

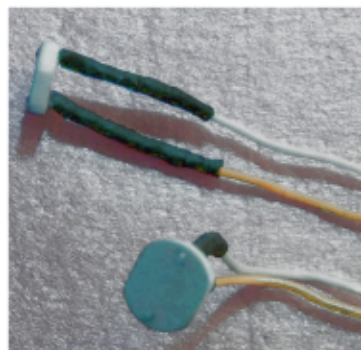
## Motivazioni

### 1 – Esperienza diretta

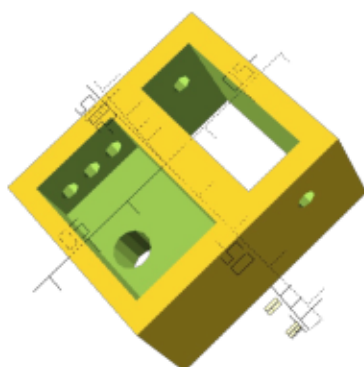
Tutte le volte che e' possibile, lo studente dovrebbe fare un'esperienza in laboratorio, non assistervi. Nei nostri laboratori spesso gli studenti assistono alle esperienze senza veramente effettuare le misure in prima persona. Un modo per ovviare alla difficolta' di rendere protagonisti gli studenti e' quello di dotarsi di strumenti di misura poco costosi da distribuire a molti gruppi di lavoro.



### 2 – Accuratezza sperimentale



Il cronometro/termometro che abbiamo sviluppato (TT4Lab) non e' uno strumento automatico. Sono necessari pochi ma essenziali accorgimenti per ottenere dei risultati corretti (corretto posizionamento e illuminazione delle fotoresistenze corretto settaggio dell'Arduino, etc..) questo obbliga gli studenti a sviluppare una migliore attenzione nello svolgimento delle varie fasi di una esperienza.



supporto delle fotoresistenze progettato con OpenScad e realizzato con la stampante 3D della scuola

### 3 – Team work e Progettazione

L'impiego di TT4Lab stimola lo sviluppo di diverse competenze:  
– progettazione dei supporti delle fotoresistenze (OpenScad)  
– progettazione di circuiti su breadboard (CircuitStudio)  
– programmazione del firmware di Arduino (Arduino IDE)  
– collaudo dello strumento  
Tutte queste attivita' vanno svolte in gruppo

### 4 – Responsabilita'

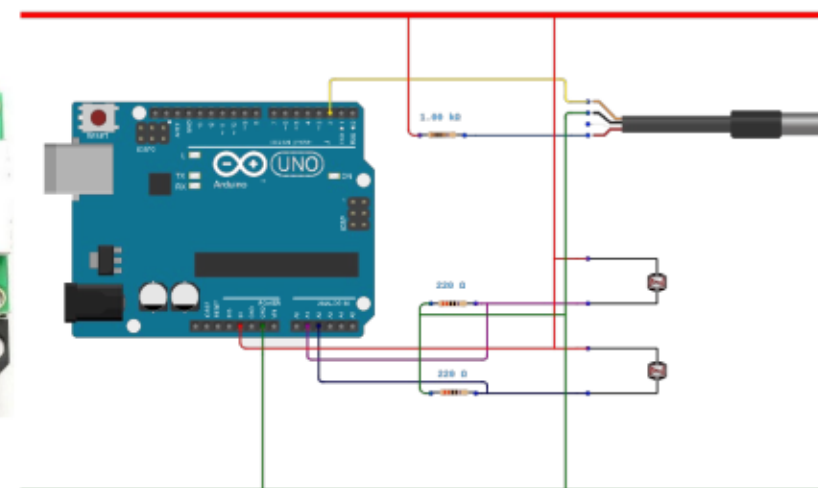
Per quanto il valore economico di TT4Lab sia modesto (e l'eventuale necessita' di sostituzione non sia un problema) rimane pur sempre una apparecchiatura che viene affidata direttamente ad un gruppo di studenti che deve avere l'accortezza di restituirla funzionante e nelle condizioni originali.

## Costruzione

Il circuito da realizzare e' veramente semplice e alla portata di chiunque abbia un saldatore. La costruzione e' ulteriormente semplificata dall'adozione dell'**LCD Keypad Shield** per avere (oltre al *display*) 5 tasti programmabili gia' integrati nel circuito. Per questa semplificazione e' necessario rinunciare a *Analog-Pin* da 4 a 9 che diventano riservati al **Keypad Shield**. Per il cronometro utilizziamo due fotoresistenze collegate a *Analog-Pin* 1 e 2 di Arduino. Le fotoresistenze necessitano di resistenze da 220  $\Omega$  verso terra. Per la temperatura abbiamo optato per un sensore digitale DS18B20 (*one-wire*) questo necessita di una resistenza da 1 k $\Omega$  verso l'alimentazione. Per il *bus one-wire* abbiamo utilizzato il *Digital-Pin* 2 di Arduino.

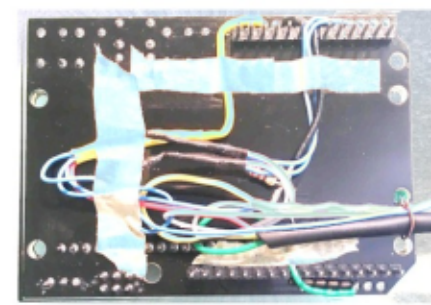
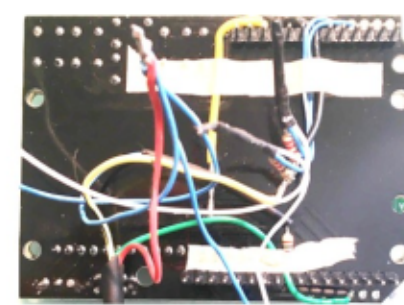
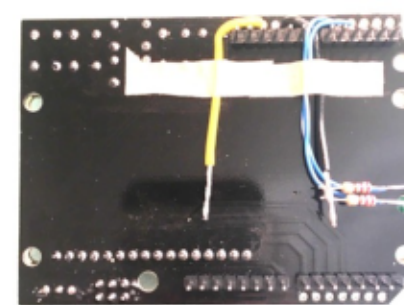


LCD Keypad Shield



Arduino UNO v.3 con lo schema dei collegamenti

Risulta molto pratico saldare tutto direttamente al **Keypad Shield** (come illustrato nelle tre immagini successive qui sotto) per avere in qualsiasi momento la possibilita' (staccando solo il **Keypad Shield**) di dedicare l'Arduino ad altre misure con altri *shield* (sensori).



## Che cosa e' TT4Lab ?

**TT4Lab** e' un economico cronometro e termometro del costo di ~22 euro basato sulla scheda a microcontrollore Arduino UNO V.3

Nella sua versione originale TT4Lab consente di :

- **misurare un tempo di transito** tra 2 fotoresistenze  
la fotoresistenza #1 fa partire un cronometro e la #2 lo ferma
- **misurare il periodo** di un fenomeno periodico  
visualizza l'ultimo periodo misurato e la media di quelli misurati in precedenza
- **misurare la temperatura**  
di una sonda ad immersione che lavora tra -55°C to +125°C
- di controllare il corretto funzionamento delle fotoresistenze #1 e #2

## Prestazioni



Abbiamo indagato le prestazioni di TT4Lab come cronometro confrontando i tempi misurati dal cronometro di laboratorio (che utilizziamo per esperienze con la rotaia a cuscino d'aria) e dalle 2 fotoresistenze impiegate come traguardi.

I tempi misurati con TT4Lab sono soggetti ad errori sistematici quando la luce impiegata per illuminarle non arriva perpendicolarmente (se l'ombra di una pallina passa prima della pallina davanti alla fotoresistenza, verra' misurato il tempo dell'ombra, non quello della pallina)

Quando l'illuminazione delle fotoresistenze e' corretta i tempi sono in accordo entro 1 ms

## Software/Firmware

L'impiego della scheda Arduino-UNO permette una grande flessibilita' nell'elaborazione dei segnali da parte degli studenti. I piu' volenterosi possono implementare una loro versione della calibrazione delle fotoresistenze o farsi un'interfaccia personalizzata per il dump delle temperature. E' sempre possibile adattare il software sul PC e il firmware della scheda Arduino alle esigenze di una specifica esperienza.

### DETECT PROBES

UP= PROSEGUI  
DOWN=TEST PROBE  
..calibrazione..  
PROBE-1: 3  
PROBE-2: 5  
OGGETTO DAVANTI  
PROBE [1]

### TRANSIT TIME

UP= PROSEGUI  
DOWN=TEST PROBE  
UP= CRONOMETRO  
DOWN= TERMOMETRO  
UP= t-PERIODICO  
DOWN= t-SINGOLO  
..calibrazione..  
PROBE-1: 3  
PROBE-2: 5

### PERIODIC TIME

UP= PROSEGUI  
DOWN=TEST PROBE  
UP= CRONOMETRO  
DOWN= TERMOMETRO  
UP= t-PERIODICO  
DOWN= t-SINGOLO  
..calibrazione..  
PROBE-1: 3  
PROBE-2: 5

### TEMPERATURE

UP= PROSEGUI  
DOWN=TEST PROBE  
UP= CRONOMETRO  
DOWN= TERMOMETRO  
SELECT=<R>START  
UP= PAG1  
DOWN= PAG2  
T= 19.3 C  
tempo= 12 s  
DT = 6.5 C  
dt = 87.43 s

### TEMPERATURE

UP= PROSEGUI  
DOWN=TEST PROBE  
SELECT= start  
UP= e-start  
--- misurato ---  
Dt = 175 ms

### TEMPERATURE

UP= PROSEGUI  
DOWN=TEST PROBE  
SELECT= start  
UP= e-start  
PERIODO= 1.21 s  
T-MEDIO= 1.18 s

### SERIAL TO PC

