

Pianoforte digitale ad acqua

A.Zizi

Destinatari: alunni scuola primaria - classe 3-5

Introduzione

Il progetto prevede la realizzazione di un pianoforte ad acqua che in realtà è uno strumento musicale vero e proprio in grado di generare autentici segnali MIDI (Musical Instrument Digital Interface) utilizzati per pilotare un generatore di suono installato sulla LIM. Tale strumento potrà essere suonato da 10 studenti contemporaneamente.

Il progetto comprende varie fasi alcune delle quali dovranno essere realizzate autonomamente dagli alunni con la supervisione dell'insegnante, altre invece dovranno essere completate in presenza dall'esperto informatico che durante l'implementazione le descriverà (con opportune semplificazioni) agli studenti.

Obiettivi

- Offrire l'opportunità di crescita e di maturazione attraverso esperienze gratificanti così da contribuire all'affinamento di abilità manuali e allo sviluppo di competenze e conoscenze legate al mondo della tecnologia.
- Sperimentare nuove metodologie didattiche nelle varie discipline scientifiche.
- Promuovere l'acquisizione di conoscenze di base relative ai sistemi elettrici ed elettronici, anche in un'ottica di sicurezza elettrica (cosa non fare con i dispositivi alimentati dalla tensione di rete).
- Sviluppare il pensiero computazionale mediante analisi e discussione di semplici diagrammi di flusso.
- Introdurre il significato di calcolo digitale e i concetti dei sistemi a microprocessore.
- Promuovere e valorizzare la creatività dei singoli mediante il coinvolgimento diretto nel progetto e nella realizzazione di idee personali per la sua realizzazione.
- Educare ad una operatività collaborativa.
- Coadiuvare lo sviluppo del senso musicale e ritmico: il concetto di sequenza.

Prerequisiti

- Concetto di potenziale elettrico (tensione)
- Concetto di corrente elettrica
- Concetto di resistenza elettrica
- Concetto di sequenza (differenza tra sequenza e insieme)
- Concetto di algoritmo inteso come una sequenza di passi elementari
- Formalismo grafico per il diagramma di flusso

Metodologia

Il progetto procede su tre binari paralleli, uno relativo ai contenuti tecnologici teorici, il secondo inerente all'attività costruttiva del pianoforte digitale ad acqua, e il terzo riguardante lo studio e l'esecuzione di un semplice brano musicale a più mani da suonarsi con lo strumento appena costruito. Nel presente documento saranno descritti i passi necessari per la costruzione l'hardware della pianoforte digitale ad acqua, mentre negli allegati sono presenti materiali didattici utilizzabili per lo sviluppo dei prerequisiti e alcuni brani adatti all'esecuzione multipla.

Beni e servizi

Per la realizzazione dello strumento sono necessari i seguenti oggetti:

- N. 1 tavolino plastica rotondo (diametro 80-100 cm) € 18,89
https://www.amazon.it/dp/B0002DFDMA/ref=asc_df_B0002DFDMA36857295?smid=A11IL2PNWYJU7H&tag=trovaprezzi-garden-21&linkCode=df0&creative=23422&creativeASIN=B0002DFDMA
- N. 8 piatti plastica resistente quadrati colore scuro € 6
- N. 12 piatti plastica resistente rettangolari bianchi € 8
- 1 rotolo nastro biadesivo spugna spessore 2-3 mm € 3
- 1 rotolo nastro alluminio largo (per idraulica/fumi) € 6
- 2 mt treccia multipolare 12 capi cavo rame 0.35mm (reperibile presso COMP.EL – Cagliari) c.a € 6
- N. 1 cavo usb A-B 5mt € 11,62 (Amazon)
- N. 1 confezione cavetti collegamento Arduino € 3,6
<http://www.redboole.com/cavi/44-65-cavetti-di-collegamento.html>
- 2 mt guaina termorestringente 2-3mm (reperibile presso COMP.EL – Cagliari) circa € 6
- N. 1 scheda Arduino Mega compatibile € 14 (compresi costi sped.)
<http://www.ebay.it/itm/ARDUINO-MEGA-COMPATIBILE-ATmega-2560-CH340G-Cavo-/131754895322?hash=item1ead3427da:g:NaoAAOSwvgdW6pFH>
- Umidificatore effetto nebbia € 7
<http://www.ebay.it/itm/NEBULIZZATORE-UMIDIFICATORE-ULTRASUONI-EFFETTO-NEBBIA /390949994039?hash=item5b066f7e37:g:aH0AAOSwY45UPADF>
- N. 20 resistenze 4,7 MOhm, 1/8 W €1
- N. 1 fruttiera (contenitore trasparente) € 4

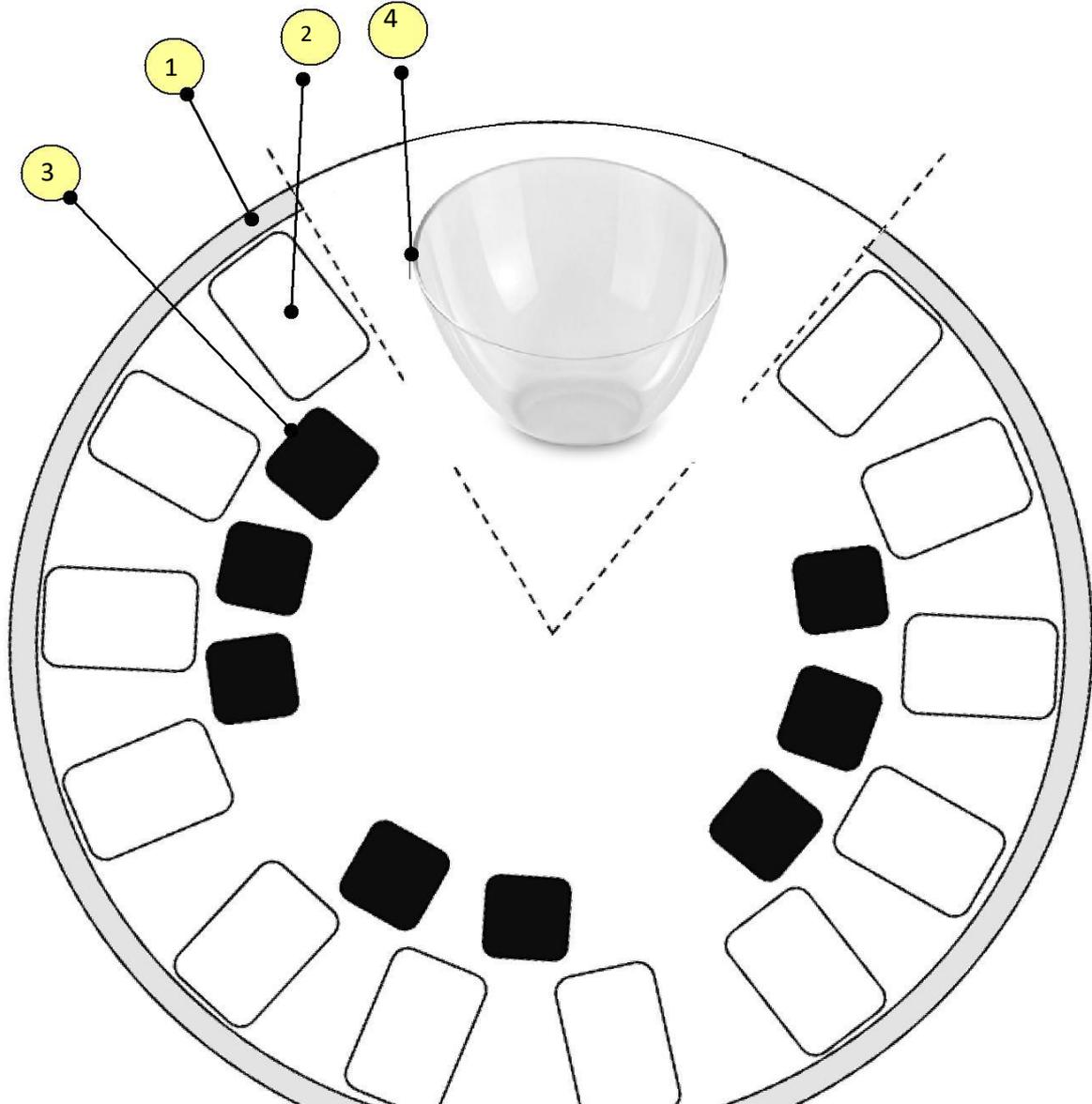


TOTALE ACQUISTI (approssimativamente) € 96,11

Costo esperto informatico: 4 ore

Costruzione dell'hardware

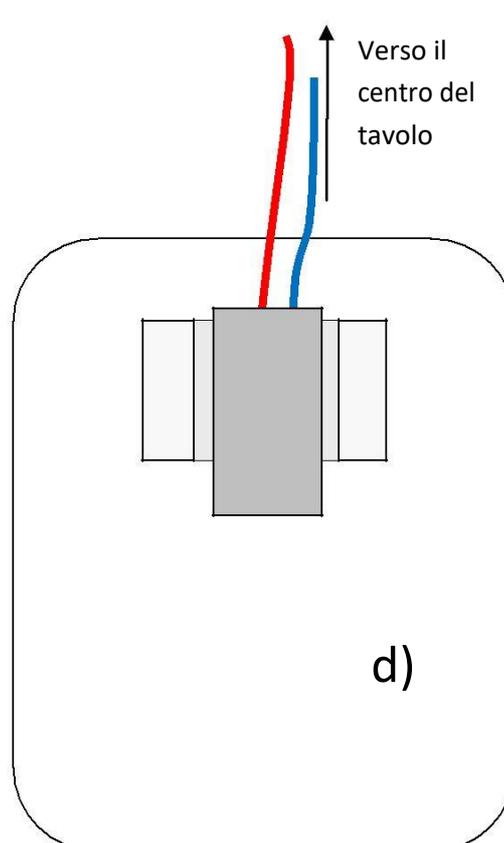
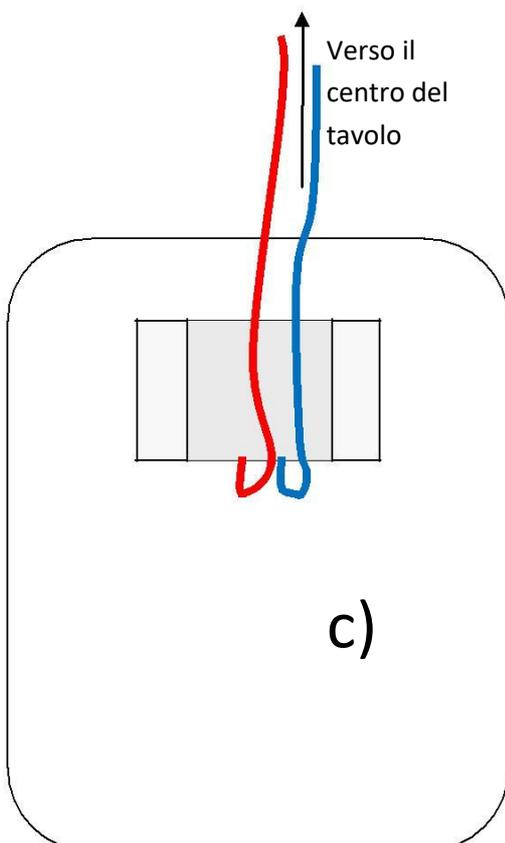
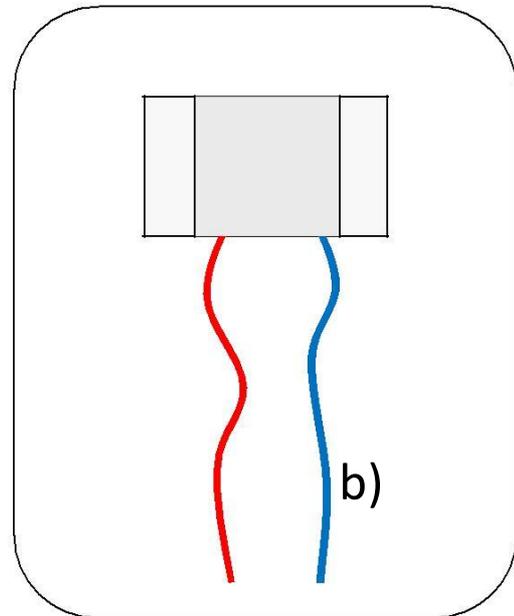
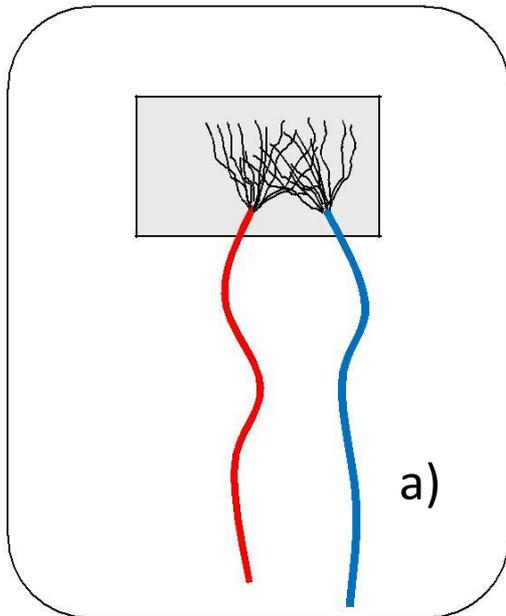
Dopo aver pulito il piano del tavolino con uno sgrassatore, lasciando libero un settore circolare di circa 75°, disporre il nastro di alluminio (1) senza interruzioni e attaccare al piano i 12 piatti bianchi uniformemente distribuiti (2) e 8 piatti neri (3) utilizzando il nastro biadesivo per fissarli. L'effetto finale dovrebbe essere come indicato in figura.



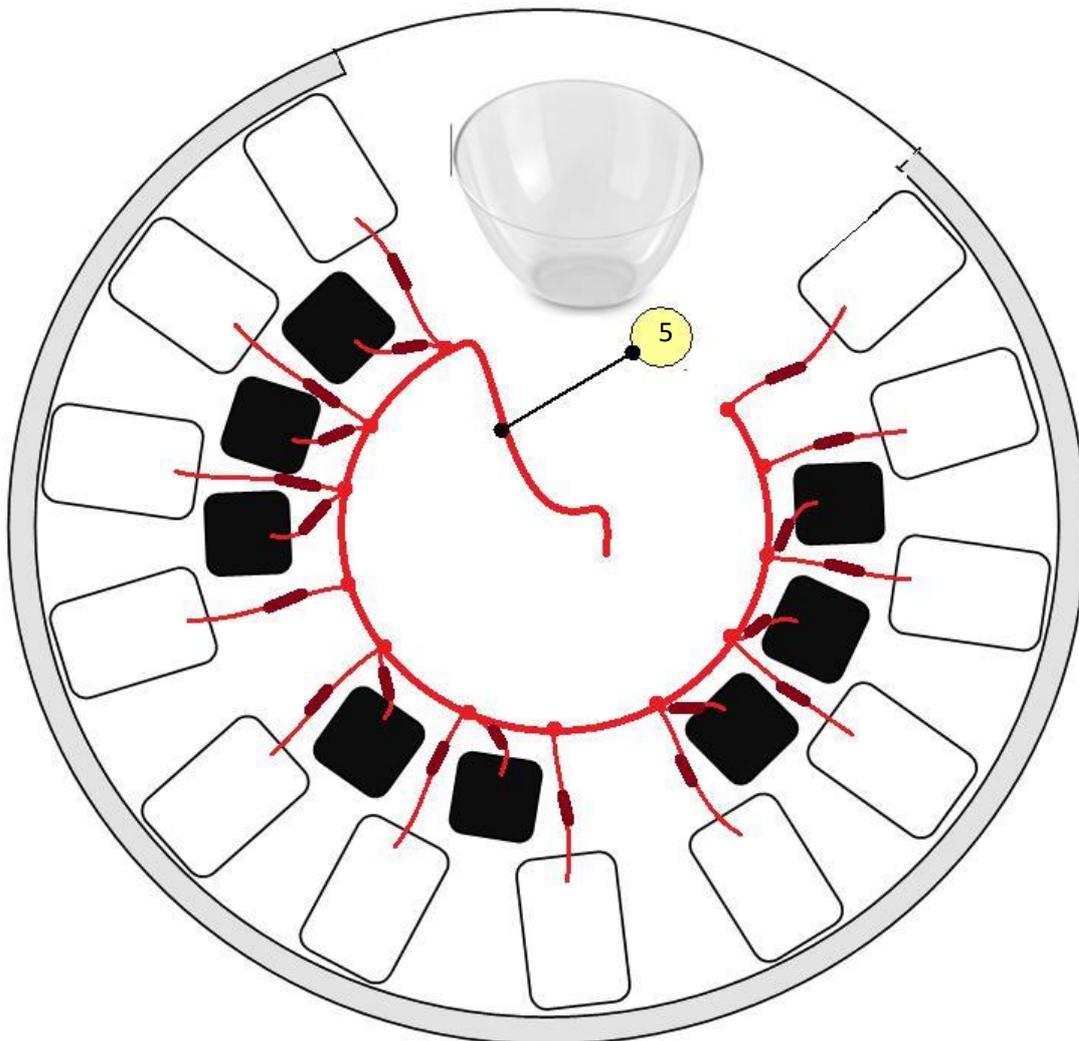
Nel settore circolare disporre poi una fruttiera trasparente (4) dentro la quale si dovrà posizionare l'umidificatore effetto nebbia.

Il secondo passo è quello di costruire gli elettrodi da posizionare dentro i piatti. Per fare questo si devono predisporre 10 spezzoni di filo elettrico da 80 cm di lunghezza, 10 spezzoni da 60 cm, 10 spezzoni da 50 cm e 10 spezzoni da 30 cm. I conduttori devono essere spellati in punta per circa 5 cm. In ognuno dei piatti bianchi dovranno essere collegati uno spezzone da 80 cm ed uno da 50, invece in ognuno dei piatti scuri si dovranno collegare uno spezzone da 60 cm ed uno da 30. Le connessioni avvengono in questo modo: si devono poi separare i singoli conduttori di ogni filo in

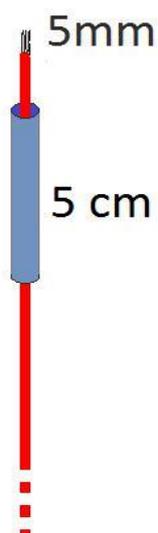
modo da creare una forma a ventaglio. Fatto questo si deve attaccare un pezzo di nastro di alluminio **sul fondo** di ogni piatto e sopra questo si devono collocare i conduttori (vd. figure sotto). Sopra i conduttori si applicherà un pezzo più piccolo di nastro di alluminio e, dopo aver piegato il filo elettrico in direzione del centro del tavolo si dovrà attaccare un terzo pezzo di nastro di alluminio. Queste pieghe servono per bloccare il filo e rendere il contatto più stabile.



Si deve ora predisporre un conduttore di rame in una circonferenza interna ai piatti scuri (5), come indicato in figura sotto. Tale conduttore sarà poi incollato al piatto dopo la saldatura delle resistenze a cura dell'esperto informatico.



Si deve predisporre il collegamento di ogni piatto al conduttore (5) attraverso il filo più corto precedentemente collegato al piatto stesso. Per fare questo è sufficiente spellare il filo corto di ogni piatto per la lunghezza di 5 mm. Successivamente si deve inserire nel conduttore un pezzo di guaina termorestringente della lunghezza di 5 cm, come si vede nella figura sotto.

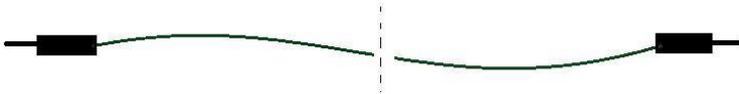


Ora è necessario predisporre le resistenze da 4,7 MOhm in modo che possano essere saldate al conduttore, operazione che sarà effettuata dall'esperto informatico. Per fare questo è sufficiente tagliare il filo di rame del componente in entrambi i lati per una lunghezza di 1 cm.

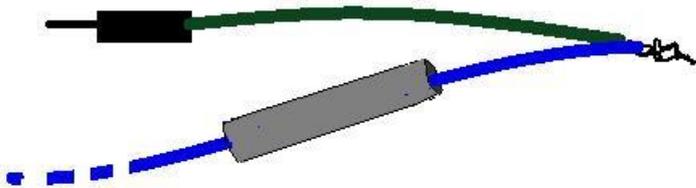


Ora si devono collegare i conduttori più lunghi ai connettori che poi dovranno essere inseriti negli appositi pin di ingresso di Arduino. Per fare questo si devono seguire i passaggi elencati sotto.

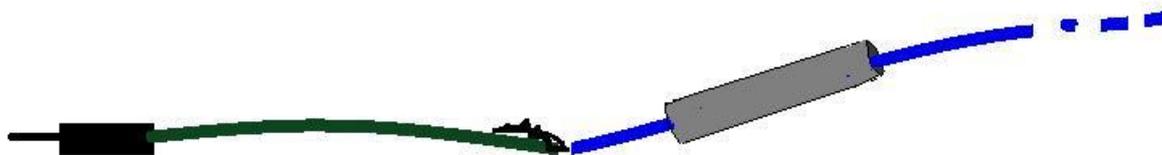
- 1) Inserire un pezzo di guaina termo restringente della lunghezza di 5 cm nel conduttore più lungo proveniente da ogni piatto.
- 2) Spellare il suddetto conduttore per una lunghezza di 2 cm.
- 3) Tagliare in due spezzoni il connettore per Arduino in modo da ottenere due cavetti di collegamento come mostrato nella figura sotto.



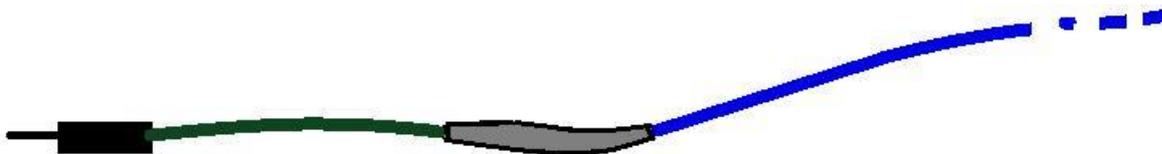
- 4) Spellare l'estremità di uno dei due connettori ottenuti per la lunghezza di 2 cm. Ripetere il procedimento per 20 connettori (in realtà per ottenere 20 connettori si devono dividere in due solo 10 cavetti connettori, come quello mostrato sopra)
- 5) Attorcigliare il rame di ognuno dei conduttori lunghi di ogni piatto con il rame dei connettori, come mostrato sotto.



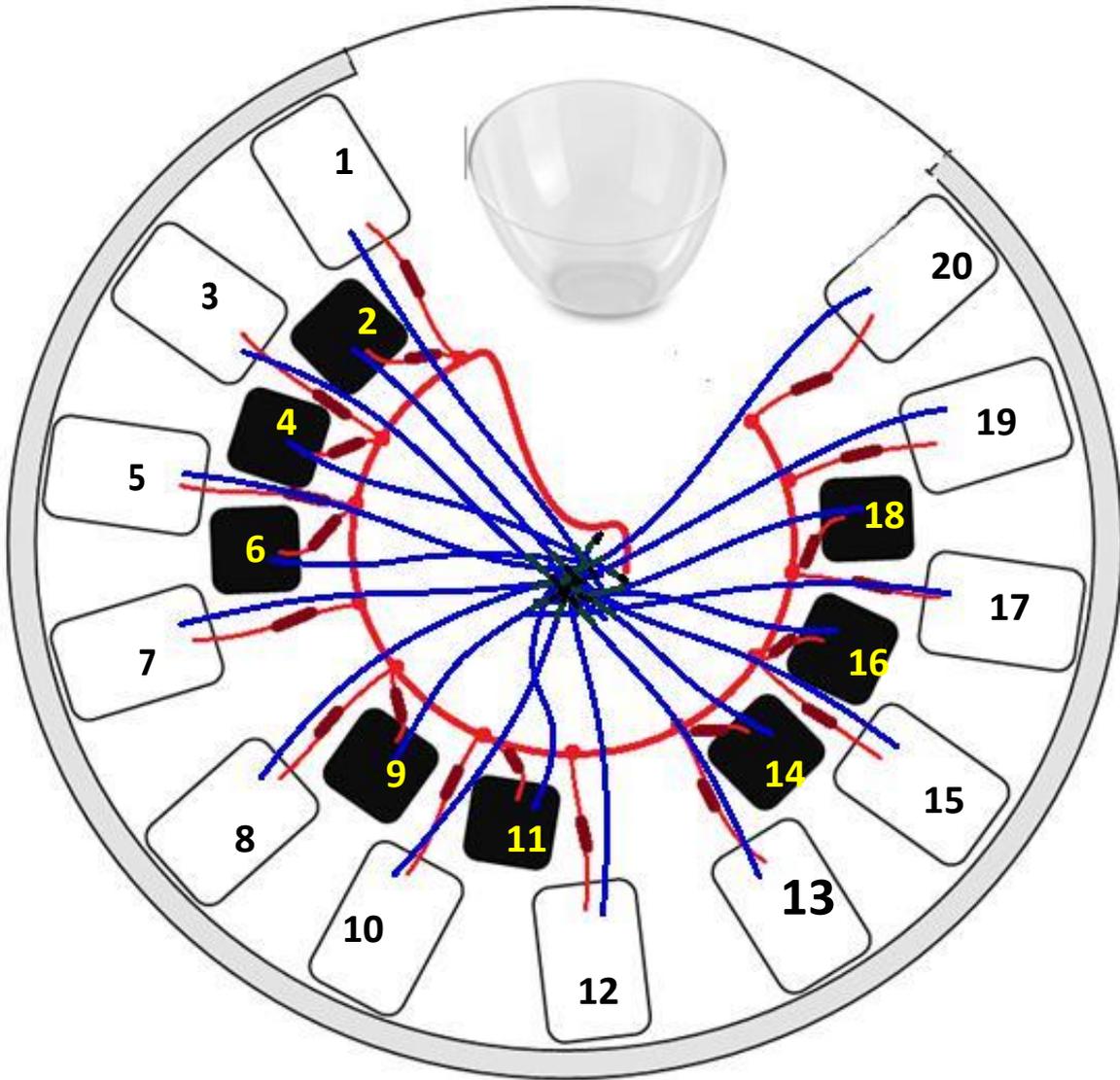
- 6) Estendere i conduttori piegando la giunzione nello stesso lato del connettore (vd. figura)



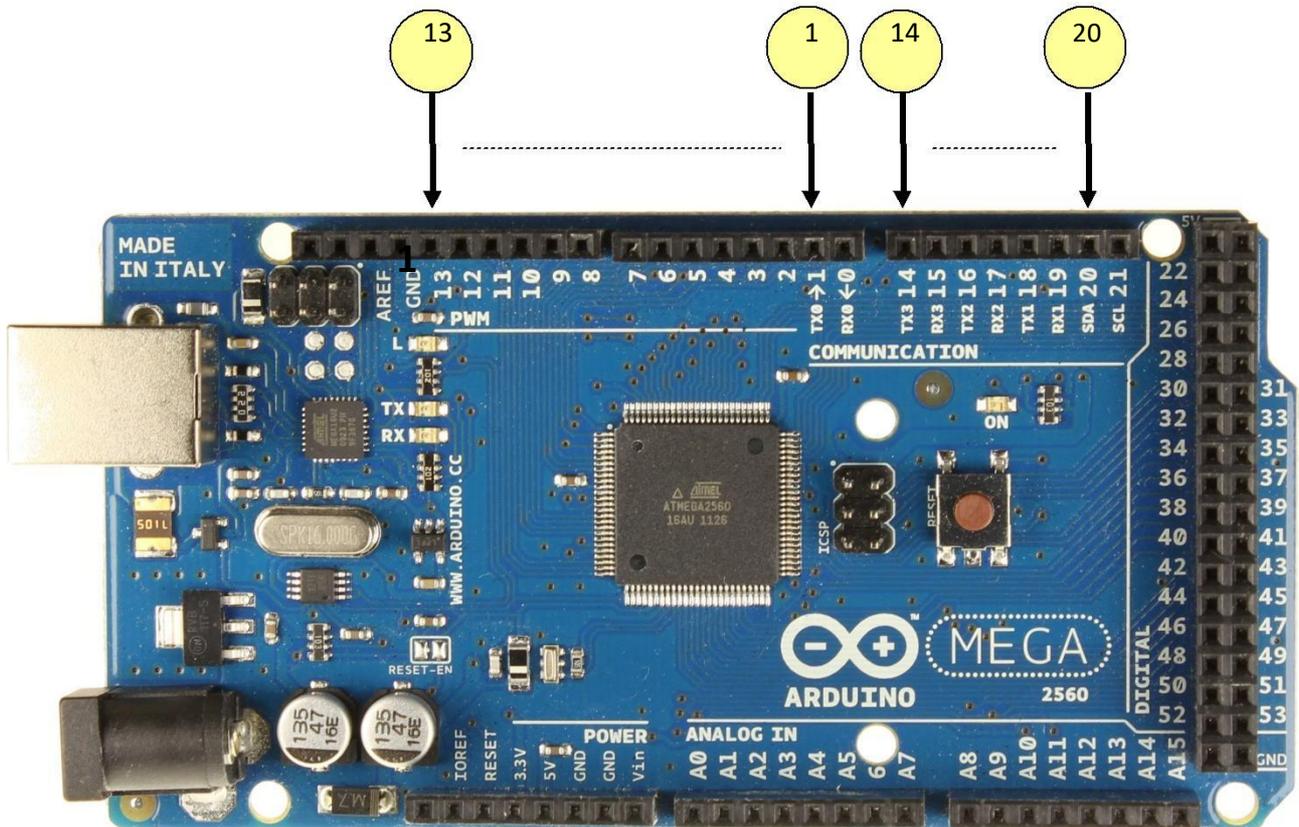
- 7) Posizionare la guaina termo restringente esattamente sopra il punto di giunzione e scaldarla rapidamente e uniformemente con un accendino, senza bruciarla, fino a quando diventa aderente alla giunzione stessa (vd. figura sotto).



Al termine del lavoro i 20 conduttori provenienti dai 20 piatti dovranno risultare collegati a 20 connettori attraverso 20 giunzioni isolate mediante la guaina termo restringente. La figura sotto mostra il risultato di questa fase, con la numerazione di ciascuno dei piatti (servirà per il prossimo step).



8) Ora è giunto il momento di inserire i connettori all'interno dei pin di ingresso della scheda a microprocessore. Per fare questo è sufficiente inserire ogni spinotto del connettore all'interno del relativo pin di Arduino. È assolutamente necessario rispettare la numerazione (piatto 1 al pin 1, piatto 2 al pin 2, etc.,) come mostrato nella figura seguente.

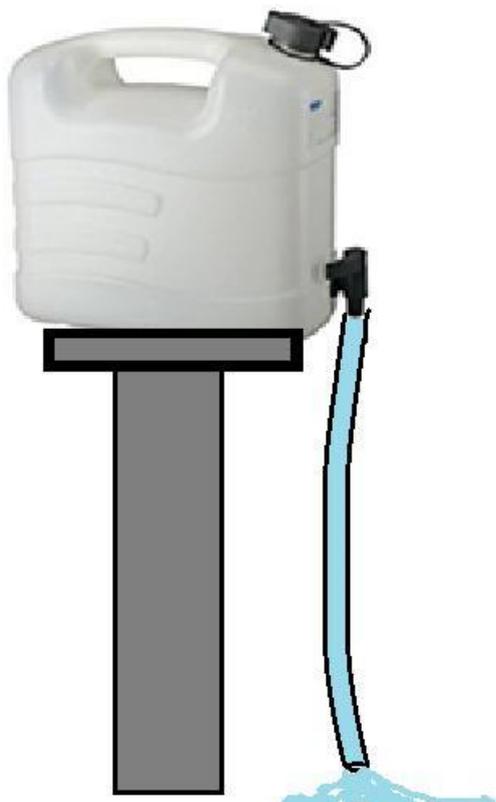


L'assemblaggio dell'hardware è praticamente terminato. Dopo aver inserito i connettori nei pin è consigliabile bloccarli con del nastro adesivo, in modo che non possano scollegarsi accidentalmente, inoltre è bene collocare al centro del tavolo la scheda Arduino a microprocessore, cercando di metterla al riparo da schizzi d'acqua e dal vapore. A questo proposito è consigliabile collocare in posizione sicura la scheda a microprocessore (ad esempio dentro una vaschetta di gelato vuota, meglio se trasparente). Nella porta usb della scheda andrà inserito l'apposito cavo che al termine dovrà essere collegato con il computer della LIM.

Completamento del progetto (in presenza)

Il prossimo step prevede il completamento dello strumento in presenza dell'esperto esterno. In questa fase, che non dovrebbe necessitare più di 4 ore, si provvederà alla scrittura del programma di gestione della scheda a microprocessore, alla descrizione del suo diagramma di flusso, e all'installazione di un software nella Lim che fungerà da virtual piano. In questa fase sarà anche spiegato il funzionamento elettrico del pianoforte digitale ad acqua e si eseguirà il test di funzionamento.

Tensione, resistenza e corrente elettrica



I fenomeni elettrici

Per comprendere cosa si intende per tensione elettrica è utile fare un paragone con l'acqua. Supponiamo di riempire di acqua un contenitore provvisto di rubinetto e di collocarlo sopra una piattaforma rialzata. Cosa succede se colleghiamo un tubo e apriamo il rubinetto?

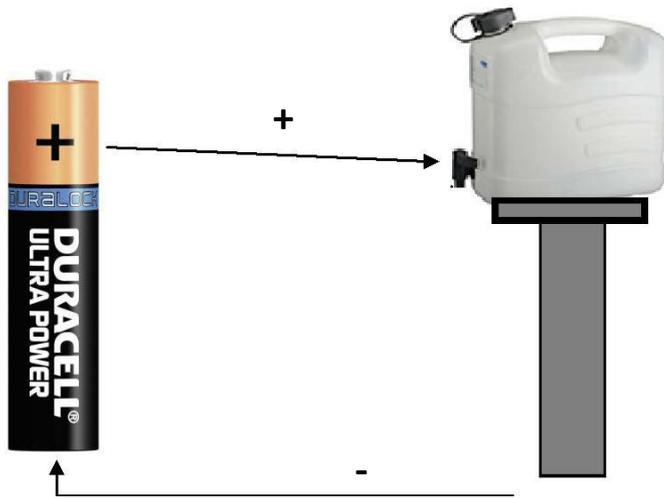
L'acqua inizierà a scorrere verso terra, con una certa velocità e con una quantità di flusso che sarà tanto più grande quanto più il tubo è grosso, e quanto più il contenitore sarà posizionato in alto. Riassumendo, il flusso d'acqua sarà maggiore se il contenitore si trova più in alto e se il tubo (grosso) non oppone troppa resistenza al passaggio dell'acqua.

Se invece il tubo è più sottile, magari più irregolare, allora l'acqua dovrà faticare di più per attraversarlo dunque uscirà un flusso minore. In altre parole si dice che il tubo oppone una resistenza maggiore al passaggio dell'acqua quindi riuscirà a rallentare l'uscita. La stessa cosa succede se il contenitore si trova più in basso: l'acqua presente nel contenitore avrà meno energia quindi attraverserà il tubo con un flusso minore.



Ora siamo pronti per comprendere i fenomeni elettrici...

L'altezza a cui si posiziona il contenitore si chiama tensione elettrica (o differenza di potenziale) e si indica con la lettera V (Volt). Ad esempio le batterie che si utilizzano per i giocattoli hanno quasi sempre un potenziale di 1,5V. In queste batterie c'è un elettrodo contrassegnato con il simbolo + ed uno contrassegnato con il simbolo -. Il simbolo + equivale al contenitore pieno d'acqua e collocato **Più in alto**, il simbolo - equivale al livello 0 (terra).



Il tubo in cui passa l'acqua è un conduttore elettrico, un filo di rame, mentre il tubo tutto piegato può essere paragonato ad una resistenza elettrica (R) che si misura in Ohm. Il disegno della resistenza elettrica è questo:



proprio per ricordare il fatto che deve ostacolare il passaggio dell'elettricità.

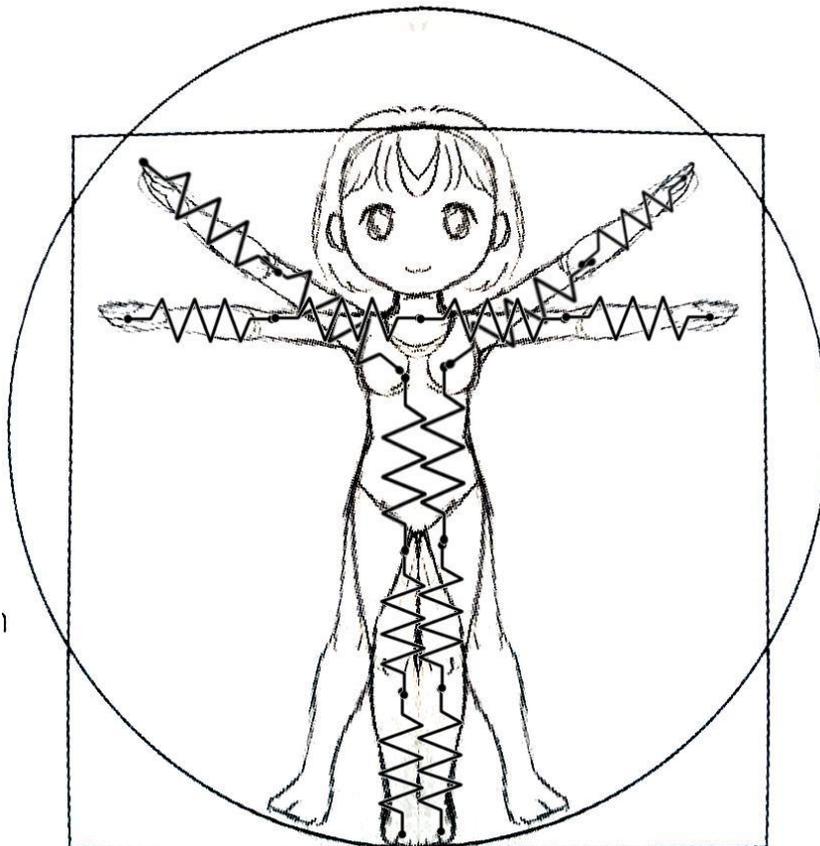
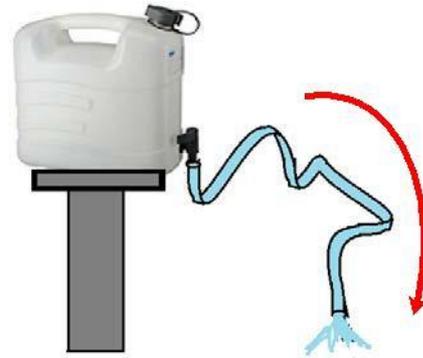
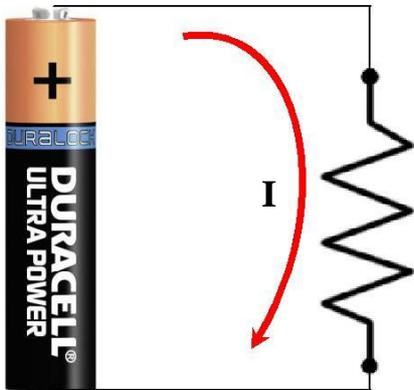
Il flusso d'acqua che passa in un determinato tempo, in ambito elettrico si chiama corrente elettrica (simbolo I), si misura in Ampere (A) e la sua grandezza dipende dalla tensione V e dalla resistenza R, con questa legge:

corrente = tensione : resistenza.

Una resistenza collegata tra il + e il - di una batteria si comporta come un tubo di gomma collegato al contenitore dell'acqua. Circolerà una corrente nella resistenza fino a scaricare la batteria, così come nell'esempio circolerà l'acqua fino a svuotare il contenitore.

Se la resistenza è una piccola lampadina, succederà che la lampadina rimarrà accesa finché la tensione della batteria sarà maggiore di zero, e si spegnerà non appena la batteria sarà

completamente scarica. In tutto questo tempo nella resistenza (e nei fili) circolerà una corrente I , proprio come avrebbe circolato l'acqua dentro un tubo.



I pericoli della corrente elettrica

Le persone hanno delle caratteristiche fisiologiche che le portano ad avere una certa resistenza elettrica tra le varie parti del corpo. Tra mano e mano, tra dito e dito, tra piede e piede, tra mani e piedi etc, siamo equivalenti ad una resistenza e come tale possiamo essere attraversati dalla corrente elettrica. La nostra resistenza interna è molto grande quindi non è pericoloso maneggiare tensioni piccole dell'ordine di poche decine di volts, ma il discorso cambia quando si parla della tensione di casa: 240V. In

questo caso si deve prestare la massima attenzione e si devono seguire delle semplici regole di sicurezza, come indicato nella seguente tabella.

<p>Non toccare un elettrodomestico se si è a piedi nudi</p>	<p>Gli elettrodomestici sono costruiti per evitare che il loro telaio esterno possa trovarsi sotto tensione: normalmente non dovrebbero esserci problemi. In alcuni casi però, quando magari l'impianto elettrico della casa non è proprio a norma, si potrebbe verificare che il telaio dell'elettrodomestico si trovi a 240 V. In tal caso, se noi lo toccassimo a</p>
---	--

	<p>piedi nudi, la corrente potrebbe attraversarci dalla mano fino ai piedi, mettendo in serio pericolo la nostra vita, come indicato in fig.1</p>
<p>Non toccare contemporaneamente due elettrodomestici adiacenti</p>	<p>Per gli stessi motivi di prima potrebbe verificarsi che uno dei due elettrodomestici si trovi sotto tensione e l'altro si trovi invece a potenziale zero. In tal caso la corrente ci attraverserebbe da una mano all'altra, mettendo seriamente in pericolo la nostra vita, come si vede in fig. 2</p>
<p>Non infilare mai nessun oggetto metallico all'interno della presa elettrica</p>	<p>Per motivi che oramai dovrebbero essere chiari, se tocchiamo con oggetti metallici i morsetti di una presa elettrica, la corrente attraverserebbe il nostro corpo mettendo in pericolo la nostra vita.</p>
<p>Non lanciare mai dell'acqua nelle prese, nelle prolunghe o nelle zone dove c'è elettricità.</p>	<p>L'acqua è un buon conduttore di corrente: se l'acqua tocca i morsetti sotto tensione è in grado di trasmettere il potenziale elettrico fino alle persone che la stanno utilizzando. Anche in questo caso la corrente circolerebbe nel nostro corpo mettendo in pericolo la nostra vita.</p>
<p>Non mettere mai un elettrodomestico (anche piccolo come radio, phon, etc.) collegato alla corrente in prossimità del lavandino o della vasca da bagno.</p>	<p>Se un elettrodomestico cade nella vasca da bagno mentre ci facciamo il bagnetto, l'acqua si comporta come un conduttore e distribuisce la corrente in tutta la vasca, portandola anche all'interno del nostro corpo che, essendo bagnato, offre una resistenza ancora più piccola e quindi permette la circolazione di una corrente ancora più grande, mettendo in serio pericolo la nostra vita.</p>

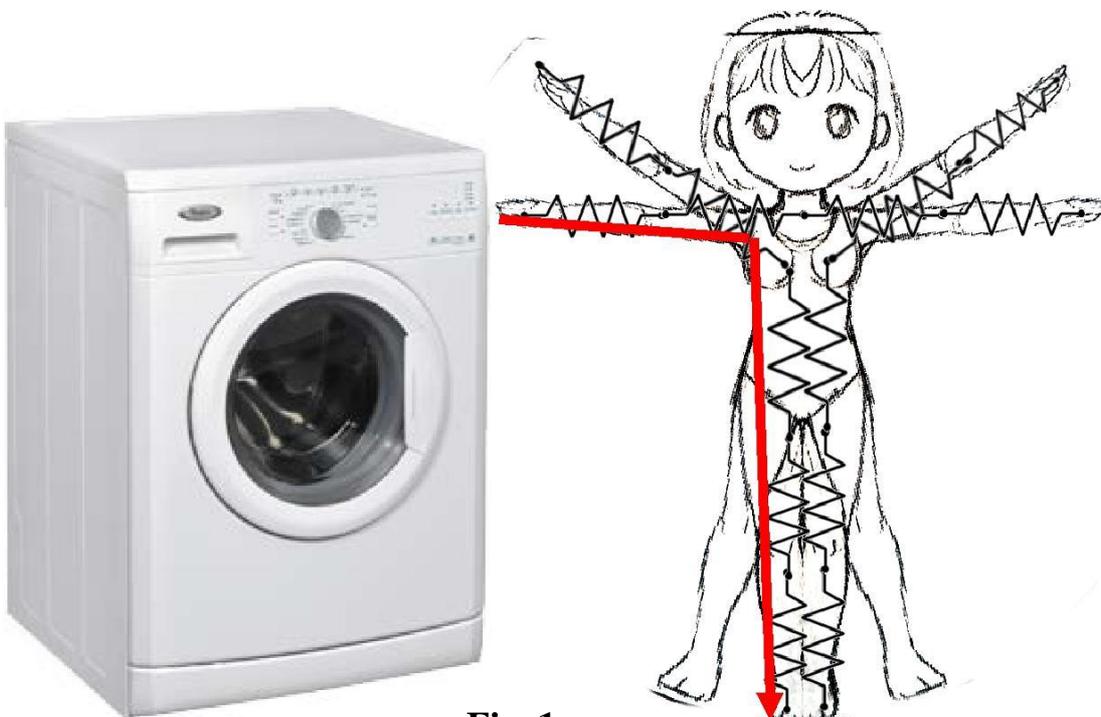


Fig. 1



Fig. 2

Algoritmi e diagrammi di flusso

Per comprendere il significato di algoritmo è necessario comprendere cosa è una sequenza.

Una sequenza è una successione ordinata di elementi. Questo significa che l'ordine degli elementi è importante, a differenza dell'insieme dove l'ordine non conta. È differente eseguire *un insieme di azioni* dall'eseguire *una sequenza di azioni*: nel primo caso le azioni possono essere eseguite in qualunque ordine, nel secondo caso si deve rispettare l'ordine presente nella sequenza. Per fare un esempio prendiamo queste azioni: alzarsi la mattina, lavarsi i denti, andare in bagno, lavarsi la faccia, fare colazione, andare a scuola, vestirsi, togliersi il pigiama. Queste azioni non possono essere eseguite in qualunque ordine, ad esempio non posso prima andare a scuola e poi vestirmi. Ora siamo pronti per definire la parola **ALGORITMO**: un algoritmo è una sequenza finita di azioni elementari utili per la risoluzione di un problema. Supponiamo allora di voler risolvere il "problema" precedente indicando la giusta sequenza di azioni:

Alzarsi → fare colazione → andare in bagno → lavarsi la faccia → lavarsi i denti
togliersi il pigiama ...

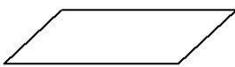
Ora, per descrivere meglio le azioni, dobbiamo anche considerare la necessità di fare delle scelte. Ad esempio, dopo l'azione fare colazione, potremmo avere ancora fame, allora, sarebbe utile avere azioni di scelta in modo da poter rappresentare meglio la situazione: ho ancora fame?

Per rappresentare un algoritmo (ricorda, è una sequenza finita di azioni), è stato inventato il diagramma di flusso.

Il diagramma di flusso si realizza usando 5 simboli diversi con i seguenti significati:



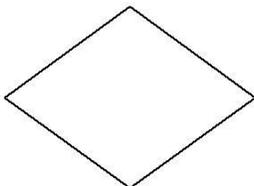
inizio o fine



azioni di ingresso o uscita: ad esempio "leggo l'operazione dal quaderno".



azioni normali: ad esempio "mi metto le scarpe"

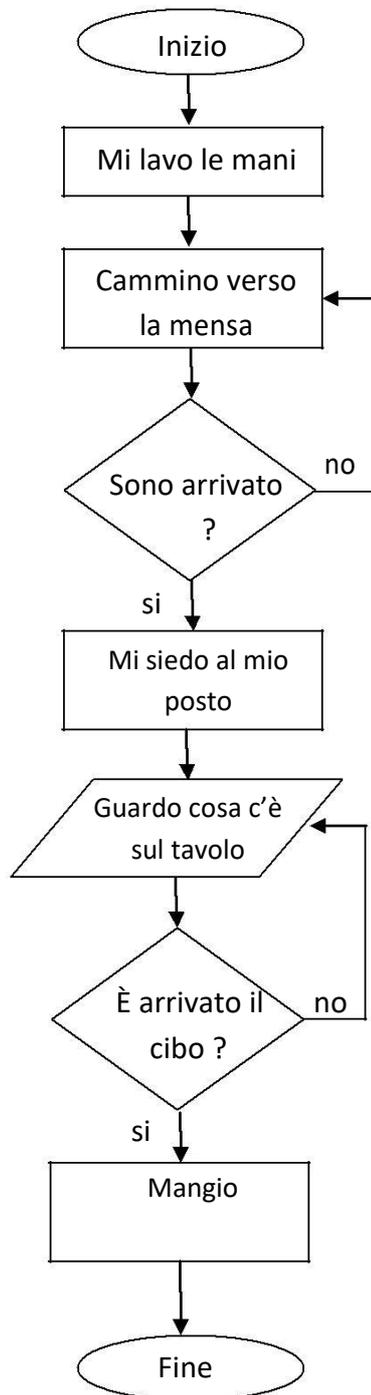


azioni di scelta: ad esempio "sono sazio?" si può rispondere con "si" o "no"



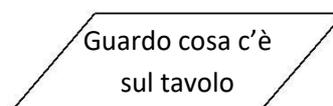
ordine di esecuzione della sequenza. Si devono eseguire le azioni in direzione della freccia...

Per fare un esempio si rappresenterà un segmento di algoritmo relativo a “andare a mangiare in mensa”



Il tutto è abbastanza intuitivo e può essere utile fare esercizi per imparare ad usare questo semplice formalismo.

L'unico punto che può non essere chiaro è il seguente:



A.Zizi

In questo passaggio il sistema di esecuzione (che nell'esempio sei tu) deve poter ricevere informazioni dall'esterno per poi porsi la domanda successiva. In pratica l'algoritmo ha bisogno di **VEDERE** se cosa c'è sul tavolo, altrimenti non potrebbe rispondere alla domanda è arrivato il cibo?

Tutte le operazioni che necessitano di **vedere** il mondo esterno devono essere racchiuse dentro un parallelogramma (il simbolo a forma di papassino). Stessa cosa per le operazioni di output, dove l'esecutore ha bisogno di comunicare con l'esterno, come ad esempio "dire qualcosa al compagno" oppure "scrivere il risultato" di un'operazione.

Brani da eseguire a più mani

Un famoso brano che si può eseguire a più mani sul pianoforte ad acqua è la Canzonetta di Mozart, nella sua versione semplificata:

do do sol sol la la sol,

fa fa mi mi re re do,

sol sol fa fa mi mi mi re,

sol sol fa fa mi mi mi re,

do do sol sol la si do la sol,

fa fa mi mi re do re mi do.

Per ascoltare il brano si può visitare questo link:

<https://www.youtube.com/watch?v=mga-f7JTdyo>

