

Sergio Juanez (Sjuanez)

## RACCONTA STORIE PER BAMBINI CON ARDUINO E DISPLAY A COLORI

4 January 2016

Prima di tutto devo scusarmi con il forum e tutti gli amici di ElectroYou per aver tardato tanto nella pubblicazione di un progetto che ho ultimato a Natale 2015. Ma sapete anche voi quanto a volte gli impegni lavorativi prendano tutto il tempo per loro. Comunque, anche se in colpevole ritardo, ecco come sono andate le cose.



*Anteprima del progetto finito - lato fronte: display a colori e speaker*

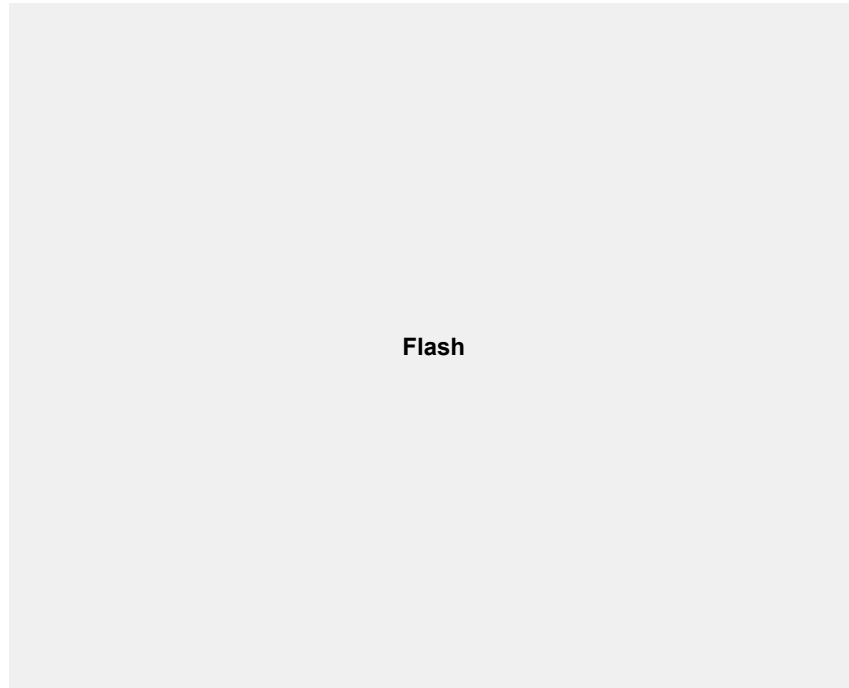


*Anteprima del progetto finito - lato retro: lampada RGB, timer, indicatori batteria e interruttore generale*



*Anteprima del progetto finito - lato superiore: controllli MP3, controllli cornice digitale, USB per chiavetta con MP3 e pupazzetti decorativi.*

## Vista del progetto ultimato a 360°



## Ringraziamenti

Siccome senza l'aiuto degli amici di ElectroYou niente di tutto questo si sarebbe realizzato, è a loro che va il primo pensiero. Grazie a: **simo85, mario\_maggi, DarwinNE, edgar, eAlucarD, wall87, Russell, paofanello, FedericoSibona, MauroBottizzo, firyvilje, brai, marco438, Max2433BO, EcoTan, claudiocedrone, Kagliostro, BrunoValente.**

## Disclaimer

**Disclaimer\_1:** Questa non è una guida su come realizzare l'oggetto, ma un riassunto della mia esperienza. Sono andato parecchio lungo sperando di spiegare nel dettaglio a chi vorrà replicare (e auspicabilmente migliorare il progetto), spero comunque di aver dato una struttura all'articolo che vi permetterà di saltare le cose che non vi interessano.

**Disclaimer\_2:** Il progetto è, se ci fosse bisogno di precisarlo, completamente libero, open source e non è obbligatorio nemmeno citarmi, se volete parlarne o modificarlo. Spero che almeno vi aiuti a far felice qualche bimbo!

**Disclaimer\_3:** Per chi non lo sapesse o non l'avesse intuito, non sono un esperto in materia elettronica o progettuale, quindi ricordate di verificare che le informazioni che ho dato siano esatte, magari proprio qui nell'ottimo forum di ElectroYou.

**Disclaimer\_4:** Ho dovuto realizzare tutto il progetto in una settimana per dei ritardi nell'arrivo dei componenti e un pizzico di sfortuna. Questo mi ha obbligato ad arrangiarmi anche dove avrei potuto sicuramente fare di meglio. Dunque ho sperimentato cosa comporta lavorare di fretta in elettronica! Non rifatelo a casa!

## Perché un raccontastorie?

La mia bellissima nipotina di 4 anni vive abbastanza lontano da me. Tutte le volte che posso vado a trovarla e in quelle occasioni finisco sempre per leggerle *Lo Hobbit*, *20.000 Leghe Sotto i Mari* e tante classiche storie che hanno formato e formano l'immaginario di noi tutti.

Non ha l'abitudine di farsi raccontare cose prima di dormire, però io per lei sono diventato il dispensatore ufficiale di avventure e quindi ne approfitta.

Inutile dire quanto la cosa mi faccia piacere, alla veneranda età di 30 anni.

Siccome di giocattoli "commerciali" ne riceve sempre tanti e alla fine nemmeno li usa, per il Natale passato ho deciso di costruirle qualcosa io, sempre con l'indispensabile aiuto degli amici di ElectroYou.

## Il progetto e i requisiti iniziali

L'idea iniziale è stata quella di costruire un raccontastorie contenente tante storie lette da me, che lei potesse utilizzare in autonomia. Insomma una piccola stazione interattiva per giocare e addormentarsi con le più belle avventure di sempre.

Tecnicamente i **requisiti che mi ero prefisso erano questi:**

- Prima di tutto l'oggetto avrebbe dovuto essere **sicuro** e ci mancherebbe altro.
- Il funzionamento sarebbe dovuto avvenire a **batterie ricaricabili**.
- Anche se sembra un angioletto, la mia nipotina è capace di distruggere qualunque cosa. Dunque la **robustezza** è d'obbligo!
- Chiaramente **riprodurre le storie in MP3**, permettendo la scelta delle stesse.
- Permettere il **controllo del volume**.
- Avere la possibilità di **registrare e riprodurre suoni**.
- Fare da **lampada** "scaccia mostri" multi colore e multi effetto.
- Una **memoria** molto capiente.
- Avere un **timer di spegnimento** che permette ai genitori di impostare un periodo massimo di utilizzo. A esempio lasciarlo acceso prima di dormire, con la certezza che si spegne da solo.

Alla fine, come vi racconterò, **ho dovuto abbozzare qua e là per via della scadenza incalzante** ma sono davvero soddisfatto del risultato!

## La fretta che rincorre l'hobbista

L'elettronica richiede tempo, non devo certo dirvelo io. Se poi sei un principiante al tuo primo rochetto di stagno e devi controllare due volte ogni passaggio...richiede pure più tempo.

Aggiungi di voler magari **costruire un contenitore**, decorarlo e spingerti oltre le tue capacità "artigianali", ti serve anche più tempo.

Ed è effettivamente quello che avevo previsto, iniziando ad immaginare il progetto appena finita l'estate. Però capita che ti manca l'occasione di fare le prove, ordini componenti che ci mettono tanto ad arrivare e alla fine arrivano rotti!

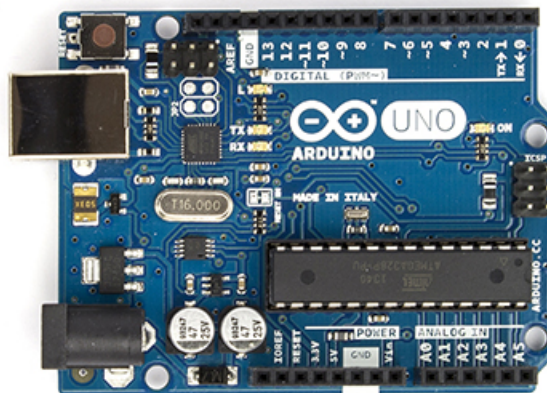
Consideriamo pure una partenza per le vacanze verso il 20 dicembre...

Insomma ho dovuto **lavorare tutto con una gran fretta** e questo mi ha obbligato ad abbozzare soluzioni che sono sì efficaci, ma decisamente poco efficienti. E non faccio fatica ad accorgermene, nonostante la mia inesperienza.

Sono sicuro che molti di voi le individueranno e potranno migliorarle se vorranno replicare il progetto. Dal canto mio condivido lo stesso quello che ho fatto sia per ringraziare chi mi ha gentilmente aiutato che per offrire uno spunto. Comunque **mi scuso per queste approssimazioni tecniche**, alcune imperdonabilmente grossolane.

## Arduino per imparare l'elettronica?

Ne abbiamo parlato spesso nel forum e ne parlo spesso con amici: Arduino è un buon modo per imparare l'elettronica?



*ArduinoUno\_R3.jpg*

Secondo me è sicuramente **un ottimo modo per divertirsi, incuriosirsi** e, anche se studio elettronica da hobbista, sono felice di avere la possibilità a volte di premere sull'acceleratore e realizzare con pochi sforzi quello che voglio.

Però non è quello che si definirebbe imparare l'elettronica, certamente. È più un gioco, come i Lego, che mi diverte mentre passo il tempo sui libri e voglio staccare dalla teoria.

Per me Arduino rappresenta lo strumento pratico per realizzare un progetto che non sono in grado di fare altrimenti. Con dei **microcontrollori** o con tecniche più avanzate che scoprirò in futuro (FPGA ?). Un diversivo dallo studio più serio della materia che sto portando avanti sui testi teorici.

Ecco perché continuo ad usarlo, ben sapendo che adoperare **soluzioni precotte e così facilitate** rimane la parte giocosa e divertente del mio hobby. Ecco perché credo che un uso consapevole di Arduino sia, anche per il principiante, un **ottimo punto di contatto con la materia**.

## Come ho dovuto ripiegare su alcuni punti

Voglio raccontarvi come sono passato **da quello che avevo in mente a quello che alla fine ho realizzato**.

### Il collegamento tra MP3 e display a colori

Il raccontastorie era all'inizio pensato per essere intuitivo e questo, nella mia testa, stava a significare che **l'immagine riprodotta dal display a colori doveva corrispondere alla traccia audio riprodotta**. Come in qualsiasi dispositivo di riproduzione MP3 moderno, insomma.

Il tutto semplicemente utilizzando i più classici tasti **PREV, PLAY e NEXT**.

Avevo pensato di realizzare la cosa controllando il riproduttore MP3 (che è una schedina a parte) con Arduino, tramite dei transistor al posto dei pulsanti. Sempre Arduino avrebbe controllato l'immagine riprodotta a schermo.

Sarebbe bastato conservare in memoria (scheda SD), in un apposito file, l'ultima traccia riprodotta prima di spegnere lo strumento e ripartire da lì.

Tutto bene finché non ho scoperto che la scheda MP3 in mio possesso aveva il vizio di partire con una traccia diversa ogni volta e il tutto si sballava se veniva utilizzata anche una chiavetta USB.

Così ho ripiegato perché non avevo più il tempo di provare o prendere altre schede MP3 e ho sfruttato il display a colori per costruire una **galleria di foto** della bimba (da appena nata) e della nostra famiglia.

Alla fine, anche se non è quello che volevo dall'inizio, sono molto più contento così.

## L'abbandono del registratore audio

Ho realizzato che c'erano già troppe funzioni ad un certo punto, così anche se avevo già previsto una schedina con **registratore e riproduttore audio**, ho abbandonato l'idea e sinceramente non me ne pento neanche un poco! Avrebbe significato fare più fori per pulsanti e microfoni.

## La sicurezza per la bimba

Ho seguito da subito le linee guida di sicurezza per la costruzione dei giocattoli però ho chiesto allo stesso tempo ai genitori di **non lasciare mai la bimba sola con il gioco**.

La sera lo mettono in un punto alto finché lei non si addormenta e di giorno ci gioca con la mamma. Il fatto è che per realizzare il cubo robusto è venuto bello pesante, così ho paura che se lo dia su un piede. Dunque meglio la presenza di un adulto, che non fa mai male.

Aggiungiamo che ho colpevolmente dimenticato una regola di sicurezza fondamentale, quella che prevede l'eliminazione degli **spigoli vivi** nei giocattoli.

## L'archivio delle storie

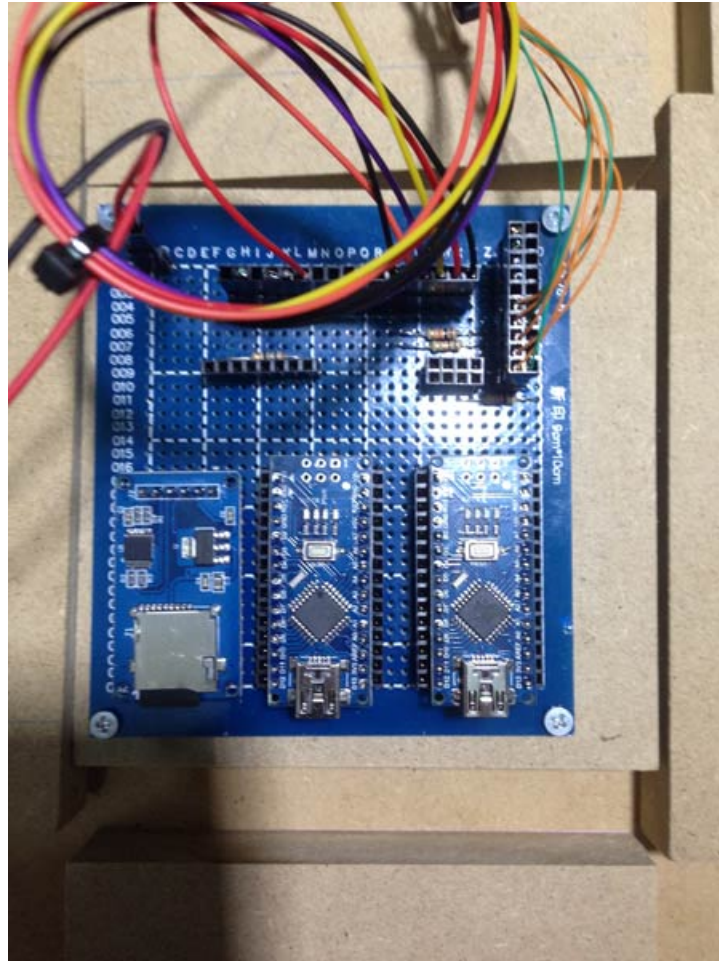
Mi ero ripromesso di **leggere io stesso un sacco di storie** e raccontarle. Sono riuscito a metà e ho dovuto integrare l'offerta con storie per bambini prese dalla radio o disponibili in rete.

## Aggiornabilità

Inizialmente mi ero fatto l'idea di aggiornare di tanto in tanto i contenuti. Questo è ancora possibile per l'MP3, utilizzando le chiavette USB come memoria, mentre se volessi aggiungere foto alla galleria, **dovrei aprire tutto e richiuderlo**. Possibile, ma non facile dato il materiale della decorazione.

## 2 Arduino!

Lo so, questo è quello che è saltato agli occhi a tutti voi mentre guardavate il PCB e meritato di sapere come è andata.



*Il peccato imperdonabile: utilizzare due Arduino!*

Ora come ora, un Arduino controlla la riproduzione delle immagini sul display e uno controlla le animazioni dei led posteriori per la lampada scaccia mostri che illumina il muro.

Inizialmente ne avevo messi due su BreadBoard per testare il tutto e mi ero ripromesso di riscrivere il codice per farlo funzionare su un solo Arduino.

Siccome la cosa richiedeva **il multitasking del microcontrollore** e mi sono reso conto che non era poi tanto banale, siccome alcuni componenti mi sono arrivati rotti...alla fine non ho avuto il tempo di approfondire e ho lasciato tutto con 2 Arduino!

Questo mi costerà il ban permanente dal sito, a mia discolpa voglio solo dire che l'idea di non finire per natale il giochino mi dispiaceva troppo. E prometto di stare approfondendo già la cosa per il **mio prossimo progetto** che sarà in grado di riprodurre animazioni, sonoro ed effetto luminoso contemporaneamente. Forse! Restate sintonizzati sulle pagine di Electro You.

## Le funzionalità effettive del raccontastorie realizzato

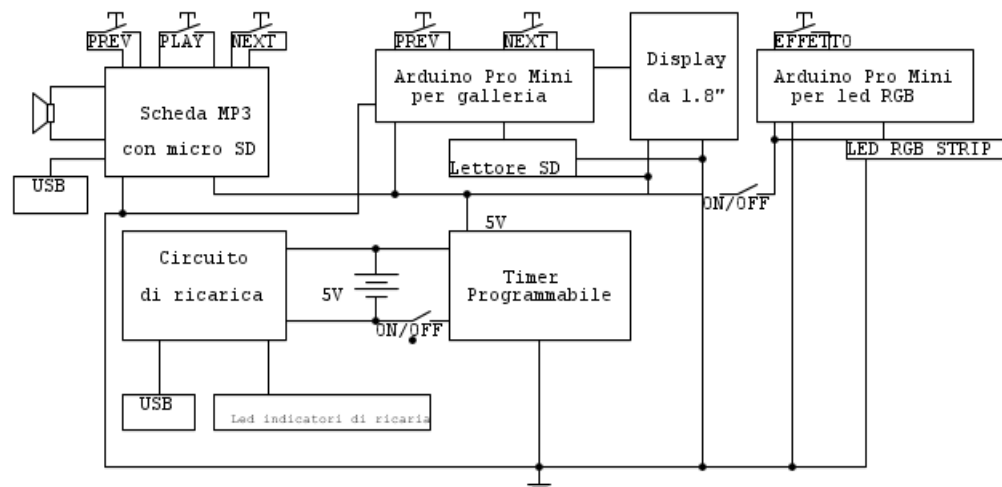
- **Riproduce le storie** lette da me nella memoria interna.
- **Riproduce qualsiasi MP3** inserito con una chiavetta USB. (ne ho riempita una a forma di fragola con il CD di Frozen che ha lasciato a casa mia.)
- Permette di **controllare il volume** e **scegliere la traccia riprodotta** (ovvio!).
- Il display mostra una **galleria fotografica** e permette di **scorrere manualmente le foto**.
- Tutto l'apparecchio è dotato di un **timer programmabile** che visualizza i minuti rimanenti allo spegnimento.
- Sul retro è presente una **luce RGB** con switch ON/OFF e diversi effetti selezionabili.
- **Funziona a batteria ricaricabile** mediante micro USB con **indicatore della carica residua**.

## La costruzione del raccontastorie con cornice digitale

Qui vi mostro alcuni passaggi della faticosissima costruzione del tutto. A rendere difficile la realizzazione è stato soprattutto dover **ricavare nel legno diversi alloggiamenti** piuttosto precisi per interruttori e componenti. Devo assolutamente comprare una stampante 3D!

### Lo schema

Purtroppo ho perso lo schema elettrico completo che avevo fatto su carta e non ricordo i collegamenti precisi, quindi riporto uno **schema a blocchi** giusto per rendere l'idea. Anche perché non ho fatto molto di più che collegare i vari componenti come suggeriscono i datasheet.



Se qualcuno vuole realizzare un progetto simile e ha bisogno di informazioni più dettagliate, sarà un piacere aiutarlo sul forum, basterà che mi citi così sono sicuro di non perdermi il post.

## I componenti elettrici utilizzati

- **Batteria:** ho usato un [Power Bank](#) da 5600 mAh che ho modificato soltanto spostando il connettore micro USB per la ricarica e i led SMD per la segnalazione visiva dell'autonomia residua. Ho scelto un power bank invece che delle semplici batterie perché all'inizio non pensavo di smontarlo.
- **Arduino Nano:** piccole schede arduino con comoda interfaccia USB, [reperibili qui](#).
- **Display:** come ho già scritto alla fine ho ripiegato su un TFT di 1.88", lo trovate [qui](#). Ha anche un lettore per scheda SD incorporato che io non ho usato per comodità di accesso.
- **Timer:** costoso ma utile circuito che gestisce il tempo di accensione/spegnimento in varie modalità. Lo trovate [qui](#). Ho dovuto modificare il layout dei componenti installati per inserirlo nel mio progetto, ma niente di complicato.
- **LED strip RGB:** è una serie di led pilotabili attraverso microcontrollore, alimentati a 5V. Ecco [dove trovarla](#).
- **Scheda MP3:** ormai conosco bene questa scheda e l'ho utilizzata varie volte, la trovate anche voi [qui](#).
- **Speaker:** 8 ohm, 3W. Semplicissimo e comunissimo speaker, [qui](#).
- **Lettore scheda Micro SD:** anche questo hardware, grazie alla diffusione degli arduino, si [trova facilmente](#).
- **Pulsanti:** non ve li linko perché i miei non funzionavano, ma potete usare chiaramente ogni pulsante che ritenete opportuno e comodo da installare.
- **Interruttore:** l'interruttore generale ON/OFF è [questo](#).
- Millefori, connettori, cavetti AGW30, vari ed eventuali non devo certo dirvi dove trovarli. Fare i connettori Dupont forse merita un articoletto a se, me lo segno per il futuro.

## Il software

Il codice che ho scritto è talmente banale che non vi offendo postandolo integralmente, lascio solo **due note per chi è un principiante** come me e voglia capire come ho gestito la galleria fotografica.

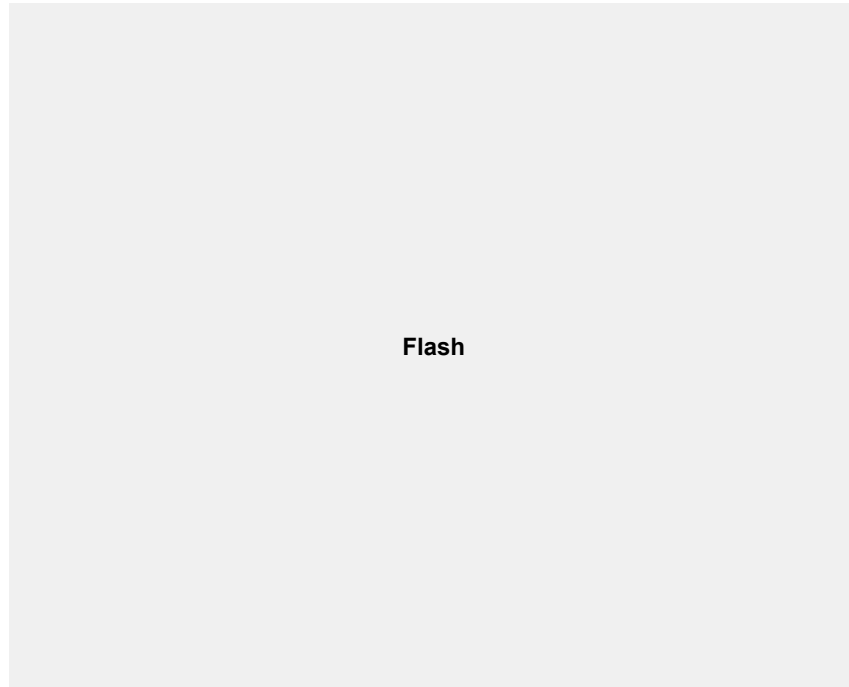
Ho nominato tutte le immagini presenti nella mirco SD con numeri da 1 a 110 (che erano quelle che ho caricato). Quindi abbiamo 0.bpm, 1.bpm, 2.bpm e via scorrendo.

All'accensione si parte da 0.bpm e i pulsanti incrementano e decrementano il numero a seconda che si preme >> oppure <<.

Ci sono poi due controlli per i limiti. Uno stabilisce che se arrivi a 110 e premi >>, si riparte da 0. L'altro che se ti trovi a 0 e premi <<, si riparte da 110.

Questo per **garantire una soluzione di continuità all'esposizione**.

Ecco il risultato finale con immagini di esempio:

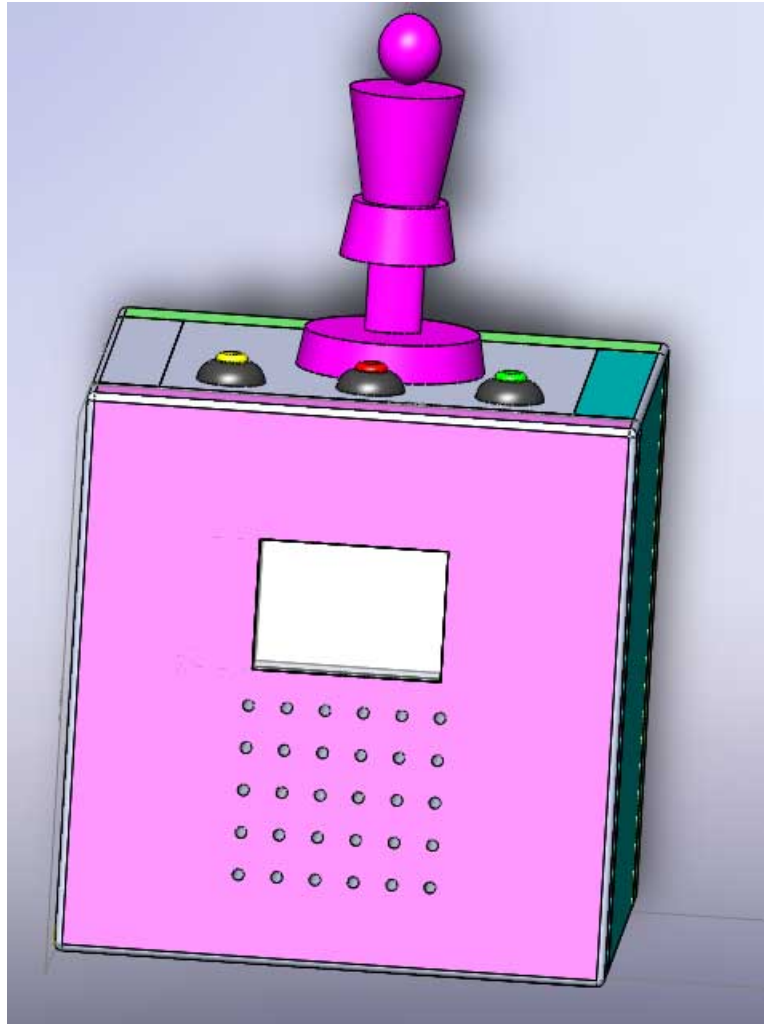


Il codice per la gestione della strip led è altrettanto semplice. Il pulsante stabilisce il valore di un contatore che fa partire un effetto corrispondente.

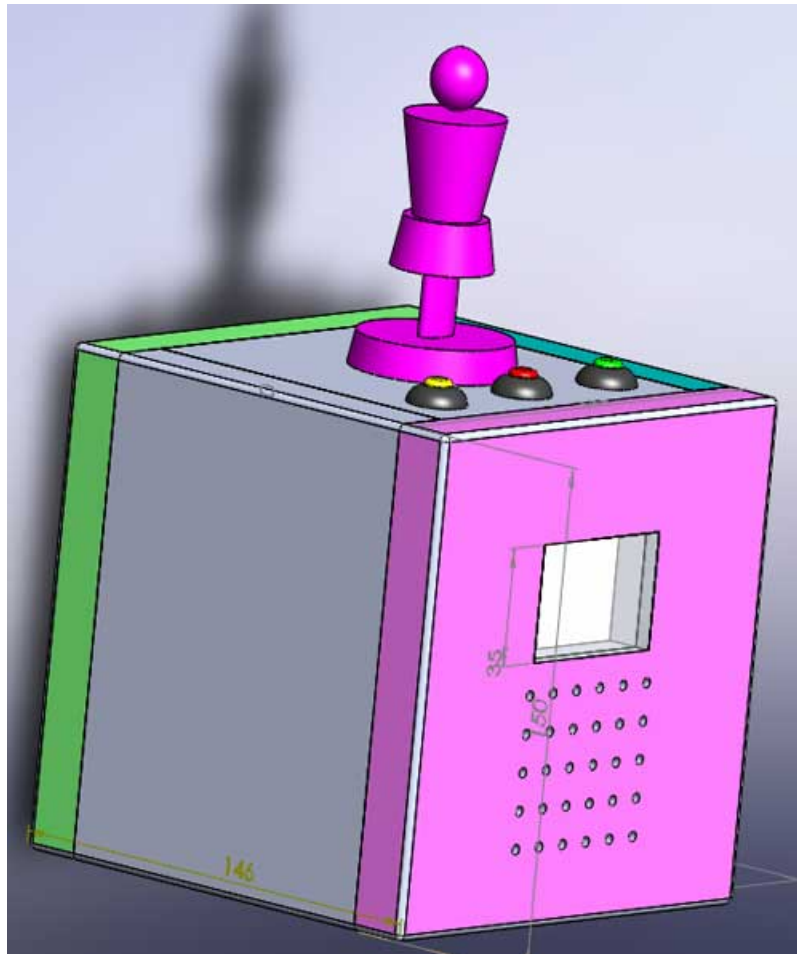
Se avete bisogno di **ulteriori spiegazioni** scrivete pure sul forum, ma vi garantisco che con un minimo di impegno saprete fare anche da soli.

### **Il modello in 3D**

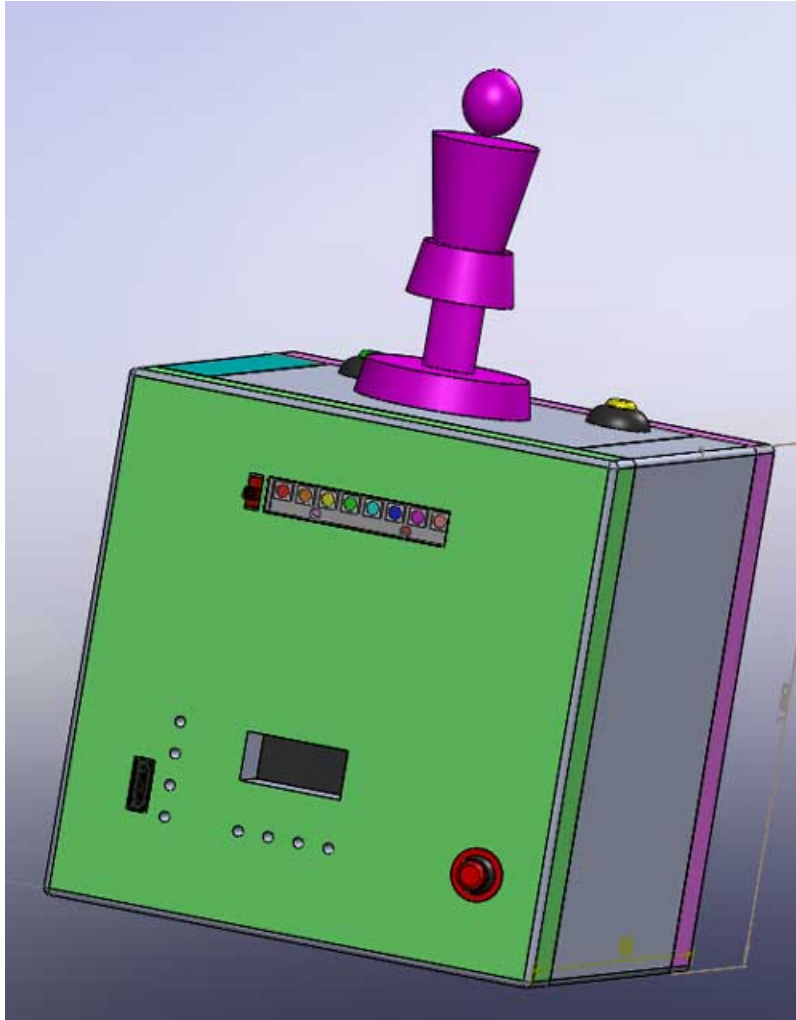
Siccome il progetto andava già dall'inizio **oltre le mie competenze e capacità costruttive**, ho realizzato diversi modelli 3D per valutare gli ingombri dei componenti e le misure. Chiaramente sono poi presenti numerose differenze e modifiche avvenute in corso d'opera.



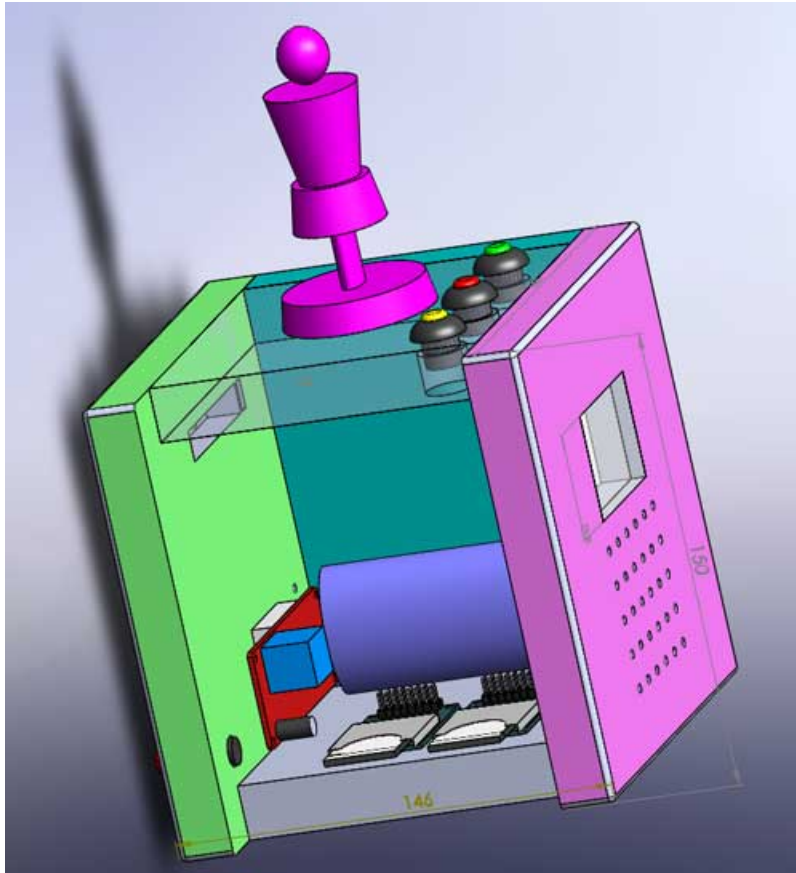
*Display a colori e una statua inizialmente pensata giusto per abbellimento*



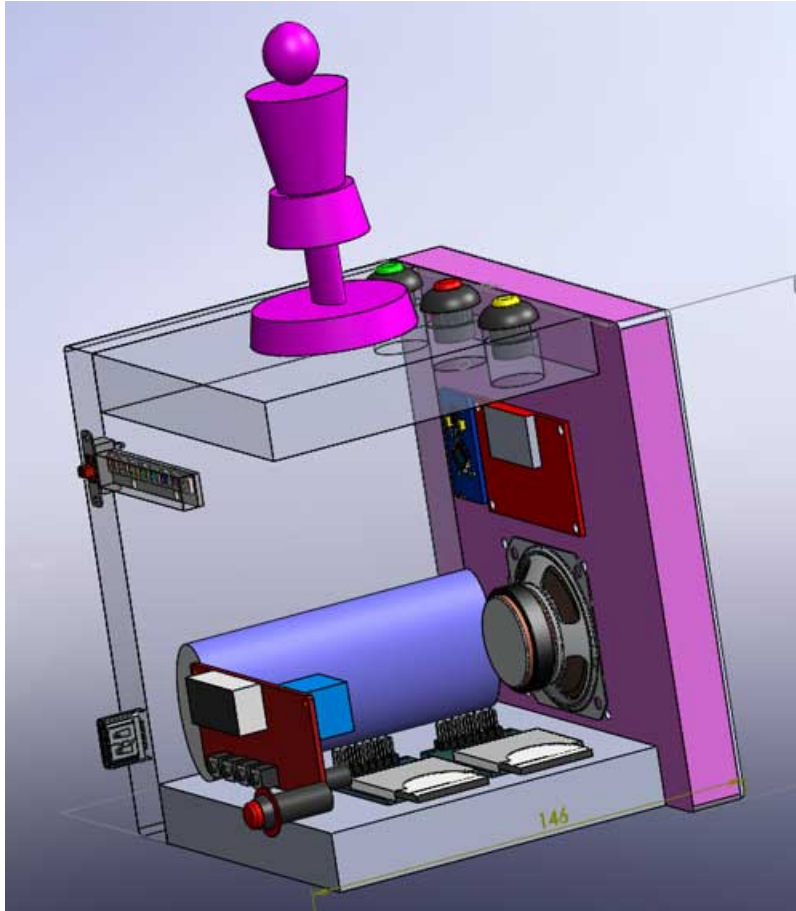
*Vista a 3/4*



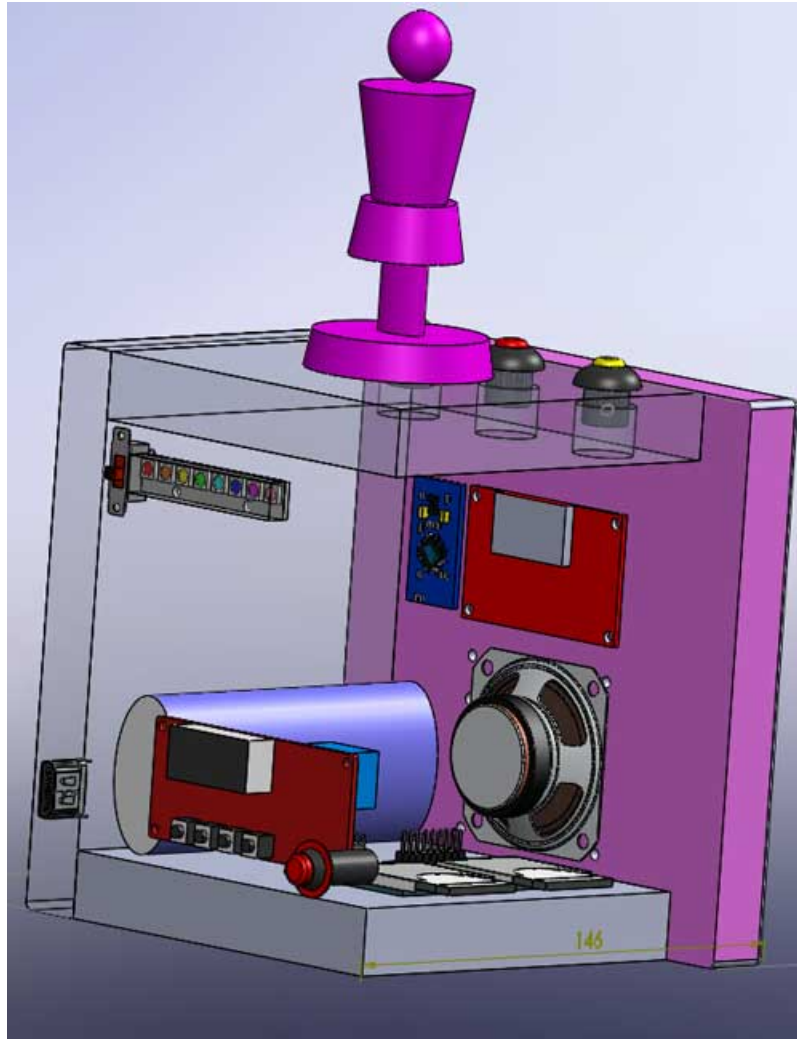
*Il retro, inizialmente pensato senza i controlli per la luce RGB*



*La vera sfida: far stare tutto dentro!*



*Studio dei componenti sul pannello frontale*

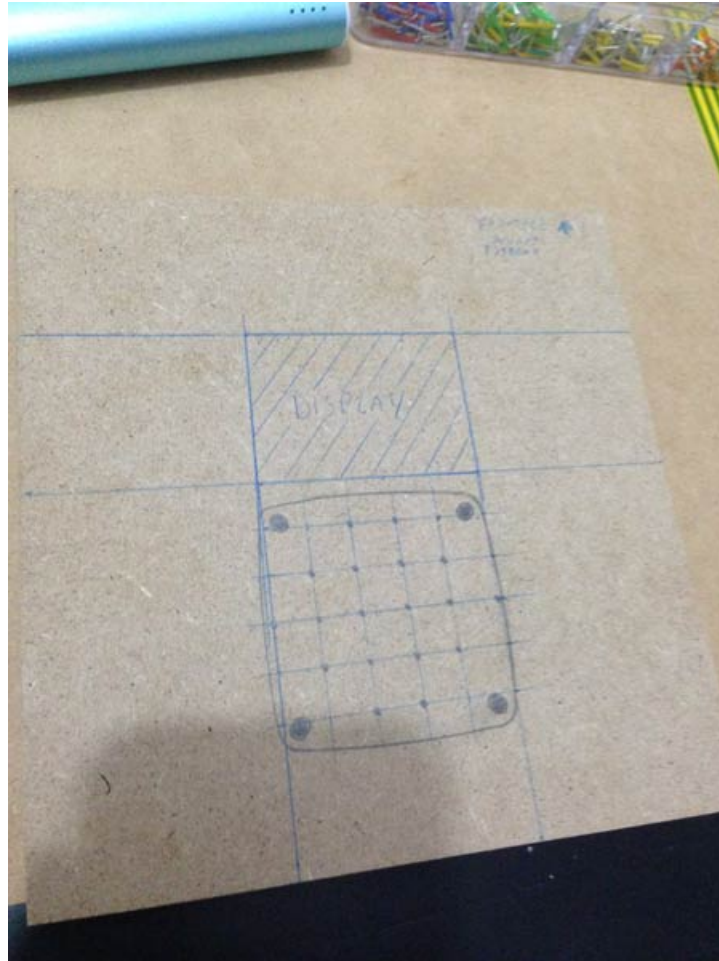


*Come doveva apparire l'interno nelle mie più rosee aspettative*

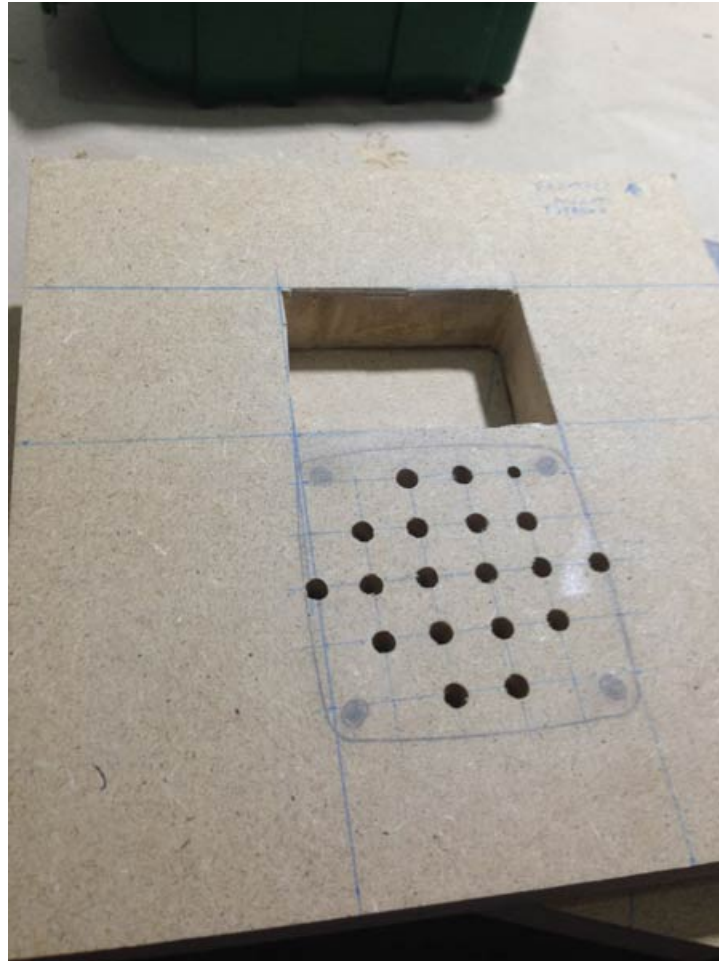
### Il contenitore di legno

Ho scelto un legno semplice (si fa per dire) da lavorare. Soprattutto **molto denso** per poter ricavare i precisi alloggiamenti dei componenti: MDF da 2 cm di spessore.

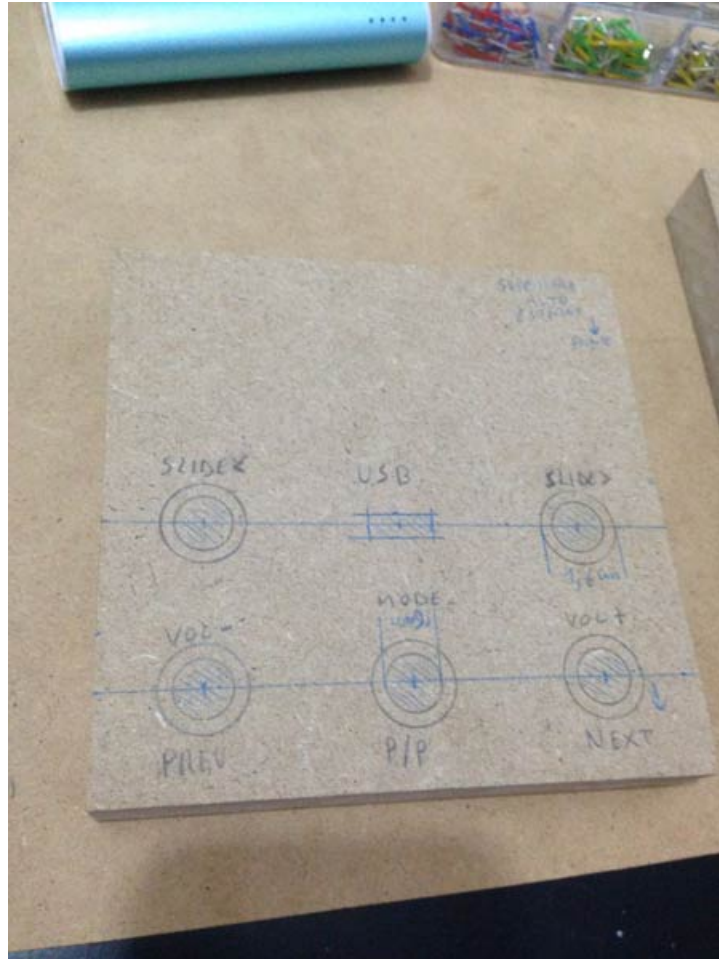
Lo spessore così generoso aveva il triplo vantaggio di essere **molto robusto**, consentirmi di **squadrare il tutto con facilità** e permettermi di ricavare **alloggiamenti per i componenti** o utilizzare piccole viti parker.



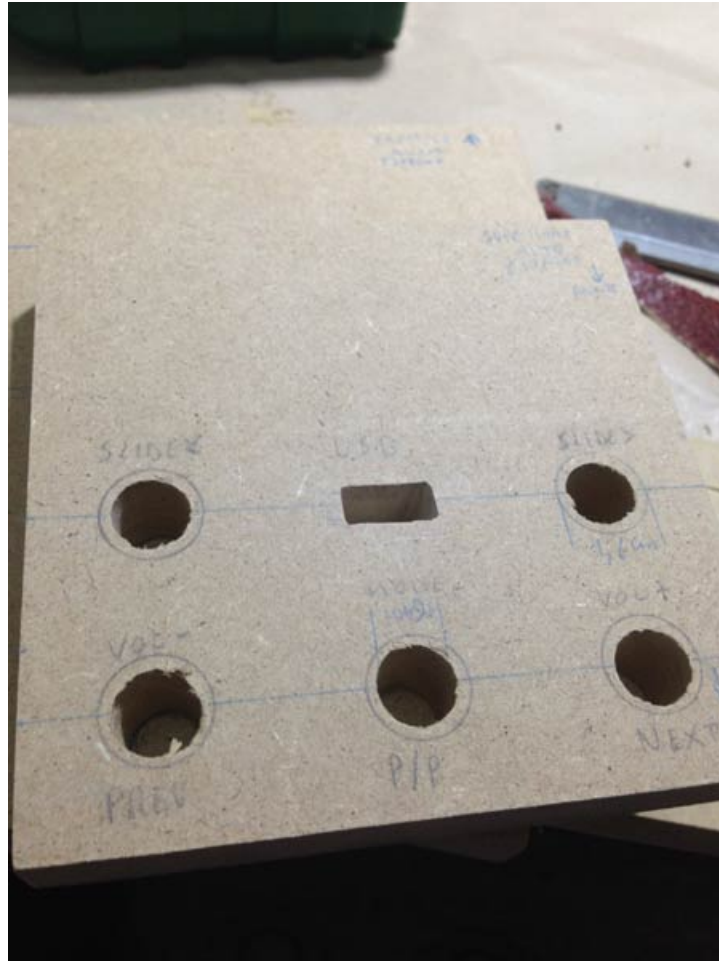
*Pannello frontale*



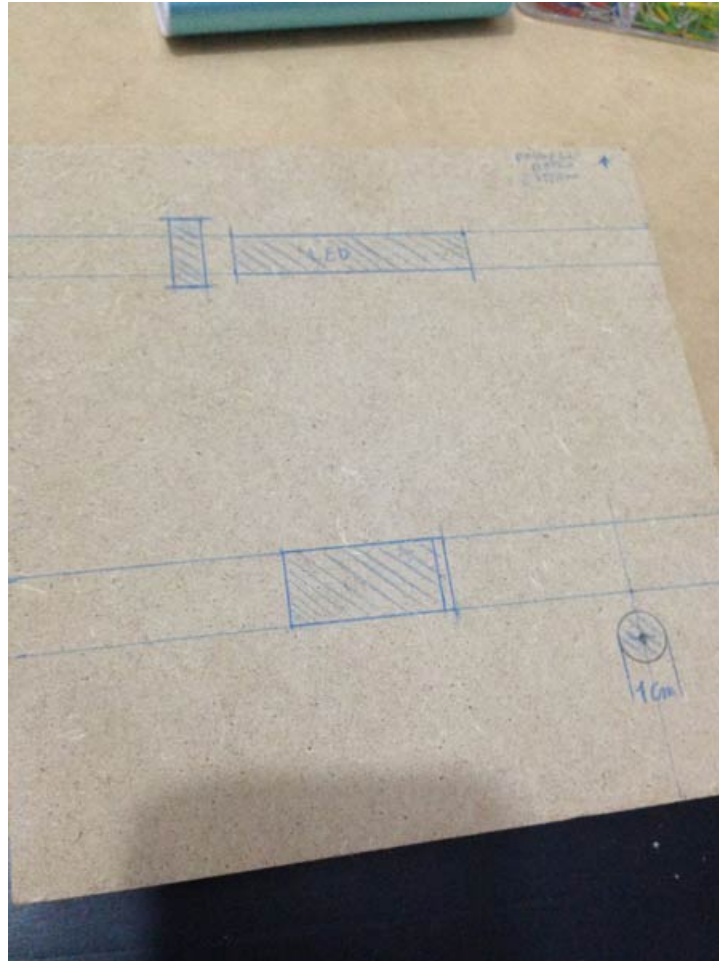
*Pannello frontale forato (si c'è un buco di troppo ma lo coprirò con un glitter!)*



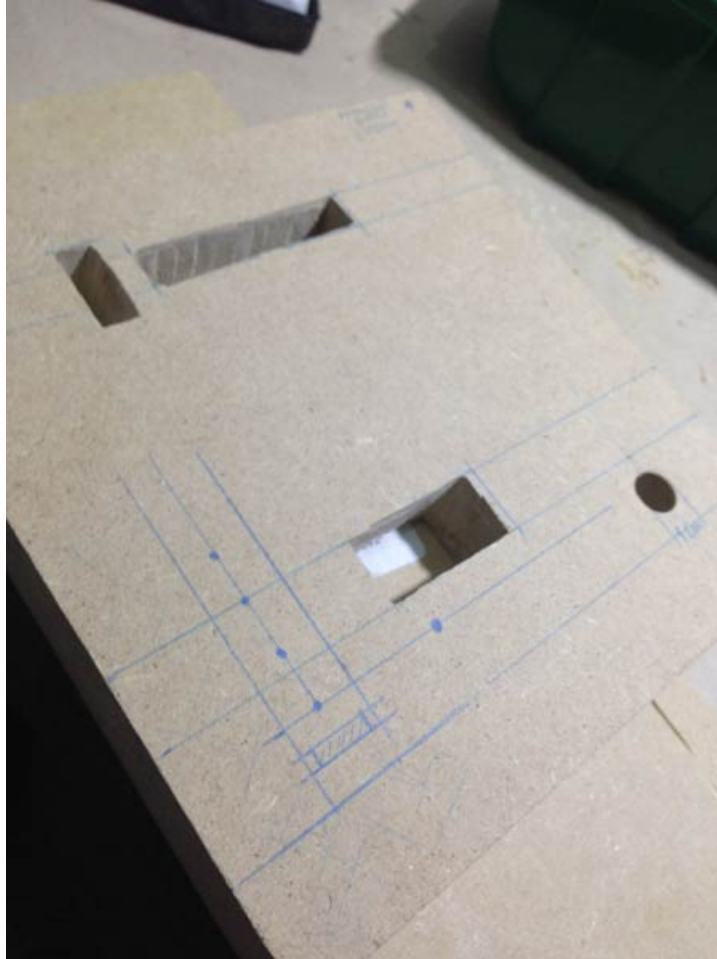
*Pannello superiore*



*Pannello superiore forato*



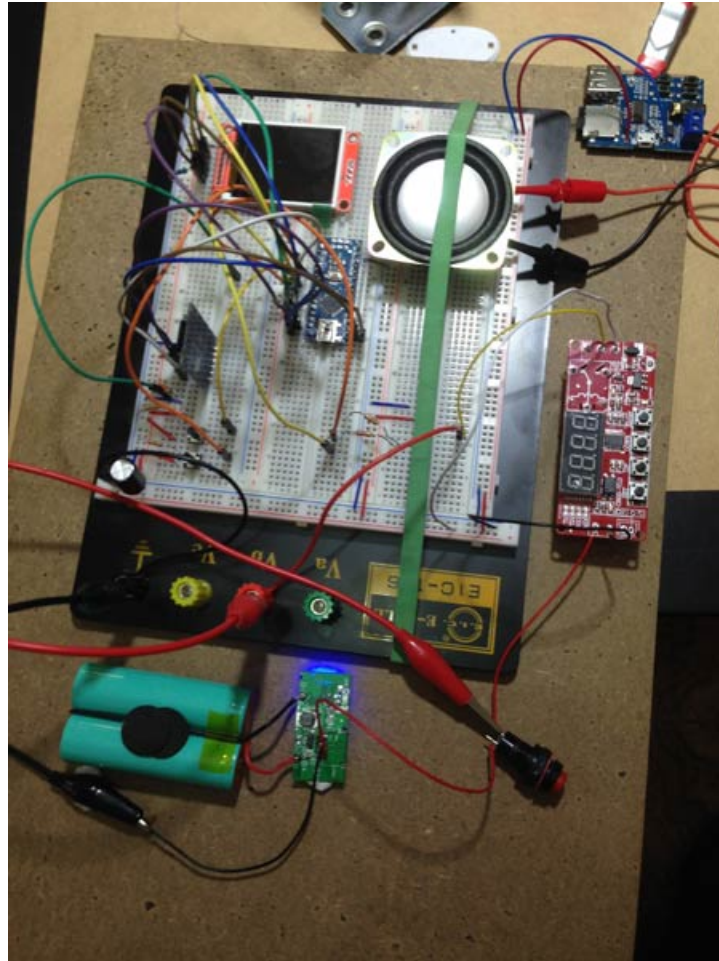
*Pannello posteriore*



*Pannello posteriore quasi ultimato*

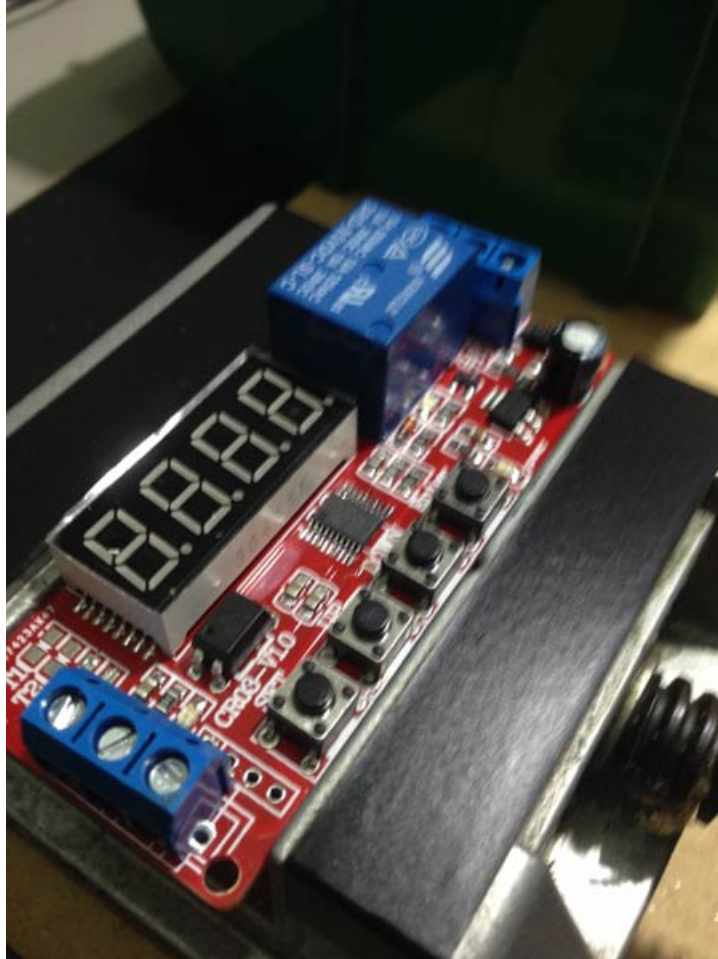
### **L'assemblaggio**

Ecco **una parte dei componenti** su una BreadBoard e su una tavoletta per consentirmi di spostarli e fare cose. La vera sfida era mettere tutto dentro il contenitore.



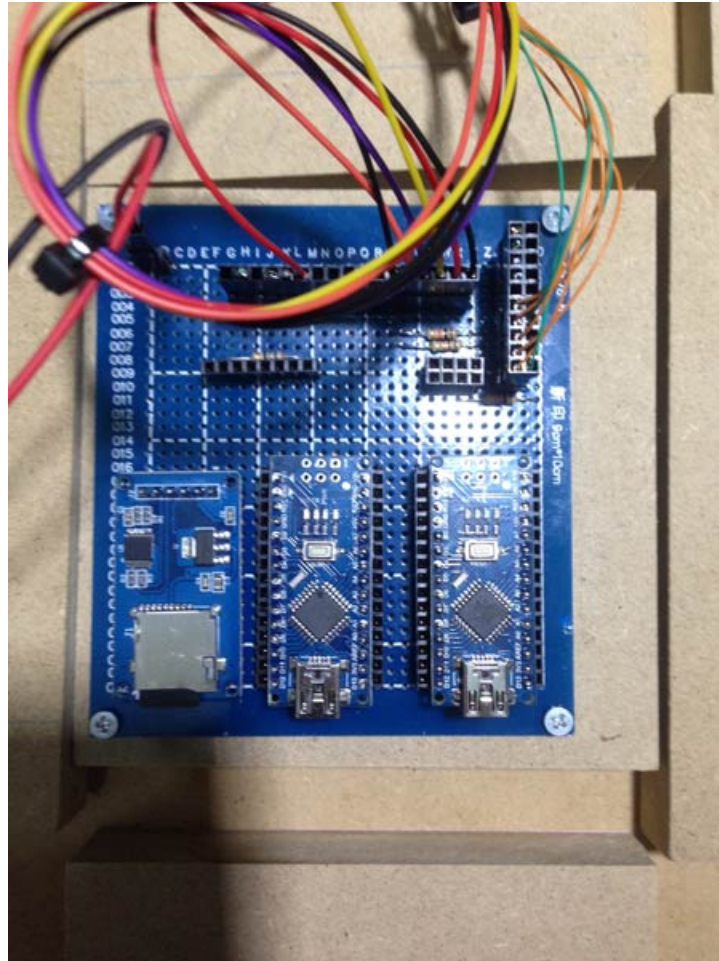
*Il prototipo realizzato come meglio potevo*

Noterete anche più avanti che il **timer è stato modificato** spostando il relè e un elettrolitico sul retro per consentirmi di fissarlo al pannello come volevo io e non come lo avevano pensato i produttori.



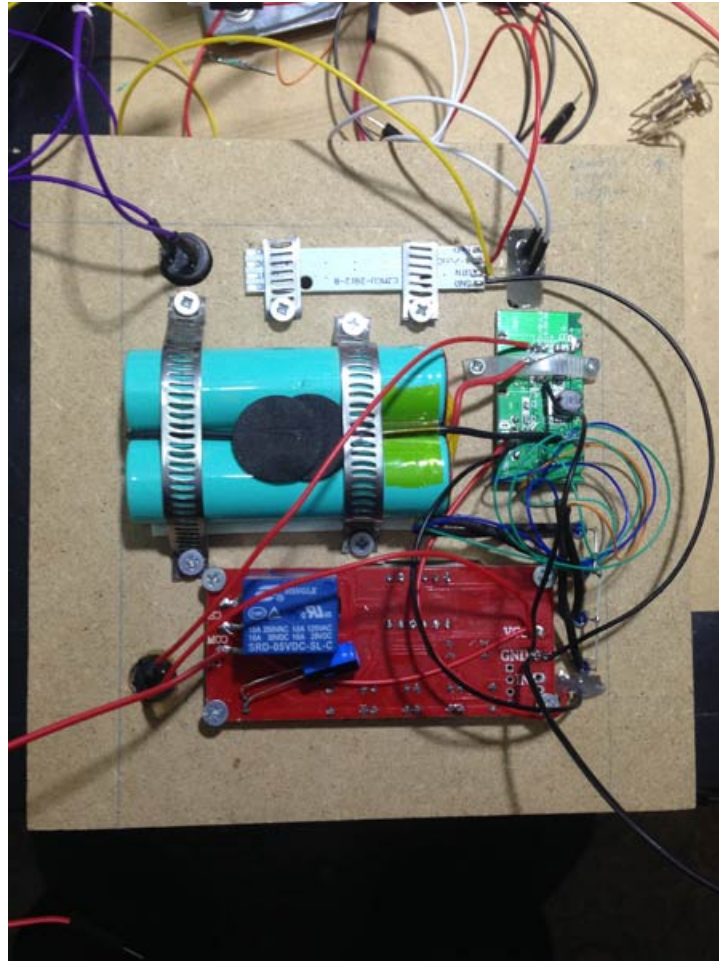
*Il timer prima delle modifiche*

Dopo aver eseguito qualche modifica sulle schedine, ho approntato una "scheda madre" che avrebbe accolto i due Arduino, e i miei adorati connettori Dupont per le connessioni con le altre piccole periferiche.



*La "scheda madre" già fissata sul pannello inferiore*

Notate che anche le schede Arduino sono state montate su **connettori Dupont** per aver la possibilità di sostituirle facilmente in caso di "incidente", sempre dietro l'angolo quando si tratta di me.

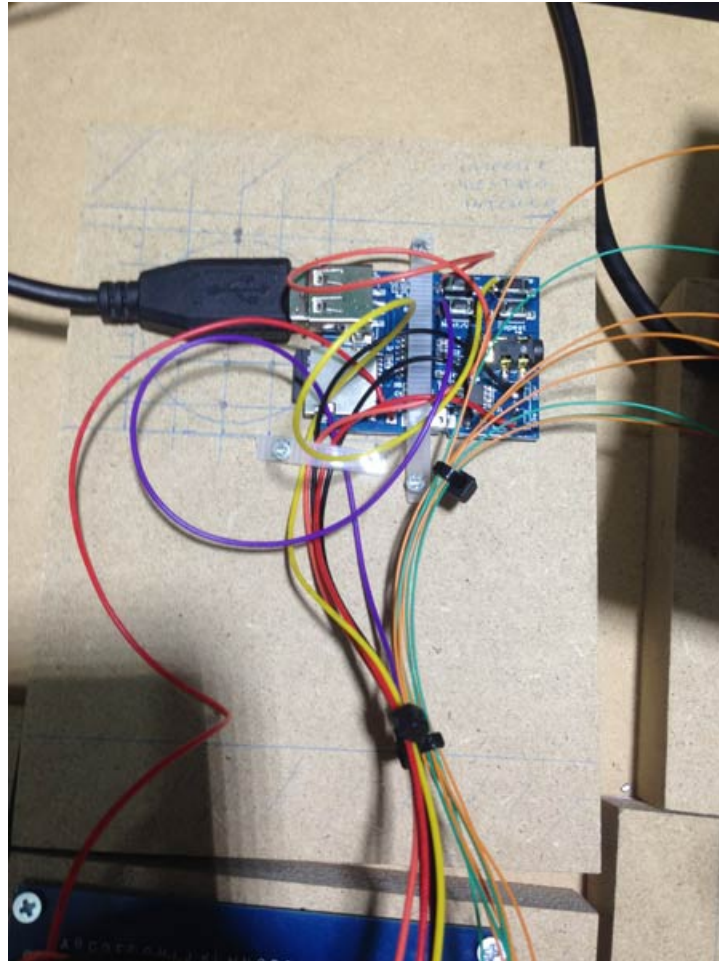


*Pannello posteriore*

Il pannello posteriore ha accolto la batteria con il suo circuito di ricarica, il timer modificato e una strip di led RGB pilotabili. Più vari pulsanti, interruttori e connettori.

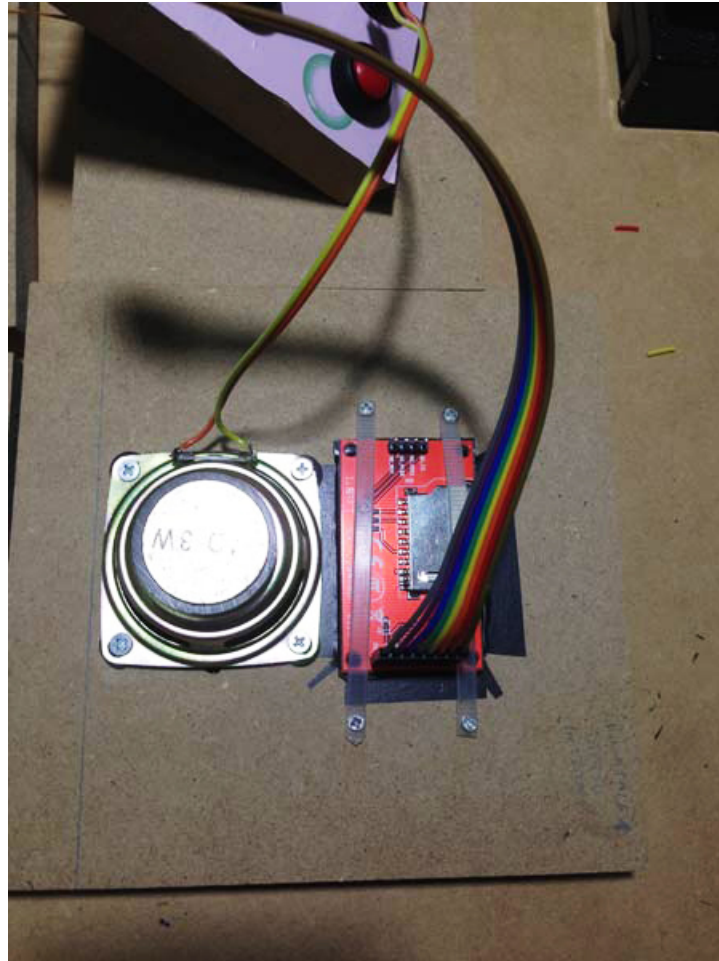
Per fissare i circuiti che non presentavano fori per le viti non dotati di viti ho usato **spezzoni di fascette da elettricista** (devo brevettarlo questo sistema!), mentre per la batteria e la strip di led ho usato **fascette da idraulico**.

Sicuramente **si sarebbe potuto fare di meglio**, ma vi ho già detto più volte quanto lavoravo di fretta e anche quanto questo non sia mai una cosa buona.



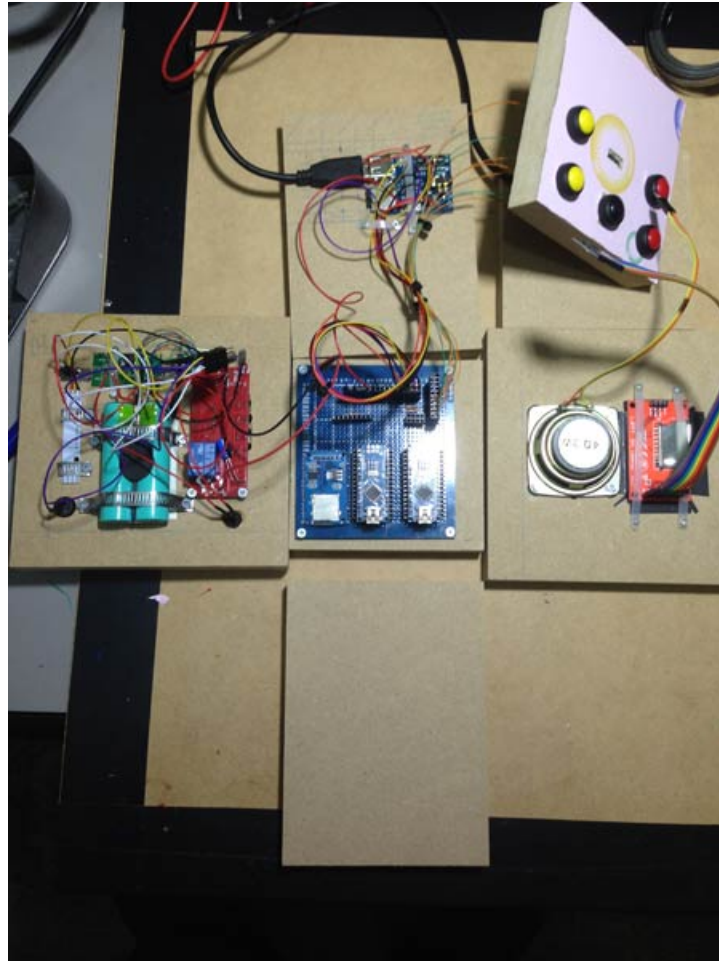
*Pannello laterale*

Su un pannello laterale ho fissato la scheda MP3 da cui partono i controlli per le tracce e il volume, il segnale audio e un connettore USB per il pannello superiore.



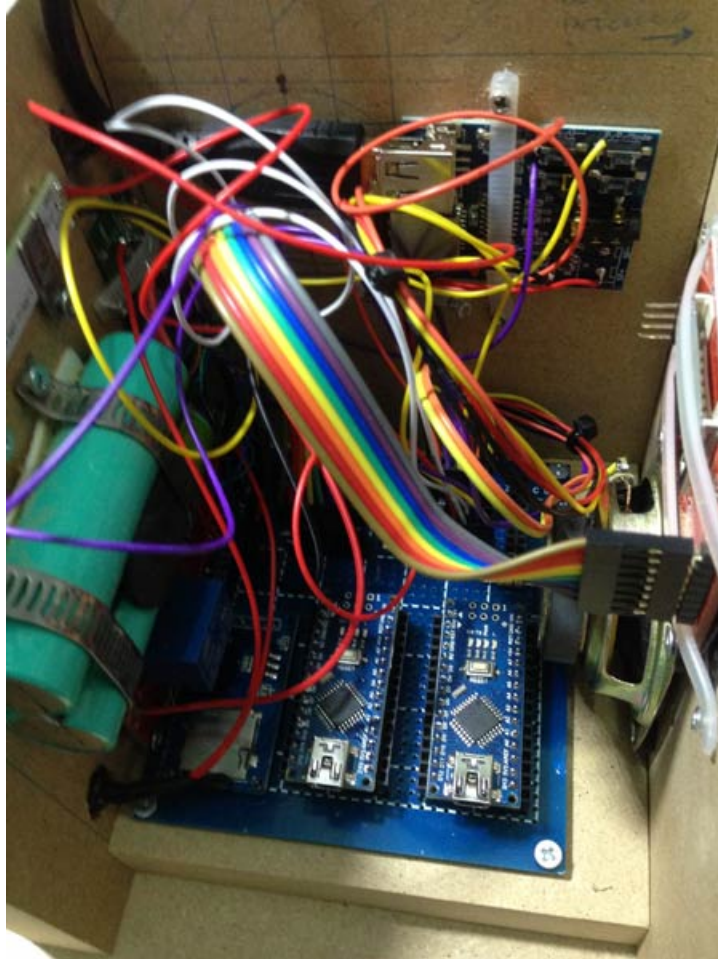
*Pannello frontale*

Il pannello frontale accoglie il display a colori da 1,8 pollici e lo speaker da 3 watt.

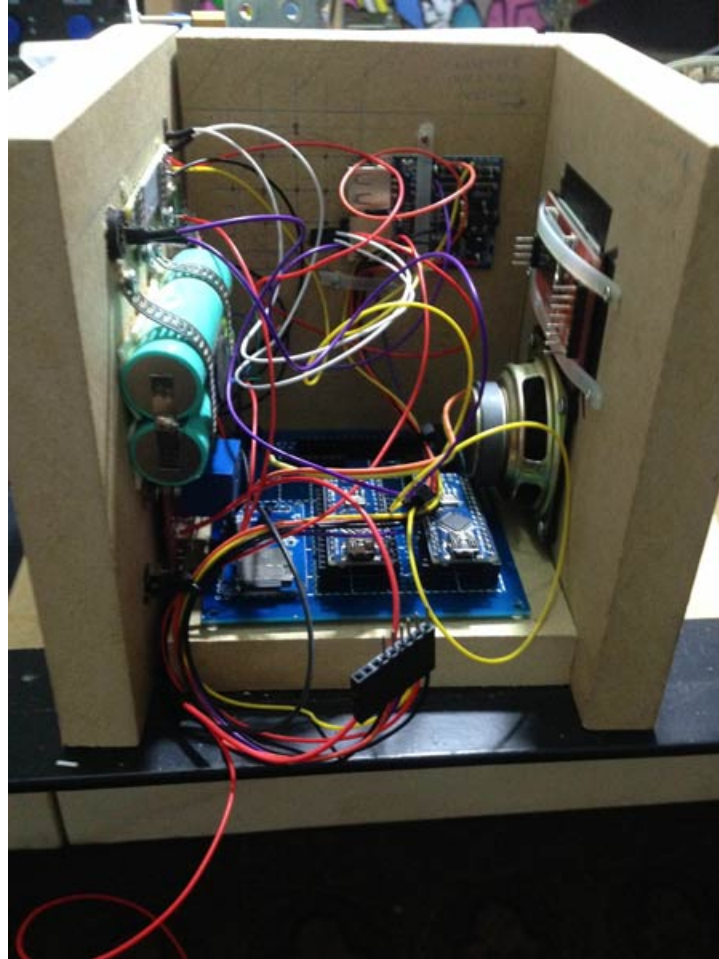


*Tutti i pannelli completi*

Quindi ho fatto gli ultimi test prima dell'assemblaggio finale. Dio benedica i connettori Dupont! Li adoro!



*Vista dell'interno completo dei componenti*



*Vista interna*

Quando ogni cosa è andata al suo posto ho potuto tirare un sospiro di sollievo e chiudere il tutto con delle ottime viti parker. Non ho foto delle fasi intermedie perché andavo davvero di corsa, ma vi lascio qualche scatto del "prodotto finito". Nella decorazione sono stato aiutato da sapienti mani femminili.

*IMG\_1361.jpg**IMG\_1366.jpg*

*IMG\_1372.jpg**IMG\_1377.jpg*

*IMG\_1380.jpg**IMG\_1387.jpg*

*IMG\_1393.jpg**IMG\_1400.jpg*

## Consigli per il me del futuro

Mi piace ormai concludere i miei articoli con delle considerazioni a mente fredda su cosa avrei fatto diversamente, e su cosa cambierò nel mio modo di lavorare. Un diario di cosette da leggere prima di fare il prossimo progetto!

## Connettori Dupont Vs connettori Wire to Board (molex)

L'ho già scritto altre volte: per un principiante montare qualcosa di modulare, con la possibilità di rimuovere e analizzare separatamente i blocchi del circuito è una mano santa! Ho deciso di operare sempre così e mi sto trovando molto bene.

Nel mio progetto noterete infatti le schede arduino montate su connettori Dupont e allo stesso modo potete notare molti **connettori realizzati sempre con la tecnologia Dupont**.

Il problema di questi connettori Dupont è che sono studiati per connettere una scheda sull'altra, come un sandwich o come potete vedere nei mille "shield" a disposizione sul mercato.

Io li ho adoperati anche per realizzare dei connettori **Wire to Board**, vale a dire per connettere dei cavi alla scheda. Questo è grossomodo sbagliato perché i connettori non hanno nessun **meccanismo di ritenzione** e con un movimento brusco vengono via facilmente.

Per essere più preciso avrei dovuto utilizzare dei **piccoli Molex** o simili, con un gancetto che evita la fuoriuscita accidentale. Trovate numerosi esempi sul [http://www.molex.com/molex/products/group?key=wire\\_to\\_board\\_connectors&channel=PRODUCTS&langPref=english](http://www.molex.com/molex/products/group?key=wire_to_board_connectors&channel=PRODUCTS&langPref=english). O comunque cercando "wire to board connector" su Google.

## Realizzare il mobiletto

Realizzare il mobiletto o l'enclosure (per essere più cool!) in **legno MDF** era la mia unica possibilità per affrettare i lavori. Ho guardato cosa c'era in giro di già fatto e niente mi soddisfaceva per materiale o lavorabilità.

Tuttavia, realizzare le cavità per i pulsanti e i moltissimi fori quadrati per i connettori o il display ha richiesto **pazienza e scalpello a mano**. Una gran seccatura! Per il prossimo lavoretto o trovo qualcosa da modificare più facilmente oppure vado in un **FabLab** a farmi stampare tutto in 3D.

## Comprare componenti troppo economici

Per avere un po' di tutto a casa, spesso compro le cose dai cinesi, oppure cose cinesi da venditori italiani (se ho fretta). Avevo già avuto [qualche problemino con questo sistema](#), ma alla fine erano abbastanza ridotti nel numero.

Con questo progetto, vuoi la legge di Murphy, vuoi la fretta, ho avuto almeno **due problemi gravi**.

Il **display** doveva essere più grande (da 2.44") ma è arrivato rotto (unico articolo ad arrivarmi rotto dalla Cina!!!), sono stato rimborsato ma non ho avuto il tempo di ricomprarlo.

I **pulsanti** erano di pessima qualità. Su 10 pulsanti per ogni colore ne funzionavano bene 3-4 e questo l'ho scoperto solo dopo averli incollati al giochino! Quindi ho dovuto rismontarli e testarli uno per uno...

## Conclusioni e approfondimenti

Per concludere vi lascio dei link di guide e post sul forum che mi hanno aiutato nella realizzazione.

### Discussioni e risorse utili su ElectroYou

- [Racconta storie per nipotina di 4 anni](#)
- [Circuito power bank USB fiacco](#)
- [Char come argomento di funzione](#)
- [Regolare tensione per retroilluminazione display 3.3V](#)
- [Potenziometro per controllo volume](#)
  
- [Come cablare comodamente e ordinatamente i progetti su millefori](#) (purtroppo nella fretta non ho fatto una foto del retro della millefori, ma è venuto molto bene, fidatevi!)
- [Dallo schema al prototipo](#) (l'articolo di Marco438 e Tardofreak da leggere prima di ogni progetto!)
- [Un microcontrollore, due caffè](#) (articolo dell'ottimo Fedhman che parla proprio delle schedine che ho utilizzato io)

### Guide che ho utilizzato

- [Visualizzare un'immagine Bitmap sul display.](#)
- [Come usare i LED RGB pilotabili dal microcontrollore.](#)
- [Normativa di sicurezza per i giocattoli.](#)

Mi scuso nuovamente per la lunghezza dell'articolo, ma spero di essere riuscito a spiegare il progetto anche a chi è inesperto come me.

Un caro saluto a tutti!

Estratto da "<http://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Sjuanez:racconta-storie-per-bambini-con-arduino-e-display-a-colori>"