



Esperimento della campana a vuoto

Obiettivo: osservare il comportamento dell'acqua al variare della pressione, utilizzando sensori e Arduino

Composizione dell'esperienza

Campana a vuoto (Cupola, pompa a vuoto)

NodeMCU con connessi:

Barometro (BMP180)

Termometro ad immersione (DS18B20)

Termometro ambientale (BMP180 o DHT11)

Beker con acqua (ed immerso il termometro)

Dispositivo mobile per la visualizzazione remota dei dati (il tablet o uno smartphone di un visitatore)



Possibili domande della guida al pubblico da porre ad inizio esperimento

- Che differenze ci sono col NodeMCU, rispetto ad Arduino?

R: La scheda ha più memoria, un processore più veloce che esegue istruzioni a 32 bit (più complesse), rispetto ai 16 bit di Arduino

In NodeMCU è integrato il modulo Wifi ESP8266, facilmente programmabile

La scheda è più compatta di un Arduino Uno e consuma meno elettricità, in quanto lavora a 3,3V

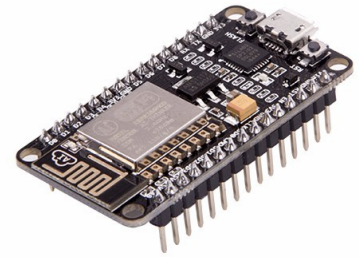
Lavorando con tensione più bassa, può alimentare sensori solo a 3,3v, non a 5v. Fortunatamente i sensori utilizzati lavorano con questo voltaggio

- Cosa potrebbe succedere abbassando la pressione?**Descrizione della scheda:**Il NodeMCU è una evoluzione di Arduino: si tratta sempre di un microcontrollore, ma non è prodotto o progettato da Arduino.

È basato sul chip ESP8266, una scheda Wifi con propria antenna dedicata (lo zig-zag dorato) CPU (la parte metallica) e memoria, è compatibile con l'IDE di Arduino e può essere programmato sia attraverso il linguaggio sketch (simil C++), di Arduino, sia attraverso LUA.

La scheda, dotata come Arduino di una CPU (a 32bit, invece che a 16) e di una serie di pin in/out analogici e digitali, si interfaccia al PC solo attraverso il modulo ESP, saldato direttamente alla scheda. È l'ESP a comunicare, attraverso seriale (USB TTL) con il computer. Il programma, infatti, quando viene compilato e trasmesso via MircoUSB al microcontrollore, viene trasferito alla memoria del NodeMCU attraverso i PIN seriali dell'ESP

- Abbiamo deciso di adottare il NodeMCU, rispetto ad un più classico Arduino (su cui inizialmente abbiamo lavorato come prototipo), per contenere le dimensioni (visto che il modulo WiFi è integrato nel microcontrollore) e facilitare la programmazione (essendo il wifi integrato nella board è stato molto più semplice programmarlo, attraverso specifica libreria)



Il NodeMCU (in modalità infrastruttura) si conatterà al WiFi della scuola (le cui credenziali sono "hardcodate", scritte nel programma stesso compilato), gli verrà assegnato un indirizzo dinamico fisso (<http://192.168.56.2>) accessibile da qualunque altro dispositivo connesso alla rete. NodeMCU può anche funzionare in modalità Access Point (meno performante), permettendo ad altri dispositivi wifi di connettersi alla rete (aperta, senza password) da lui trasmessa.

Procedimento:

1. Riempire il recipiente con dell'acqua distillata e posizionarlo sul piatto della campana a vuoto.
2. Appoggiare il NodeMCU con barometro e termometro sul piatto e inserire la sonda del termometro nel recipiente
3. Accendere il NodeMCU (un lampeggio spia blu) con l'interruttore ON/OFF. Attendere che si connetta al wifi e vada in "attesa" (spia blu lampeggiante) e verificare i dati dal dispositivo mobile, accedendo alla pagina web <http://192.168.56.2>
4. Coprire il piatto con la campana di vetro, chiudere la valvola inferiore alla campana e azionare l'aspiratore
5. Osservare i dati via web, ricaricando la pagina
6. Trarre le dovute conclusioni (vedi Osservazioni e FAQ)
7. Aprire, lentamente, la valvola inferiore alla campana per far rientrare l'aria estratta (evitando il più possibile sbalzi di pressione e conseguentemente condense)

Osservazioni

La pressione diminuisce (via web: i bar diminuiscono): la pompa a vuoto sottrae aria dall'interno della campana

L'altitudine apparente aumenta. Eravamo prima a 149 m s.l.m. (altitudine di Bergamo), ora siamo sempre "più in alto", fino a centinaia di chilometri. Questo perché stiamo illudendo il barometro. In cima al monte Everest ci sono ad esempio 9 Km di aria (e peso, e pressione) in meno sopra la nostra testa.

La temperatura ambientale rimane costante (o varia di pochissimo, decimi di grado, per lo scambio di calore dell'acqua in evaporazione), similmente all'ambiente esterno

La temperatura dell'acqua, invece, scende di qualche grado! L'acqua bolle ma, al posto di aumentare di temperatura, come in una pentola sopra i fornelli che bolle, diminuisce

La temperatura di ebollizione dell'acqua varia a seconda della pressione atmosferica: sul livello del mare l'acqua bollirà a 100°C. A Bergamo, a 149m s.l.m. l'acqua bolle a 97°. Al campo base dell'Everest, a 5200m s.l.m., l'acqua bolle a 45°

FAQ

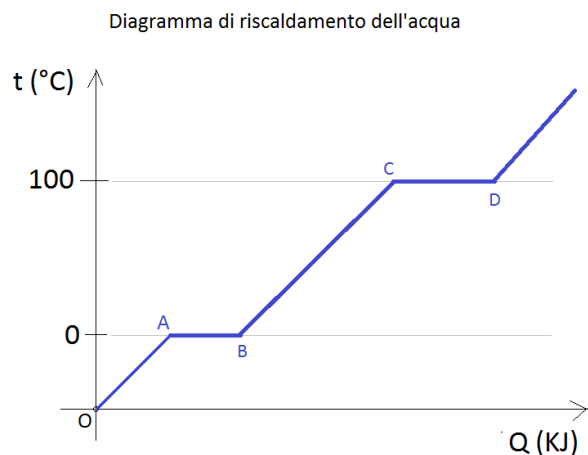
Come mai l'acqua distillata?

Non appena si riporta a pressione atmosferica la campana, l'acqua (nel frattempo evaporata e presente nell'atmosfera della campana) tende a condensarsi, depositandosi anche sui contatti elettrici del NodeMCU. Utilizzando acqua distillata, non essendoci alcun minerale o metallo disciolto che permette la conduzione di elettricità, non si creeranno corto-circuiti tra i vicini PIN della scheda, anche se vi si depositerà una goccia d'acqua tra due contatti. L'acqua demineralizzata o distillata, infatti, non conduce elettricità

Come mai la temperatura dell'acqua non solo non aumenta, ma diminuisce?

L'acqua, per passare dallo stato liquido (condizione meno energetica) allo stato aeriforme (con maggiore agitazione molecolare) necessita di energia. Energia che non gli è data da una fiamma, una fonte di calore. Per cui l'acqua in evaporazione sottrae calore (in quanto la temperatura dell'acqua liquida è maggiore di 0 gradi Kelvin, per cui possiede energia) all'acqua ancora nello stato liquido, abbassandone ulteriormente la temperatura.

Infatti, quando la pentola bolle e l'acqua raggiunge la temperatura di ebollizione, la temperatura rimane momentaneamente costante (attorno ai 100°), in quanto l'energia termica fornita dalla fiamma viene quasi tutta sottratta dall'acqua in evaporazione (vedasi diagramma a fianco)



Spiegazioni

- Campana a vuoto: struttura, costituita da una cupola e un compressore, che consente di mantenere una condizione di pressione minore di quella atmosferica o di vuoto
- Barometro: strumento che permette di misurare la pressione
- Termometro: strumento che permette di misurare la temperatura
- Sketch: programma sviluppato in Arduino
- Arduino: microcontrollore (piccolo computer che comprende software e hardware) open source, il cui programma permette di scrivere codici per il controllo di circuiti.
- NodeMCU: hardware più potente di Arduino, che funziona con gli sketch dell'applicazione e comprende un modulo wi-fi