

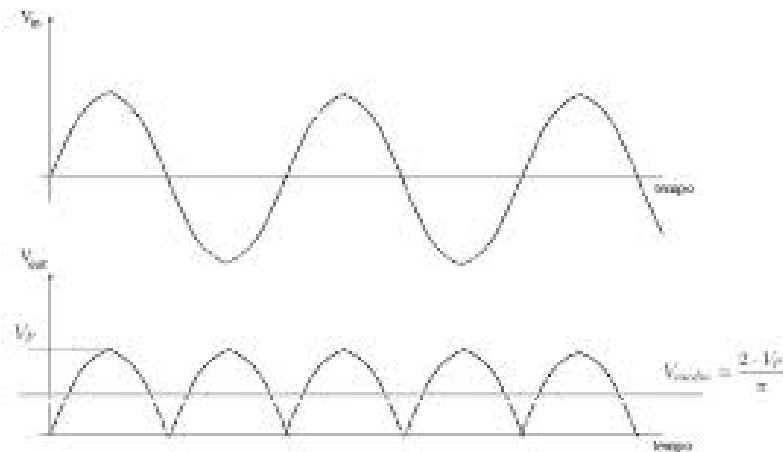
Lo studio dell'elettronica nel triennio del tecnologico con Arduino e Processing

Leonardo Barsantini - Maggio 2014

Trovo una crescente difficoltà ad insegnare elettronica, come materia di specializzazione, per la rapidissima evoluzione di questa disciplina.

I concetti fondamentali: amplificazione, trasduzione, conversione, filtro, modulazione ... sono alla base dell'insegnamento, ma le tecnologia evolvono rapidamente e le applicazioni hanno raggiunto livelli di complessità notevoli, basti pensare alla telefonia cellulare.

Ad esempio, il concetto di raddrizzamento di un segnale alternato può essere considerato uno dei concetti di base. Normalmente, si introduce il raddrizzamento del segnale sinusoidale con un circuito, formato da 4 diodi, detto Ponte di Graetz. Ma tecnologicamente non si usa più un circuito con 4 diodi, ma con 4 MOSFET, ben più complesso.



È evidente che si può continuare a utilizzare il ponte a diodi per introdurre gli studenti verso questo problema, ma poi loro, se dovranno svolgere un'attività professionale non potranno utilizzare il ponte a diodi.

Le cose si complicano per applicazioni ancor più sofisticate: visualizzazione su display grafici, display *touch screen*, controlli remoti con il cellulare, acquisizione di dati da sensori, gestione dati ...

Considerando che l'elettronica è una disciplina tecnologica, di specializzazione, in rapida evoluzione e onnipresente nel nostro mondo è necessario trovare un giusto equilibrio, fra concetti di base e applicazioni tecnologiche reali.

Bisogna, però, tenere conto che molti nostri studenti sono deboli in matematica, in fisica, in inglese, e non possiamo pensare a loro come a dei “piccoli ingegneri”

Scelgono la nostra scuola, non per vocazione, ma escludendo il liceo ritenuto più difficile ...

... però, alcuni di loro sono stimolati se si affrontano argomenti che hanno un riferimento tangibile nel modo reale, mentre si mostrano poco interessati se si procede con il presentare il solito catalogo di circuiti “senza applicazione” come è nella tradizione dei libri di testo.

Si tratta quindi di affrontare lo studio dell'elettronica (non solo, ma anche) per problemi.

La scelta:

Arduino

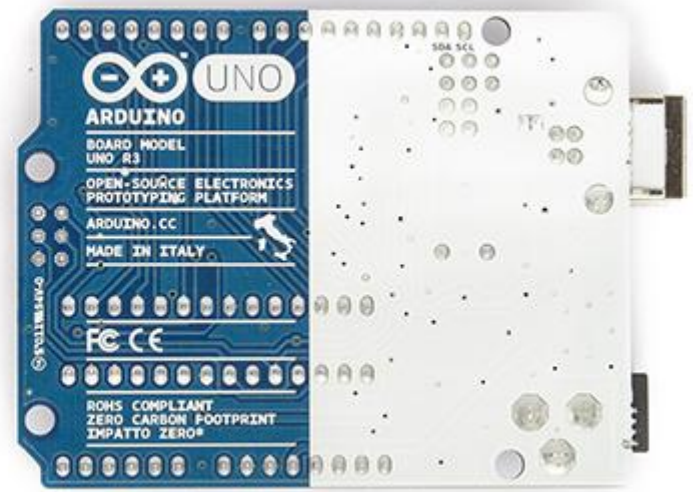
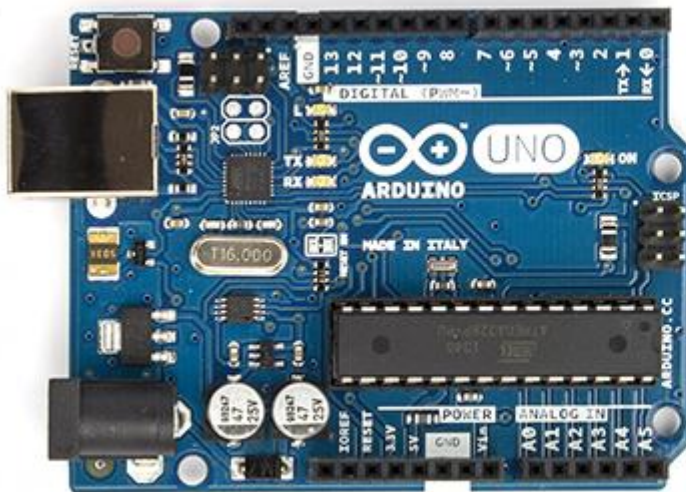
I sensori

Processing

Questa è la scheda Arduino UNO.

La scheda utilizza un microcontrollore

La scheda è “*made in Italy*” e ha un grande successo in tutto il mondo.



Arduino può essere collegato a un dispositivo esterno, ad esempio un sensore, e trasferisce i dati acquisiti al computer con la porta USB.

Si può collegare:

alla rete locale tramite ethernet o wifi.

alla rete GSM e trasferire SMS.

alla rete GPS.

a display LCD grafici ...

I sensori

I sensori sono l'interfaccia fra il mondo fisico e quello elettronico.

Sono praticamente ovunque attorno a noi:

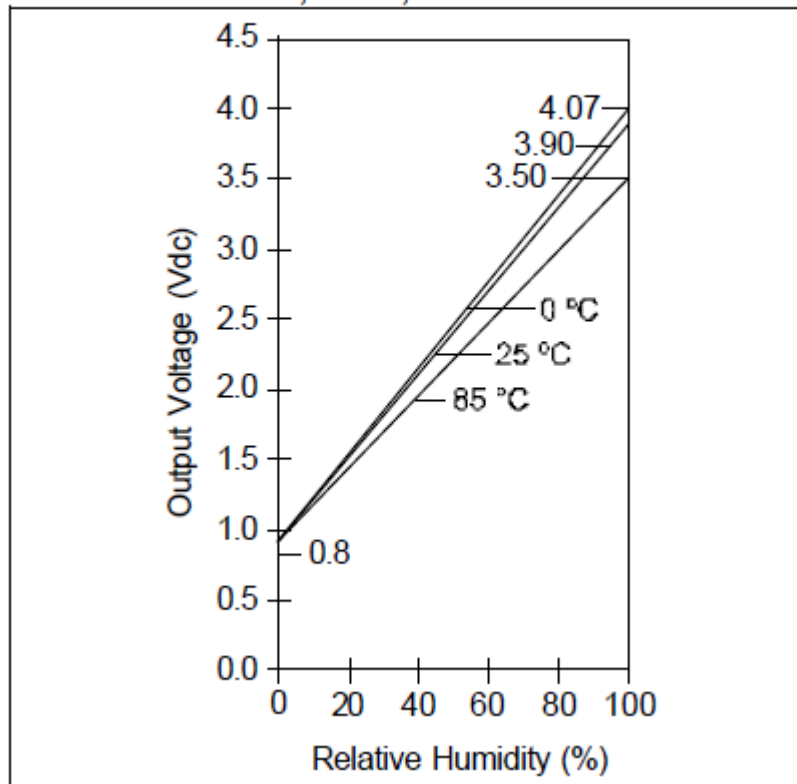
temperatura - pressione – forza – accelerazione –
spostamento – umidità – velocità – gas –
posizione ...

I sensori permettono la trasversalità con alcune conoscenze di base fondamentali.

Il sensore di umidità



FIGURE 3: OUTPUT VOLTAGE VS RELATIVE HUMIDITY AT 0 °C, 25 °C, 85 °C



Da questo grafico gli studenti devono riconoscere la linearità fra V e RH e ricavare l'equazione della retta:

$$V=0,031RH+0,8$$

o

$$RH=32,26V-25,81$$

Il sensore rileva l'umidità e la traduce in tensione, Arduino legge la tensione e la traduce in BIT.

Arduino converte le tensioni comprese fra 0 e 5V in un numero compreso fra 0 e 1023 perché lavora con 10 bit ($2^{10}=1024$).

Il numero (in bit) così ottenuto può essere inviato da Arduino al computer per la visualizzazione sul monitor, ad esempio per realizzare un quadro di controllo di una stazione meteorologica.

Il problema è che il trasferimento fra Arduino e il computer avviene su 8 bit e non su 10 bit. Quindi non si lavora più con $2^{10} = 1024$ numeri, ma con $2^8 = 256$.

È quindi necessario dividere il numero per 4.

Supponiamo di voler visualizzare l'umidità relativa RH sullo schermo del computer. Cosa deve fare lo studente? Deve rifare il processo all'inverso e questa cosa crea non pochi problemi anche agli studenti di quinta.

Prima di vedere il processo che deve “pensare” lo studente, una domanda:

“è un lavoro significativo per l’elettronica”.

La risposta è affermativa.

-Non si presenta un semplice circuito, ma un problema reale (misurare l’umidità).

-Si parte da un sensore realmente presente in commercio e dalle sue caratteristiche così come fornite dal costruttore.

- C’è una trasversalità con la matematica.

- C'è la conversione dal mondo analogico al mondo digitale.
- Si potrebbe introdurre il problema di amplificare segnali troppo piccoli.
- C'è l'elaborazione diretta del segnale ma anche la sua ricostruzione inversa.
- Si collega l'elettronica all'informatica per l'elaborazione di una maschera grafica che presenti il dato rilevato.

Facciamo un esempio: umidità relativa del 50%.

Il sensore fornisce $V=2,35V$.

Ci sono studenti che pensano che se per $RH=100\%$ $V=3,9V$, allora per $RH=50\%$ $V=3,9V/2=1,95V$ generalizzando in modo improprio la proporzionalità.

Dunque, il sensore fornisce un segnale che va da:
 $0,8V$ per un'umidità pari allo 0%,
fino a $3,9V$ per un'umidità pari al 100%.

Arduino accetta segnali compresi fra 0 e 5V.

$$0,8V - 3,9 \rightarrow 0V - 5V$$

Con un particolare amplificatore togliamo 0,8V al segnale del sensore:

$$0,8V - 3,9 \rightarrow 0V - 3,1V$$

Poi, amplifichiamo tutto di $5/3,1=1,6$ e abbiamo:

$$0,8V - 3,9 \rightarrow 0V - 3,1V \rightarrow 0V - 5V$$

$$\text{tens_acq}=(\text{tens_sens}-0,8)*1,6$$

Gli studenti conoscono questo amplificatore, detto differenziale, ma fanno una gran fatica ad applicarlo in un contesto concreto.

Si possono fare mille esercizi sull'amplificatore differenziale, ma quando si arriva all'applicazione concreta, la maggioranza degli studenti non sa riutilizzare le conoscenze acquisite.

“L'importanza di un certo tipo di laboratorio”.

Arduino trasforma la tensione ricevuta in ingresso in un valore M compreso fra 0 e 1023;

con una semplice proporzione (qui sì):

$$M:2,35V=1023:5V$$

$$M=(1023/5V)*2,35V=481$$

Il numero ottenuto deve poi essere diviso per 4 per poter essere trasferito al computer:

$$N=M/4=481/4=120$$

Al computer arriva un numero (ad esempio 120):

“Qual è l’umidità rilevata?”

Gli studenti cercano di risolvere il problema per un particolare numero scelto da loro (per esempio $RH=50\%$), e si confondono quando si tratta di risolverlo in generale, in forma simbolica.

Faticano a pensare alle grandezze e chiedono quale numero “ci devo mettere?”.

Queste le istruzioni che deve dare lo studente ad Arduino:

```
void loop() {
```

```
dato = analogRead(A0) / 4;
```

```
Serial.write(dato);
```

```
delay(1000);
```

```
}
```

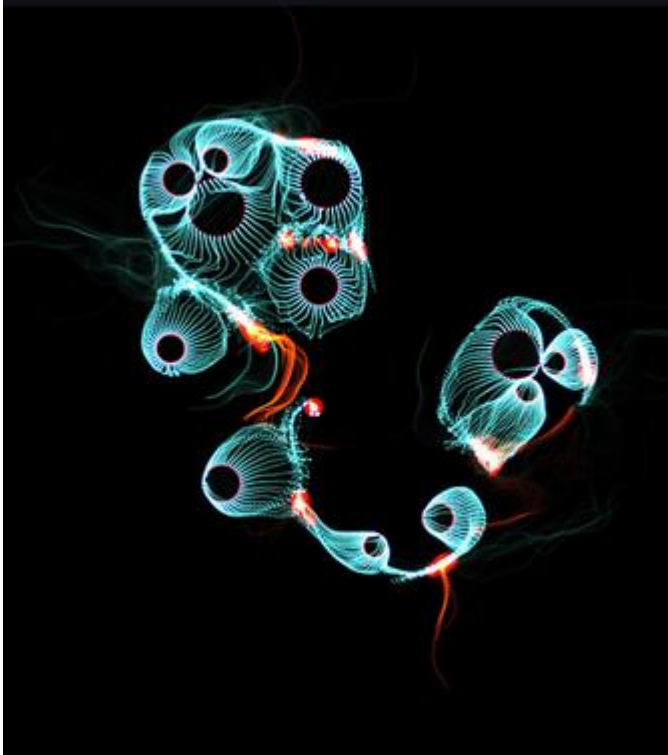
I problemi vengono con le istruzioni che si devono dare al computer per sapere qual è l'umidità relativa dell'aria.

L'acquisizione dei dati viene fatta con un programma che si chiama **Processing**.

Processing is a programming language, development environment, and online community.

Since 2001, Processing has promoted software literacy within the visual arts and visual literacy within technology.

Initially created to serve as a software sketchbook and to teach computer programming fundamentals within a visual context, Processing evolved into a development tool for professionals.



Le istruzioni per Processing

Non si tratta soltanto di scrivere un programma, ma di avere ben chiaro il percorso da fare.

```
void draw(){  
if (myPort.available()>0)  
  {  
    dato = myPort.read();  
  }  
M=dato*4  
tens_acq=M*5/1023;  
tens_sens=tens_acq/1,6+0,8;  
RH=32,26*tens_sens-25,81;  
text("umidità=",20,200);  
text(RH,60, 200);  
delay(1000);  
}
```

