



INFORMATICA MUSICALE

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CATANIA
DIPARTIMENTO DI MATEMATICA E INFORMATICA
LAUREA TRIENNALE IN INFORMATICA
A.A. 2019/20
Prof. Filippo L.M. Milotta

ID PROGETTO: 14

TITOLO PROGETTO: MIDI Foot Switch Controller

AUTORE 1: Torrisi Riccardo

AUTORE 2: Giuseppe Furnari

AUTORE 3: Calanna Salvatore Daniele

Indice

1. Obiettivi del progetto	2
2. Metodo Proposto / Riferimenti Bibliografici	3
Switch	3
Display	4
Microcontrollore	4
3. Risultati Ottenuti / Argomenti Teorici Trattati	6

1. Obiettivi del progetto

Le periferiche MIDI sono un utilissimo supporto per tutti i musicisti professionisti e possono essere usate per un'ampia varietà di strumenti musicali. Dato che la maggior parte degli strumenti musicali richiede l'uso delle mani per essere suonati, non è sempre facile controllare le periferiche di supporto.

L'obiettivo del progetto è quello di creare una pedaliera multifunzione programmabile per il controllo di periferiche MIDI e DAW (Digital Audio Workstation) per i concerti live. La pedaliera, infatti, è un'ottima alternativa che aiuta il concertista nella performance lasciando le mani libere di suonare senza rinunciare all'utilizzo di una DAW.

Grazie al fatto che il protocollo MIDI definisce un'interfaccia, questo permette a chiunque di costruire una periferica che si può interfacciare con altri strumenti, senza dover optare per soluzioni proprietarie già esistenti con costi molto elevati.

La pedaliera verrà utilizzata per controllare la loop station Boss RC-505 tramite il protocollo MIDI. Per questo motivo, un altro obiettivo è quello di capire che tipi di segnali MIDI inviare alla loop station per impartire comandi del tipo *Play/Pause*, *Record/Over-dub*, *Delete* che sono i comandi base per utilizzarla. Nonostante questo, la pedaliera sarà compatibile con qualsiasi altra periferica MIDI se opportunamente riprogrammata per inviare i segnali corrispondenti alla pressione degli switch.



Figura 1 - Loop Station Boos RC-505

2. Metodo Proposto / Riferimenti Bibliografici

Inizialmente è stato creato il progetto della pedaliera ed è stato deciso di utilizzare una struttura in legno, degli switch meccanici, dei led, un display analogico a 7 segmenti e uno microcontrollore. Il primo step è stato creare il modello 3D della pedaliera in Blender per avere un'idea della forma, delle distanze tra gli switch e delle dimensioni del prodotto finale. Fatto questo, sono state tracciate le linee di taglio in delle assi di legno che sono state successivamente portate da un falegname per creare i vari pezzi che avrebbero composto la struttura.

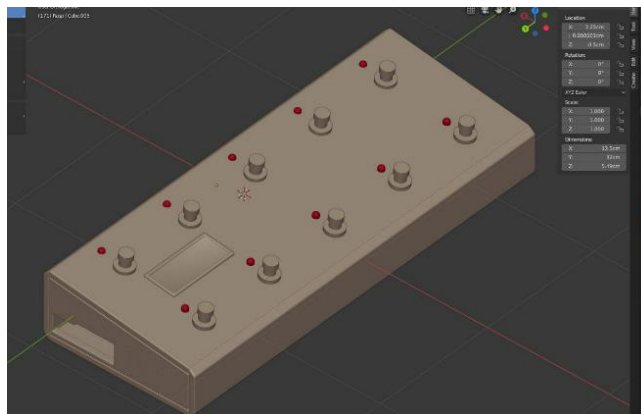


Figura 2 - Modello 3D per la creazione della pedaliera

Una volta disponibili tutte le parti della struttura e le componenti elettriche necessarie, abbiamo iniziato ad assemblare i vari pezzi utilizzando la colla a caldo.

Switch

Nella pedaliera ci sono un totale di dieci switch collegati a dieci pin differenti del microcontrollore. Inoltre, sopra ogni switch è presente un LED collegato ad un altro pin che serve a dare un feedback visivo per capire quando il pulsante è stato premuto.

Gli switch scelti per la costruzione della pedaliera sono dei latching switch e ciò significa che, ogni qualvolta vengono premuti, se il circuito è chiuso lo aprono mentre se il circuito è aperto lo chiudono. Tutti gli switch sono collegati in parallelo con delle resistenze in pull-up utilizzando una resistenza di 10 k Ω per limitare la corrente che passa nel circuito. Ogni singolo switch è collegato nella seguente maniera: dal pin positivo segue la resistenza in pull-up ed un nodo che si collega da una parte allo switch che poi scarica nel ground mentre dall'altra al pin del microcontrollore come mostrato in Figura 3. In questo modo, quando lo switch chiude il circuito, la tensione nel pin è 0 Volt mentre quando lo apre la tensione nel pin è di 5 Volt. Leggendo questo valore di tensione, è possibile rilevare quando lo switch viene premuto. Le resistenze in pull-down consistono nello stesso principio ma in maniera contraria.

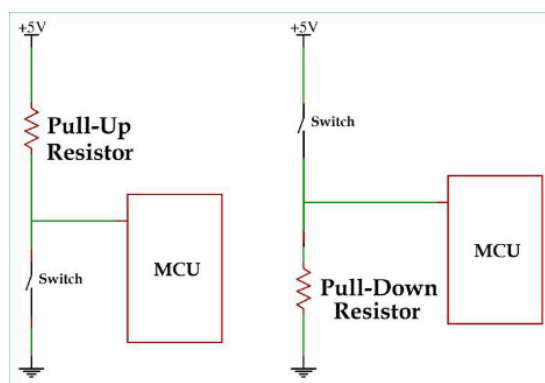


Figura 3 - Circuito di esempio del collegamento degli switch ai pin digitali del microcontrollore

Display

Il display è il classico display analogico a 7 segmenti (più il punto) collegato ad 8 pin digitali del microcontrollore. La sua funzionalità è quella di segnare in quale configurazione si trova la pedaliera. Inoltre, il punto del display è stato utilizzato per indicare in quale porta di output verranno inviati i segnali (USB o MIDI).

Microcontrollore

Il microcontrollore, il cuore della pedaliera, è un Arduino MEGA che serve a processare i comandi inviati tramite gli switch e a convertirli in segnali MIDI da inviare alle periferiche collegate. Il microcontrollore in questione infatti è dotato di due porte seriali, una USB-B e un connettore MIDI.

Dopo esserci documentati sul funzionamento della loop station in questione, abbiamo constatato che era possibile impartire comandi tramite il protocollo MIDI utilizzando messaggi di tipo Control Change.



Figura 4 - Struttura del messaggio Control Change definito dallo standard MIDI

La pedaliera, alla pressione di uno switch, invierà un primo un byte con il primo bit impostato ad 1 per indicare che si tratta di uno status byte, il Nibble1 fissato a 011 per indicare che si tratta di un messaggio Control Change e il Nibble2 impostato a 0000 che indica il canale 0.

A seguire, il protocollo prevede due data byte per lo scambio di informazioni. I data byte hanno il primo bit sempre impostato a 0 come definito dal protocollo, lasciando 7 bit (128 valori) per il payload.

Il primo data byte è chiamato *Control Number* e serve a specificare quale *Control Function* eseguire utilizzando un indice che va da 0 a 127. Alcuni di questi control number sono già associati a delle Control Function definite dal protocollo MIDI ,ma molti di questi restano indefiniti. Inoltre, non tutte le Control Function di default sono utilizzate dalle periferiche ed in definitiva si è scelto di utilizzare tutti gli indici da 64 in poi dato che nella loop station utilizzata da noi sono programmabili.

La loop station richiede un passaggio di valore da 0 a 127 nel secondo data byte per eseguire il la Control Function associata al Control Number inviato, quindi, alla pressione dello switch, la pedaliera invia due messaggi Control Change consecutivi utilizzando lo stesso Control Number ma impostando il secondo data byte la prima volta con valore 0 e la seconda volta con valore 127.

La motivazione di questa necessità è dovuta al fatto che la loop station è compatibile con switch di tipo momentary (che chiudono il circuito nel momento in cui vengono premuti e lo aprono al rilascio) o pedali con potenziometro in modo da controllare varie effettistiche che richiedono un gradiente (e.g. distorsione, riverbero).

Dato che la pedaliera è stata progettata con dieci switch, in modo tale da avere una soluzione semplice e compatta, è stato pensato di creare diverse configurazioni che possono essere cambiate a run-time così da evitare di avere solamente dieci funzioni di controllo mappate. Gli switch, infatti, hanno funzionalità diverse a seconda della configurazione in cui si trova la pedaliera come mostrato in Tabella 1.

	Conf. 1	Conf. 2	Conf. 3	Conf. 4	Conf. 5	Conf. 6
Switch 1	CONF1	CONF1	CONF1	70	80	87
Switch 2	CONF2	CONF2	CONF2	71	81	88
Switch 3	CONF3	CONF3	CONF3	72	82	89
Switch 4	CONF4	CONF4	CONF4	CHOUT	CHOUT	CHOUT
Switch 5	64	64	64	64	83	90
Switch 6	65	70	75	65	84	91
Switch 7	66	71	76	66	85	92
Switch 8	67	72	77	67	86	93
Switch 9	68	73	78	CONF3	CONF4	CONF5
Switch 10	69	74	79	CONF5	CONF6	CONF1

Tabella 1 - Mapping tra gli switch e le funzionalità per ogni configurazione

I tipi di comando, come si evince dalla Tabella 1 sono tre:

- CONF_X serve a passare alla configurazione numero X;
- il numero indica il Control Number che verrà del messaggio Control Change che verrà inoltrato alla porta di uscita;
- CHOUT cambia la porta di uscita tra USB o MIDI.

Come detto in precedenza, la pedaliera è stata progettata per la loop station che è in grado di registrare e controllare il loop di 5 tracce contemporaneamente. Da questa caratteristica tecnica è stato scelto di creare due file da 5 switch. In questo modo, l'ordine dei tasti rispecchia l'indice della traccia che si vuole controllare.

Per esempio, come è possibile notare dalla Tabella 1, nella prima configurazione vediamo che i primi 4 tasti servono a passare alle corrispondenti 4 configurazioni mentre il quinto e ultimo della fila ha associato un Control Number di 64 che ha la funzionalità di fare il Play/Pause di tutt'e cinque le tracce. La seconda fila invece ha dei Control Number che vanno da 65 a 69 che servono ad avviare la registrazione della traccia corrispondente alla posizione dello switch, ad esempio il primo switch della seconda fila avvierà la registrazione della traccia 1 e così via.

In breve, la prima configurazione serve a controllare la registrazione delle tracce. A seguire la seconda configurazione è adibita al Play/Pause delle tracce audio. La terza configurazione serve ad eliminare le tracce. La quarta configurazione serve ad avere il Play/Pause ed il Record/Over-dub delle prime 3 tracce tutto in un'unica configurazione. Le ultime due configurazioni sono di general purpose.

3. Risultati Ottenuti / Argomenti Teorici Trattati

L'argomento teorico, di fondamentale importanza, trattato prima della realizzazione della pedaliera è stato il protocollo MIDI per capirne il funzionamento e le necessità hardware e software per utilizzarlo.

È stato necessario anche trattare argomenti di tipo elettronico ed elettrotecnico per il collegamento delle parti elettriche.

Una volta programmata la loop station, abbiamo testato la pedaliera collegata ad essa e si è rivelata funzionare in tutte le features da noi progettate e programmate. La pedaliera è stata testata anche su una porta USB di un PC ed anch'essa è risultata funzionante potendo controllare dei software musicali compatibili con il protocollo MIDI.



Figura 5 - Risultato finale della pedaliera