

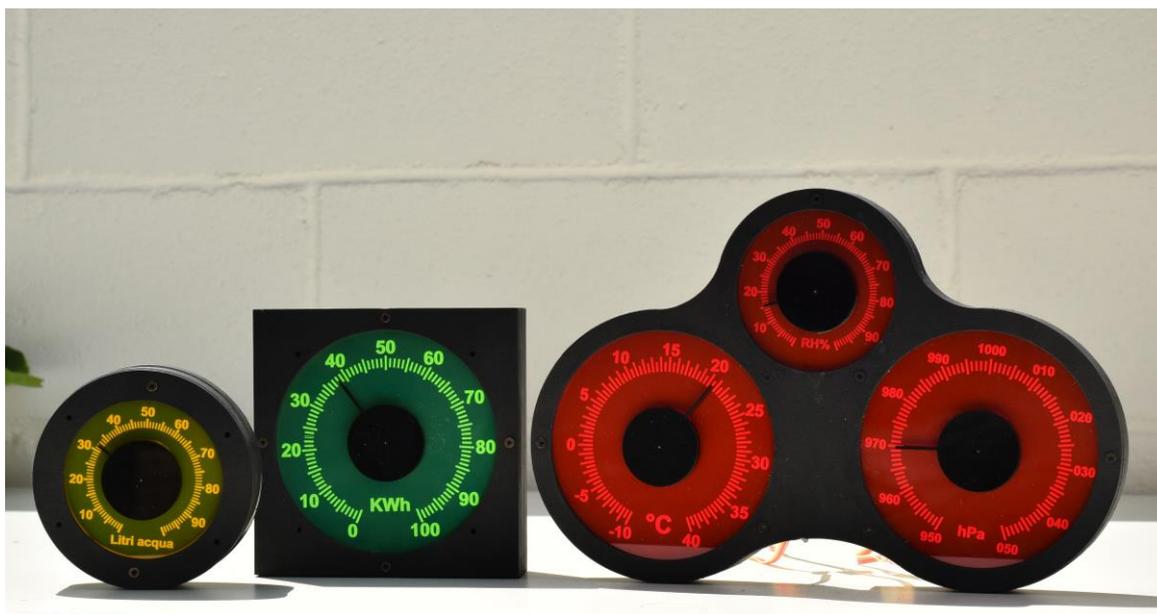


## Crusc8: display analogici per misurare qualsiasi cosa e... arredare casa

Paolo Bonelli

[paolob087@gmail.com](mailto:paolob087@gmail.com)

Il presente documento è distribuito con licenza Creative Commons BY-NC-SA  
This document is distributed with licence Creative Commons BY-NC-SA  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



 **Crusc8** (cruscotto) is an easy and smart way to make an analog gauge for measuring everything you want and, in the meantime, to be a nice design object for our house or office. You can build it in fluorescent methacrylate and plywood with a laser cut machine. Crusc8 uses the same stepper motor assembled in our car dashboards and an Arduino chip for driving it. Crusc8 is wireless and receives its sensor data by means of a cheap transceiver working at 868 MHz. At the 2016 Roma Maker Faire, Crusc8 is presented in three versions for monitoring: humidity, temperature, atmospheric pressure, water and electricity consumptions.

 **Crusc8** è un metodo facile e smart per costruire un display analogico utile a misurare qualsiasi cosa e nel contempo essere un simpatico oggetto di arredamento per la casa o l'ufficio. Si costruisce con metacrilato fluo e legno compensato per mezzo di una macchina a taglio laser. Usa gli stessi motori stepper montati sui cruscotti delle auto e un chip Arduino per il loro controllo. Con un poco costoso transceiver da 868 MHz il display può essere facilmente reso wireless rispetto al sensore. Alla Maker Faire di Roma 2016, Crusc8 è stato presentato in tre versioni per monitorare l'umidità, la temperatura la pressione atmosferica, il consumo d'acqua e di elettricità.



# Crusc8: display analogici per misurare qualsiasi cosa e... arredare casa

**L'evoluzione**  
Dagli strumenti meccanici a quelli elettronici

Display digitali o analogici ?

**Dallo Smart Metering allo Home Metering**

Consumi elettrici

Current sensor

**Processo costruttivo personalizzabile**

Disegno

Taglio laser

**Consumi acqua**

Flow meter

**Elettronica Arduino like**

Jeenode

H-Bridge

Arduino pro-mini

Stepper motor



Paolo Bonelli wemake.cc  
paolob087@gmail.com

Tutta la documentazione è rilasciata con licenza Creative Commons BY-NC-SA



*Contatore di acqua*



*Contatore di energia elettrica*



*Termo-Igro-Barometro*

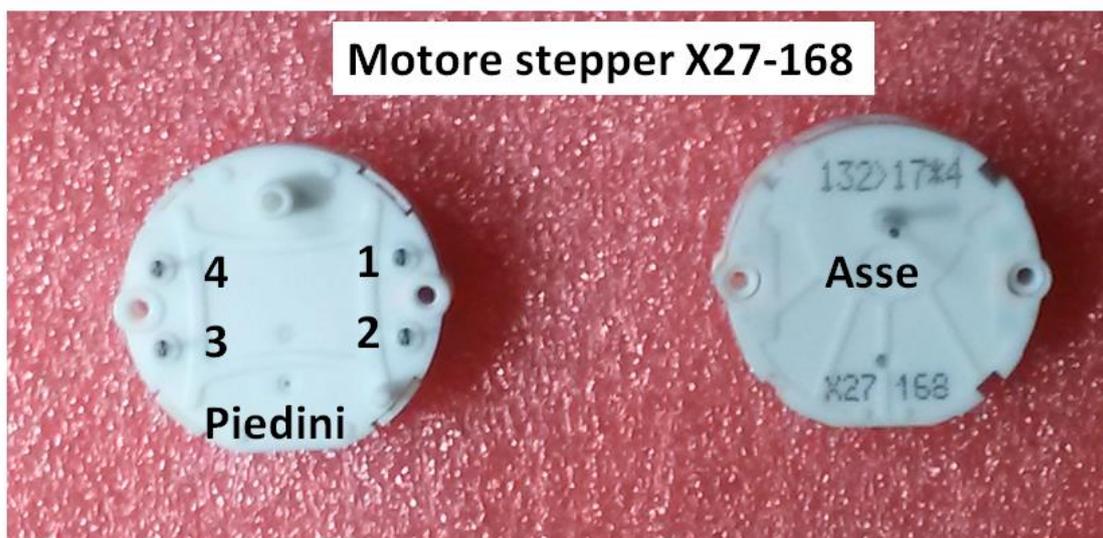
## Come costruire un display analogico

I display analogici sono molto usati sui cruscotti delle auto, nei cockpit degli aerei e ovunque sia necessario valutare una grandezza con un solo colpo d'occhio. Non sembra, ma una lancetta su un quadrante dà molte più informazioni rispetto ad un numero su un display digitale. Con una sola occhiata infatti, riusciamo a percepire i valori minimo e massimo della scala, il valore della grandezza in quel momento e come esso si colloca tra i valori estremi; ad esempio, il livello della benzina nel serbatoio è meglio rappresentato come una colonnina tra minimo e massimo che come valore in litri. Anche da un punto di vista estetico un quadrante con una lancetta, se ben realizzato, è meglio di uno a cifre e può costituire un originale oggetto di arredamento.

Per realizzare un display analogico è necessario disporre di un motore che muove una lancetta su un quadrante. In un diverso progetto, avevo usato i motori servo, che ruotano di un angolo voluto, grazie ad una libreria apposita; i servo però, se economici, sono poco precisi e raramente riescono ad avere accuratezze migliori di qualche grado.

In questa realizzazione impiego invece dei motorini passo-passo (stepper), molto più precisi del servo e costruiti apposta per i cruscotti delle auto. Il motore stepper per auto motive, X27-168 si trova facilmente su e-bay e costa un paio di euro, le sue caratteristiche essenziali sono:

- alimentazione a 5 V con assorbimento meno di 20 mA, quindi pilotabile direttamente dai piedini di output digitale di schede tipo Arduino;
- rotazione da 0 a 315°, adatta a display analogici;
- risoluzione (singolo step) di circa 1/3 di grado;
- coppia minima sufficiente a trascinare un ago indicatore;
- Dimensioni ridotte 30 mm x 10; asse 7 mm.
- 4 terminali corrispondenti ai terminali di due bobine.



Il motore può essere pilotato direttamente da una scheda tipo Arduino con la libreria Stepper.h, sebbene questa non sfrutti tutta la risoluzione dello stepper. Una libreria invece creata apposta per questo piccolo motore è la SwitecX25.h, reperibile su:

<https://github.com/clearwater/SwitecX25>

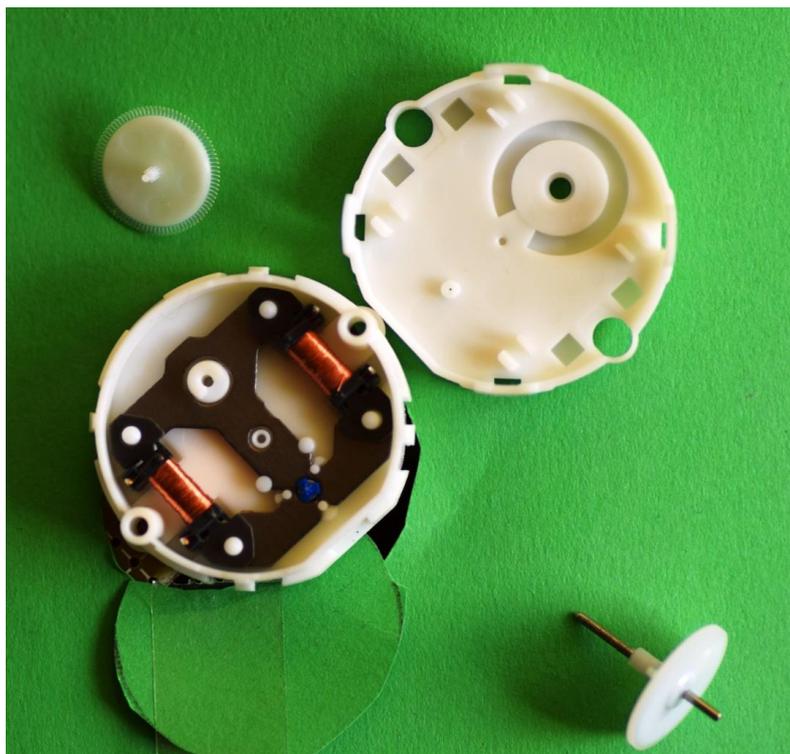
mentre il tutorial dell'autore della libreria è su:

<http://guy.carpenter.id.au/gaugette/2012/02/16/using-the-switecx25-library/>

I 4 pin digitali di Arduino ai quali devono essere collegati i piedini del motore stepper vanno dichiarati in sequenza nella funzione di inizializzazione della libreria.

Lo sketch di prova **X25SerialControl.ino** consente di far muovere il motore di un numero voluto di step, compreso tra 0 e 944. Il numero massimo di step è infatti 945 ( $3 \times 315$ ).

Le figure successive mostrano l'interno del motore e i collegamenti di 4 diodi di protezione consigliati per evitare sovratensioni sui piedini di Arduino.



*Il motore stepper aperto. Il motore è di colore blu.*

*Sono visibili gli ingranaggi che demoltiplicano 1:180.*

*Un ingranaggio ha i denti in plastica flessibile e trasparente che si flettono quando il motore si posiziona sullo 0 o a fondo scala. Questo accorgimento permette facilmente di far partire da 0 il motore all'inizio del programma.*



*Installazione del motore su un quadrante in metacrilato fluo, tagliato al laser e con la scala graduata incisa dallo stesso laser. Il disegno del quadrante è stato realizzato con Inkscape*

## Costruzione del quadrante

Il quadrante sul quale ruota la lancetta dello stepper è la parte forse più importante del progetto. Infatti l'estetica e la leggibilità dipendono dalla forma, il materiale e i caratteri scelti. E' qui che può sbizzarrirsi la fantasia del designer. Nel termo-igro-barometro che presento in questo articolo, i tre quadranti sono stati costruiti in metacrilato rosso fluo, spesso 3 mm. La laser cut permette oltre al taglio anche l'incisione (engrave) delle cifre e delle "tacche". Il materiale ha la particolarità di far risaltare qualsiasi incisione, sia in trasparenza che a luce riflessa. Inoltre un fondo nero dietro il metacrilato aumenta il contrasto. Il disegno è stato realizzato con il software open Inkscape.

Il motore stepper viene fissato con due piccole viti autofilettanti da 2 o 3 mm. Il buco per l'asse deve essere più grande di questo perché deve potervi passare anche il piccolo manicotto bianco alla base dell'asse.

## Costruzione della lancetta

L'asse del motore stepper è cilindrico e non ha alcun sistema per fissarvi una lancetta sopra. Il data sheet del motore suggerisce di praticare sulla lancetta un foro triangolare che, se di dimensioni opportune, consente di non far slittare la lancetta sull'asse. Il foro triangolare è fattibile con una macchina a taglio laser. La lancetta in questa realizzazione è ricavata da una lastra di metacrilato nero da 3 mm. di spessore. Il diametro della parte circolare che si fissa all'asse, è tale da coprire tutto lo stepper.

## Azzeramento dello stepper

Il motore è costruito in modo tale che a inizio corsa (0°) e a fine corsa (315°), l'asse si blocca e gli ingranaggi slittano tra loro senza rompersi. Questo permette all'inizio del programma Arduino, di far partire la lancetta dallo 0° del quadrante, semplicemente imponendo una rotazione in senso antiorario di 944 step. Lo stesso dicasi per il fondo-scala, che si otterrà imponendo 944 steps in senso orario.

## Elettronica del display

L'elettronica usata per i display CRUSC8 ha la duplice funzione di pilotare lo stepper e ricevere i dati dal sensore, che potrebbe essere anche distante dal display.

Nel Termo-Idro-Barometro, che ha un triplice display, ho usato:

- una scheda Arduino pro-mini, che con 12 dei suoi pin digitali è in grado di pilotare tre stepper;
- una scheda Jeenode V6 ([www.jeelabs.org](http://www.jeelabs.org));
- un convertitore di livello logico da 5 a 3.3 V per la comunicazione tra le due schede.

L'Arduino comunica con la Jeenode tramite il bus I<sup>2</sup>C e le librerie relative di cui è dotato Arduino. La scheda Jeenode ha la funzione di ricevere via radio i dati dai tre sensori di temperatura, pressione, umidità posti ad una distanza massima di una cinquantina di metri. La Jeenode è infatti una scheda programmabile con la IDE Arduino, avendo in più le funzioni per trasmettere via radio, tramite un tranceiver a 868 MHz. Il level converter viene usato per adattare la tensione dei segnali tra le due schede, infatti il Jeenode usa la logica a 3.3 V mentre il pro-mini quella a 5 V.

Negli altri due Display singoli, il contatore di acqua e di elettricità, l'elettronica è fatta da:

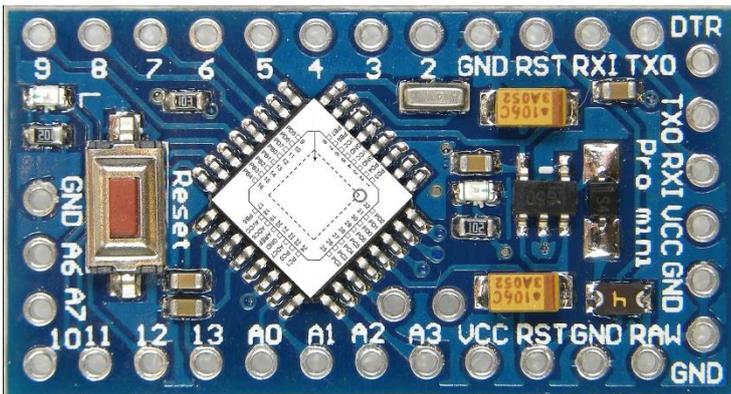
- una scheda Jeenode V6 ([www.jeelabs.org](http://www.jeelabs.org));

- un ponte H con L9110

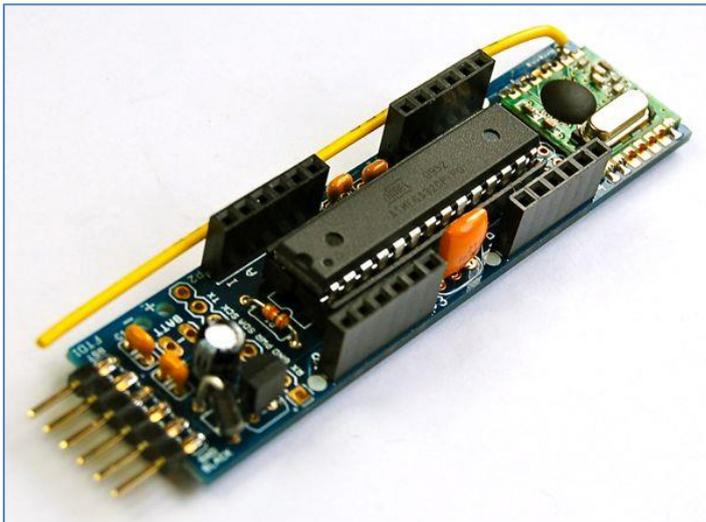
Il ponte H è necessario perché i segnali a 3.3 V generati dai 4 pin del Jeenode non sono sufficienti a pilotare direttamente il motore, mentre il ponte H, essendo alimentato a 5 V, ci riesce.

## Alimentazione

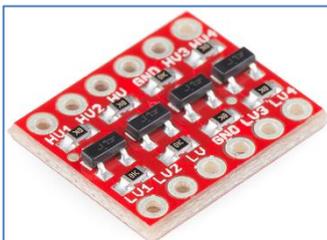
Tutti i CRUSC8 sono alimentati a 5V mediante un cavo USB modificato, in cui sono stati lasciati solo i due fili di alimentazione e dall'altro lato un connettore a 6 pin femmina da inserire sul relativo maschio FTDI di Arduino mini-pro, nel Termo-igro-barometro, o sul FTDI di Jeenode negli altri due CRUSC8.



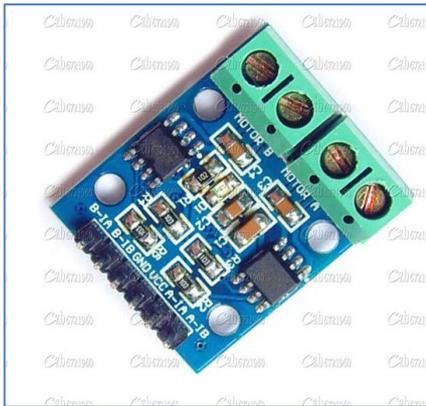
*Scheda Arduino pro-mini*



*Scheda Jeenode V6*



*Level converter*



*H-bridge Stepper Motor Dual DC Motor Driver Controller Board L9110S For Arduino (Ponte H con 2 integrati L9110)*

## Costruzione dei sensori

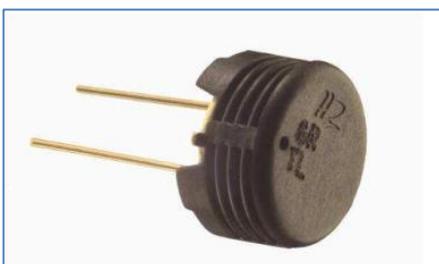
Tutti i sensori dei tre tipi di CRUSC8 usano un Jeenode V6 come acquisitore e trasmettitore dei dati. Il gruppo sensori-Jeenode è alimentato con 4 pile AAA.

Nel caso del **Termi-igro-barometro**, il gruppo sensori è posto all'interno di una capannina meteorologica autocostruita (vedi figura). I sensori usati sono:

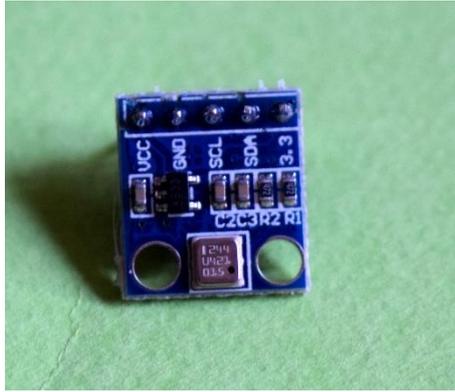
- BMP180 per la pressione atmosferica,
- DS18B20 per la temperatura dell'aria,
- HS1101 per l'umidità dell'aria.



*Capannina meteorologica costruita con piatti di plastica. Al suo interno alloggiano i tra sensori descritti sopra.*



*Sensore di umidità capacitivo HS1101*

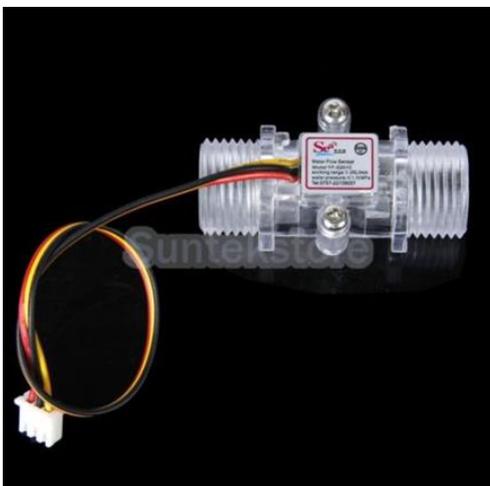


*Sensore di pressione BMP180*



*Sensore di temperatura DS18B20*

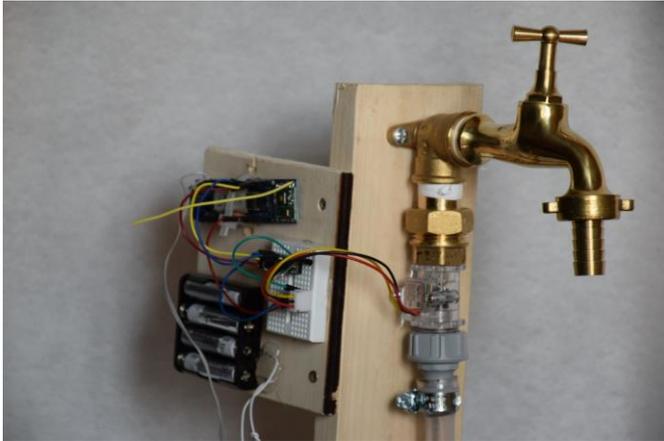
Nel caso del CRUSC8 per il **consumo di acqua**, il sensore è costituito da un “Flow meter”, un mulinello che si inserisce nel tubo e invia un impulso ad ogni giro. Si alimenta con 5V e la sua uscita può essere collegata ad un contatore di impulsi o all’Arduino stesso. Per ridurre il consumo delle pile che alimentano il Jeenode si è preferito contare gli impulsi con un chip DS2423, caratterizzato da un basso consumo e la possibilità di essere interrogato mediante il protocollo OneWire della Dallas.



*Sensore di flusso d’acqua “Flow meter” con attacco da ½ pollice.*

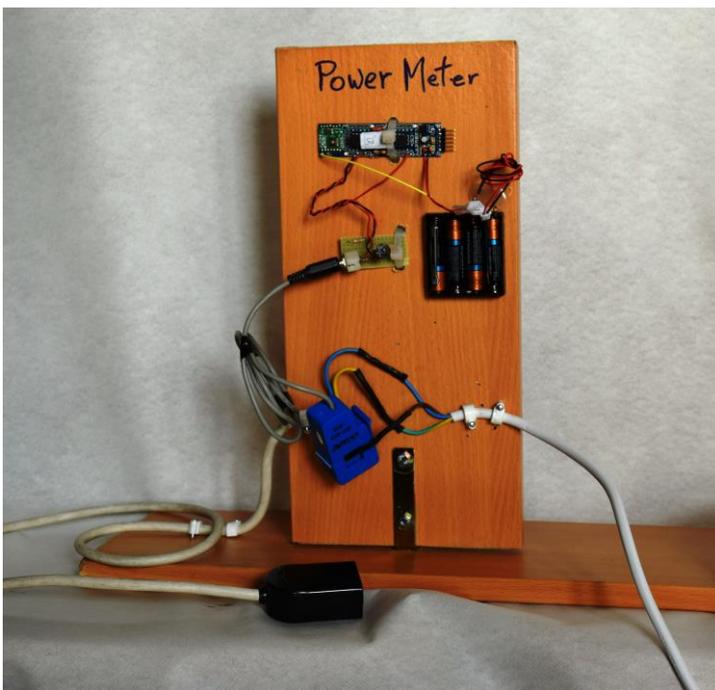


*Contatore di impulsi DS2423 della Maxim*



*Dispositivo dimostrativo per il sensore di flusso d'acqua. Sono visibili il flow meter inserito sotto il rubinetto, il Jeenode con le batterie e il chip DS2423.*

Nel caso del CRUSC8 per il consumo elettrico, il sensore è costituito da una bobina che si chiude, mediante il nucleo a pinza, su uno dei due fili della rete a 220, nel punto dell'impianto dove si vuole misurare la corrente. Un semplice circuito composto da 2 resistenze ed un elettrolitico permette l'accoppiamento tra la bobina e un pin analogico del Jeenode.



*Sensore di corrente a bobina (azzurro), Jeenode e batterie.*