



Relazione tecnica del del progetto

3D MICHAEL MAKER

MAUGERI MICHELANGELO

La tecnologia della stampa 3D sta suscitando sempre maggior interesse. Non è di poco conto il proliferare di aziende costruttrici di stampanti 3D, così come l'apertura a nuovi segmenti di mercato da parte dei colossi già esistenti.

Tali stampanti vengono ormai utilizzate in moltissimi settori, non solo nell'ambito della prototipazione industriale, ma anche in ambito edile, medico e in molti altri settori coinvolti dallo sviluppo delle nuove tecnologie.

Le più diffuse sono principalmente quelle che funzionano tramite estrusioni. In tali stampanti un filamento di materiale termoplastico solido viene spinto attraverso un ugello riscaldato, di diametro diverso, in base alla precisione della stampa, da cui fuoriesce il materiale che dà origine al pezzo che si intende realizzare. La stampante deposita il materiale fuso che crea gli strati (layer), su una piattaforma di costruzione, lungo un percorso predeterminato, in cui il filamento si raffredda e solidifica per formare un oggetto solido.

Pertanto le stampanti di questo tipo, per il loro funzionamento, necessitano di un filamento di materiale polimerico, che, con caratteristiche grossomodo standardizzate, può ormai essere facilmente reperito sul mercato.

In questo contesto diventa assolutamente innovativa ed interessante la possibilità di produrre, invece, autonomamente i filamenti polimerici necessari per la stampa 3D, riciclando magari materiali plastici già utilizzati in altri ambiti o gli stessi scarti della stampa 3D, che di solito vengono semplicemente smaltiti.

La possibilità di avere un macchinario economico per l'estrusione del filamento inoltre consentirebbe di sviluppare, produrre e sperimentare l'uso di bobine non ancora diffuse sul mercato, miscelando opportunamente diversi tipi di materiali plastici, partendo da granuli vergini o plastica triturrata, adattando le miscele alle specifiche esigenze di stampa, anche con caratteristiche diverse da quelle standard.

3D Michael Maker permette proprio di produrre bobine di filamento con specifiche caratteristiche, ottenute tramite la miscelazione di diversi polimeri termoplastici, personalizzandole in funzione dei progetti da realizzare.

3D Michael Maker consente inoltre di produrre bobine di filamento per stampa 3D, tramite il riciclo di oggetti in plastica di comune utilizzo, come ad esempio le bottiglie d'acqua in PET, oppure bicchieri, piatti, posate di plastica, contenitori di detersivi e molto altro, che normalmente andrebbero invece smaltiti dopo il normale utilizzo.

È possibile inoltre dare una "seconda vita" al materiale impiegato durante la stampa per realizzare i supporti che vengono creati qualora il software della stampante 3D lo ritenga necessario. Anche il materiale che costituisce i supporti può infatti essere triturrato in piccole parti, per essere nuovamente estruso in filamento, tramite **3D Michael Maker**.

3D Michael Maker pertanto potrebbe contribuire a semplificare ed incrementare le buone pratiche per il riciclaggio dei materiali plastici, contribuendo nell'obiettivo di ridurre la quantità di plastica presente nei rifiuti, che tuttora in grande quantità vanno a finire in discarica, o peggio vengono dispersi nell'ambiente, con gravissime conseguenze, anche a livello globale, sugli ecosistemi. Si pensi a tal proposito agli effetti devastanti dell'inquinamento da micro-plastiche.

Sempre nell'ambito della sostenibilità ambientale, **3D Michael Maker** consentirebbe di produrre filamenti biodegradabili per stampanti 3D, partendo dai pellet, già pronti di tali materiali plastici, che sono già disponibili sul mercato.

È un progetto economicamente sostenibile, in quanto tutti i materiali necessari per la sua realizzazione sono facilmente reperibili e la maggior parte dei pezzi che lo compongono possono essere stampati autonomamente e con semplicità in 3D. Noto è inoltre il risparmio che **3D Michael Maker** consente di avere attraverso l'autoproduzione delle bobine, rispetto all'acquisto delle stesse agli attuali prezzi di mercato.

DESCRIZIONE DEL CONTENUTO INNOVATIVO DEL PROGETTO

3D Michael Maker è stato progettato in modo da realizzare un “micro-impianto” completo per la produzione del filamento, infatti, il filo viene non solo prodotto, ma anche successivamente all'estrusione, viene avvolto in apposite bobine compatte.

3D Michael Maker permette inoltre di riciclare materiali plastici che possono essere reperiti comunemente anche in ambito domestico, creare stampe 3D biodegradabili, ed è stato inoltre pensato per monitorare ed ottimizzare i costi di gestione.

Infatti tramite opportuni sensori, che mandano i valori rilevati ad una centralina (Arduino), è stata implementata la possibilità di conoscere importanti parametri di funzionamento dell'estrusore, come il tempo d'esercizio della macchina, la velocità di produzione ed il prezzo complessivo del materiale prodotto. La centralina, partendo dai dati rilevati dai sensori, li codifica e li elabora, restituendo i parametri di funzionamento precedentemente elencati, rendendone possibile la lettura attraverso un display. Questo consente di stimare con precisione i costi del filamento e di ottimizzare il sistema di produzione, anche da un punto di vista economico.



FASI DI SVILUPPO DEL PROGETTO

- Ricerca dei materiali più adatti, con specifiche caratteristiche termiche, che potessero essere utilizzati per la realizzazione dei diversi particolari
- Progettazione meccanica e realizzazione del cilindro per il riscaldamento e l'estrusione del materiale
 - Acquisto materiale
 - Lavorazione al tornio del pezzo
- Acquisto dei pezzi per il riscaldamento
 - Falso montaggio
 - Test temperatura massima
- Test con diversi materiali, che resistono al calore, per la realizzazione del supporto
- Progettazione del case e della struttura
 - Scelta dei materiali
 - Acquisto dei materiali
 - Assemblaggio
- Progettazione delle parti da stampare in 3D
 - Riprodurre i pezzi sul programma per la moderazione 3D
 - Stampati
 - Assemblati
- Posizionare tutti i componenti all'interno della struttura
- Acquisto del materiale per i pannelli che racchiudono il case
 - Taglio dei fori per i controlli nei pannelli
 - Fissaggio alla struttura
- Programmazione di Arduino
 - Test del corretto funzionamento
- Realizzare il cablaggio elettrico
 - Collegamento di tutte le parti elettriche
 - Test e controllo dei circuiti
- Test finale
- Eventuali modifiche nel programma di Arduino
- **3D Michael Maker** è pronto

La **3D Michael Maker** utilizza un termostato per il monitoraggio e il settaggio della temperatura di fusione.

Una centralina Arduino Mega 2560 viene impiegata per il controllo dei segnali rilevati dai vari sensori, per la loro rielaborazione e per dare in output i parametri di funzionamento, tramite un display LCD, posto nella parte frontale del case, in cui sono presenti anche i sistemi di controllo, gestiti dall'operatore (vari interruttori, attraverso cui è possibile accedere la macchina e controllare le diverse funzioni, come l'avvio delle ventole di raffreddamento ecc...)

I sensori collegati alla centralina Arduino sono:

- un sensore di velocità;
- una foto resistenza per la rilevazione del passaggio del filo estruso.

Sono altresì presenti diverse ventole per il raffreddamento del case e dei componenti elettronici che tendono a surriscaldarsi, attivabili con appositi interruttori dedicati.

Nella **3D Michael Maker** sono presenti diversi motori che assolvono alle diverse funzioni necessarie: un motoriduttore per l'avanzamento del materiale da fondere, un motore per l'avvolgimento del filo nella bobina e due per la movimentazione del carrello, il primo sposta il filo prima di essere avvolto, l'altro che fornisce la spinta necessaria.



Figura 1
Componentistica prima della installazione

3D Michael Maker ha una forma più compatta possibile. È composto da angolari di acciaio, ripiani in legno e le parti componono le facce laterali sono in policarbonato trasparente, in modo da poter vedere l'interno della macchina e comprendere al meglio il funzionamento. Si presenta come un parallelepipedo a base rettangolare composto da due livelli.

La struttura è abbastanza semplice, formata da angolari in acciaio forati posti agli angoli. La scelta è ricaduta su questa tipologia, in quanto grazie ai fori è più facile sistemare le tavole di compensato, che formeranno la base dei due livelli, alla altezza desiderata con una semplice vite e un dado autobloccante, senza utilizzo di saldatura o tipologie di fissaggio permanente. Alla base della struttura sono stati applicati dei piedi in plastica per avere maggiore stabilità.

Per le basi che sorreggeranno il tutte le parti, è stato scelto del multistrato in quanto sottile, leggero ma allo stesso tempo resistente. Hanno una forma rettangolare e sono poggiati, dal lato più lungo, sopra l'angolare.

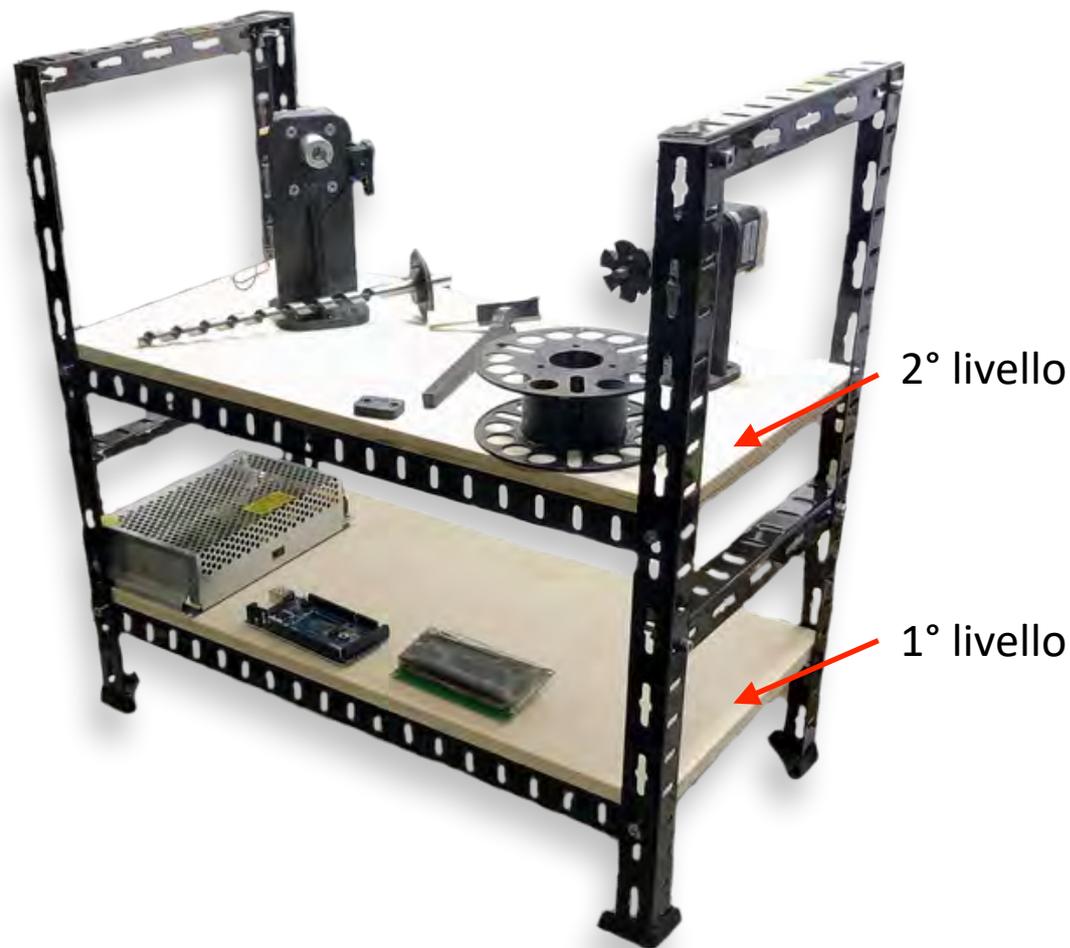


Figura 2
Struttura

I supporti sono stati creati con l'ausilio della stampante 3D, dopo essere stati disegnati precedentemente su carta e poi trasferiti sull'apposito software per la progettazione in 3D. Sono realizzati in modo da essere assemblati dopo essere stati stampati. Con questa tecnica è stato possibile risparmiare, anche se in una piccola parte, sul consumo di materiale. Fondamentalmente in questo modo è stato possibile posizionare i pezzi sul piano di stampa in modo da poter sistemare i layer nel miglior modo possibile, per evitare la rottura durante il funzionamento della macchina nel tempo. Fine stampa i pezzi sono stati assemblati e incollati, poi una volta essiccata la colla, è stato saldato all'interno dei pezzi un fermo di acciaio in modo da rendere ancora più solido il pezzo definitivo.



Figura 3.1

Alcuni particolari stampati e assemblati



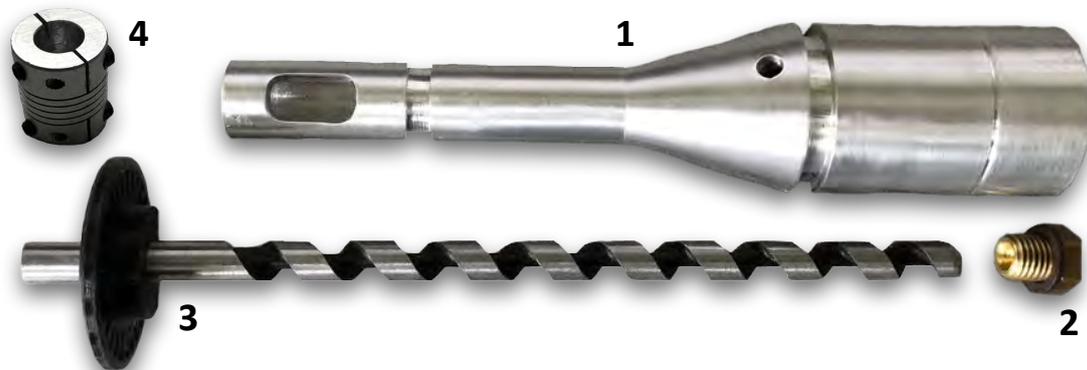
Figura 3.2
Supporto Avvolgimento Bobina



Figura 3.3
Supporto Motoriduttore e
Sensore Velocità

Particolarmente complessa è stata la realizzazione della camera di fusione del polimero, che costituisce il “cuore” del progetto; le parti che la costituiscono sono:

Figura 4
Componentistica estrusore



1. Un cilindro in alluminio, che costituisce la parte principale dell'estrusore, in quanto al suo interno avviene la fusione del materiale, e in seguito, la fuoriuscita tramite l'ugello posto nella sua parte terminale. La forma del corpo dell'estrusore è stata studiata, progettata e realizzata in modo tale che il calore prodotto dalla resistenza a fascia non fosse disperso nell'ambiente circostante: si è optato per una forma ad imbuto. Tale particolare è stato realizzato al tornio, con una opportuna sequenza di operazioni. Inizialmente è stato realizzato il foro passante (1.1) da $\varnothing 10\text{mm}$, su cui è stata alloggiata la vite coclea; in seguito è stata realizzata la tornitura esterna, per dare la forma definitiva al pezzo. È stata quindi realizzata una fresatura per realizzare la bocca (1.2) dalla quale verrà introdotto il materiale polimerico da estrudere. Infine sono state eseguite le filettature, la prima (1.3) per l'ugello; la seconda (1.4), dopo aver eseguito il foro, per inserire la termocoppia, tramite la quale è possibile monitorare la temperatura all'interno del cilindro. Per ultime sono state eseguite due gole (1.5) che servono per il fissaggio dei supporti. Il materiale scelto per la sua realizzazione è stato l'alluminio, dopo una attenta analisi, per la sua leggerezza, per la sua accettabile resistenza ed economicità, ma soprattutto per l'ottima lavorabilità tramite asportazione di truciolo e per l'elevatissima conduttività termica.

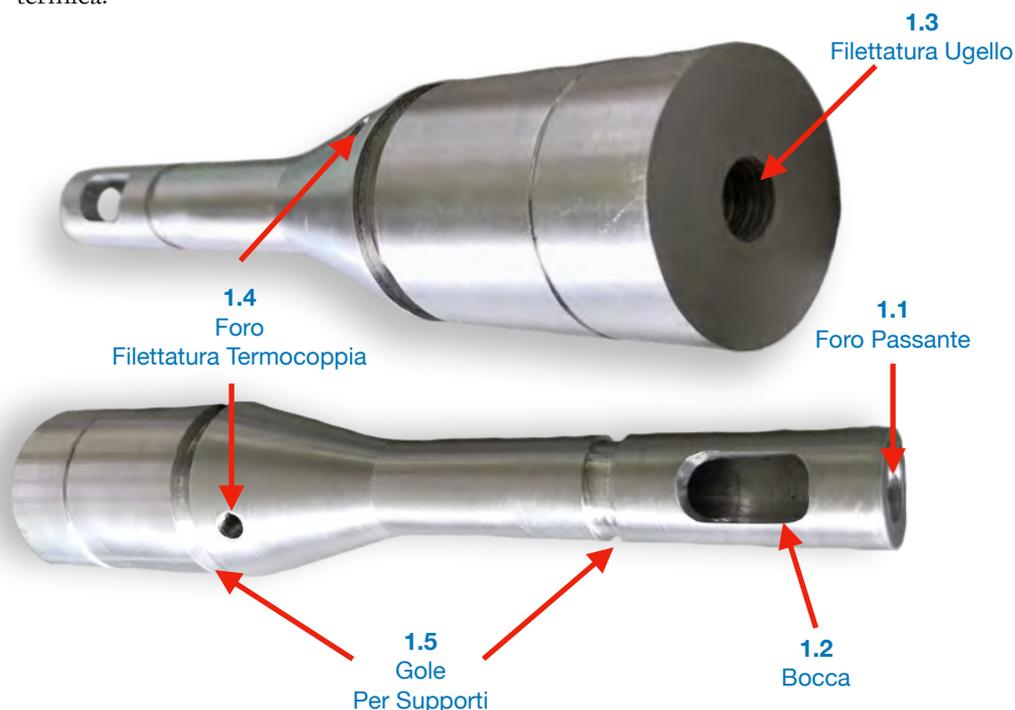
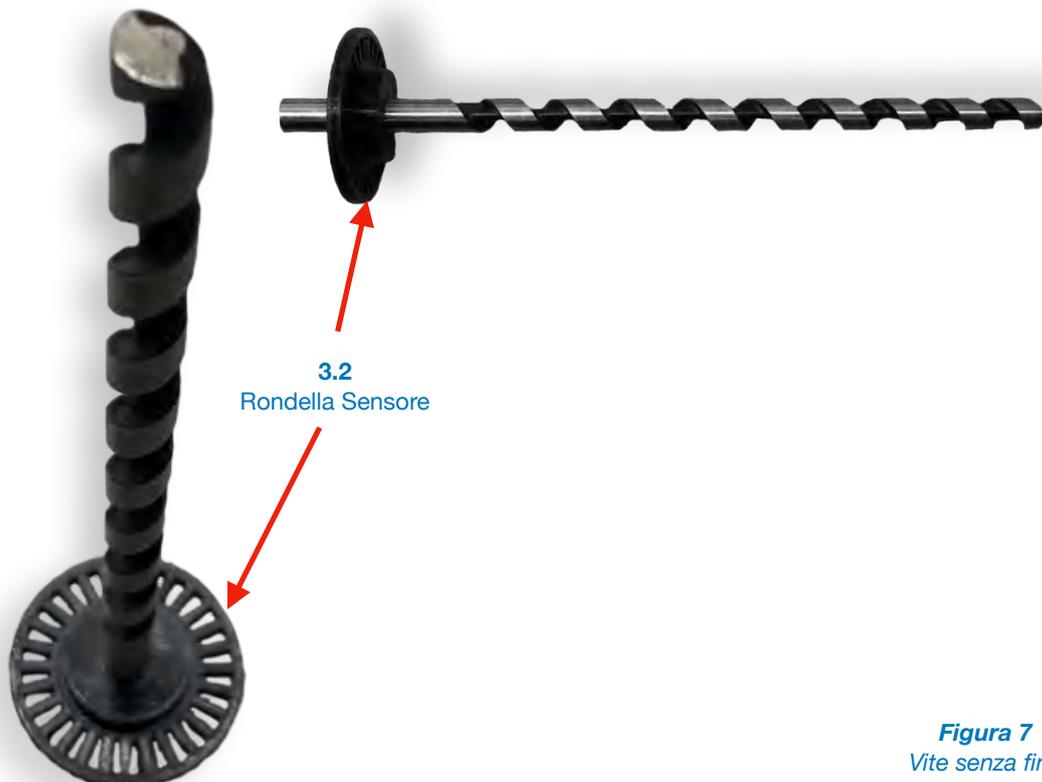


Figura 5
Camera di plasticizzazione

2. L'ugello (Ottone 15mm), è stato realizzato modificando un tappo maschio (tipologia gas) in ottone. È stato praticato un invito nella parte interna (2.1), in modo da favorire la fuoriuscita del materiale fuso attraverso il foro creato, con una punta calibrata da 1,75 mm (2.2). La scelta è ricaduta su tale soluzione tecnica poiché il tappo doveva poter essere rimosso e inserito agevolmente, per poter procedere con semplicità alle eventuali operazioni di manutenzione e pulizia, nel caso in cui si formi una ostruzione nel passaggio dal foro di estrusione. Tale operazione è resa ancor più agevole, in quanto la testa del tappo è esagonale, di conseguenza amovibile con un'ordinaria chiave esagonale.



3. La vite senza fine è stata realizzata utilizzando una punta per legno (coclea HSS 10 x 460mm), opportunamente ridimensionata in lunghezza (213mm). Questa funge da trasportatore, grazie alla sua forma a coclea ed è ideale per condurre il materiale dalla bocca (1.2) verso l'ugello posto all'estremità opposta(2). La vite girando spinge il materiale all'interno dell'invito creato (2.1), così facendo lo accumula, dopo averlo riscaldato, nella parte terminale dell'estrusore, costringendolo a fuoriuscire dal foro calibrato (2.2). Il processo avviene in moto continuo fino all'esaurimento del materiale da estrudere all'interno della macchina. È presente inoltre una rondella (3.2), stampata in 3D, solidale con la vite senza fine, montata nella sua parte iniziale, che consente, tramite i suoi fori, la rilevazione della velocità di rotazione, da parte del sensore ottico.



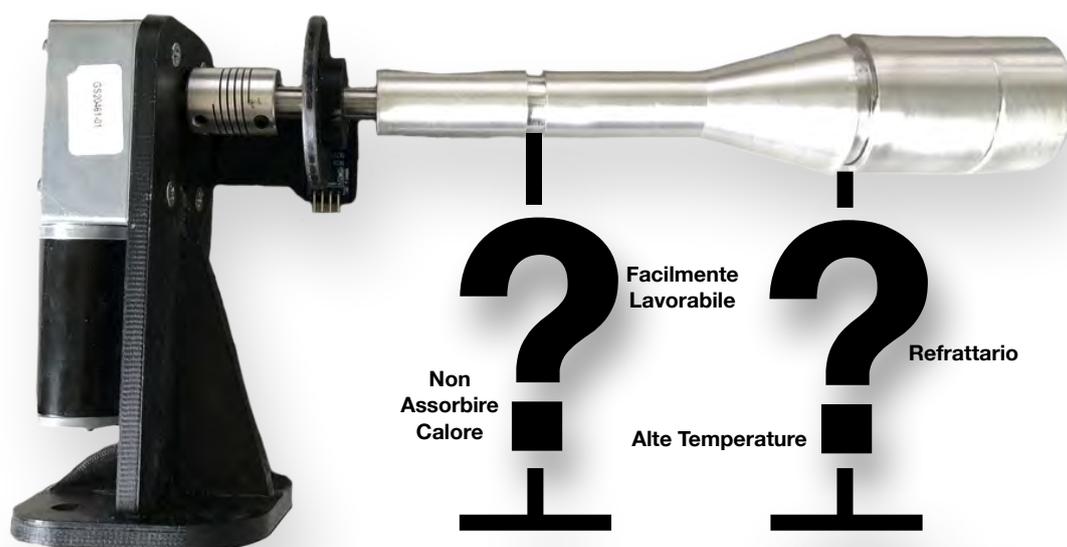
4. Un giunto (Giunto elastico avvolgimento D19L25 in alluminio 19 x 25mm), è stato previsto quale organo di collegamento fra l'asse del motoriduttore e la vite. In origine i fori interni erano, uno di $\varnothing 6\text{mm}$ e quello più grande da $\varnothing 8\text{mm}$; mantenendo quello da 8mm che corrisponde al diametro dell'asse del motoriduttore, si è provveduto ad allargare quello che da $\varnothing 6\text{mm}$, fino a $\varnothing 10\text{mm}$, dimensione del il diametro della vite senza fine. Il giunto elastico è così stato adattato alla funzione da svolgere, senza alterare le sue caratteristiche meccaniche di progetto. Tale giunto utilizza due grani (4.1) per il fissaggio e due viti (4.2) per il serraggio.



Supporti Cilindro

Particolarmente complesso, nella progettazione della **3D Michael Maker**, è stato ideare e realizzare i supporti per il cilindro estrusore.

Questi dovevano infatti essere realizzati con un materiale che potesse essere facilmente lavorabile, ma che fosse anche resistente alle alte temperature (in quanto il cilindro, in funzionamento, raggiunge i 300°C). Tali supporti, devono assolvere alla loro funzione strutturale, senza trasmettere e disperdere una quantità eccessiva di calore, che sarebbe altrimenti sottratto al cilindro, all'interno del quale è fondamentale controllare e mantenere costante l'opportuna alta temperatura necessaria per la fusione del materiale da estrudere.



Sono state effettuate diverse prove con materiali diversi, ovvero:

- **Bachelite** resistenza al calore ✓
facilmente lavorabile ✓
refrattario ✓
non assorbe calore ✗



- **Foglio Di Sughero** resistenza al calore (fino a 100°) ✓
facilmente lavorabile ✗
refrattario ✗
non assorbe calore ✗



- **Teflon** resistenza al calore (fino a 260°) ✗
facilmente lavorabile ✓
refrattario ✗
non assorbe calore ✗



- **Garza Termica** resistenza al calore ✓
facilmente lavorabile ✓
refrattario ✗
non assorbe calore ✗



- **Calcestruzzo Aereato** resistenza al calore ✓
facilmente lavorabile ✓
refrattario ✗
non assorbe calore ✗



Dopo diverse prove, nessun materiale rispettava tutti i quattro i requisiti richiesti, di conseguenza alla fine si è optato per una soluzione di più semplice, anche dal punto di vista costruttivo.

Si sono quindi utilizzati dei collari in acciaio (di diametri diversi in base al punto di ancoraggio nel cilindro), con bloccaggio attraverso viti e dadi, risolvendo così in modo funzionale il problema del fissaggio dell'estrusore.

I collari (5) sono montati al di sopra delle gole opportunamente realizzate nel cilindro (1.5). In questo modo la superficie di contatto e di scambio termico fra i due componenti (cilindro e collari) è inferiore, riducendo così la trasmissione del calore fra i due corpi. La barra filettata (5.1) da 6mm, oltre ad avere il compito di sostegno, tramite la filettatura, ha il compito di dissipare il calore nel caso ci fosse un surriscaldamento improprio da parte dei collari. Le dimensioni contenute della sezione nella parte filettata dei supporti riduce le dispersioni di calore.

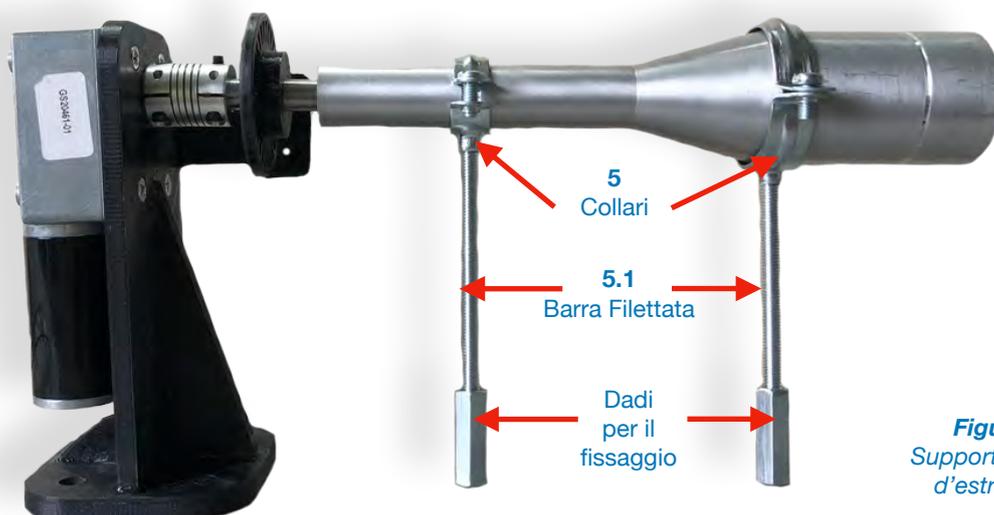
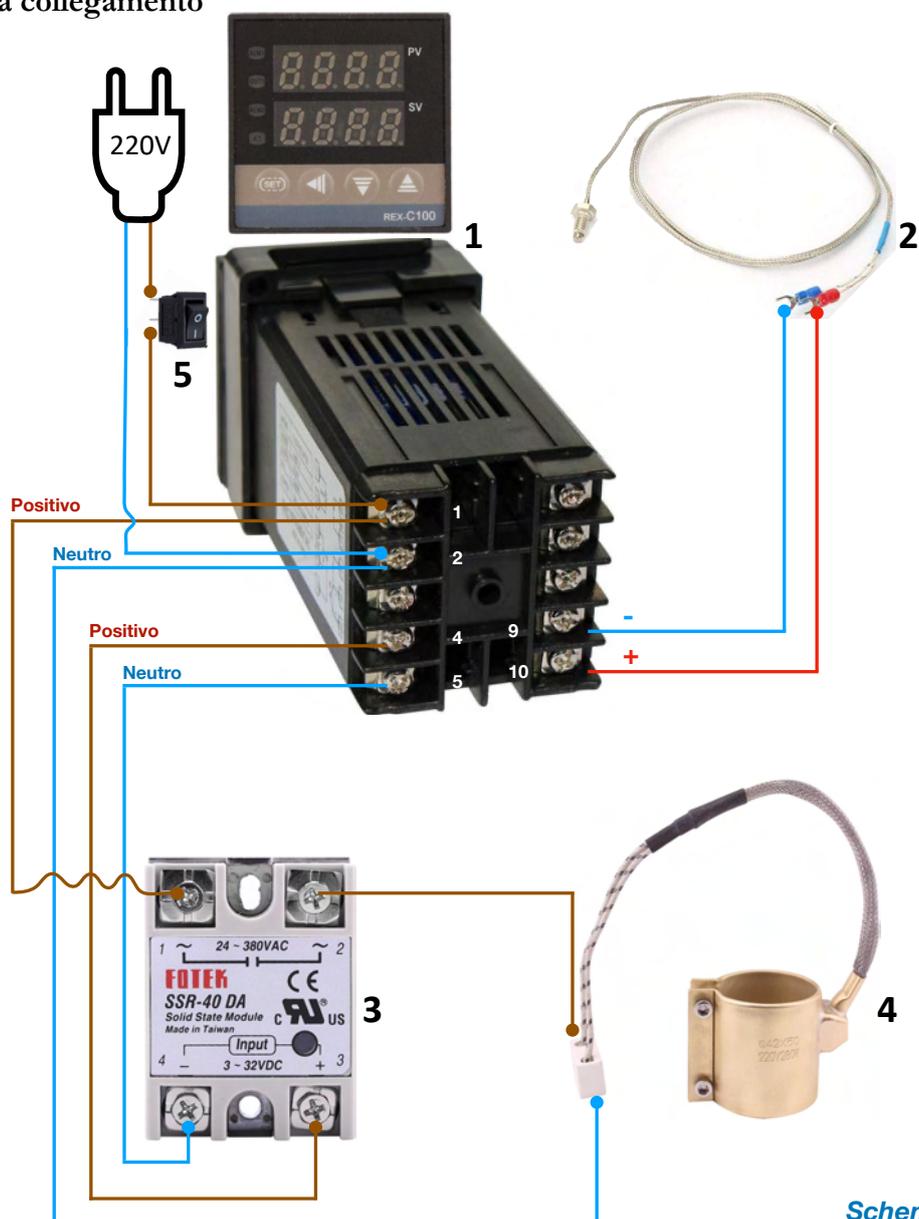


Figura 9
Supporti camera
d'estrusione

Il **circuito primario, funzionale al riscaldamento ed alla fusione del polimero da estrudere** è abbastanza semplice ed è composto da:

1. Un termostato (Rex-C100), da cui è possibile impostare la temperatura e inoltre di lettura di quest'ultima;
2. Termocoppia (Tipo K), tramite il quale è possibile avere la lettura della temperatura, e può leggere fino a un massimo di 400°;
3. Relè allo stato solido (SSR-40 DA), ha la funzione di controllare l'alimentazione della resistenza;
4. Resistenza a fascia (280 W), parte fondamentale della **3D Michael Maker** perché è il componente che genera il calore necessario per la fusione del materiale (riesce a raggiungere la temperatura di 330°);
5. Interruttori (AC250V 3A 13,5 x 8mm), con il quale è possibile attivare o disabilitare il circuito elettrico.

Schema collegamento



Schema 1.02

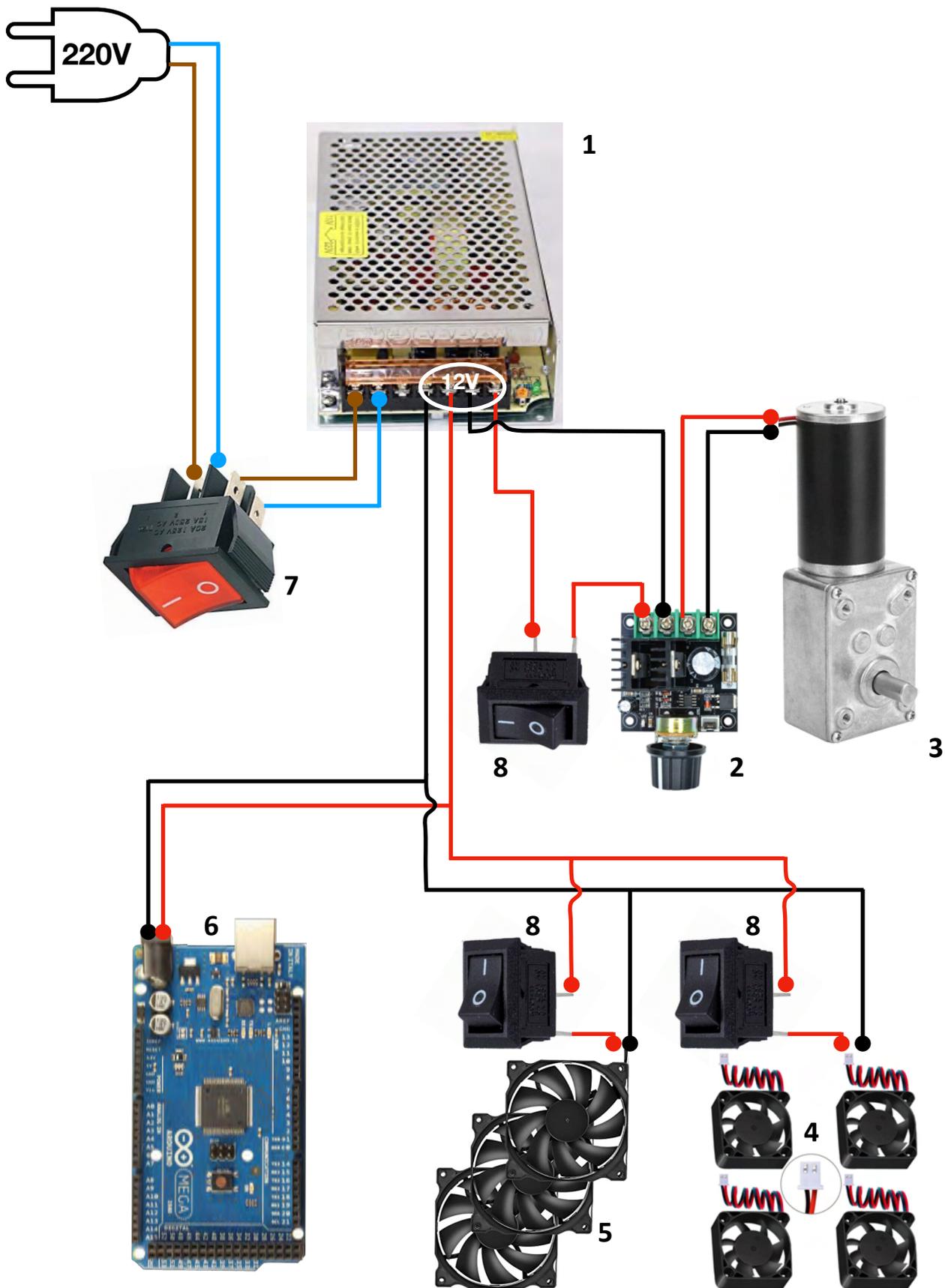
Il **circuito di controllo** ([Schema 1.03](#)), che permette di azionare e controllare la macchina nelle sue funzioni è alimentato con una tensione di 12V, ed è composto da:

6. Un trasformatore (AC 110V/220V to DC 12V 240W 20A), ha il compito di trasformare la corrente alternata a 220V, a corrente continua a 12V;
7. Un regolatore di velocità (10A PWM DC 12V-40V), tramite il quale è possibile variare la velocità del motoriduttore, e di conseguenza, aumentare o diminuire la velocità di produzione del filo;
8. Un motoriduttore (12V 50RPM), ha una potente coppia e permette, tramite un giunto elastico, di far muovere la vite coclea che fa avanzare il materiale all'interno del cilindro, per esser quindi fuso e fatto fuoruscire dall'ugello;
9. Delle ventole (12 V 0,08 A 40 x 40 x 10mm), sono utilizzate per il raffreddamento del filo una volta uscito dall'estrusore;
10. Delle ventole (12 V 0.23 A 128 x 128 x 98mm), intervengono per la dissipazione di calore che si crea all'interno del macchinario, e sono necessarie per il raffreddamento dei componenti che tendono a surriscaldamento;
11. Una centralina Arduino (Mega 2560 ATMEGA16U2), svolge il compito di lettura dei segnali mandati dai sensori, di elaborarli, e in seguito mostrarli attraverso un display LCD, posto sul pannello frontale;
12. Un interruttore generale (Interruttore bipolare luminoso 15A 250V 22 x 30mm), grazie al quale è possibile avviare o disattivare il circuito che funziona a 12V;
13. Diversi interruttori (AC250V 3A 13,5 x 8mm), tramite i quali è possibile avviare o disattivare le singole circuiti di alimentazione: delle ventole, del motoriduttore e del circuito termico([schema 1.01](#)).



Figura 10
Componentistica elettrica/elettronica prima della installazione

Schema collegamento



Schema 1.03

Per la gestione ed il controllo dei parametri di funzionamento del sistema è stata scelta una centralina Arduino Mega, a cui sono stati collegati tutti i sensori; questa elabora i dati rilevati e li mostra nel display LCD.

I componenti che compongono il circuito di Arduino sono:

1. La centralina Arduino (Mega 2560 ATMEGA16U2), che svolge il compito di lettura dei segnali mandati dai sensori, di elaborazione ed infine di visualizzazione, attraverso un display LCD, posto sul pannello frontale; Display LCD (20x4 Module 5V 98 x 60 x 12mm), per visualizzare i dati rielaborati di Arduino;
2. Un display LCD (20x4 Module 5V 98 x 60 x 12mm), utilizzato appunto per visualizzare i dati rielaborati di Arduino;
3. Un sensore velocità (LM393 3,3 V ~ 5 V), tramite il quale viene rilevata la velocità di rotazione del , che viene quindi trasmessa alla centralina Arduino;
4. Una fotoresistenza + Resistenza (LDR 5mm 10K Ω + (R1) 2K Ω), che lavora in sinergia con una fonte luminosa (Led bianco(4.1) e la relativa resistenza (R2) da 100 Ω), in grado di rilevare il passaggio del filo, all'interno di una sorta di "camera" appositamente stampata in 3D, (il passaggio del filo infatti produce un'ombra che la fotoresistenza leggera rileva, restituendo alla centralina Arduino un opportuno segnale);
5. Un motore passo passo + Driver(5.1) (Nema 17 42BYGHW609 3.4 V DC 42 x 42mm + DRV8825 45V), tale motore, insieme al suo specifico driver, senza il quale non potrebbe funzionare, ha il compito di avvolgere il filo, facendo ruotare la bobina di avvolgimento del filamento estruso;
6. Due motori passo passo + Driver(6.1) (28BYJ-48 5V DC + ULN2003A 5-12V); questi due motori sono anch'essi completi di driver: il primo serve a spingere il spingere il filo, l'altro assolve alla funzione di spostarlo, tramite un carrellino, in modo che questo si avvolga in modo continuo sulla bobina senza irregolarità.

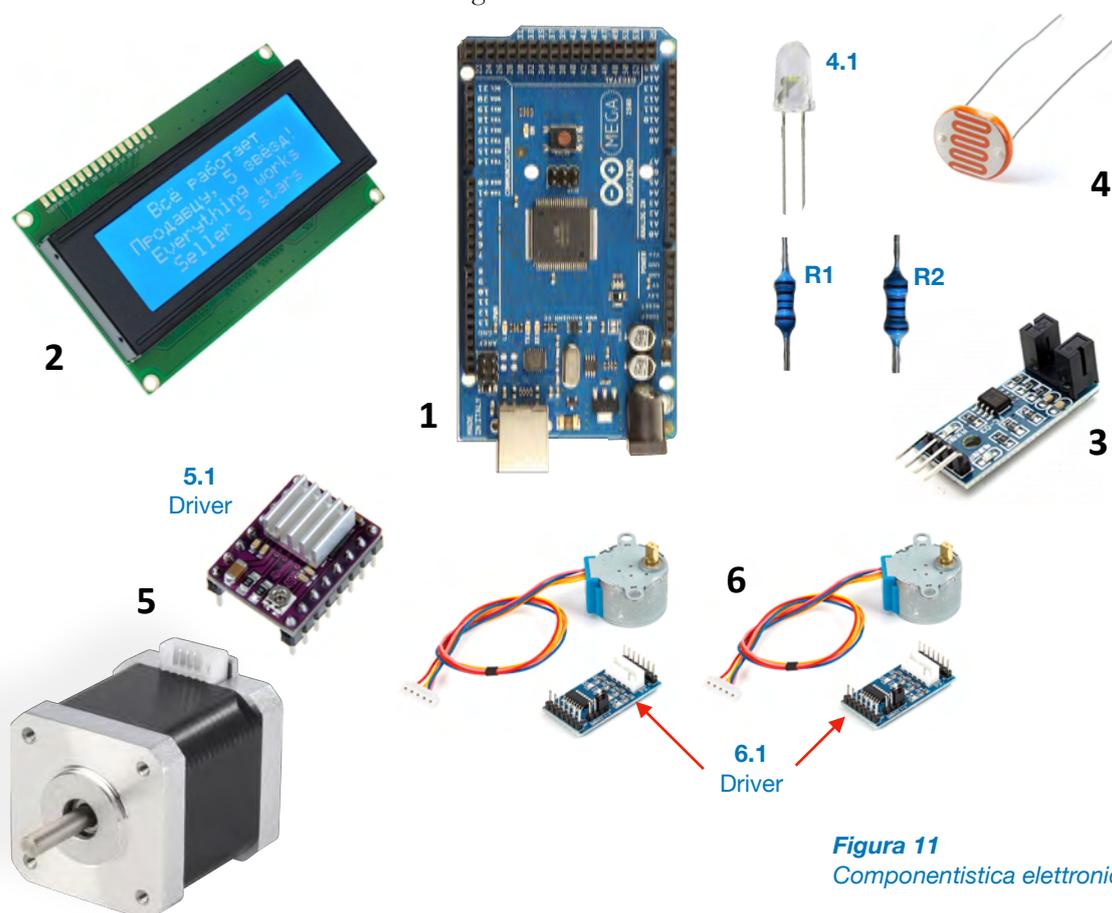
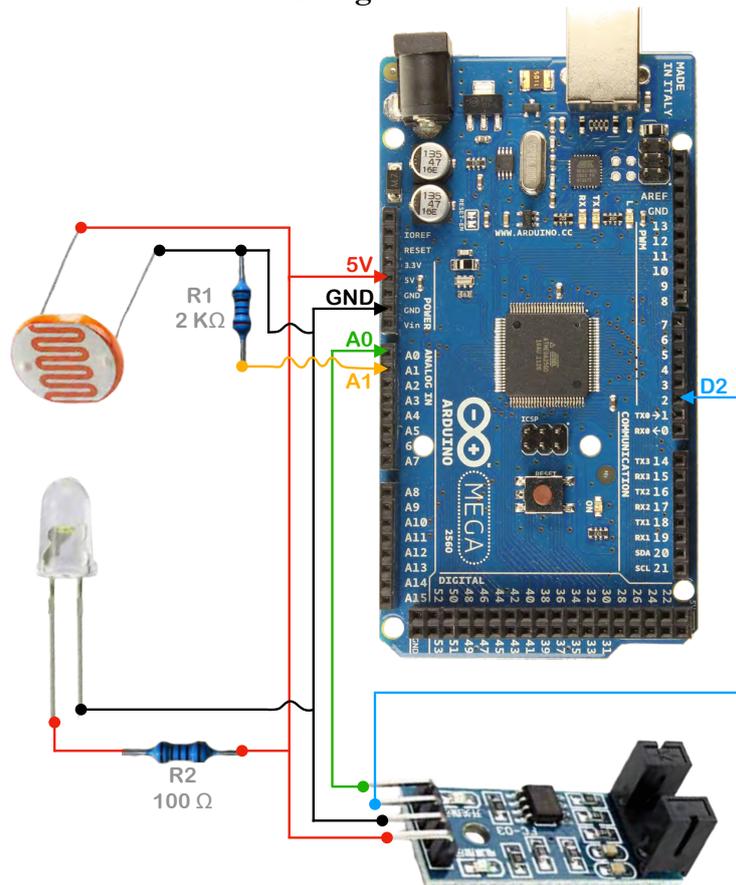


Figura 11
Componentistica elettronica

Schema Collegamento Arduino



Schema 1.04

Figura 12

Parte dello Sketch

```
sensore_velocit_
int fotoresistenza_analog_pin = A1;
int sensore_ir_analog_pin = A0;
int sensore_ir_digital_pin = 2; // D2

void setup() {
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  Serial.print("Valore fotoresistenza: ");
  Serial.println(analogRead(fotoresistenza_analog_pin));

  Serial.println();

  Serial.print("Valore sensore infra rossi analogico: ");
  Serial.print(analogRead(sensore_ir_analog_pin));
  Serial.print(" digitale: ");
  Serial.println(digitalRead(sensore_ir_digital_pin));

  delay(500);
}
```

La **3D Michael Maker** rispetto a sistemi simili, attualmente disponibili sul mercato, rappresenta sicuramente una soluzione tecnica più completa ed anche decisamente più economica.

Infatti il costo complessivo per la sua realizzazione è di 300€ circa: macchinari con funzioni analoghe, comunque ancora poco diffusi e difficilmente reperibili, hanno attualmente prezzi alla vendita variabili da 4.850,00€ fino ad un massimo di 6.350,00€.

La **3D Michael Maker** pertanto risulta esser molto più economica ed offre inoltre la possibilità di produrre filamenti con caratteristiche chimiche, meccaniche ed estetiche personalizzate, non solo per l'autoconsumo, ma anche per una possibile vendita a terzi, consentendo oltre che di recuperare le spese di costruzione in tempi sicuramente brevi, di generare utili, fornendo a possibili acquirenti il filamento prodotto.

Una caratteristica che rende più funzionale **3d Michael Maker**, rispetto ai pochi prodotti attualmente disponibili a costi notevolmente maggiori, è la possibilità di controllare la temperatura di estrusione fino a superare i 300°C: tale caratteristica consente di estrarre una vasta gamma di polimeri, a differenza degli altri sistemi che si possono già reperire in commercio. La possibilità di poter utilizzare diversi materiali, anche provenienti dal riciclaggio delle plastiche o con caratteristiche di biodegradabilità, rende flessibile e diversificata la gamma di filamenti che possono essere prodotti.

Con la tecnologia usata nella **3D Michael Maker** il costo del materiale necessario per la produzione del filamento potrà variare in base al tipo di polimero che si andrà a fondere, ma potrebbe anche essere "gratuito", nel caso del riciclaggio di materiali plastici recuperati, che sono facilmente triturabili e riducibili in piccole parti, riducendone così l'impatto che questi hanno sull'ambiente se smalti o peggio dispersi.

Con la tecnologia usata nella **3D Michael Maker** si potrebbe risparmiare fino all'80% sull'attuale costo commerciale delle bobine di filamento attualmente più diffuse sul mercato, col vantaggio di poter riciclare autonomamente il materiale delle proprie stampe 3D non andate a buon fine.

Per tutte le precedenti considerazioni, sicuramente la **3D Michael Maker**, valutati soprattutto i contenuti costi complessivi per la sua costruzione, rappresenta sicuramente un valido prototipo per essere sviluppato, migliorato e diffuso, poiché con un investimento iniziale decisamente contenuto (solo qualche centinaio di Euro), potrebbe diventare fonte di risparmio per tutti i "makers" che decidessero di autoprodursi il filamento, piuttosto che acquistarlo, nonché fonte di guadagno per coloro che decidessero di produrlo, in modo economicamente vantaggioso, per poi rivenderlo a terzi.

La tecnologia utilizzata nella **3D Michael Maker** rappresenta inoltre un'ottima soluzione, economicamente vantaggiosa, per integrare le modalità attualmente utilizzate per il riciclaggio di molti dei materiali plastici, infatti la produzione del filamento troverebbe un ampio mercato, considerato che il settore della stampa 3D è attualmente in crescita ed in pieno sviluppo.

SFIDE, OPPORTUNITA' E SVILUPPI FUTURI

La **3D Michael Maker** potrebbe essere sviluppata come progetto imprenditoriale o in alternativa potrebbe diventare un progetto OpenSource e trovare posto in tutti i FabLab, accanto alla stampante 3D dei Maker.

In una prospettiva futura sarebbe comunque auspicabile immaginare che ovunque sia presente una stampante 3D, questa possa essere affiancata da appositi contenitori, dove raccogliere materiale plastico di scarto e dalle stampe 3D non andate a buon fine e dalla **3D Michael Maker** utilizzabile per il riciclaggio e la produzione a basso costo del filamento.

BIBLIOGRAFIA - SITOGRAFIA

Beltramo F, Iacobelli C. (2015). Tecnoware. Milano, Italia: Mondadori Education S. p. A.

Di Gennaro C, Chiappetta A. L., Chillemi A. (2017). Corso di tecnologia meccanica - Qualità e innovazione dei processi. Milano, Italia: Ulrico Hoepli Editore S.p.A.

CONCLUSIONI

L'idea alla base del progetto sembrava inizialmente semplice, ma sono state incontrate alcune difficoltà nella progettazione dei sistemi di fissaggio del cilindro estrusore e nella scelta dei materiali per costruirli, poiché era necessario garantire robustezza e contemporaneamente contenere le dispersioni di calore, affinché fosse possibile mantenere una temperatura controllata stabile all'interno cilindro, condizione necessaria per plasticizzare in modo ottimale il polimero da estrarre,

La soluzione tecnica trovata, realizzata con anelli di fissaggio e barre filettate di supporto, sembra aver risolto il problema, svolgendo egregiamente la sua funzione strutturale.

Non si sono riscontrate altre particolari difficoltà nella progettazione, nel cablaggio, nella programmazione e nell'assemblaggio della struttura.

Il sistema, al collaudo sembra funzionare in modo corretto, non sono stati riscontrati particolari problemi.

Sicuramente l'utilizzo prolungato del **3D Michael Maker**, anche con diverse tipologie di polimeri, servirà per testare la flessibilità e l'affidabilità nel tempo dell'impianto e per ottimizzarne i parametri di funzionamento, nelle diverse condizioni operative, orientando nelle scelte di eventuali possibili modifiche migliorative del progetto.