	Modulo radio compatibile con protocollo ZigBee (2mW)	S	Flender srl		32.82 €	98.46 €
1	Xbee USB adapter (FTDI ready)	Modulo per la programmazione di moduli ZigBee	S	Flender srl		19.15 €	19.15 €
2	SD2403 real time clock module	Modulo RTC	S	Flender srl		14.64 €	29.28 €
1	BeagleBone DVI-D cape	Cape per BeagleBone con uscita video DVI	S	Flender srl		64.66 €	64.66 €
1	BeagleBone Xbee cape	Cape per BeagleBone predisposta con socket XBee				15.67 €	15.67 €
21	DHT11 temperature and humidity sensor	Sensore temperatura ed umidità aria	S	Flender srl		5.98 €	125.58 €
1	50A current sensor (AC/DC)	Sensore corrente AC/DC	S	Flender srl		20.00 €	20.00 €
3	CO2 sensor	Sensore concentrazione CO2	S	Flender srl		74.42 €	223.26 €
18	Waterproof DS18B20 digital temperature sensor	Sonda di temperatura waterproof	S	Flender srl		8.83 €	158.94 €
8	BMP085 breakout	Sensore di pressione atmosferica	S	Flender srl		11.09 €	88.72 €
2	Liquid flow meter brass – ½"	Sensore di flusso per liquidi	S	Flender srl		27.11 €	54.22 €
1	Analog sensor cable for Arduino (10 pack)	Cavi connessione per sensori analogici (10 pezzi)	S	Flender srl		6.59 €	6.59 €
2	SD/MicroSD Memory Card (4 GB)	Memoria di massa MicroSD	S	Flender srl		8.58 €	17.16 €

	ISTITUTO NAZIONALE FISICA NUCLEARE Sez. Perugia	<u>Esperimento</u> !CHAOS <u>Task 4.1 & 4.3</u>	ESCO use case: Definizione di un HRP in tecnologia OSHW per il monitoraggio di grandezze energetiche ed ambientali Data: 12/11/2014 Pag. 6 di 7
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2	Alimentatore 12Vdc / 500 mA	Alimentatore per DFRduino	S	Flender srl		11.59 €	23.18 €
1	Pannello solare 1 W	Pannello fotovoltaico 1W	S	Flender srl		6.05 €	6.05 €
1	Cella Peltier 51 W 40x40 mm	Cella Peltier	S	Flender srl		15.99 €	15.99 €
1	TC-N (Soluzione proprietaria)	Sensore temperatura contatto pt100	S	Nesa	TC-N	146.40 €	146.40 €
1	SFT (Soluzione proprietaria)	Sensore flusso termico a termopila	S	Nesa	SFT	732.00 €	732.00 €
1	MCS (Soluzione proprietaria)	Modulo condizionamento del segnale	S	Nesa	MCS	280.60 €	280.60 €
<i>Nota:</i> Per il componente evidenziato in rosso sono in attesa di una conferma da parte del fornitore, pertanto non è stato conteggiato nel preventivo di spesa.						Totale componenti open source = 1040 € (Iva inc.)	
						Totale componenti proprietari = 1159 € (Iva inc.)	
						Totale = 2199 € (Iva inc.)	

Nota sulle soluzioni proprietarie:

La loro scelta si è resa necessaria in quanto attualmente non sono presenti in commercio delle alternative OSHW.

Il loro acquisto, nella misura di una unità per componente, ci consentirà in primis di portare a termine il nostro progetto entro la data stabilita, ed inoltre ci fornirà una solida metrica di riferimento per sviluppare delle soluzioni OSHW innovative in grado di sostituirle.

	ISTITUTO NAZIONALE FISICA NUCLEARE Sez. Perugia	<u>Esperimento !CHAOS</u> <u>Task 4.1 & 4.3</u>	ESCO use case: Definizione di un HRP in tecnologia OSHW per il monitoraggio di grandezze energetiche ed ambientali Data: 12/11/2014 Pag. 7 di 7
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Componenti e sensori aggiuntivi

Qtà	Componente	Descrizione	In Mepa	Fornitore (Mepa)	Codice articolo Mepa	Prezzo unitario	Prezzo totale
1	Sonda umidità e temperatura terreno-SHT10	Sonda per misure di temperatura ed umidità del terreno	S	Flender srl		56.12 €	56.12 €
1	Anemometer kit (0-5V)	Sensore misura velocità del vento	S	Flender srl		69.54 €	69.54 €
1	Digital infrared motion sensor	Sensore di movimento	S	Flender srl		7.91 €	7.91 €
1	Analog ambient light sensor TEMT6000	Sensore di luminosità per ambienti	S	Flender srl		8.54 €	8.54 €
2	Digital push button	Pulsante	S	Flender srl		4.27 €	8.54 €
						Totale componenti aggiuntivi = 150 €	

La seguente tabella riporta in dettaglio le spese sostenute ad oggi e quelle ancora da sostenere.

Preventivo spese	
Spese sostenute	1.537.20 € Notebook XPS 13 933-SSD256
Spese da sostenere	1040 € Componenti open source necessari al sistema proposto 1159 € Componenti proprietari necessari al sistema proposto 150 € Componenti aggiuntivi 116 € Normativa ISO 9869-1:2014 – In situ measurement of thermal resistance and thermal transmittance, Heat Flow Meter method 2465 € Totale (Iva inc.)