



Theremino

COLLEGARE RELÈ E ALTRI DISPOSITIVI AL PC

21 April 2017

Introduzione

Questo articolo descrive come collegare semplici dispositivi di input-output (ad esempio Relè e Sensori) e gestirli in modo semplice con un PC.

Non sono richieste conoscenze di elettronica e nemmeno saper programmare (come sarebbe necessario con Arduino), ma solo nozioni di base della elettrotecnica.

Si possono quindi costruire semplici apparecchi di controllo "fai da te", ad esempio termostati e temporizzatori, da utilizzare in laboratorio o per esperimenti con gli studenti. Ma si possono anche leggere sensori di umidità, pressione, illuminazione, capacità, tensione e corrente e aggiornare i dati ricevuti in un file di LOG. Il tutto senza scrivere una sola riga di software o di firmware.

Proseguendo con la sperimentazione si potranno apprendere tecniche di automazione più complesse che permetteranno di programmare cicli di riscaldamento, tempi di salita e discesa delle temperature, pilotare servomotori, fino a costruire macchine a controllo numerico, robot e altre apparecchiature per ricerche avanzate nei campi della geologia, della musica, della radioattività e della didattica.

Per iniziare

La base dell'input-output è il modulo chiamato "Master" che si collega a una porta USB ed è immediatamente pronto. Non servono driver o CD da installare.



Si può costruire il Master con un kit di montaggio che i [cinesi vendono per soli 8 Euro](#) (Nota 1), oppure si può acquistarlo [già montato e averlo in tre giorni](#) spendendo solo qualche Euro in più.

Quelli con i cerchi bianchi sono i dodici Pin che portano i segnali di ingresso e uscita, chiamati "SIG". Vicino ad essi sono disponibili i collegamenti di massa "GND" e quelli di alimentazione "+5V" e "3.3V". La disposizione dei Pin permette di collegare direttamente i cavetti di gran parte dei sensori e servomotori comunemente usati.

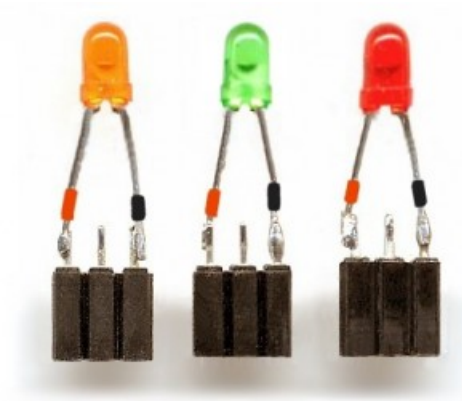
In [questo documento](#) sono spiegate le caratteristiche del modulo Master, in [questa pagina](#) si trovano altre informazioni e qui si trovano gli [schemi elettrici](#).

(Nota 1) Dato che si parla di soldi è importante sottolineare che con i miei articoli spiego solo "come si fa" - Non sto facendomi pubblicità e non ricevo percentuali - "Thereminostore" e il "Sistema Theremino" sono due realtà completamente diverse. Il sito www.thereminoshop.com è di una società commerciale cinese con sede a Shenzhen che vende prodotti costruiti in base a progetti Open Source. Mentre il "Sistema Theremino", di cui faccio parte, è solo un gruppo di amici che collaborano e si scambiano idee in Open Source. Il sito www.theremino.com, su cui pubblichiamo i nostri progetti, ha solo finalità didattiche, senza fini di lucro e non accetta pubblicità.

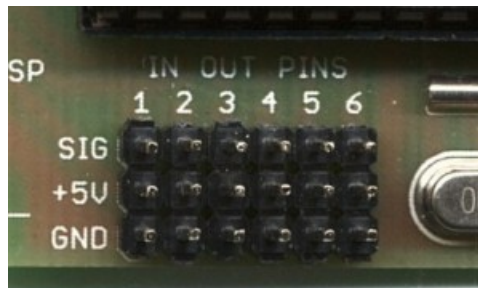
Il primo "output"

Iniziare è abbastanza facile, basta saper utilizzare un PC con Windows, saper scompattare i file ZIP, saper utilizzare le cartelle ecc..

Il modo più facile per iniziare è preparare qualche led su connettori a tre vie, passo 2.54 mm, come i seguenti:



I led vanno poi calzati nei "Pin" (gruppi di tre poli) del Master, magari iniziando dal Pin 1, 2, 3 ecc.. Il positivo del LED a "Signal" e il negativo a "GND". Se li si collegano al contrario non si rompe niente, semplicemente non si accendono.



Poi per configurare i Pin utilizzati e accendere i Led si deve [scaricare la applicazione HAL](#). E non sarebbe male scaricare anche [la applicazione SlotViewer](#) che permette una più facile e comoda regolazione della luminosità, nonché una migliore comprensione di come si utilizzano gli Slot.

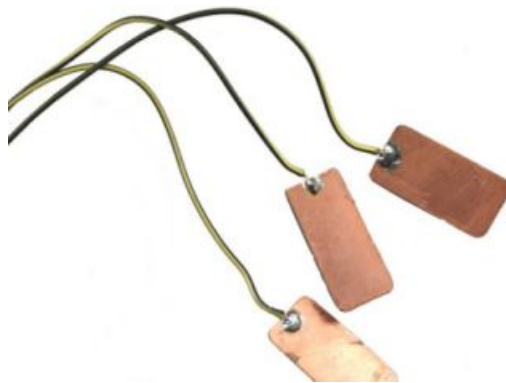
In [questo documento](#) sono spiegate le operazioni di base da imparare.

Collegare un pulsante



I pulsanti si collegano a GND e SIGNAL. Un solo Master ne può leggere fino a 12 (e anche molti di più con i moduli multiplexer). Poi si configurano i Pin utilizzati come Dig_In_PU (Nota 1) e funzionano immediatamente.

(Nota 1) Il "PU" finale sta per "Pull-Up" e permette di collegare pulsanti, microswitch e altri sensori in modo semplice, senza aggiungere resistori o altri componenti esterni.



Una opzione interessante sono i pulsanti capacitivi, semplici piastrine conduttive grandi come un francobollo con un filo saldato. Il Master può leggerne fino a sei. Si configurano i Pin utilizzati come "Cap 16" e funzionano immediatamente. Maggiori informazioni sui tasti capacitivi nel file di istruzioni che si scarica con la [applicazione Theremino HAL](#). Per comodità si può anche scaricare questo file facendo click su [questo collegamento](#) e andare subito alle pagine 25, 26, 27, 28 e 29.

Collegare un potenziometro



Anche collegare potenziometri è facile. Si collega uno degli estremi a GND, l'altro estremo al 3.3 volt che si trova sul connettore ICSP e il centrale a "Signal" di uno dei Pin da 1 a 6 del Master. Poi si configura l'ingresso utilizzato come "Adc 16" e il potenziometro è immediatamente utilizzabile per controllare servomotori, temperature, automatismi in genere e regolazioni software di tutte le applicazioni del sistema.

Qualche esempio? Con un potenziometro si potrebbe scorrere un suono campionato avanti e indietro, oppure un video, o anche ambedue insieme. Oppure si potrebbe variare la sintonia o il volume del [Theremino SDR](#) che è un ricevitore radio completamente scritto in software.

Collegare un servomotore



I servomotori (normalmente chiamati "servo") si collegano direttamente a un Pin del Master. Poi si configura il Pin come "Servo 16" e si può immediatamente muoverli con grande precisione (circa l'uno per mille su un angolo di rotazione di circa 180 gradi).

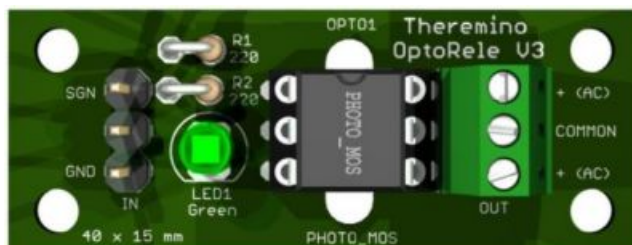
I servo piccoli forniscono già una buona coppia (più di 1 Kg cm) e consumano così poco che se ne possono alimentare molti con i soli 500 mA forniti dalla USB2 cui è collegato il Master. Se si

aggiunge un alimentatore da 5 volt esterno si possono anche muovere i servo più potenti che hanno una coppia da spezzare le dita (fino a 30 Kg cm e oltre).

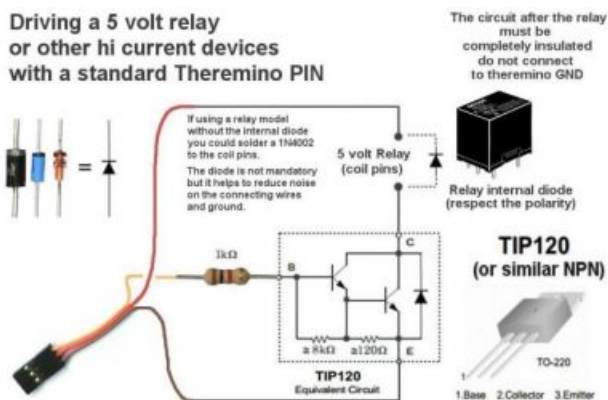
Con i servo si possono muovere oggetti fisici ma anche ruotare manopole e controllare apparecchiature dall'esterno senza modificarle. Con un po' di ingegno si possono risolvere problemi di automazione altrimenti difficili. Un esempio potrebbe essere di ruotare la manopola di un dimmer o di un regolatore di velocità e controllare enormi potenze in modo sicuro. Agire in modo meccanico piuttosto che elettrico, per quanto possa apparire poco tecnologico, elimina i collegamenti galvanici potenzialmente pericolosi.

Per informazioni approfondite sui servo leggere [questa pagina](#)

Collegare un relè



In [questa pagina](#) si possono trovare numerose soluzioni per ogni tipo di relè, dai [relè stato solido](#) ai [MOS fotoaccoppiati](#), ai [TRIAC fotoaccoppiati](#) che possono controllare carichi collegati alla rete, ai semplici [transistor o MOS](#) per pilotare piccoli motori a spazzole o altri dispositivi a bassa tensione in continua.



Collegare un Relè meccanico a una delle dodici uscite del modulo Master richiede un [semplice circuito di pilotaggio](#). Sono solo due componenti e quindi può essere costruito "Fai da te".

Ad un singolo Master si possono collegare fino a 12 Relè ma esistono anche [soluzioni più raffinate](#) per collegare un numero illimitato di relè in catena, a gruppi di otto per ogni scheda.

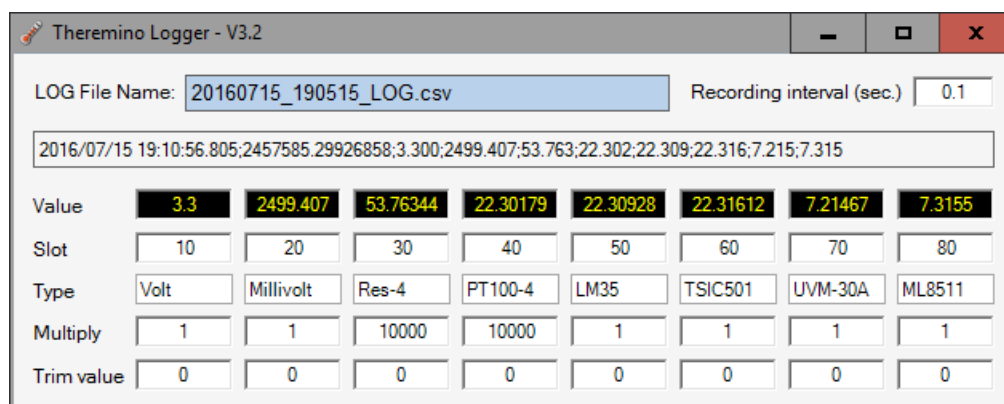
Un semplice termostato



Da [questa pagina](#) si scarica la semplice applicazione "TempController" che è stata scritta da Marco Russiani, un maker che in breve tempo ha imparato così bene come utilizzare il sistema Theremino da iniziare lui stesso a produrre piccole, ma utili, applicazioni. In [questo documento](#) si possono leggere le sue osservazioni e le istruzioni per l'uso.

Con il TempController si possono termostatare forni, processi chimici e apparecchi per esperimenti e dimostrazioni scolastiche.

Scrivere i dati dei sensori in un file



Questa applicazione permette di scrivere un file di LOG che si potrà poi leggere con Excel o altre applicazioni, [ad esempio KST](#), per analizzare i dati e generare tabelle. I dati dei sensori vengono scritti con cadenza regolabile da tempi molto lunghi fino a cento volte al secondo. I sensori più comuni sono già preimpostati ma si possono anche leggere tensioni e condizionarle per leggere ogni tipo di sensore.

Se si collegano i sensori direttamente al [Master](#) si può ottenere una risoluzione di poco più dell'uno per mille. Se invece si utilizza il [modulo Theremino Adc24](#) si può arrivare oltre una parte su dieci milioni (lo 0.0001 per mille). Per maggiori informazioni leggere la [documentazione del Theremino ADc24](#).

In [questo video](#) si vede la sensibilità e stabilità di misurazione della temperatura ottenibile con il solo modulo Master e un sensore economico come un LM35. Questo sensore è tarato durante la sua costruzione e si ottiene una precisione di 0.25 gradi centigradi senza nessuna taratura. Naturalmente utilizzando un Adc24 e sensori più costosi (ad esempio PT100 o PT1000) si potrebbero ottenere prestazioni anche migliori.

Semplice programmazione

Il sistema Theremino è modulare per cui si possono utilizzare le oltre cinquanta applicazioni così come sono e farle comunicare tra loro per ottenere funzionamenti complessi con sensori e attuatori. Si possono utilizzare queste applicazioni configurandole come si fa con un mouse o una stampante e non è necessario scrivere software.

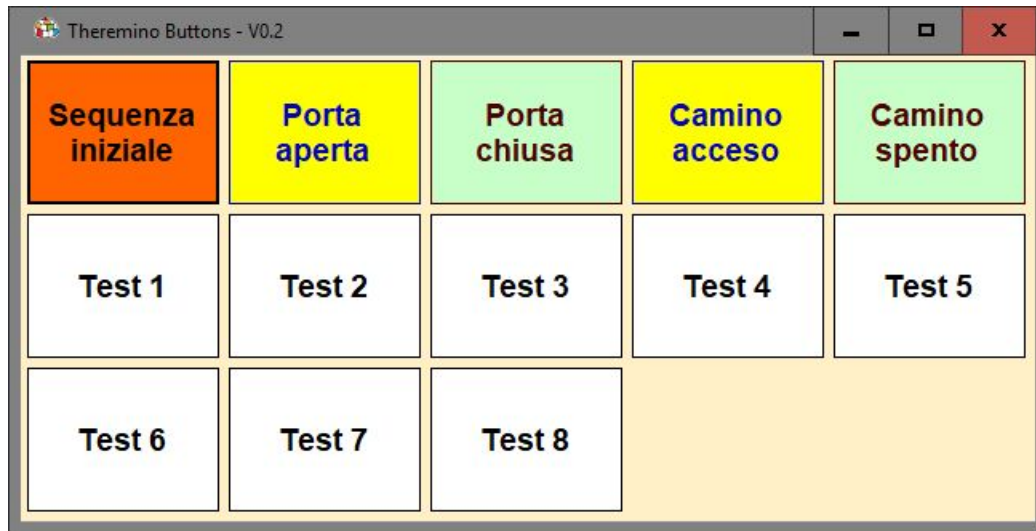
Abbiamo progettato il sistema per la massima semplicità in modo da permettere a chiunque di creare apparecchi di automazione complessi, anche senza conoscere l'elettronica e la programmazione.

Vi sono però casi in cui diventa necessario scrivere alcune righe di software. Per cui abbiamo previsto anche di poter programmare con linguaggi scritti da noi in Open Source e con il Visual Studio di Microsoft (non Open Source ma gratuito).

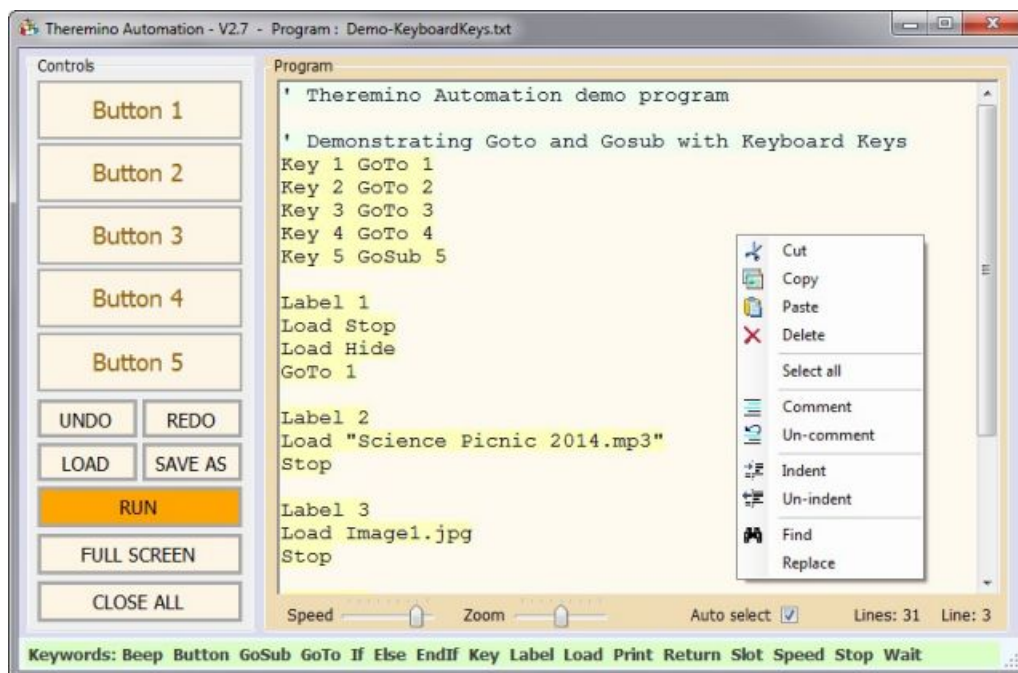
Ecco i linguaggi che si possono utilizzare, dai più semplici ai più complessi.

- Il primo non è nemmeno un linguaggio ma semplici pulsanti da cliccare con il mouse o con il touch screen. Ma questi pulsanti sono assai più potenti di quel che può apparire a prima vista. Li si possono configurare come comportamento dimensioni e colore e li si possono disporre in qualunque numero su una finestra. Con questi pulsanti si possono comandare operazioni di automazione anche abbastanza complesse, muovere

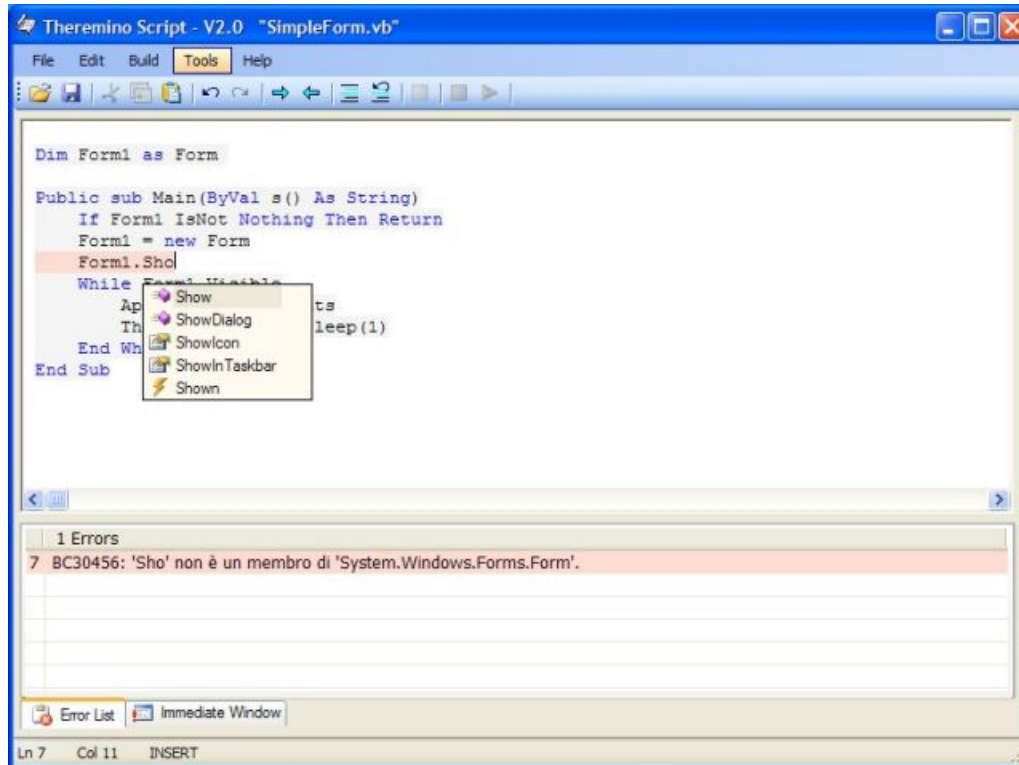
servomotori con destinazione e velocità variabile ed eseguire altre utili funzioni. La applicazione Theremino Buttons si scarica [da questa pagina](#).



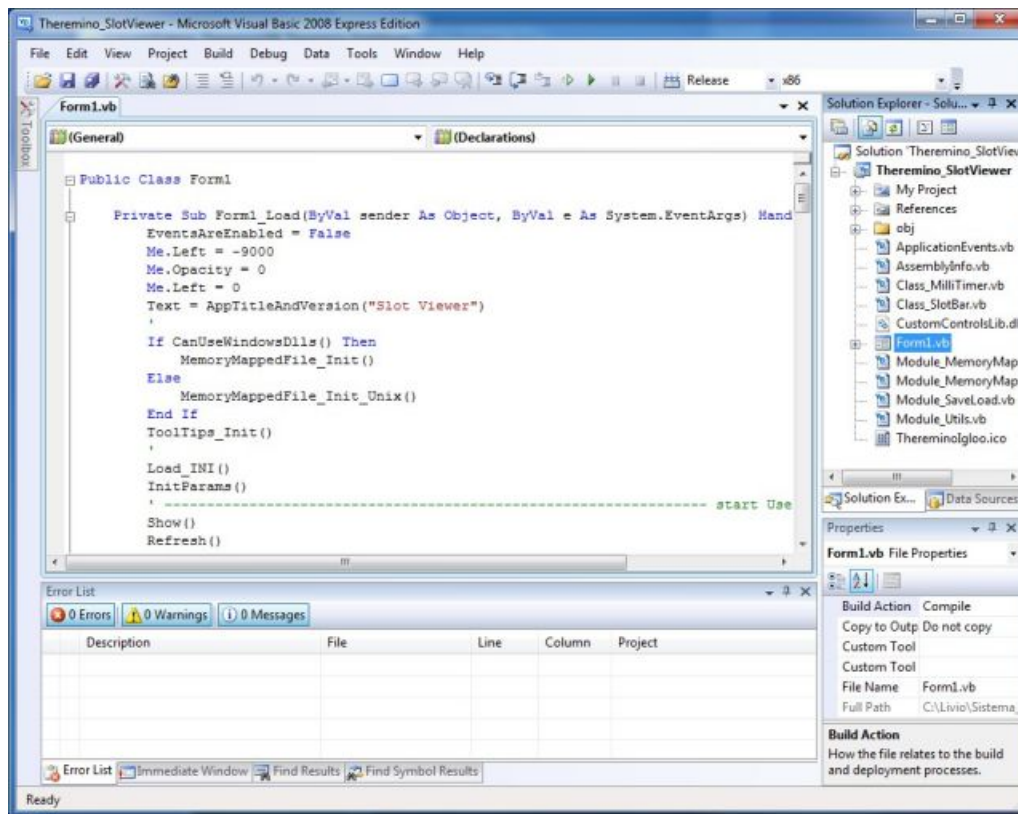
- Il secondo è Theremino Automation che abbiamo progettato per controllare piccoli processi di automazione. Si possono eseguire facilmente operazioni che sarebbero difficili da implementare anche con i linguaggi più potenti ma è consigliabile utilizzarlo solo per programmazioni semplici. Il limite è di poche righe, al massimo una pagina o due, poi diventerebbe troppo difficile mantenere la applicazione ordinata e comprensibile.



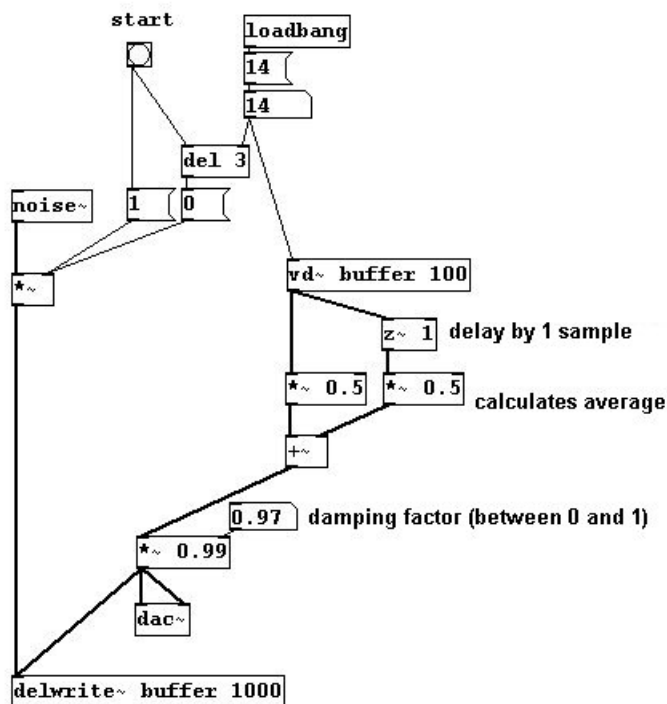
- Il terzo è Theremino Script. Lo abbiamo scritto negli anni 2013 e 2014 ed è molto più potente di Theremino Automation. Si possono creare applicazioni abbastanza complesse sia in VbNet che in CSharp. Ma anche questo linguaggio ha i suoi limiti, primo fra tutti la mancanza di un editor visuale per costruire le "finestre". Un altro limite importante è la mancanza di "Break points" con cui esplorare il funzionamento delle funzioni e i valori delle variabili.



- Il quarto è Visual Studio. Questo è l'unico non scritto da noi, quindi non è Open Source ma è offerto gratuitamente da Microsoft. Visual Studio è adatto per costruire applicazioni di qualunque complessità ma ci vogliono anni per acquistare anche solo un minimo di dimestichezza con le tecniche di base. Le nostre numerose applicazioni, da utilizzare come esempi, possono facilitare l'apprendimento. Ma si consiglia questa lunga strada solo a chi ha veramente molto tempo e pazienza.



- Il quinto, che stiamo preparando in questi mesi (primavera 2017), è un linguaggio grafico Open Source che probabilmente si chiamerà "Theremino DataFlow" e sarà simile a "[Pure Data](#)". Questo è un linguaggio di tipo "[Dataflow programming](#)". E un linguaggio veloce, potente e facile da apprendere, ma limitato ad alcuni tipi di applicazioni, principalmente applicazioni musicali e di controllo processo.



Per certi versi Pure Data è più facile da utilizzare dei software "procedurali" come ad esempio il "Basic" e il "C" e probabilmente chi non conosce questi linguaggi potrebbe trovare in Pure Data un approccio alla programmazione più "umano". Ma chi già programma si trova spiazzato e deve ricominciare quasi da zero, in quanto i linguaggi "Dataflow" hanno metodi e parole chiave totalmente diversi da tutti gli altri.

Pure data è un software Open Source per cui possiamo modificarlo per leggere e scrivere gli Slot del sistema Theremino. Con [questo link](#) si può scaricare la versione 0.47 (lunga 8 mega circa) a cui abbiamo aggiunto un emulatore di basso elettrico per le prime prove. Questa versione non comunica ancora con gli Slot del sistema Theremino ma può essere utilizzata per iniziare a imparare a collegare i blocchetti uno con l'altro.

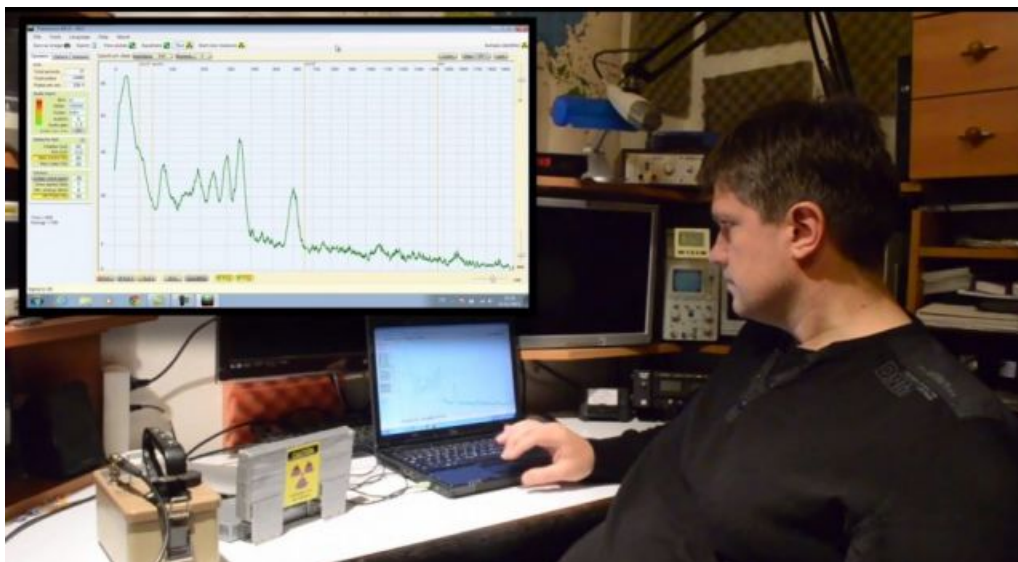
Per iniziare a vedere qualcosa che si muove e suona si consiglia di:

- Decomprimere lo ZIP in una qualunque cartella e lanciare PD.exe
- Premere "File" e "Open"
- Premere "Livello superiore"
- Aprire la cartella "Extra"
- Aprire la cartella "Bassemu"
- Aprire la cartella "Examples"
- Aprire il file "simple-sequencer.pd"
- Ora ci saranno due finestre aperte, sulla prima abilitare il quadratino "DSP" (che attiva la parte audio). Sulla seconda abilitare il quadratino "Steps/Beat" (in alto a destra).
- Provare l'effetto dei cursori "Cutoff", "Reso", "Env mod" e degli altri parametri.

Per imparare seriamente a utilizzare questo linguaggio è bene iniziare da [questa pagina](#), leggere la documentazione e fare molti esperimenti. Ci vorrà molta pazienza... auguroni :).

Tecniche avanzate

Proseguendo con la sperimentazione si possono effettuare esperimenti via via più complessi. Tanto per avere una idea si può dare una occhiata a qualche video su YouTube.



Spettrometria Gamma: <https://www.youtube.com/watch?v=NXQRuibuPqo>

Theremino Geiger: <https://www.youtube.com/watch?v=9ID0YkCQBEU>

Theremino Checker and Ratemeter: <https://www.youtube.com/watch?v=lwtVInDgFwY&t=4s>

Strumenti musicali: <https://www.youtube.com/watch?v=QW7XHh9nijo>

Automazione: <https://www.youtube.com/watch?v=Vbp9s5EG10E&feature=youtu.be>

Theremino Logger: <https://www.youtube.com/watch?v=2bw9u6w5rEw&t=30s>

La applicazione Theremino Dolfrang: <https://www.youtube.com/watch?v=v4k6kNXS1lM>

Geologia con dolfrang e Geopsy: <https://www.youtube.com/watch?v=ILuNowI9U9g>

Decodifica di trasmissioni in alfabeto morse: <https://www.youtube.com/watch?v=xwpt4BjZKY0>

Decodifica di trasmissioni in alfabeto morse: <https://www.youtube.com/watch?v=eaK9QHxOVVs>

Decodifica di telescriventi meteorologiche: https://www.youtube.com/watch?v=a328_j_SM2M&t=27s

Copyrights

Tutto il software e l'hardware del sistema Theremino sono [Freeware e OpenSource](#) nel significato più ampio dei termini.

Non ci sono copyrights ne brevetti, potete quindi utilizzare ogni parte del sistema nei vostri progetti, modificarla e anche trasformarla in prodotti commerciali a vostro nome.

Tutto è inedito ed è stato costruito collettivamente dai collaboratori del sistema. Potete quindi copiare ogni immagine, software, schema o progetto senza pericolo di infrangere alcun Copyright.

Il sistema Theremino non chiede mai di registrarsi, non accetta pubblicità, non invia spam e non vende hardware. Noi spieghiamo solo "come si fa".

Tutte le applicazioni del sistema funzionano anche senza hardware, si possono quindi effettuare molti esperimenti senza spendere niente.

Estratto da "<http://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Theremino:collegare-rel-e-altri-dispositivi-al-pc>"