

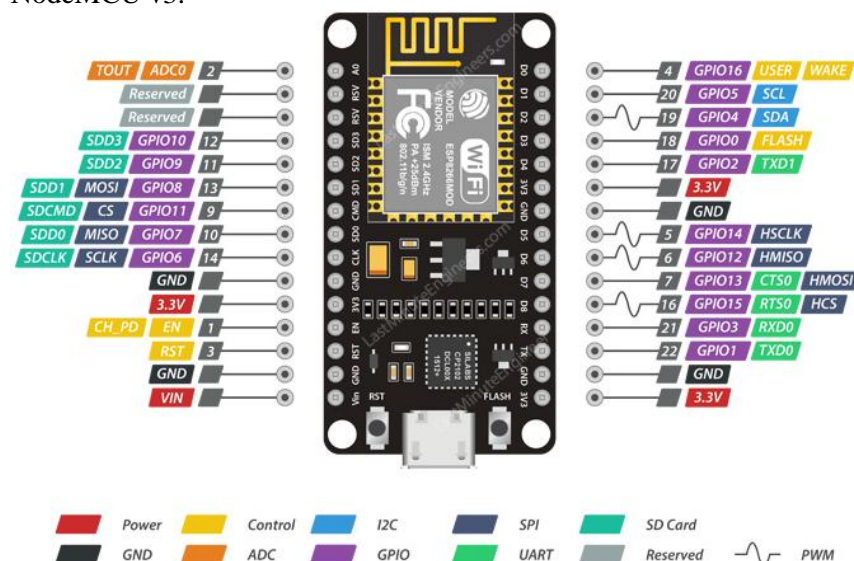
## We are the makers – IoT Learning Scenario – Stazione Meteo

### Autore: Nuvoletta Vittorio

<b>1. Titolo dello scenario</b>	<b><i>Stazione meteo</i></b>
<b>2. Gruppo target</b>	14 - 17 anni
<b>3. Durata</b>	Almeno 5 settimane di 2*55min a settimana: in totale circa 8-13 ore.
<b>4. Esigenze di apprendimento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Interazione tra parti elettroniche e l'ambiente circostante</li> <li>– Monitoraggio e influenza dei parametri meteorologici</li> <li>– Catena di comunicazione dei dispositivi IoT</li> <li>– Principi di sensori e attori</li> <li>– Diversi principi di misurazione della temperatura e umidità dell'ambiente.</li> <li>– Regolazione fine dei parametri della macchina per ottimizzare le misurazioni</li> <li>– Principi delle reti di comunicazione wireless</li> <li>– Costruzione e stampa 3D di un ambiente robotizzato</li> </ul>
<b>5. Risultati attesi dell'apprendimento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Come funziona un sistema IoT?</li> <li>– Dove sono le possibilità e i limiti dei sistemi IoT?</li> <li>– Quali componenti - hardware e software - sono fondamentali per costruire un dispositivo IoT?</li> </ul>
<b>6. Metodologie</b>	In questo scenario gli studenti costruiranno e programmeranno da soli un dispositivo per la misurazione dei parametri di temperatura e umidità completamente interattivo. Gli studenti costruiranno anche un'applicazione per il controllo remoto.
<b>7. Luogo / Ambiente</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. un laboratorio con un set di parti e componenti elettronici;</li> <li>2. ogni gruppo di studenti deve avere un computer o un portatile con privilegi amministrativi per l'installazione di diversi pacchetti software</li> <li>3. Un proiettore per l'insegnamento delle lezioni e la presentazione dei lavori degli studenti;</li> <li>4. ogni studente deve tenere un diario di laboratorio</li> </ol>

## Piedinatura scheda NodeMCU v3 (Pinout)

La figura seguente riporta in modo approfondito la piedinatura della scheda NodeMCU v3.



## Elenco del materiale necessario:

NodeMCU v3

Display “1602” su bus I2C

BME280 - Sensore di umidità, temperatura e pressione

Adattatore per scheda micro SD “Catalex” (MicroSD Card Adapter)

Scheda ZS-042 con RTC DS3231

Lettore MP3 DFPlayer (mini)

## 8. Strumenti / Materiali / Risorse

## Collegamento tra NodeMCU e schede varie

### I2C vs SPI

I2C lento (tipo 400 kHz) ma fino a 128 (in realtà meno perché parte degli indirizzi sono riservati) device su due pin.

SPI veloce (tipo 8 MHz) ma pochi device.

C'è consiglia SPI per MicroSD e I2C praticamente per tutto il resto.

### I2C

Inter-Integrated Circuit (“I-squared-C”, “I-two-C”, “I-I-C”)

Bus seriale introdotto da Philips Semiconductors nel 1982, utilizzato per le comunicazioni intra-scheda tra microcontrollori e altri circuiti integrati.

Altre aziende hanno sviluppato protocolli compatibili con I2C.

Utilizza due linee:

- Serial DATA line (SDA)
- Serial CLock line (SDL)

Spazio di indirizzamento a 7 bit (esistono estensioni), quindi in teoria 128 indirizzi, ma i primi 8 indirizzi riservati.

Individuazione indirizzi dispositivi I2C

Molto spesso i dispositivi a basso costo vengono forniti senza alcuna indicazione relativa all'indirizzo che hanno sul bus I2C.

In questo caso può essere d'aiuto eseguire un programma che scandisce tutti gli indirizzi ed elenca gli indirizzi dei dispositivi individuati.

Vedi raccolta sketch “I2C Scanner”

### SPI

Serial Peripheral Interface

È un insieme di specifiche per una interfaccia di comunicazione sincrona.

Sviluppato da Motorola negli anni '80 del ventesimo secolo, è diventato uno standard “de facto”.

Applicazioni tipiche: comunicazione con Liquid Crystal Display (LCD) e con unità per chede Secure Digital (SD).

### Display

Display “1602” su bus I2C

Si fa riferimento al display cosiddetto “1602A”, con 16 colonne e due righe.



Spesso il display 1602A viene fornito già assemblato con un adattatore I2C. Al contrario, il setting a cui faremo riferimento per le esperienze di laboratorio è quello in figura: il display 1602A inserito in una breadboard con l’adattatore I2C inserito in parallelo nella stessa breadboard.

### Collegamenti elettrici tra NodeMCU v3 e adattatore I2C

L’adattatore I2C ha 4 pin da collegare come segue.

- VCC: terminale “+” dell’alimentazione a 5V, o altro terminale VCC a 5V
- GND: terminale “-” dell’alimentazione a 5V, o altro terminale GND
- SDA: terminale “SDA” sulla scheda con il microcontrollore (vedi schema piedinatura)

Nel caso di NodeMCU v3, il piedino D2 (corrisponde a GPIO4 di Arduino)

- SCL: terminale “SCL” sulla scheda con il microcontrollore (vedi schema piedinatura)

Nel caso di NodeMCU v3, il piedino D1 (corrisponde a GPIO5 di Arduino)

### Software e indirizzo I2C

Caricare la libreria LiquidCrystal\_I2C. In gestione librerie cercare “LiquidCrystal I2C” e installare quella realizzata da Frank de Brabander. Per l’inizializzazione del display si utilizza la seguente istruzione:

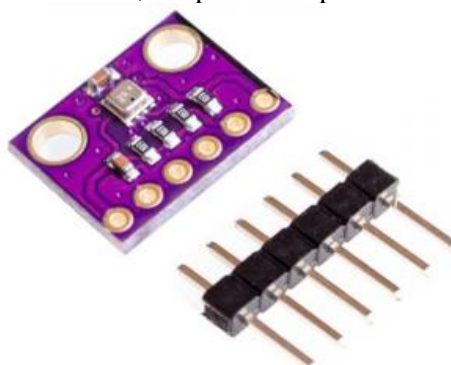
`LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F, 16, 2);`

Dove il primo parametro è l’indirizzo I2C del dispositivo, il secondo ed il terzo indicano il numero di colonne e di righe del display.

Indirizzi tipici per i gli adattatori che utilizziamo nelle nostre esperienze sono 0x3F e 0x27. Per determinare l’indirizzo del dispositivo, utilizzare lo sketch I2C Scanner.

### Sensori

BME280 - Sensore di umidità, temperatura e pressione



### *Collegamenti elettrici tra NodeMCU v3 e BME280 (su I2C)*

L'adattatore I2C ha 4 pin da collegare come segue.

- VCC: terminale “+” dell'alimentazione a 3,3 V, o altro terminale VCC a 3,3 V  
ATTENZIONE!!!! Non ha un regolatore di tensione quindi NON alimentare a 5 V
- GND: terminale “-” dell'alimentazione a 3,3 V, o altro terminale GND
- SDA: terminale “SDA” sulla scheda con il microcontrollore (vedi schema piedinatura)  
Nel caso di NodeMCU v3, il piedino D2 (corrisponde a GPIO4 di Arduino)
- SCL: terminale “SCL” sulla scheda con il microcontrollore (vedi schema piedinatura)  
Nel caso di NodeMCU v3, il piedino D1 (corrisponde a GPIO5 di Arduino)

Nel collegamento I2C **NON UTILIZZARE** I SEGUENTI

- CSB: Chip Select
- SDO
  - a. TESTATO: se connesso a GND allora l'indirizzo I2C è 0x76 (default anche senza collegamenti)
  - b. NON TESTATO: se connesso a VDDIO allora indirizzo I2C = 0x77

### *BME280 - Librerie software e indirizzo I2C*

La scheda necessita delle seguenti librerie:

- Adafruit BME280
- Adafruit Unified Sensor

La dichiarazione e l'inizializzazione del sensore, in quasi tutti gli esempi che si trovano sul web, consistono nelle seguenti istruzioni:

```
Adafruit_BME280 bme;
bme.begin();
```

**ATTENZIONE!!! Le istruzioni precedenti falliscono perché la libreria è stata scritta per il sensore Adafruit che ha indirizzo I2C di default 0x77**

Le schede con sensore BME280 che utilizziamo nelle nostre esperienze hanno generalmente indirizzo I2C 0x76. Si deve pertanto utilizzare l'overload del metodo di inizializzazione che prevede il passaggio dell'indirizzo come parametro:

```
bme.begin(0x76);
```

Per determinare l'indirizzo del dispositivo, utilizzare lo sketch I2C Scanner.

## Schede micro SD

Adattatore per scheda micro SD “Catalex” (MicroSD Card Adapter)



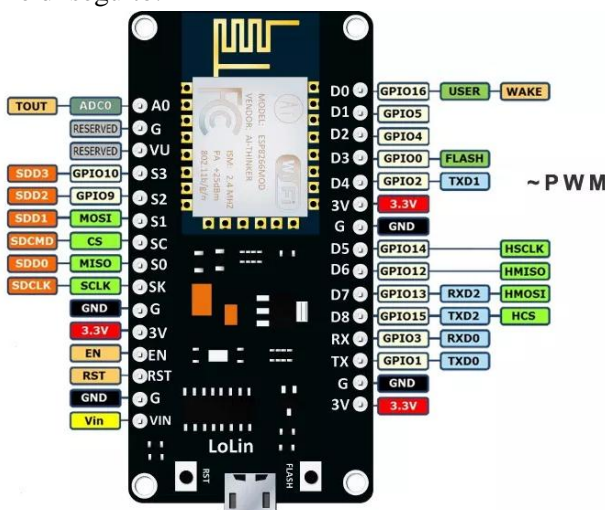
### Collegamenti elettrici tra NodeMCU v3 e adattatore per micro SD (su SPI)

Descrizione dei 6 pin (seguono indicazioni per il collegamento):

- VCC: terminale “+” dell’alimentazione a 5 V  
(ha un regolatore AMS1117 che fornisce alla scheda la tensione 3.3 V)
- GND: terminale “-” dell’alimentazione a 5 V
- MOSI: Master Out Slave In  
Linea Master per inviare dati alle periferiche, porta segnali dalla scheda NodeMCU alla scheda per micro SD
- MISO: Master In Slave Out  
Linea Slave per inviare dati al master, porta i segnali dalla scheda per micro SD alla scheda NodeMCU
- SCK: Serial Clock  
Segnali di clock che sincronizzano la trasmissione di dati generata dal master
- CS - Chip Select  
Connesso allo Slave Select (SS) del microcontrollore (NodeMCU)

Nello SPI le linee MISO, MOSI e SCK sono condivise tra tutti i dispositivi della catena. Master: NodeMCU - Slave: adattatore SD.

In base alla piedinatura della scheda NodeMCU v3, l’adattatore per SD va collegato come di seguito.



SD Card Adapter	NodeMCU v3
MISO	D6 (GPIO12)
MOSI	D7 (GPIO13)
CS	D8 (GPIO15)
SCK	D5 (GPIO14)

### Adattatore per microSD - Librerie software e piedinatura

La scheda necessita delle seguenti librerie:

- SD standard di Arduino IDE
- SPI standard di Arduino IDE

Non è necessario dichiarare l'oggetto SD, che è già disponibile includendo la libreria SD. Quasi tutto gli esempi che si trovano sul web utilizzano le seguenti istruzioni:

```
if (!SD.begin(4)) {
    Serial.println("SD adapter non inizializzato o
non individuato");
} else {
    Serial.println("SD adapter inizializzato
correttamente");
}
```

**ATTENZIONE!!! Le istruzioni precedenti falliscono perché tali esempi utilizzano il pin 4 della scheda Arduino UNO per la funzione di chipselect (CS).**

Come riportato nella sezione relativa al cablaggio della scheda, utilizziamo il pin D8 di NodeMCU v3 che corrisponde a GPIO15. Pertanto è sufficiente utilizzare il pin 15 per la funzione CS.

```
#define SD_CHIP_SELECT_PIN 15
...
if (!SD.begin(SD_CHIP_SELECT_PIN)) {
    ...
}
```

### Real Time Clock - RTC

Scheda ZS-042 con RTC DS3231

(con batteria tampone CR2032 da 3 V)



### Collegamenti elettrici tra NodeMCU v3 e scheda ZS-042

La scheda ZS-042 ha 6 pin da collegare come segue.

- VCC: terminale “+” dell'alimentazione a 3,3 V, o altro terminale VCC a 3,3 V (anche se nel datasheet è indicato che può reggere fino a 5 V)
- GND: terminale “-” dell'alimentazione a 3,3 V, o altro terminale GND
- SDA: terminale “SDA” sulla scheda con il microcontrollore (vedi schema piedinatura)  
Nel caso di NodeMCU v3, il piedino D2 (corrisponde a GPIO4 di Arduino)
- SCL: terminale “SCL” sulla scheda con il microcontrollore (vedi schema piedinatura)  
Nel caso di NodeMCU v3, il piedino D1 (corrisponde a GPIO5 di Arduino)
- SQW: non lo utilizziamo (per ora)
- 32K: non lo utilizziamo (per ora)



### Software e indirizzo I2C

Cercare “DS3231” e “ESP8266” nel gestore delle librerie di Arduino IDE. Tra le librerie proposte, installare “Rtc by Makuna” realizzata da Michael C. Miller.

Per iniziare a lavorare con il modulo RTC utilizzare uno degli esempi forniti con la libreria e reperibili in Arduino IDE, menu File → Esempi → Rtc by Makuna → DS3231\_\*.

NOTA: alcuni studenti hanno utilizzato la libreria RTCLib di Adafruit con successo

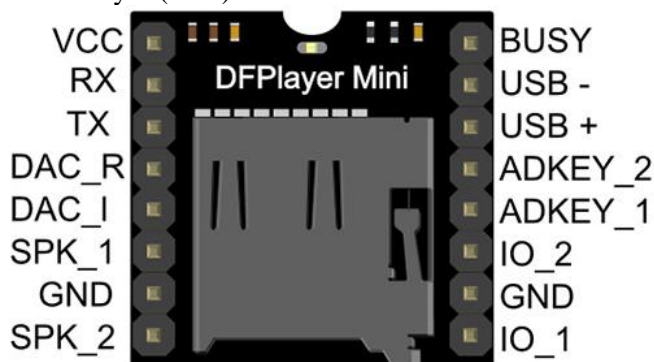
Mediante scansione con I2C Scanner, si ottengono due indirizzi: 0x57 e 0x68.

L’indirizzo I<sup>2</sup>C è quello del modulo RTC DS3231; essendo l’indirizzo di default utilizzato nelle librerie, non è necessario specificarlo.

L’indirizzo I<sup>2</sup>C 0x57 è quello della memoria EEPROM (AT24C32) montata sulla scheda, oltre al RTC DS3231. Tale memoria può essere controllata indipendentemente dal modulo RTC.

### Lettori MP3

Lettore MP3 DFPlayer (mini)



*figura - Piedinatura DFPlayer*

Pin	Description	Note
VCC	Input Voltage	DC3.2~5.0V;Type: DC4.2V
RX	UART serial input	
TX	UART serial output	
DAC_R	Audio output right channel	Drive earphone and amplifier
DAC_L	Audio output left channel	Drive earphone and amplifier
SPK2	Speaker-	Drive speaker less than 3W
GND	Ground	Power GND
SPK1	Speaker+	Drive speaker less than 3W
IO1	Trigger port 1	Short press to play previous (long press to decrease volume)
GND	Ground	Power GND
IO2	Trigger port 2	Short press to play next (long press to increase volume)
ADKEY1	AD Port 1	Trigger play first segment
ADKEY2	AD Port 2	Trigger play fifth segment
USB+	USB+ DP	USB Port
USB-	USB- DM	USB Port
BUSY	Playing Status	Low means playing \High means no

## Sitografia

- NodeMCU v3 in generale
  - Introduction to NodeMCU V3  
A brief tutorial on the Introduction to NodeMCU V3  
<https://www.theengineeringprojects.com/2018/10/introduction-to-nodemcu-v3.html>
  - Piedinature e migliori usi dei pin  
<https://randomnerdtutorials.com/esp8266-pinout-reference-gpios/>
- Comunicazioni
  - I<sup>2</sup>C - Inter-Integrated Circuit  
<https://en.wikipedia.org/wiki/I%C2%B2C>  
<https://www.i2c-bus.org/>  
<https://i2c.info/>
  - SPI - Serial Peripheral Interface  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Serial\\_Peripheral\\_Interface](https://en.wikipedia.org/wiki/Serial_Peripheral_Interface)
- Sensori
  - BME280  
*Vedi per riferimento, interessante, anche se forse usa librerie diverse da quelle che usiamo noi*  
<https://nodemcu.readthedocs.io/en/master/en/modules/bme280/>
  - BME 280  
<http://cactus.io/hookups/sensors/barometric/bme280/hookup-arduino-to-bme280-barometric-pressure-sensor>
  - ESP8266 and BME280 Temp, Pressure and Humidity Sensor over SPI  
<https://robotzero.one/esp8266-and-bme280-temp-pressure-and-humidity-sensor-spi/>
  - BMP280 and ESP8266  
<https://myesp8266.blogspot.com/2016/12/bmp280-and-esp8266.html>
- Schede micro SD
  - Come usare la scheda SD con ESP8266 e Arduino  
<https://www.mischianti.org/it/2019/12/15/come-usare-la-scheda-sd-con-esp8266-e-arduino/>
  - Last Minute Engineers - "Interfacing Micro SD Card Module with Arduino"  
<https://lastminuteengineers.com/arduino-micro-sd-card-module-tutorial/>
  - Arduino Forum "Add DATE and TIME to your SD CARD Files"  
<https://forum.arduino.cc/index.php?topic=330746.0>
- Real Time Clock
  - RTC DS3231
    - Datasheet  
<https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS3231.pdf>
    - Techtutorialsx - "ESP8266: Connection to DS3231 RTC"  
<https://techtutorialsx.com/2016/05/22/esp8266-connection-to-ds3231-rtc/>
- NTP
  - ESP8266 NodeMCU NTP Client-Server: Get Date and Time (Arduino IDE)  
<https://randomnerdtutorials.com/esp8266-nodemcu-date-time-ntp-client-server-arduino/>
  - Getting Date & Time From NTP Server With ESP8266 NodeMCU  
<https://lastminuteengineers.com/esp8266-ntp-server-date-time-tutorial/>
- Lettori MP3
  - MP3 DFPlayer
    - DFROBOT - Wiki - DFPlayer Mini  
[https://wiki.dfrobot.com/DFPlayer\\_Mini\\_SKU\\_DFR0299](https://wiki.dfrobot.com/DFPlayer_Mini_SKU_DFR0299)
    - NodeMCU (ESP8266) + DFPlayer - mp3 music from SD card  
<http://arduiner.blogspot.com/2016/06/nodemcu-esp8266-dfplayer-mp3-music-from.html>
    - Mauro Alfieri - DFPlayer mini mp3  
<https://www.mauroalfieri.it/elettronica/dfplayer-mini-mp3.html>
- Web server
  - How to Display Images in ESP32 and ESP8266 Web Server  
<https://randomnerdtutorials.com/display-images-esp32-esp8266-web-server/>



	<p>Altri collegamenti da verificare</p> <p><b>Video e materiale</b></p> <p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=YO8e0pr8QBI">https://www.youtube.com/watch?v=YO8e0pr8QBI</a></p> <p><a href="http://arduinoontronics.blogspot.com/2017/06/esp8266-bme280-weather-station.html">http://arduinoontronics.blogspot.com/2017/06/esp8266-bme280-weather-station.html</a></p> <p><b>Tutorial #NERDITYOURSELF</b></p> <p><a href="http://nerdityourself.altervista.org/tutorial-come-programmare-nodemcu-esp8266-utilizzando-arduino-ide/">http://nerdityourself.altervista.org/tutorial-come-programmare-nodemcu-esp8266-utilizzando-arduino-ide/</a></p>
<b>9. Descrizione passo dopo passo dell'attività / contenuto</b>	<p>Ogni lezione è distribuita su almeno due giornate differenti.</p> <p><b>Lezione 1</b></p> <p>Piccola attività di formazione della squadra - legame di squadra</p> <p>Dimostrazione di brevi video su sistemi di misurazione improvvisati (immergere gli studenti nel contesto dell'attività e fornire loro informazioni di base).</p> <p>Presentazione dei passi che saranno seguiti per il raggiungimento degli obiettivi del progetto</p> <p>Introduzione ad Arduino - breve dimostrazione (attraverso video e/o dimostrazioni in tempo reale)</p> <p><b>Lezione 2</b></p> <p>Costruzione di Arduino in squadre (montaggio di schede/sensori, ecc.)</p> <p>Dimostrazione di Snap4Arduino - facile da iniziare con le attività di familiarizzazione (LED lampeggiante, ecc.)</p> <p>Dimostrazione della piattaforma di codifica Arduino - facile da iniziare con le attività di programmazione a scopo di familiarizzazione</p> <p><b>Lezione 3</b></p> <p>Snap4Arduino e/o piattaforma di codifica per la realizzazione del progetto (innaffiatura degli impianti durante l'estate)</p> <p>Testare le soluzioni</p> <p>Discussione - conclusioni Questo progetto è legato alla vita reale? Affronta i rischi reali?</p>
<b>10. Feedback</b>	<p>Alla fine della lezione, gli studenti dovrebbero avere una conoscenza approfondita di come funzionano i principi dell'internet degli oggetti e di come le macchine collegate a internet comunicano. Hanno sperimentato da soli le possibilità e i limiti della tecnologia attuale. Durante la lezione, sono stati insegnati importanti aspetti dell'elettronica, dell'informatica e delle basi della costruzione.</p>
<b>11. Valutazione</b>	<p>Gli studenti tengono il loro diario del lavoro, che può essere rivisto dall'insegnante. Gli studenti possono anche presentare i risultati dei loro esperimenti. Inoltre, alla fine delle lezioni deve essere effettuato un test in classe.</p>