

A FUNNY TIE

Tiziano Facchinelli
Gabriele Chemelli
Cristian Iacovlev



A FUNNY TIE

ABSTRACT

- 1. INTRODUZIONE**
 - 2. MATERIALI**
 - 1. MATERIALE UTILIZZATO**
 - 2. SCELTA COMPONENTI E SPECIFICHE TECNICHE**
 - 3. REALIZZAZIONE**
 - 1. ONDA SONORA**
 - 2. CIRCUITO ELETTRICO**
 - 3. PROGRAMMAZIONE**
 - 4. ASSEMBLAGGIO E VERIFICA SPERIMENTALE**
 - 4. DISCUSSIONE DEI RISULTATI**
 - 5. CONCLUSIONI**
 - 6. ELENCO FONTI**
 - 7. DIAGRAMMA DELLA DISTRIBUZIONE DEL LAVORO NEL TEMPO**
 - 8. INCIDENTI DI PERCORSO**
 - 9. RINGRAZIAMENTI**
- ALLEGATI**
- 1. PROGRAMMA**
 - 2. CD (FILMATO)**

ABSTRACT

On the 20th December 2013, The United Nations (UN) General Assembly 68th Session proclaimed 2015 as the International Year of Light and Light-based Technologies (IYL 2015). In this framework we have developed a simple and appealing device with the aim of providing a tutorial and impressive scientific tool. The tool consists in a LED-based optoelectronic structure driven by the intensity of the sound and managed by Arduino Lilypad microcontroller. The structure is fitted on a tie which can be used in different social contexts: for example you can sell this product as a funny gadget in the gift shop or it can be weared by a guide of a Science Museum who needs to catch the attention of the visitors. The developed system is characterized by a response depending on the intensity of the sound which is evidenced by the color of the light: green, yellow and red with the increasing of the sound intensity. We have limited the function of our product to the only analysis of the sound intensity instead of both intensity and frequency because of the limited computing features of the Arduino Lilypad. To develop the complementary scientific aspects of the system we have investigated such as electronics, sound wave basic physics and Arduino board programming. (XXX) The objective was indeed achieved through three distinct phases : a) the realization of the electrical circuit; b) the edit of the microcontroller functions c) the installation of the complete circuit on the tie. This project has been a good start into the Arduino-uses world like its application for the wearable technologies.

This experience has provided a great ending because the device finally worked very well as we expected.

1. INTRODUZIONE

Il 20 dicembre 2013, la 68esima Sessione dell'Assemblea Generale delle Nazioni Unite ha proclamato il 2015 Anno Internazionale della Luce e delle Tecnologie basate sulla Luce. In questo contesto ci si aspettano moltissime iniziative aventi come obiettivo quello di promuovere l'interesse verso la scienza e la tecnologia della luce da parte della società a tutti i livelli di conoscenza. E' facile immaginare che le azioni che coinvolgeranno numericamente il maggior numero di persone saranno quelle associate ad eventi espositivi quali mostre di alto richiamo anche per un pubblico non esperto. Si presenta quindi la necessità di fornire semplici dispositivi che oltre ad avere un impatto immediato si prestino ad una chiara descrizione degli aspetti fisici correlati e accessibile a chiunque.

Tutti sappiamo che i musei interattivi sono musei reali, che utilizzano al loro interno tecnologie digitali volte a rendere accattivante e dinamica la visita. L'uso di allestimenti virtuali è infatti in grado di catturare l'attenzione dei visitatori di ogni età, conducendoli lungo percorsi non solo visivi ma anche tattili e uditivi. Questi nuovi approcci, che stanno caratterizzando i musei tutti, sono frutto della coniugazione delle nuove tecnologie con la ricerca. Il nostro contributo guarda al prodotto tecnico funzionale e promozionale e in quest'ottica abbiamo ideato, progettato e realizzato una semplice e simpatico sistema interattivo per un museo di scienze naturali. Esso consiste in una cravatta indossabile sulla quale sono fissati tre terne di LED di 3 colori diversi, poste verticalmente seguendo la distribuzione cromatica verde-giallo-rosso. L'accensione dei LED avviene con tempi di risposta diversi in funzione dell'intensità sonora della voce della persona che la indossa o

dell'intensità del rumore presente nell'ambiente circostante. L'effetto è chiaramente ottenuto tramite l'utilizzo di un trasduttore acustico-elettrico costituito principalmente da un microfono nascosto nella cravatta stessa. L'accensione dei LED e l'analisi dei parametri fisici variabili rilevati dal trasduttore vengono gestite da una scheda Arduino Lilypad provvista di micro-controllore programmabile tramite computer e alimentata da una batteria di tipo Litio-Polimero.

Questo tipo di oggetto soddisfa i requisiti di cui sopra, basti pensare che la cravatta potrebbe essere utilizzata non solo come gadget per il gift-shop, ma anche essere indossata, ad esempio, da un operatore del museo di Scienze che accoglie e accompagna un gruppo di giovani visitatori dei quali deve catturare l'attenzione.

2.MATERIALI

Per la realizzazione del prototipo si sono seguite le seguenti fasi:

- 1)realizzazione del circuito elettrico comprendente i 9 LED con le relative resistenze ed un microfono (alimentati a 5 V) e un microcontrollore di tipo Arduino Lilypad alimentato a sua volta da una batteria da 3,7 V.
- 2)programmazione della scheda Arduino con il codice allegato.
- 3)installazione del dispositivo su un capo di abbigliamento, nello specifico una cravatta.

2.1 MATERIALE UTILIZZATO

Per la creazione del prototipo da noi ideato abbiamo deciso di ricorrere all'utilizzo dell'Arduino Lilypad, che è un microcontrollore appositamente studiato per essere applicato su prodotti tessili e che costituisce il nucleo centrale del sistema.

Inoltre ha dimensioni relativamente ridotte rispetto agli altri dispositivi Arduino e ciò consente di inserirlo in un capo di abbigliamento nascondendolo facilmente alla vista. Il dispositivo è alimentato da una batteria di tipo Litio-Polimero. Le sue capacità di calcolo sono assai modeste rispetto agli altri modelli Arduino e per questo la sua applicazione è limitata alla realizzazione di sistemi che dipendano da programmi semplici e di 'piccole dimensioni', cioè che richiedano poco spazio di memoria.

L'utilizzo dell'Arduino Lilypad per il nostro progetto giustifica il motivo per cui ci siamo limitati all'analisi della sola intensità del segnale sonoro mediante l'utilizzo di un microfono, e non anche alla frequenza.

Per analizzare anche quest'ultima, si sarebbe dovuto realizzare una serie di circuiti elettrici supplementari detti filtri R.C e R.L.C che avrebbero avuto la funzione di filtrare determinate frequenze ma che avrebbe eccessivamente appesantito sia il software che l'hardware.

2.2 SCELTA DEI COMPONENTI e SPECIFICHE TECNICHE



I led rappresentano l'interfaccia visiva del dispositivo: questi fotodiodi sono realizzati appositamente per Arduino Lilypad e sono già provvisti della resistenza adeguata.

Per cambiare il comportamento della cravatta luminosa è stato installato un tasto che nel circuito necessita di una resistenza detta di pull-down posta a valle per un corretto funzionamento.



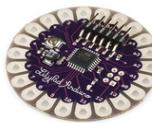
Le resistenze servono per ridurre la differenza di potenziale ai capi di un componente elettronico perché ognuno di questi ha caratteristiche differenti. Per determinare il valore di una resistenza si utilizza la legge di Ohm: $R = (V_{cc} - V_{in}) / I$ dove V_{cc} è la tensione di alimentazione, V_{in} è quella necessaria per il corretto funzionamento del componente e I è la corrente che consuma quest'ultimo.



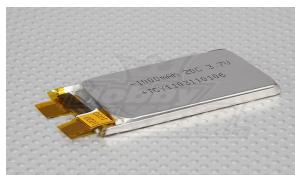
L'unità sensibile del dispositivo è costituita da un microfono ad Elettrete (http://it.wikipedia.org/wiki/Microfono_a_elettrete): il segnale prodotto dalla membrana di questo viene in seguito amplificato di 100 volte da un operazionale (http://it.wikipedia.org/wiki/Amplificatore_operazionale) ovvero un componente che consiste in una particolare configurazione di transistori che modificano l'ampiezza del segnale elettrico.



Alla fine del processo otteniamo un segnale elettrico la cui ampiezza spazia tra 0 e 5 Volt e per questo è perfettamente compatibile con l'ingresso analogico di Arduino Lilypad.



La main board utilizzata è un Arduino Lilypad con microcontrollore ATmega328: le capacità di elaborazione sono assai modeste, infatti oltre alla ridotta memoria flash (solo 16KBytes) anche la velocità di calcolo è piuttosto ridotta rispetto agli altri Arduini (frequenza: 8MHz). Esso è provvisto di 6 ingressi analogici che permettono di



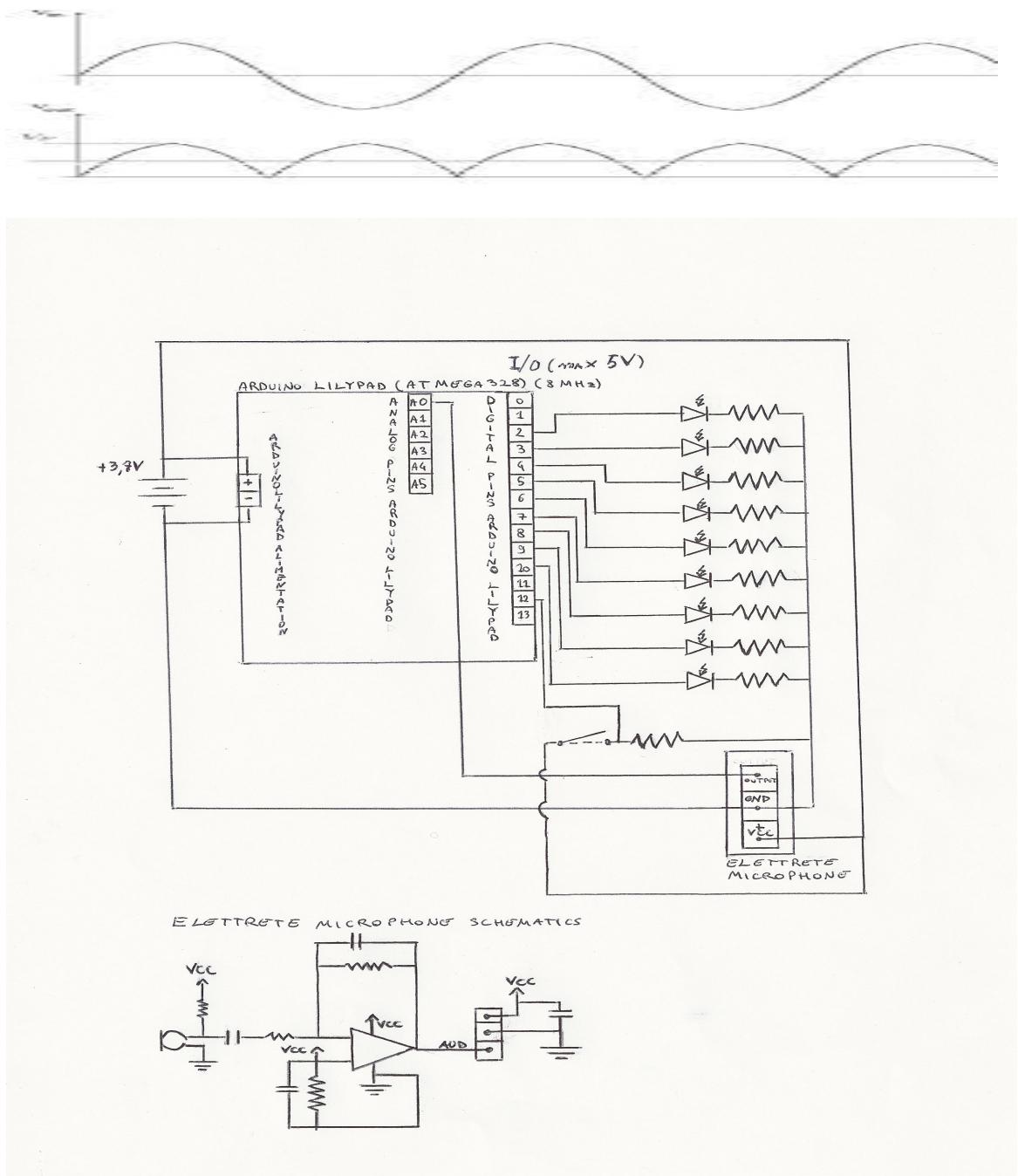
analizzare delle differenze di potenziale con valori variabili e 14 pin digitali impiegati nella trasmissione e ricezione di segnali che possono assumere solamente due stati (acceso e spento).

Per fornire un'alimentazione al congegno elettronico è necessario l'utilizzo di una batteria e questa è di tipo LiPo (Litio-Polimero) con una tensione di 3,7 Volt e una buona corrente (circa 2000mAh).

3 – REALIZZAZIONE

3.1- L'ONDA SONORA

il suono in generale, e quindi quello che il nostro orecchio percepisce, è un onda meccanica di tipo longitudinale. In particolare la voce umana è effetto della combinazione di più onde di questo tipo che differiscono per frequenza ed intensità, parametri fisici secondo i quali esse possono essere studiate. Quando un'onda sonora fa vibrare la membrana del microfono collegato all'arduino, questo invia al microcontrollore un segnale di tipo elettrico caratterizzato da una differenza di potenziale che assume valori positivi e negativi seguendo un andamento sinusoidale. Siccome l'algoritmo del software che abbiamo realizzato è stato pensato per la sola analisi dei valori positivi è stato necessario effettuare un raddrizzamento dell'onda mediante l'uso del comando `abs()` -funzione tipica di molti linguaggi evoluti- che fornisce il valore assoluto della differenza di potenziale (per maggior chiarezza il programma è riportato al punto 2.3.3). Il linguaggio di programmazione che abbiamo scelto è simil-C++; in particolare la versione adattata per Arduino reperibile gratuitamente sul web.

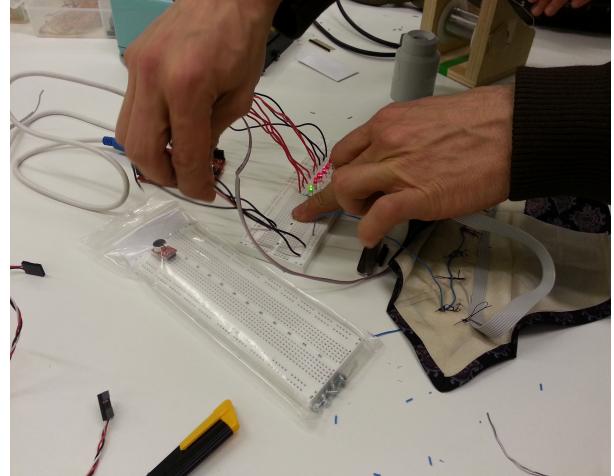
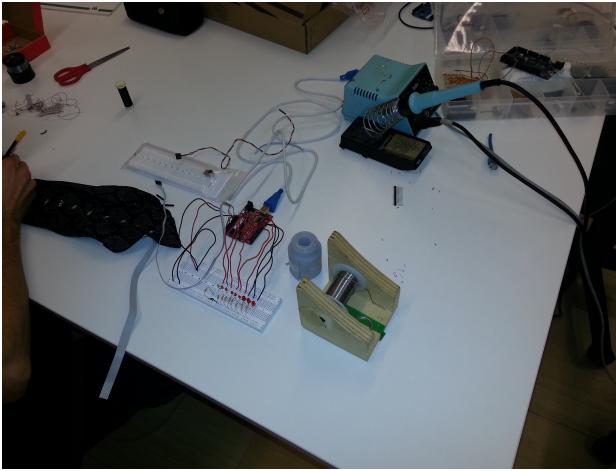


3.2 CIRCUITO ELETTRICO

Nella figura immediatamente sovrastante si può vedere lo schema del circuito elettrico che permette il funzionamento del dispositivo.

Per consentire l'inserimento dei 9 LED in un circuito alimentato con tensioni non compatibili al funzionamento di questi fotodiodi, abbiamo determinato i valori delle resistenze da abbinare a ciascuno di essi per ridurre la differenza di potenziale ai loro capi.

Abbiamo quindi realizzato un prototipo del circuito su di una breadboard per verificarne empiricamente il corretto funzionamento.



3.3 PROGRAMMAZIONE

Il funzionamento del microcontrollore ATMEGA328 è di tipo ciclico con frequenza di 8MHz; ciò significa che le istruzioni contenute nel programma vengono eseguite in modo ordinato e ripetitivo. Ogni singola istruzione necessita di un tempo di 1/8 millisecondi per essere eseguita.

Il programma necessario al funzionamento del microcontrollore è stato realizzato utilizzando l'applicativo Arduino 1.0.5 scaricabile gratuitamente dal sito <http://arduino.cc/en/Main/Software>.

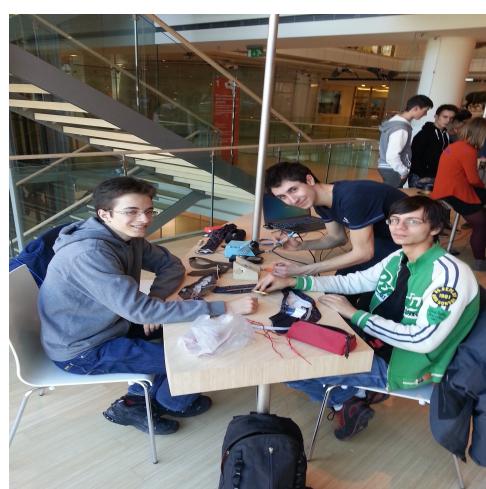
Per la realizzazione del programma abbiamo codificato l'algoritmo che fa funzionare il microcontrollore nel linguaggio a codici di Arduino 1.0.5 che è di derivazione C++.

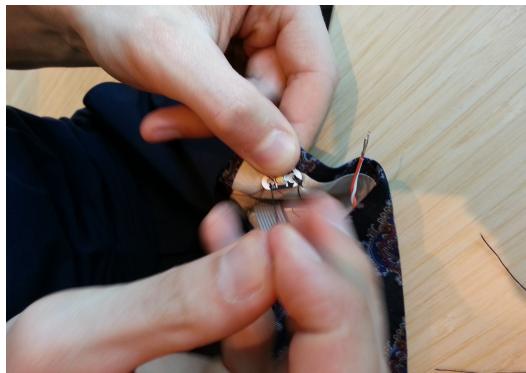
Il computer traduce il codice nel linguaggio macchina che viene trasferito all'arduino Lilypad mediante un altro apposito dispositivo Arduino.

Il programma è presente nell'allegato.

3.4 ASSEMBLAGGIO E VERIFICA Sperimentale

Il circuito così realizzato è stato quindi applicato alla cravatta: i componenti sono stati prima fissati con il filo da cucito e poi collegati secondo lo schema mediante cavetti elettrici di rame e saldature.





Una volta assemblato, il dispositivo ha funzionato come voluto senza presentare alcun difetto di programmazione o di hardware



4. DISCUSSIONE dei RISULTATI

L'obiettivo finale, ossia la realizzazione della cravatta in grado di reagire con diversa luminosità cromatica al suono della voce di chi la indossa, è stato quindi raggiunto attraverso tre fasi distinte:

- 1- la realizzazione del circuito elettrico
- 2- la programmazione della scheda Arduino
- 3- l'installazione del dispositivo sulla cravatta

Per la realizzazione del circuito non sono stati riscontrate particolari difficoltà. Ad esempio, il sensore dotato di microfono era già realizzato per essere collegato al microcontrollore senza la necessità di realizzare circuiti secondari.

La fase più delicata stata quella legata all'assicurarsi di aver utilizzato resistori con le giuste caratteristiche per prevenire eventuali guasti al dispositivo.

Riguardo alla programmazione della scheda Arduino, è stato necessario ideare un algoritmo per dare istruzioni al microcontrollore in modo tale che accendesse solo il numero di led voluti. Il funzionamento corretto del dispositivo è ovviamente legato all'adeguatezza del software. Il detto programma si è rivelato immediatamente funzionante.

La relativa facilità di realizzazione della parte “teorica” del progetto è quindi evidente segno di un'adeguata ricerca e di un giusto approfondimento delle basi teoriche del progetto.

L'installazione del dispositivo sulla cravatta è stata di gran lunga la parte più impegnativa per un semplice motivo: ogni componente è stato prima cucito sul tessuto e poi collegato al Lilypad secondo lo schema del circuito preventivamente pensato mediante saldature a stagno che hanno

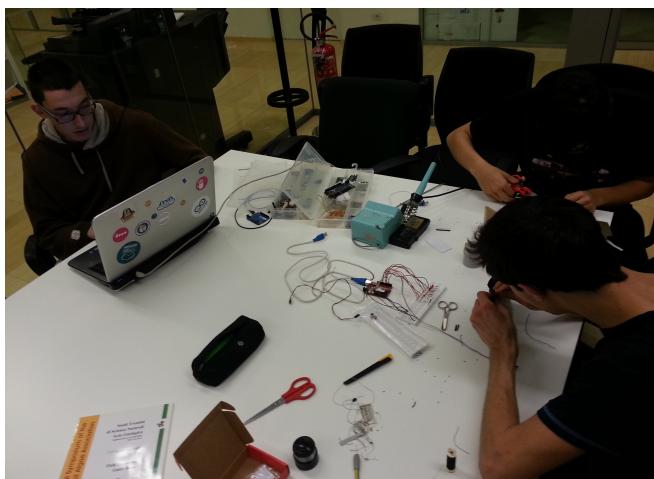
necessitato una certa cautela allo scopo di evitare di rovinare il tessuto.

L'esperienza condotta ha fornito, pertanto, risultati conformi all'attesa. Appena assemblato il dispositivo ha immediatamente funzionato come desiderato senza presentare alcun difetto di programmazione o di hardware.

5.CONCLUSIONI

Abbiamo sviluppato un dispositivo luminoso su substrato indossabile in cui il colore della luce emessa è correlato all'intensità dell'onda sonora percepita. Nello specifico è stata realizzata una cravatta indossabile sulla quale sono fissati tre terne di LED di 3 colori diversi, poste verticalmente seguendo la distribuzione cromatica verde-giallo-rosso che si accendono con tempi di risposta diversi in funzione dell'intensità sonora della voce della persona che la indossa . L'effetto è ottenuto tramite l'utilizzo di un trasduttore acustico-elettrico costituito principalmente da un microfono nascosto nella cravatta stessa collegato ad un microcontrollore del tipo Arduino Lilypad.

L'esperienza condotta ha fornito risultati conformi all'attesa e rappresenta per noi un utile ingresso all'applicazione del sistema Arduino in contesti di solo recente sviluppo quale quello del wearable



6.ELENCO FONTI

Sito di Arduino (da cui è stato scaricato il programma) <http://www.arduino.cc/> ; conoscenze apprese con i professori e durante il corso di Arduino svoltosi al MUSE; conoscenze delle quali eravamo già in possesso.

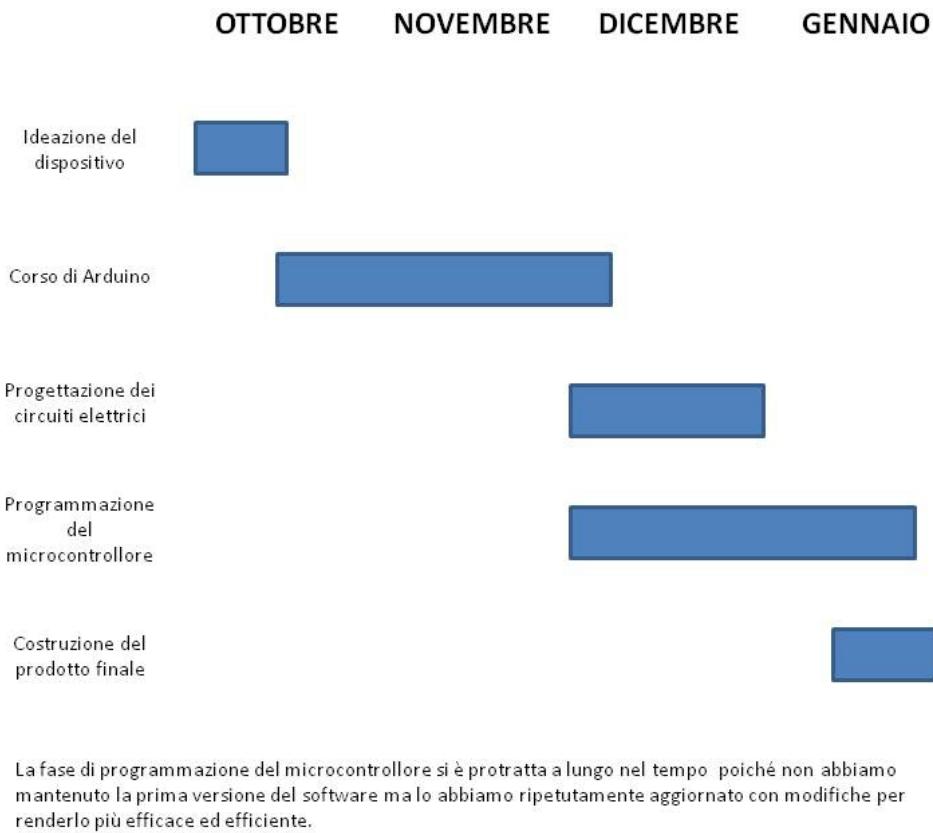
I componenti sono stati acquistati attraverso Internet poiché nel negozio specializzato in elettronica di Trento risultava impossibile reperire gli Arduini Lilypad e i microfoni adatti.

Gli acquisti sono stati fatti da due siti web differenti per approfittare di alcune offerte riguardanti Lilypad e batterie Lipo. Dal sito <https://www.sparkfun.com/> abbiamo ordinato i vari componenti, mentre microcontrollori e batterie sono stati presi da <https://www.hobbyking.com/> .

Le cravatte sono state comperate al mercato dell'usato per la modesta somma di €1 ciascuna.

I concetti chiave legati alla fisica delle onde sonore sono stati ricavati dal libro di fisica scolastico Corso di Fisica Vol.2, scritto da J. Walker – link edizioni.

7. DIAGRAMMA DELLA DISTRIBUZIONE DEL LAVORO NEL TEMPO



8. INCIDENTI DI PERCORSO

Nonostante tutto l'impegno che abbiamo impiegato nella realizzazione del progetto, il percorso non è stato per niente privo di imprevisti come avremmo voluto. Durante la fase di ordinazione dei materiali attraverso il web abbiamo subito dei gravi ritardi sulle spedizioni(circa un mese). L'abilità del cucito inoltre non apparteneva alle nostre competenze pregresse.

9. RINGRAZIAMENTI

Il progetto è stato realizzato da Gabriele Chemelli, Tiziano Facchinelli e Cristian Iacovlev ovvero noi studenti della classe 4B del corso di scienze applicate del Liceo Scientifico Galileo Galilei. Il risultato è stato conseguito anche grazie ad un corso base sull'utilizzo di Arduino da noi frequentato presso il MUSE (Museo di Scienze naturali di Trento). Si ringraziano quindi per il prezioso aiuto fornito gli operatori del MUSE Matteo Perini e Sabina Barcucci e gli insegnanti del liceo scientifico G.Galilei di Trento Emanuela Antolini e Andrea Cristofori. Ringraziamo inoltre l'istituto del liceo scientifico G.Galilei per l'aiuto finanziario riguardo al corso sull'utilizzo di Arduino.