MODULO IV

Argomento 3

Sommario

Titolo

Sfruttare l'energia rinnovabile - Costruzione di un anemometro

Durata	45 minuti
Fascia d'età	10-14

Riassunto della lezione

L'energia eolica viene generata dal vento ed è una fonte di energia pulita e sostenibile. Attualmente è uno dei maggiori produttori di energia pulita del pianeta. Tuttavia, sebbene presenti molti vantaggi, come una bassa impronta di carbonio e l'assenza di emissioni di particelle nell'atmosfera, uno dei suoi maggiori svantaggi è la dipendenza dal clima. Il movimento delle pale di un mulino a vento o di una turbina eolica genera energia. Queste pale si muovono quando vengono spinte dal vento, quindi la presenza del vento è necessaria per generare elettricità. Inoltre, maggiore è la velocità del vento, maggiore è la generazione di energia eolica. In questa sessione, costruiremo un anemometro che misura la velocità del vento. Gli studenti potranno conoscere la velocità del vento utilizzando un sensore specifico e una scheda Arduino UNO.

Risultati dell'apprendimento

Scopo/obiettivo didattico

- Insegnare agli studenti un metodo relativamente accurato per misurare la velocità del vento
- Interpretazione del risultato per determinare la fattibilità dei progetti di generazione di energia eolica
- Comprendere l'importanza della velocità del vento nella nostra società

Obiettivi trasversali

- Conoscere altri modi, oltre a quello empirico, per misurare grandezze
- Acquisire conoscenze di base in elettronica e programmazione

Collegamento con gli OSS (Obiettivi di Sviluppo Sostenibile)

Questo argomento è in linea con l'Obiettivo di Sviluppo Sostenibile 4, "Istruzione di qualità", in particolare con il Target 4.7 "Entro il 2030, garantire che tutti gli studenti acquisiscano le conoscenze e le competenze necessarie per promuovere lo sviluppo

sostenibile, inclusi, tra gli altri, l'educazione allo sviluppo sostenibile e stili di vita sostenibili, i diritti umani, l'uguaglianza di genere, la promozione di una cultura di pace e non violenta, la cittadinanza globale e la valorizzazione della diversità culturale e del contributo della cultura allo sviluppo sostenibile". La costruzione di un anemometro è un'attività educativa che promuove l'apprendimento pratico e l'interesse per la scienza e la meteorologia.
Inoltre, è correlato all'Obiettivo di Sviluppo Sostenibile 7, "Assicurare a tutti l'accesso a un'energia economica, affidabile, sostenibile e moderna". L'anemometro, utilizzato per misurare la velocità del vento, svolge un ruolo cruciale nella fattibilità della generazione di energia eolica, ispirandoci e motivandoci verso uno sviluppo sostenibile.

Implementazione

Facilitazione

- Assicurarsi che tutte le risorse e i materiali siano pronti prima di iniziare la lezione.
- Verranno utilizzati dispositivi elettronici. A causa della loro delicatezza e della possibile carica elettrica, prestare particolare attenzione durante la manipolazione. Scollegarli sempre dalla rete elettrica o da altri apparecchi prima di maneggiarli.
- Quando la velocità del vento è elevata, l'anemometro ruoterà ad alta velocità. Mantenere sempre il sensore a una distanza di sicurezza per evitare che colpisca persone o altri oggetti.
- Assicurarsi di utilizzare, ove possibile, materiali riciclabili o riciclati.

Risorse / Materiali necessari

- Computer con Arduino IDE installato
- Scheda di sviluppo Arduino UNO R3
- Cavo USB tipo B
- Adattatore di alimentazione con connettore cilindrico maschio da 9 volt
- Anemometro per Arduino UNO R3 con uscita di tensione da 0 a 5 volt

Idee per continuare

Con la possibilità di conoscere la velocità del vento in ogni punto, si potrebbe svolgere un'attività nei dintorni della sede della lezione, cercando i punti in cui sarebbe più fattibile installare un mulino a vento. È importante notare che si tratta di un esercizio teorico, poiché probabilmente non saranno soddisfatte tutte le normative per l'installazione di turbine eoliche. A tal fine, sarebbe necessario analizzare la velocità del vento in diversi momenti della giornata e in vari punti. Ad esempio, studiando tre posizioni che verranno visitate tre volte al giorno. Si potrebbero formare squadre con tre anemometri per rendere la misurazione più affidabile, consentendo di misurare la velocità del vento contemporaneamente in tre punti. La posizione ideale sarebbe quella con la velocità media più alta.
Inoltre, possono apprendere la Scala di Beaufort, una misura empirica della velocità del vento basata principalmente sullo stato del mare, delle onde e sulla forza del vento.

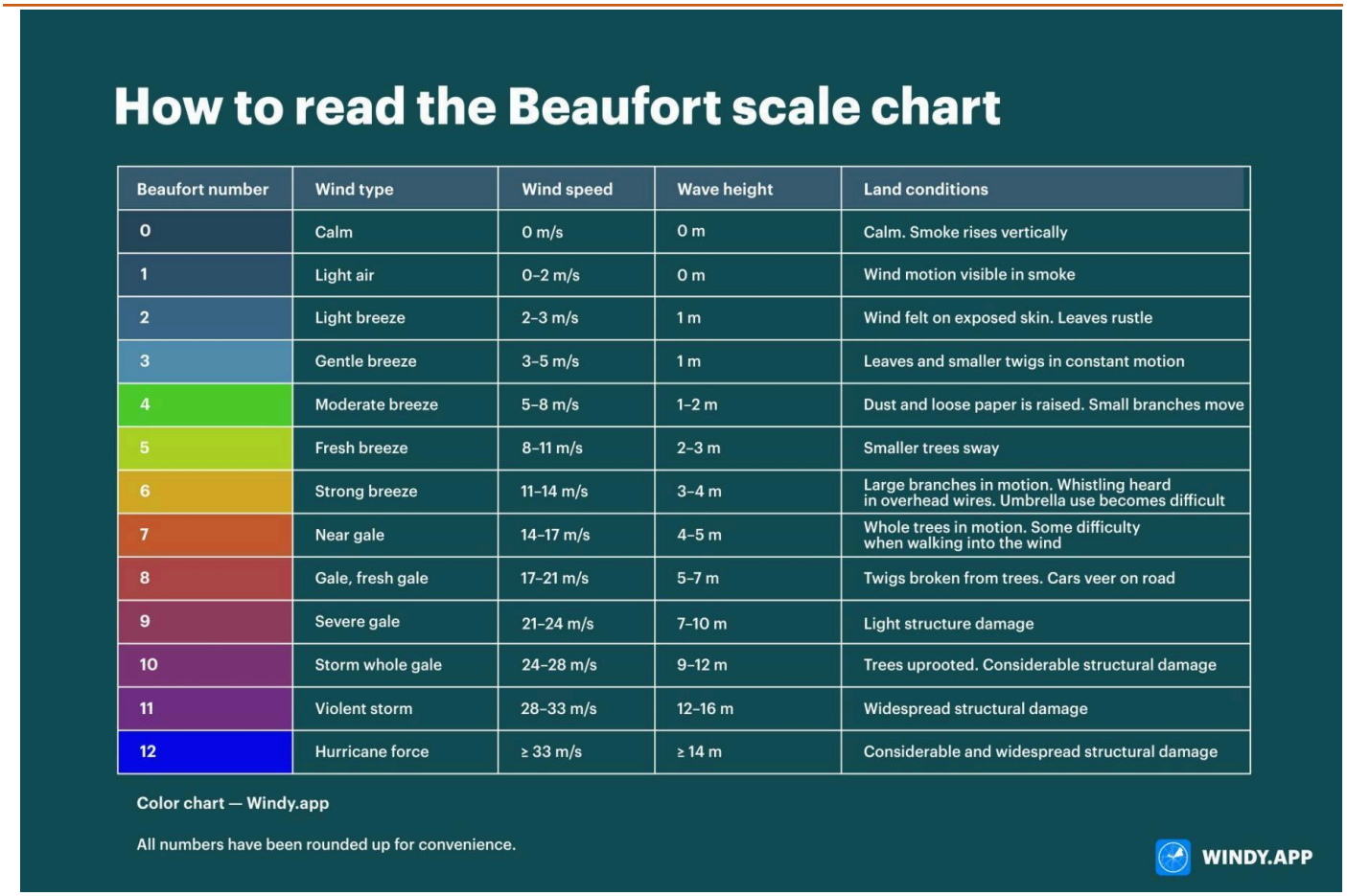


Figura 4.3.1 - Scala di Beaufort. Fonte: Windy.app. Link: https://windy.app/blog/wind-speed-beaufort-scale.html

Questa scala fu sviluppata intorno al 1805, quando la velocità del vento non poteva essere misurata come avviene oggi. Un'attività interessante sarebbe testare la scala con un anemometro e verificarne l'accuratezza. È importante notare che le velocità nella tabella (e quelle indicate nelle previsioni meteorologiche) sono misurate a 10 metri dal suolo. A 2 metri, la velocità potrebbe essere tra il 50% e il 70% delle velocità indicate sopra. Puoi trovare maggiori informazioni su questa scala al seguente link: https://www.rmets.org/metmatters/beaufort-wind-scale.

Fonti / Materiali e preparazione della classe

Il vento è una massa d'aria in movimento causata dalle differenze di pressione sulla superficie terrestre. L'aria si sposta sempre da aree di alta pressione verso quelle di bassa pressione. Questa differenza di pressione può essere causata dalle differenze nel riscaldamento della Terra da parte del sole. Puoi imparare di più sul vento nelle seguenti risorse (https://www.rmets.org/metmatters/what-wind e https://education.nationalgeographic.org/resource/wind/), e mostrare il seguente video ai tuoi studenti: https://www.youtube.com/watch?v=SqbTrbxWT1o. Esistono molti modi per misurare la velocità del vento, e lo strumento utilizzato per questo compito si chiama anemometro. Puoi trovare maggiori informazioni sugli anemometri (https://www.mrclab.com/how-to-use-cup-anemometer). Uno degli anemometri più diffusi è l'anemometro a coppa, che ha tre o più elementi a forma di coppa attaccati a un asse. Le coppe agiscono come ostacoli al vento e ruotano a una velocità maggiore quanto

più alta è la velocità del vento. Puoi verificare la velocità e la direzione del vento in qualsiasi parte del mondo sul seguente sito web: https://www.windy.com/.
La velocità del vento non è solo un dato nelle previsioni meteo. È una variabile che può rendere certe attività di successo, piacevoli e sicure o un fallimento, complicate e pericolose. Che si tratti di windsurf, paracadutismo o parapendio, le giuste condizioni di vento sono essenziali per un'esperienza gratificante, divertente e sicura. Anche in professioni come la pulizia delle finestre, i lavori di costruzione e la manutenzione in alta quota, un vento forte può trasformare un compito di routine in un grave pericolo. Misurare la velocità del vento e stabilire soglie di sicurezza è la chiave per prevenire questi incidenti.
A sua volta, la velocità del vento, insieme ad altre variabili meteorologiche, è fondamentale per fare previsioni meteo e comprendere fenomeni come tornado, uragani, tempeste, ecc. È anche essenziale conoscerla quando si determina la fattibilità delle centrali eoliche, impianti che sfruttano la forza del vento per generare elettricità. La realizzazione delle centrali eoliche viene determinata in base alla velocità del vento dell'area.

Gli elementi principali ed essenziali di questa sessione sono:

- Arduino UNO R3
- Anemometro con uscita di tensione da 0 a 5 Volt
- Adattatore di alimentazione da 9V con connettore a cilindro

Sebbene questa guida passo-passo venga realizzata con modelli specifici dei tre elementi, l'anemometro consigliato è il seguente: https://www.dfrobot.com/product-1114.html; questa sessione potrebbe essere realizzata utilizzando altri modelli con altre caratteristiche. Tuttavia, sebbene la guida rimanga valida, potrebbe essere necessario modificare passaggi specifici, specialmente quelli relativi all'assemblaggio e alla programmazione.
La scheda di sviluppo Arduino UNO R3, visibile nella Figura 4.3.2, è un dispositivo programmabile ideale per iniziare ad acquisire conoscenze di programmazione ed elettronica. È una scheda basata su microcontrollore con i componenti essenziali di un computer: processore o CPU (il cervello del computer), memoria e periferiche di input/output (per comunicare con il mondo esterno). La scheda Arduino UNO R3 è un componente che, sebbene semplice, ha numerose funzionalità che permettono di realizzare qualsiasi progetto domestico: accendere e spegnere automaticamente le luci in base alla luce ambientale, un sistema di irrigazione automatica per le piante e quasi qualsiasi cosa tu possa immaginare.

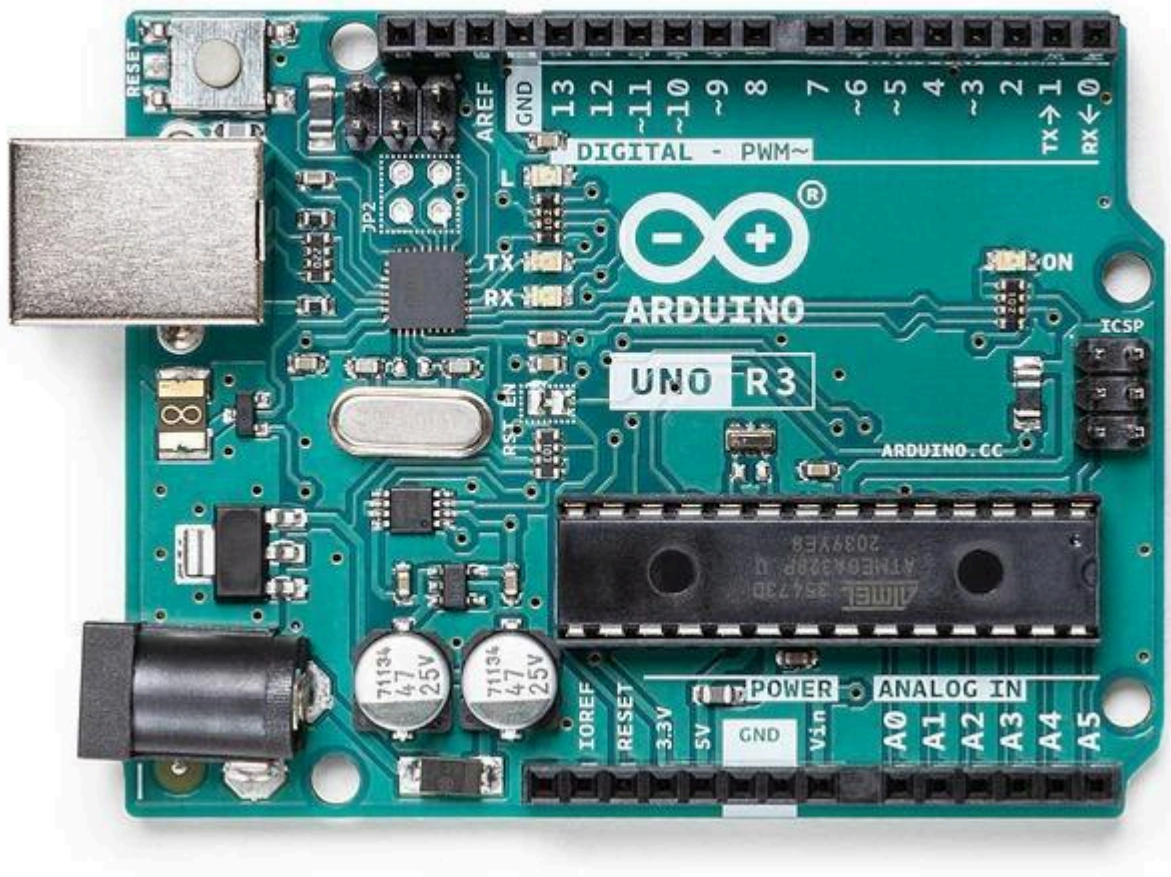


*Figura 4.3.2 – Scheda di sviluppo Arduino UNO R3. Fonte: Arduino Link: https://store.arduino.cc/en-es/products/arduino-uno-rev3?_gl=1*1osninv*_gcl_au*NTg3MjU0NDI5LjE3Mjc3OTY4NTI.*FPAU*NTg3MjU0NDI5LjE3Mjc3OTY4NTI.*_ga*MTI4NDQzODQxMC4xNzI3Nzk2ODUx*_ga_NEXN8H46L5*MTcyNzc5Njg1MC4xLjEuMTcyNzc5Njg1OS4wLjAuMTE2NTA4MTcxMA..*_fplc*WEVJSlNnQmlWc0VMWjFEVDZ6TVolMkJIV3ZiWmJkT0Z5TlliWVVqbkZmbm9HJTJCelFLRiUyRlUwQzc4R0xiUVhlUktOQXIybTNRRWslMkZsbnFQZ3BwRCUyQm1kTFg3QVB1UyUyRmhhRGtDVW9kTmZhNW50JTJCQVFCZ2R6Y1pNM3YzM3J0RTdkZVElM0QlM0Q.*

Uno dei modi più semplici per programmare questa scheda di sviluppo è tramite l'Arduino IDE, che consente di sviluppare e caricare il codice scritto nel linguaggio di programmazione Arduino sulla scheda. Il linguaggio di programmazione Arduino si basa su C e C++. La struttura di un codice Arduino è suddivisa in due funzioni: setup e loop. La Figura 4.3.3 mostra la struttura di base di un codice Arduino, generata automaticamente quando si crea il file.

```
1  void setup() {
2
3  }
4
5  void loop() {
6
7  }
```

Figura 4.3.3 – Struttura di base di un codice Arduino

La prima funzione, *setup* (https://docs.arduino.cc/language-reference/en/structure/sketch/setup/), viene eseguita una sola volta, al momento dell'avvio del programma. Viene utilizzata per inizializzare le variabili, configurare gli input/output della scheda, iniziare a usare librerie specifiche, ecc. In altre parole, tutto il codice (le istruzioni che vogliamo eseguire) contenuto nella funzione viene eseguito solo una volta all'inizio.
L'altra funzione, *loop* (https://docs.arduino.cc/language-reference/en/structure/sketch/loop/), viene eseguita continuamente mentre la scheda di sviluppo è attiva. Il suo contenuto viene ripetuto ciclicamente, una volta dopo l'altra. Normalmente, il codice per svolgere il compito desiderato viene inserito in questo spazio.
Dall'Arduino IDE, puoi sviluppare il codice, compilarlo (verificare che non ci siano errori sintattici o di altro tipo) e caricarlo sulla scheda di sviluppo. I pulsanti corrispondenti nell'area in alto a sinistra dell'ambiente consentono di eseguire queste due azioni. La Figura 4.3.4 evidenzia questi due pulsanti nell'Arduino IDE.

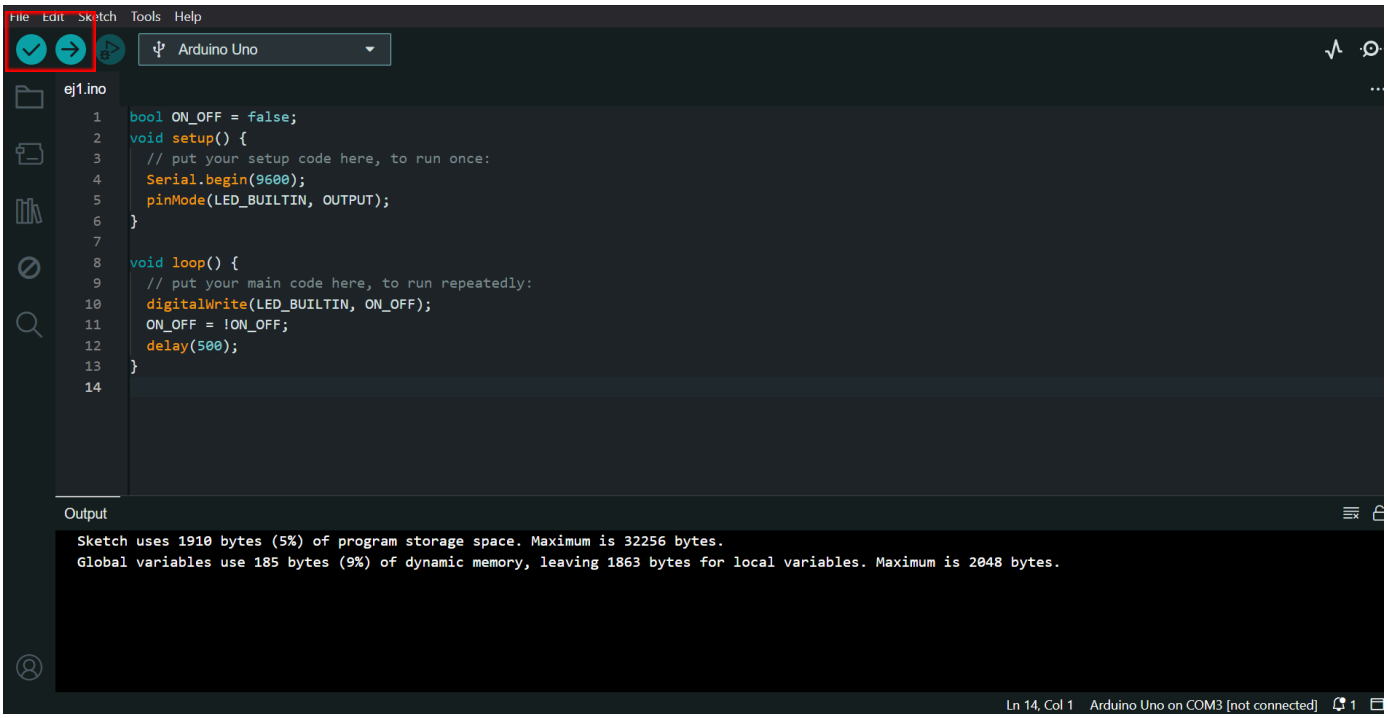


Figura 4.3.4 – Pulsanti per verificare e caricare il codice

Nel seguente link (https://docs.arduino.cc/language-reference), troverai l'aiuto ufficiale di Arduino per le funzioni del linguaggio.
In questa sessione, utilizzeremo variabili intere e a punto mobile, la porta seriale e la lettura degli ingressi analogici. Le variabili intere (https://docs.arduino.cc/language-reference/en/variables/data-types/int/) possono memorizzare numeri interi da -32.768 a 32.767. Ad esempio, una variabile intera può memorizzare 8, 19, 26 o -1. Tuttavia, non può memorizzare 0,5 perché è un numero decimale. Per salvare quel numero, dobbiamo usare variabili a punto mobile (https://docs.arduino.cc/language-reference/en/variables/data-types/float/) che memorizzano numeri con la virgola.

Un'altra funzione che useremo è analogRead (https://docs.arduino.cc/language-reference/en/functions/analog-io/analogRead/) che legge un valore analogico, ovvero un valore continuo, e lo converte in un valore digitale, cioè discreto, interpretabile dalla scheda di sviluppo. Nel caso dell'Arduino UNO, la gamma di input analogici va da 0 a 5V, convertendolo in un numero intero tra 0 e 1023.
Infine, utilizzeremo le funzioni della porta seriale (https://docs.arduino.cc/language-reference/en/functions/communication/Serial/) per la comunicazione con il computer. Sarà sufficiente configurare tale comunicazione e specificare il messaggio da inviare.

L'anemometro è l'altro elemento essenziale della sessione. È un sensore in grado di misurare una grandezza fisica (in questo caso, la velocità del vento) e restituire queste informazioni in un segnale elettrico. Anche se esistono diverse modalità in cui questo segnale elettrico può manifestarsi, ci concentreremo sulla forma che incontreremo in questa sessione: la tensione. L'anemometro può trasformare la velocità del vento in tensione elettrica, misurata in volt. Il funzionamento dell'anemometro è semplice; ha magneti ancorati meccanicamente all'asse su cui sono montate le coppe, e quando le coppe si muovono a causa del vento, anche i magneti si spostano, generando tensione nel conduttore grazie alla legge di induzione elettromagnetica di Faraday. Questo segnale, precedentemente condizionato, viene inviato all'uscita dell'anemometro. L'anemometro consigliato per questa lezione è il seguente: https://www.dfrobot.com/product-1114.html.

Nel caso in questione, l'anemometro genererà una tensione tra 0V e 5V alla sua uscita, a seconda della velocità del vento. Ad esempio, l'anemometro consigliato per questa lezione restituirà un valore di 5V quando la velocità del vento è di 30 m/s, un valore di 2,5V quando la velocità è di 15 m/s e 0V quando il vento si muove a 0 m/s. La Figura 4.3.5 mostra la linea di correlazione tra la tensione del sensore (asse X) e la velocità del vento (asse Y).

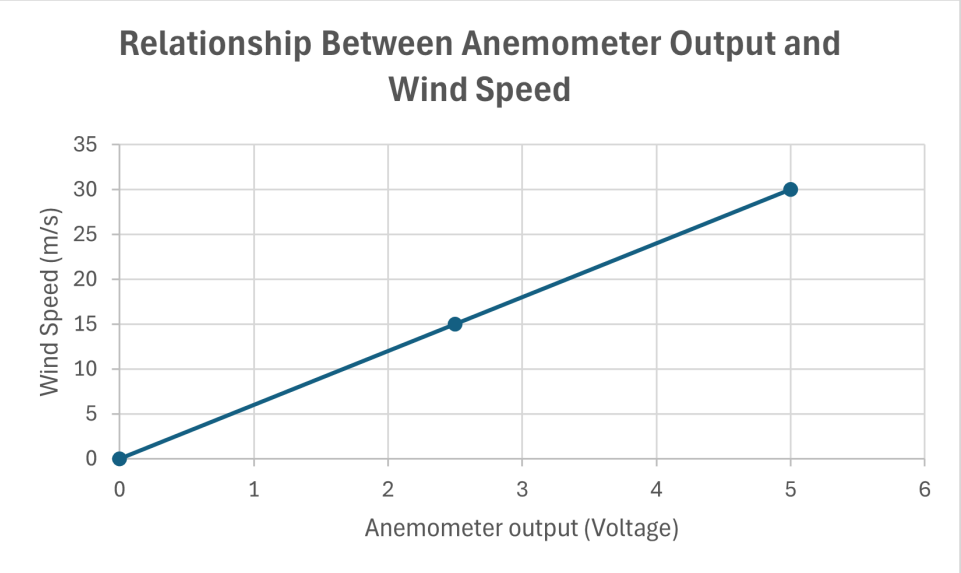
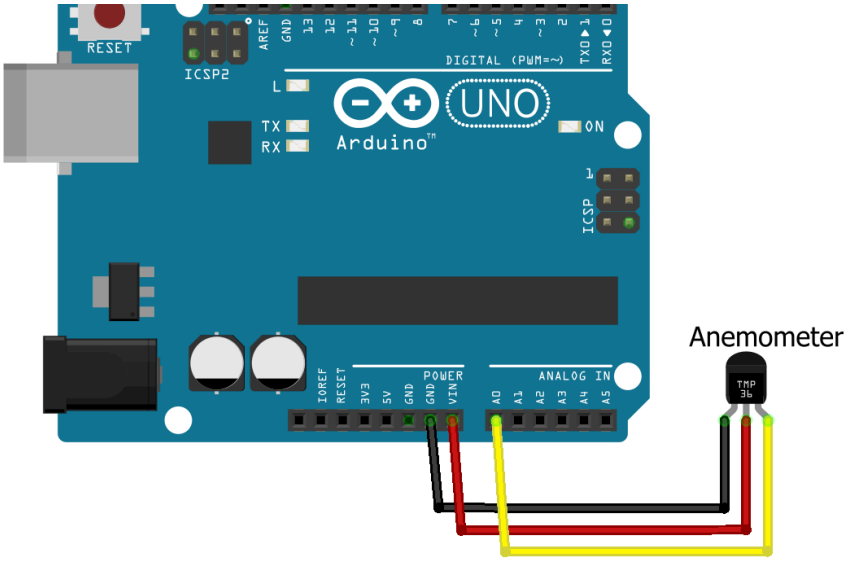


Figura 4.3.5 – Correlazione tra la tensione in uscita dell'anemometro e la velocità effettiva del vento

In sintesi, l'anemometro genererà una tensione alla sua uscita in base alla velocità del vento. La scheda di sviluppo Arduino UNO sarà responsabile della lettura di questa

tensione e dell'esecuzione delle operazioni appropriate per convertire la tensione in velocità del vento.

Schema della lezione

Durata	Istruzioni passo-passo
5min	Scartare l'anemometro con cura. Approfitta di questa opportunità per imparare le sue caratteristiche elettriche e il suo funzionamento.
10min	Assembla il circuito. Esso consisterà in un anemometro a coppe, che misura la velocità; una scheda Arduino UNO R3, che calcola e visualizza la velocità del vento; e un adattatore di alimentazione, che fornisce energia ai dispositivi. Prima, collega il cavo nero (*GND*) dell'anemometro a qualsiasi pin *GND* sulla scheda Arduino. Poi, collega il cavo giallo dell'anemometro (*Voltage Signal*) al pin *A0* sulla scheda Arduino. Successivamente, il cavo rosso (*VCC*) dell'anemometro deve essere collegato al pin *VIN* sulla scheda Arduino. La Figura 4.3.6 mostra il montaggio elettrico.  *Figura 4.3.6 – Montaggio elettrico dell'anemometro* Infine, collega l'adattatore di rete all'ingresso Jack sulla scheda Arduino.

10min	Collega la scheda Arduino al computer usando il cavo USB di tipo B e apri l'Arduino IDE. Iniziamo a programmare Arduino. Dichiariamo e assegniamo un valore, in base all'anemometro utilizzato, alla velocità massima possibile e alla tensione che la indica (secondo l'anemometro). Inizializziamo la porta seriale per stabilire la comunicazione con il computer. Verrà utilizzata una velocità di 9600 baud. La Figura 4.3.7 riflette le istruzioni da includere nel codice per questo.
	
	``
	1 float maximum_sensor_voltage = 5.0;
	2 float maximum_wind_speed = 30.0;
	3
	4 void setup() {
	5 Serial.begin(9600);
	6
	7 }
	``
	Figura 4.3.7 – Inizializzazione delle variabili e comunicazione seriale

15min	Prendi la lettura dal pin A0. L'uscita dell'anemometro è collegata a questo pin, che varierà tra 0 e 5 volt. La lettura dell'Arduino restituirà un valore tra 0 e 1023, con 0 quando l'anemometro restituisce 0V e 1023 quando l'uscita è di 5 volt. Questo valore è memorizzato in una variabile intera chiamata *sensorValue*. Prima di passarlo alla velocità, è necessario conoscere la tensione a cui corrisponde, quindi viene eseguita la conversione e memorizzata in una variabile a virgola mobile chiamata *sensorVoltage*. Infine, viene eseguita la conversione tra la tensione dell'anemometro (memorizzata in *sensorVoltage*) e la velocità del vento (*windSpeed*). La Figura 4.3.8 mostra il codice per eseguire tutto questo processo.
	
	`void loop() {`
	`  int sensorValue = analogRead(A0);`
	`  float sensorVoltage = sensorValue * (5.0/1023.0);`
	`  float windSpeed = sensorVoltage * maximum_wind_speed/maximum_sensor_voltage;`
	Figura 4.3.8 – Lettura dell'anemometro e conversione in velocità del vento
	
	Per questo, vengono utilizzate le variabili *maximum_wind_speed* e *maximum_sensor_voltage*, che permettono di modificare facilmente gli intervalli di conversione per adattare il codice a diversi sensori.

5min	Invia il valore della velocità al computer per verificare il suo valore tramite la porta seriale del computer (disponibile nell'Arduino IDE). Prima, invia un testo fisso: "La velocità del vento è: ". Poi, invia la velocità calcolata e indica le unità di misura della velocità. Modifica questo ultimo campo per visualizzare la misurazione in un'altra unità. La Figura 4.3.9 mostra il messaggio inviato tramite la porta seriale.
	
	`Serial.print("The wind speed is: ");`
	`Serial.print(windSpeed);`
	`Serial.println(" m/s.");`
	Figura 4.3.9 – Invio della velocità del vento al computer

5min	Infine, dovrebbe essere impostato un ritardo affinché il calcolo della velocità del vento sia periodico e non venga eseguito continuamente. Un ritardo di 500 millisecondi (0,5 secondi) è un buon valore. La Figura 4.3.10 mostra l'attesa implementata nel codice.
	
	`  delay(500);`
	`}`
	Figura 4.3.10 – Ritardo di 500ms tra le letture della velocità del vento

Valutazione formativa

La valutazione formativa sarà effettuata attraverso osservazioni in classe. Gli insegnanti osserveranno gli studenti mentre svolgono l'attività, prestando particolare attenzione all'applicazione delle conoscenze acquisite. Possono anche essere fatte domande orali a

ciascun gruppo di lavoro per determinare la loro conoscenza teorica dell'argomento, la capacità di ciascuno studente di lavorare in team e il loro grado di partecipazione all'attività..

Feedback

Il Net Promoter Score (NPS) è una metrica ampiamente utilizzata per misurare la lealtà e la soddisfazione dei clienti o, in un contesto educativo, degli studenti. Misura la probabilità che gli studenti raccomandino la lezione o il corso ad altri. Ecco come puoi descrivere e implementare l'NPS:

Sviluppare la domanda NPS:

- Domanda principale: "Su una scala da 0 a 10, quanto è probabile che tu raccomandi questa lezione ad altri studenti?”
- Domande di follow-up: "Perché hai scelto quel punteggio?" e "Come possiamo migliorare questa lezione?”

Raccolta delle risposte:

- Sondaggi digitali: Usa strumenti online come Google Forms, SurveyMonkey o Typeform per distribuire la domanda NPS agli studenti.
- Sondaggi cartacei: Distribuisci questionari cartacei alla fine della lezione affinché gli studenti li compilino. Un modello per raccogliere i feedback tramite questionari cartacei è mostrato negli allegati.
- Applicazioni interattive: Utilizza app interattive come Quizziz, Mentimeter o Kahoot! per raccogliere risposte in tempo reale.

Classificazione delle risposte:

- Promotori (punteggio 9-10): Studenti molto soddisfatti e che probabilmente raccomanderanno la lezione.
- Passivi (punteggio 7-8): Studenti soddisfatti ma non entusiasti; potrebbero facilmente cambiare opinione.
- Detrattori (punteggio 0-6): Studenti insoddisfatti e poco inclini a raccomandare la lezione; potrebbero fornire critiche costruttive.

Calcolo dell'NPS:

- Formula: NPS = % di promotori - % di detrattori.
- Interpretazione del punteggio: L'NPS varia da -100 a +100. Un punteggio positivo (superiore a 0) è generalmente buono, e un punteggio superiore a 50 è eccellente.

Analizzare e utilizzare i commenti:

- Rivedere i commenti aggiuntivi per comprendere le ragioni dietro i punteggi.
- Identificare pattern e aree specifiche di miglioramento dai detrattori e passivi.
- Utilizzare i commenti positivi dei promotori per rafforzare gli aspetti di successo della lezione.

Allegati

Codice di programmazione per la scheda di sviluppo Arduino UNO R3.

```
float maximum_sensor_voltage = 5.0;
float maximum_wind_speed = 30.0;


void setup() {
  Serial.begin(9600);
}


void loop() {
  int sensorValue = analogRead(A0);
  float sensorVoltage = sensorValue * (5.0/1023.0);
  float windSpeed = sensorVoltage * maximum_wind_speed/maximum_sensor_voltage;


  Serial.print("The wind speed is: ");
  Serial.print(windSpeed);
  Serial.println(" m/s.");


  delay(500);
}
```

QUESTIONARIO PER RACCOGLIERE I FEEDBACK SULLA LEZIONE

Su una scala da 0 a 10, quanto è probabile che raccomanderai questa lezione ad altri studenti?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Per nulla probabile — Estremamente probabile

Perché hai scelto questo punteggio?

Come possiamo migliorare questa lezione?