

# STRUMENTAZIONE ELETTRONICA PER LA NANOTECNOLOGIA

A cura di Centro Studi S.r.l.

# LA PUBBLICAZIONE SCIENTIFICA

## **SISTEMA INNOVATIVO SVILUPPATO IN ARDUINO PER LA DETERMINAZIONE DELLA TOSSICITA' CAUSATA DA VOC IN UN AMBIENTE CONFINATO E RISOLUZIONE DELLA PROBLEMATICA MEDIANTE APPLICAZIONE DI NANOTECNOLOGIA ATTIVA\***

**Vito Santarcangelo<sup>1,2</sup>, Nancy Santarcangelo<sup>3</sup>, Annunziata Faccia<sup>4</sup>,  
Biagio Masellis<sup>5</sup>, Egidio Cascini<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> *Centro Studi S.r.l. , Zona Industriale Loc. Sant'Antuono - 84035 Polla (SA)*

<sup>2</sup> *Evopdi S.r.l. , Viale Lombardia, 16/H – 20081 Cassinetta di Lugagnano (MI)*

<sup>3</sup> *BNG S.r.l. – Via Ravenna, 2 - 75015 Ferrandina (MT)*

<sup>4</sup> *Dipartimento materno infantile asl. n. 4 Terni – U.O. di ostetricia e ginecologia del  
P.O. di Orvieto*

<sup>5</sup> *Farmacia Comunale di Ginosa S.r.l. – Viale Martiri d'Ungheria, 57 - 74013 Ginosa  
(TA)*

<sup>6</sup> *Accademia Italiana del Sei Sigma - c/o Università degli Studi Guglielmo Marconi , Via  
Vittorio Veneto, 80, 59100 Prato*

\* autore di riferimento - email: [info@iinformatica.it](mailto:info@iinformatica.it)

# IL CASO DI STUDIO : ANALISI VOC INDOOR

CLASSI DI COMPOSTI	PRINCIPALI SOSTANZE	PRINCIPALE FONTE INDOOR
IDROCARBURI ALIFATICI	propano butano esano limonene	combustibili, detersivi, propellenti ad aerosol, refrigeranti, basi di profumi, aromatizzanti
IDROCARBURI ALOGENATI	cloroformio metilico cloruro di metilene pentaclorofenolo	propellenti ad aerosol, pesticidi, refrigeranti, sgrassatori
IDROCARBURI AROMATICI	benzene toluene xilene	vernici, pitture, colle, smalti, lacche, detersivi
ALCOLI	etanolo metanolo	detersivi per finestre, vernici, diluenti, adesivi, cosmetici
ALDEIDI	formaldeide acetaldeide	fungbicidi, isolanti, germicidi, resine, disinfettanti, aromatizzanti

# IL CASO DI STUDIO : ANALISI VOC INDOOR

- 1 Libri
- 2 Mobili in compensato (esalazioni di colle e vernici)
- 3 Giocattoli di pezza, peluches
- 4 Deodoranti ambientali
- 5 Profumi e cosmetici
- 6 Prodotti per l'igiene personale
- 7 Umidificatore
- 8 Antitarpe (naftalina,...)
- 9 Materasso e biancheria da letto (acari)
- 10 Moquettes e tendaggi (acari)
- 11 Camino (gas di combustione)
- 12 Imbottiture e tappezzerie
- 13 Fumo di sigaretta
- 14 Parquet e mobili di compensato
- 15 Detergenti chimici per la pulizia
- 16 Cucina a gas
- 17 Odori di alimenti (cucinati o in dispensa)
- 18 Libri, documenti cartacei
- 19 Stampante e computer
- 20 Stufa a legna o carbone
- 21 Umidità, muffe
- 22 Prodotti di manutenzione (acidi, pesticidi,...)
- 23 Lavatrice e asciugatrice senza sfiato
- 24 Detersivi e smacchiatori chimici
- 25 Isolazioni delle tubature in amianto
- 26 Radon
- 27 Vernici, solventi, sostanze chimiche diverse
- 28 Benzina
- 29 Gas di scarico dell'automobile



# PROBLEMATICHE PER LA SALUTE UMANA

La presenza dei VOC in un ambiente confinato può produrre fenomeni lievi (SBS) oppure reazioni da tossicità.

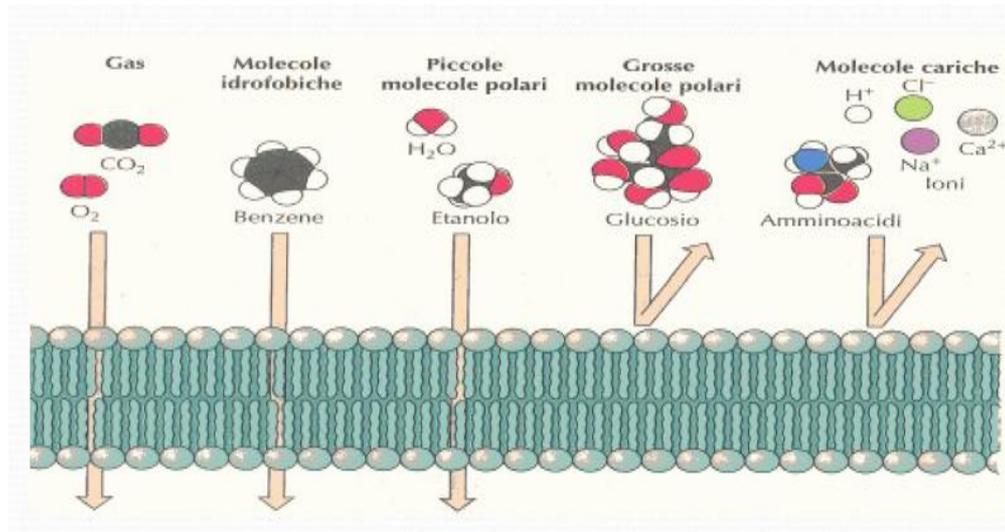
Nella tabella seguente sono riportati i range di concentrazione dei VOC con i relativi effetti sulla salute.

Classificazione degli effetti dei VOC in base al range di concentrazione	
Range di concentrazione	Effetti
< 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Comfort
200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - 3000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Possibile insorgenza di diverse sintomatologie
3000 - 25000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Discomfort
> 25000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Tossicità

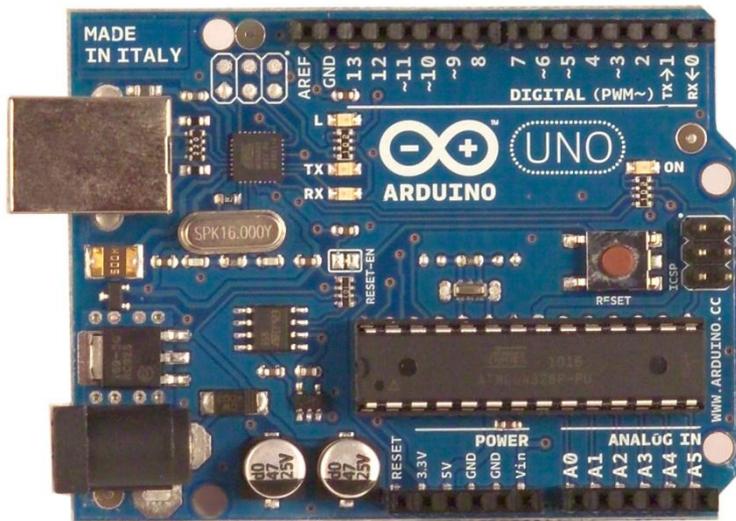
} SBS

# SBS (SICK BUILDING SYNDROME)

Quando effetti respiratori, irritativi e sensoriali colpiscono un numero significativo di frequentatori dello stesso luogo confinato si parla di Sick Building Syndrome (S.B.S.) in italiano “sindrome dell’edificio malato” (riconosciuta e definita nel 1987 dall’Organizzazione Mondiale della Sanità). La SBS è un indice di riduzione del comfort e dello stato di salute degli occupanti di ambienti generalmente climatizzati (anche se è stata più raramente osservata anche in edifici ventilati naturalmente).



# PROGETTAZIONE E IMPLEMENTAZIONE DI UN SISTEMA DI MONITORAGGIO



Arduino è un framework open source che permette la prototipazione rapida e l'apprendimento veloce dei principi fondamentali dell'elettronica e della programmazione. È composto da una piattaforma hardware sviluppata presso l'Interaction Design Institute (fondato ad Ivrea da Olivetti e Telecom Italia).

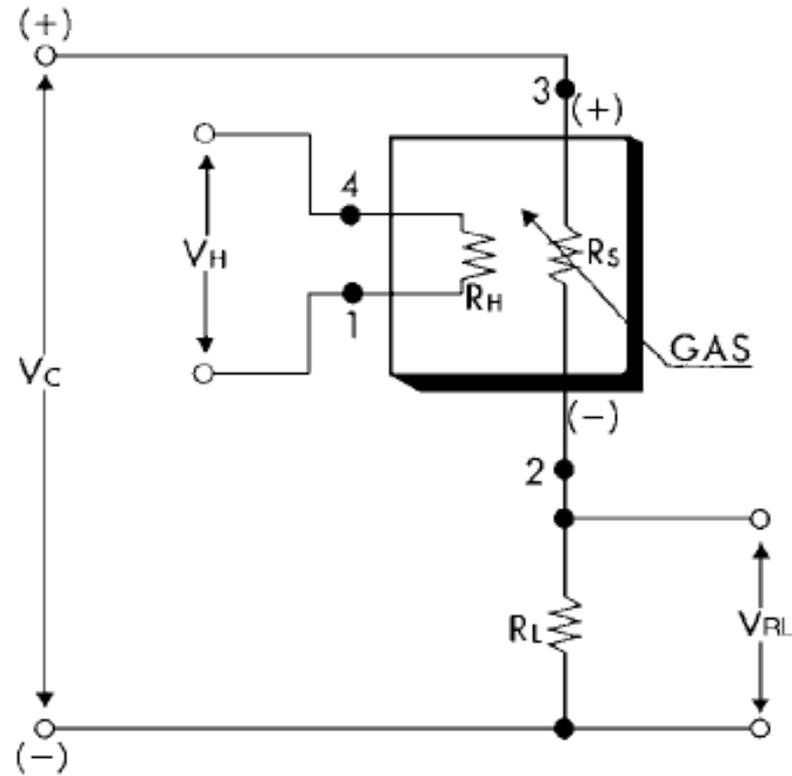
Il nome della scheda deriva da quello di un bar di Ivrea (che richiama a sua volta il nome di Arduino d'Ivrea, primo Re d'Italia nel 1002) frequentato da alcuni dei fondatori del progetto.

# CARATTERISTICHE ARDUINO

## Summary

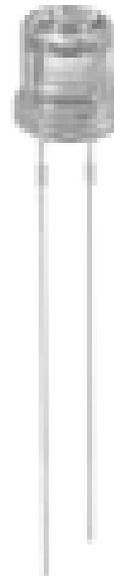
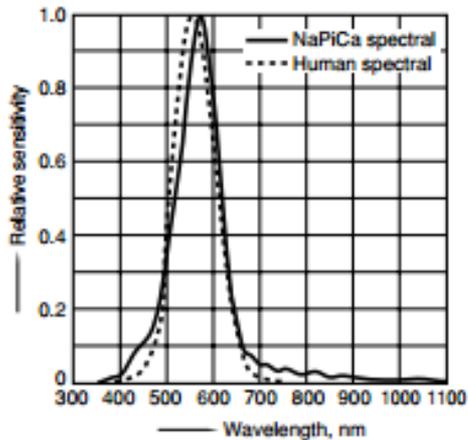
Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

# SENSORISTICA NECESSARIA : FIGARO TGS-2602

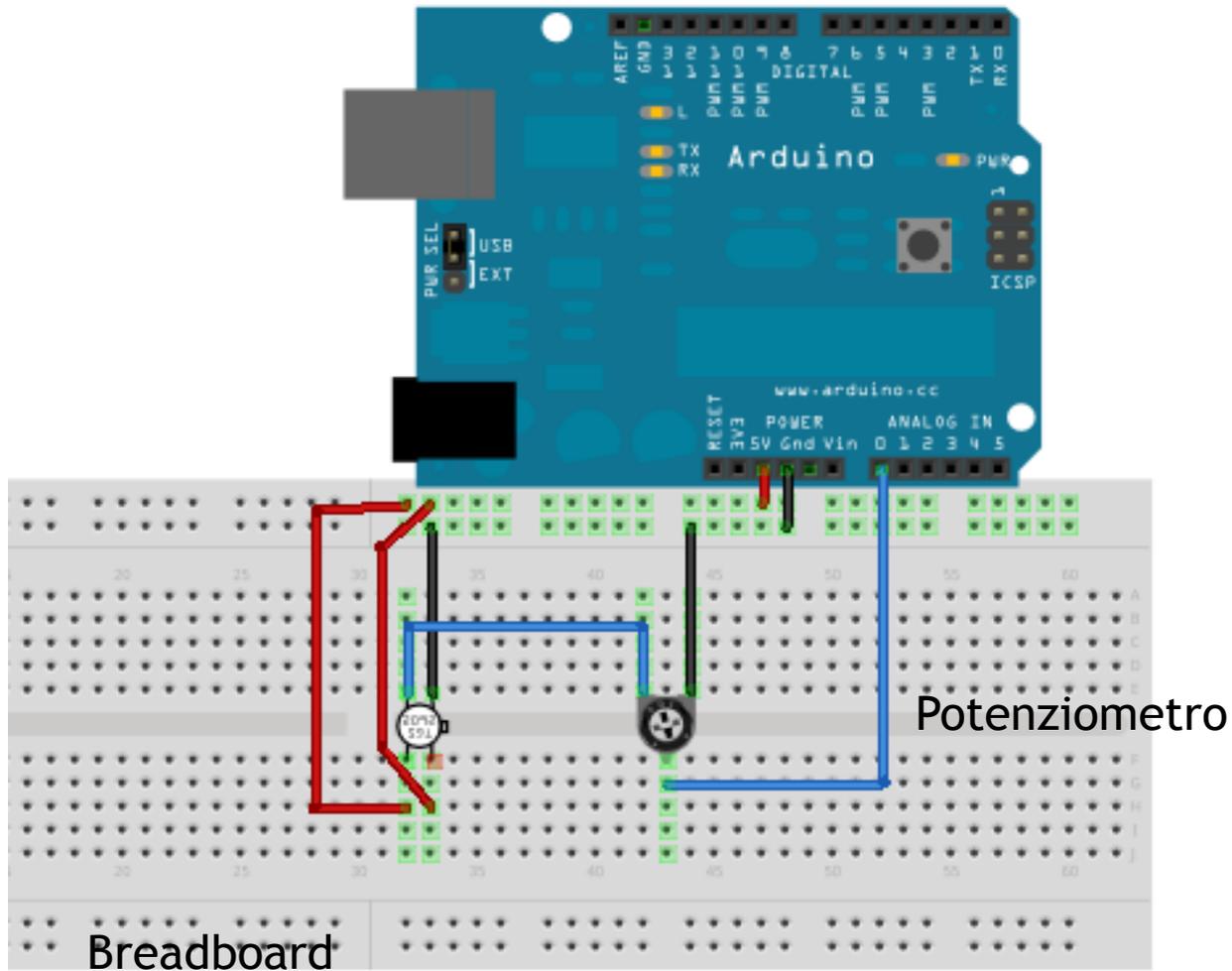


# SENSORE DI LUCE

- Riferimento 500 lx :ufficio illuminato secondo l'attuale normativa europea Uni En 12464



# IMPLEMENTAZIONE IN ARDUINO (FRITZING)



# CREAZIONE DEL CODICE



```
WebServer | Arduino 1.0.1
File Modifica Sketch Strumenti Aiuto
WebServer
char c = client.read();
Serial.write(c);

if (c == '\n' && currentLineIsBlank) {
  client.println("HTTP/1.1 200 OK");
  client.println("Content-Type: text/html");
  client.println("Connection: close");
  client.println();
  client.println("<!DOCTYPE HTML>");
  client.println("<html>");
  client.println("<meta http-equiv='refresh' content='5'>");
  for (int analogChannel = 0; analogChannel < 3; analogChannel++) {
    int sensorReading = analogRead(analogChannel);
    client.print("<p>");
    client.print(sensorReading);
    client.println("<p><br/>");
  }
  client.println("</html>");
  break;
}
}
```

Salvataggio effettuato.

1 - 63 Arduino Uno on COM10

Script per  
Arduino

Script per  
Arduino con  
Ethernet Shield

# ARCHITETTURA WEB-BASED



# **NANOTESTER CENTROSTUDI S.R.L.**

DIGITAL VALUE LUCE: 71

DIGITAL VALUE SBS: 232

**DISATTIVAZIONE FOTOCATALISI**

**QUALITA' DELL'ARIA OTTIMA!  
NESSUN RISCHIO SBS RILEVATO**

**NOTE: Quando effetti respiratori, irritativi e sensoriali colpiscono un numero significativo di frequentatori dello stesso luogo confinato si parla di Sick Building Syndrome (S.B.S.) in italiano 'sindrome dell'edificio malato' (riconosciuta e definita nel 1987 dall'Organizzazione Mondiale della Sanita').**