

Mensile di progettazione elettronica, attualità scientifica, novità tecnologiche.

Elettronica In

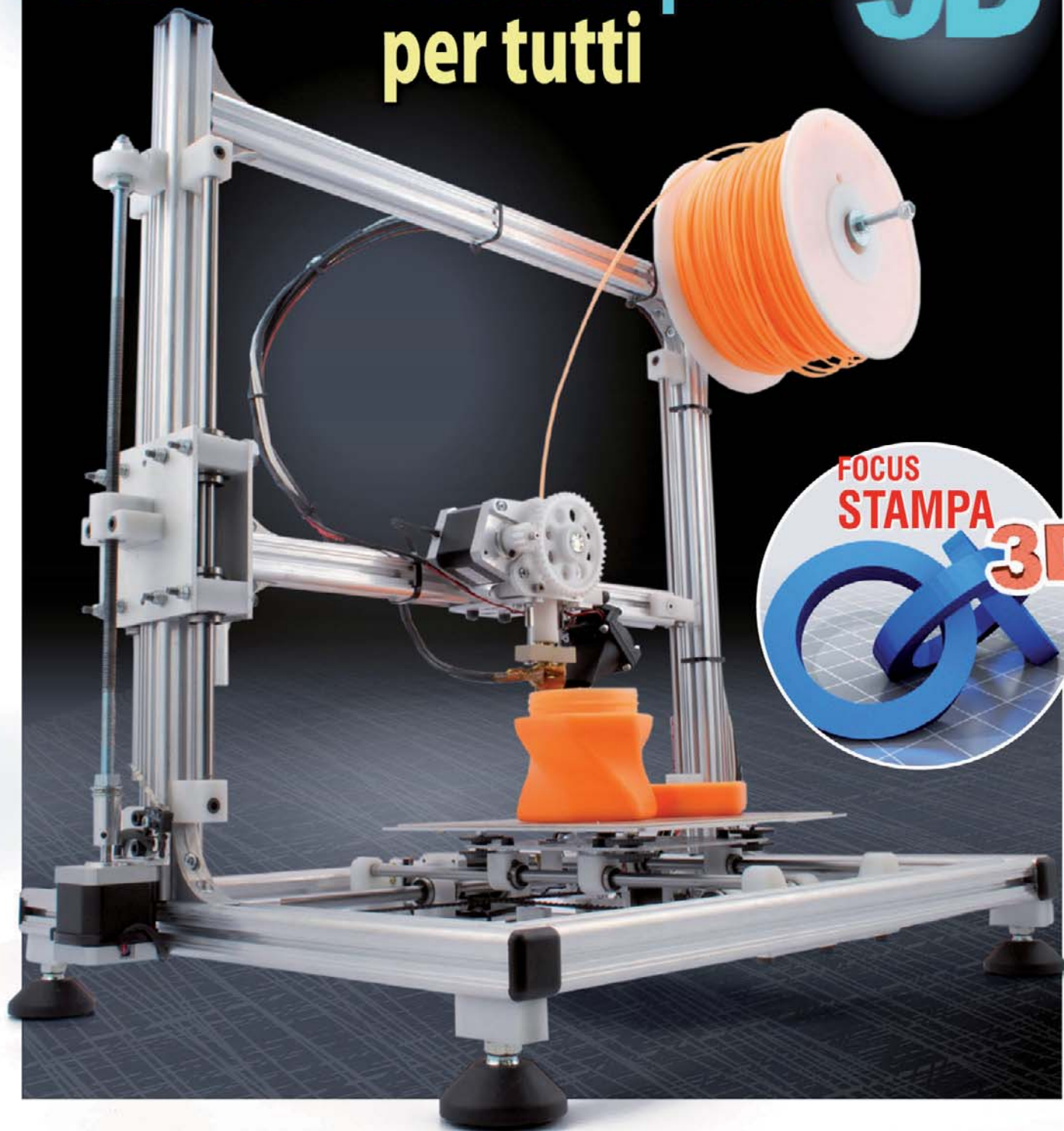
www.elettronica.in.it

oltre l'elettronica

3D RAG

Una stampante
per tutti

3D



FOCUS
STAMPA

3D



a cura di SIMONE MAJOCCHI

Dopo mesi di sperimentazioni e prove, montaggi e smontaggi, stampe di prova e notti insonni ad immaginare modifiche, abbiamo finalmente deciso di dare la nostra interpretazione al progetto RepRap.

Da diversi mesi ci stiamo occupando con una certa intensità del tema "stampanti 3D"; un paio d'anni fa avevamo preso una Makerbot Cupcake per capire di cosa si trattasse e per dare il via alla sperimentazione. Nel giro di qualche mese quella stampante aveva mostrato tutti i suoi

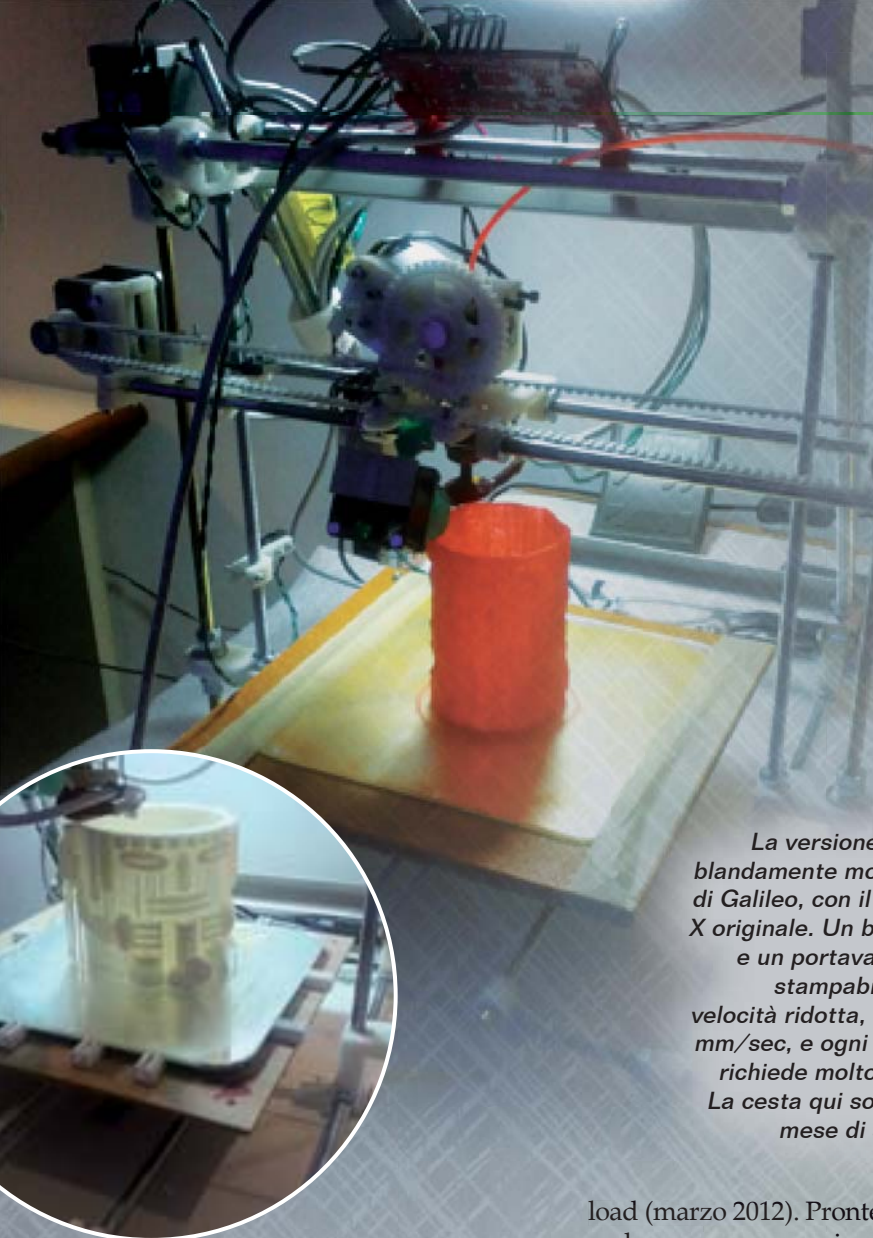
limiti e le sue complessità di messa a punto e per questo ci eravamo un po' raffreddati sul tema. Poi è arrivato il ciclone RepRap con le sue varie versioni e ci siamo nuovamente dedicati all'argomento costruendo prima una, poi due, poi tre diversi "modelli", attirati sia dalle prestazioni, sia dalle immagini dei modelli realizzati.

I PRIMI PASSI

Quando abbiamo preso in mano la prima RepRap in scatola di montaggio, un kit Galileo realizzato in Italia da Ken't Strapper di Firenze quale elaborazione di una Mendel, abbiamo passato il primo paio di giorni a districarci fra video, viti, barre filettate e bulloni, per venire a capo di una situazione non difficile, ma neppure tanto ovvia e lineare nel montaggio. Era la prima stampante che montavamo dopo quasi due anni dalla Makerbot e quindi avevamo di fatto dimenticato tutto. Armati di pazienza, metro, calibro e squadra, abbiamo comunque portato a termine l'assemblaggio in un tempo tutto sommato ragionevole e siamo quindi passati alla parte elettronica. Una scheda Sanguinololu dotata di driver StepStick e con piatto di stampa in masonite trattata con miscela Award (colla vinilica e altre colle acri-

UNA REPRAP TARGATA Elettronica In





La versione ancora blandamente modificata di Galileo, con il carrello X originale. Un bicchiere e un portavaso sono stampabili solo a velocità ridotta, circa 30 mm/sec, e ogni oggetto richiede molto tempo. La cesta qui sotto è un mese di stampe.

liche per una buona presa di ABS e PLA senza piatto riscaldato). I motori avevano i terminali già saldati con le opportune prolunghe e anche i fincorsa a microswitch erano stati preassemblati. Usando qualche fascetta e seguendo uno schema di collegamento online la Galileo era finalmente pronta per stampare.

Collegata al computer, il controller FTDI ha immediatamente attivato i driver che avevamo precedentemente installato per le schede Arduino e ci siamo ritrovati con la classica COM tramite USB.

Le indicazioni di Kent's Strapper ci hanno portato a scaricare Pronterface e Skeinforge, nelle release disponibili al momento del down-

load (marzo 2012). Pronterface è un buon programma in grado di gestire una RepRap a livello di movimenti e parametri funzionali, mentre lo slicing – ovvero la trasformazione di un modello 3D in una serie di “fette” 2D da stampare in sequenza – era affidato al programma Skeinforge, scritto

in python e per certi versi molto complicato a causa della miriade di parametri configurabili.

Per non perderci nello studio di Skeinforge abbiamo usato un profilo già pronto per l'ABS e ci siamo avventurati nella prima stampa, scaricata come modello da Thingiverse. Il risultato? Una mezza schifezza perché avevamo scelto un brutto modello e il profilo sbagliato. Non sapendo ancora come visualizzare i file STL e come vedere delle anteprime “comprensibili” sul Thingiverse avevamo scelto un'impronta di dinosauro che, pur con un certo valore educativo, dal punto di vista estetico era solo una specie di montagnetta con qualche protuberanza.

INIZIA LA SPERIMENTAZIONE

Poco convinti da Pronterface e da Skeinforge abbiamo pensato di mettere a frutto il tempo di attesa della stampa dei nostri primi pezzi – l'impostazione ai canonici 30 mm/sec per la stampa e a 60 mm/sec per lo spostamento determinava un avanzamento lento di ogni prova – per cercare in Rete delle alternative e dei suggerimenti. Dopo qualche ricerca ci si è schiuso di fronte un mondo molto più ricco e articolato di quello che ci saremmo aspettati e abbiamo iniziato a capire il significato dei vari parametri. Fra i vari software di stampa disponibili, abbiamo deciso che



Repetier-Host aveva caratteristiche ottimali per le nostre esigenze e con esso siamo anche passati a Slic3r per la trasformazione da STL a G-Code. (Trovate una descrizione più approfondita di questi software in altri articoli dedicati alla stampa 3D in questo e nei prossimi numeri. – ndr).

Cambiando il software e lo slicer abbiamo iniziato a prendere confidenza con la nostra Galileo e le sue funzionalità; nel frattempo era anche arrivato il nostro ordine di PLA: un materiale più interessante dal punto di vista estetico e più facile da stampare dell'ABS grazie alla sua temperatura di fusione inferiore e alla maggiore varietà dei colori.

Nel giro di un paio di settimane, avevamo individuato una serie di oggetti 3D per valutare la qualità della stampa sia in termini di consistenza, sia di velocità, sia di precisione. Nello specifico, i test si svolgevano sul classico 3D Print Badge, lo Space Invader e Mulher. Di questi tre soggetti abbiamo fatto numerose copie, in colori diversi, dimensioni diverse, riempimento più o meno denso e con vari parametri quali il numero di strati per le pareti e i piani, fino alla modifica di parametri apparentemente intoccabili come il diametro dell'ugello e il flusso dell'estrusore.

CON IL PLA SERVE LA VENTOLA

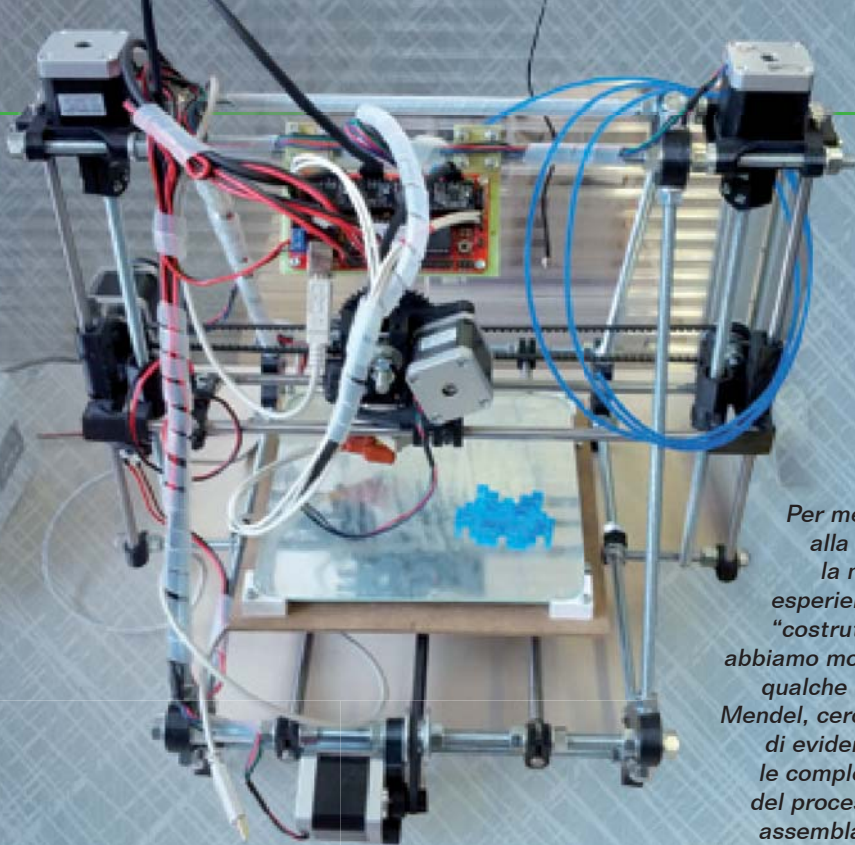
Una delle prime cose che abbiamo imparato è la necessità di montare una



La Tour Eiffel non è un problema per la nostra Galileo con tutte le modifiche a bordo: dal nuovo carrello Y su cuscinetti, alla barra di stabilizzazione e trazione della cinghia della X fino alla ventola con cono di sagomatura del flusso d'aria. Con tutte queste modifiche, stampe come questo busto multicolor possono avvenire anche a 60 mm/sec.

ventola per raffreddare il PLA dopo l'estrusione: senza di essa, tutte le pareti sottili e i dettagli stratificati troppo rapidamente cedono in quanto ancora fluidi quando l'ugello torna a depositare nuovo materiale. Anche i cosiddetti "bridge", ovvero i tratti sospesi, riescono bene con la ventola mentre sono a rischio senza di essa.

Avremmo potuto affidare la gestione alla scheda Sanguinololu, ma alla fine ci siamo lasciati un po' prendere dalla pigrizia ed abbiamo usato un semplice interruttore e un collegamento diretto ai 12V per alimentare una semplice ventola recuperata da un



Per mettere alla prova la nostra esperienza di "costruttori", abbiamo montato qualche Prusa Mendel, cercando di evidenziare le complessità del processo di assemblaggio.



La risonanza portava la struttura ad oscillare cancellando parte dello spostamento impartito dagli stepper e questo rendeva alcuni segmenti ondulati o addirittura più corti del previsto. La cura è stata abbastanza drastica con l'aggiunta di profilati a L e a C in alluminio per formare un quadrato rigido nella parte posteriore dal vertice orizzontale posteriore basso a quello orizzontale alto. Già con questa modifica la qualità è sensibilmente migliorata anche aumentando un po' la velocità, ma tutte le stampe erano ancora penalizzate da un effetto "salsicciotto" (quasi come l'omino Michelin) che derivava dalla non perfetta lavora-

dissipatore di una CPU di un vecchio PC. La parte di gestione del flusso dell'aria, invece, l'abbiamo creata partendo da due soluzioni pronte per la stampa, disponibili su Thingiverse. Una goccia di colla ci ha permesso di integrare i due oggetti prendendo dal primo lo snodo con il fissaggio al carrello e dal secondo l'ugello sagomato a ellisse.

Con questa aggiunta, la nostra stampante ha iniziato a lavorare con una buona stabilità anche gli oggetti più sottili o composti da parti molto piccole.

MIGLIORIAMO LE PRESTAZIONI

Dopo aver raggiunto una discreta qualità della stampa, passando da oggetti con qualche deformazione a stampe abbastanza fedeli all'oggetto originale, ci siamo posti la domanda cruciale: maggiore precisione o maggiore velocità? La risposta è stata quella di chi vuole arrivare in fondo alle cose per poter poi raccontare ai lettori cosa succede in ogni situazione e, con un minimo di fortuna, arrivando anche a un risultato superiore alle aspettative. Il primo aspetto è stato quello

della precisione di stampa: nella Galileo abbiamo infatti riscontrato un significativo problema relativo alla stabilità della struttura che era capace di entrare in risonanza sui motori in cima ai vertici anche a bassa velocità, ma in presenza di piccoli spostamenti alternati tipici dei riempimenti di piccole aree.



Le due nostre prime stampanti a confronto durante l'Arduino Flash Mob di metà giugno 2012. Prusa Mendel e Galileo versione "SM" fianco a fianco che stampano con pari qualità e velocità oggetti di ogni genere, piccoli e grandi.

zione delle due barre filettate a cui era demandato il sollevamento di tutto il carrello dell'asse X, quello con l'estrusore.

Facendo salire e scendere il carrello si notava infatti che questo aveva un movimento rotatorio attorno all'asse verticale Z proprio come la deformazione della barra filettata. Abbiamo provato a regolare il morsetto di accoppiamento al motore, poi abbiamo provato a sostituire la barra con un'altra, ma alla fine l'oscillazione restava. Unica alternativa: sostituire l'intero sistema di sollevamento del carrello con qualcosa di più stabile.

Ancora una volta Thingiverse ci è venuto in aiuto e abbiamo stampato un nuovo supporto al carrello X, dotato di cuscinetti lineari per un nuovo sistema di barre lisce incaricate di sostenere e guidare il carrello mentre le barre filettate avevano il solo compito di gestire lo spostamento verticale tramite bulloni con un gioco orizzontale capace di annullare anche un pronunciato ondeggiamento delle barre filettate. Questa modifica ci ha costretto a smontare un po' di Galileo, modificando alcuni elementi della struttura e ricorrendo a barre lisce non fornite nel kit.

Visto che c'eravamo, abbiamo anche cambiato il carrello stesso e i supporti del piano Y, sostituendo il tutto con una serie di pezzi dotati di cuscinetti lineari a ricircolo di sfere (lm8uu) al posto dei bushing in plastica o di semplici e imprecise bronzine.

Al termine di questa serie di modifiche, tutto sommato poco costose e con i cuscinetti a basso costo, abbiamo ripreso i nostri modelli per verificare il risultato.

STABILE? STABILISSIMA

Con qualche sostituzione e l'ag-

giunta di cuscinetti che miglioravano lo scorrimento e al tempo stesso azzeravano i giochi e le imprecisioni, la Galileo modificata ha cambiato radicalmente la qualità di stampa e a 30/40 mm/sec ogni stampa era pressoché perfetta.

Abbiamo provato a stampare a 0,25 e 0,20 come spessore del layer Z ottenendo pezzi di elevata compattezza e la cui superficie era al tatto solo leggermente rugosa, seguendo il passo dell'asse Z. Con un simile risultato ci siamo dati alle stampe più svariate, ottenendo i nostri tre modelli di prova con una qualità che all'inizio dell'avventura non ci saremmo mai aspettati.

Abbiamo anche imparato che le cinghie e tutta la bulloneria vanno regolarmente controllati per serrare tutto quello che ogni quattro o cinque stampe un po' impegnative inevitabilmente si allenta. Basta infatti una cinghia non perfettamente tesa per creare inaspettate risonanze, mentre qualche fascetta in nylon opportunamente piazzata attorno a un cuscinetto lineare ne evita un gioco impercettibile – ma visibile in stampa – rispetto all'elemento che lo dovrebbe trattenere.

E ADESSO UN PO' DI SPRINT

Con il raggiungimento della qualità al limite delle possibilità

Il nostro Gabriele raccoglie la sfida per creare una nuova RepRap, più solida, facile da montare, veloce e dalle prestazioni di fascia alta. Analizzare altre stampanti gli ha permesso di evidenziare gli aspetti progettuali salienti ed il risultato è stato un centro pieno di tutti gli obiettivi.



3Drag è costruita con profilati in alluminio.

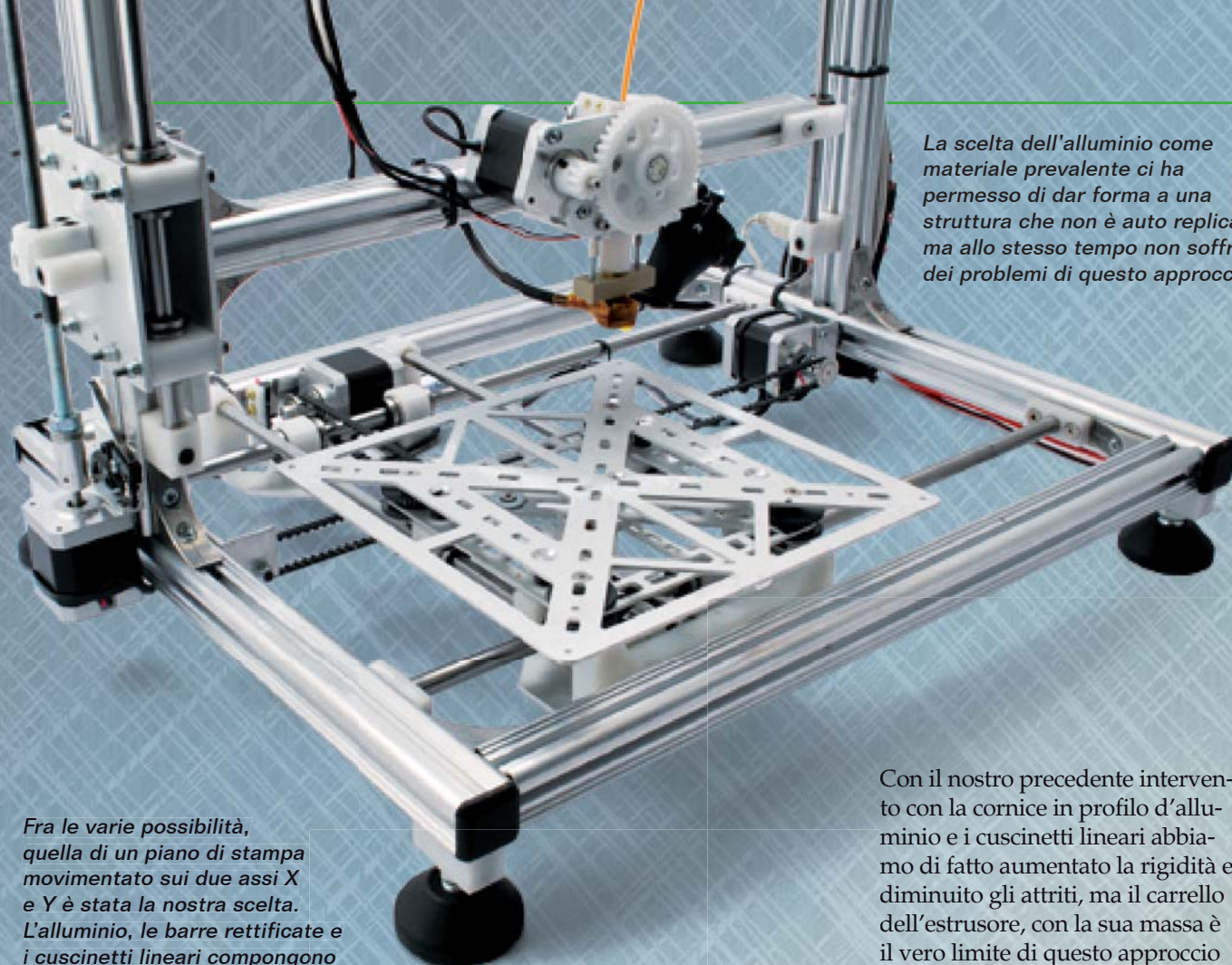


Il fissaggio fra i profilati è semplice ma molto solido.



Il movimento è di tipo X/Y grazie a un nostro sistema di barre e cinghie.





La scelta dell'alluminio come materiale prevalente ci ha permesso di dar forma a una struttura che non è auto replicante, ma allo stesso tempo non soffre dei problemi di questo approccio.

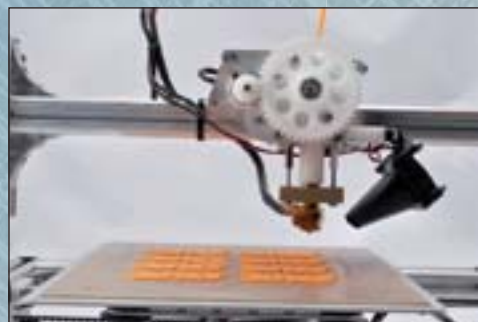
Fra le varie possibilità, quella di un piano di stampa movimentato sui due assi X e Y è stata la nostra scelta. L'alluminio, le barre rettificare e i cuscinetti lineari compongono una struttura leggera ma rigida. L'estrusore richiama quello di tipo Wade, ma è in alluminio e altri materiali lavorati con CNC per ottenere maggiore precisione e robustezza.

fisiche della stampante, che ha pur sempre una risoluzione nel movimento pari a 0,1mm su X e Y, assieme a 0,0125 mm sull'asse Z, abbiamo iniziato a modificare i parametri relativi allo spostamento. Questi valori sono quelli che i vari produttori indicano come discriminante della stampante rispetto alla concorrenza, indicando la velocità di stampa massima in mm/sec oltre la quale ci sono problemi di estrusione, tenuta del passo e stabilità generale della struttura.

Con il nostro precedente intervento con la cornice in profilo d'alluminio e i cuscinetti lineari abbiamo di fatto aumentato la rigidità e diminuito gli attriti, ma il carrello dell'estrusore, con la sua massa è il vero limite di questo approccio di stampante 3D.

Modelli come Ultimaker montano infatti la parte di fusione ed estrusione sul carrello, mentre tengono il motore che spinge il filo di materiale plastico agganciato a un lato della stampante. Ciascuno dei due approcci ha vantaggi e svantaggi: estrusore e motore vicini permettono un ottimo controllo dell'estrusione, con anche il ritiro del materiale efficace per non lasciare fili durante lo spostamento, mentre i due elementi separati alleggeriscono moltissimo la parte da muovere su uno o due assi, consentendo maggiori velocità di stampa e spostamento.

Galileo nasce, come Mendel, per montare estrusore e motore accoppiati (l'estrusore viene indicato anche come Hot End) e una modifica per la loro separazione richiederebbe interventi non indifferenti. La possibilità che resta per incrementare la velocità riguarda quindi l'irrigidimento della strut-



tura e l'eliminazione dei possibili giochi dovuti alle tolleranze o alle elasticità delle varie parti. Nel nostro caso abbiamo individuato nel sistema cinghia / carrello X un ultimo punto debole e con una barra di spinta fra il motore e il perno del cuscinetto sull'altro capo della cinghia abbiamo liberato la barra del carrello dalla trazione generata dalla cinghia stessa.

Alla fine di tutto questo, abbiamo portato la stampante a una qualità significativa assieme a 60 e più millimetri al secondo di stampa e 150 di spostamento.

DOPO LA GALILEO, UNA PRUSA MENDEL

L'esperienza fatta con la nostra prima RepRap ci ha fatto pensare che una Prusa Mendel, l'attuale modello di punta della famiglia, fosse alla nostra portata per un approccio più sistematico e industrializzato, quindi ci siamo procurati le parti in plastica sul mercato e abbiamo preso da un ferramenta professionale un po' di barre, viti e bulloni come da elenco materiali. Seguendo le istruzioni del Wiki, ci siamo avventurati nel montaggio di due stampanti in contemporanea e dopo un paio di giornate le due Prusa erano ultimate e pronte per stampare. Il numero dei pezzi e alcuni passaggi del montaggio si sono rivelati abbastanza critici: solo perché provenivamo da un montaggio precedente non ci siamo fatti intimorire dal numero di parti eppure in un paio di situazioni siamo stati costretti a smontare la parte perché eravamo cascati in qualche "tranrello" prospettico. Le barre orizzontali con il motore del piano di stampa sono state quelle più difficili per ragioni di orientamento delle parti in plastica, poco visibili nelle guide online e quindi, per la solita legge di Murphy, destinate a essere montate al contrario per

svista o per errata interpretazione del disegno guida.

Via via che il montaggio proseguiva, abbiamo anche riscontrato come le istruzioni si allontanassero progressivamente dalla reale situazione delle parti a nostra disposizione: la struttura metallica e plastica sono infatti ragionevolmente stabili e standardizzate, ma la parte elettronica e dell'estrusore, essendo in costante evoluzione, l'abbiamo dovute interpretare in base alle nostre esperienze pregresse.

Prusa Mendel è stata però all'altezza delle aspettative gareggiando con la nostra Galileo modificata in occasione del Arduino Flash Mob che Elettronica IN ha organizzato a fine giugno: finita di montare la sera prima e senza alcuna specifica taratura o messa a punto si è subito rivelata stabile, veloce e capace di stampare con qualità e precisione quello che per la Galileo ha richiesto parecchie messe a punto.

Certo Prusa Mendel ha di base le caratteristiche che noi abbiamo dovuto raggiungere attraverso modifiche su Galileo e quindi l'assenza di oscillazioni sulla Z o la robustezza del carrello su cuscinetti hanno immediatamente permesso di arrivare a 60 mm/sec senza problemi. La familiarità con i vari parametri di slicing e di estrusione ha poi consentito di trovare nel giro di un paio di stampe le impostazioni ottimali.

IL BELLO DELL'OPEN SOURCE

Prusa Mendel, proprio perché modello di riferimento attuale e più "diffuso" di RepRap, può contare su una miriade di parti meccaniche, accessori e modifiche immediatamente utilizzabili, mentre le RepRap con variazioni e cambi nella struttura richiedono sempre una valutazione sull'applicabilità di questa o quella modifica trovata

CARATTERISTICHE TECNICHE 3Drag

■ **Struttura:**

- alluminio profilato sezione quadrata da 27,5 mm di lato;
- scorrimenti con manicotti a riciclo di sfere su barre rettifiche da 8 e da 10 mm

■ **Carrello X/Y:**

- piano base 3mm alluminio forato per opportuna riduzione di massa;
- piani superiori in alluminio da 2 mm opportunamente forati per ridurre la massa

■ **Elementi di fissaggio, supporto e raccordo in poliossimetilene, lavorati mediante pantografo CNC**

■ **Tecnologia: FFF (Fused Filament Fabrication) per PLA e ABS**

■ **Estrusore a caldo con ugello da 0,5 mm e NTC in vetro da 100K e stepper, con ventola gestita manualmente**

■ **Movimento: 3 motori stepper NEMA 17 su assi X/Y (Piatto di stampa) e Z (braccio estrusore)**

■ **Controller: Sanguinololu 1.3a o compatibile**

■ **Alimentazione: 12V 3A max**

■ **USB Client 2.0 FTDI to Serial compatibili Arduino**

■ **Dimensioni utili per la stampa: 20 x 20 x 20 cm**

■ **Dimensioni supporto Piatto di stampa: 21,5 x 21,5 cm**

■ **Velocità di stampa tipica: 120 mm/sec**

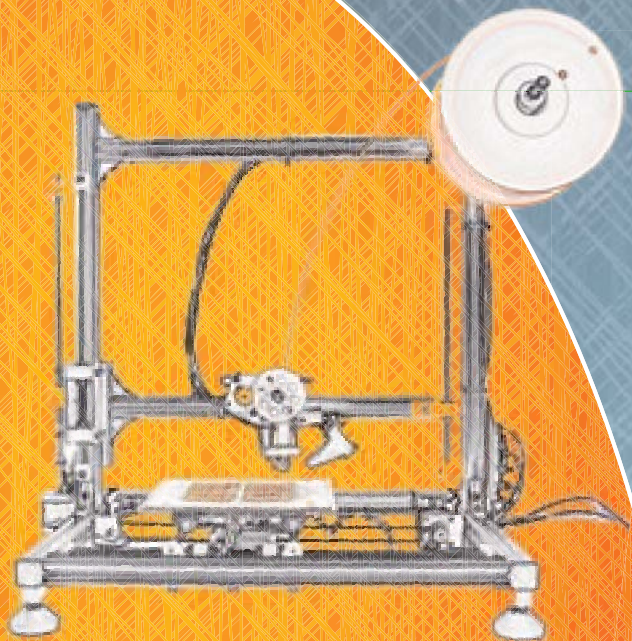
■ **Velocità di stampa massima: 150 - 300 mm/sec (in funzione dell'oggetto da stampare)**

■ **Risoluzione nominale:**

- X e Y: 0,015 mm
- Z: 0,39 micron

■ **Ingombro:**

- Larghezza 60 cm
- Profondità: 43 cm
- Altezza: 59 cm
- Peso: 8,7 kg



Una stampante 3D per tutti

3DRAG: è questo il nome della stampante 3D messa a punto dal team di Futura Elettronica /ElettronicaIn con lo scopo di mettere a disposizione di appassionati, scuole, artigiani uno strumento dalle caratteristiche professionali ad un prezzo abbordabile. Insomma, **UNA STAMPANTE 3D PER TUTTI!** Come raccontato in questo articolo, ci sono voluti quasi due anni di studi, prove e modifiche per realizzare una macchina facile da montare, precisa e silenziosissima, in grado di stampare ad una velocità di 120-150 millimetri al secondo ma in alcuni casi (molto dipende dal soggetto) di spingersi sino a 300 mm/sec.

Nei prossimi mesi quanti verranno a trovarci alle fiere e manifestazioni alle quali parteciperemo, avranno la possibilità di vedere dal vivo la nostra 3D in funzione; in ogni caso stiamo preparando un mini sito (<http://3DPrint.elettronicaIn.it>) nel quale pubblicheremo immagini, video, sequenze di montaggio e file di stampa relativi alla nostra nuova stampante la quale sarà disponibile sia in scatola di montaggio che già montata e collaudata.

Questi i prezzi:

- 3DRAG/K Versione in kit - Euro 680,00

- 3DRAG/M Versione montata - Euro 860,00

Le consegne inizieranno da metà settembre.

Insieme alle stampanti saranno disponibili gli accessori, i ricambi e, soprattutto, i fili in PLA e ABS nei colori più vari.

Il materiale va richiesto a:
Futura Elettronica, Via Adige 11,
21013 Gallarate (VA)
Tel: 0331-799775 - Fax: 0331-792287
<http://www.futurashop.it>

online. Alla luce della nostra esperienza, abbiamo quindi pensato di offrire ai più determinati e "smanettoni" un kit di Prusa Mendel, completo di ogni parte e da noi verificato come validità d'insieme di tutte le varie parti meccaniche, plastiche ed elettroniche, mentre per non sbarrare la strada a chi non ha particolari abilità di montaggio meccanico abbiamo avviato la progettazione della nostra versione di Mendel con tre semplici obiettivi: semplicità di montaggio, prestazioni paragonabili a Prusa Mendel, compatibilità al 100% con tutta la parte elettronica, firmware e software di RepRap.

DOPO DUE MESI, LA LUCE

Il requisito della semplicità di montaggio ci ha portato ad abbandonare il sistema a parti plastiche stampate e barre filettate standard M8 per passare a profili di alluminio con sagome studiate per il fissaggio di parti sui lati. Per un singolo pezzo, questa soluzione sarebbe stata antieconomica, mentre nell'ottica di una produzione di una serie di stampanti, questi materiali diventano abbordabili.

In cambio di questa struttura – molto stabile e da assemblare attraverso semplici sequenze di incastri e fissaggi – la nostra stampante non è "compatibile" con il mondo delle meccaniche e delle modifiche RepRap. Ogni parte è stata pensata per offrire leggerezza dove necessario – come ad esempio sul sistema di trascinamento del piano di stampa – e rigidità per la soppressione delle vibrazioni e delle risonanze indesiderate. Rispetto a una Mendel, la nostra stampante usa il sistema X/Y per il piano di stampa e Z per il carrello. Questo ci ha permesso di semplificare il sistema di estrusione che, non dovendo più muoversi su un asse orizzontale, viene semplicemente fissato alla struttura che si sposta sull'asse Z. Anche se a prima vista può sembrare complesso, il nostro sistema di cinghie per spostare il piatto di stampa non è come quello di spostamento dell'estrusore nello stile di Darwin e di Ultimaker dato che l'incrocio di barre e cinghie non comporta problemi al piatto che sta sopra. Le misure sono state impostate per avere compattezza e un baricentro basso, allineato con le due cinghie.

Il nostro supporto per il piatto di stampa, poi, è stato progettato per ospitare una "mattonella" di vetronite che combina una buona aderenza con il PLA, stabilità dimensionale e anche una certa economicità. La superficie della basetta in vetronite deve essere trattata con carta vetrata fine per esporre la fibra di vetro e dalle nostre prove si ottiene una finitura opaca omogenea assieme a un'ottima presa, anche con pezzi di una certa estensione. Rispetto a molte altre soluzioni che abbiamo provato nei mesi di sperimentazione, questa

si sta rivelando fra le più interessanti con le stampe in PLA. Le dimensioni del supporto, comunque, sono adatte al montaggio di un piano riscaldante standard per Prusa (circa 21 x 21 cm) sul quale potrete fissare un piatto di stampa purché questo non sia troppo pesante. Fra le prime stampe fatte con la nostra stampante, vale la pena di citare la bella Tour Eiffel (solo la metà superiore) che è stata realizzata a circa 85 mm al secondo con uno sviluppo verticale di ben 20 centimetri. Il risultato ha lasciato stupiti noi per primi, anche perché da un'iniziale regolazione di 60 mm/sec in stampa e 120 mm/sec in spostamento, ci siamo accorti di aver lasciato su Repetier-Host un incremento della velocità del 140%. Ciò nonostante l'intera struttura è quasi perfetta, con dettagli minuti definiti e grande precisione nel posizionamento degli elementi. L'immagine del pezzo stampato vale comunque più di mille parole.

E ADESSO VERSO IL KIT

Con i risultati raggiunti dalla nostra interpretazione meccanica di una RepRap - ancora in cantiere e nella fase delle regolazioni fini, ma approdata alla sua versione 1.0 perfettamente funzionante - pensiamo di non poterci esimere dall'offrire il tutto in una pratica e completa scatola di montaggio. Al momento in cui scriviamo (luglio 2012 - ndr) abbiamo finalizzato gli aspetti specifici dell'elettronica che è - come da specifiche - del tutto compatibile con i firmware e le soluzioni software che il mondo RepRap sta portando avanti. Questo vi permetterà di aggiornare la stampante con i firmware più nuovi e con le soluzioni software che via via gli utenti riusciranno a creare per rendere la stampa 3D sempre più facile e intuitiva. Già ora il firmware Marlin che abbiamo selezionato, vi viene fornito configurato per riflettere le caratteristiche meccaniche delle cinghie, la posizione e il verso di rotazione dei motori e il tipo di collegamento dei microswitch di rilevazione delle posizioni di Home (0,0,0). Utilizzando un Arduino IDE 0022 o 0023 potrete riprogrammare la scheda con tutta la semplicità di un solo click del mouse. Marlin, inoltre, può essere riconfigurato in modo abbastanza semplice intervenendo sul file sorgente "Configuration.h" che contiene tutti i parametri funzionali e le caratteristiche della meccanica. Per rendervi la stampa e la regolazione più semplici e ripetibili abbiamo abbinato ai microswitch una serie di viti che permettono la regolazione fine di ciascuna posizione di zero. Non si tratta di una regolazione automatica, ma una volta che avrete regolato le viti nel modo corretto, avrete un posizionamento costante e affidabile. ■

10% di sconto

SUI TUOI ACQUISTI

Come?

ABBONATI A



per 1 ANNO

a soli
€ 45,00

Lo sapevi che
gli abbonati a
Elettronica In
hanno diritto
al **10% di sconto**
su tutti i prodotti
acquistati presso
Futura Elettronica*?



Ad esempio:

Se acquisti una
stampante 3D



> € 680,00

-10%

€ 68,00

abbonamento

€ 45,00 =

RISPARMI € 23,00

* Condizione valida per gli acquisti effettuati direttamente presso il punto vendita di Gallarate (VA) o sullo store on-line www.futurashop.it

**3DRAG**

UNA STAMPANTE 3D PER TUTTI

**STAMPARE CON L'ABS
È ANCORA PIÙ SEMPLICE
CON LA NUOVA VERSIONE
COMPLETA DI PIATTO
RISCALDATO**

Facile da montare, veloce
nelle stampe e precisa
anche alle velocità
più elevate. Grazie al
piatto riscaldato gli
oggetti realizzati in ABS
aderiranno perfettamente
alla superficie di stampa.

cod. 3DRAG/M (in kit)
€ 680,⁰⁰

IVA inclusa

**Versione montata
cod. 3DRAG/M
€ 860,00 IVA inclusa.**

**Versione
V1.2**



STRUTTURA IN ALLUMINIO
PER COMBINARE RIGIDITÀ E LEGGEREZZA
ASSEMBLAGGIO SEMPLIFICATO CON GIUNTI
METALLICI E PARTI IN ABS STAMPATE A INIEZIONE
PIANO DI STAMPA CON MOVIMENTAZIONE X/Y
ESTRUSORE MOVIMENTATO SUL SOLO ASSE Z
VOLUME DI STAMPA MASSIMO: 20 X 20 X 20 cm
RISOLUZIONE: X E Y - 0,015 mm;
Z - 0,39 MICRON
ESTRUSORE CON UGELLO DA 0,5 mm
COMPATIBILE CON FILO DA 3 mm IN PLA E ABS
VELOCITÀ DI STAMPA TIPICA:
120 mm/s
PIATTO RISCALDATO



Disponibili rotoli
di ABS e PLA in vari
colori e pesi.

**FUTURA
ELETTRONICA®**
www.futurashop.it

Futura Group srl
Via Adige, 11 • 21013 Gallarate (VA)
Tel. 0331/799775 • Fax. 0331/792287

Caratteristiche tecniche di questi prodotti e acquisti on-line su www.futurashop.it

**ULTERIORI INFORMAZIONI, ESEMPI, SOFTWARE
E MODALITÀ DI MONTAGGIO E UTILIZZO, SU:
3dprint.elettronica.in.it**

Stampare con 3Drag è semplice, ma sono necessari una serie di passaggi per avere tutto pronto e correttamente configurato. Vediamo cosa fare e cosa non dimenticare per arrivare alla nostra prima stampa senza problemi.



di GABRIELE DAGHETTA
testo di SIMONE MAJOCCHI

LA NOSTRA PRIMA STAMPA

Avete deciso di dotarvi di una stampante 3D? È la nostra 3Drag? Bene! In queste pagine vi guideremo passo a passo nella preparazione del computer e nella taratura della stampante stessa, per poi farvi dare la vostra prima stampa in PLA a

conferma della perfetta configurazione di tutto l'insieme.

LA CHECKLIST INIZIALE

Per poter utilizzare la vostra stampante 3Drag avete bisogno di una serie di elementi:

- 1) la stampante 3Drag (montata da voi o



- acquistata già montata)
- 2) un alimentatore da 12V e almeno 4 ampere, possibilmente switching
 - 3) un computer con sistema operativo Windows (anche Linux va bene)
 - 4) un collegamento a Internet per scaricare il software
 - 5) un cavo di collegamento USB di tipo B/A (come quello che serve per Arduino)
 - 6) almeno 100 grammi di filo in PLA da 3mm
 - 7) un taglierino a lama larga
 - 8) un tappeto in gomma per preservare la scrivania (va bene ad esempio il Rationell Variera di Ikea che costa 3 euro e ha dimensioni di 150 x 50 cm)
 - 9) cacciaviti, pinze piccole, taglierino piccolo e limetta per le unghie diamantata

Il tutto deve poter stare su una scrivania che abbia le dimensioni giuste per ospitare sia la stampante, sia il computer, sia il materiale e gli strumenti da usare per portare a termine le stampe. Vediamo ora nel dettaglio ciascuna voce della checklist e prendiamo in considerazione i primi accorgimenti di installazione.

1) La stampante 3Drag

Partendo dal presupposto che la vostra 3Drag è stata assemblata correttamente, o seguendo le indicazioni online di montaggio, o perché l'avete acquistata montata, in questa fase dovete posizionarla su un tavolo e regolare i piedini in modo tale che sia ragionevolmente in piano e orizzontale, ovvero non balli come certi tavolini dei bar. Se avete a disposizione una livella, appoggetela su ciascuno dei quattro bordi della struttura rettangolare di base e regolate i piedini fino ad avere un livellamento omoge-

Sul sito appositamente realizzato per questa stampante (<http://3dprint.elettronica.in.it>) è disponibile, tra tantissime altre informazioni, la sequenza di montaggio dettagliata della stampante che, per ragioni di spazio, non possiamo pubblicare sulla rivista (occuperebbe oltre 200 pagine!). Quanti si accingono a montare la stampante debbono dunque fare riferimento al nostro sito. In questo riquadro forniamo una sequenza di montaggio semplificata per fare capire a quanti intendono acquistare questo prodotto come è realizzata la struttura, da quali elementi è composta ma anche per farsi un'idea delle competenze necessarie e delle difficoltà.

Diciamo subito che tutti i materiali che vengono forniti per montare la stampante non sono presenti nello scatolone alla rinfusa, bensì sono suddivisi in numerose confezioni contenenti tutti gli elementi necessari per realizzare una specifica parte della printer.

Ad esempio, se prendiamo in considerazione il primo elemento che consigliamo di montare (ovvero il **supporto per la bobina**, montaggio molto semplice che proprio per questo motivo ci consente di prendere la mano con i nuovi ... ferri del mestiere), possiamo osservare che tutto il materiale relativo è inserito in un sacchetto e che foto ed elenco completo degli elementi presenti all'interno sono documentati sul nostro sito internet. La prima foto che troverete sarà dunque questa:



mentre di seguito troverete l'elenco del materiale presente all'interno della confezione che consentirà - tra l'altro - di verificare che tutto quanto necessario sia presente. Nel caso specifico la confezione comprende:

- 1x barra filettata da 19 cm M8;
- 4x rondelle M8 x 30;
- 6x dadi classici M8;
- 2x dadi autobloccanti M8;
- 6x rondelle M8 x 16;

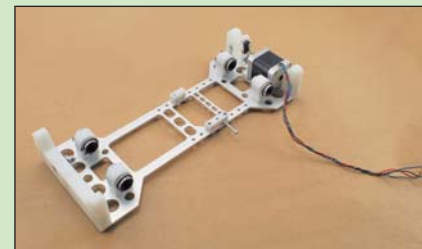
1x staffa in alluminio Alfer per cerniere, completa di 2 viti e 2 dadi di fissaggio;

4x cuscinetti 8 x 22 x 7 mm con protezione antipolvere.

La sequenza di montaggio che segue vi consentirà, passo dopo passo, di completare il montaggio del supporto per bobina, facilmente e senza errori, realizzando questa prima parte della macchina.



2 Carrello asse X. È sicuramente la piastra metallica più grande, opportunamente forata per mantenere la necessaria robustezza ma per contenere quanto più possibile il peso. Quanto più leggero sarà il carrello nel suo complesso, tanto più veloci potranno essere i movimenti e di conseguenza la velocità di stampa.



3. Montaggio base telaio con piedini. Da questo momento la nostra struttura prende forma con il montaggio dei quattro profilati d'alluminio che rappresentano la base della stampante e con l'inserimento dei quattro piedini che garantiscono una buona stabilità. Le barre di alluminio sono fissate tra di loro mediante angolari che si adattano perfettamente alla forma delle barre.



4. Montaggio spalla laterale sinistra del telaio.

È il profilato laterale sinistro che dovrà garantire lo scorrimento del carrello Z e che proprio per questo motivo utilizza anche due barre cilindriche lisce fissate ai lati.



5. Montaggio carrello Z e applicazione sulla spalla laterale sinistra.

Questo carrello, sul quale andrà fissato il braccio che sostiene l'estrusore, si muove verticalmente azionato da una barra filettata controllata da un motore stepper. È sicuramente una delle parti più importanti (e critiche) della nostra 3D.



6. Montaggio spalla laterale destra con guida.

Fornisce robustezza alla struttura e consente al braccio a cui è fissato l'estrusore di muoversi correttamente.

7. Montaggio braccio con predisposizione estrusore.

È il braccio che scorre verticalmente ed al centro del quale è montato l'estrusore. Da una parte questo braccio è fissato in maniera solidale al carrello Z mentre dal lato opposto è libero di scorrere su una barra liscia.

8. Montaggio traversa superiore del telaio.

Consente di dare rigidità alla struttura e rappresenta anche una comoda impugnatura per la nostra 3D.

9. Montaggio motore e barra filettata Z. Garantisce il movimento verticale dell'estrusore agendo sul carrello verticale e sul braccio sul quale è fissato l'estrusore.

10. Montaggio motore e puleggia asse X. È uno dei motori che garantisce il movimento del carrello lungo gli assi X-Y.

11. Montaggio estrusore e applicazione al braccio. È uno dei meccanismi più complessi in quanto deve spingere il filo da fondere verso la parte calda dell'estrusore. Viene azionato con un motore stepper che ne è parte integrante.



12. Montaggio riscaldatore estrusore. Va montato sotto la meccanica vera e propria ed ha lo scopo di riscaldare il filo plastico fino a portarlo alla temperatura di fusione e farlo uscire dall'ugello da 0,5 mm.



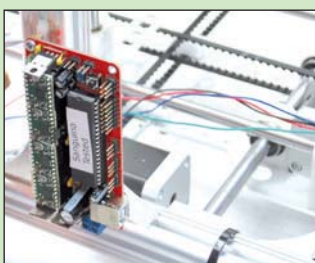
13. Applicazione piatto stampa. Il piatto stampa va montato sul relativo supporto utilizzando quattro rondelle di regolazione che, in fase di taratura, consentono di ottenere un piano perfetto.



14. Montaggio supporto bobina al telaio. Il braccio che accoglie la bobina di materiale plastico è fissato sul lato alto, a destra, della struttura della macchina.

15. Montaggio ventola. La ventola viene fissata nelle vicinanze del riscaldatore mediante un supporto metallico sul quale è anche fissato l'interruttore di accensione e spegnimento.

16. Fissaggio al telaio scheda elettronica e microinterruttori. Il circuito di controllo è fissato al braccio verticale destro della struttura mentre i tre microswitch sono montati in modo da garantire un segnale di "fine corsa" per gli assi X, Y e Z.



17. Cablaggio elettrico. Il kit comprende tutti i cavi e gli accessori per connettere alla scheda di controllo i quattro motori, i

tre microswitch, la ventola, il sistema riscaldante dell'estrusore con il sensore di temperatura nonché l'alimentatore da 15V 4A.

18. Collegamento al PC. Si effettua con un cavo USB e consente di pilotare il sistema con il software caricato sul Personal Computer, ma anche di aggiornare il firmware della scheda.

19. Calibrazione fine corsa X-Y. Gli assi X e Y vanno tarati per la posizione 0 agendo su apposite viti che agiscono su due micro-switch.



20. Regolazione fine corsa Z e relativo braccio. La regolazione del fine corsa dell'asse Z richiede una cura particolare, unitamente alla perfetta planarità del piatto di stampa; lo "0" dell'asse Z va regolato in modo che si trovi a 2 o 3 decimi di millimetro dal piano, qualsiasi sia la posizione X e Y del piano stesso.

21. Regolazione piatto stampa. Per ottenere questo risultato dobbiamo regolare le quattro viti presenti nella parte inferiore del piatto di stampa in modo da ottenere una perfetta planarità del piatto.

Nel sito <http://3dprint.elettronica.in> vengono anche specificati tutti gli attrezzi necessari al montaggio meccanico ed elettrico delle varie parti che compongono la nostra 3D printer.



La nostra printer ha dimensioni contenute, compatibili con quelle di una normale scrivania.

neo e stabile.

Questo primo passo è indispensabile per non compromettere tutte le successive regolazioni e pensiamo che sia tutto sommato facile arrivare ad un posizionamento stabile e saldo.

Ovviamente anche il tavolo o la scrivania utilizzati devono essere ben appoggiati a terra e possibilmente devono essere in grado di sopportare sollecitazioni senza entrare in risonanza o traballare; provate con una mano a imprimere un tremolio al piano: solo se il piano resta sostanzialmente fermo avete il tavolo giusto, altrimenti se traballa o oscilla, è meglio cercare qualcosa d'altro. La stampa a velocità elevate, sopra i 90 mm/sec per intenderci, creano tutta una serie di sollecitazioni sugli assi X e Y tali da trasmettere queste sollecitazioni alla superficie sottostante. Se inizia a traballare il tutto, è quasi certo che il posizionamento dell'ugello sull'asse Z ne risenta, compromettendo il risultato finale. La struttura della 3Drag è tale da ridurre al minimo i giochi e le vibrazioni, ma se la stampante è appoggiata su qualcosa di instabile, nascono degli inevitabili giochi. Su questo tema ci sentia-

mo di insistere perché abbiamo potuto notare come basti una sciocchezza come questa per compromettere qualsiasi tipo di stampante 3D di tipo RepRap.

2) un alimentatore a 12-15V

Se date uno sguardo alla 3Drag, noterete che ha 3 motori dedicati ai corrispondenti assi X, Y e Z, un motore per l'estrusore e la parte di riscaldamento della plastica. Ciascuno di questi componenti ha un significativo assorbimento e il solo estrusore può arrivare a dissipare 20 watt con 1,7 ampere sui 6,8 ohm della resistenza usata come riscaldatore. I motori vengono fatti funzionare ciascuno a circa 1,25 ampere e anche se non sono sempre nella situazione di massimo assorbimento, si fa presto ad arrivare a circa 3 ampere complessivi, con picchi di 4. Se l'alimentatore utilizzato non

ha abbastanza potenza reale la stampante può avere comportamenti insoddisfacenti perdendo qualche step o microstep negli spostamenti, oppure non mantenendo correttamente la temperatura. Nelle nostre prove, abbiamo trovato alimentatori multi tensione, del tipo utilizzato per i computer portatili, che erogavano la corrente richiesta senza fluttuazioni apprezzabili sul voltaggio, mentre qualche prodotto di fattura acquistata sulle bancarelle ci ha fatto capire che il wattaggio dichiarato sulle confezioni è purtroppo non sempre corrispondente alla realtà. Dato che la vostra 3Drag ha un certo costo, stare a risparmiare sull'alimentatore potrebbe essere una cattiva scelta, quindi controllate che l'etichetta dichiari 12 o 15 V e almeno 4 ampere, mentre i watt dichiarati devono essere almeno 50, ma potrebbero essere riferiti non tanto alla potenza erogata, quanto a quella assorbita.

3) Un computer

Chi ha letto gli articoli dedicati al mondo delle stampanti 3D pubblicati negli ultimi tre mesi, sa già che la stampante non fa che ricevere dei comandi su una porta (USB con convertitore seriale);

si tratta di comandi testuali in formato G-Code che il firmware del controller trasforma in spostamento dei vari motori ed estrusione del filo di materiale plastico fuso. Il G-Code sostanzialmente rappresenta l'oggetto sotto forma di strati bidimensionali, ma la stampan-



L'alimentatore switching utilizzato nella 3Drag è in grado di erogare 15V e 4 ampere.

te di per sé non fa particolari elaborazioni, ma si limita alla gestione dei parametri funzionali quali le accelerazioni, la continua correzione della temperatura dell'estrusore e poco altro.

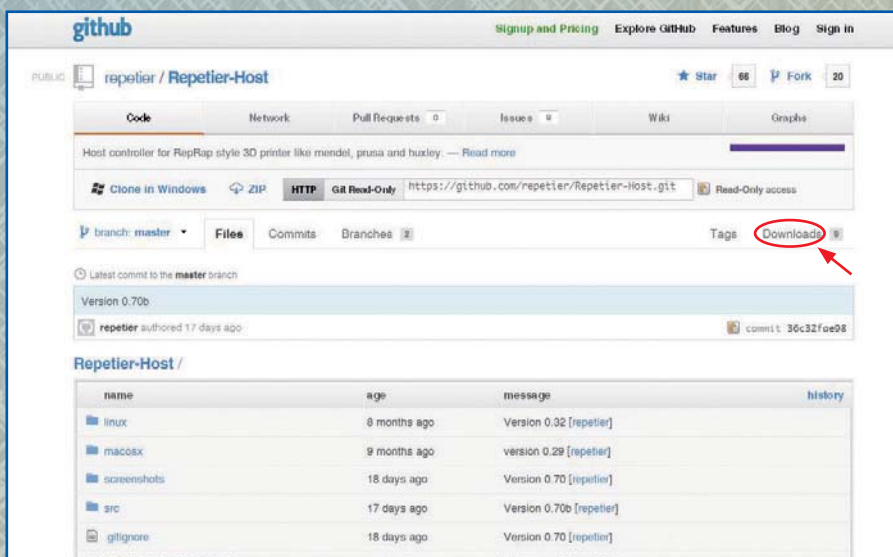
Il computer è quindi essenziale per svolgere tutta una serie di funzioni che permettono di passare dal modello in formato STL o OBJ (sereolitografia o mesh 3D) alla trasmissione del G-Code alla stampante.

Alcune operazioni, come lo slicing, richiedono significative quantità di memoria RAM, mentre la potenza di elaborazione di un dual core è più che sufficiente. Un netbook potrebbe essere sufficiente all'invio del G-code alla stampante, ma non lo è se pensate di effettuare anche lo slicing su di esso.

Dal punto di vista dello spazio su disco, i modelli 3D non sono particolarmente ingombranti e già un MB rappresenta una dimensione significativa per il modello. Il software è ugualmente abbastanza contenuto, anche se una postazione completa dovrebbe prevedere anche un IDE di Arduino per la riprogrammazione del firmware.

A livello pratico, consigliamo anche di memorizzare i file G-Code una volta generati con lo slicer, per risparmiare tempo ogni volta che si desidera ristampare un oggetto.

Il sistema operativo che abbiamo utilizzato per le nostre prove è Windows 7, ma anche Linux e OSX possono essere utilizzati: Repetier Host, Skeinforge e Slicer esistono infatti per Linux, Windows a 32 e 64 bit e OSX. Più avanti vedremo dove scaricarli. Per gli scopi di questo articolo non prenderemo in considerazione l'aspetto della modellazione 3D in quanto sono numerosi i programmi disponibili e ciascuno



Per le operazioni relative allo slicing e alla stampa, vi consigliamo di utilizzare Repetier-Host scaricabile all'indirizzo <https://github.com/repetier/Repetier-Host>.

di essi richiederebbe un articolo specifico per farne solo una presentazione, inoltre non è il nostro scopo quello di insegnarvi a modellare, mentre vogliamo guidarvi nel processo di prima messa a punto e stampa di un oggetto già pronto in formato STL.

4) il collegamento a Internet

Questo è indispensabile sia nella prima fase per il download del software iniziale, sia nel tempo per scaricare aggiornamenti e modelli 3D.

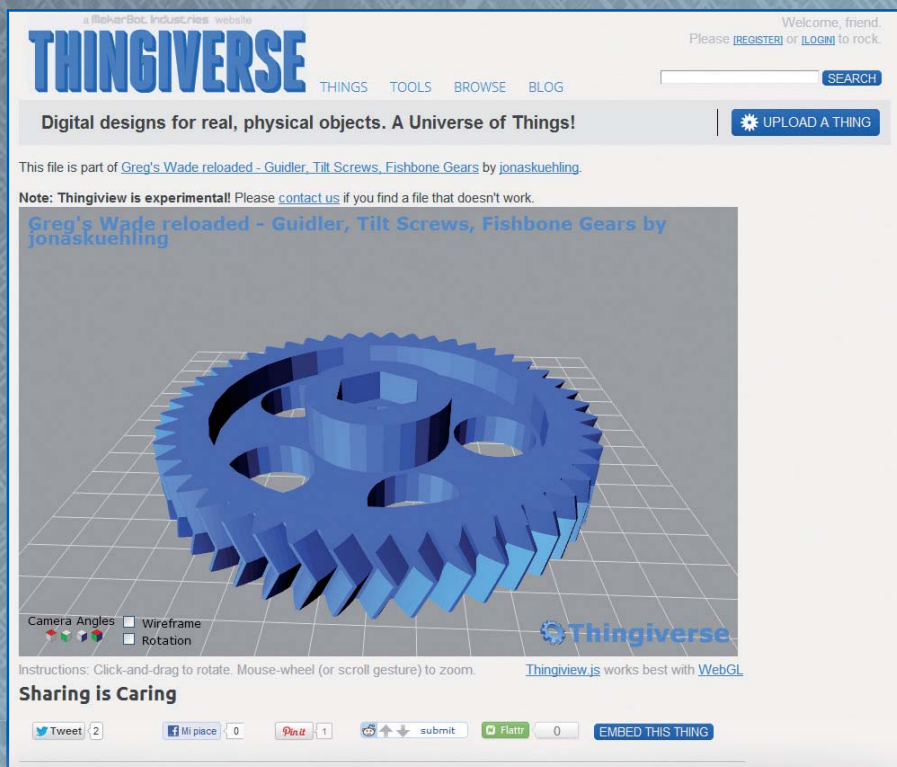
Per tutte le operazioni relative allo slicing e alla stampa, vi consigliamo di utilizzare Repetier-Host, mentre il firmware consigliato per la 3Drag è Marlin. Il primo lo trovate all'indirizzo <https://github.com/repetier/Repetier-Host> e lo potete scaricare premendo sul pulsante "Download" che si trova nella parte alta della pagina, vicino a Tags e Branches (ve lo segnaliamo in quanto non è affatto ovvio cosa e come si possa scaricare). Nella pagina troverete anche le indicazioni relative ai giorni trascorsi dalle ultime modifiche e questo vi permette di capire se ci sono state evoluzioni. Dalla pagina indicata potete accedere al file

"changelog.txt" che contiene anche le indicazioni di cosa è stato modificato.

Repetier-Host è un pacchetto che contiene al suo interno tutto il necessario per essere operativi e infatti include anche il software di slicing che al momento è rappresentato da Slic3r e Skeinforge. Difficile dire quale sia il migliore fra i due, mentre ad usabilità Slic3r è molto più avanti di Skeinforge. Scaricando Repetier-Host, avrete il pacchetto di installazione che provvederà a sistemare tutto il software necessario nelle rispettive directory.

A titolo informativo, la pagina di Slic3r, in cui trovate le informazioni sulle modifiche e sugli aggiornamenti, è <http://slic3r.org/>, mentre per Skeinforge l'indirizzo è <http://fabmetheus.crsndoo.com>.

Il firmware Marlin per la scheda è reperibile ancora sul sito github alla pagina <https://github.com/ErikZalm/Marlin>, ma trattandosi di codice da compilare con l'IDE di Arduino, va scaricato come ZIP e scompattato sul proprio PC, per poi aprire il file "Marlin.pde" con un IDE 0022 o 0023 (le ver-



Il file dell'oggetto di prova della prima stampa va scaricato dal sito thingiverse, precisamente <http://www.thingiverse.com/thing:18379>.

sioni successive non sono compatibili con il firmware a causa di cambi nei nomi delle librerie e altre modifiche). La scheda della stampante può essere programmata anche con firmware diversi da Marlin – e ne esistono diversi altri – ma è importante che vengano impostati i valori corretti nel file di configurazione per far sì che qualsiasi sia il firmware utilizzato, la meccanica e i motori siano gestiti correttamente. Sul sito di ElettronicaIn trovate – nell'area dedicata a 3Drag – il file “Configuration.h” di Marlin ottimizzato per le caratteristi-

che meccaniche ed elettriche della nostra stampante, ma fate attenzione alla versione per non utilizzare una configurazione su una versione diversa da quella per la quale è stata predisposta. Sempre tramite internet potrete scaricare centinaia di oggetti pronti alla stampa, in formato STL. Il sito che vi consigliamo è www.thingiverse.com e da questo vi invitiamo a scaricare subito il file “biggearmod_fixed.stl” che trovate nella pagina <http://www.thingiverse.com/thing:18379> scorrendo l'elenco delle parti, nella colonna di

sinistra. Il file sarà l'oggetto che stamperemo come prova della corretta messa a punto della stampante.

5) un cavo USB

Il collegamento fra computer e stampante richiede un cavo di tipo USB con il connettore di tipo B, usato su qualche stampante e sulla scheda Arduino UNO. Anni fa si trattava del tipo di cavo USB più diffuso, mentre oggi i cavi sono quasi sempre con il connettore A da un lato (quello piatto) e mini o micro USB dall'altro per il collegamento a hub, lettori di schede di memoria, smartphone e tablet.

Il cavo non deve essere troppo lungo, ma va scelto per poter collegare direttamente la stampante al computer, senza frapporre un hub. Le specifiche indicano chiaramente 5 metri come lunghezza massima, oltre i quali vanno usati dei repeater.

6) almeno 500 grammi di filo in PLA da 3mm

I materiali possibili per stampare con la tecnologia FFF (Fused Filament Fabrication) sono principalmente due: ABS e PLA. Il primo è una termoplastica che si ottiene mescolando i tre componenti Acrylonitrile, Butadiene e Styrene. Le caratteristiche dell'ABS possono essere variate modificando i rapporti fra i tre componenti e i

Per effettuare le prime prove di stampa con la 3Drag è necessario procurarsi del filo di PLA o ABS del diametro di 3 millimetri.



Il cavo USB necessario per connettere il PC alla stampante 3Drag.



cambiamenti riguardano la temperatura di fusione, la plasticità e la resistenza. L'ABS utilizzato per le stampanti 3D ha una temperatura di fusione fra i 230 e i 260 gradi centigradi e proprio a causa di queste temperature, mette sotto stress il sistema di estrusione e soffre del fenomeno del distacco dovuto alla dilatazione e contrazione del materiale a causa della significativa escursione termica. Il PLA è un materiale di recente produzione, basato su materie prime organiche, biodegradabile ed ecologico. Il nome per esteso è Polilattato (o poli acido lattico). Si tratta di un polimero che nella sua forma nativa si presenta come una sostanza di colore neutro e leggermente lattiginoso. Senza alcun additivo, quando è solido si presenta con una certa fragilità e una consistenza vetroso. Con l'aggiunta di opportuni additivi ne viene aumentata la plasticità e cambiato il colore. Rispetto all'ABS che è sempre opaco, in alcune colorazioni il PLA risulta traslucido o semitrasparente.

Anche con il PLA la temperatura di fusione varia a seconda degli additivi e l'intervallo di lavoro sulle 3D va da 190 a 220 gradi circa; una temperatura più bassa, meno problematica e anche con una ridotta emissione di fumi. Per poter realizzare la vostra prima stampa, dovete dotarvi di almeno un rocchetto da 500 grammi di filo in PLA con diametro 3mm. In commercio esistono due diametri – 3 e 1,75 millimetri – e 3Drag utilizza quello con 3mm di diametro.

Futura Shop offre PLA in vari colori e in rocchetti da 2,3, 1 o 0,5 chilogrammi; il materiale e la qualità del filo sono stati oggetto di numerose prove e tutti gli esempi che avete visto pubblicati negli articoli dedicati alle stampe



Per staccare l'oggetto stampato dal piano di vetronite possiamo fare uso di un taglierino a lama larga.

3D sono stati fatti con questi PLA.

7) un taglierino a lama larga

Il distacco dell'oggetto stampato dal piano in vetronite richiede una certa cautela e un taglierino a lama larga, come quello riprodotto nella fotografia.

Se stamperete con l'opzione "brim" attivata in slic3r, tutti i vostri oggetti saranno saldamente ancorati alla vetronite, ma basterà sollevarne un lembo con la lama del taglierino, spingendo poi la lama sotto il pezzo per ottenerne un agevole distacco. Non usate i taglierini con le lame più sottili perché si spezzerebbero con facilità quando fate un po' leva per sollevare l'oggetto.

8) un tappeto in gomma per preservare la scrivania

L'estrusore della vostra 3Drag fonde il PLA o l'ABS ad alta temperatura ed è abbastanza normale che ci sia un po' di sgocciolamento di materiale fuso dall'ugello quando questo non sta stampando, ma è in temperatura. A seconda della posizione del piatto di stampa, il materiale potrebbe arrivare fino alla superficie sottostante rovinandola. Oltre a questo, la stampante deve essere appoggiata in modo stabile e quindi vi suggeriamo l'uso di un tappetino in gomma, capace di proteggere la superficie sottostante dalle goccioline di plastica fusa e allo stesso tempo di impedire che la stampante perda di aderenza e si sposti sul tavolo. Va bene, ad esempio, il tappeto Rationell Variera di Ikea che costa 3 euro e ha dimensioni di 150 x 50 cm; la sua struttura a



Per preservare la scrivania è consigliabile montare la 3Drag su un tappetino in gomma.

bolle da un lato e liscia dall'altro garantisce una ottima tenuta e semplifica la pulizia.

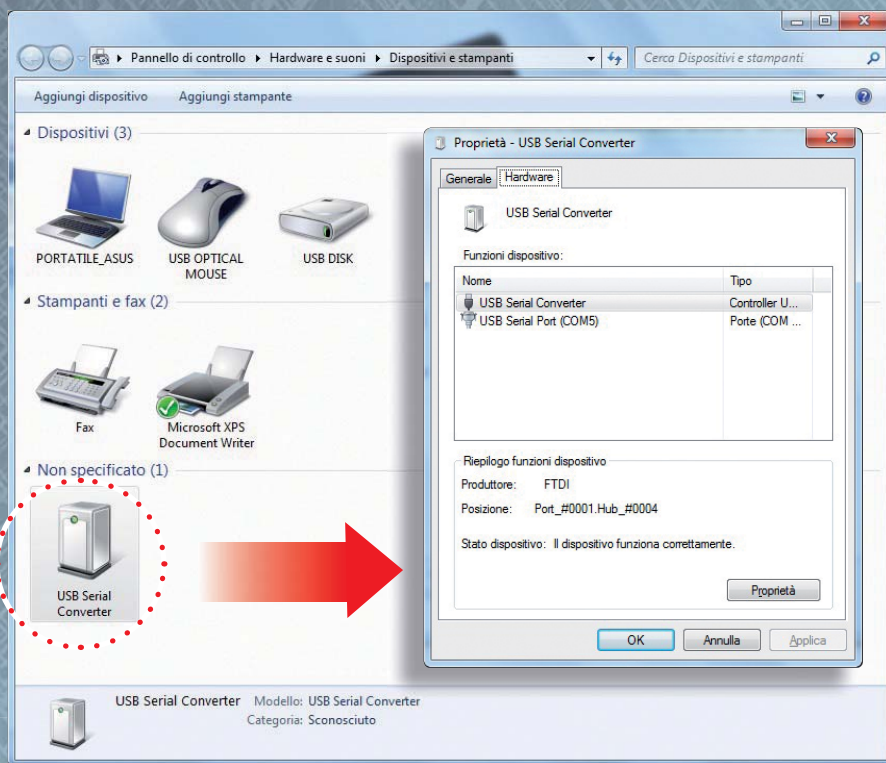
9) cacciaviti, pinze piccole, taglierino piccolo e limetta per le unghie diamantata

Durante la prima fase della messa in opera avrete bisogno di qualche attrezzo per operare su viti e bulloni sottostanti al piatto di stampa, mentre con una pinza a becco potrete togliere il filo che cola dall'estrusore senza scottarvi. Il taglierino piccolo e la lima diamantata sono due strumenti indispensabili per rifinire i modelli appena stampati. Se la 3Drag è tarata correttamente avrete molto poco da rifinire, ma anche il solo strato di ancoraggio al piatto di stampa (brim) richiede la rimozione con un bisturi o taglierino e qualche colpo di lima per le imperfezioni.

Ci possono anche essere stampe che creano dei sottili fili fra punti distanti dell'oggetto, ma appartenenti alla stessa fetta orizzontale. Questi fili possono essere eliminati con un semplice accendino, senza però soffermarsi troppo altrimenti potrebbero prendere fuoco o l'oggetto potrebbe ammorbidirsi e deformarsi.

LA MESSA IN OPERA

Con tutto il materiale elencato disponibile e il software scaricato sul vostro computer, potete procedere alla messa in opera della stampante. Collegate il cavo USB alla stampante, l'alimentatore



Dopo aver collegato il cavo USB alla stampante e al PC controllate che venga installato il driver per il chip FTDI, creando una nuova porta seriale.

alla rete e alla stampante, quindi collegate il cavo USB al PC e controllate che venga installato il driver per il chip FTDI, creando una nuova porta seriale. Se non appare la porta perché non è stato trovato il driver, lo trovate nell'IDE di Arduino, nella cartella Drivers. C'è la possibilità che il driver sia in uno ZIP "FTDI USB Drivers.zip" a seconda della versione che avete scelto di scaricare, ma l'importante è usare il driver fornito con le distribuzioni Arduino.

La porta COM potrebbe avere un numero anche molto elevato e questo dipende da quanti altri dispositivi con porte seriali – anche virtuali – sono stati collegati prima della stampante. Una chiavetta UMTS o un dongle Bluetooth, ad esempio, creano varie porte seriali e se ne avete usati in passato non stupitevi se avrete per la stampante una COM20 o superiore. Se avete altri dispositivi con porte seriali

assicuratevi di individuare quella della stampante correttamente, magari controllando nel pannello delle proprietà hardware.

IL COLLEGAMENTO CON REPETIER HOST

Avviate Repetier Host e cliccate sull'icona per la configurazione della stampante (in alto a destra con l'etichetta "Printer Settings") e create il profilo della 3Drag. Dei quattro pannelli disponibili, vanno sostanzialmente modificati solo il campo con la porta COM utilizzata e le dimensioni dell'area di stampa (200 x 200 x 200). Potete anche scegliere la frequenza di aggiornamento della temperatura: di default è a 3 secondi, mentre il minimo è 1 secondo.

Anche il punto in cui si posiziona la stampante a fine stampa può essere modificata e noi abbiamo l'abitudine di metterla a 0,0 (x,y). 3Drag non ha un'area per lo "scarico" del filamento fuso che

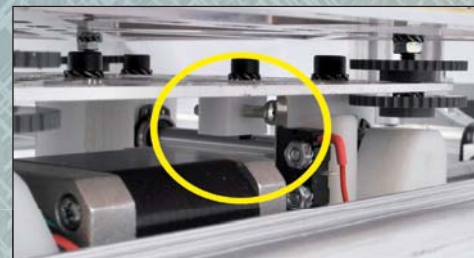
sgocciola in attesa di avviare la stampa, mentre lo spegnimento dell'estrusore a fine stampa è ideale per le stampe notturne. Guardate pure i quattro pannelli e ricordatevi di dare al profilo il nome 3Drag (scrivendolo nel campo in alto) prima di cliccare sul pulsante "Apply". In questo modo avrete preservato i valori di default e avrete il vostro profilo 3Drag.

Il passo successivo dopo questa procedura è il collegamento fra software e stampante: premete il pulsante "connect" in alto a sinistra e osservate cosa succede nella parte di visualizzazione dei comandi, nella parte bassa dell'interfaccia. Dovreste vedere apparire una serie di scritte fra cui quella che dichiara che è stata collegata una 3Drag con firmware Marlin.

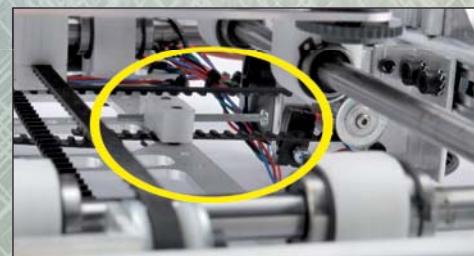
REGOLIAMO I FINE CORSA

Quando il collegamento è stabilito l'interfaccia si attiva nella scheda di controllo manuale ed è proprio su questa che dovremo agire per effettuare le varie tarature dei fine corsa.

Ciascuno dei tre assi va infatti



I fine corsa degli assi Y (sopra) e X (sotto) da regolare con un cacciavite.



tarato per la posizione 0, rilevata da un microswitch normalmente chiuso su cui va a premere una vite fissata al relativo movimento. La vite va regolata per ottenere un posizionamento soddisfacente e che permetta di usufruire dell'intero piano di stampa previsto.

Mentre X e Y sono tutto sommato poco critici e possono essere verificati cliccando sul simbolo della casetta con accanto X e Y, la regolazione di Z richiede una cura particolare.

Dato che 3Drag è in grado di stampare strati anche da 0,1 mm è chiaro che la perfetta planarità del piatto di stampa rispetto all'estrusore sia indispensabile, poi è necessario regolare lo "0" dell'asse Z così che all'inizio delle stampe l'ugello sia a 2 o 3 decimi di millimetro dal piano, qualsiasi sia la posizione X e Y del piano stesso.

Per ottenere questo risultato dobbiamo operare delle regolazioni di fino: nella parte inferiore del piatto di stampa si trovano quattro viti di regolazione, composte da una coppia di rotelle con un bullone all'interno e la vite fissata al piatto di stampa. Ciascuna delle coppie di rotelle permette di alzare ed abbassare il piatto di stampa relativamente al proprio angolo, con estrema precisione. La taratura va quindi effettuata per mantenere l'estrusore e il piatto alla medesima distanza in ogni punto.

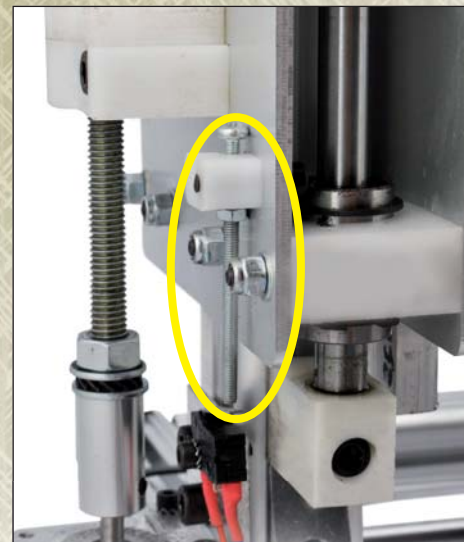
Fate un "home" dell'asse Z così da portare l'estrusore quasi a contatto del piatto di stampa (avrete già effettuato in precedenza la taratura della vite di fine corsa anche di questo asse). Potete usare un foglio di carta per controllare che l'estrusore non tocchi il piano di stampa, ma non sia neanche troppo sollevato: in pratica dovete poter far scorrere

Con Repetier Host la prima cosa da fare è creare il profilo per la configurazione della stampante salvandone il nome cliccando sul pulsante "Apply".

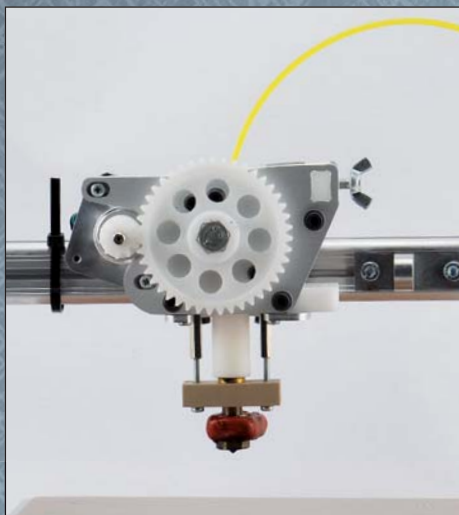
re il foglio fra piatto ed estrusore senza che resti dello spazio. Già lo spessore di un biglietto da visita è troppo rispetto a quello che ci serve.

Spostate il piatto di stampa in un altro angolo e ripetete la procedura con il foglio di carta per regolare le rotelle sottostanti a quell'angolo e così via. Al termine ricontrollate ciascuno dei quattro angoli in quanto ogni regolazione influisce – anche se di poco – sulle altre tre. Spostate il piano di stampa allineando l'estrusore al centro e verificate che anche in quel punto la distanza sia pari al foglio di carta. Date uno spostamento verticale sulla Z di un paio di centimetri verso l'alto (+10 +10) e poi un "home", per controllare che sia stata mantenuta la distanza esatta anche dopo questo movimento in alto e in basso. Se lo spazio fra

piatto ed estrusore è cambiato, agite sulla vite di regolazione abbinata al microswitch dell'asse Z senza tornare ad agire sulle rotelle di allineamento. Ripetete



La vite di regolazione del fine corsa dell'asse Z col relativo microswitch.



L'estrusore con il motore e il meccanismo che spinge il filo dentro l'ugello in ottone riscaldato del diametro interno di 0,5 mm.

questa manovra finché l'allineamento fra piatto ed estrusore è sempre il medesimo in ogni punto e la distanza è quella di un foglio di carta.

VERIFICHIAMO L'ESTRUSORE

Ora dobbiamo dedicare la nostra attenzione all'estrusore. Per poter usare correttamente la stampante è importante capire come questo funzioni e come il filo passi dalla sua forma solida a quella liquida. Il percorso del filo di materiale plastico inizia dal rocchetto, sistemato sulla barra di sostegno a cuscinetti posta in alto a destra nella stampante, quindi attraverso

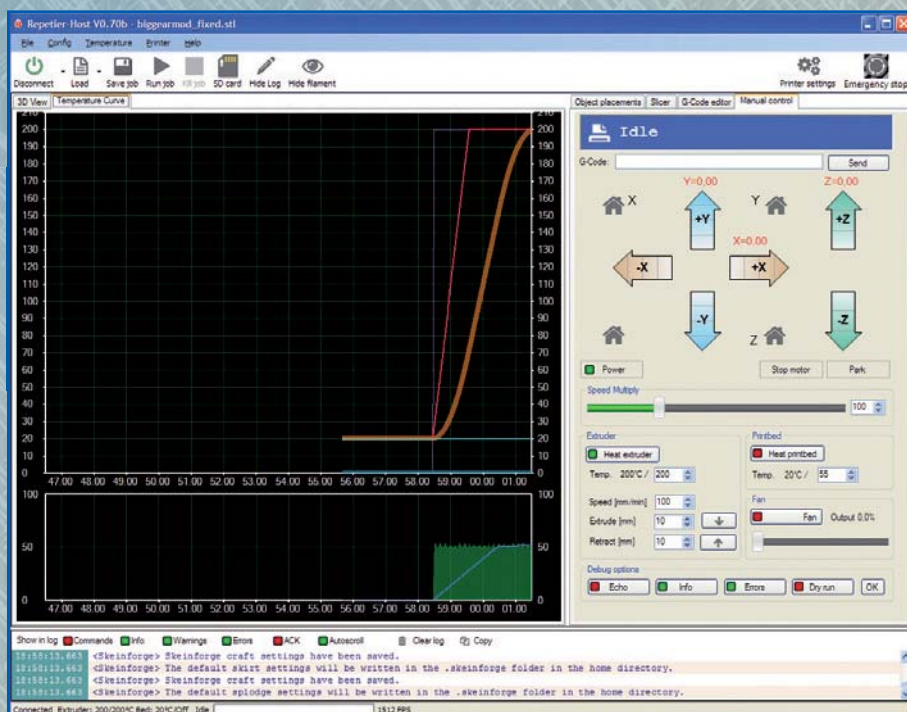
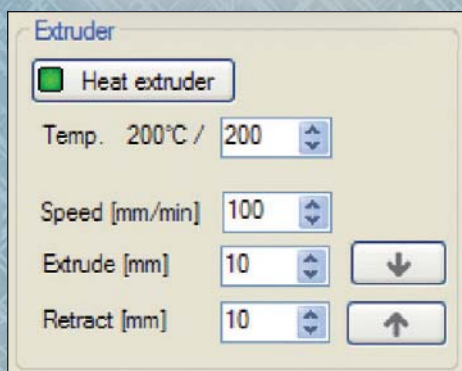
so il feltro di pulizia scende verso la parte superiore dell'estrusore, dove entra nella guida e avanza verso la vite dentata. I dentini riescono ad effettuare una buona presa sul filo grazie anche al cuscinetto di spinta, tenuto in pressione dalla molla. Se la molla non spinge abbastanza, il filo non verrà trascinato in modo uniforme, ma potrà perdere qualche movimento, mentre se il cuscinetto spinge troppo, c'è il rischio di deformare il filo con problemi in fase di estrusione.

Proseguendo, appena dopo la ruota dentata c'è il foro che guida il filo verso il cilindro in teflon con un foro interno di 3 millimetri. Al termine di questo cilindro si trova l'ugello calibrato in ottone, riscaldato dal blocchetto con la resistenza di potenza e con un foro in punta da 0,5 mm. La vite dentata, mossa dal sistema a due ingranaggi dell'estrusore, spinge il filo nel tubo di teflon e in quello di ottone; con il calore, il filo via via che scende verso la punta prima si ammorbidisce e

poi si fonde; quando è morbido, la spinta della vite dentata lo fa espandere fino a toccare le pareti, creando un tappo di tenuta nella parte fra teflon e ugello in ottone. Questo è anche il motivo per cui quando si ritira il filo, si crea un risucchio sulla punta che blocca l'uscita del materiale fuso. Se l'ugello si è raffreddato, il "tappo" fa presa sui bordi ed impedisce di estrarre il filo.

La prima volta che inserite il filo può essere un po' complicato, vi consigliamo di tagliarlo trasversalmente e inclinato, come si fa con il salame per avere fettine più lunghe; la punta va verso la ruota dentata. Questo aiuterà a infilare il filo nel foro sottostante alla vite dentata. Potete scegliere di infilare il filo manualmente nel forellino con l'estrusore aperto – ovvero con la parte che spinge il filo tramite il cuscinetto allentata, oppure con il sistema della rotazione della vite dentata. In questo secondo caso dovete sagomare a mano il filo in modo che sia o dritto o ricurvo

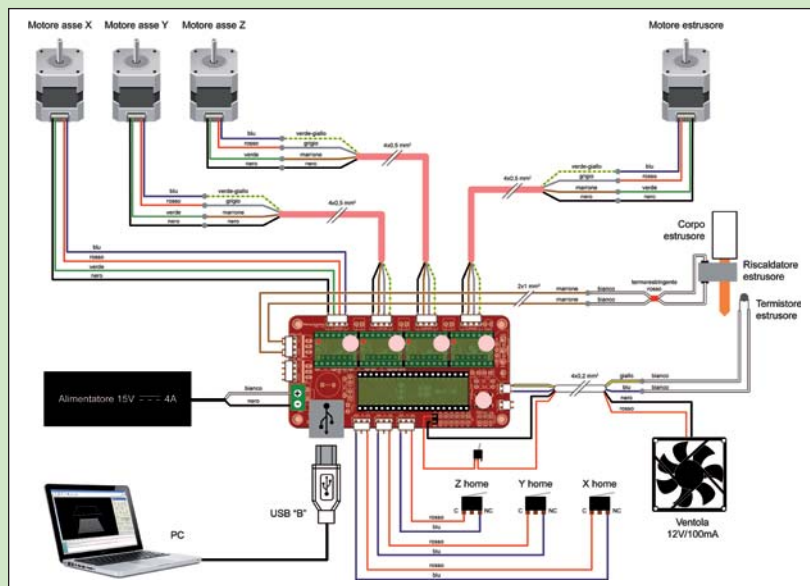
È possibile seguire l'andamento della temperatura dell'estrusore tramite il grafico visualizzato dal PC.



con la punta verso sinistra. Premete sull'interfaccia di Reptier Host, nella sezione "manual control", il pulsante "Stop Motor" per rilasciare i motori, quindi a mano ruotate in senso orario la grande ruota dentata dell'estrusore. Il filo verrà trascinato verso l'interno dell'estrusore e con un po' di attenzione riuscirete a farlo entrare nel foro sottostante. A questo punto potete serrare la molla che preme il cuscinetto, cercando di avere una buona presa e non una pressione eccessiva. La vite ha dei dentini che fanno una buona presa e quindi non dovrebbe essere necessario schiacciare troppo il filo su di essa.

Ora attivate il riscaldamento dell'estrusore, con il pulsante "heat extruder" e impostate la temperatura a 200. Potete seguire l'andamento del riscaldamento selezionando la scheda "temperature curve" che è alternativa a "3dView". La riga spessa è la temperatura media, mentre quella rossa sottile è la temperatura rilevata. Nella parte bassa della schermata avete il grafico della potenza con cui viene pilotata la resistenza di riscaldamento.

Quando la temperatura è giunta ai 200 gradi impostati potete alzare l'estrusore a cinque o sei centimetri dal piano (cliccate sulla freccia della Z verso l'alto) e iniziare a estrarre la plastica cliccando sul pulsante che ha una freccia verso il basso ed è accanto al campo con etichetta "Extrude". Il valore che vi suggeriamo è fra i 30 e i 40 millimetri di filo per ogni pressione del tasto. Si attiva il motore dell'estrusore e il filo inizia a scendere, finché si riempie l'ugello e inizia l'estrusione del filo fuso. Questo deve scendere in modo uniforme e formare un anello sul piatto di stampa, sovrapponendo anello

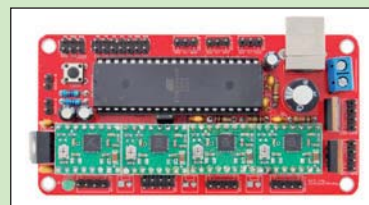


La scheda di controllo utilizzata nella nostra printer è una Sanguinololu che monta quattro driver di potenza che pilotano altrettanti motori stepper (estrusore e assi X, Y, Z). I moduli di potenza disponibili sul mercato sono essenzialmente due e sono facilmente identificabili dal colore del PCB. Quelli prodotti dalla Pololu sono di colore verde mentre quelli prodotti da altre Case sono di

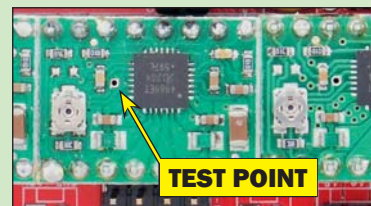


colore nero. Entrambi i moduli utilizzano un trimmer per la limitazione della massima corrente di uscita nonché una serie di resistenze fisse che fanno parte della stessa rete di limitazione. Nella nostra 3Drag i driver vengono forniti già tarati per cui non vanno assolutamente toccati, pena la possibile distruzione del chip utilizzato. Ciò vale in particolare per i moduli della Pololu (quelli verdi) che utilizzano una rete resistiva fissa che consente al driver di erogare molta più corrente del necessario, col pericolo di distruggere immediatamente il modulo. Se vi capitasse di dover sostituire e regolare nuovamente uno di questi moduli per impiegarlo nella nostra 3Drag, procedete come segue:

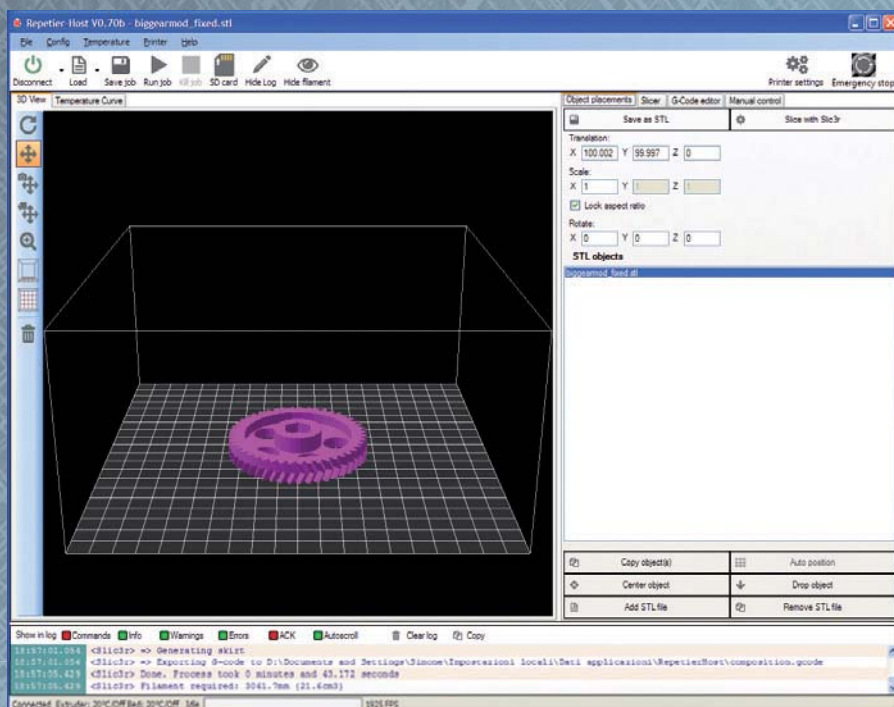
scollegate tutti i motori e alimentate la scheda Sanguinololu completa di driver esclusivamente tramite la USB del PC. Con un tester misurate la tensione presente tra il test point del driver e massa e regolate il trimmer sino a leggere 0,4 volt sullo



strumento. Tutto qui. Questa tensione corrisponde ad una corrente massima di 1A, compatibile con i nostri motori. Nel caso dei driver di colore nero è sufficiente ruotare completamente il trimmer per



ottenere la corrente di 1A; in questo caso, infatti, la rete resistiva fissa utilizzata non consente di superare questo valore. In altre parole, i moduli di potenza di questo tipo, pur utilizzando lo stesso chip del modello Pololu che è in grado di erogare 2,5A, vengono limitati con la rete fissa ad 1 A, corrente più che sufficiente per la nostra 3Drag.



Ecco come si presenta nella schermata di Repetier il file STL scaricato da Thingiverse prima di procedere al suo slicing.

su anello via via che prosegue l'estrusione. Se notate che il flusso non è continuo o la ruota dentata ha degli scatti, va rivista la pressione della molla che spinge il cuscinetto e la regolazione del piccolo potenziometro sul driver dello stepper. Tenete comunque presente che se fate estrarre materiale con il tasto che vi abbiamo indicato, state facendo fondere la plastica ad una velocità superiore al normale e se schiacciate tre o quattro volte di fila, la plastica potrebbe non avere il tempo di riscaldarsi correttamente, facendo quindi fatica a uscire dall'ugello.

La pinza a becco vi servirà a togliere i rotolini di filo estruso dal piano di stampa in vetronite. Ricordate che la plastica è fusa a 200 gradi e anche se sembra solida può essere ancora molto calda. L'estrusore invece è certamente bollente e non va toccato per nessun motivo. Il software visualizza la temperatura misurata e solo quando questa è sotto i 45 gradi è possibile toccare la

punta e la copertura in silicone dell'estrusore.

VERSO LA STAMPA!

È arrivato il momento di caricare in Repetier il vostro primo file STL e procedere al suo slicing. Qualche pagina fa vi avevamo detto di scaricare "biggear-mod_fixed.stl" da Thingiverse ed ora potete caricarlo cliccando sull'icona LOAD e selezionando il file. Spostatevi nella scheda "Object Placement" e osservate come la ruota dentata sia stata posizionata a contatto del piano a quadretti (che rappresenta il vostro piano di stampa con un quadretto pari a un centimetro reale). Familiarizzate con le varie icone sulla colonna a sinistra per zoomare, spostare e ruotare la vista, ma anche spostare l'oggetto sul piano. Nel lato destro dell'interfaccia trovate le caselle per gestire il caricamento e il posizionamento di più oggetti e anche in questo caso vi invitiamo a soffermarvi sulle varie voci e opzioni per comprenderne il

funzionamento. Repetier Host è un buon programma e offre parecchie funzioni anche per la gestione degli oggetti prima della stampa, quindi imparare ad usarlo può permettervi, ad esempio, di scalare modelli per farli più grandi o più piccoli (magari facendoli rientrare nel vostro volume di stampa disponibile). Passate alla scheda "Slicer" e selezionate il pulsante "Active" nel riquadro Slic3r, quindi premete sul pulsante "Configure" all'interno del riquadro stesso. Apparirà il "wizard" di configurazione di Slic3r che con una serie di pannelli vi farà definire i parametri principali della stampante sulla quale andrete a stampare.

Nella versione 9.1 disponibile nel momento in cui scriviamo questo articolo, l'interfaccia prevede la creazione di profili indipendenti per Print Settings, Filament Settings e Printer Settings. Ciascuno di essi comprende una serie di parametri e anche in questo caso vi consigliamo di dedicare del tempo all'esplorazione dei vari pannelli e delle opzioni disponibili.

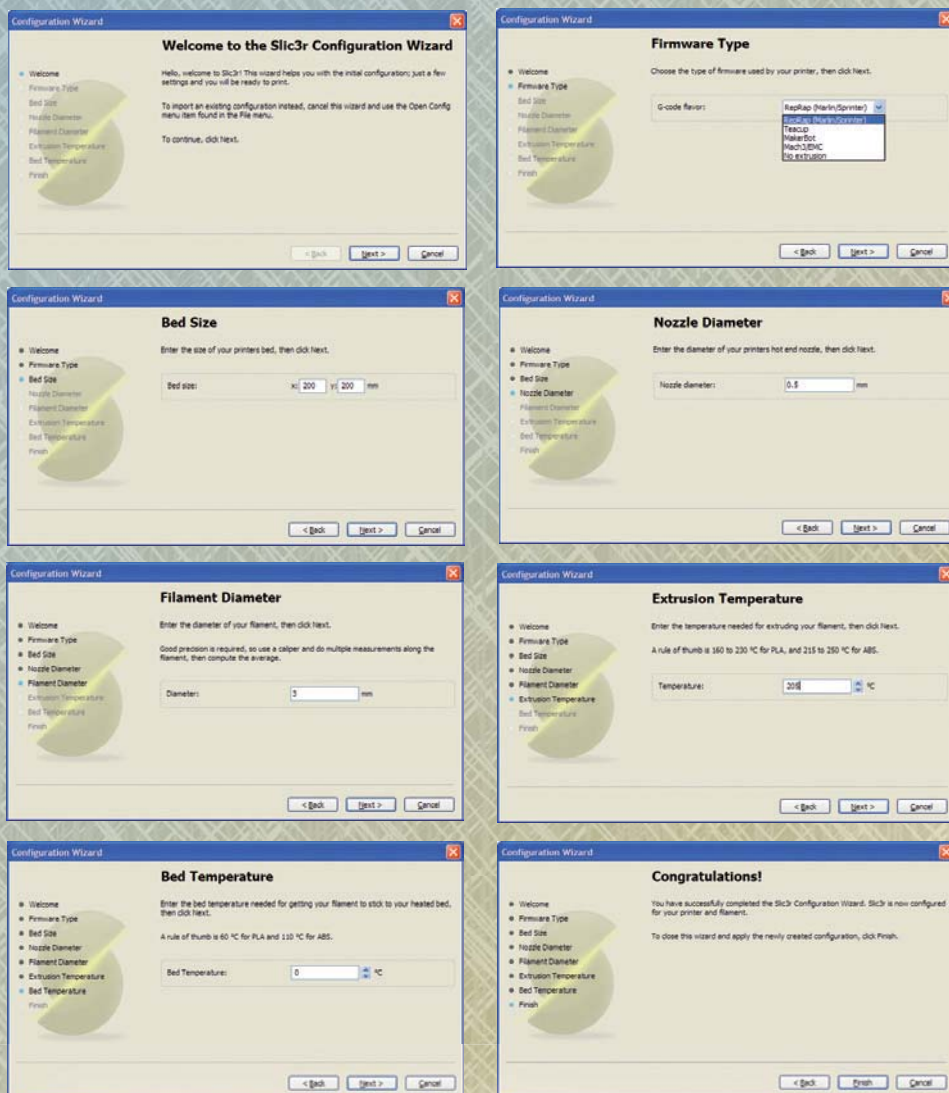
Per poter effettuare lo slicing, dovremo comunque creare almeno un profilo per ciascun gruppo di settings. Per la 3Drag, la configurazione ottimale è disponibile online e vi invitiamo a consultare il box dedicato per importare i dati sul vostro computer. Selezionate i profili appena creati e salvati nella schermata Slicer di Repetier e poi premete sul pulsante "Slice with Slic3r". Attendete che il processo arrivi al termine, quindi vi troverete nella scheda G-Code Editor, con il codice generato da Slic3r leggibile nella finestra sulla destra.

Da notare che all'inizio del codice si trova un riassunto di tutti i parametri principali usati per la generazione del file di stampa;

si tratta di una soluzione molto utile nel caso salviate i file G-Code di ciascun oggetto per una ristampa successiva: caricando il file saprete immediatamente come è stato preparato. Potete ispezionare le singole “fette” che saranno stampate scegliendo in basso a sinistra la scheda “visualization”, quindi attivando “show single layer”; il cursore vi permetterà di spostarvi fra i layer. I comandi a sinistra vi permettono di ruotare, scalare e spostare il contenuto della finestra di visualizzazione. Se volete salvare il G-code, usate l'icona a forma di dischetto sopra la finestra testuale in cui è visualizzato il codice. Questo potrà essere ricaricato con l'icona LOAD che permette di aprire sia file STL, sia G-code, mettendo le informazioni nella scheda corrispondente.

PRONTI? VIA!

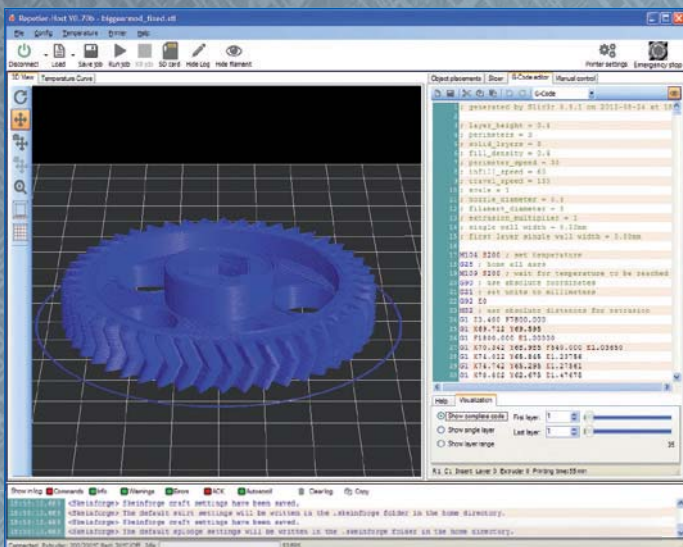
Con il modello caricato e “affettato”, con l’estrusore caldo e la stampante allineata e messa in piano, potete finalmente premere sull'icona “Run Job” e assistere alla creazione del vostro primo oggetto 3D. Il piano di stampa si posizionerà su 0,0 e l’estrusore a 0, quindi la temperatura passerà da quella corrente a quella imposta per il primo strato (solitamente 5 gradi in più). Quando la temperatura sarà stata raggiunta, passeranno ancora 3 secondi e poi tutto si metterà in movimento. La prima cosa che verrà tracciata è il perimetro: serve a delimitare l’area in cui l’oggetto sarà stampato e permette anche di far lavorare l’estrusore fino ad un flusso costante prima di passare all’oggetto vero e proprio. Se avete fatto tutto con cura, vedrete una traccia ben schiacciata sul piano di stampa, larga circa 0,5 mm e spessa come un foglio di



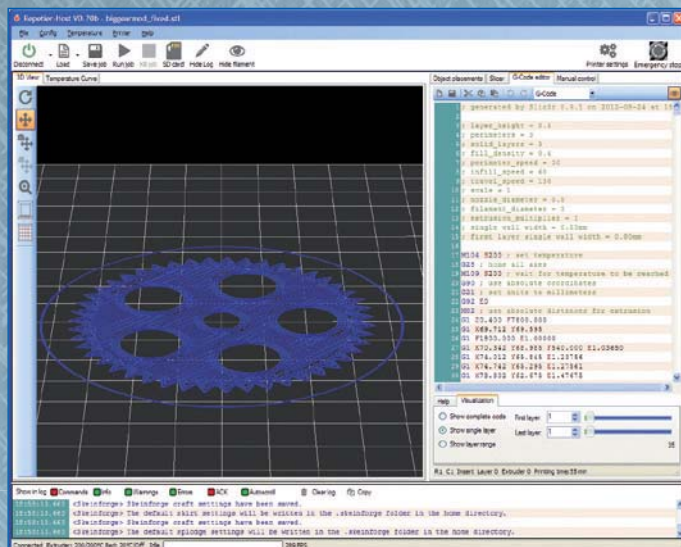
Pannelli di configurazione del wizard di Slic3r dove andranno inseriti i principali parametri della stampante. L'interfaccia prevede profili indipendenti per Print Settings, Filament Settings e Printer Settings.

carta, ma soprattutto omogenea in tutta la sua stesura. Se il perimetro risultasse più schiacciato o più sottile da una parte rispetto all'altra, allora il piatto non è perfettamente allineato rispetto all'asse Z. Se il difetto è lieve, potete lasciar proseguire la stampa, mentre se il materiale estruso da una parte aderisce e dall'altra no, dovete fermare tutto e rifare la taratura con le rotelle sottostanti al piatto di stampa. Il primo strato è molto importante in quanto deve restare attaccato al piatto di stampa per tutta la durata della stampa stessa,

quindi se non è stato steso bene rischierete il distacco del pezzo nel corso della stampa. Se invece è troppo “schiacciato” avrete una deformazione dei primi strati di stampa, con un effetto a zampa d'elefante. Proprio perché ci sia una migliore adesione, la velocità di tracciamento di questo strato e la temperatura della plastica sono diverse: velocità più bassa e temperatura più alta. Come avrete notato, nella finestra 3D di Repetier Host viene visualizzata la deposizione del filo, con tanto di rosso per quello



Al termine del processo di slicing, nella scheda G-Code Editor, troverete il codice generato da Slic3r.



Tramite il cursore è possibile spostarsi tra le singole "fette" scegliendo "visualization", quindi "show single layer".

appena deposto e blu per quello già freddo.

Terminato il primo strato, vedrete muoversi la vite dell'asse Z e il movimento diventerà più veloce su X e Y.

Prima vengono sempre tracciati i perimetri e poi il riempimento. Trattandosi di un ingranaggio, potrete provare a ristamparlo impostando il parametro di fill a 1: impiegherà più tempo, ma il pezzo finito sarà molto più "solido" e robusto.

Guardare il pezzo crescere sul piatto di stampa è – come amiamo dire – un po' come guardare crescere l'erba: all'inizio si è affascinati, ma poi per fortuna si riesce anche a lasciare che la 3Drag faccia il suo lavoro mentre noi facciamo altro in quanto la stampa è un processo abbastanza noioso.

Nell'interfaccia di Repetier Host, in alto a destra avete una stima del tempo rimanente al termine della stampa, mentre nella riga in basso avete il conteggio relativo allo strato in stampa e al totale degli strati dell'oggetto.

SIAMO ALLA FINE

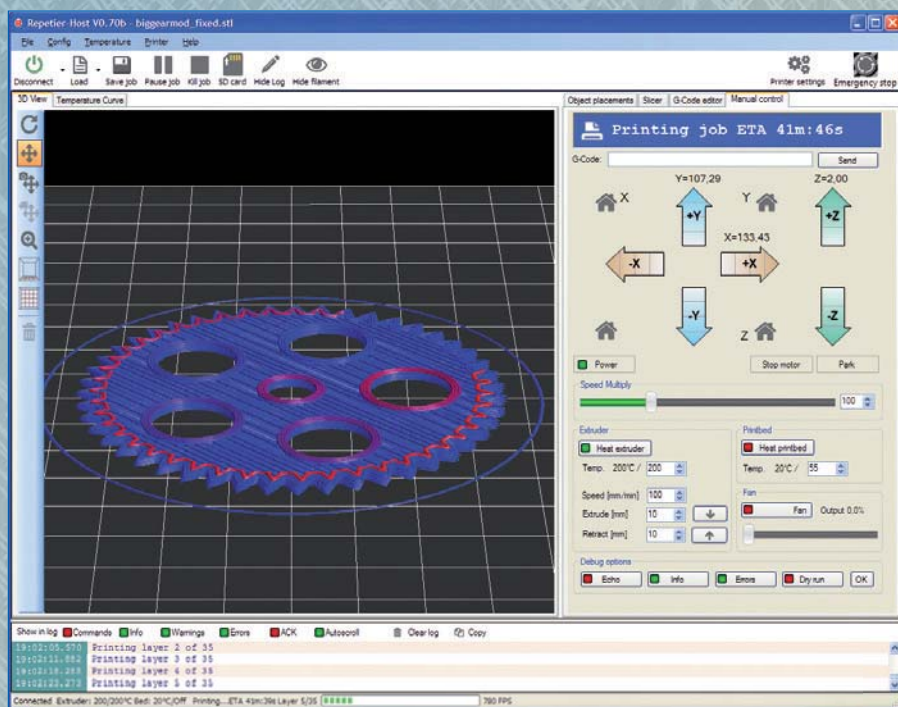
Quando anche l'ultimo strato è terminato, il piatto di stampa si

riposiziona a 0,0, l'estrusore resta all'altezza in cui era e viene tolta alimentazione al riscaldatore.

Dopo qualche minuto di attività vengono anche disattivati i motori.

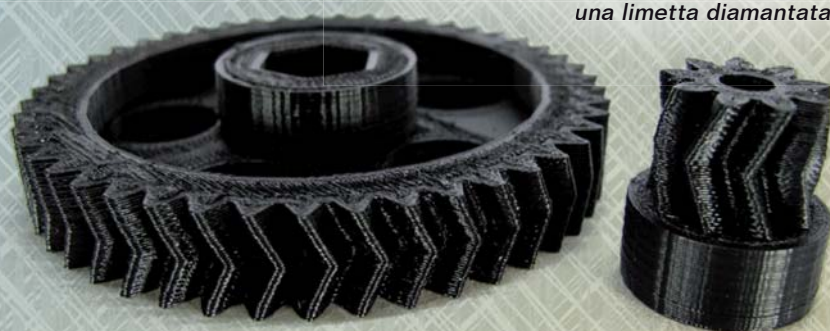
Se le tarature erano corrette, avrete un ingranaggio saldamente ancorato al piatto di stampa e

ora potete far pratica per staccarlo senza rovinare nulla. Qui entra in gioco il taglierino grande: estraete la lama per almeno sei o sette centimetri, così da poterla appoggiare bene sul piatto di stampa. Il lato tagliente deve essere spinto sotto l'oggetto facendo un po' di pressione, ma senza



Nella finestra 3D di Repetier Host il filo appena deposto viene visualizzato in rosso, quello già freddo in blu.

forzare troppo. Se la lama riesce a infilarsi sotto la plastica anche di poco, via via che fate pressione sentirete dei piccoli scricchiolii che indicano il distacco della plastica dalla vetronite. Non abbiate fretta e soprattutto non spingete troppo perché potreste danneggiare la struttura della stampante o – peggio – far partire un colpo di lama. OVVIAMENTE non va mai tirata la lama verso di sé, ma va sempre spinta verso l'esterno e NON va messa la mano dal lato opposto dell'oggetto rispetto alla lama per far più forza. Se avete stampato con il "brim" attivo, sarà un po' più facile insinuare la lama sotto l'oggetto, altrimenti dovrete usare pazienza. Non insistete su un unico punto, ma lavorate il pezzo infilando anche di pochissimo la lama in vari punti dei bordi, così da indebolire la presa. Se invece il pezzo si stacca quasi immediatamente, probabilmente la vetronite non è stata trattata con la carta vetrata a sufficienza o il primo strato è stato deposto troppo sollevato dal piatto di stampa. Potete capire come è regolata la distanza per il primo strato osservando il vostro ingranaggio nella parte attaccata al piatto: se vedete delle strisce separate fra loro avete l'estrusore troppo distante, se vedete delle strisce ben affiancate e compatte ma ancora distinte, la distanza è corretta, se vedete delle strisce molto allargate e completamente fuse siete troppo vicini al piatto di stampa. Allo stesso modo controllate che l'oggetto sia con i primi strati larghi quanto gli ultimi, ovvero che non ci sia un effetto di schiacciamento a zampa d'elefante dovuto appunto a una compressione dei primissimi strati. Se avete creato il pezzo con un bordo (brim) attivo, è ora di mettere mano al taglierino più



Ed ecco finalmente il risultato della stampa una volta pulito il pezzo da eventuali piccole imperfezioni mediante una limetta diamantata.

piccolo per rimuovere il bordo, mentre con la limetta diamantata potrete eliminare eventuali piccole imperfezioni.

Noi solitamente lavoriamo i pezzi prodotti molto poco ed è solo il primo strato a richiedere un po' di pulizia per staccare l'utilissimo bordino di tenuta.

VARIAZIONI SUL TEMA

Ora che avete stampato l'ingranaggio con le impostazioni standard, vi consigliamo di rifare lo slicing con un set di valori diversi e nello specifico potete agire sul numero di perimetri e sulla densità del riempimento. Potete anche provare a ritoccare le velocità per vedere l'effetto che fa. Ricordate che la velocità esprime quanti millimetri vengono fatti ogni secondo e quindi se aumentate la densità del riempimento il medesimo strato richiederà più filo e quindi anche più tempo. Allo stesso modo un perimetro in più richiederà altro tempo. Cercate quindi di crearvi una serie di profili di stampa e di gestione dell'estrusione che siano adatti a oggetti diversi, passando dal completamente pieno degli oggetti che devono essere più robusti a un 30% per statuine e modellini, fino al 15% per modelli molto grandi e non complicati. Con la prima stampa avete solo scalfito la superficie di questo mondo e ora dovete avere un

po' di pazienza per studiare gli effetti di ciascun parametro. Non vi preoccupate se qualche stampa va male, è capitato anche a noi e basta capire che è il caso di interrompere il tutto rapidamente per non sprecare materiale.

Ricordiamo infine che sul mini sito dedicato a questa stampante (<http://3dprint.elettronica.in.it>) sono disponibili, oltre alla sequenza del montaggio ed alle informazioni sul software, anche una serie di commenti e suggerimenti specifici nonché tutti gli aggiornamenti hardware e software. ■



per il MATERIALE

La nostra stampante 3D, la cui descrizione è iniziata col fascicolo di settembre, è disponibile in scatola di montaggio al prezzo di 720,00 Euro + IVA. Il kit comprende tutti i componenti meccanici, elettrici ed elettronici (alimentatore compreso) necessari per realizzare la printer. Sono esclusi i fili di PLA e ABS, ordinabili a parte. La stampante 3D è anche disponibile montata e collaudata al prezzo di 910,00 + IVA.

Il materiale va richiesto a:
Futura Elettronica, Via Adige 11,
21013 Gallarate (VA)
Tel: 0331-799775 • Fax: 0331-792287
<http://www.futurashop.it>

SOLUZIONI PER LA TUA STAMPANTE

3DRAG

LCD controller per rendere autonoma la stampante 3Drag (in kit)



cod. FT1078K
€52,00

Vastissimo assortimento di PLA e ABS



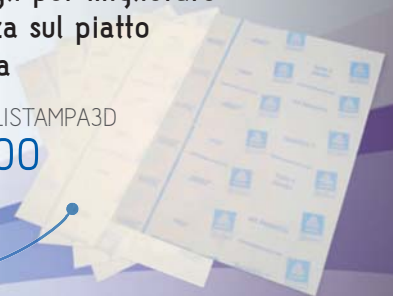
Piatto di stampa riscaldato



cod. 3DHEATERPLATE
€32,00

Set 5 fogli per migliorare l'aderenza sul piatto di stampa

cod. FOGLISTAMPA3D
€12,00



Alimentatore 12V - 150W per piatto di stampa riscaldato



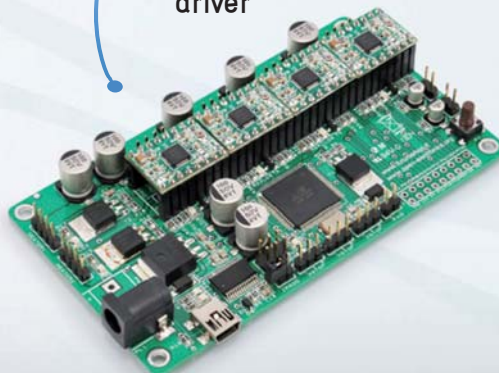
cod. RS-150-12
€43,00

Set piatto di stampa

cod. 7350-33
€14,00



Controller con driver



cod. 3DCONTR-DRIVER
€88,00

Vite di trascinamento estrusore

€6,50
cod. VITEDENT



Sezione riscaldante estrusore

cod. 7350-31
€62,00



NTC 100 kohm

€6,00
cod. NTC100K



Riscaldatore 15V - 33W

€9,00

cod. RISC12V33W



Prezzi IVA inclusa.

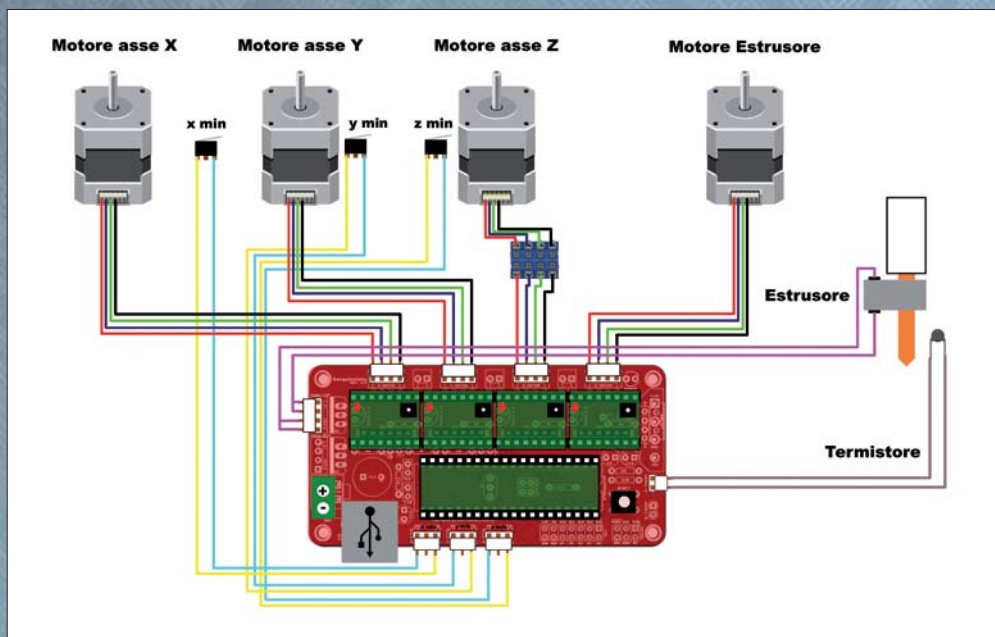
3DRAG SENZA SEGRETI

Impariamo a conoscere le caratteristiche hardware e software della stampante 3D targata Elettronica In.

di GABRIELE DAGHETTA
testo di SIMONE MAJOCCHI

Fra i vantaggi dell'hardware e del software Open Source ci sono la possibilità di conoscere tutti i dettagli e l'accesso a tutti i parametri per modificare il funzionamento del dispositivo. Quante volte, guardando un oggetto, ci è venuto in mente che si poteva migliorare il suo funzionamento facendo questa o quella modifica? Con i prodotti commerciali la modifica invalida la garanzia e richiede del reverse engineering prima di capire come intervenire e questa attività potreb-

be addirittura violare la Legge sulla tutela della Proprietà Intellettuale (la cosiddetta IP in inglese). Con i prodotti Open Source, invece, abbiamo già a disposizione tutte le informazioni e il sorgente grazie ai quali studiare e implementare le nostre modifiche nel modo migliore. Quello che ci viene chiesto in cambio è l'impegno morale a ricondividere il nostro lavoro con la comunità, così da mantenere il circolo virtuoso dello sviluppo e del miglioramento gratuiti e condivisi.



Lo schema dei collegamenti elettrici dalla scheda Sanguinololu ai motori, ai microswitch e ai componenti attivi della punta di estrusione.

3Drag appartiene alla famiglia dell'Open Source ed è quindi realizzata per poter beneficiare da un lato dei nuovi sviluppi software e dall'altro per poter essere d'ispirazione ad altri nella realizzazione di stampanti RepRap. Rispetto al concetto originale, 3Drag non produce i pezzi per replicare se stessa, ma questo è una conseguenza dell'approccio "industriale" alla realizzazione delle parti, mentre tutte le informazioni relative alle parti meccaniche sono disponibili per consentire a chi vuole di usare una CNC e il proprio materiale di realizzarsi autonomamente una 3Drag.

IL FIRMWARE

Il software residente sulla scheda Sanguinololu di 3Drag è responsabile della gestione delle funzioni di base della stampante e interpreta i vari comandi del G-Code per trasformarli in movimenti del motore e dell'estrusore.

Questo codice, disponibile come sorgente per tutte le versioni rilasciate in Open Source ed elencate anche sul nostro sito "<http://3dprint.elettronica.in.it>" è realizzato dai vari autori rispettando alcune convenzioni del progetto RepRap, ovvero la possibilità di definire attraverso un file di configurazione le caratteristiche meccaniche ed elettroniche della stampante.

Ogni firmware prevede quindi la struttura basata su tre motori – uno per asse di spostamento – un motore per estrusore, il riscaldatore assieme al suo termistore di controllo, più un piatto riscaldato, le ventole di raffreddamento e i microswitch per la regolazione della posizione di inizio o fine corsa. A questo poi gli autori aggiungono funzionalità specifiche come il supporto del lettore di schede SD,

i pulsanti o lo schermo di controllo LCD, oppure dedicano lo spazio disponibile per il codice ad algoritmi per l'ottimizzazione degli spostamenti o alla ricostruzione degli archi per migliorare la stampa. Il microcontrollore, è fondamentale ricordare, ha uno spazio di memoria limitato e quindi non è possibile aggiungere funzioni e algoritmi al firmware senza tenere conto di questo limite. Una soluzione a questo è l'uso di microcontrollori con più spazio di memoria, come ad esempio l'ATmega 1284P al posto dell'ATmega 644P: fra i due la compatibilità è pin to pin, mentre le dimensioni della memoria passano da 64 a 128K di Flash, da 4K a 16 K di RAM e da 2K a 4K di EEPROM. Questo microcontrollore può anche passare dai 16 MHz del 644P ai 20 MHz per una esecuzione più veloce del codice.

Tornando alla scheda e al controller che interfaccia motori e microswitch, le modalità di funzionamento effettivo di ciascuna di queste parti dipende dalle loro caratteristiche elettriche e meccaniche e per questo il file di configurazione permette di specificare i dati che altrimenti potrebbero essere ambigui.

LA CONFIGURAZIONE DI 3DRAG

In questa sezione vi spiegheremo tutte le voci specifiche per l'hardware e il funzionamento di 3Drag facendo riferimento alle variabili utilizzate nei file di configurazione dei firmware. Dato che abbiamo scelto Marlin come nostro Firmware di riferimento, le variabili saranno quelle di questo firmware, ma il loro nome e la descrizione vi aiuteranno a trovare le variabili omologhe negli altri firmware, nel caso in cui decidiate di sperimentarli.

Lo stesso discorso vale per aggiornare Marlin a una release successiva a quella fornita. Il processo di

aggiornamento è spiegato in una sezione specifica, successiva a questa.

Iniziamo con il dire che ogni firmware deve conoscere il tipo di scheda utilizzata: nel nostro caso è una Sanguinololu 1.2, individuata solitamente con il codice 62 negli elenchi di schede:

```
/ Sanguinololu 1.2 and above = 62
#define MOTHERBOARD 62
```

Con questa informazione, il firmware viene compilato con la corretta configurazione di pin, assegnando i pin digitali e quelli analogici alle varie risorse hardware come i moduli di potenza degli stepper e gli switch di inizio/ fine corsa.

L'errata configurazione di questo valore determina un funzionamento errato della stampante. Riportiamo lo schema del cablaggio di questa scheda così che possiate avere un riferimento a livello di collegamenti elettrici sulla scheda, motori e microswitch. Il parametro successivo riguarda il tipo di NTC utilizzata: i termistori si caratterizzano per alcuni parametri specifici (i coefficienti A, B e C), da utilizzare nell'equazione di Steinhart-Hart che permette una certa accuratezza nel passaggio da valore espresso in ohm a temperatura misurata. Se i coefficienti non sono corretti, la temperatura si può discostare in modo apprezzabile da quella reale, e per la fusione del filamento nel modo corretto questo va evitato. Con 3Drag utilizziamo una NTC da 100K e non abbiamo il piano di stampa riscaldato a cui va abbinato un altro sensore di tipo NTC. Per questi motivi nell'area destinata alle impostazioni dei sensori dobbiamo avere il tipo 5 per il Temp_Sensor_0 e dobbiamo anche verificare che non ci sia alcun sensore associato al piano (Bed_Sensor_0) altrimenti il firmware attenderebbe che anche questo abbia raggiunto la temperatura e la stampa non avrebbe mai inizio. I dati relativi ai sensori sono solitamente contenuti in una sezione specifica, come quella riportata qui di seguito.

```
//=====
//===== Thermal Settings=====
//=====
// 5 is 100K thermistor - ATC Semitec
// 104GT-2 (4.7k pullup)
#define TEMP_SENSOR_0 5
...
#define BED_SENSOR_0 0
```

La sezione successiva su cui dobbiamo agire è quella relativa alla logica dei microswitch di inizio corsa, ovvero quei tre interruttori che permettono al firmware di individuare l'inizio dell'area utile per i due assi X e Y, assieme al punto da cui iniziare a depositare sul piatto di stampa il materiale (asse Z).

La flessibilità del firmware al proposito è massima: i microswitch potrebbero essere anche posizionati a fine corsa e non all'inizio, facendo fare al firmware i conti per il posizionamento a 0,0,0. Allo stesso modo l'interruttore può essere normalmente aperto o chiuso.

Noi abbiamo scelto di usare la soluzione "Normalmente Chiuso" così da bloccare immediatamente il motore nel caso il collegamento sia interrotto o l'interruttore sia difettoso. Questa modalità richiede il valore booleano "false" alle quattro costanti che comunicano al firmware se la logica è invertita (la nostra infatti non lo è, e l'interruttore apre il circuito quando viene azionato). In generale, se un interruttore ha un ruolo importante, come il fermo di un motore a inizio o fine corsa, oppure un blocco di sicurezza quando azionato, è buona norma utilizzarlo nella modalità NC (normalmente chiuso) così da avere una protezione rispetto al suo malfunzionamento e all'interruzione dei collegamenti. Diversamente un difetto o un interruttore scollegato non potrebbe arrestare il motore a fine corsa o l'intero dispositivo in caso di emergenza.

Un altro elemento scelto come opzione è l'uso di interruttori meccanici: alcuni modelli utilizzano dei sensori ottici alimentati, mentre quelli meccanici per la loro natura richiedono solo una resistenza di pull up per eliminare eventuali disturbi sugli ingressi ad alta impedenza. Le costanti che attivano le resistenze sono solitamente già impostate con il valore corretto.

```
const bool X_ENDSTOPS_INVERTING = false; // set to true to invert
// the logic of the endstops.
const bool Y_ENDSTOPS_INVERTING = false;
const bool Z_ENDSTOPS_INVERTING = false;
```

Definita la logica, va ora comunicata al firmware la posizione dell'interruttore: relativamente alla ricerca della posizione di 0 di ciascun asse questo può essere a inizio o a fine corsa. Se è all'inizio (valore "-1" ovvero MIN) il firmware sposterà il piatto di stampa verso la posizione dell'inizio asse (0) e si arresterà quando viene azionato l'interruttore. Se l'interruttore fosse impostato e posizionato per il valore massimo dell'asse (alla fine) tramite il valore "1", il firmware sposterebbe il piatto verso il fine corsa per attivare l'interruttore e poi tornerebbe indietro della lunghezza impostata per quello specifico asse. Per questioni di praticità nella regolazione delle coordinate X=0, Y=0 e della taratura delle viti di regolazione fine, gli interruttori sono posizionati all'inizio della corsa degli assi e quindi tutti i valori delle tre costanti sono impostati a "-1"


```
// ENDSTOP SETTINGS:
// Sets direction of endstops when homing;
// 1=MAX, -1=MIN
#define X_HOME_DIR -1
#define Y_HOME_DIR -1
#define Z_HOME_DIR -1
```

Come indicavamo in precedenza, nella ricerca della posizione "home" che corrisponde allo "0" per ciascun asse, il firmware tiene comunque in considerazione le misure espresse in millimetri per ciascuno degli assi, così da evitare i danni dovuti a spostamenti oltre il limite fisico della meccanica. Dato che utilizziamo solo gli interruttori di "inizio corsa" e non una coppia inizio/fine per ciascun asse, il firmware richiede dei valori di minimo e massimo oltre i quali, una volta fatto l'azzeramento, i motori si fermano. Nel caso di 3Drag, il limite è praticamente uguale al volume di stampa e l'agio meccanico è in ragione di circa un centimetro per parte. Impostare i valori minimi e massimi a quelli dell'area di stampa evita quindi di rischiare il blocco per raggiunti limiti fisici di spostamento. Con altre architetture meccaniche di stampa, questi valori potrebbero essere anche di qualche centimetro superiori all'area di stampa utilizzabile e questo giustifica la necessità di inserire nel firmware dei valori adatti all'hardware specifico. Da notare che prima di aver "informato" il firmware dell'effettiva posizione del piano di stampa e dell'estrusore, non ci sono blocchi software allo spostamento oltre questi valori minimi e massimi proprio perché non ci sono riferimenti affidabili. Evitate quindi di spostare con i comandi manuali la meccanica prima di aver dato il comando di home per ciascun asse (oppure quello generale di home che azzera in sequenza X, Y e Z). Per 3Drag, quindi, i valori sono per X e Y da 0 a 200, mentre Z può arrivare a 220 mm.

```
// Travel limits after homing
#define X_MAX_POS 200
#define X_MIN_POS 0
#define Y_MAX_POS 200
#define Y_MIN_POS 0
#define Z_MAX_POS 220
#define Z_MIN_POS 0
```

Eccoci ora alle pulegge e alle cinghie che, a seconda di come sono montate, determinano lo spostamento del piatto di stampa e dell'estrusore in un verso o nell'altro con la rotazione oraria o antioraria di ciascun motore. Basta montare un motore da una parte della struttura piuttosto che dall'altra per invertire il senso di spostamento, come basta fissare la cinghia prendendola sopra o sotto per invertire la direzione. In pratica il piatto si sposta in un senso o nell'altro in base alla combinazione di tutti questi elementi e ovviamente il progettista del firmware

ha fatto in modo che la cosa potesse essere gestita con semplicità, motore per motore. Il parametro è stato denominato "Invert_<asse>_Dir" per semplicità e può essere vero o falso. Con 3Drag la combinazione di posizione motore / lato puleggia / aggancio cinghia porta i tre assi X, Y e Z ad essere impostati come "false", ovvero non sono da invertire come movimento, mentre l'estrusore va invertito in quanto c'è un piccolo ingranaggio che aziona la grande ruota dentata a cui è fissato il bullone zigrinato e questo meccanismo determina l'inversione del senso di rotazione. Si tratta di una situazione comune alla maggior parte degli estrusori di tipo Wade con il motore sul lato sinistro.

```
#define INVERT_X_DIR false //
#define INVERT_Y_DIR false //
#define INVERT_Z_DIR false //
#define INVERT_E0_DIR true //
#define INVERT_E1_DIR true //
#define INVERT_E2_DIR true //
```

Ultimo parametro legato alla meccanica su cui vale la pena soffermarsi è quello che determina il comportamento dei motori quando non vengono azionati per il movimento, durante tutto il processo di stampa. I motori stepper, se alimentati, restano bloccati sulla loro posizione ed esercitano una significativa resistenza al movimento; questo però ha come effetto collaterale un significativo assorbimento di corrente e il conseguente riscaldamento del motore e dell'elettronica di controllo.

Quando si stampa ha quindi senso mantenere i due assi X e Y attivi, mentre lo Z può essere disabilitato (non alimentato) per tutto il tempo in cui viene disegnato lo strato. Anche l'estrusore va tenuto alimentato per evitare che la pressione del materiale plastico possa far arretrare il filamento durante gli spostamenti senza stampa. Comunque, dopo un certo periodo di inattività a stampa ultimata, i motori vengono disabilitati per non surriscaldarli e questo intervallo fa parte delle impostazioni dell'applicazione di stampa.

```
// Disables axis when it's not being used.
#define DISABLE_X false
#define DISABLE_Y false
#define DISABLE_Z true
#define DISABLE_E false // For all extruders
```

Come ultimo parametro specifico per la meccanica di 3Drag abbiamo il numero di step che ciascun motore deve compiere per effettuare uno spostamento di una unità di misura (nel nostro caso 1 mm). Il calcolo tiene conto del diametro della puleggia, oppure del passo della vite o ancora del rapporto fra ingranaggi e diametro del bullone dentato di

estrusione. Il tutto va anche elaborato in base alle impostazioni della scheda e dei driver che possono essere gestiti a passo pieno oppure a 4, 8 o 16 microstep; sulla 3Drag tutti i motori vengono gestiti a 16 microstep, portando una rotazione completa dell'albero a 3200 microstep. Senza complicarvi troppo la vita, vi forniamo direttamente i conteggi che sono pari a 64.25 per X e Y, 2560 per Z e 654 per l'estrusore. Per quest'ultimo i conteggi sono stati effettuati in base all'effettiva lunghezza del filo utilizzato rispetto a quello previsto dal software di slicing, trovando il valore che più si avvicina alla realtà.

```
// default settings
#define DEFAULT_AXIS_STEPS_PER_UNIT {64.25,64.25,2560,654} //
```

Inizia ora la sezione delle velocità e delle accelerazioni: i valori indicano i massimi che possono essere applicati dal firmware e servono per far funzionare la meccanica nel modo più efficace e veloce possibile, senza però mettere la struttura in risonanza o portarla oltre il limite fisico introducendo errori e distorsioni nella stampa.

Il primo set di valori da definire riguarda le velocità lineari massime per gli assi e l'estrusione. Nel caso di 3Drag il valore può essere portato a 500 mm/sec (ovvero uno spostamento di mezzo metro al secondo, pari a 30 metri al minuto) sui due assi del piano di stampa e sull'estrusore, ma non è detto che questi valori possano essere raggiunti per qualsiasi stampa e condizione. L'asse Z va invece limitato a 50 mm/sec in quanto è molto demoltiplicato (2560 step per fare 1 mm) e una velocità superiore a 5 cm in un secondo richiederebbe la rotazione del motore oltre le sue normali specifiche di funzionamento.

```
#define DEFAULT_MAX_FEEDRATE {500, 500, 50, 500} // (mm/sec)
```

La velocità va poi gestita con un valore di accelerazione espresso in mm/secondo*secondo che porta il motore da fermo alla velocità richiesta. Evidentemente non è conveniente avere il motore che parte e si ferma in modo istantaneo in quanto comporterebbe sollecitazioni notevoli a tutta la struttura meccanica (pensate a quello che succede quando in auto vi scappa il piede dalla frizione e partite di "botto"), ma allo stesso modo dato che le stampe sono spesso fatte da piccoli spostamenti, avere un valore di accelerazione basso potrebbe non consentire ai motori di arrivare alla velocità prevista se non in rari casi. Accelerazioni troppo elevate, invece, potrebbero portare la struttura a vibrare e a gestire male i movimenti piccoli e alternati (un fill di una parete stretta ad esempio), quindi si tratta di un valore da mettere a punto anche in base alle tipologie di lavori che si intendono stampare.

```
// X, Y, Z, E maximum start speed for accelerated moves.
#define DEFAULT_MAX_ACCELERATION {9000,9000,100,10000}
```

I parametri di accelerazione standard per la stampa e la ritrazione del filo sono invece definiti in due linee specifiche e dalle nostre prove il valore di 1000 si adatta bene alla struttura.

```
// X, Y, Z and E max acceleration in mm/s^2 for printing moves
#define DEFAULT_ACCELERATION 1000
```

```
// X, Y, Z and E max acceleration in mm/s^2 for r retracts
#define DEFAULT_RETRACT_ACCELERATION 1000
```

LA PROGRAMMAZIONE DEL FIRMWARE

La stampante 3Drag viene fornita con il firmware già programmato sulla scheda, sia che abbiate acquistato il kit, sia che vi sia arrivata montata e collaudata. Il firmware scelto è Marlin e sul sito 3dprint.elettronica.in.it potete trovare nella sezione software sia la versione corrente in uso presso i nostri laboratori, sia i collegamenti alle versioni più recenti rilasciate per questo firmware.

La programmazione della scheda si effettua tramite il medesimo collegamento USB utilizzato per pilotare la stampante e questa è una piacevole eredità che la compatibilità con Arduino ci offre. Marlin – come gli altri firmware – è infatti nato come codice scritto su IDE di Arduino e, infatti, quando lo si deve aggiornare si deve proprio usare l'IDE in cui carichiamo il codice sorgente con tutti i moduli interamente accessibili e commentati.

Al momento in cui scriviamo, per una serie di moti-

Il software per la stampa 3D

Il software è una parte essenziale del mondo della stampa 3D. Fra firmware per la scheda, software di modellazione e tool per convertire i modelli in codice pronto per la stampa, sono molti i fronti da tenere sotto controllo per non perdere novità e aggiornamenti. In questa sezione vogliamo aiutarvi a orientarvi fra versioni, aggiornamenti e derivazioni. Se state quindi cercando qualche novità o aggiornamento del software che state utilizzando, andate dritti qui.

Caso usiamo con 3Drag

Firmware scheda:	Marlin versione RC3 - V2
Software di stampa:	Repetier Host versione 0.74
Software Slicing:	Slic3r versione 0.9.3

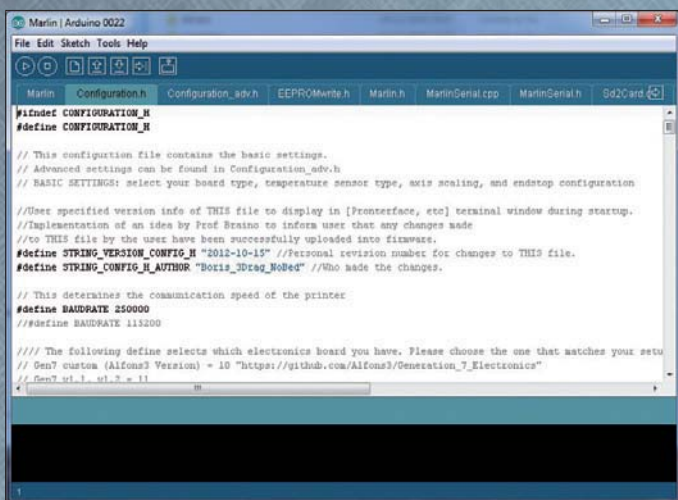
Aggiornamenti software

Ecco le versioni più recenti disponibili sui siti degli sviluppatori del software che abbiamo scelto di utilizzare con la nostra 3Drag.

Marlin:	16 settembre 2012 - V 1 RC
Repetier-Host:	4 settembre 2012 - setupRepetierHost_0_72.exe
Slic3r:	30 agosto 2012 - 0.9.2

- Firmware per le stampanti 3D**
La scheda che controlla 3Drag utilizza un programma software - il firmware - per interpretare i comandi di stampa. Molto importante: la stampante viene fornita già completa di firmware MARLIN preinstallato.
- Software di stampa**
L'invio dei file alla stampante 3D avviene tramite appositi programmi che, oltre alla semplice comunicazione, offrono numerose funzionalità aggiuntive.

Sul sito 3dprint.elettronica.in.it si trova la sezione Software con le indicazioni delle release utilizzate per 3Drag.



L'IDE 022 di Arduino permette di riprogrammare la scheda con il firmware. Questo va configurato per essere compatibile con le caratteristiche di 3Drag intervenendo sul file "Configuration.h".

vi pratici, si deve utilizzare la versione 022 dell'IDE, disponibile all'indirizzo arduino.cc/en/Main/Software nell'area "Previous IDE Versions".

Il file sorgente con la configurazione per 3Drag la potete scaricare dal nostro sito sopra indicato e una volta aperto potrete vedere tutta una serie di schede sull'IDE.

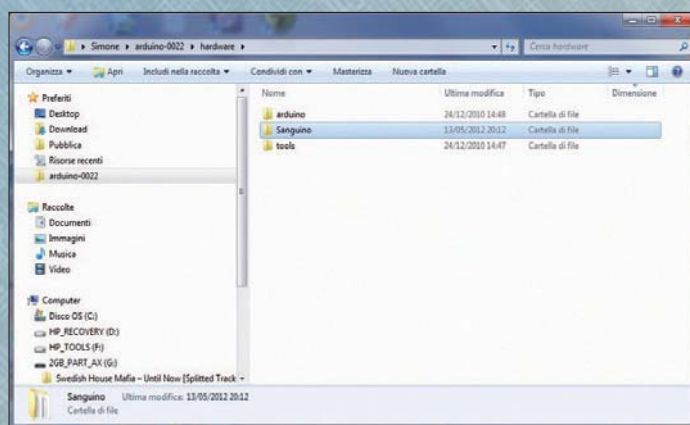
La seconda scheda è quella denominata "Configuration.h" e contiene i vari parametri che abbiamo indicato nelle pagine precedenti. Se effettuate delle modifiche è importante ricordare che dopo aver salvato, avrete una versione in cui non ci sono più i valori da noi consigliati. Conservate quindi il file originale zippato oppure fate una copia di tutta la cartella Marlin e poi datele un nuovo nome e aprite Marlin.pde dalla nuova cartella.

Per programmare la scheda Sanguinololu da IDE

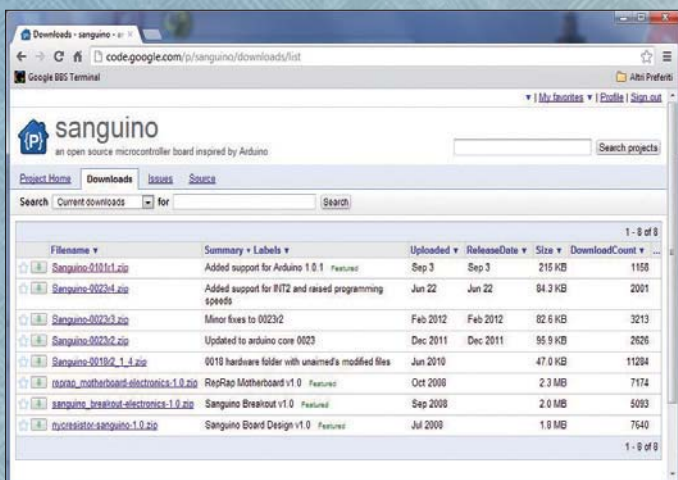
di Arduino è necessario aggiungere la prima volta i file relativi all'hardware. Trovate il necessario sul sito di Sanguino all'indirizzo code.google.com/p/sanguino/downloads/list e il contenuto dello ZIP che avrete scaricato va inserito nella cartella "hardware" di Arduino IDE.

Se avete collocato i file nella cartella corretta, come indicato nell'immagine, troverete sotto il menu delle schede di Arduino il nuovo set di schede Sanguinololu, con le varie opzioni di CPU e Clock.

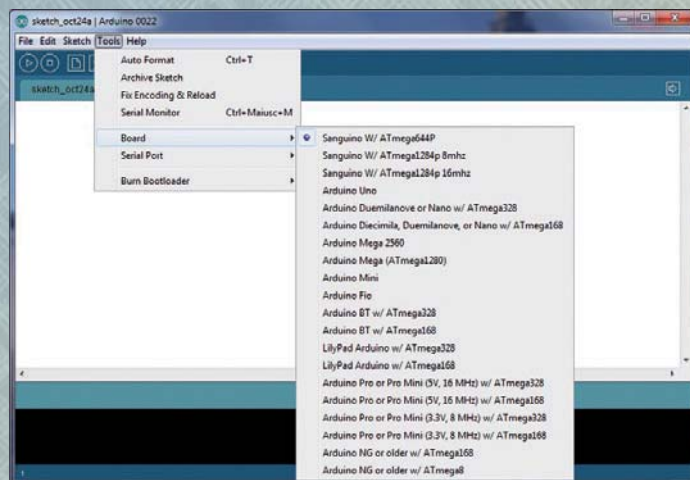
L'attuale versione montata sulla 3Drag è ATmega 644P e dovrebbe trovarsi all'inizio dell'elenco; se non trovate la scheda, avete sbagliato la cartella in cui avete messo i file scaricati dal sito Sanguino. Se scegliete una tipologia non corrispondente a quella montata, in fase di programmazione avrete un messaggio di errore e non avrete fatto alcun danno. Ovviamente, prima di programmare, dovrete an-



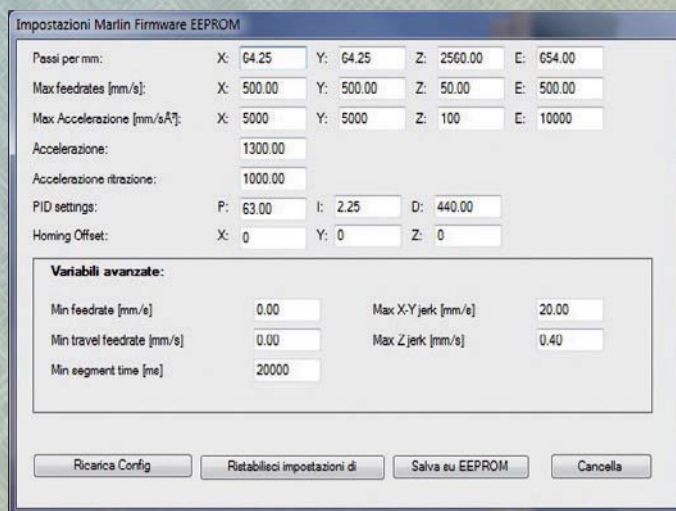
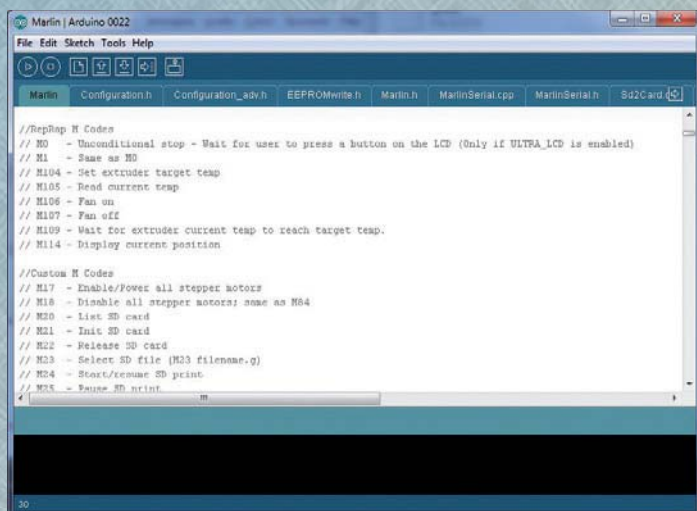
Il contenuto dello ZIP scaricato da Sanguino va inserito come riportato nell'immagine.



La scheda Sanguinololu richiede un apposito set di file da posizionare nella cartella Hardware dell'installazione dell'IDE. Vanno scaricati dal sito Sanguino.



I file di Sanguino rendono disponibili delle nuove schede nell'elenco delle Board supportate. Per 3Drag va scelta "Sanguino W/ ATmega644P".



L'elenco più aggiornato dei comandi supportati dal firmware è presente nella parte iniziale del file Marlin.pde.

che scegliere la porta COM da utilizzare nel menu "Serial Port", assicurandovi che non ci sia nulla che sta colloquiando con la stampante (ad esempio il software di stampa) e che il ponticello per la programmazione sia inserito sulla scheda Sanguinololu (lo trovate a metà del microcontrollore, dal lato dei driver).

Tutte le schede da noi utilizzate sono state programmate con questo sistema e hanno un bootloader compatibile Arduino opportunamente programmato e "collaudato" con un Arduino IDE 022. Vi segnaliamo infine che nella prima parte del file Marlin.pde si trova l'elenco dei comandi gestiti dal firmware sia come G-Code standard, sia come comandi proprietari con tutta la documentazione necessaria al loro utilizzo.

DEFINIRE I PARAMETRI VIA SOFTWARE

Uno dei motivi per i quali abbiamo scelto di montare il firmware Marlin è la sua possibilità di accedere attraverso una serie di comandi specifici ai vari parametri di funzionamento. In pratica Marlin non

Questa scheda appare scegliendo da Repetier Host la voce "Configurazione firmware EEPROM" dal menu Configurazione.

solo gestisce i valori leggendoli dal codice caricato, ma ne fa anche una copia "di lavoro" su EEPROM e – sempre tramite appositi comandi – ne permette la lettura, la modifica, l'uso temporaneo e la memorizzazione permanente su EEPROM.

Il software di stampa Repetier ha un'apposita funzione che permette proprio di gestire i dati in EEPROM del firmware interrogando Marlin e gestendo gli opportuni comandi di lettura e scrittura; ovviamente durante questa operazione la stampante deve essere collegata per leggere i valori. In questo modo si possono fare modifiche, anche persistenti fra un'accensione e l'altra di 3Drag, senza dover riprogrammare la scheda per intero tramite l'IDE di Arduino ad ogni modifica dei parametri.

L'interfaccia si presenta come nell'immagine <REPETIER_EEPROM> e i dati riportati sono quelli di una nostra stampante all'opera; non tutti i valori sono allineati con quanto indicato sin qui, ma anche noi siamo costantemente in sperimentazione per trovare su lavori diversi le impostazioni

I comandi per la EEPROM

Ecco i comandi specifici per interagire con i valori contenuti in EEPROM e utilizzati dal firmware per il funzionamento.

M500 – memorizza i parametri in EEPROM; questi sono:

axis_steps_per_unit, (M92)
max_feedrate, (M203)
max_acceleration, (M201)
acceleration, (M204)

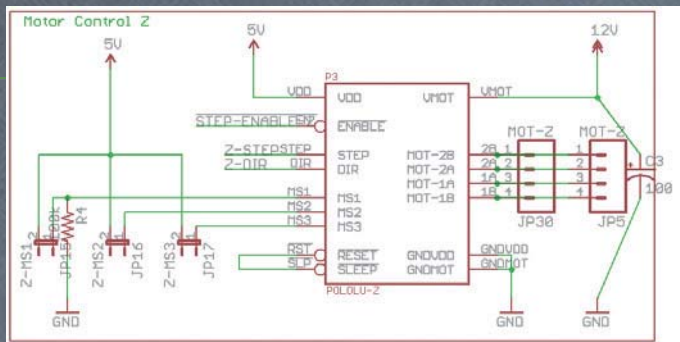
retract_acceleration,
minimumfeedrate, (M205 S T B X Y)
mintravelfeedrate,
minsegmenttime,
jerk velocities,
PID (M301)

M501 – legge i parametri dalla EEPROM (ad esempio per tornare alle impostazioni permanenti dopo aver

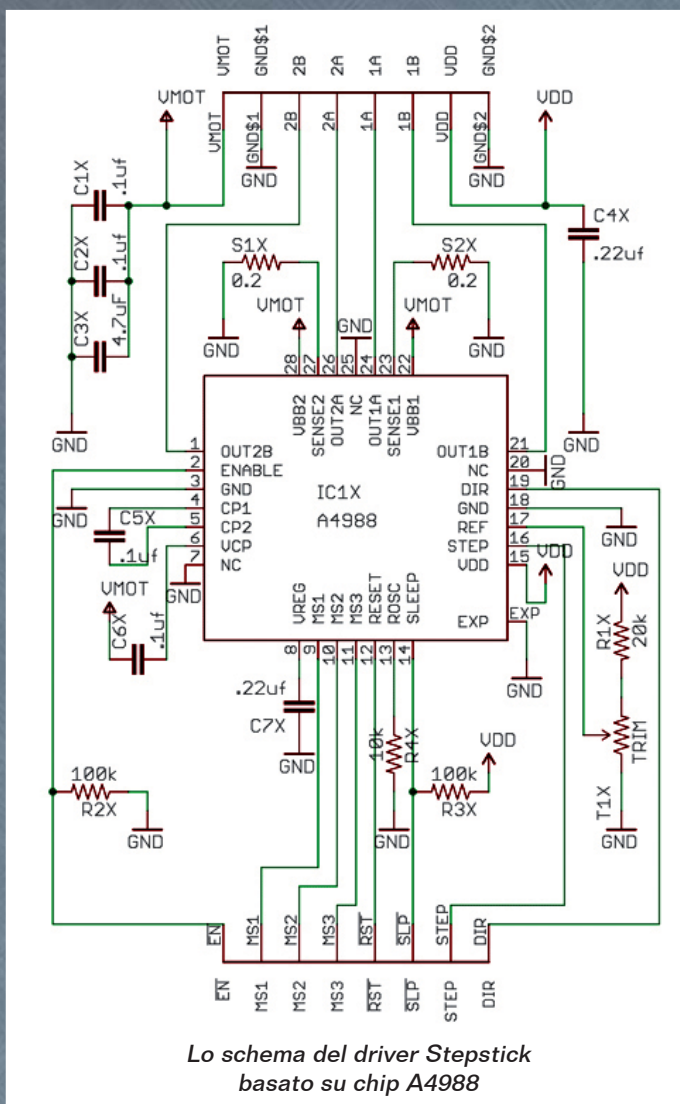
fatto delle modifiche temporanee).

M502 – torna ai valori di fabbrica, ovvero quelli scritti nel firmware. Vanno memorizzati in EEPROM per usare questi ultimi al posto dei valori memorizzati in precedenza su EEPROM.

M503 – restituisce i valori correnti presenti in memoria e non in EEPROM.



Lo schema della parte di Sanguinololu che si interfaccia al modulo driver Pololu o Stepstick.



Lo schema del driver Stepstick basato su chip A4988

Table 1. Microstepping Resolution Truth Table

MS1	MS2	MS3	Microstep Resolution	Excitation Mode
L	L	L	Full Step	2 Phase
H	L	L	Half Step	1-2 Phase
L	H	L	Quarter Step	W1-2 Phase
H	H	L	Eighth Step	2W1-2 Phase
H	H	H	Sixteenth Step	4W1-2 Phase

La tabella della verità per la regolazione dei tre jumper sotto a ciascun driver di potenza. I ponticelli sono ordinati da MS1 (a sinistra) a MS3 (a destra) se si tiene il microcontrollore verso di sé.

più adatte. Anche i materiali diversi in fase di estrusione possono richiedere velocità e accelerazioni specifiche, quindi quando una stampa non è soddisfacente, può darsi che sia solo una questione di parametri.

Rispetto a quanto reso accessibile nella schermata, i parametri che possono influenzare la stampa, la qualità e la velocità di stampa e spostamento sono quelli dalla seconda alla quarta riga. Da non toccare invece la prima riga che riguarda il numero di step (microstep) che ciascun motore compie per arrivare a 1 mm. L'unico caso in cui può essere utile cambiare il numero di step è quello relativo a Z: abbiamo scelto di gestire questo asse con 16 microstep, quando in realtà la precisione così ottenuta non ha un riscontro pratico nella qualità della stampa.

I DRIVER STEPPER

La scheda Sanguinololu ha sotto ciascun driver (Pololu o StepStick) tre ponticelli che servono a gestire i microstep secondo la tabella della verità riportata nel datasheet (vedi **Tabella 1**).

Osservando lo schema del driver di potenza si può notare come tutti i pin dedicati al pilotaggio della scheda siano da un lato, mentre quelli che vanno agli avvolgimenti dei motori siano dall'altra. Questo deriva da una iniziale impostazione progettuale che vedeva le schedine dei driver a fare da ponte fra la scheda logica e quella con i morsetti per i motori. Oggi la situazione è molto diversa e – con una sola scheda – l'organizzazione di Sanguinololu è quella che vedete, con tutte le connessioni ordinate da un lato grazie alla razionalità di progettazione delle schede driver, rimaste inalterate come formato e piedinatura.

Sempre a proposito di driver, sullo scorso numero abbiamo parlato della taratura della corrente fornita ai motori e della necessità di dotare i chip SMD dei driver di un dissipatore per evitarne il surriscaldamento. In alcune versioni con 4 strati di rame e non solo 2, la dissipazione avviene anche attraverso il circuito stampato. Un piccolo ventilatore, con l'opportuno supporto, può rendere la situazione ottimale e al proposito vi invitiamo a dar libero sfogo alla vostra fantasia per progettare e stampare proprio questa parte, da montare sulla vostra 3Drag.

IL PIANO DI STAMPA

Dopo aver dedicato molta attenzione alla parte di configurazione, è ora di dedicare un po' di tempo al piano di stampa che, per la sua natura, è respon-

Il piano di stampa in vetronite va periodicamente passato con una spugna abrasiva come questa per esporre la fibra di vetro e permettere la presa del PLA sulla superficie.



sabile di parte del risultato finale. Una buona aderenza, la tenuta anche delle stampe che si estendono in lunghezza e una ragionevole facilità nel rimuovere gli oggetti sono tutte caratteristiche legate al piano di stampa che, come sapete, per 3Drag è in vetronite e non è riscaldato. Per avere sempre alla massima efficienza il vostro piano di stampa, è necessario trattarlo nel modo opportuno a seconda del materiale che intendete stampare. Se pensate di utilizzare il PLA, dovete rendere la superficie leggermente porosa e con le fibre della vetronite esposte. Sembra un concetto complicato, ma basta usare una spugnetta abrasiva, come quella riprodotta in foto e reperibile nei centri di fai da te, per trasformare la superficie da lucida e non adatta all'adesione a opaca e ideale per le stampe in PLA.

Con la spugnetta di tipo medio o fine iniziate a grattare in modo uniforme finché non noterete che si inizia a vedere la trama della vetronite (una serie di aree più chiare e a scacchiera); con un pannello per la polvere rimuovete la polvere creata e a questo punto provate a stampare qualcosa. Noterete che il PLA fuso aderisce alla vetronite sottostante come se la stesse verniciando. Fate anche attenzione alla distanza del piatto dalla testina di stampa: questa deve toccare senza far sforzo su tutti e quattro gli angoli della piastra e anche nel centro.

A fine stampa di prova, con un taglierino a lama larga sollevate l'oggetto stampato partendo da un angolo. Se l'oggetto è sottile sarà più facile, mentre se è spesso o massiccio, dovrete usare più pazienza e lavorare il distacco da più punti.

Una volta che il pezzo inizia a staccarsi, cercate di spingere la lama tenendola il più possibile piatta sul piano di stampa, così da non fare troppo leva su lama e pezzo stampato. Da notare che all'inizio la vetronite tenderà a non far aderire molto il PLA, ma con un po' di uso e qualche passata con la spugna abrasiva, avrete una superficie via via più porosa e di buona tenuta per stampe di oggetti sia larghi che alti. Il PLA, inoltre, è molto meno soggetto al ritiro e al distacco dal piatto di quanto lo sia l'ABS.

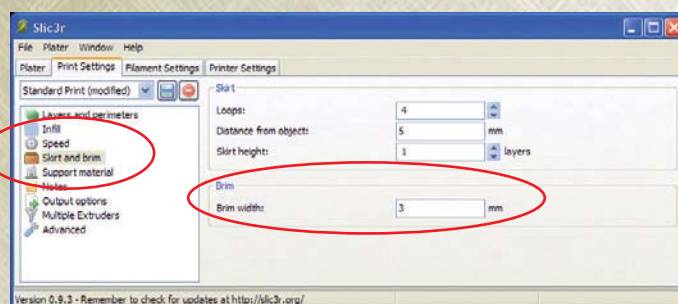
Quando il pezzo inizia a staccarsi con troppa facilità, il piatto ha nuovamente bisogno di un trattamento con la spugna abrasiva, ma potrebbe anche

essere un problema di grasso e sporco: ogni volta che toccate il piatto, lasciate delle impronte che potrebbero anche contenere del grasso cutaneo e quindi rendereste molto più difficile la tenuta del PLA. Se le ditate sono evidenti, utilizzate uno sgrassatore per vetri e un panno: usate poco prodotto e attendete che questo sia completamente evaporato dopo aver passato il panno prima di riprendere le stampe. **NON** usate prodotti che lasciano residui in quanto i loro effetti sono tutti da scoprire e non è assolutamente detto che siano a favore dell'adesione al piatto del PLA. Nella nostra esperienza, anche la temperatura del primo strato è importante: il PLA, quando è molto liquido, tende ad aderire maggiormente in quanto riempie meglio e si aggrappa alle micro asperità della basetta, mentre se è più viscoso, non penetra così a fondo e anche se lo strato è ben "spalmato", aderisce meno.

COMBATTERE IL DISTACCO CON IL BRIM

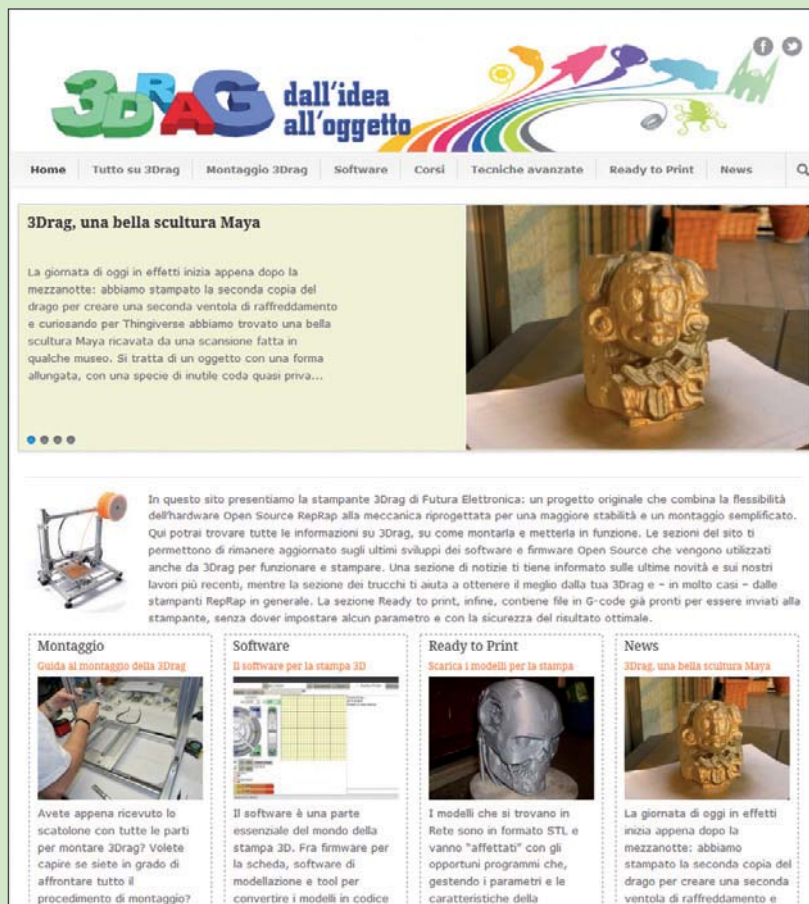
Negli ultimi mesi, dopo aver "pensionato" la soluzione con il Raft, ovvero una superficie creata con un filo appoggiato sul piano di stampa e intrecciata in modo da essere leggera e facile da rimuovere, ma adatta a ridurre le deformazioni da raffreddamento, la comunità degli utenti ha trovato nel "brim" il nuovo alleato per portare a termine le stampe più impegnative e domare la ritrazione termica anche sui piatti non riscaldati.

L'idea di questa funzione è quella di creare una piattaforma che segue tutto il perimetro dell'oggetto esternamente, con una larghezza definita dall'utente. Essendo un solo strato, la ritrazione termica viene controbilanciata e ostacolata dall'ampia superficie di contatto con il piano di stampa. La piattaforma viene generata con abbondante estrusione di materiale proprio per essere certi della presa, quindi il normale perimetro si aggan-



In evidenza la voce da selezionare a sinistra per avere nella scheda di destra il parametro Brim.

Il sito internet di riferimento



Per supportare quanti hanno acquistato o stanno per acquistare una stampante 3DRag – ma anche per gli utenti della galassia RepRap – abbiamo dato vita ad un sito dedicato solo a questo argomento, ovvero ad un sito nel quale chiunque intenda intraprendere la costruzione della nostra printer 3DRag possa trovare le informazioni indispensabili alla costruzione, alla scelta dei programmi ed alle configurazioni ottimali. Questo l'indirizzo: <http://3drag.elettronica.in.it>

Un sito che nei prossimi mesi, anche con l'aiuto degli utenti, cercheremo di migliorare e ampliare, fornendo anche una serie di modelli pronti all'uso, semplicemente da scaricare, e con le info relative alle configurazioni di stampa ottimali. I modelli che si trovano in Rete, infatti, sono in formato STL e vanno "affettati" con gli opportuni programmi che, gestendo i parametri e le caratteristiche della stampante, creano un file con le istruzioni G-Code che, strato dopo strato, creano l'oggetto finito. Sulla base della nostra esperienza e

delle stampe di prova effettuate con la 3DRag, siamo in grado di offrire dei file G-Code già pronti, realizzati con le migliori impostazioni per ottenere un risultato impeccabile. Usare file G-Code consente anche di iniziare subito la stampa, risparmiando il tempo di slicing, evitando di aver spiacevoli sorprese per qualche parametro non impostato nel modo migliore.

Il sito comprende anche un'ampia sezione dedicata al firmware della printer ed al software per la stampa 3D: fra firmware per la scheda, software di modellazione e tool per convertire i modelli in codice pronto per la stampa, sono molti i fronti da tenere sotto controllo per non perdere novità e aggiornamenti. Questa sezione consente di orientarsi tra versioni, aggiornamenti e derivazioni. Completano il sito una sezione di news, l'area "Tecniche avanzate" e la sezione dei Corsi da noi organizzati in tutta Italia per quanti desiderano, prima dell'acquisto della stampante, conoscere in maniera più approfondita questo mondo.

<http://3dprint.elettronica.in.it>

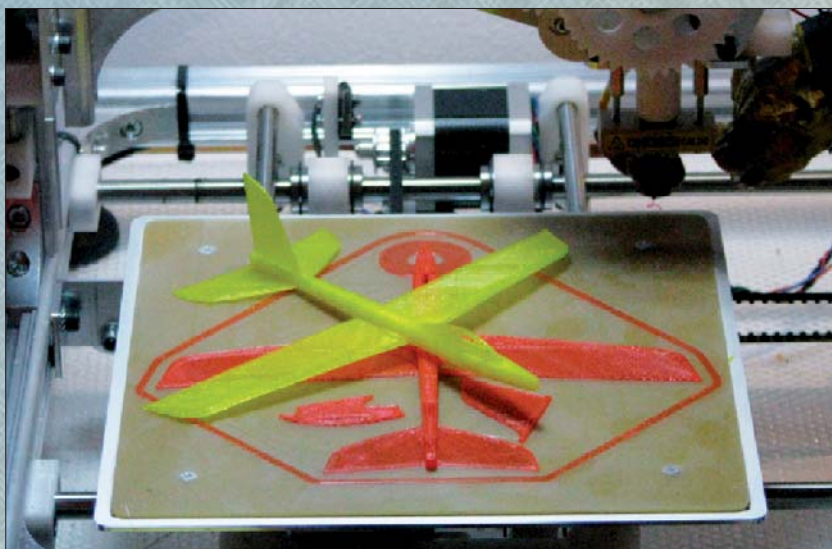
cia ad essa sul bordo esterno. Al termine della stampa il bordo aiuta a staccare con maggiore facilità l'oggetto in quanto la lama si infila sotto al pezzo guidata dalla sottile piattaforma che, grazie alla sua flessibilità è facile da staccare. Con un taglierino si dovrà poi rimuovere questo bordo che, come constaterete, è ben attaccato al resto del pezzo.

Le dimensioni del Brim sono da impostare nel profilo di stampa e sono nella medesima scheda di Slic3r dedicata allo skirt.

A seconda delle dimensioni dell'oggetto e all'intensità della contrazione che vi aspettate per lo specifico pezzo da stampare, potete dare una dimensione più o meno ampia al brim. Ricordate di salvare il profilo con le nuove impostazioni, quindi da Repetier Host, perché queste vengano utilizzate per lo slicing del modello caricato; dovrete prima selezionare un profilo diverso da quello che avete salvato, quindi potete riselectarlo caricando i nuovi parametri. Se state invece effettuando lo slicing direttamente da Slic3r, i parametri modificati sono immediatamente utilizzati. Vale la pena notare, comunque, che non tutte le stampe hanno bisogno del brim, come non tutti i modelli richiedono i supporti. Nell'immagine dell'aeroplanino che trovate in queste pagine, l'uso del brim non darebbe alcun vantaggio, ma addirittura comprometterebbe il risultato finale con un oggetto da ripulire con non poche difficoltà a causa della sua struttura fatta da pochissimi strati.

AGGIUNGERE UNO STRATO ADESIVO

Ci sono casi in cui la stampa richiede una presa molto salda sul piano di stampa, come ad esempio per i vasi che hanno



Questo modello di aeroplano è fatto da due soli strati per le ali, con dei bordi di irrigidimento e un corpo alto circa 4 mm. Per sua natura aderisce perfettamente al piano di stampa e non necessita di "brim".

una base molto piccola e un certo peso da sopportare per un lungo periodo di spostamenti e vibrazioni, oppure soggetti che hanno un piedistallo e poi si sviluppano in altezza come i busti e le statuette. Per questi, il tipo di presa che la sola vetronite offre non è sufficiente e per questo ci sono soluzioni alternative. La più comune si basa sulla colla vinilica, nota con il nome commerciale Vinavil.

Questa colla, se diluita con acqua in parti uguali (1 di colla e 1 di acqua), può essere stesa sul piatto di stampa spennellando come se si dovesse semplicemente bagnare tutta la superficie. Quando lo strato è uniforme, si deve lasciare asciugare il tutto con un po' di pazienza. La colla al tatto deve risultare liscia e senza punti appiccicosi. Solo quando si è sicuri di questo si può tornare a stampare.

A differenza della sola vetronite, lo strato di colla risulta vulnerabile ai passaggi troppo bassi dell'ugello e in casi sfortunati può addirittura essere rimossa dall'ugello che lascia un solco ben visibile. Per questo motivo, sia la taratura dello "0" sull'asse

Z, sia l'omogeneità dello strato di colla vanno verificati con attenzione. Lo strato di colla, comunque, potrà essere rimosso in ogni momento con il taglierino o lavando con acqua calda il piano di stampa (staccatelo dalla stampante prima di lavarlo).

Tenete presente che la presa della colla sul PLA può essere molto forte e dipende dalla temperatura a cui stampate: se PLA e colla si fondono troppo fra loro, il distacco potrebbe diventare molto problematico. Se usate lo strato di colla, potete generalmente fare a meno del Brim, anche se quest'ultimo vi può aiutare a guidare sotto il pezzo la lama del taglierino.

Rispetto al solo piano in vetronite, la colla tende a rendere meno liscia e uniforme la superficie inferiore di quanto stampate. Con le varie stampe, vi capiterà anche di staccare in alcuni punti la colla, lasciando scoperta la vetronite. Le parti rimaste di colla garantiranno la presa, ma quando sarà rimasta poca colla o avrete fatto stampe ripetitive che hanno di fatto "ripulito" le aree di contatto a furia di ripassarci sopra, dovrete asportare i rima-

Il classico flacone bianco e rosso di Vinavil: la colla che permette di aumentare molto la presa sul piatto di stampa.



sugli e fare una nuova stesura di colla diluita.

Nel prossimo numero ci dedicheremo all'esplorazione delle varie funzioni del programma Slic3r, di fatto il principale responsabile della qualità e del successo delle vostre stampe.



per il MATERIALE

La stampante 3Drag è disponibile sia in scatola di montaggio (3DRAG/K, Euro 680,00) che già montata e collaudata (3DRAG/M, Euro 860,00).

Il software necessario al funzionamento della stampante è completamente open-source ed è scaricabile gratuitamente da Internet. Presso Futura Elettronica sono disponibili anche i fili in ABS e PLA, in differenti formati e colori, necessari per realizzare le stampe. Per questo prodotto esiste anche un sito di riferimento: <http://3dprint.elettronica.in.it>

Il materiale va richiesto a:

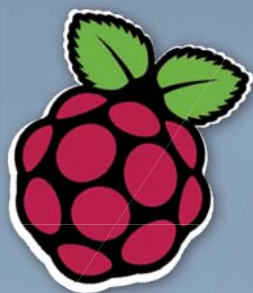
Futura Elettronica, Via Adige 11,
21013 Gallarate (VA)

Tel: 0331-799775 • Fax: 0331-792287

- www.futurashop.it

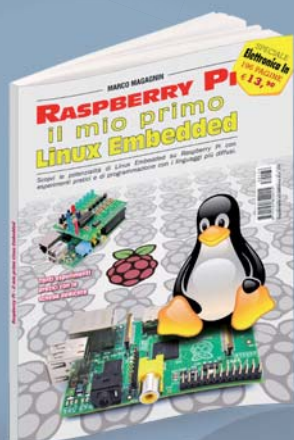
Desideri sviluppare le tue applicazioni con **Raspberry Pi**?

Da noi trovi gli strumenti adatti!



Set didattico completo per realizzare
applicazioni elettroniche con Raspberry Pi

Shield LCD per
Raspberry Pi - in kit



Cod. FT1074K

€ 17,00

Protoboard per
Raspberry Pi - in kit

€ 7,00

Cod.
FT1073K



Libro "Raspberry Pi,
il mio primo Linux
Embedded"

Shield di espansione GSM/GPRS/GPS
per Raspberry Pi - in kit

Cod. FT1075K

€ 13,90

Adattatore
breadboard per
Raspberry Pi - in kit

€ 7,00

Cod. FT1072K



€ 13,90

Cod. RASPBOK1



Espansione per Raspberry Pi
compatibile con gli Shield
ARDUINO - in kit

€ 27,00

Cod. FT1041M



Shield I/O
analogico digitale
per Raspberry Pi

€ 15,00

Cod. FT1060M



**FUTURA
ELETTRONICA®**
www.futurashop.it

Futura Group srl
Via Adige, 11 • 21013 Gallarate (VA)
Tel. 0331/799775 • Fax. 0331/792287

Caratteristiche tecniche di questi prodotti
e acquisti on-line su www.futurashop.it

Un po' di modding per aggiungere l'illuminazione LED ad anello attorno alla nostra testina di estrusione di 3Drag.

FACCIAMO LUCE SULLE NOSTRE STAMPE 3D

Ogni stampante 3D che si rispetti deve pian piano riflettere lo stile e i gusti del suo proprietario, trasformandosi da stampante generica a "la mia stampante 3D". Questo è da un lato semplificato dalla natura "open" e ben documentata di tutti gli aspetti meccanici ed elettronici dei vari modelli derivati da RepRap, mentre dall'altro c'è sempre la possibilità di aggiungere quel pezzetto indispensabile o del tutto personale progettandolo su misura e stampandolo direttamente in 3D. Ciascuno di voi, specie se

neoproprietario di una stampante 3D – che sia la nostra 3Drag o un altro modello – potrà quindi apprezzare come con un po' di fantasia e la classica inventiva da Maker si possano migliorare le prestazioni, semplificare alcune operazioni o rendere anche solo più bella la stampante. Noi abbiamo inizia-

di SIMONE MAJOCCHI



Questa lampada USB LED ad anello è facilmente reperibile nei mercatini di elettronica.



Due viti fissano un triangolo di plastica che tiene assieme la struttura; il resto è fissato con degli incastrici in plastica.

to con l'aggiunta di un anello di LED per illuminare con decisione l'intera area sotto l'estrusore, ma ovviamente non abbiamo scelto la strada della realizzazione con i nostri soliti mezzi di progettazione e realizzazione delle parti su misura, bensì ci siamo ingegnati per usare quello che avevamo in giro.

CONTROLLARE LA STAMPA

Il punto di partenza di questo nostro mini progetto di modding è l'esigenza di vedere bene e senza ombre la nostra stampa 3D via via che questa si compone per estrusione sul piano di stampa, partendo proprio dal controllo dello spessore e della stesura del primo strato. La conformazione della stampante e la struttura a braccio su cui è montato il meccanismo di estrusione permetterebbero l'aggiunta di una strip led nella parte sottostante, ma in questo modo l'illuminazione sarebbe anche sulle parti meccaniche e poco concentrata sulla zona che interessa. Il punto critico è infatti sotto la punta dell'estrusore e senza una sorgente luminosa nelle sue immediate vicinanze, le ombre create dalla struttura stessa impedirebbero di raggiungere un buon risultato. In pratica, la soluzione concettualmente più corretta sareb-

be quella di uno o più LED che si affacciano dalla parte inferiore dell'estrusore, circondandolo. La strip di LED sagomata ad anello avrebbe creato un cilindro che si illumina nella direzione del proprio interno e la sua struttura non permette sagomature diverse, quindi ci siamo concentrati sulle due uniche alternative disponibili: un circuito stampato da disegnare e produrre o l'adattamento di qualcosa di esistente.

CERCANDO FRA GLI SCATOLONI

Prima di metter mano al software per il disegno degli stampati, abbiamo pensato valesse la pena provare a cercare qualcosa di esistente e che potesse essere adattato con facilità. Frugando fra le scatole con i gadget più vari, abbiamo trovato quella con

gli accessori USB. Fra sotto tazza riscaldati, aspirapolveri mignon e piccoli ventilatori abbiamo anche trovato una lampada realizzata a forma di ciambella a LED bianchi, con tanto di piccolo interruttore di accensione. Nata per aiutare la digitazione notturna o forse per aiutare a illuminare il volto ripreso dalla webcam, sta di fatto che questa lampada, del costo di qualche euro, aveva circa 55 millimetri di diametro esterno e 32 millimetri di foro centrale.

Così ad occhio le misure sembravano quelle adatte all'inserimento nella struttura della punta calda della nostra 3Drag. Una rapida verifica ci conferma il sospetto: il blocco di PEEK isolante – quello che tiene la parte in ottone riscaldata – è largo 42 millimetri, mentre il diametro interno dell'anello di LED, privo di guscio plastico è di 38 millimetri, con una sovrapposizione di 2 millimetri per lato. Se avessimo dovuto progettare noi una soluzione, probabilmente avremmo adottato misure molto simili.

UN PUNTO CALDO

Ora che abbiamo trovato l'illuminatore, dobbiamo trovare il modo migliore per posizionarlo e fissarlo. La zona che risulta praticamente obbligata è quella appena sotto il blocchetto in



Lo stampato ad anello monta 18 LED bianchi, un interruttore e una resistenza di limitazione della corrente. Tutti i LED sono in parallelo.

PEEK, ma sostenendo la punta dell'estrusore, sarà sicuramente soggetta ad un significativo riscaldamento, quindi i normali sistemi di fissaggio potrebbero non reggere agli sbalzi di temperatura. Sempre per motivi di calore ed escursione termica dobbiamo scartare la possibilità di "stampare" in 3D qualche supporto. Viti e bulloni richiederebbero forature che nel caso migliore ci obbligherebbero a smontare mezzo blocco estrusore.

Non ci resta che ricorrere al silicone rosso per alte temperature: sicuramente adatto a resistere agli sbalzi fino ai 200 gradi, flessibile per accomodare gli eventuali effetti della dilatazione termica delle parti, comunque dotato di una certa presa e adesione sul PEEK e sulla bachelite della basetta dell'anello di LED e, infine, di facile applicazione.

Questo silicone rosso è anche lo stesso che è stato già messo attorno al blocchetto di riscaldamento dell'estrusore e quindi la sua idoneità alla zona "calda" di 3Drag è già ampiamente sperimentata.

UN MONTAGGIO COL TRUCCO

Per poter fissare il nostro anello di LED sopra l'estrusore, ma sotto al PEEK (quel rettangolo di materiale beige con l'adesivo "Attenzione caldo!"), c'è di mezzo il cavo che porta l'alimentazione all'elemento riscaldante e quello che legge il valore del sensore di temperatura. Sono i 4 fili che si frappongono fra l'anello LED e i punti scelti per il fissaggio con il silicone rosso. Fortunatamente, memori del processo di montaggio, ci è subito venuto in mente che avremmo potuto svitare le due viti a croce che tengono la punta calda fissata al blocco motore dell'estrusore, liberandola così nella parte



superiore, dalla quale diventava possibile inserire l'anello di LED. Una volta inserito, con una manovra semplice l'anello scivola nella parte inferiore del PEEK, pronto per essere siliconato in modo stabile come nelle immagini di queste pagine.

L'ALIMENTAZIONE

Al blocco estrusore arrivano una serie di fili, destinati al motore e alla punta calda dell'estrusore, ma nel nostro progetto di stampante 3D c'è anche già una ventolina sul lato e questa ha un cavo di servizio che porta 12 volt dalla Sanguinololu – pin GND e +12V del connettore EXT V2 - fino all'interruttore di controllo, con una giunta isolata con il termoretraibile, fatta circa all'altezza del motore dell'estrusore.

A ben vedere non si tratta neppure di 12V, ma del voltaggio che si presenta ai capi della scheda Sanguinololu, sui morsetti del Vin. Il regolatore della scheda provvede a trasformare questa tensione ai 5V richiesti dall'Atmega e dal resto della circuiteria a basso voltaggio, mentre la tensione originaria viene

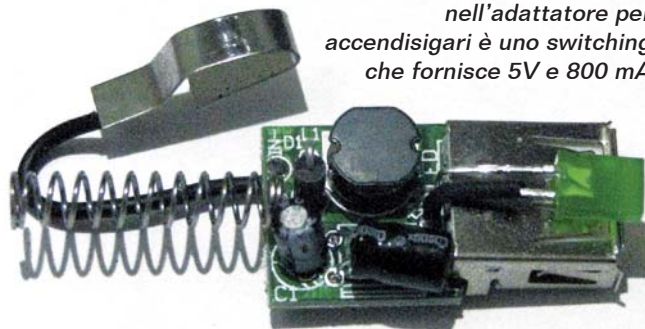
Per alimentare l'anello di LED usiamo un regolatore per autovettura, recuperato da un kit per telefonini, che porta a 5V la tensione in ingresso. Costa poco e funziona bene.

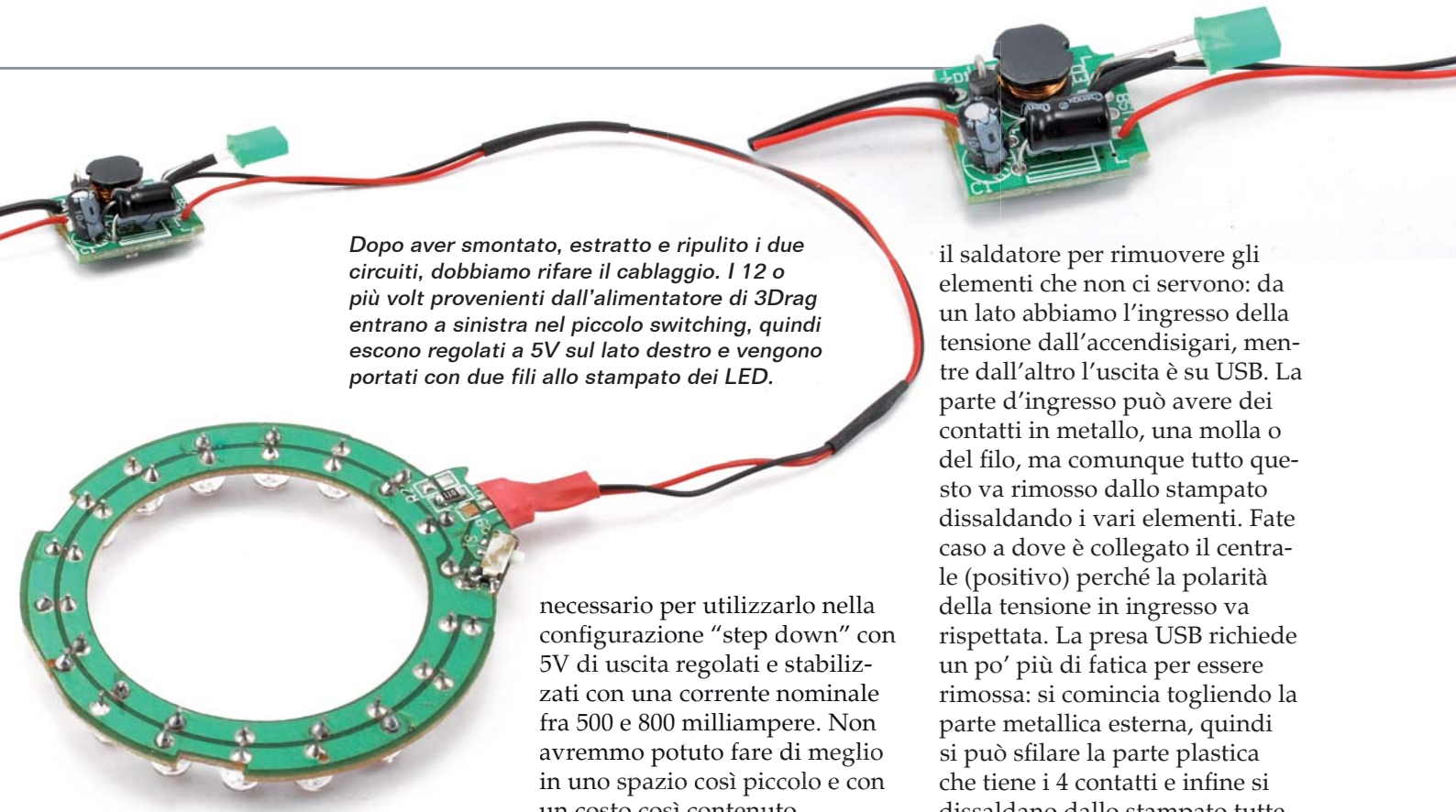


fornita direttamente ai driver di potenza per il successivo trasferimento senza regolazioni ulteriori ai motori e all'elemento riscaldante tramite il mosfet di controllo.

Il nostro anello di LED, nato per il collegamento ad una porta USB, non assorbe che 150 milliampere, ma ha bisogno di 5V e non 12V. Potremmo portare una nuova coppia di fili dalla scheda, oppure potremmo prendere i 12V e regolarli con qualche circuito. La prima soluzione che ci è venuta in mente è il classico 7805, un regolatore che garantisce la tensione in uscita, ma ha il difetto di dissipare in calore tutto quello che supera la tensione d'uscita e quindi con un'alimentazione di 15V e 150 milliampere di assorbimento, il regolatore si sarebbe trovato a lavorare in condizioni molto sfavorevoli e alcuni watt da dissipare. Il posto per un dissipatore non c'è e quindi il 7805 è stato scartato. L'alternativa è un regolatore di tipo switching, caratterizzato da

Il piccolo circuito contenuto nell'adattatore per accendisigari è uno switching che fornisce 5V e 800 mA





Dopo aver smontato, estratto e ripulito i due circuiti, dobbiamo rifare il cablaggio. I 12 o più volt provenienti dall'alimentatore di 3Drag entrano a sinistra nel piccolo switching, quindi escono regolati a 5V sul lato destro e vengono portati con due fili allo stampato dei LED.

necessario per utilizzarlo nella configurazione "step down" con 5V di uscita regolati e stabilizzati con una corrente nominale fra 500 e 800 milliampere. Non avremmo potuto fare di meglio in uno spazio così piccolo e con un costo così contenuto.

RECUPERO PARTI E CABLAGGIO

Ora che abbiamo trovato l'anello di LED e l'alimentatore switching, possiamo procedere con i collegamenti e il fissaggio delle varie parti.

Innanzitutto dobbiamo estrarre l'anello di LED dal suo involucro, cercando di recuperare anche il filo che lo collega alla spina USB. Con un tronchesino tagliamo la guaina semirigida a molla restando vicini alla spina USB; il sottile cavetto rosso e nero è fissato solo dalla parte della spina e quindi svitando le due viti che tengono assieme il blocchetto in plastica di fissaggio nella parte di giuntura fra anello e guaina flessibile abbiamo accesso allo stampato. Solleviamo delicatamente la parte trasparente di protezione dei led e liberiamo lo stampato dei LED. Il filo uscirà dalla guaina e sarà lungo almeno una ventina di centimetri: quanto ci serve per arrivare al nostro alimentatore switching. La preparazione dell'alimentatore richiede un po' di lavoro con

il saldatore per rimuovere gli elementi che non ci servono: da un lato abbiamo l'ingresso della tensione dall'accendisigari, mentre dall'altro l'uscita è su USB. La parte d'ingresso può avere dei contatti in metallo, una molla o del filo, ma comunque tutto questo va rimosso dallo stampato dissaldando i vari elementi. Fate caso a dove è collegato il centrale (positivo) perché la polarità della tensione in ingresso va rispettata. La presa USB richiede un po' più di fatica per essere rimossa: si comincia togliendo la parte metallica esterna, quindi si può sfilare la parte plastica che tiene i 4 contatti e infine si dissaldano dallo stampato tutte e 4 le linguette metalliche. Le due centrali sarebbero quelle dei dati USB e probabilmente sono collegate al positivo tramite due resistenze, presenti per dare quei livelli che gli iPhone e iPad interpretano come presenza di un alimentatore/caricabatterie. Ricordiamo nella tabella seguente le funzioni dei vari pin della presa USB di tipo A.

Pin	Nome	Colore filo	Descrizione
1	VBUS	Rosso	+5V
2	D-	Bianco	Data -
3	D+	Verde	Data +
4	GND	Nero	Massa

Secondo la tabella, il negativo è sul lato sinistro quando i contatti sono rivolti verso il basso, ma con un tester potete rapidamente ricostruire la posizione di questo capo dell'alimentazione in quanto questo tipo di alimentatori ha il negativo comune fra ingresso e uscita. I due pin che sono collegati direttamente tra in e out sono quindi quelli della massa.

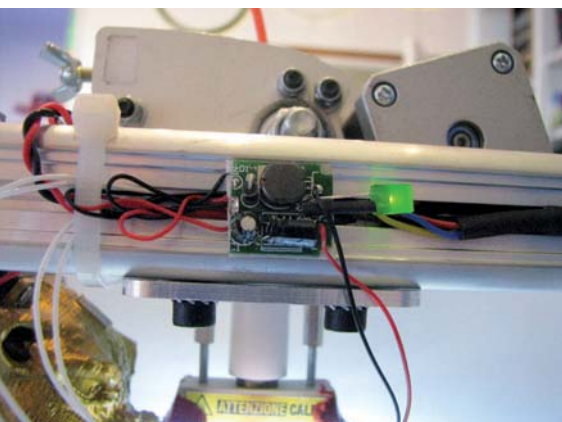
Al foro corrispondente al pin 4

un'efficienza molto superiore e quindi con una dissipazione in calore molto più contenuta, anche partendo da 15V per arrivare a 5V. L'idea di realizzarne uno apposta non ci è sembrata giustificata per una modifica semplice come questa e ancora una volta ci siamo indirizzati verso lo scatolone delle cianfrusaglie. Dopo qualche istante la soluzione si è manifestata sotto forma di alimentatore per telefonino da macchina: uno di quelli che si compera ancora una volta per pochi euro sulle bancarelle e che porta i 12/24V della presa accendisigari a 5V regolati su una porta USB.

In pochi minuti abbiamo aperto il piccolo alimentatore e abbiamo estratto il circuito stampato su cui si notava un MC34063A, un induttore, un paio di elettrolitici e una serie di componenti SMD passivi. Questo integrato è un convertitore DC-DC capace di gestire in ingresso fino a 40V e 1,5 ampere di corrente. I progettisti hanno quindi aggiunto il

del connettore USB – rimosso dallo stampatino - va quindi collegato il filo nero proveniente dall'anello di LED, mentre al pin 1 va collegato il positivo; Le dimensioni dei fili già saldati possono sembrare esigue, ma tutto sommato sono adatte allo scopo. L'unica precauzione che vi suggeriamo è quella di fissarli e isolarli dal lato dello stampato con i LED usando un pezzetto di tubetto termoretraibile: sia i fili, sia la qualità della basetta sono al limite e il termoretraibile terrà tutto al suo posto, oltre ad evitare che qualche manovra attorno all'estrusore possa mettere in corto le piazzole di GND e 5V. Nelle immagini potete vedere nel dettaglio cosa intendiamo. Ora possiamo recuperare i 12V dai fili rosso e nero che sono fissati sulla barra di sostegno dell'estrusore: dalla basetta Sanguinololu di 3Drag verso il braccio dell'estrusore partono 2 cavi multi filari – uno bianco e uno mattone - e due conduttori monofilari di colore marrone. Il cavo bianco ospita al suo interno quattro fili isolati, così come quello mattone diretto al motore stepper. Il bianco è quello che ci

Il piccolo regolatore switching si posiziona perfettamente, con un po' di biadesivo, dietro al blocco estrusore e si collega in parallelo ai fili che alimentano la ventolina.



interessa in quanto ospita all'interno un filo rosso e uno nero, attestati dal lato Sanguinololu sui pin dei 12V e GND (come indicato in precedenza non si tratta di 12V stabilizzati, ma della tensione fornita al morsetto di alimentazione), assieme al giallo e blu che invece collegano il sensore di temperatura.

Il rosso e nero che escono dal multi filare bianco sono giuntati con una quindicina di centimetri di filo rosso e nero che portano l'alimentazione alla ventolina tramite un interruttore. Dovremmo rimuovere il termoretraibile che protegge la giunta, dissaldare i fili, inserire del nuovo termoretraibile e poi saldare assieme ai fili che vanno alla ventolina, i nostri due spezzoni di rosso e nero che collegheremo al piccolo alimentatore switching.

Quando avete fatto questa operazione, prima di procedere con i fissaggi potete fare un rapido collaudo: alimentate la 3Drag e controllate che prima si accenda il led sullo switching e poi che si accenda l'anello di LED posizionato vicino all'estrusore. Se non si accende, azionate il piccolo interruttore che si trova vicino all'allacciamento dell'alimentazione: potrebbe essere posizionato su OFF. Se invece i led non si accendono e quello dello switching è acceso, avete un problema di polarità o di continuità. Se lo switching non ha il led acceso, avete invertito i fili rosso e nero dal multi filare bianco. Con i collegamenti a posto e collaudati, possiamo passare alla fase di fissaggio dei nostri due elementi: l'anello di LED al blocchetto di PEEK e il piccolo stampato alla barra in alluminio.

FISSAGGIO

Avevamo lasciato l'anello di LED inserito sopra all'estruso-



Ecco come posizionare lo stampato rispetto al PEEK



Da notare come le dimensioni dello stampato ad anello siano perfette per consentire l'accesso alle viti di fissaggio della punta calda (smontata in queste immagini).

re, dopo aver svitato le due viti con testa a croce che fissano il blocco della punta calda al resto dell'estrusore. Ora che il cablaggio è collaudato, possiamo usare il silicone per alte temperature e fissare lo stampato alla parte inferiore del blocchetto in PEEK. Dalle immagini potete notare come si tratti di un posizionamento che rasenta l'incastro; prima di usare il silicone pulite con



In questa immagine si può apprezzare la potenza e la bellezza dell'anello di LED bianchi. Il loro posizionamento è tale da fornire un'illuminazione abbastanza omogenea su un'area quasi perfettamente centrata attorno alla punta di estrusione. Questo permette di controllare con facilità l'andamento della stampa sin dal primo strato.

uno sgrassatore il PEEK e assicuratevi che anche lo stampato dei LED sia pulito, quindi cercate di mettere in posizione lo stampato circolare facendo anche un po' di pressione. I reofori dei LED potrebbero toccare il PEEK e questo non è un problema. Fate anche caso a come i fili e il micro interruttore di accensione sono posizionati: i fili non devono intralciare, mentre l'interruttore può essere utile quando non volete illuminare il piano di stampa. Noi abbiamo deciso di mettere filo e interruttore nella parte posteriore, leggermente ruotati rispetto ai fili dell'estrusore. Quando lo stampato è il più stabile, orizzontale e vicino possibile rispetto al blocchetto di PEEK, potete iniziare a spalmare il silicone nei due angoli formati dallo stampato e dal PEEK. Abbondate con il silicone e poi, dopo aver inumidito le dita con dell'acqua leggermente saponata, potete



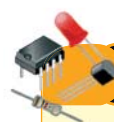
Un tocco di drammaticità alla struttura.

sagomare il silicone facendolo aderire alle varie superfici. Ricordate che ci vogliono circa venti minuti prima che il silicone si stabilizzi come forma e quindi potrebbe essere necessario riposizionarlo se tende a colare o a spostarsi verso il basso. Qualsiasi accorgimento per tenere l'anello in posizione mentre il silicone indurisce è benvenuto. Nel nostro caso, i reofori dei LED avevano creato un incastro e quindi non abbiamo dovuto usare altro, ma siamo stati fortunati. Per la bassetta dell'alimentatore switching, date le sue ridotte dimensioni, dopo aver verificato che non ci siano reofori sporgenti in grado di forare, potete usare un riquadro di nastro biadesivo di tipo spesso e gommoso. Ricoprite l'intera bassetta con il biadesivo, dalla parte dei componenti SMD, poi fissatela alla barra in alluminio. Non premete troppo e verificate che non ci siano corti circuiti fra l'alluminio e i reofori;

se serve raddoppiate lo strato di nastro biadesivo per garantire l'isolamento elettrico.

IL MATERIALE

Per questa modifica abbiamo utilizzato parti facilmente reperibili sulle bancarelle nei mercatini di elettronica. La lampada LED USB ad anello si trova per circa 5 euro, mentre l'alimentatore da vettura 12V in e 5V out su USB lo trovate o singolarmente o come parte dei kit di alimentazione per cellulari. Anche in questo caso, la spesa dovrebbe non superare i 5 euro. ■



per il MATERIALE

La stampante 3D utilizzata in questo progetto è disponibile in scatola di montaggio (cod. 3DRAG/K) al prezzo di 680,00 Euro mentre la versione montata (cod. 3DRAG/M) costa 860,00. Ulteriori info hardware e software sono disponibili sul sito dedicato: <http://3dprint.elettronica.in>

Il materiale va richiesto a:
Futura Elettronica, Via Adige 11,
21013 Gallarate (VA)
Tel: 0331-799775 • Fax: 0331-792287
<http://www.futurashop.it>

Qualcuno l'aveva immaginato, qualcun altro lo aveva sperato e gli sviluppatori lo hanno realizzato: bastano una Kinect e un computer per creare il modello 3D di cose e persone con una qualità sufficiente a duplicarle con stampa 3D.

KINECT PER SCANSIONI 3D

di SIMONE MAJOCCHI



Le tecnologie a disposizione per creare modelli 3D di oggetti reali sono numerose, ma non sempre alla portata degli hobbisti. Così come le stampanti 3D professionali esistono da oltre 30 anni, ma solo da un paio sono nati i progetti e le soluzioni desktop sotto i 1000 euro,

anche nel settore della scansione 3D stanno nascendo numerose soluzioni che cercano di portare in un ambito hobbistico le tecnologie attualmente di fascia professionale. Oltre ai sistemi basati su laser, proiettori video, macchine fotografiche e webcam che, con software

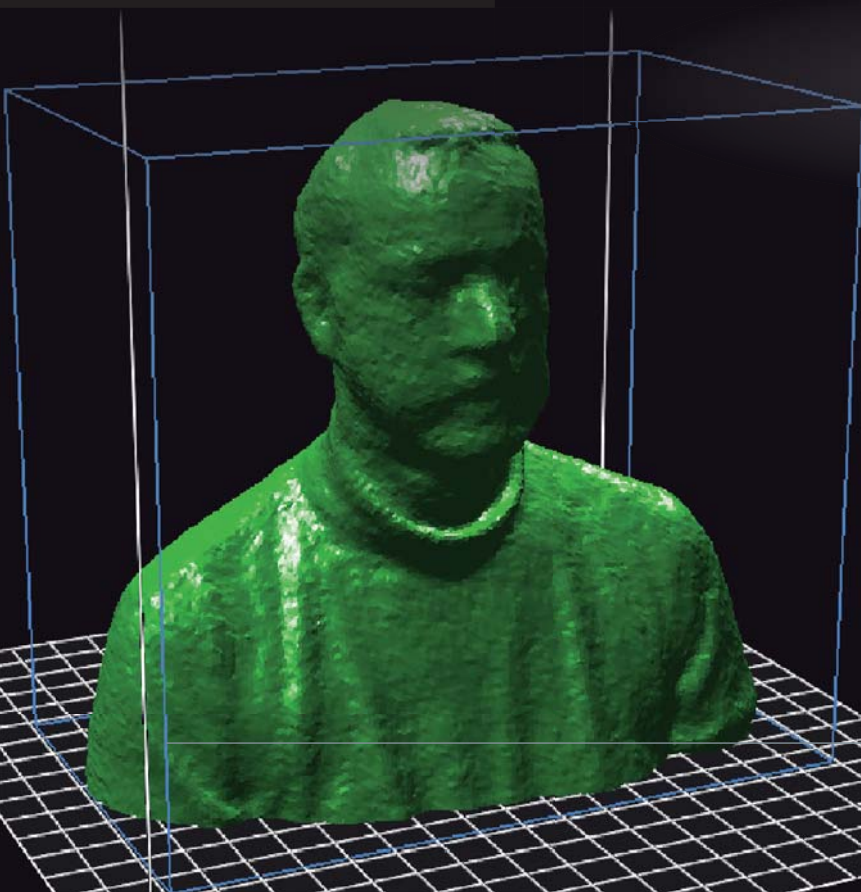
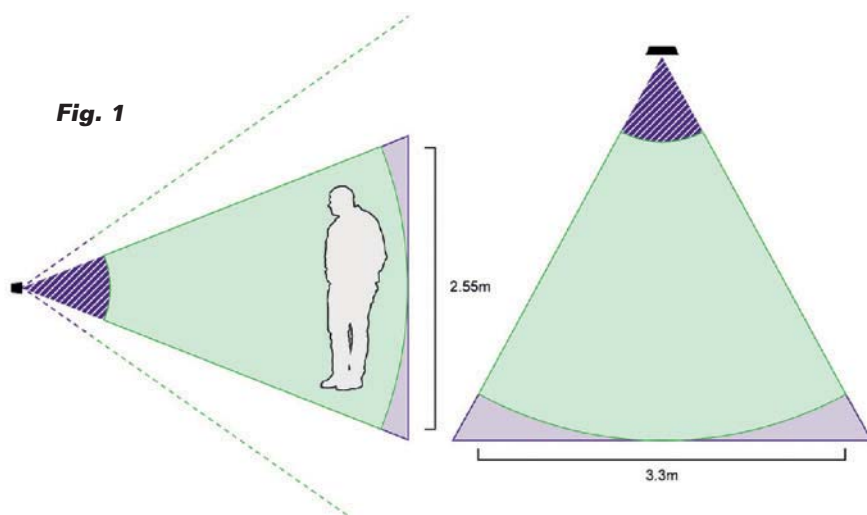


Fig. 1



più o meno open, permettono di creare una "point cloud" da cui poi generare una superficie 3D, si può ricorrere a un hardware dedicato che è già in grado di fornire una rappresentazione 3D di quanto gli sta di fronte. Ci stiamo riferendo a Kinect, di cui abbiamo iniziato a parlare ormai due numeri fa, proprio in preparazione di questo nuovo articolo. Kinect, da quando è stata "aperta" ad opera di alcuni tenaci sviluppatori, si sta affermando come la soluzione più semplice ed efficace per acquisire modelli tridimensionali di dimensioni né troppo piccole, né troppo grandi. Dal mezzo busto ad un mobile o a una persona intera, Kinect con l'opportuno software può fare dei piccoli miracoli e, soprattutto, non è richiesta la costruzione di alcun hardware di supporto. Non si tratta della soluzione giusta per fare un "duplicato" di qualche piccolo oggetto, a causa della "risoluzione" del dispositivo e del volume all'interno del quale Kinect opera in modo ottimale, ma se il vostro obiettivo è creare e stampare modelli di persone e mobili, avete trovato quello che fa al caso vostro.

I FERRI DEL MESTIERE

Gli ingredienti di questo metodo di acquisizione sono sostanzialmente tre: il sensore Kinect nelle

versioni per Xbox, per PC o il dispositivo "compatibile" Asus Xtion Pro, un personal computer con scheda grafica accelerata ATI o NVIDIA e infine il software ReconstructMe con gli opportuni driver per il sensore utilizzato. Non si tratta di una soluzione open source, ma di un SDK reso disponibile in forma gratuita e con limitazioni per l'uso non commerciale, mentre per scopi industriali e professionali è prevista una licenza a pagamento. I pacchetti di contorno per l'uso dell'SDK da console o tramite interfaccia sono resi disponibili anch'essi in forma gratuita per uso non commerciale. Un programma alternativo è Kscan3D, ma in questo caso la versione Trial non permette di salvare il modello e quindi non ci permette di arrivare in fondo al processo. Per i nostri esperimenti basati su Kinect e in attesa di qualche altra soluzione più "open", abbiamo comunque quello che ci serve; vediamo quindi come partire da un soggetto reale per trasformarlo in un busto che ci metteremo sulla scrivania come ricordo di questa nuova avventura tecnologica.

LE DIMENSIONI CONTANO

Quando si sceglie Kinect quale dispositivo di scansione, si fa anche una scelta circa le dimensioni

di quanto potrà essere acquisito dal punto di vista pratico. Lo scopo di Kinect era infatti quello di acquisire l'intera figura per individuarne i movimenti, quindi le ottiche e il firmware che produce i dati di profondità sono stati tarati su un volume opportuno. Abbiamo riportato l'area gestita nella figura 1 per darvi un riferimento.

Come si può quindi intuire, con Kinect potremo fare scansioni di oggetti grandi quanto una sedia, oppure un portaombrelli, ma non riusciremo ad avere la definizione sufficiente a scansionare un accendino recuperandone anche i dettagli. L'obiettivo di Microsoft di permettere un riconoscimento delle espressioni facciali piuttosto che di alcune caratteristiche del volto è stato raggiunto ed è utilizzato nelle applicazioni e nei giochi, ma la definizione di 320 x 240 punti della mappa di profondità va tenuta inevitabilmente in considerazione quando pianificate la scansione.

Per migliorare il risultato, si possono utilizzare varie tecniche di smoothing (ammorbidimento) e campionamento multiplo, sfruttando anche il fatto che il soggetto viene "esplorato" e non rimane immobile. Si tratta di un approccio comunque molto impegnativo sotto il profilo dei calcoli e infatti gli sviluppatori di ReconstructMe hanno pensato di sfruttare i processori grafici a bordo delle schede video per avere un risultato accettabile in termini di frame gestite al secondo. Il software, infatti, deve fare il tracking degli oggetti, aggiungendo alla nuvola di punti le nuove misurazioni correlandole a quelle precedenti. In pratica quando un soggetto ruota, il software riconosce la struttura della superficie già acquisita anche nella nuova mappa di profondità

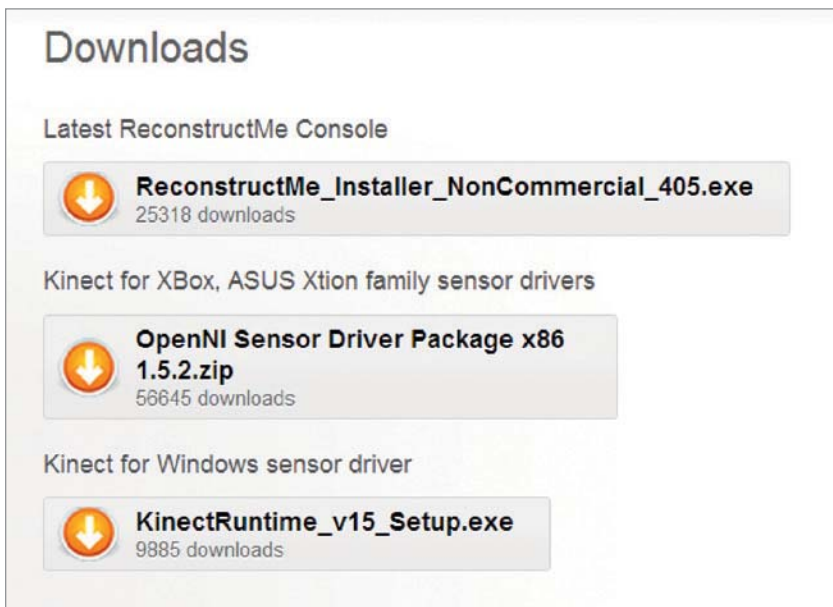


Fig. 2

le varie modalità di acquisizione corrispondenti.

Per non obbligarvi a recuperare gli articoli precedenti, ecco rapidamente l'installazione di quanto serve per gli scopi di questa puntata. Scaricate il file "ReconstructMe_Installer_NonCommercial_405.exe" e il kit di driver per il tipo di sensore che avete a disposizione (nel nostro caso "OpenNI Sensor Driver Package x86 1.5.2.zip") e procedete con l'installazione prima dei driver e poi del software. Nel pacchetto compresso dei driver trovate le indicazioni per la procedura di installazione del vostro driver specifico, mentre l'installer di ReconstructMe sostanzialmente vi chiede una directory in cui installare il tutto (**Fig. 2**). Per la parte relativa alla scheda video, dovete obbligatoriamente avere dei driver che supportano OpenCL (CL e non GL...!) e può essere una buona idea fare un salto sul sito del produttore della scheda o del computer per scaricare i driver più recenti. Come indicato nella tabella di compatibilità (**Tabella 1**) che riportiamo in

e quindi riesce ad "agganciare" i punti comuni, mentre aggiunge quelli non ancora gestiti. L'uso delle GPU delle schede grafiche comporta dei limiti di compatibilità e infatti assieme all'SDK viene mantenuta una lista di compatibilità delle varie schede grafiche. L'SDK ha due modalità di funzionamento: normale con un volume di 1x1x1m suddiviso in 256 elementi per ciascuna dimensione, oppure alta risoluzione con il medesimo volume, ma 512 elementi. Il funzionamento delle varie schede non è garantito per entrambe le modalità e infatti nelle nostre prove abbiamo riscontrato alcune difficoltà per la modalità ad alta risoluzione su un pc con una gloriosa Nvidia GT8500, mentre con una Ati Radeon siamo stati più fortunati, anche se il frame-rate di questa seconda scheda era inferiore.

PREPARIAMO IL SOFTWARE

Come abbiamo parzialmente già visto nella scorsa puntata dedicata a Kinect, per creare il nostro modello 3D dobbiamo aver installato il software ReconstructMe che si compone di un SDK, di un'interfaccia

in modalità console e di una serie di driver che permettono di utilizzare le varie versioni di sensore Kinect (per Xbox, per PC e quello introdotto da Asus con il nome Asus Xtion Pro Live). Si parte dal sito di riferimento all'indirizzo <http://reconstructme.net/projects/reconstructme-console/> dove possiamo scaricare il kit software di ReconstructMe che già include la parte di SDK e una serie di profili predefiniti. Dei file di batch permetteranno di avviare



Fig. 3

Model	Standard	Highres
ATI FirePro V3800	3	1
ATI FirePro V4800	3	1
ATI FirePro V5900	3	3
ATI Radeon HD 2600 Pro	2	1
ATI Radeon HD 4570M	1	1
ATI Radeon HD 4870	1	1
ATI Radeon HD 5145M	1	1
ATI Radeon HD 5650M	3	2
ATI Radeon HD 5700	3	3
ATI Radeon HD 6490M	2	1
ATI Radeon HD 6570	3	2
ATI Radeon HD 6850	3	3
ATI Radeon HD 7640G	2	1
ATI Radeon HD 7850	3	3
INTEL Dual Quadcore	2	2
INTEL HD Graphics 3000	2	1
NVIDIA GeForce 9500GT	2	1
NVIDIA GeForce 9800GT 3D	3	3
NVIDIA GeForce 9800GTX	3	3
NVIDIA GeForce G 102M	2	1
NVIDIA GeForce GT 240	3	2
NVIDIA GeForce GT 330M	2	1
NVIDIA GeForce GT 430	3	3
NVIDIA GeForce GT 440	3	3
NVIDIA GeForce GT 555M	3	3
NVIDIA GeForce GT 630M	3	3
NVIDIA GeForce GTX 220	2	2
NVIDIA GeForce GTX 280	3	2
NVIDIA GeForce GTX 295	3	1
NVIDIA GeForce GTX 460	3	3
NVIDIA GeForce GTX 550Ti	3	3
NVIDIA GeForce GTX 560	3	3
NVIDIA GeForce GTX 560M	3	3
NVIDIA GeForce GTX 570	3	3
NVIDIA GeForce GTX 590	3	3
NVIDIA GeForce GTX 660M	3	3
NVIDIA GeForce GTX 670M	3	3
NVIDIA GeForce GTX 680	3	3
NVIDIA GT 540M	3	3
NVIDIA Quadro 2000	2	2
NVIDIA Quadro 3000M	2	2
NVIDIA Quadro 4000	3	2
NVIDIA Quadro FX 2800M	3	1
NVIDIA Quadro FX 3500M	3	1
NVIDIA Quadro FX 4800	3	3
NVIDIA Quadro FX 580	3	1
NVIDIA Quadro NVS 140M	1	1
NVIDIA Quadro NVS 295	2	1
NVIDIA Quadro NVS 3100M	2	1
NVIDIA Quadro NVS 4200M	2	1

Chart Legend
 Smooth realtime experience
 Jerky realtime experience
 Does not work at all

Tabella 1

queste pagine, solo alcuni modelli di schede video dispongono di questi driver e la sperimentazione da parte degli utenti è l'unico feedback certo disponibile. Se la vostra scheda NON è in elenco e dispone di OpenCL, provate a usare ReconstructMe nelle due modalità disponibili per scoprire cosa funziona e qual è il frame rate a cui potrete lavorare. Eventualmente provate a cimentarvi nella modifica dei parametri dei file di configurazione seguendo le indicazioni della documentazione disponibile sul sito, magari definendo un diverso volume di scansione e dei parametri diversi. Già curiosando nei file di testo forniti come configurazione scoprirete che ReconstructMe ha molte funzionalità interessanti.

PREPARIAMO IL SET

Quando si utilizza questo software senza chiave di attivazione commerciale, si hanno alcune limitazioni di tipo applicativo (non ci si può lavorare producendo reddito in modo diretto o indiretto), ma soprattutto c'è un limite di tipo tecnico dovuto alla perdita del tracking a intervalli regolari. Praticamente si ha un tempo limitato per cercare di arrivare alla fine della scansione prima che il software inizi a fare dei capricci e ci renda la vita decisamente complicata. Per non perdere tempo, va quindi preparato un "set" dove realizzeremo le nostre acquisizioni. Elemento indispensabile se volete realizzare il vostro "busto" è la presenza di una seconda persona che possa manovrare computer e Kinect. Anche un cavalletto di quelli da almeno 1,5 metri è molto utile per evitare che la Kinect vada tenuta in mano (Fig. 3). L'illuminazione è un elemento tutto sommato trascurabile in quanto non dobbiamo acquisire

anche l'immagine a colori per ricostruire un nostro avatar, ma ci basta la parte legata al 3D che viene creata con un'illuminazione a infrarossi generata direttamente dalla Kinect. Un ultimo elemento che a nostro avviso rende tutto più facile è uno sgabello rotante o una sedia, sempre rotante, a cui è stato temporaneamente rimosso lo schienale. Il soggetto potrà così ruotare su se stesso all'interno del volume gestito in acquisizione.

VIA CON LE PROVE

Con questa soluzione, è indispensabile prendere confidenza con il sistema di scansione, con il volume gestito, con la velocità di rotazione del soggetto e con i comandi da tastiera che ReconstructMe in modalità consolle permette di usare.

Come indicato prima, è abbastanza improbabile riuscire a fare da soli e quindi dovrete avere l'aiuto di qualcuno che sia in grado di apprendere assieme a voi gli accorgimenti e le tecniche indispensabili per raggiungere un buon risultato. Noi stessi abbiamo provato per un po' di tempo prima di trovare la soluzione più funzionale e potrebbe darsi che per la struttura della stanza dove operate ci possano essere dei problemi che vanno risolti in modo diverso rispetto al setup che vi abbiamo proposto.

Innanzitutto, fate in modo che Kinect sia saldamente fissata al cavalletto e che questo possa essere facilmente alzato e abbassato per consentire la scansione del soggetto da due angolazioni verticali diverse.

Lo sgabello o la sedia dovrebbero avere alle spalle una situazione il più neutra e lineare possibile (un bel muro anche un po' distante è ideale).

Infine il soggetto non dovrebbe

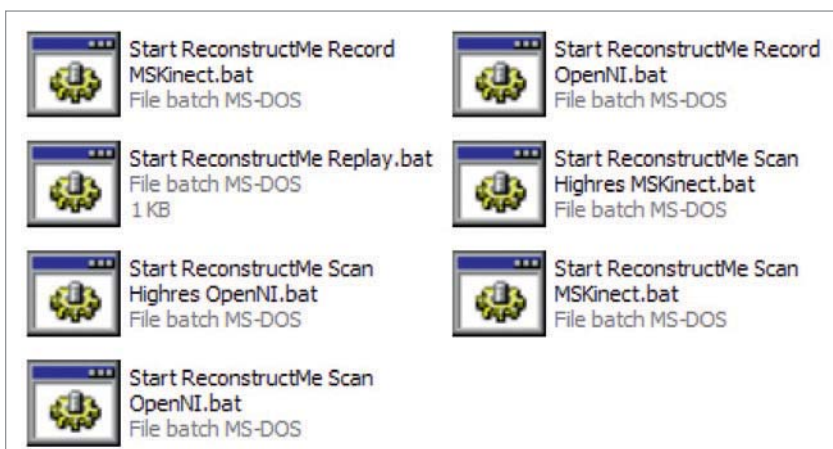


Fig. 4 - I file disponibili nella cartella.

indossare capi con una superficie poco definita come un maglione di lana molto morbido o un colletto di pelo. Abbiamo anche notato che i dettagli sottili come una montatura di occhiali non vengono rilevati, mentre degli occhiali da sole con una montatura decisa e lenti scure potrebbe essere visibile. In generale, ricordate che la profondità viene gestita proiettando una matrice di punti molto complessa e fitta, con luce infrarossa. Quello che non riflette in modo nitido la matrice crea conseguentemente dei problemi di acquisizione.

Avviando uno dei file di batch presenti nella cartella di ReconstructMe potete rapidamente verificare come si comporta il sensore con quanto avete addosso e allo stesso tempo potete prendere confidenza con l'area attiva di acquisizione (**Fig. 4**). I tipi di batch disponibili sono tre – Record, Scan e Scan Hires – e sono ripetuti per ciascuna delle due piattaforme hardware gestite, ovvero OpenNI per Xbox Kinect e Asus, oppure MSKinect per Kinect PC.

Come indicato prima, potreste avere problemi ad acquisire con l'alta risoluzione, quindi provate sia il .bat normale, sia quello Hires per capire dove vi conviene concentrare gli sforzi.

Se usate uno dei batch per lo scan, ricordate che avete a disposizione tre comandi da tastiera

– riportati anche nella finestra di CMD che appare quando lanciate il batch - : “p” fa partire o ferma l'acquisizione, “r” cancella la nuvola di punti e di fatto riavvia l'elaborazione, “esc” finisce la fase di acquisizione e permette di salvare il file in formato PLY (un formato comune per lo scambio di dati di mesh e modelli 3D). Per le prove, è quindi indispensabile premere almeno una volta “p” dopo aver accettato le condizioni d'uso dando “y” e invio.

L'aspetto a nostro avviso più importante di questa fase è tro-

vare la posizione in cui il sensore lavora al meglio e riesce a produrre un ragionevole dettaglio di quanto inquadrato. Fate pratica provando a ruotare il soggetto ripreso, interrompendo con il tasto “p” e riprendendo anche da un'altra angolazione verticale. Solo con un po' di pratica riuscirete a fare l'acquisizione del modello in più riprese, spostando l'altezza e il puntamento del sensore all'interno di una medesima scansione.

Ricordate, durante la fase di sperimentazione, che quando sentite un “bip” dall'altoparlante interno al PC, avete perso il tracking del soggetto. Questo non è sempre causato dal movimento troppo veloce, ma fa parte delle “limitazioni” della versione non commerciale: a intervalli regolari il software sgancia il tracking intenzionalmente per renderne l'uso “commerciale” decisamente scomodo. Imparare il ritmo con cui il tracking viene sganciato

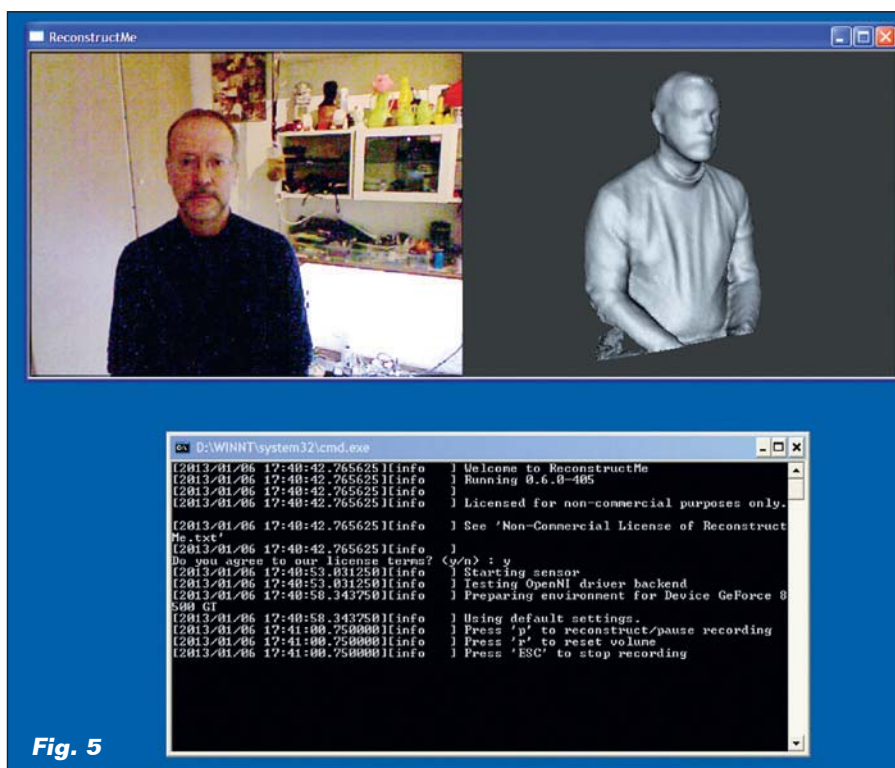


Fig. 5

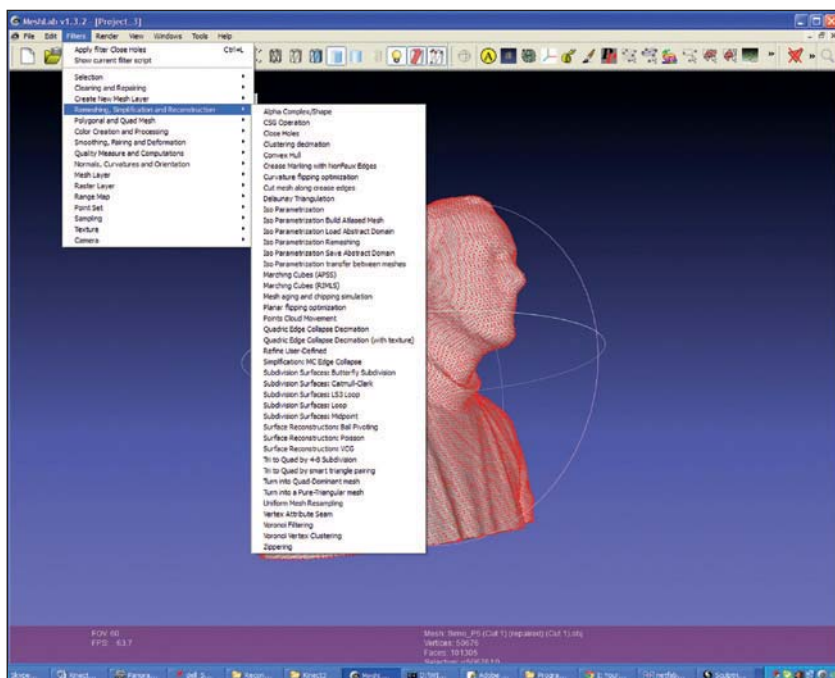


Fig. 6

salvate. Ripetete questa operazione per produrre due o tre versioni del soggetto prima di passare alle fasi successive del processo di creazione del modello stampabile.

Prima lavorazione: Meshlab
Chi ci ha seguito nei vari articoli in cui abbiamo trattato il tema dei modelli 3D e della loro stampa, ricorderà che c'è un set minimo di ferri del mestiere che riteniamo indispensabili. Fra questi c'è Meshlab.

È disponibile gratuitamente all'indirizzo <http://meshlab.sourceforge.net/> per varie piattaforme ed è una specie di coltellino svizzero in open source per la lavorazione di numerosi formati 3D.

Per questa nostra specifica applicazione, di Meshlab ci servono due filtri: quello che "chiude" i buchi e quello che ammorbidisce e smussa il modello come se fosse passato con della carta vetrata. Nella schermata vedete la posizione della funzione di chiusura dei buchi: è la terza voce dall'alto nell'elenco (Fig. 6).

In alternativa potete usare la fun-

permette di capire quando effettivamente c'è un problema nel movimento attorno al soggetto (o nella rotazione del soggetto di fronte al sensore fisso). Quando usate la pausa ("p") potete intervenire con il mouse nel lato destro della finestra, ruotando e ispezionando il modello acquisito fino a quel momento (Fig. 5). Ovviamente, se il soggetto cambia forma o posizione, non sarà più possibile per il software trovare il tracking e il modello risulterà deformato o inutilizzabile. Questo è uno dei motivi per cui c'è bisogno dell'aiuto di una persona oltre al soggetto da riprendere e anche il soggetto dovrebbe essere in grado di restare immobile per tutta la durata dell'acquisizione.

CIACK SI GIRA

Diamo per scontato che siate riusciti a prendere la dovuta confidenza con i vari aspetti dell'acquisizione e che il vostro soggetto sia pronto sullo sgabello rotante, con il sensore posizionato o in alto o in basso e pronto all'acquisizione.

Fate prendere un bel respiro al soggetto, date il via all'acqui-

sizione con "p" e dopo un primo momento di stabilizzazione date un "r" per iniziare con l'acquisizione vera e propria. Il soggetto deve ruotare con lo sgabello alla velocità che precedentemente si è rivelata quella ottimale; alla fine del primo giro spostate il sensore nella seconda posizione verticale e ripetete il giro, così da non avere buchi né nella parte superiore della testa, né sotto il mento. Premete "esc" per interrompere e

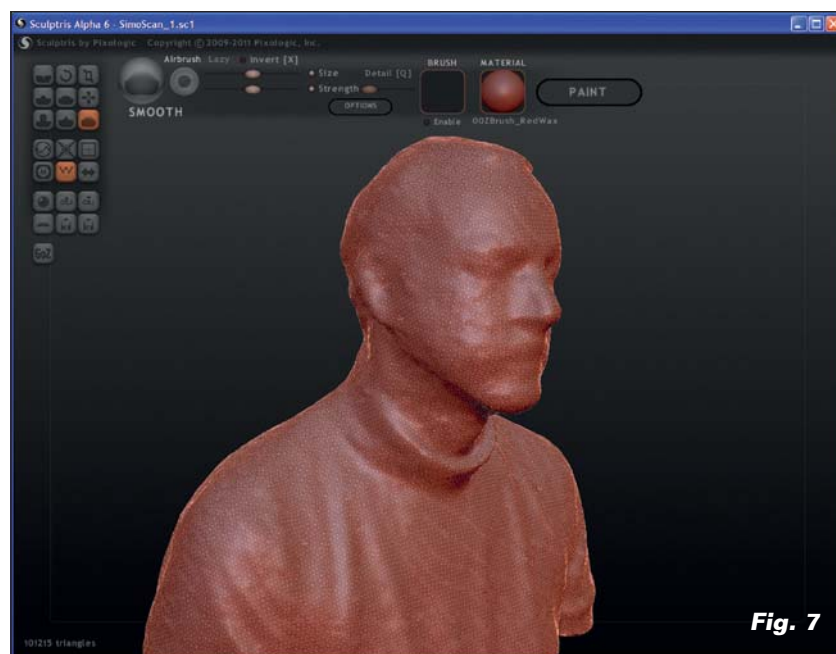


Fig. 7

Fig. 8

zione di chiusura dei buchi che si attiva cliccando sulla terza icona a destra della A in un cerchio giallo (è una H in una nuvola di punti). Se cercate fra le opzioni, potete usare ancora altri metodi per gestire il problema dei buchi, mentre per il taglio e la “messa in forma” del busto utilizzeremo un altro strumento.

Quando siete soddisfatti sia del taglio, sia dello smoothing, potete passare alla voce File -> Export Mesh As e creare un file di tipo OBJ del vostro modello.

UN RITOCCHINO CON SCULPTRIS

Il modello catturato da Kinect è sicuramente molto somigliante, ma anche poco dettagliato e quindi – solo se avete un minimo di pratica con il programma – potete caricare il file 3D in Sculptris e utilizzare le sue notevoli caratteristiche per aggiungere un po’ di dettagli mancanti al modello. Sculptris non potrà “chiudere i buchi” se ne sono rimasti, ma vi permetterà di fare una serie di interventi interessanti anche aggiungendo pezzi al modello, se necessario.

Non essendo particolarmente abili con Sculptris, ci siamo solo assicurati della correttezza del processo con l’importazione del file OBJ e la sua successiva esportazione una volta terminate le modifiche, mentre ci siamo astenuti dall’intervenire (Fig. 7).

E ADESSO NETFABB

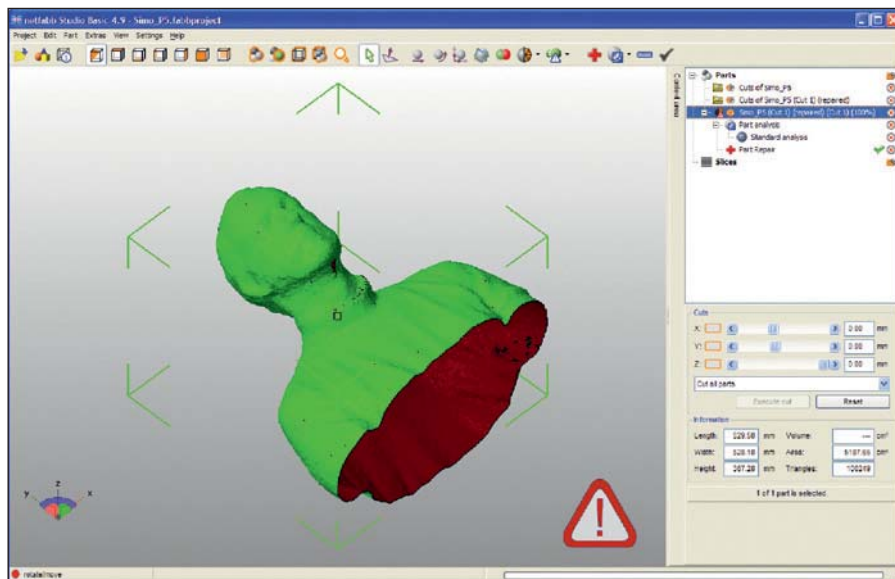
Ci stiamo avvicinando alla fine del processo di preparazione del nostro file, ancora in formato OBJ, ma già riparato e reso più liscio grazie ai passaggi in Meshlab e Sculptris.

Ora con Netfabb possiamo sistemare per bene la base di appoggio ed eventualmente correggere l’orientamento.

Abbiamo notato che durante la scansione, è molto facile che il soggetto non sia propriamente con la schiena dritta e lo sguardo “fiero”, mentre è più probabile che sia un po’ incassato e con la schiena curva, proprio perché per restare immobile ha scelto una posizione comoda.

Con Netfabb possiamo correggere la posa ruotando di -20 gradi il modello sull’asse X (questi valori nascono dai nostri esperimenti ed è molto probabile che siano adatti anche alle vostre acquisizioni); agite sul valore di rotazione per avere una posizione più o meno corretta, ricordando che se il mento non risulta orizzontale, ma è leggermente piegato verso l’alto, ci sarà possibile stampare probabilmente senza supporti, mentre se è dritto, dovremo attivare i supporti. Il secondo intervento da fare con Netfabb è il taglio della base con un piano allineato sull’asse Y. Questo vale solo se non avete ancora fatto rotazioni al modello che, per come viene creato da Kinect e ReconstructMe, si trova di fatto sdraiato sul piano di stampa.

La base di appoggio deve preferibilmente essere piatta ed estesa, così da garantire una buona presa sul piatto di stampa (Fig. 8).



Sempre con Netfabb si può dare un’ulteriore “sistemata” al modello grazie alla funzione di riparazione. Nell’immagine precedente si nota il punto esclamativo che segnala problemi potenziali per la stampa: in questo caso il software propone automaticamente la riparazione in fase di esportazione. Solo dopo aver effettuato lo slicing si può però sapere se è tutto a posto o meno. L’esportazione, inoltre, va fatta con il formato di file STL, abbandonando l’OBJ usato finora.

LA STAMPA SI AVVICINA

Con il file finalmente ripulito, tagliato e in formato STL, possiamo passare all’ultima fase che utilizza Repetier Host come applicazione di slicing e stampa. Il caricamento vi genererà sicuramente un errore in quanto la nostra stampante gestisce un volume di stampa da 20 x 20 x 20 cm, mentre se avete acquisito un busto di persona, questo sarà da almeno 60 x 60 x 40. Repetier Host non impedisce il caricamento, ma vi mette il modello in un colore di “allarme” e lo fa pulsare. Usate la funzione di ridimensionamento e impostate la scala a “0.2” per cominciare. Usate i pulsanti “Centra oggetto” e “Lascia cadere oggetto” per metterlo

Fig. 9

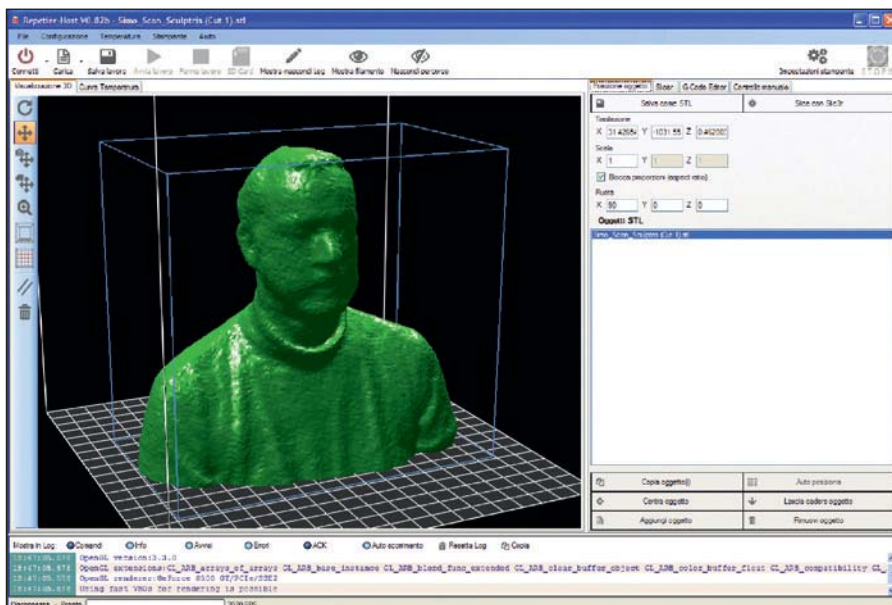
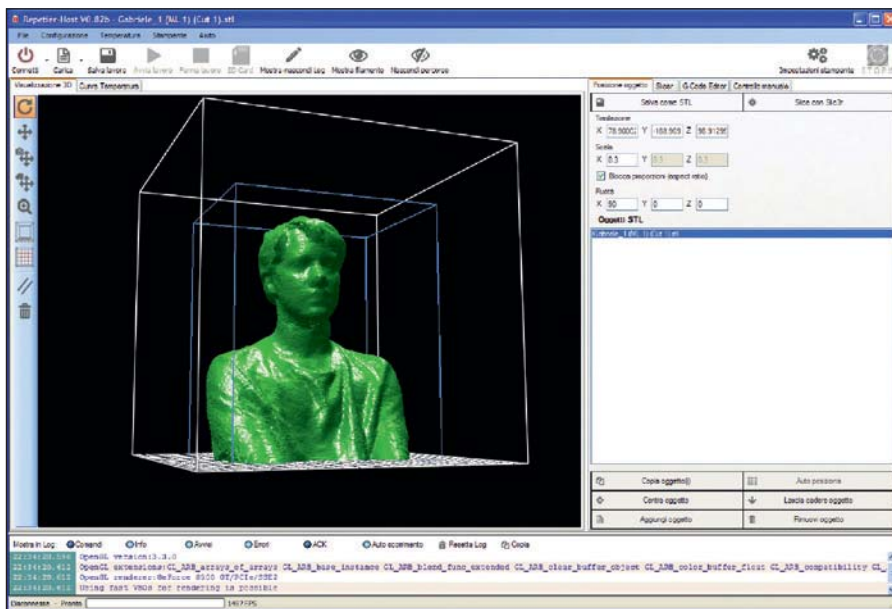


Fig. 10



in centro al piatto di stampa. La rotazione per mettere "in piedi" il busto è di 90 gradi sull'asse X. Ripetete la centratura e l'allineamento. Con il busto posizionato correttamente potete lavorare sulla percentuale di riduzione per ottenere il risultato migliore. A seconda della fisionomia del soggetto, potete infatti avere dimensioni e proporzioni diverse (Fig. 9 e Fig. 10). Ispezionate il modello da stampare utilizzando la rotazione

della telecamera attorno al piano (la prima icona in alto a sinistra con la freccia circolare) facendo soprattutto caso alle inclinazioni dietro alla nuca e sotto al mento per capire se ci sono potenziali problemi sulla stampa. Il passaggio successivo, quello dello slicing, potrebbe richiedere anche una quindicina di minuti dato che il modello avrà sicuramente un elevato numero di triangoli. Per le impostazioni, vi suggeriamo di limitare i perime-

tri a 2 o 3 e di tenere il fill a un valore contenuto, tipo 15 o 20% per non perdere troppo tempo nel riempimento del busto. Al termine dello slicing, vi suggeriamo ancora di ispezionare il risultato finale e verificare che nelle zone critiche di nuca e mento non ci siano dei perimetri che si appoggiano al nulla. Se ne trovate potete diminuire lo spessore degli strati, aumentando però il tempo di stampa, oppure tornare a Netfabb per modificare l'inclinazione del busto e la conseguente angolatura del mento o della nuca.

E ADESSO CI VUOLE PAZIENZA

Con lo slicing pronto – di cui vi suggeriamo il salvataggio per poter eventualmente lanciare e rilanciare la stampa in un secondo momento – date una rinfrescata al piano di stampa o con un po' di vinavil diluito o con un po' di carta vetrata fine seguendo la prassi che avete trovato più adatta alla tenuta delle stampe sul piano. Il busto che state per stampare è grande come superficie di appoggio e tenderà a distaccarsi ai bordi se non c'è una buona adesione, anche se la parte che è a contatto dovrebbe avere pochi strati pieni e poi subito gli strati con il fill a bassa densità, quindi con una conseguente bassa tensione dovuta alla contrazione da raffreddamento.

Se nelle vostre esperienze precedenti, il distacco è per voi un problema reale, utilizzate il BRIM abbondante con il primo strato al massimo da 0,3 mm di spessore. Se la vostra acquisizione è simile alla nostra, preparatevi a circa 5 ore di tempo di stampa impostando a 90 mm/sec la velocità di estrusione. Potete usare una velocità più elevata se siete in grado di intervenire negli ultimi strati di stampa e disponete di

una ventola di raffreddamento: sicuramente la parte superiore della testa risulterà critica da stampare in velocità senza deformazioni perché è fatta di perimetri e strati molto piccoli. Solo rallentando e raffreddando si evita che ogni strato collassi sul successivo non ancora sufficientemente freddo e stabile. Anche a 90 mm/sec, comunque, un occhio di riguardo per gli ultimi 50 strati può evitare di avere un risultato con la testa schiacciata (Fig. 11).

COSA ACQUISIRE

Ora che abbiamo portato a termine con successo l'intera procedura, dall'acquisizione alla pulizia fino alla stampa, possiamo ripartire puntando alla specializzazione: qualcuno usa questo sistema per i volti, qualcuno per le figure intere. Quello che va ricordato è la risoluzione disponibile. Per nostra sfortuna, non avevamo una scheda video adatta al funzionamento in alta risoluzione – che fornisce otto volte il numero di punti per unità spaziale rispetto a quella da noi usata – per valutare la qualità di acquisizione massima. Nella modalità standard, il risultato ricorda i rapinatori con le calze di nylon in faccia, ma le persone sono comunque riconoscibili. Se puntate alla realizzazione di volti, sarà necessario rendere l'alta risoluzione funzionante ricorrendo a una delle schede pienamente supportate. Se riuscite a realizzare qualche acquisizione particolarmente ben riuscita, fatecelo sapere; saremo felici di mostrare sul blog i vostri risultati e, se ce lo permettete, potremmo aggiungere il vostro file fra quelli disponibili per la stampa. ■

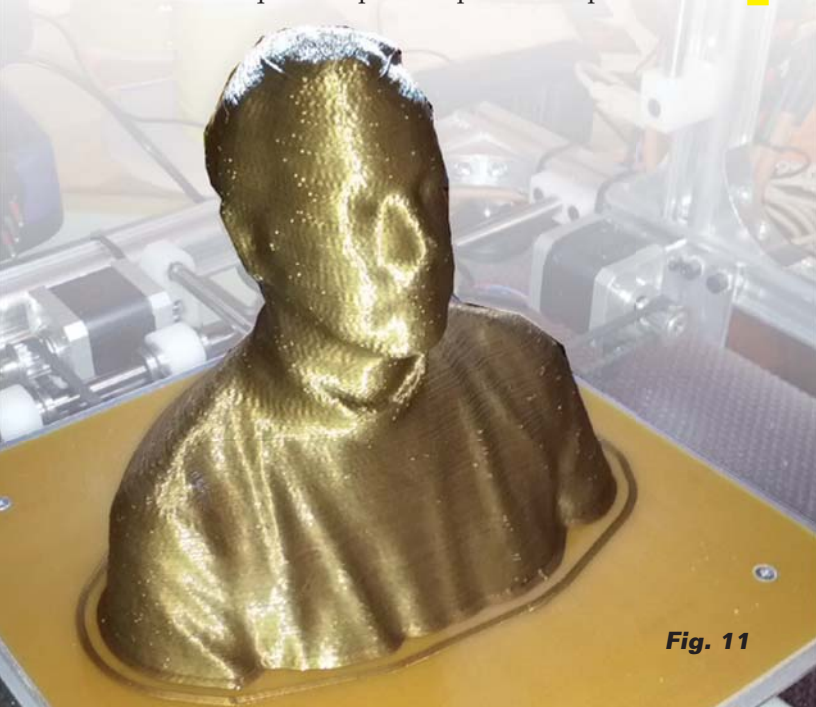


Fig. 11

Moduli low cost per controlli remoti tramite rete GSM

Per controllare, attivare e verificare in modalità remota mediante cellulare o smartphone il funzionamento di qualsiasi apparecchiatura o sistema elettrico/elettronico. Modulo quadriband GSM/GPRS integrato. Tutti i dispositivi sono Made in Italy e certificati CE - R&TTE.

CE 0051
cod. TDG138
**Teleallarme GSM
con anti-Jammer**

CE 0051
cod. TDG139
**Termostato
con controllo GSM**

CE 0051
cod. TDG140
**Telecontrollo
con comandi DTMF**

CE 0051
cod. TDG133
**Telecontrollo
2 ingressi / 2 uscite**

CE 0051
cod. TDG134
**Apricancello
per max 200 utenti**

Disponibile separatamente il modulo USB/seriale (cod. FT782M) per il collegamento dei telecontrolli al PC.

Documentazione tecnica e acquisti on-line su:
www.futurashop.it

**FUTURA
ELETTRONICA®**
www.futurashop.it

Futura Group srl
Via Adige, 11 • 21013 Gallarate (VA)
Tel. 0331/799775 • Fax. 0331/792287

ACCENDI LA MAGIA NEI TUOI PARTY

con i fantastici e potenti proiettori DMX a LED



**Cubix Flower
quad Derby**

Cod. VDPL302FD

€ **189,00**



**Extrasa
Flower**

Cod. VDPL300LS

€ **188,00**



**Scanner
Arazu I**

Cod. VDPL300SC

€ **154,00**



**Kombo
6 lenti**

Cod. VDPL303BS

€ **149,00**



**Astar II
Doppio Derby**

Cod. VDPL300DD

€ **129,00**



**Astar
Derby**

Cod. VDPL300D

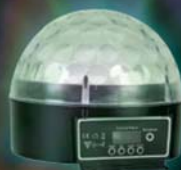
€ **116,00**



**Aruzo
Mushroom**

Cod. VDPL300MR

€ **115,00**



**Zircon
effetti a 360°**

Cod. VDPL300CB

€ **65,00**



Collegati a
www.futurashop.it
accedi alla scheda dei
proiettori che riportano il
simbolo , potrai vedere
un video che mostra l'effetto
luce che il dispositivo è in
grado di creare.

Prezzi IVA inclusa.

**FUTURA
ELETTRONICA®**
www.futurashop.it

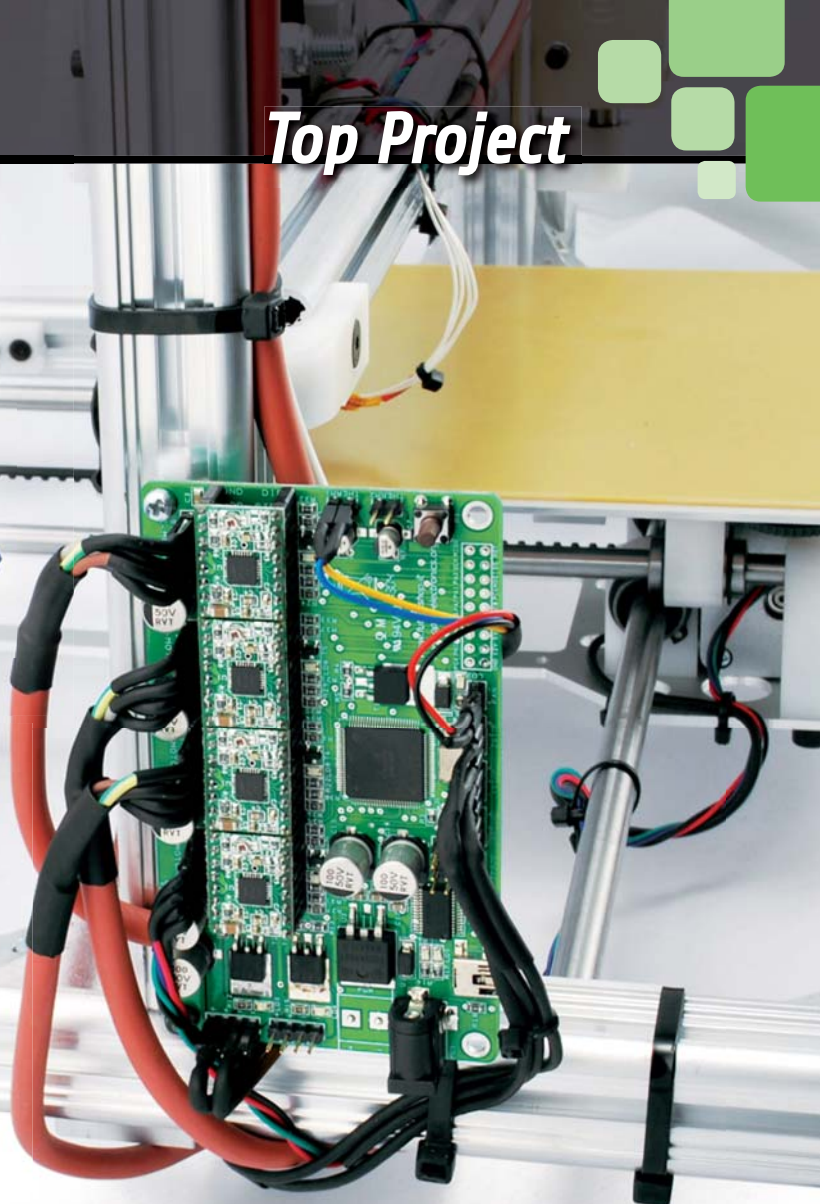
Futura Group srl
Via Adige, 11 • 21013 Gallarate (VA)
Tel. 0331/799775 • Fax. 0331/792287

Caratteristiche tecniche di questi prodotti
e acquisti on-line su www.futurashop.it

UNA NUOVA SCHEDA PER

3DRAG

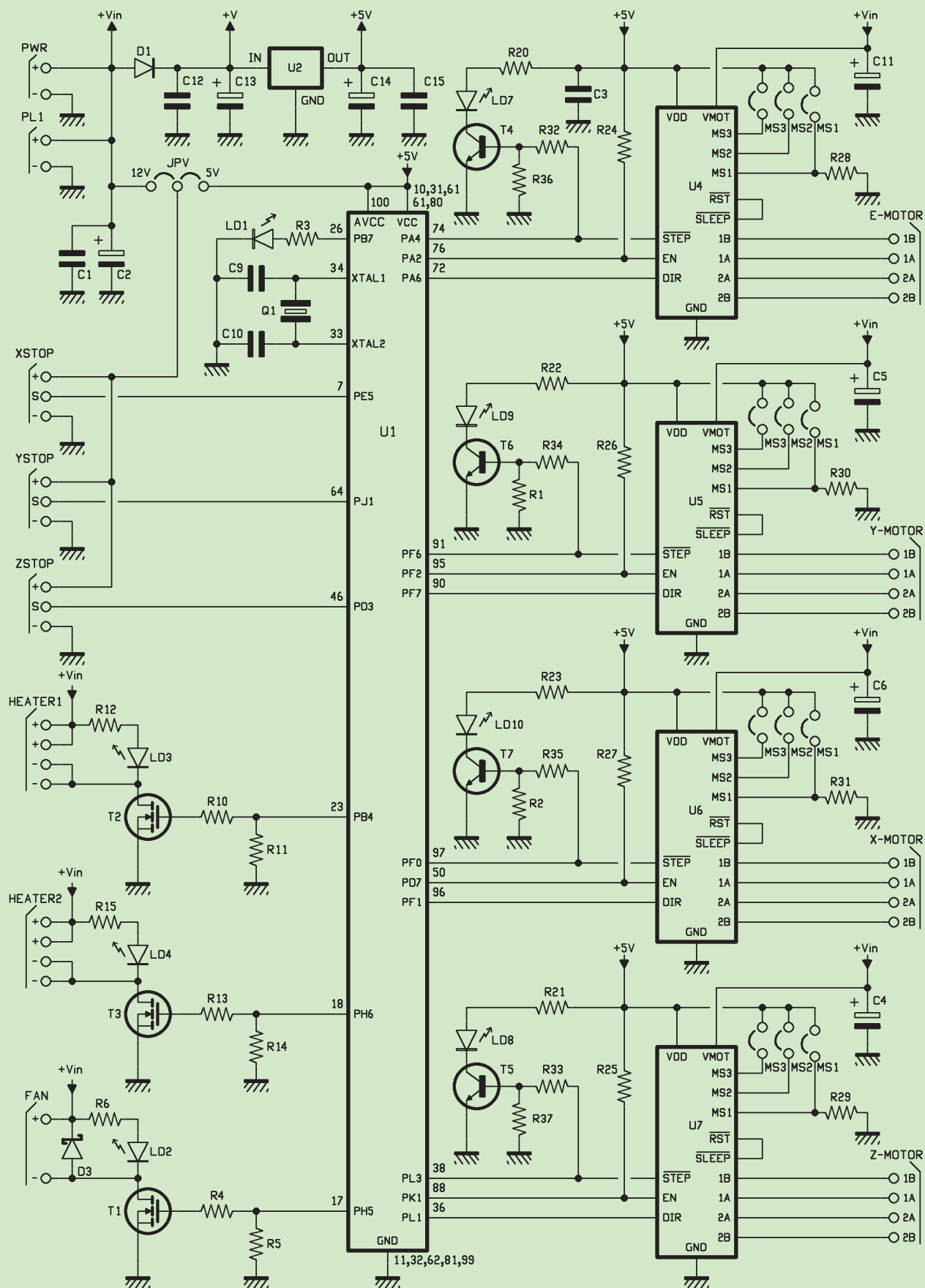
Miglioriamo la nostra 3Drag con questa nuova scheda che permette il controllo software di una ventola e, grazie al processore ATmega2560, consente di aggiungere codice e dispositivi accessori come un display o una scheda SD Card.

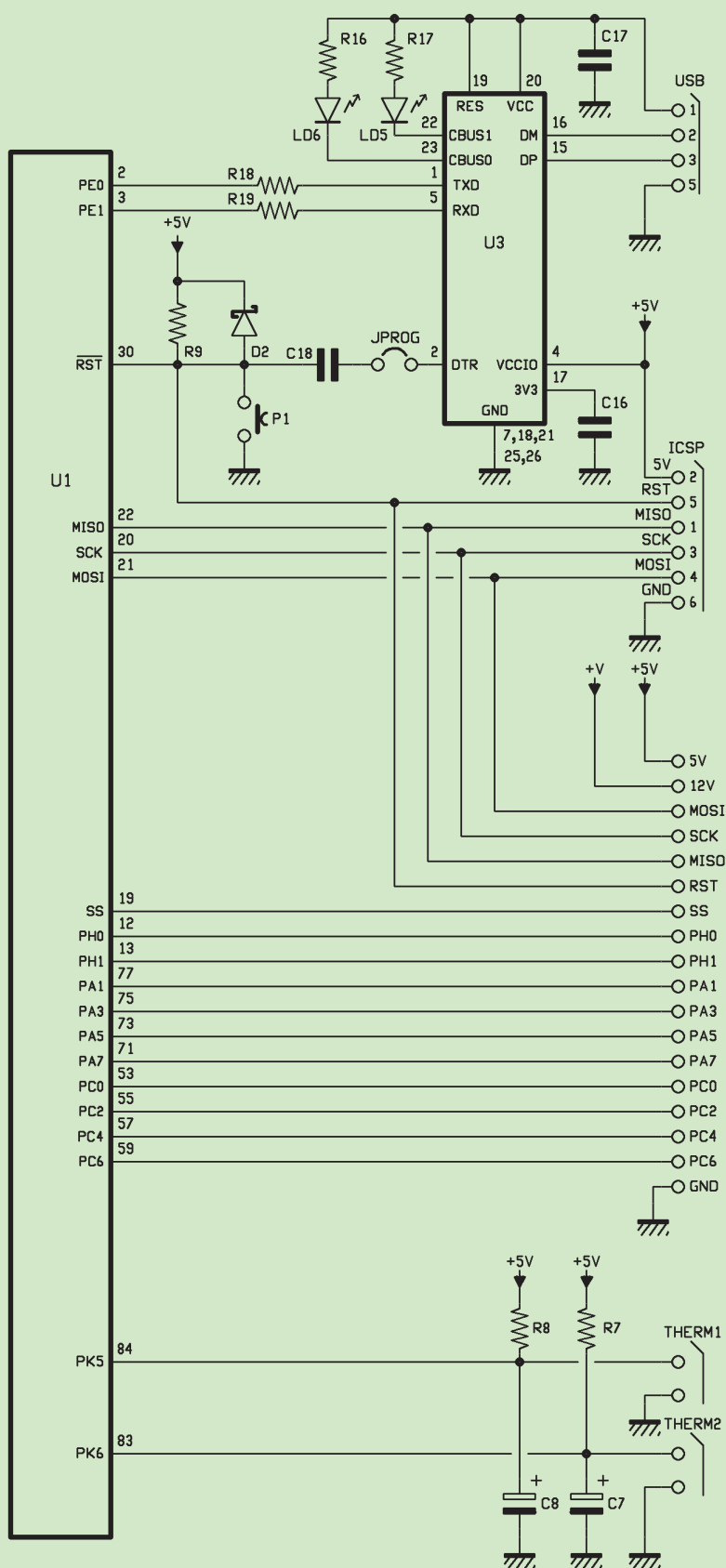


di BORIS LANDONI

Quando abbiamo realizzato la nostra stampante 3D, per praticità abbiamo cercato di utilizzare alcune parti che fossero già collaudate e reperibili, nel pieno rispetto della filosofia open source. In particolare, abbiamo deciso di utilizzare la scheda elettronica Sanguinololu che offriva un hardware ben integrato, funzionale e ben collaudato. Il firmware "open" che abbiamo scelto, Marlin di Erik van der Zalm, ha risolto gran parte dei problemi tecnici di interfacciamento con il computer, di interpretazione dei codici creati dal software di slicing, di gestione dei motori passo-passo e del riscaldamento dell'ugello estrusore. Con Sanguinololu abbiamo fatto tanta strada; essendo però innovatori per vocazione, ci siamo guardati attorno valutando nuovi sviluppi, uno riguardava la possibilità di gestire una ventola in grado di soffiare aria fresca sugli strati appena depositi dall'estrusore secondo delle specifiche situazioni degli strati, mentre il secondo nasceva dal fatto che l'elettronica di gestione del piatto riscaldato ci sembrava su Sanguinololu un po'

debole. La prima nuova funzione è molto utile perché consente di raffreddare più rapidamente il materiale depositato in modo da renderlo più viscoso rispetto alla deposizione di altro materiale successivo, limitando le irregolarità dovute alla deformazione pur minima degli strati ancora caldi, mentre la seconda è per chi vuole usare l'ABS e serve ad impedire la deformazione degli strati inferiori del pezzo stampato; questo materiale, a differenza del PLA, viene estruso ad una temperatura più elevata e, raffreddandosi fino alla temperatura ambiente, tende a contrarsi e a inarcarsi staccandosi dal piano d'appoggio, cosa che comporta una deformazione della parte bassa del pezzo e una crescita irregolare. Riscaldando il piano d'appoggio è possibile limitare notevolmente la contrazione termica durante tutta la fase di stampa ed evitare quindi inarcamento e distacco, ottenendo stampe eccellenti. Purtroppo con la scheda originale Sanguinololu, che pure dispone di un'uscita dedicata al controllo di un piatto riscaldante, potevamo controllare riscaldatori di





potenza abbastanza limitata e non consoni alla nostra applicazione; inoltre, le uscite di comando della Sanguinololu (che poi è la scheda che equipaggia la classica RepRap) sono sufficienti per controllare solo i quattro motori passo-passo bipolari che azionano la meccanica, il riscaldatore dell'estrusore, il piatto riscaldato, nonché due ingressi per leggere la temperatura.

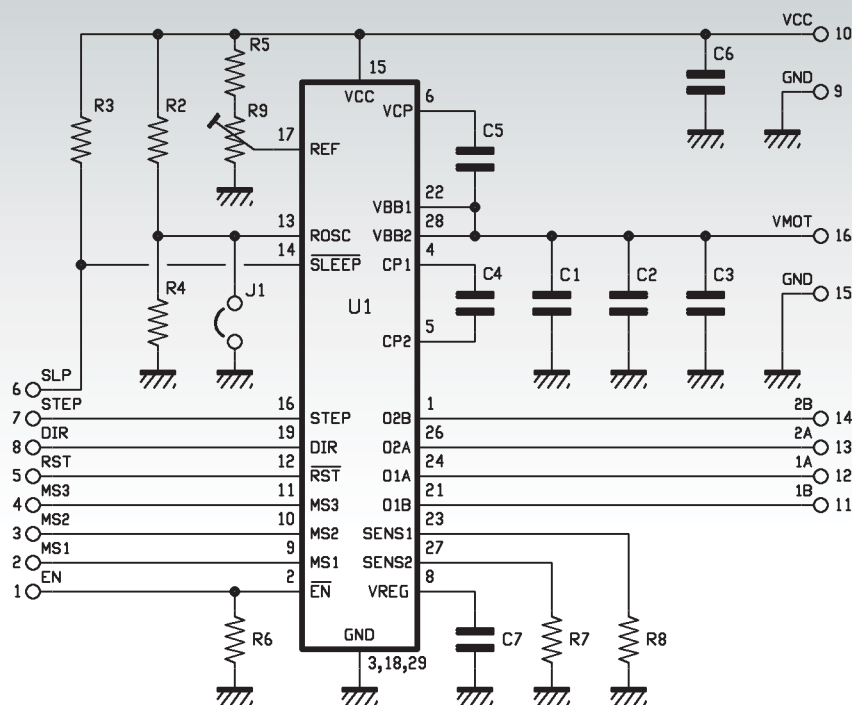
Siccome cercavamo qualcosa di più abbiamo valutato due possibilità: progettare ex-novo una nostra soluzione o cercare nello sconfinato pianeta dell'open source una soluzione eventualmente personalizzabile. Alla fine abbiamo trovato uno spunto interessante in un progetto open source anch'esso, condiviso sul web: quello della scheda RAM-PS; modificando e integrando lo schema di quest'ultima, abbiamo derivato l'unità descritta in queste pagine.

In particolare, abbiamo sostituito il microcontrollore originario con un prestante ATmega 2560 di casa Atmel, in grado di ospitare, nella Flash riservata al programma, più linee di codice e quindi di consentirci di implementare più funzionalità di quelle tipiche delle schede di controllo per stampanti 3D, reperibili in commercio.

Ne è nato un progetto che abbiamo rimesso nel circuito open source nel pieno rispetto delle norme che regolano questo ambito; rispetto alle altre soluzioni disponibili consente a chi sa programmare gli ATmega con l'IDE di Arduino di aggiungere funzioni a volontà e migliorare le funzionalità di base modificando opportunamente il codice che è disponibile come sorgente, senza doversi sentire limitato dalla scarsità di memoria di programma che caratterizza il micro (ATmega 644) della Sanguinololu originale.

Infatti uno dei principali motivi che ci hanno spinto a sviluppare

[schema elettrico dei DRIVER]



questa nuova piattaforma è stato il fatto che il firmware Marlin occupa praticamente tutta la Flash del ATmega 644 di Sanguinololu e che se avessimo desiderato aggiungere nuove funzionalità non saremmo riusciti a trovare spazio libero per scrivere le righe di codice richieste ad implementarle.

Nel caso in cui si volesse ad esempio gestire una SD-Card e un display per effettuare la stampa in modalità stand-alone (cioè caricare i file in G-Code su SD e gestirli localmente tramite pulsanti e display) ossia senza il PC, l'ATmega 644 andrebbe cambiato almeno con un ATmega 1284.

La nostra scheda è un mix di prodotti open source, cioè ha un'architettura Arduino Mega e condivide buona parte dell'hardware della soluzione RAMPS (RepRap Arduino Mega Pololu Shield). L'architettura Arduino permette anche a chi è poco esperto di programmare la scheda a piacimento, sfruttando la grande quantità di firmware e librerie che la comunità RepRap scambia e aggiorna quotidiana-

mente sul web. Il processore ATmega2560 dispone di ben 256 kB di memoria di programma e lavora con un clock di 16 MHz.

La nostra scheda può essere programmata direttamente dall'IDE Arduino e dispone allo scopo di una connessione USB per collegarla al computer tramite un normale cavo miniUSB; la stessa porta permette il controllo da PC durante le stampe.

A differenza di Sanguinololu questa scheda è stata realizzata completamente in SMD (tranne i connettori) il che ha permesso di aumentare la densità dei componenti a parità di dimensioni. Rispetto a Sanguinololu qui abbiamo, come accennato, l'uscita per il controllo di una ventola di raffreddamento, utilissima perché il software di stampa Repetier host e quello di slicing Slic3r permettono di gestire il raffreddamento del materiale estruso, andando ad attivare la ventola solo quando necessario e con una velocità adeguata, in base alle caratteristiche degli strati in fase di stampa.

Sulla scheda trovano anche spazio dei LED collegati ai driver dei motori passo-passo, cosa che ci permette di verificare immediatamente se i comandi vengono impartiti dal microcontrollore ai driver, quindi di effettuare un'efficace diagnosi del funzionamento del sistema in caso di anomalia. Anche ai MOSFET che pilotano il riscaldatore dell'estrusore e il piatto riscaldato sono abbinati LED di segnalazione, che hanno uguale funzione. Lo stesso è stato fatto per l'FT232RL che si occupa della conversione USB/seriale, il quale è stato provvisto dei LED che segnalano lo scambio di informazioni col PC.

Per quanto riguarda il controllo degli stepper-motor, la configurazione predefinita dei driver montati sulla scheda è 1/16 di step, ma tagliando le tre sottili piste sul lato inferiore che collegano a due a due le piazzole dei jumper, è possibile saldare la selezione manuale degli step mediante dei jumper a passo 2,54 mm; questa operazione può essere fatta per uno o più driver a seconda delle necessità.

Vediamo ora lo schema elettrico che descrive la nostra unità.

SCHEMA ELETTRICO

Il circuito, per quanto esteriormente appaia abbastanza piccolo, è un tantino complesso, dato che conta un microcontrollore a 100 pin, quattro moduli driver per motori passo-passo (abbiamo previsto la possibilità di pilotare un motore per ciascuno degli assi X, Y, Z ed un quarto motore per comandare l'ingranaggio che spinge il filo di materiale plastico dentro l'estrusore) più tre MOSFET che ci permettono di pilotare due riscaldatori (uno è quello del piatto e l'altro quello che scalda l'ugello dell'estrusore) ed una ventola a bassa tensione, oltre ad un conver-

ter USB/seriale per interfacciare l'ATmega con il computer e ad uno stadio di alimentazione, che completa l'insieme.

Sul microcontrollore abbiamo già detto; in esso è caricato il firmware "Marlin" opportunamente configurato per pilotare la nostra elettronica. Per la programmazione della scheda è possibile utilizzare un IDE Arduino 022.

I driver per i motori passo-passo sono i moduli prodotti dalla Futura Elettronica (cod. 3DDRIVER) e nello schema li trovate siglati U4, U5, U6, U7. Ciascun modulo è sostanzialmente un integrato A4988 della Allegro, molto versatile perché può essere impostato per definire sia la direzione di rotazione dell'albero del motore, sia il numero di gradi che il rotore del motore deve compiere alla ricezione di ogni comando; in altre parole, possiamo decidere se quando gli forniamo un impulso di comando, il modulo deve far ruotare l'albero di uno step alla volta, oppure di 1/2, 1/4, 1/8 o 1/16, in base all'accuratezza che si desidera ottenere. Come accennato, benché lo stampato sia predisposto per ospitare tre ponticelli per ciascun modulo (sono siglati MS1, MS2, MS3) in realtà abbiamo forzato il funzionamento ad 1/16 di step, così da ottenere la massima precisione di movimento; questa impostazione è ottenuta cortocircuitando i ponticelli, cosa che corrisponde a porre fissi ad 1 logico i contatti MS1, MS2, MS3 di tutti i moduli.

Se volete un'impostazione differente (ma state attenti che in questo caso dovete modificare il firmware per generare impulsi di comando a frequenza conseguente) dovete tagliare le piste sotto i jumper, almeno quelle che devono restare aperte.

Volendo, al posto del modulo Futura Elettronica si può utilizzare il Pololu MD09B, basato sull'integra-

Il modulo driver per stepper motor

Il controllo dei motori passo-passo è stato affidato a quattro moduli prodotti dalla Futura Elettronica e basati sull'integrato A4988 della Allegro e dotati ciascuno di un doppio driver a ponte H governato da una logica che controlla l'accensione e permette di far compiere al motore passi ridotti rispetto a quelli previsti dalla sua parte elettromeccanica; ad esempio, per ogni impulso di comando inviato a STEP (il contatto che riceve gli impulsi di azionamento del motore) lo stepper-motor può compiere un passo intero oppure frazioni da 1/2 a 1/16, a seconda della combinazione logica presentata ai piedini MS1, MS2, MS3, secondo la tabella riportata in questo riquadro. La direzione del movimento conseguente ad ogni impulso ricevuto sul contatto STEP dipende dal livello logico applicato all'ingresso DIR (1 logico forza il verso antiorario e 0 quello orario). Ogni ponte può erogare una corrente di 2 A, mentre il modulo si alimenta in continua con tensioni fino a 35 V; un piccolo trimmer posto sulla basetta e connesso al pin REF (17) dell'A4988, permette di regolare la corrente erogabile dai ponti (**Tabella 1**).

MS1	MS2	MS3	Microstep Resolution	Excitation Mode
L	L	L	Full Step	2 Phase
H	L	L	Half Step	1-2 Phase
L	H	L	Quarter Step	W1-2 Phase
H	H	L	Eighth Step	2W1-2 Phase
H	H	H	Sixteenth Step	4W1-2 Phase

Tabella 1 - Impostazione degli step compiuti dal motore rispetto agli impulsi di comando.

Il modulo permette di disattivare il ponte ad H pur rimanendo alimentato: allo scopo basta portarne la linea EN a livello logico alto; per il normale funzionamento, questo contatto deve essere posto a zero; notate che l'EN può anche non essere gestito, in quanto il modulo incorpora un resistore di pull-down (R6) che in mancanza di tensione di controllo fornita dall'esterno lo mantiene abilitato.

La linea di SLEEP serve invece per porre l'integrato U1 a riposo, pur senza privare il modulo dell'alimentazione; essa è mantenuta a livello logico alto dal resistore di pull-up R3, quindi in assenza di comando dall'esterno il modulo è sempre attivo. Ponendo SLP a zero logico l'integrato U1 si porta in modalità sleep, ossia in standby, assorbendo poche decine di microampere; in tale modalità non pilota il ponte ad H e non risponde ad alcun comando.

Il funzionamento degli stadi a ponte è governato da un segnale PWM generato da un circuito controllato da un timer one-shot, la cui durata dell'impulso di off determina il tempo di spegnimento di ogni MOSFET. In base alla tensione applicata ad Rsc sono possibili tre modalità di funzionamento:

- Vdd= il tempo di off viene impostato fisso a 30 μ s e il modo di decay è Mixed decay tranne quando si opta per la modalità 1/1 passo;
- massa (J1 chiuso)= il tempo di off-time è 30 μ s, mentre il modo di decay è Mixed decay sia per correnti in crescita che in calo, tranne che nel modo 1/1 passo;
- tensione intermedia= il tempo di off viene definito (in microsecondi) dalla formula $t_{off} \approx R_{sc}/825$.

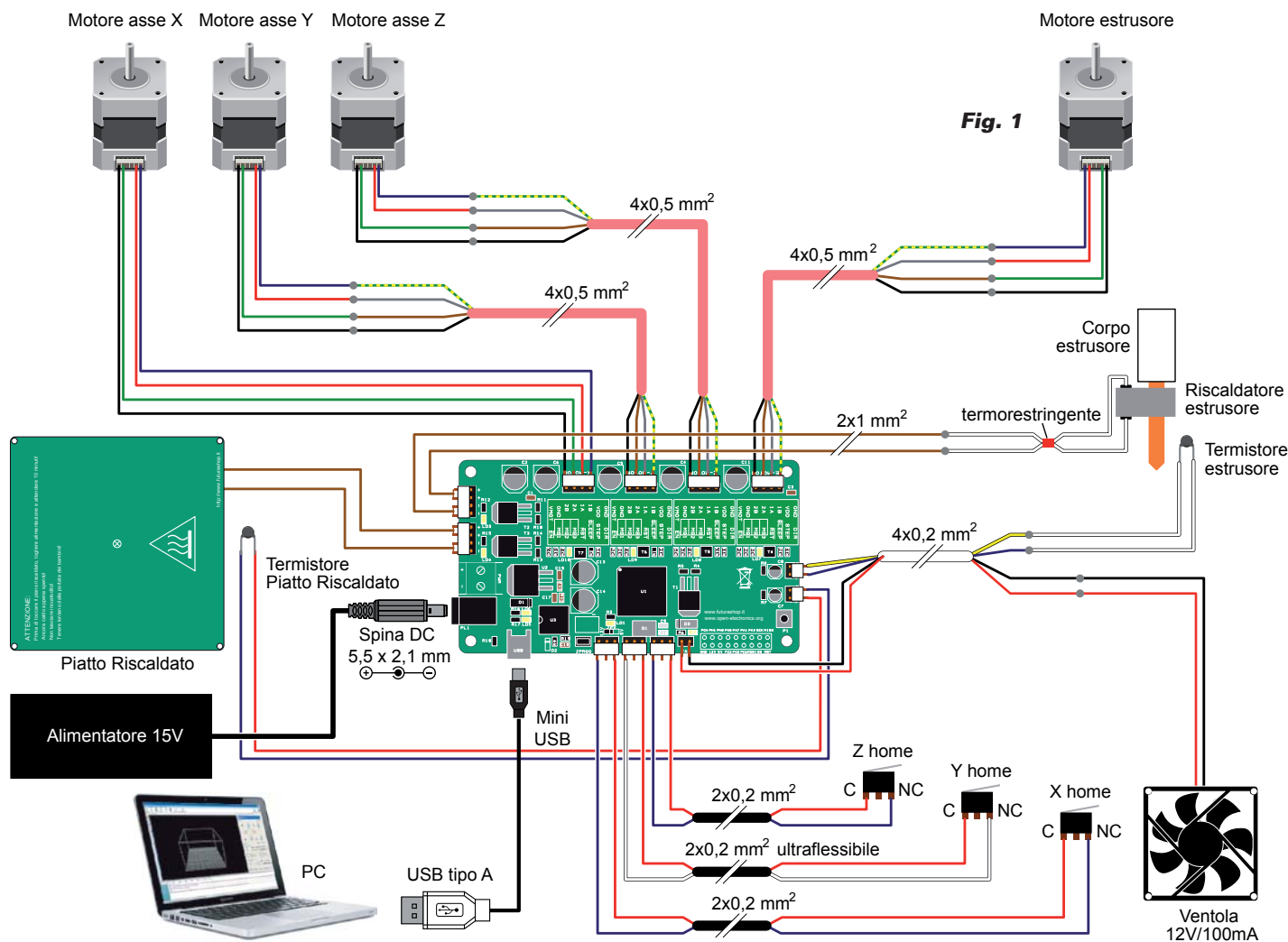
Queste modalità riguardano l'andamento degli impulsi di comando dei motori, il cui involuppo prevede un tempo di salita rapido e poi un decadimento (decay) misto (Mixed decay) nel caso la corrente erogata raggiunga il valore limite fissato dal trimmer applicato a Vref (Imax). Quando si verifica ciò, i MOSFET del ponte fanno decrescere la corrente erogata inizialmente (per il 32,5% del tempo toff) in modo rapido e poi lentamente.

La corrente erogata da ogni ponte può essere agevolmente regolata e limitata mediante l'applicazione del potenziale di controllo al piedino 17 dell'A4988; a ciò provvede il trimmer R9. La corrente massima erogata dal driver (Imax) è definita dalla formula:

$$I_{max} = V_{ref} / 8 \times R_s$$

dove Vref è la tensione applicata al piedino 17 dell'integrato ed Rs il valore della resistenza collegata al piedino di Sense (SENS1 per un ponte e SENS2 per l'altro). A riguardo diciamo che per avere la stessa limitazione di corrente su entrambi i ponti è opportuno avere R7 uguale ad R8.

Schema di collegamento elettrico della stampante 3Drag



to Allegro A4983; la differenza tra questo e l'A4988 è che gli manca un resistore di pull-down tra la linea che fa capo al contatto MS1 del modulo e massa. Ecco perché nel circuito trovate le resistenze R28, R29, R30, R31, che laddove i ponticelli MS1 vengano aperti provvedono al necessario pull-down. I driver dei motori passo-passo vengono gestiti dal microcontrollore U1, il quale ne imposta lo stato delle linee /STEP, EN e DIR; alla prima invia gli impulsi che determinano l'avanzamento di un passo alla volta nella rotazione dell'albero del motore, mentre DIR viene definito di volta in volta a seconda che si voglia ottenere la rotazione in senso orario o antiorario. EN serve per abilitare o disabilitare il

modulo. Dunque, per comandare la rotazione di un passo dell'albero del motore passo-passo, il microcontrollore pone EN a livello logico alto e lo mantiene in questa condizione, poi imposta DIR ad uno logico se la rotazione deve avvenire in senso antiorario o zero per quello orario (mantenendo anche questa condizione logica) e infine fornisce alla linea /STEP un impulso a livello basso; fatto ciò, riporta a riposo sia EN che DIR. Se l'avanzamento dev'essere di più step consecutivi, mentre EN e DIR sono attivi il micro invia a /STEP gli impulsi del caso. Naturalmente il motore collegato al driver si muove, ad ogni impulso che l'ATmega invia su /STEP, in base all'impostazione di MS1,

MS2, MS3; nel nostro caso, avendo impostato il massimo fattore di divisione, per compiere un passo completo occorrono 16 impulsi, quindi ipotizzando che il motore passo-passo sia a 360 passi, per far compiere al suo albero un giro completo il microcontrollore deve inviargli $360 \times 16 = 5.760$ impulsi. Se l'albero del motore deve compiere 1 giro al secondo, la frequenza degli impulsi di comando deve essere 5.760 Hz. Detto ciò, proseguiamo dicendo che ogni driver consta di un doppio ponte ad H governato da un'elettronica che permette di impostare il verso di rotazione del campo elettromagnetico e quindi dell'albero dello stepper-motor. Ogni volta che sul piedino STEP

giunge un impulso (la durata minima ammissibile è 1 μ s) a livello alto, a meno di diversa impostazione, le uscite 1A, 1B, 2A e 2B forniscono gli impulsi per comandare lo spostamento del rotore del motore di uno step o frazione, in base a come sono impostati, salvo diversa impostazione degli ingressi MS1, MS2, MS3.

Concludiamo la panoramica sui driver con il piedino SLEEP, il quale attiva la modalità di riposo (logica attiva e driver spenti) e con RESET, che azzerà il controllore che governa i driver e pone le uscite di comando dei motori (1A, 1B, 2A, 2B) a zero logico anche se STEP continua a ricevere impulsi. La logica è TTL-compatibile, comunque il modulo accetta sugli ingressi di controllo tensioni fino a 0,7 volte quella applicata tra il contatto 2 (Vcc) e massa (GND); il livello basso non deve superare 0,3xVcc. Notate che la linea /STEP di ciascun controller è stata collegata ad un transistor NPN, che serve come amplificatore di corrente per pilotare un LED, il quale pulserà analogamente alla corrispondente linea di comando del microcontrollore (PA4 per U4, PF6 per U5 PF0 per U6 e PL3 per U7) in modo da farci monitorare quello che accade. Così, nel caso un motore non giri malgrado il relativo LED pulsi, vuol dire che il problema è all'interno del driver o nel motore, ovvero nei cablaggi. Resta inteso che siccome il LED pulsa alla stessa frequenza degli impulsi di comando, potremo vederlo lampeggiare solo quando il motore corrispondente girerà a velocità molto ridotta, dato che già a 25 Hz l'occhio umano vede il diodo sempre illuminato.

Passiamo adesso ai driver a MOSFET, utilizzati per alimentare i riscaldatori e la ventola: sono tutti dei BUK6215-75C, prodotti da NXP, a canale N enhancement mode, capaci di erogare una

corrente di drain che raggiunge 57 A e sopportare una Vds in stato di interdizione, pari a 75 V; la loro bassissima Rds(on) (15 milliohm max a 15 A di Id) consente di minimizzare la potenza dissipata e perciò di saldarli direttamente ad una pista dello stampato (che funge da dissipatore). Il case è un SOT428, per montaggio superficiale, quindi permette questa soluzione.

Nel nostro caso i MOSFET vengono utilizzati a correnti molto ridotte, perché siamo nell'ordine dei 2÷2,5 ampere per il riscaldatore dell'estrusore (che va collegato all'uscita HEATER1) e dei 5÷6 A per il piatto riscaldato (da collegare all'HEATER2); ecco perché non c'è bisogno di dotarli di dissipatore e a raffreddarli basta l'effetto dissipativo delle piste cui la lamina di collettore è saldata.

I transistor vengono pilotati tutti con un segnale a impulsi, generato con la frequenza opportuna dall'ATmega, così da permettere una precisa regolazione della potenza ceduta agli utilizzatori, che si traduce in un controllo ottimale del calore generato dalle resistenze dei riscaldatori e della velocità della ventola del raffreddatore del pezzo. L'uso del PWM consente altresì una regolazione a bassissime perdite, dato che i MOSFET lavorano in modo on-off pur variando la tensione effettivamente applicata ai carichi che alimentano.

Ciascuna delle uscite riservate ai riscaldatori è provvista di un LED che pulsa insieme al relativo segnale PWM da circa 4 Hz, permettendo di verificare visivamente lo stato di funzionamento; il PWM della ventola di raffreddamento è invece a una frequenza più alta e il LED corrispondente sembrerà sempre acceso, quando la ventola è attiva, indipendentemente dalla velocità di rotazione.

Proseguiamo con l'analisi degli I/O del microcontrollore, analiz-

zando PE5, PJ1 e PD3, che servono a leggere lo stato degli switch finecorsa sui tre assi di spostamento; per l'esattezza, PE5 e PJ1 rilevano rispettivamente la fine della corsa del piatto (in orizzontale) avanti/indietro e lateralmente. Invece PD3 rileva il finecorsa del carrello che fa salire e scendere la barra orizzontale che sostiene e sposta verticalmente l'estrusore. Tutte le linee sono provviste di pull-up interno, attivato dal firmware.

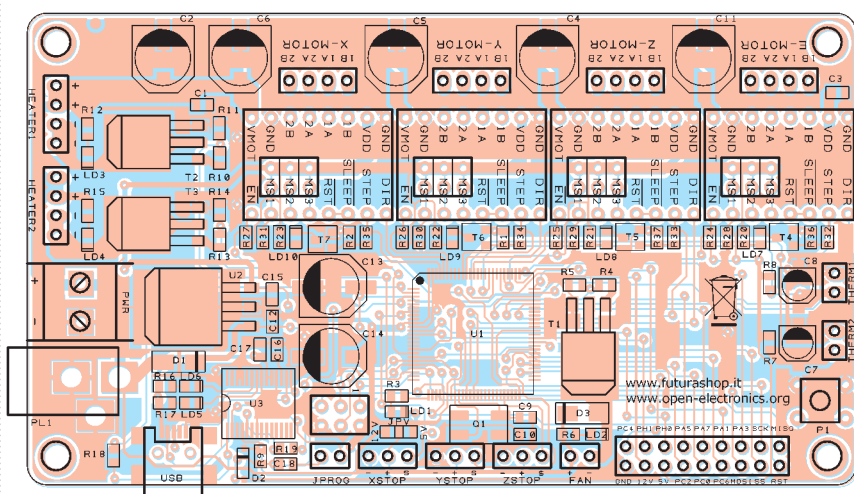
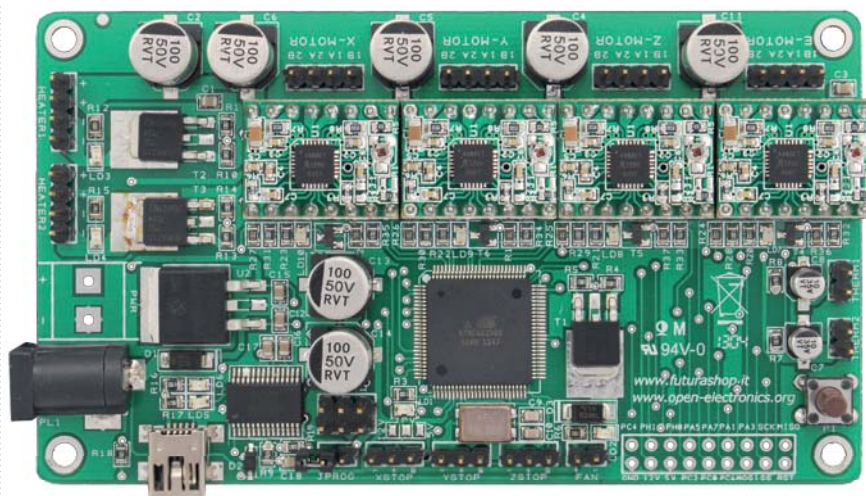
I finecorsa sono degli interruttori o commutatori che, opportunamente posizionati, vengono azionati dall'arrivo a fondo corsa del piatto o del sostegno della testa di stampa; nel nostro caso, vengono situati sul telaio.

Quando un finecorsa si aziona, il microcontrollore ne riceve informazione sotto forma di stato logico e provvede ad arrestare il movimento corrispondente e a far rientrare il carrello o rialzare la testa di stampa.

Come potete notare dallo schema elettrico, la nostra scheda dispone di tre ingressi per i finecorsa: XSTOP che corrisponde a PE5, YSTOP che coincide con PJ1 e ZSTOP che corrisponde a PD3. Per ciascun finecorsa sono stati previsti tre contatti: +, S e -. Questa soluzione è stata scelta per avere la possibilità di collegare sia finecorsa di tipo elettromeccanico (micro-switch e vari) sia rilevatori ottici, composti da un fotodiodo e un LED ad infrarossi affacciati tra loro in una cavità: quando il carrello arriva, una linguetta fissata ad esso passa nella cavità e blocca la luce che dovrebbe raggiungere il fotodiodo, determinando l'attivazione del finecorsa.

Questo genere di dispositivi esiste in vari modelli, che di solito hanno tre terminali: appunto uno per l'alimentazione positiva (da collegare a +) uno per quella negativa (da connettere a -) e l'altro per l'uscita

[piano di montaggio della **SCHEDA BASE**]



Elenco Componenti:

- | | |
|---|---------------------------------|
| R1; R2: 10 kohm (0805) | D3: MBRA140TRPBF |
| R3: 330 ohm (0805) | T1÷T3: BUK6215-75C |
| R4, R10, R13: 10 ohm (0805) | T4÷T7: BC817 |
| R5, R11, R14: 100 kohm (0805) | U1: ATMEGA2560-16AU |
| R6: 1,8 kohm (0805) | U2: MC7805ABD2T (D2PAK) |
| R7÷R9: 4,7 kohm (0805) | U3: FT232RL |
| R12, R15: 1,8 kohm (0805) | U4÷U7: Driver motori cod. |
| R16, R17: 470 ohm (0805) | MD09/FT1031 |
| R18, R19: 10 ohm (0805) | LD1: LED verde (0805) |
| R20÷R23: 330 ohm (0805) | LD2÷LD10: LED rosso (0805) |
| R24÷R27: 10 kohm (0805) | P1: Microswitch |
| R28÷R31: 100 kohm (0805) | Q1: Quarzo 16 MHz (C7S) |
| R32÷R35: 4,7 kohm (0805) | |
| R36, R37: 10 kohm (0805) | Varie: |
| C1, C3: 100 nF ceramico (0805) | - Plug alimentazione |
| C2, C4÷C6: 100 µF 25 VL elettrolitico (E) | - Morsetteria 2 poli |
| C7, C8: 10 µF 35 VL elettrolitico (B) | - Connettore mini-USB |
| C9, C10: 22 pF ceramico (0805) | - Strip maschio 2 poli (4 pz.) |
| C11, C13, C14: 100 µF 25 VL elettrolitico (E) | - Strip maschio 3 poli (5 pz.) |
| C12, C15÷C18: 100 nF ceramico (0805) | - Strip maschio 4 poli (6 pz.) |
| D1: GF1M | - Strip femmina 32 poli (2 pz.) |
| D2: BAT42W | - Jumper |
| | - Circuito stampato |

logica (da collegare ad S). Siccome esistono dispositivi alimentati a 5 volt ed altri funzionanti a 12 volt, abbiamo previsto la possibilità, mediante il jumper JPV, di portare ai punti + sia i 5 volt (chiudendo il ponticello su 5V) sia i 12 volt (chiudendo JPV su 12 V).

Utilizzando un finecorsa ad interruttore, possiamo collegarlo con il contatto tra S e – (massa) o tra S e +, fermo restando che occorrerà istruire il firmware sia per leggere lo stato logico alto o basso, sia per impostare il pull-up interno sui piedini 7, 64 e 46 del microcontrollore. Più esattamente, collegando l'interruttore finecorsa tra + ed S il firmware deve interpretare zero logico come stato normale e 1 come arrivo a fine corsa, mentre connettendolo tra – ed S, la condizione di arrivo a fine corsa coincide con il livello basso; in questa configurazione bisogna che gli I/O PE5, PJ1 e PD3 del microcontrollore abbiano attivata la resistenza di pull-up interna, altrimenti la lettura non sarà affidabile perché con l'interruttore aperto i piedini potranno leggere stati logici casuali dovuti ai disturbi captati dal circuito.

Resta inteso che utilizzando finecorsa il ponticello JPV può essere lasciato aperto. La configurazione di 3Drag, anche con la scheda Sanguinololu, è comunque con finecorsa normalmente chiusi per offrire protezione in caso di cablaggio difettoso o distacco del relativo connettore dalla scheda: in entrambi i casi verrebbe rilevato un finecorsa fittizio evitando il movimento del motore corrispondente e salvaguardando la meccanica da sforzi dovuti a finecorsa difettosi o scollegati.

Bene, passiamo adesso alla sezione di comunicazione con il computer, che fa capo alle linee PE0, PE1 ed RST del microcontrollore: alle prime due viene assegnato l'UART interno, che dialoga con

il convertitore USB/seriale siglato U3. Quest'ultimo è il canonico FT232RL della FTDI, e contiene la logica che occorre a trasformare i dati dal formato seriale TTL all'USB, smistando i dati in arrivo da TXD ed RXD sui piedini DP e DM. L'integrato viene alimentato direttamente dai 5 volt dell'USB del sistema cui la scheda viene connessa, quindi dal computer. I LED siglati LD5 ed LD6 indicano localmente l'attività delle linee di trasmissione e ricezione dei dati. Notate che l'integrato è provvisto di piedini per alcuni dei segnali di controllo dello standard RS232; di questi, usiamo il DTR (Data Terminal Ready) per far avviare il bootloader quando serve caricare il firmware nel microcontrollore. Questa prassi è ormai consolidata nello standard Arduino, in quanto una caratteristica dei microcontrollori dell'architettura Arduino è di essere programmati con un minimo di firmware, detto bootloader, che possiamo considerare come il BIOS del computer e che, opportunamente stimolato da un evento, avvia l'acquisizione dal computer dei dati che rappresentano il firmware e lo carica nella Flash di programma. Nel nostro caso, quando l'IDE invia l'apposito comando di programmazione, la linea DTR dell'FT232RL fornisce un impulso a livello logico basso, che attraversa il condensatore C18 e porta momentaneamente allo stato zero il piedino /RST dell'ATmega; il bootloader, che è il firmware di base che gira nel microcontrollore, riconosce questa condizione come la richiesta di comunicazione con il computer (via USB) per iniziare il download del firmware che dovrà poi essere eseguito normalmente, ossia quello che controllerà la stampante 3D.

Quando DTR torna a livello logico alto, ovvero il condensatore C18 si è caricato e smette l'impulso di

reset, lo stesso C18 si scarica attraverso il diodo Schottky D2. Notate che lo stesso effetto si può ottenere premendo localmente il pulsante di reset, esattamente come avviene nelle schede Arduino. Passiamo oltre e vediamo il connettore ICSP, che praticamente non ha bisogno di spiegazioni: serve a voi per fare la programmazione di base dell'ATmega2560, ovvero per caricargli il bootloader Arduino; questo connettore riporta l'alimentazione a 5 volt, nonché le linee MISO, MOSI ed SCK dell'SPI, nonché il RESET del microcontrollore. Le stesse linee le ritroviamo, insieme agli I/O dell'ATmega2560 rimasti inutilizzati, sul pin strip di espansione che abbiamo previsto per consentirvi di personalizzare la vostra scheda di controllo; ad esempio, sfruttando le linee del bus SPI (MISO, MOSI ed SCLK) potete collegare un lettore di SD-Card, mentre con sette degli I/O rimasti liberi potete collegare e controllare un display LCD standard da 2 righe per 20 caratteri, rendendo così la stampante capace di lavorare senza un computer collegato. Prossimamente vi illustreremo una soluzione con LCD, slot SD e tasti proprio per rendere autonoma 3Drag con questa nuova scheda di controllo.

Proseguiamo l'analisi del circuito con le linee PK5 e PK6, grazie alle quali il micro legge le sonde di temperatura che riportano il feedback sull'attività dei riscaldatori; queste sonde sono termistori NTC da 100 kohm a 25 °C da collegare ai contatti THERM1 e THERM2. Più esattamente, a THERM1 va collegato il sensore interno all'estrusore, mentre a THERM2 va collegato l'NTC che rileva la temperatura raggiunta dall'eventuale piatto riscaldato.

Le due sonde rientrano nel programma di gestione della temperatura e sono fondamentali per stabi-

lizzare quella raggiunta soprattutto dall'estrusore; infatti permettono al microcontrollore di regolare la corrente erogata alla resistenza che riscalda l'ugello in modo da mantenere sempre la temperatura impostata.

Senza questa retroazione non si potrebbe stabilizzare la temperatura, in quanto anche ammesso di lavorare a corrente costante e di supporre che a quella corrisponde una certa temperatura, le variazioni ambientali e operative potrebbero alterare la temperatura alla quale viene portato il materiale plastico da estrarre, con evidenti problemi di deposizione e di composizione dell'oggetto in stampa. Rilevando la temperatura dell'estrusore attraverso la tensione presente ai capi THERM1, il microcontrollore sa qual è la temperatura raggiunta e verifica il dato con quello imposto dal processo di stampa: se la temperatura eccede quella impostata riduce la corrente nel filamento riscaldatore, mentre in caso contrario la aumenta.

Analogo è il discorso per quanto riguarda il riscaldatore del piatto riscaldante.

Notate che per leggere le temperature colleghiamo i termistori a partitore resistivo con altrettanti resistori connessi al positivo di alimentazione, i cui valori sono stati opportunamente calcolati; avendo a che fare con dei termistori NTC, è chiaro che ad un aumento della temperatura rilevata corrisponde un calo di tensione e viceversa.

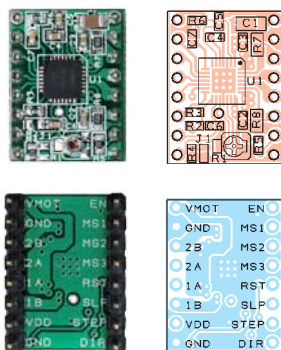
I termistori utilizzati nella nostra macchina per rilevare la temperatura dell'estrusore e del piatto riscaldato sono NTC da 100 kohm a 25 °C (Fig. 1).

REALIZZAZIONE PRATICA

La scheda viene fornita già montata e pronta per essere sostituita nella vostra 3Drag al posto di Sanguinololu; chi vuole può però scaricare

Elenco Componenti:

R1: Trimmer 10 kohm	ceramico (0603)
R2: -	C6: 220 nF
R3: 100 kohm (0603)	ceramico (0603)
R4: 10 kohm (0603)	C7: 220 nF
R5: 20 kohm (0603)	ceramico (0603)
R6: 100 kohm (0603)	U1: A4988SETTR-T
R7: 0,05 ohm (0805)	
R8: 0,05 ohm (0805)	Varie:
C1: 4,7 μ F ceramico (1206)	- Strip Maschio 8 poli passo 2.54mm (2 pz.)
C2÷C5: 100 nF	- Circuito stampato



tutti i file necessari dal nostro sito e realizzare autonomamente il proprio stampato su cui potrà montare tutti i vari componenti SMD. Ovviamente sono necessari degli strumenti e delle attrezzature specifici per il montaggio superficiale, soprattutto di componenti con pin ad elevata densità come il microcontrollore ATmega2560 che deve essere saldato usando gli strumenti opportuni.

Ottenuta o realizzata la scheda, si procede con l'inserimento dei moduli (che possono essere realizzati autonomamente o acquistati già pronti presso Futura Elettronica, www.futurashop.it) nei rispettivi zoccoli basati su connettori S.I.L. a passo 2,54 mm.

Per poter utilizzare la scheda bisogna caricare il bootloader (cioè il firmware di base) nell'ATmega 2560; la scheda acquistata da Futura Elettronica è già programmata, mentre se è stata realizzata autonomamente, va programmata direttamente sulla scheda.

Allo scopo dovete usare il pin-strip a 3+3 pin siglato ICSP ed un programmatore per ATmega, ma nulla vieta di caricare il bootloader usando come programmatore un Arduino, secondo quanto spiegato negli articoli che abbiamo dedicato, in passato, alla programmazione stand-alone (in particolare, sulla tecnica descritta nel fascicolo n° 159). In quest'ultimo caso l'ope-

razione è abbastanza semplice in quanto nell'IDE di Arduino trovate già la voce ATmega2560 e il rispettivo bootloader.

Ora potete montare la scheda a bordo della macchina, su un piano in materiale isolante fissato ad un montante, impiegando viti 3 MA e colonnine esagonali.

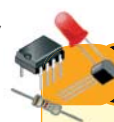
Quanto al cablaggio, ricordate di connettere i fili dei motori passo-passo ai connettori corrispondenti rispettando la sequenza dei colori indicata nello schema di cablaggio. La corrispondenza fra motori e connettori è la seguente: il motore dell'asse X va su X-MOTOR, quello dell'asse Y va collegato ad Y-MOTOR, quello che alza e abbassa la testa di stampa va su Z-MOTOR, mentre quello che fa avanzare il filo nell'estrusore va su E-MOTOR. Adesso dovete collegare i finecorsa: quelli degli assi X ed Y vanno rispettivamente ad XSTOP e YSTOP, mentre quello del carrello della testa di stampa va connesso a ZSTOP. Se adottate dei finecorsa ottici che richiedono alimentazione, chiudete il jumper JPV su 12V o 5V a seconda che i dispositivi richiedano 12 o 5 volt.

Il riscaldatore dell'estrusore deve essere collegato, senza badare alla polarità, ai contatti HEATER1, mentre l'NTC corrispondente va a THERM1.

Se nella 3Drag avete montato anche il piatto riscaldato, ne con-

netterete la serpentina riscaldante ed il sensore termico NTC rispettivamente a HEATER2 e THERM2. L'eventuale ventola raffreddatrice va collegata a + e - FAN, rispettando la polarità.

Fatto ciò, alimentate la scheda di controllo con un alimentatore dotato di plug adatto a quello montato (PL1): va bene un alimentatore di quelli AC/DC per portatili, che fornisca 15 volt c.c. ed una corrente dell'ordine dei 4 ampere se non usate il piatto riscaldato e di almeno 10 ampere se invece adottate il piatto. In alternativa potete utilizzare un alimentatore da rete modulare, collegandone i cavi di uscita positivo e negativo rispettivamente ai morsetti + e - PWR. Collegate la scheda al computer mediante un cavo USB A/B e avviate l'IDE Arduino per caricare il firmware che avete scelto. Fatto ciò, potete avviare la macchina con una stampa di test, per verificare se i motori si muovono correttamente e nella giusta direzione, sincronizzati ognuno con gli altri; in caso contrario invertite il cablaggio degli avvolgimenti di quello che gira alla rovescia.



per il MATERIALE

La scheda di controllo completa di quattro driver è disponibile già montata e programmata con firmware Marlin al prezzo di Euro 88,00 (cod. 3DCONTR-DRIVER).

La stessa scheda è disponibile anche senza driver (acquistabili separatamente a Euro 11,00 caduno, cod. 3DDRIVER) al prezzo di Euro 48,00 (cod. 3DCONTROLLER).

Il materiale va richiesto a:
Futura Elettronica, Via Adige 11,
21013 Gallarate (VA)

Tel: 0331-799775 • Fax: 0331-792287
<http://www.futurashop.it>



CONTROLLIAMO UNA 3DRAG A DISTANZA TRAMITE RASPBERRY PI

Una soluzione Embedded Linux per stampare in remoto e controllare la vostra 3Drag senza tenere impegnato un personal computer.

..... di FRANCESCO DE FABIANI

Stufi di dover lasciare il personal computer acceso per ore ed ore in garage, senza contare l'inutile spreco di energia, per stampare con la vostra 3D printer?

La soluzione è utilizzare come sostituto del notebook o del pc una scheda RaspberryPi. Dapprima abbiamo ipotizzato d'installare la distribuzione del

software Repetier-Host per linux direttamente su RaspberryPi, poi ci siamo imbattuti in una versione specifica per la piccola scheda marchiat col lampone. Il suo nome è Repetier-Server e fa al caso nostro perché creando una pagina web all'indirizzo IP di Raspberry è possibile sia controllare a distanza la stampante, sia stampare dei modelli

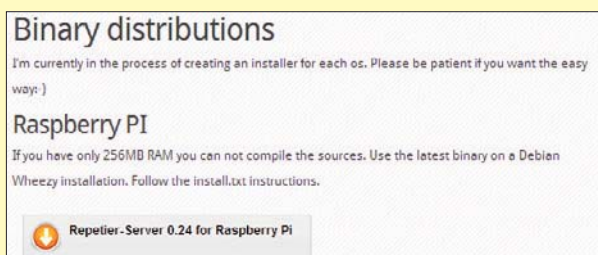
semplicemente caricando il G-Code sul server, senza la necessità di tenere il pc acceso. Per installare Repetier-Server è necessario recarsi all'indirizzo <http://www.repetier.com/repetier-server-download/> scaricare il file 'Repetier-Server 0.24 for Raspberry Pi' e seguire le istruzioni che riportiamo nel box dedicato. Al termine dell'installazio-

ne la pagina web sarà reperibile all'indirizzo IP di Raspberry alla porta 8080.

Dopo aver reso il tutto controllabile a distanza abbiamo riscontrato la necessità di visualizzare la stampa in corso per verificare che tutto funzioni, così abbiamo collegato una webcam alla seconda porta USB della scheda RaspberryPi.

Installazione di Repetier-Server su Raspberry Pi

1. Recarsi all'indirizzo <http://www.repetier.com/repetier-server-download/>
2. Scaricare il file 'Repetier-Server 0.24 for Raspberry Pi'.



3. Spostarlo all'interno della directory di Raspberry `/home/pi` avvalendosi di WinSCP
4. Decomprimere il file con WinSCP:
 - 1) Cliccare con il tasto destro del mouse sul file appena spostato
 - 2) Spostarsi su *Comandi personalizzati*
 - 3) Selezionare *UnTar/GZip...*
 - 4) Confermare cliccando su *OK*
5. A questo punto aprire la cartella appena creata *Repetier-Server-Pi*
6. Nel file *install.txt* troverai le istruzioni per l'installazione di

Repetier-Server da riga di comando, è anche possibile effettuare i passaggi con WinSCP:

- 1) Modificare uno degli esempi di configurazione contenuti in *configs*:
 - *Version=1.0*
 - *Active=false*
 - *Name=3Drag*
 - *slugName=3Drag*
 - *device=/dev/serial/by-id/<troverete il nome del vostro dispositivo collegando la stampante e andando a vedere all'interno del percorso appena citato>*
 - *baudrate=250000*
 - *pingPong=false*
 - *protocol=0*
 - *okAfterResend=true*
 - Completare le altre opzioni con le proprie impostazioni e preferenze
 - *tempUpdateEvery=1*
 - Salvare il nuovo file con nome *3Drag.conf*
- 2) Copiare il file eseguibile *RepetierServer* nella cartella `/usr/bin`
- 3) Copiare il file *repetier-server.conf* in `/etc`
- 4) Creare la cartella *Repetier-Server* in `/var/lib`
- 5) Creare le cartelle *www*, *configs*, *storage* e *languages* all'interno della directory appena creata `/var/lib/Repetier-Server`

TUTTO SOTT'OCCHIO CON UNA WEBCAM

Dopo aver realizzato tutto il sistema, appare evidente la necessità di poter verificare che tutto funzioni. Ancora una volta RaspberryPi ci viene incontro divenendo con poche modifiche un webcam server che permette di visualizzare l'immagine della stampa in tempo reale, direttamente dal pannello di controllo della pagina web di Repetier (**Fig. 1**).

Per prima cosa bisogna installare un'applicazione che acquisisca l'immagine dalla webcam collegata alla porta USB e la carichi su Repetier. Abbiamo scelto Motion perché, essendo nato come software per la videosorveglianza, è semplice da usare e possiede una vasta gamma di impostazioni personalizzabili. Per installare Motion il primo passo è come sempre quello di assicurarsi di avere installati sul proprio RaspberryPi le versioni più recenti dei software e

dei driver digitando nel terminale di RaspberryPi i comandi

```
sudo apt-get update
e
sudo apt-get upgrade
```

A questo punto è possibile installare Motion con il comando

```
apt-get install motion
```

Perché quest'ultimo svolga correttamente il suo compito di webcam server è necessario modificare alcune impostazioni. Digitando da terminale

```
sudo nano /etc/motion/motion.conf
```

sarà possibile configurarlo: trovare la voce

```
Daemon = OFF
```

e sostituire **OFF** con **ON**, questo consentirà a Motion di essere eseguito in modalità "demone", cioè in background; in seguito trovare la voce

```
webcam_localhost = ON
```

e modificare **ON** con **OFF**, ciò permetterà anche agli altri computer connessi alla rete domestica di visuali-

Fig. 1



- 6) Copiare il nostro file *3Drag.conf* all'interno di */var/lib/Repetier-Server/configs*
- 7) Copiare il contenuto di *www* e *languages* all'interno delle rispettive cartelle in */var/lib/Repetier-Server*
- 8) Per fare in modo che il Server si avvii in automatico all'accensione di Raspberry:
 - Copiare il file *Repetier-Server.init* all'interno di */etc/init.d/Repetier-Server*
 - Dargli i permessi di esecuzione e lettura attraverso la digitazione del comando `sudo chmod 755 /etc/init.d/Repetier-Server` dal terminale
 - Attivare lo start script con il comando `sudo update-rc.d Repetier-Server defaults`
 - Per attivare\disattivare\riavviare il Server manualmente digitare i seguenti comandi
`sudo /etc/init.d/Repetier-Server start`
`sudo /etc/init.d/Repetier-Server stop`
`sudo /etc/init.d/Repetier-Server restart`
7. L'installazione è terminata, ora è possibile accedere al Server con il proprio browser preferito all'indirizzo *<IP del Raspberry>:8080*

È consigliabile impostare la scheda con indirizzo IP statico in modo che non cambi ad ogni reboot.

lizzare l'immagine dalla pagina web creata da Motion. Sempre con nano sarà possibile modificare molti altri parametri, come la frequenza di frame al secondo o la dimensione in pixel dell'immagine, ma che è consigliabile lasciare all'impostazione di default in modo da non appesantire troppo la CPU non molto potente di RaspberryPi. Per assicurarsi che all'avvio il motion service sia lanciato effettivamente come daemon si deve ancora modificare una configurazione in questo modo:

```
sudo nano /etc/default/motion
```

sostituire in
`start_motion_daemon= no` con `yes`.

Finalmente possiamo lanciare il programma con l'istruzione

```
sudo service motion start
```

e verificare che funzioni andando all'indirizzo IP di RaspberryPi, alla porta 8081. Per visualizzare l'immagine direttamente dalla pagina di controllo di Repetier bisogna apportare ancora alcune modifiche. Per prima cosa dovete copiare l'appli-

cazione Java *Cambozola.jar*, scaricabile dall'indirizzo <http://www.charliemouse.com/code/cambozola/>, in */var/lib/Repetier-Server/www*, in seguito aprire il file *printer.php* copiato al momento dell'installazione del server Repetier nella directory appena citata. Adesso basterà aggiungere all'interno del "Control Panel" all'interno del `<body>` del file php queste due righe di codice:

```
<applet code=com.charliemouse.cambozola.Viewer
      archive=cambozola.jar width="320"
height="240" style="border-width:1; border-
color:gray; border-style:solid;"> <param name=url
value="http://localhost:8081"> </applet>
```

e il gioco è fatto.

Così facendo apparirà nella pagina dei comandi manuali della stampante un riquadro con l'immagine aggiornata ogni secondo della webcam.

CONTROLLARE VENTOLA E ILLUMINAZIONE DEL PIATTO DI STAMPA A DISTANZA

Proseguendo nella personalizzazione della postazione di stampa, sfruttiamo il nostro controllo remoto tramite pagina web per gestire la ventola di raffreddamento e l'illuminazione dell'area di stampa.

Per poter controllare ventola e illuminazione a distanza saranno sufficienti alcune semplici modifiche.

Iniziamo con il software residente sulla scheda di controllo. Per chi non l'avesse mai fatto, il firmware Marlin è reperibile alla sezione Software del sito ufficiale della stampante 3Drag, vale a dire

<http://3dprint.elettronica.in/>. Una

volta scaricato, per modificarlo, compilarlo e caricarlo sulla scheda Sanguinololu avremo bisogno della versione 0023 dell'IDE di Arduino, scaricabile dall'indirizzo seguente <http://www.arduino.cc/en/Main/Software>.

Cominciamo col modificare il file *pins.h*, spostandoci nella sezione relativa alla scheda Sanguinololu cerchiamo la voce

```
#define FAN_PIN
```

e sostituiamo -1 (che disabilita questa funzione) con 4 (il pin n°4 del microprocessore Atmel è l'unico tra quelli inutilizzati a poter generare un segnale PWM). In seguito aggiungiamo la dichiarazione del pin che



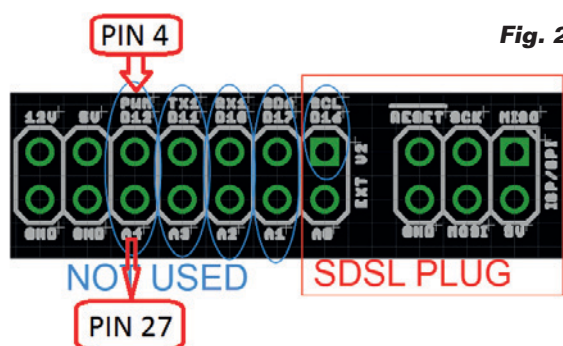


Fig. 2

farà accendere e spegnere la luce in questo modo :

```
#define LIGHT_PIN 27
```

(il pin n°27 corrisponde al 4° pin di INPUT analogico, ma se configurato correttamente può benissimo fungere da OUTPUT digitale). Ora possiamo dedicarci al file Marlin.pde. Qui aggiungendo nel 'void setup()' l'istruzione:

```
pinMode (27, OUTPUT);
```

abbiamo configurato il pin 27 come OUTPUT digitale. Giunti a questo punto dobbiamo fare in modo che alla ricezione di un determinato comando la luce si accenda o si spenga. Per fare questo si devono aggiungere nello "switch" relativo ai comandi "M" collocato nel 'void loop()' due "case" con numero pari a quello del comando (non ancora utilizzato dal firmware) che vogliamo associare ad accensione o spegnimento della luce, come ad esempio:

```
case 800:
    WRITE (LIGHT_PIN, HIGH);
    break;
case 801:
    WRITE (LIGHT_PIN, LOW);
    break;
```

Adesso si può salvare il nuovo firmware. Per caricarlo su Sanguinololu è necessario scaricare i sanguino file da questo indirizzo <https://github.com/jmgialone/sanguino1284p>, estrarli e poi copiarli all'interno della cartella hardware di Arduino. Adesso potete riaprire l'IDE 0023 e selezionare dal menù a tendina Tools>Board>Sanguino, disconnettere l'alimentazione della stampante, individuare il pulsante di reset sulla scheda Sanguinololu e tenetevi pronti a premerlo appena pochi secondi dopo aver dato il via all'upload dall'IDE. Per quanto riguarda l'hardware, basta pilotare con i segnali prodotti dai pin della scheda due Mosfet collegati a ventola ed illuminazione (Fig. 2).

N.B. Per un errore di fabbricazione il pin 4 del mi-

croprocessore Atmega644p, utilizzato per il controllo della ventola, non corrisponde con l'omonimo pin della scheda Sanguinololu 1.3, ma bensì con il 12.

Infine, per poter accendere e spegnere la luce direttamente dal pannello di controllo è necessario aggiungere due pulsanti sempre nel file printer.php ricopiando queste due righe di codice all'interno del già citato Control Panel :

```
<button class="btn span2 inputonline notprinting"
onclick="sendCmd('M800')"><?php _("Turn Light on")?></button>
<button class="btn span2 inputonline notprinting"
onclick="sendCmd('M801')"><?php _("Turn Light off")?></button>
```

AUTOMATIZZARE L'ACCENSIONE

Sfruttando la flessibilità del programma Slic3r, possiamo fare in modo che la ventola sia opportunamente gestita tramite comandi impartiti dal Gcode. Tramite le opzioni che indichiamo qui di seguito, permetteremo a Slic3r di inserire nei punti opportuni i comandi per l'attivazione e lo spegnimento della ventola. Ecco dove intervenire.

Aprirete la console di Slic3r, nella pagina di configurazione dei parametri di stampa, spostatevi dapprima nel menu *Filament Settings* nella sezione *Cooling*, qui abilitate il raffreddamento automatico e salvate cliccando sull'icona a forma di disco accanto al nome del profilo; in seguito andate nel menu *Printer Settings* nella sezione *Custom G-Code* e quindi aggiungete i comandi per l'accensione e lo spegnimento dell'illuminazione del piatto di stampa all'elenco di comandi che vengono inviati prima e dopo la stampa (M800 per accensione; M801 per spegnimento), quindi salvate.

STAMPIAMO IL NOSTRO PRIMO OGGETTO DA REPETIER-SERVER

Dopo aver aperto la pagina web generata dal nostro Repetier-Server, nella **Home** cliccate sul pulsante *Activate* per connettere la stampante a RaspberryPi. Dopo che lo stato sarà mutato da *Offline* a *Online* cliccate su *Use*. Ora è possibile spostarsi alla sezione *Control* ed effettuare la calibrazione degli assi riportandoli alla posizione di home, cliccando sull'icona a forma di casa. Adesso spostatevi nel tab *Job* e caricate il file G-Code contenente le istruzioni da inviare alla stampante per stampare l'oggetto. Al termine dell'upload, cliccando su *Start* e poi su *yes* inizierà la stampa dell'oggetto una volta che l'estrusore avrà raggiunto la temperatura predefinita. Sempre dal pannello *Job* si può visualizzare lo stato di avanzamento della stampa. Nel pannello di controllo è invece possibile tenere sotto controllo la stampa attraverso l'immagine aggiornata ogni secondo della webcam. ■

La famiglia "Arduino" cresce con il nuovo...



Arduino Yún è il primo di una nuova e innovativa linea di prodotti Wi-Fi che combinano la potenza di Linux con la facilità d'uso di Arduino.



COD. ARDUINOYUN

€ 62,90

Prezzi IVA inclusa.

**Arduino Uno Rev3
con ATmega328**



COD. ARDUINOUNOREV3

€ 24,50

**Arduino Due
con Atmel SAM3X8E
ARM Cortex-M3**



COD. ARDUINODUE

€ 47,00

**Arduino Mega2560 Rev3
con ATmega2560**



COD. ARDUINOMEGAREV3

€ 51,00

In vendita presso:

**FUTURA
ELETTRONICA®**
www.futurashop.it

Futura Group srl • via Adige, 11
• 21013 Gallarate (VA)
Tel. 0331/799775 • Fax. 0331/792287

Caratteristiche tecniche
di questi prodotti e acquisti on-line
su www.futurashop.it



OSIMONE

Il tema delle stampanti 3D occupa sempre più spazio sulla stampa generalista per i motivi più vari: dalla realizzazione di organi umani (e quindi salvare vite) alla realizzazione di armi che sparano veri proiettili (e quindi tolgono la vita). Fra questi due estremi

si trovano un'infinità di realizzazioni che sfruttano sia le stampanti come la nostra 3Drag, sia le stampanti professionali utilizzabili in service ricorrendo ad aziende quali Shapeways, Pono-ko o Sculpteo. Mentre il mondo acquisisce una crescente

consapevolezza dell'esistenza delle stampanti 3D e di come queste possano impattare sulla vita di tutti i giorni, quelli che hanno deciso di equipaggiarsi con una nostra 3Drag stanno già creando oggetti e progetti basati sulla tecnologia della fabbricazione con

filamento fuso. In questi mesi anche noi abbiamo lavorato per migliorare sempre più le nostre abilità nel gestire la

FOCUS STAMPA 3D

Da qualche mese non affrontiamo più su queste pagine il tema della stampa di oggetti 3D, ma non per questo ci siamo astenuti dal valutare e fare stampe di svariati oggetti. Condividiamo con voi le nostre "scoperte" e anche dieci oggetti che potrete usare per spiegare cosa può fare la vostra 3D.

COME AVERE IL MASSIMO DALLA TUA

3DRAG

stampante e allo stesso tempo abbiamo potuto fare tutte le valutazioni sulle sue prestazioni, individuando i pregi e i difetti rispetto alle altre stampanti disponibili sul mercato.

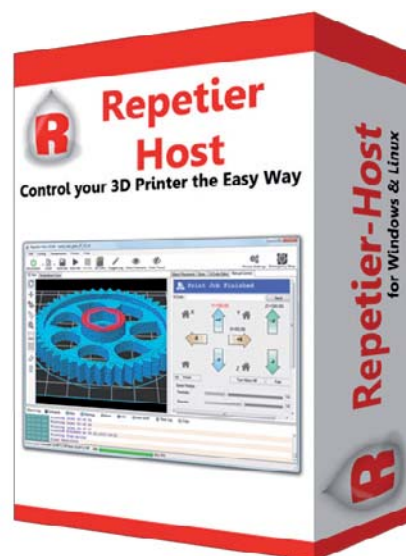
Quello che comunque abbiamo capito è che non è sempre tutto ovvio e che uno stesso modello può risultare perfetto o disastroso pur essendo stampato con la medesima stampante. La differenza sta tutta nei parametri con cui viene realizzato lo slicing e – conseguentemente –

come viene pilotato l'estrusore per realizzare fisicamente gli strati in materiale plastico.

IL SOFTWARE "STATE OF THE ART"

Al momento in cui scriviamo, i software che utilizziamo per la stampa sono Slic3r 0.9.9 e Repetier-Host 0.85b; gli altri pacchetti disponibili per effettuare lo slicing e la stampa stanno seguendo le loro strade, con Skeinforge ormai in uno stato di scarso aggiornamento per disinteresse degli utenti e le interfacce come Pronterface che hanno ceduto

il passo a soluzioni o proprietarie o più evolute. Sul fronte del firmware, Marlin prosegue nella sua evoluzione aggiungendo e togliendo prestazioni a seconda dei report degli utenti. Il tema degli archi, ad esempio, è stato temporaneamente disabilitato per problemi di correttezza e stabilità nel funzionamento di questa specifica caratteristica. Un'altra interessante informazione trovata ultimamente fra forum e commenti è la presenza di qualche problema occasionale (molto occasionale) nella matematica per il calcolo degli step

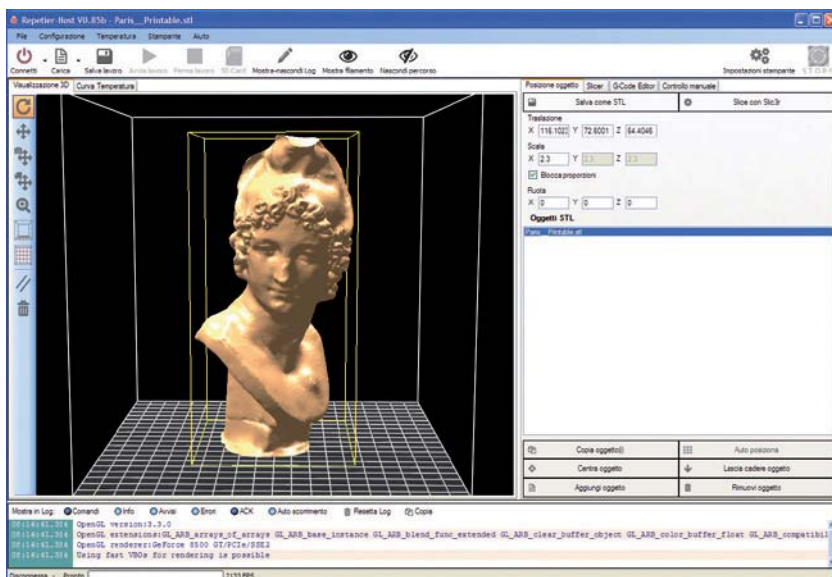
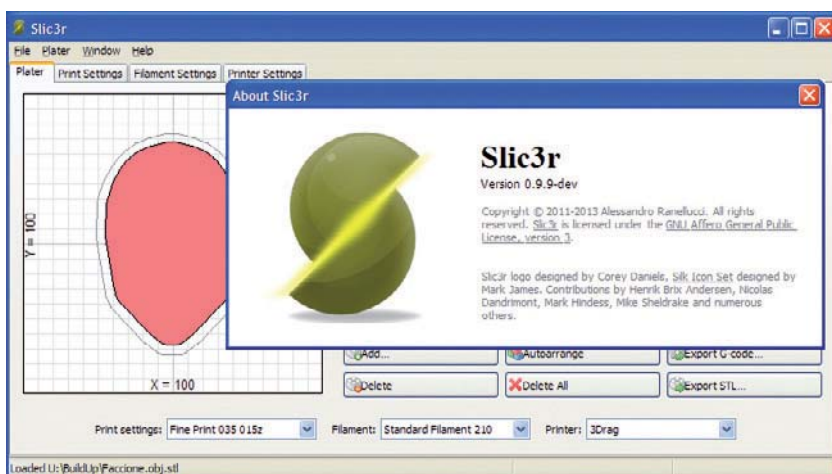


del motore con il risultato che in situazioni molto particolari, il piatto di stampa può perdere degli step e quindi non effettuare il corretto spostamento del piatto di stampa, creando quell'antipatico gradino che rovina senza appello la stampa. Ci è capitato più di una volta (e spesso con delle specifiche stampe) di avere la perdita secca di qualche step con uno sfasamento fra il mezzo e i 3 millimetri su uno dei due assi (solitamente la X), me senza l'informazione sui problemi del firmware abbiamo ritenuto che la cosa fosse da addebitare all'abbinata meccanica/driver. Ora sappiamo che ci si può mettere anche il firmware. Provate a spostare il modello sul piatto di stampa, rilanciate lo slicing e senza modificare parametri vedrete che la perdita di step potrebbe essere eliminata.

Ovviamente questo ragionamento non vale se gli step sono persi in situazioni di stampa estreme, ovvero ad alta velocità e con piccoli spostamenti alternati come direzione su entrambi gli assi (come ad esempio il fill di piccoli interstizi fra pareti).

QUALCHE CONTROLLO PRIMA DI PARTIRE

Prima di precipitarvi a stampare i dieci modelli che abbiamo



scelto per aiutarvi a stupire e a stupirvi, vogliamo ripassare con voi qualche elemento generale relativo alla vostra 3Drag e alle sue impostazioni.

Partiamo dal presupposto che la meccanica sia a posto, con le cinghie tese (senza che diventino corde di chitarra), i vari bulloni serrati, il piatto di stampa livellato correttamente attraverso le 4 rotelle sotto ai quattro angoli e che la piastra in vetronite o il piatto riscaldato siano correttamente trattati per far aderire il PLA o l'ABS che userete per le

stampe. Il corretto livellamento del piatto va fatto portando a "0" l'asse Z – con l'estrusore che tocca il piano di stampa - quindi si ruota di un mezzo giro la vite dell'asse Z per alzare la punta di quel decimo di millimetro necessario a non farlo sfregare sul piatto di stampa. Spostate manualmente il piatto e controllate che questa distanza resti costante in tutte le posizioni. Aiutatevi con un foglio di carta fra piatto e punta dell'estrusore per sentire quando il foglio viene bloccato o non ha attrito quindi

regolate le viti di conseguenza. Può capitare che il piatto abbia delle deformazioni che creano avvallamenti o dossi al centro del piano o a metà dei lati, dove le regolazioni non possono agire. Potete smontare la piastra e a mano cercare di riportarla in forma, oppure potete usare degli spessori fatti con un pezzetto di carta ripiegato una o due volte, infilati fra il supporto di allu-



Cuscinetto a ingranaggio

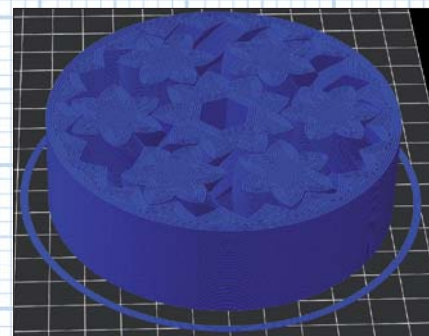
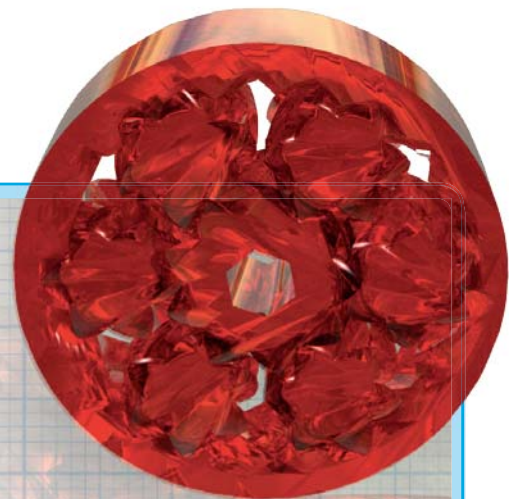
Questo modello è molto particolare in quanto fa parte di quella categoria delle stampe che si auto assemblano e che, se realizzate a singoli pezzi, non possono essere montate. In pratica gli ingranaggi che compongono questo cuscinetto hanno dentature a coda di rondine. Questo evita che i sei ingranaggi attorno a quello centrale possano uscire dalla loro sede, ma allo stesso modo rende impossibile un assemblaggio partendo dai singoli pezzi. Un ottimo esempio di meccanismi che sono pronti all'uso immediatamente dopo la fine della stampa in 3D. Le dimensioni del pezzo sono "importanti" e per questo i parametri di slicing sono "grezzi" privilegiando il tempo di stampa e l'impiego di materiale rispetto a un inutile dettaglio. Se intendete utilizzare questo meccanismo in qualche applicazione, allora dovete

intervenire sulla sua densità lavorando sullo spessore dei perimetri, che devono essere saldati fra loro, senza che gli ingranaggi si tocchino (e conseguentemente si fondano). Questo modello è scalabile verso il basso (riduzione) purché si diminuisca il diametro di estrusione in proporzione, attraverso la scheda ADVANCED dei parametri di Print Setting di Slic3r. Controllate da Repetier - nel visualizzatore G-Code - che gli ingranaggi non si tocchino saldandosi; lo spazio deve essere ben visibile, altrimenti anche il contatto porta alla fusione. In caso di dubbio, avviate la stampa vera e propria e controllate che al quarto o quinto layer, gli ingranaggi siano visibilmente separati fra loro. Se invece ingrandite il modello, non dovrete incontrare problemi.

Nome File: **bearing6.gcode**

PARAMETRI DI STAMPA:

layer_height =	0.2	travel_speed =	150
perimeters =	4	scale =	1
top_solid_layers =	4	nozzle_diameter =	0.5
bottom_solid_layers =	4	filament_diameter =	3
fill_density =	0.5	extrusion_multiplier =	1
perimeter_speed =	90	perimeters extrusion width =	0.80mm
infill_speed =	90	infill extrusion width =	0.80mm
		first layer extrusion width =	0.60mm



minio e la vetronite. Purtroppo dovete fare il possibile per avere il piatto di stampa perfettamente in piano perché il primo stato condiziona la tenuta e la riuscita della maggior parte degli oggetti; gli spessori in gioco vanno da 2 a 4 decimi di millimetro per poi stabilizzarsi fra 15 e 20 centesimi negli strati successivi. Un controllo anche alla punta dell'estrusore e possiamo partire. Questa deve essere priva di ammaccature, con il foro ben centrato sulla punta e di 0,5 mm

di diametro esatti. Se potete, aiutatevi con uno specchio per evitare contorsioni o smontaggi, ma verificate che sia in ordine. Rimuovete l'eventuale accumulo di plastica fusa e bruciata così da evitare che ci possano essere agganci e trascinamenti di eventuali bave di PLA che emergono dalla stampa in corso. Se il foro risulta per qualche motivo non perfetto o ammaccato, potete aiutarvi a ridargli la forma circolare con uno spillo/ago d'acciaio purché sia da 0,5mm e non oltre

(accertatevi con un calibro prima di usarlo). Alla fine del vostro intervento, il foro deve essere piatto e senza sbavature; non utilizzate lime perché compromettereste l'estrusore che è in ottone e quindi molto morbido. Potete sincerarvi dello stato dell'estrusore provando ad estrarre a vuoto un po' di plastica: se il filo che si crea scende dritto verso il basso, senza fare ricciolini e senza deviare in una qualsiasi direzione laterale, il foro è perfetto. Se ci sono deviazioni costanti,

Artisti, architetti, medici, e...

La Marina Militare statunitense ha di recente pubblicato sull'Armed Forces Journal un articolo a firma del Lt. Cmdr. Michael Llenz dal titolo "Print when ready, Gridley". Il tema dell'articolo è quello della razionalizzazione – per non dire rivoluzione – della catena dei rifornimenti inserendo stampanti 3D alla fine del processo o in prossimità dei teatri d'azione. In pratica, l'accelerazione delle tecnologie per la produzione non solo con metalli, ma anche combinando parti in materiali diversi ha reso possibili degli scenari che solo tre anni fa non sarebbero stati immaginati come possibili. Quando la digital fabrication si avvale delle risorse militari i risultati che vengono perseguiti non si fermano al piccolo oggetto o alla parte di ricambio: qui si parla di assemblare droni con tanto di componenti elettronici e combustibile direttamente "stampato" e auto assem-



blato. Il tutto ridisegnando la catena degli approvvigionamenti in termini di "materie prime" da far pervenire ai centri di stampa. Ovviamente il tutto rigorosamente nella filosofia del "print on demand" di tutti i vari dispositivi che possono servire sia come ricambi, sia come parti finite. L'articolo è molto recente e affronta anche il tema degli utilizzi da "lato oscuro", come l'iniziativa di Cody Williams per la sua pistola Liberator; la "cattiva stampa" generata da questo genere di iniziative è – secondo l'autore – abbastanza fisiologica, ma i timori e le problematiche che le tecnologie di stampa e acquisizione 3D comportano sono da considerare molto seriamente. Rubare un progetto top secret – e Wikileaks al proposito ci ha fatto capire che i dati su sistemi collegati in Rete sono sempre in pericolo – è un paio di maniche, ma farsi rubare la

"ricetta" per la stampa in 3D di un'arma top secret è decisamente peggio. Quello che sfugge a noi civili è la portata delle ricerche in corso: mentre noi ci studiamo per le applicazioni nel campo della pasticceria o della medicina, i militari lavorano per stampare in 3D le munizioni direttamente sul campo, cambiando completamente le modalità produttive. E che la stampa 3D non sia una moda lo confermano anche le prese di posizione di personaggi quali Jeffrey Immelt – CEO di General Electric – che ha definito la stampa 3D "meritevole dei miei sforzi, del mio tempo e dei miei soldi": un'affermazione molto forte da un'azienda che è famosa per la sua efficienza aggressiva. Vi invitiamo a leggere l'articolo nella sua interezza per avere un ulteriore punto di vista sul futuro di questa tecnologia. Lo trovate qui: <http://armedforcesjournal.com/2013/05/13520067/>

allora c'è un problema. Un altro indicatore di estrusione ottimale è la formazione di un anello abbastanza omogeneo che tende a crescere in modo regolare mentre fate estrarre a vuoto. Più largo è l'anello formato dalla plastica e più questa è viscosa, mentre più l'anello è piccolo più liquida è la plastica.

COME DOMARE IL PLA

Quando abbiamo iniziato a stampare, pensavamo che la temperatura avesse un'importan-

za relativa, immaginando anche un intervallo di temperature di "stampa" abbastanza ampio. Il PLA – materiale che noi preferiamo per molte delle nostre stampe grazie a come si presenta alla vista e al tatto – in effetti inizia ad ammorbidire già a 70/80 gradi centigradi, diventando fluido a 175 gradi circa e liquido a circa 220. L'esatta temperatura per avere la fluidità ideale per la stampa dipende da come il PLA neutro è stato "caricato" con altre sostanze

per alterarne il colore e la trasparenza. Dalla nostra esperienza vi possiamo anticipare che i PLA opachi tendono ad avere bisogno di un po' più di calore, mentre quello oro e quello fosforescente hanno richiesto una temperatura sensibilmente minore per avere una stampa di qualità. Per dare qualche numero, l'oro a 193 gradi era già molto fluido, mentre quel-

Monarch IX - Aeroplanino

Il nome originale di questo file è "Monarch_IX_with_tags"; si tratta di un derivato da un altro progetto di aeroplanino che già offriva dei buoni risultati (il modello si chiama glider). Rispetto alla versione di partenza, le forme sono più arrotondate e la composizione sul piatto di stampa è tale da garantire una

maggiore resistenza ai problemi di distacco, offrendo allo stesso tempo degli appigli con cui sollevare l'oggetto finito senza rovinarlo.

La parte del timone di coda e quella della cabina sono da montare manualmente in apposite fessure nella parte posteriore e quella frontale. Un punto di colla ciano acrilica può rendere il posizionamento permanente. Per volare, questo modello ha i pesi abilmente calibrati e presenta una struttura a strati che fornisce alle ali la giusta leggerezza e rigidità, mentre il corpo è rigido e robusto. Solo due strati nella parte principale delle ali è una sfida non da poco per la vostra stampante e questo modello è il banco di prova ideale per la messa a punto di allineamento, livellamento e omogeneità della superficie. Dalla tabella dei parametri si nota che lo spessore degli strati è 0.18mm,



ma l'informazione più rilevante riguarda il diametro del filo estruso, pari a 0.35 mm sia per il primo strato, sia per i successivi. Questo parametro si regola dal pannello "Advanced" del profilo di stampa. La velocità di stampa è impostata a 90 mm/sec e può essere gestita in tempo reale tramite il cursore dei controlli manuali per il "Feedrate". In termini di utilizzo, vi consigliamo il lancio manuale e non con l'elastico, anche se la parte da inserire come "cabina di pilotaggio" prevede il gancio proprio per questo scopo.

Nome File:
Monarch_IX_with_tags.gcode

PARAMETRI DI STAMPA:

layer_height =	0.18	scale =	1
perimeters =	4	nozzle_diameter =	0.5
top_solid_layers =	4	filament_diameter =	3
bottom_solid_layers =	3	extrusion_multiplier =	1
fill_density =	0.2	perimeters extrusion width =	0.35mm
perimeter_speed =	90	infill extrusion width =	0.35mm
infill_speed =	90	support material extrusion width =	0.35mm
travel_speed =	140	first layer extrusion width =	0.35mm



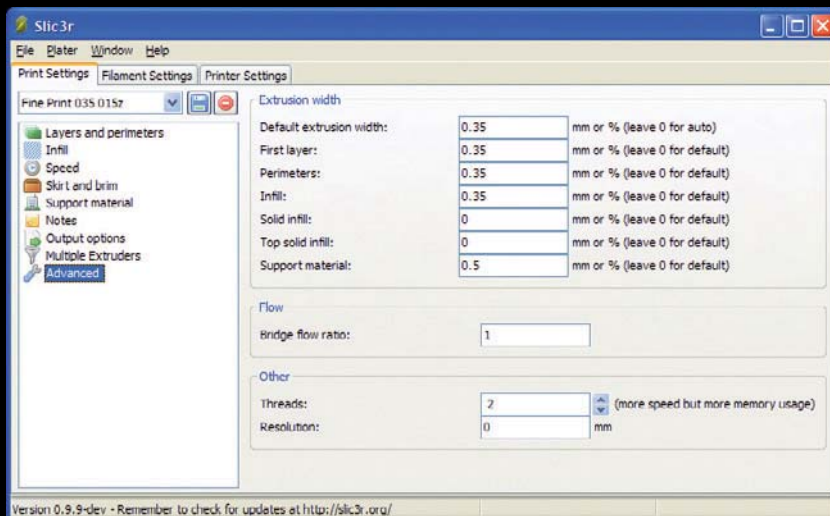


Fig. 1 - I parametri di "extrusion width" permettono di ottenere dal nostro estrusore da 0,5mm dei fili di diametro inferiore o superiore, migliorando o adattando la risoluzione di stampa al tipo di modello.

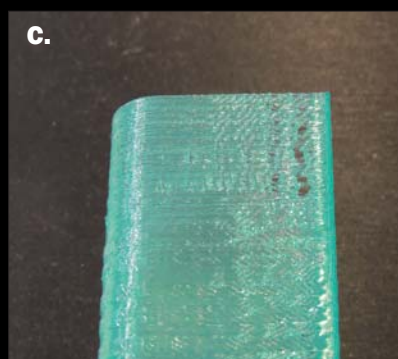
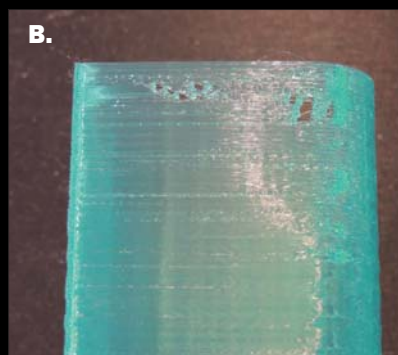
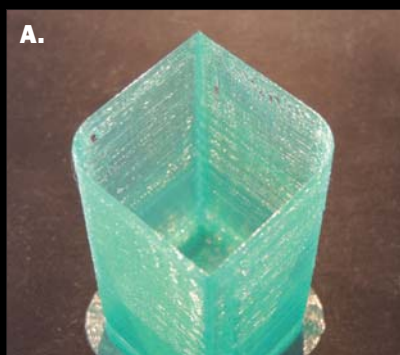
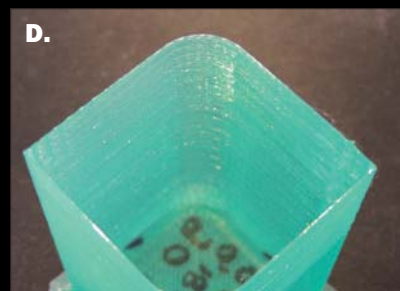
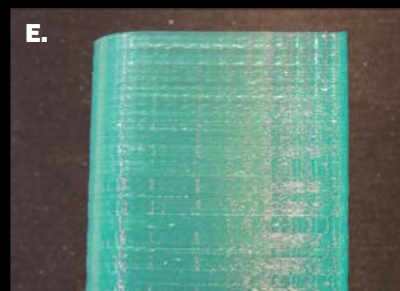


Fig. A-E - Questa stampa di test evidenzia in A, B e C i difetti che derivano da una errata combinazione fra velocità e temperatura: gli strappi nel filo sono sintomo di temperatura errata; in D ed E si vede invece la stampa senza difetti grazie alle impostazioni ottimali; la parete ha uno spessore costante di 0.35mm ed è quindi intenzionalmente critica per la stampa.

lo fosforescente a 195 gradi era perfetto. Il classico verde o rosso trasparente sono da usare fra i 198 e i 205, mentre quelli opachi come l'azzurro o l'arancione e il rosa lavorano bene anche a 205 – 215 gradi.

Come capire la migliore temperatura di lavoro? Intanto vale la pena capire come questa plastica si comporta all'aumentare della temperatura: passa dalla fase vetrosa a quella fluida attorno ai 65

gradi centigradi e diventa liquida attorno ai 220 gradi. Nell'intervallo fra questi due valori il comportamento non è però solo di un progressiva diminuzione della viscosità, ma anche dell'insorgere di particolari comportamenti quali la creazione di fili



Music box

Questa è una bella prova di pazienza in quanto la stampa dell'intero set di pezzi richiede diverse ore. Il cilindro con le tacche corrispondenti alle note da suonare è il pezzo più impegnativo (lungo) da stampare, mentre la struttura con le lamelle è quella più delicata e critica. Gli ingranaggi sono invece relativamente semplici. Per aumentare la loro solidità abbiamo scelto di stampare impostando a 0.35mm lo spessore dei perimetri. Come effetto questo porta ad avere un maggiore dettaglio nel disegno dei denti degli ingranaggi che, allo stesso tempo, vengono realizzati con perimetri molto più vicini fra loro e quindi più robusti. Provate a fare lo slicing impostando valori da 0.5mm a 0.3mm a passi di 0.05mm per lo spessore dei perimetri e capirete cosa intendiamo per "maggiore dettaglio". Ovviamente non dovete stampare, ma basta osservare i singoli layer da Repetier nella finestra dell'editor G-Code. Dopo che avrete stampato i vari pezzi, potrete assemblarli partendo dalla rotellina più piccola, da infilare nel foro tondo e poi da far scivolare in alto e scattare sul pernino predisposto; poi inserite la ruota più grande, con l'ingranaggio più grande verso l'esterno e quello più piccolo all'interno. L'ultimo pezzo da mettere in posizione è il cilindro. Fatelo con estrema attenzione

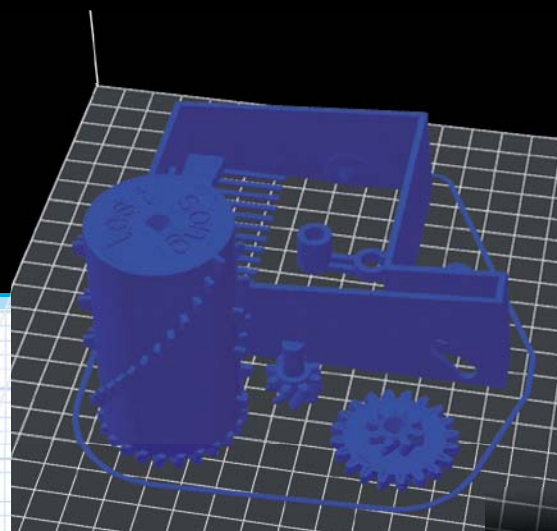
sottili come quelli della tela di un ragno, che si estendono da un punto all'altro delle nostre stampe, quando l'estrusore si sposta fra parti non connesse dello strato in fase di creazione.

Non siamo esperti del comportamento delle materie plastiche in fase fluida, ma abbiamo dedicato un po' di tempo all'osservazione sperimentale del PLA durante le stampe e i risultati sul campo ci portano ad affermare che sopra una certa temperatura, il PLA tende a formare delle goccioline piuttosto che restare un filamento di diametro costante. In pratica la tensione superficiale

e la natura viscosa della fase fluida portano alla creazione di tante sfere collegate da un filo sottilissimo. Il fenomeno è accentuato dallo stress meccanico dovuto dall'estrusione ad elevata velocità, dove la lunghezza del segmento estruso sopra la temperatura ottimale è apprezzabile. In altre parole, ipotizzando che a 210 gradi il PLA produca questo filo sottile con i pallini al posto del filo del diametro previsto, si può diminuire il fenomeno rallentando la stampa, ovvero avendo un segmento di PLA sopra la temperatura critica più corto. Nelle stampe, si nota questo

effetto nelle pareti che risultano come strappate o segmentate e fragili.

La soluzione che nel tempo si è rivelata più efficace è l'abbassamento della temperatura di stampa, lasciando solo al primo strato una temperatura in cui il PLA è molto fluido per consentirgli una buona aderenza, ma subito dopo



perché se un dente si punta su una lamella questa si romperà (noi ad oggi ne abbiamo rotte già 3). La manovella va girata in senso orario. NON lasciate il carillon con una o più lamelle piegate o a contatto con un dente perché tendono a deformarsi: spostate il rullo in un punto in cui non ci sono denti a contatto con le lamelle e il vostro carillon funzionerà a lungo. Sul sito Thingiverse (<http://www.thingiverse.com/thing:53235>) trovate l'applicazione per realizzare altri cilindri musicali con note definite da voi.

Nome File:

FullyPrintableParametricMusicBoxV3_
completePlate.gcode

PARAMETRI DI STAMPA:

layer_height = **0.18**
perimeters = 4
top_solid_layers = 4
bottom_solid_layers = 3
fill_density = **0.2**
perimeter_speed = 90
infill_speed = 90

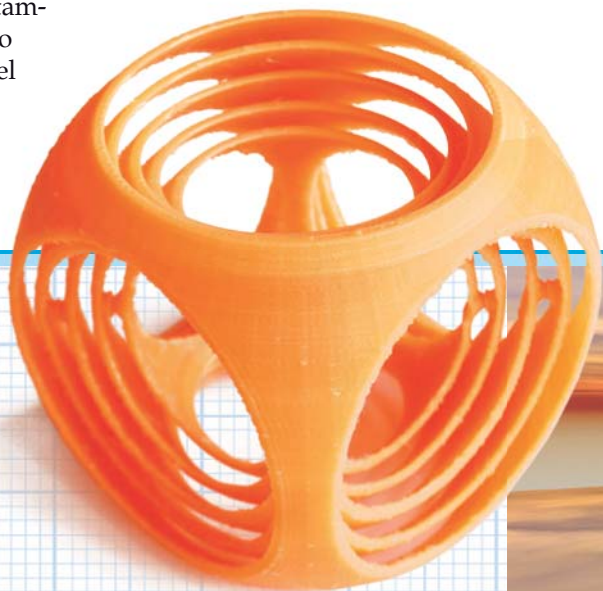
travel_speed = 140
scale = 1
nozzle_diameter = 0.5
filament_diameter = 3
extrusion_multiplier = 1
perimeters extrusion width = **0.35mm**
infill extrusion width = **0.35mm**
first layer extrusion width = **0.35mm**



che ci permette di andare ad alta velocità senza che il filo si trasformi in questa specie di collana di perline. In alcuni casi l'accensione della ventola cura il difetto in quanto lo scambio di calore fra il filo già deposto e quello in fase di deposizione raffredda il PLA sufficientemente in fretta ed impedisce la creazione dei mini grumi a perlina. In altri casi si può semplicemente scendere di temperatura finché questo comportamento sparisce. Non abbiate paura a scendere perché il PLA – a differenza dell'ABS – offre una ottima adesione fra

strati anche se la temperatura può sembrare bassa. Nelle nostre prove, siamo partiti da PLA che avevamo valutato come adatti ai 215 gradi per poi scoprire che a 205 tenevano bene anche con velocità oltre i 100mm/sec. Ricapitolando, se il PLA tende a non fare più il filamento omogeneo, ma si trasforma in pallini, o trattini, o comunque perde di continuità, la temperatura è troppo alta, soprattutto se state stampando applicando il trucco della riduzione virtuale del diametro di estrusione (Fig. 1); in questo caso il PLA viene "tirato" per

ridurre il diametro del filo estruso e questo porta allo "strappo" anche a velocità relativamente basse. Osservate le immagini che abbiamo preparato per capire di quale effetto stiamo parlando (Fig. A-E). In questo caso la sperimentazione è indispensabile per conoscere il comportamento specifico di ciascun tipo di PLA che state

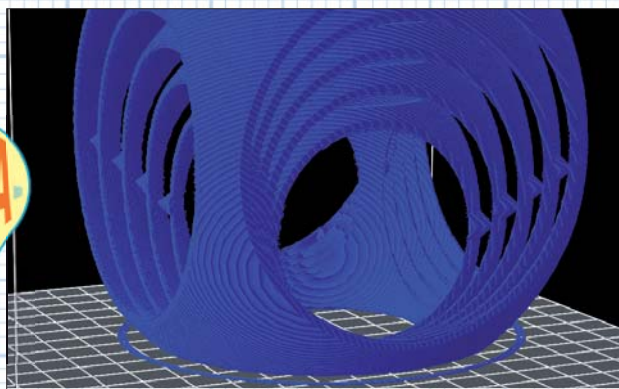


Hypercube

Questa non è una stampa facile, anzi! Ha diversi accorgimenti "onerosi" in termini di tempo e di materiale per garantire il più possibile una buona riuscita. Il primo accorgimento è un'estrusione intenzionalmente più ricca per dare maggiore robustezza ai vari pezzi che – da progetto – sono abbastanza sottili e delicati. Il diametro a 2,8 mm del filo di plastica da estrarre e la moltiplicazione per 1.3 della quantità di materiale sono il metodo che abbiamo adottato. Nelle varie prove di stampa abbiamo anche riscontrato che l'ugello tende a urtare le parti ogni volta che passa da un pezzo all'altro dei quattro elementi che salgono in verticale per ciascun cubo, sottoponendo l'oggetto a vibrazioni e urti che con grande probabilità porteranno al distacco dal piano di stampa. La soluzione al problema è stato attivare il sollevamento dell'estrusore durante gli spostamenti e questo metterà a dura prova la barra filettata del vostro asse Z. Anche i tempi di stampa risentono MOLTO di questo movimento verticale aggiunto agli spostamenti orizzontali, ma gli

urti e le sollecitazioni meccaniche vengono ridotte moltissimo, evitando il pericolo del distacco. Dovete poi lavorare sulla temperatura per trovare quella che offre aderenza senza che si crei il filo sottilissimo durante il passaggio da un punto all'altro. Per motivi di matematica e di percorsi di estrusione, vengono realizzate delle bavette fra i pezzi: queste andranno eliminate con un taglierino, ma collegando le parti fra loro ci danno un ulteriore aiuto per la stabilità del pezzo durante la stampa. Con queste impostazioni siamo riusciti a stampare senza problemi, ma con tempi molto lunghi, ben due oggetti completi. Una volta realizzati, vi consigliamo di migliorare gli incavi in cui vanno alloggiati le punte dei perni di rotazione utilizzando la punta di un jack audio da 6 mm (quelli degli strumenti musicali). La punta va riscaldata con un accendino e poi premuta sull'incavo per dargli una forma migliore e più liscia; fate attenzione a non deformare l'incavo perdendo l'allineamento perpendicolare al montante del cubo. Noi abbiamo effettuato l'operazione a più riprese per non rovinare il pezzo; lo scopo di questa lavorazione è avere la rotazione di ciascun cubo senza attriti, ma senza che questo "balli" per l'eccessiva profondità degli incavi. Lavorate quindi l'incavo, provate ad assemblare quel cubo e poi ripetete se c'è ancora troppo attrito.

Nome file: **GyroCube_Up_Orange215C.gcode**



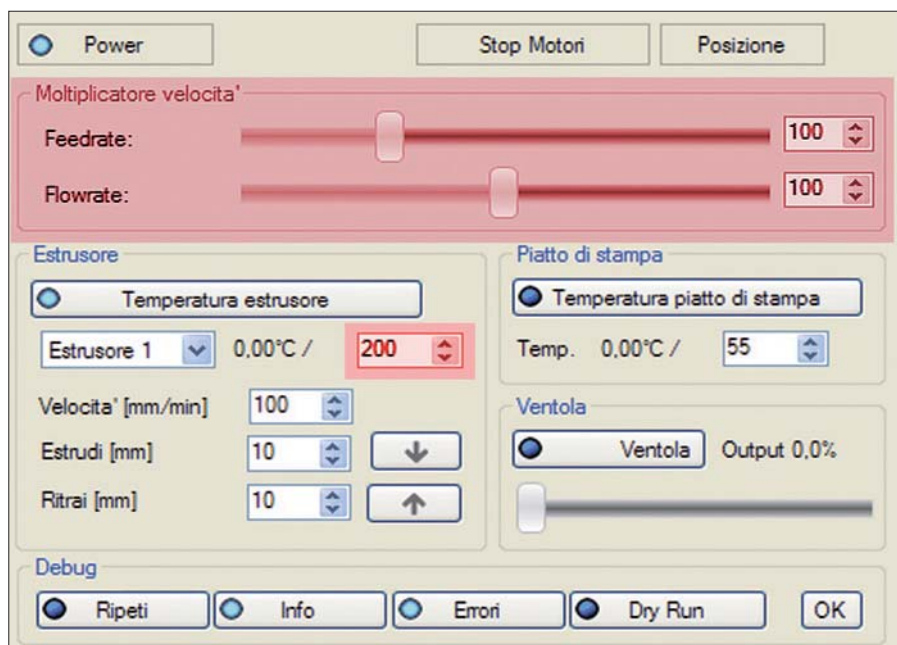


Fig. 3 - Nella scheda Controllo Manuale di Repetier si trovano le regolazioni – evidenziate in rosso – per variare la velocità di stampa, il flusso del materiale estruso e la temperatura di estrusione, tutto durante la stampa.



PARAMETRI DI STAMPA:

layer_height =	0.18
perimeters =	4
top_solid_layers =	4
bottom_solid_layers =	3
fill_density =	0.2
perimeter_speed =	90
infill_speed =	90
travel_speed =	140
scale =	1
nozzle_diameter =	0.5
filament_diameter =	2.8
extrusion_multiplier =	1.3
perimeters extrusion width =	0.80mm
infill extrusion width =	0.80mm
first layer extrusion width =	0.70mm

utilizzando. Trovate uno dei tanti modelli per test in cui viene stampato un singolo perimetro in una struttura verticale (thin wall test o simile) e individuate l'intervallo di temperatura in cui la parete cresce compatta e omogenea alle varie velocità; probabilmente dovrete creare una piccola tabella relazionando velocità a temperatura. La mezza giornata spesa per queste prove vi permetterà però d'intervenire in modo efficace sulle stampe utilizzando nel modo migliore le tre regolazioni (velocità, estrusione e temperatura) che Repetier-Host permette di gestire in tempo reale durante la stampa (Fig. 3).

LA PREPARAZIONE DEL PIATTO DI STAMPA

Le ultime considerazioni che vogliamo fare prima di passare alle stampe riguarda proprio il piatto dove la plastica viene depositata strato dopo strato. 3Drag si caratterizza per una soluzione basata su una basetta di vetronite, trattata con carta vetrata fine per scoprire le fibre di vetro che la compongono. La porosità della basetta permette alla plastica

fusa di trovare un "appiglio" e infatti serve un taglierino per staccare ogni stampa una volta terminato il processo. Se la forma del modello ha delle pareti spesse e una base di appoggio molto estesa, c'è la possibilità che raffreddandosi la plastica cambi le sue dimensioni (si restringa) fino a far staccare gli angoli e i punti più esterni. Questo fenomeno è noto e temuto da tutti coloro che stampano, soprattutto con ABS e meno con PLA. Questo è il motivo per cui si usa il piatto riscaldato che mantiene il materiale a una temperatura in cui è ancora "morbido" e quindi non si deforma ritraendosi. Il piatto riscaldato però può provocare ustioni se non trattato con attenzione, oltre a consumare altri ampere di alimentazione. Per chi stampa con il PLA l'alternativa è migliorare l'aderenza del piatto di stampa aggiungendo qualcosa che tenga più della sola vetronite resa porosa con la carta vetrata. Al proposito le soluzioni più pratiche ed economiche sono due: la prima prevede l'uso di un velo di colla vinilica diluita (Vinavil), steso con un batuffolo di cotone ogni due o tre stampe, rimosso periodicamente - con un po' di acqua per ammorbidirlo - con il taglierino a lama larga (o un raschietto) quando la superficie non è più uniforme. La seconda soluzione invece è di recente individuazione e si basa sui fogli adesivi di pellicola per la stampa di etichette Inkjet: queste pellicole da stampa sono con un adesivo permanente applicato a una pellicola molto robusta e indeformabile su cui è steso uno strato di gelatina che serve a fissare l'inchiostro liquido in modo permanente. La superficie della gelatina è satinata e porosa, offrendo un ottimo appiglio al PLA. Oltre a questo, quando si

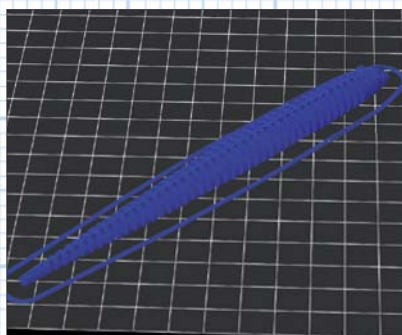
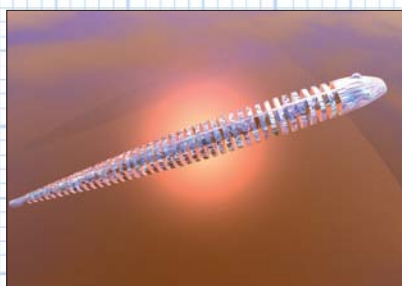
ha sui bordi l'instaurarsi della trazione per la tendenza a incurvarsi dell'oggetto in stampa, il foglio può staccarsi di poco dalla vetronite "accompagnando" la trazione del modello che viene così scaricata e contrastata, senza che l'oggetto si stacchi dal foglio (Fig. 4). Questo foglio adesivo tende a consumarsi con il tempo, lasciando la gelatina attaccata al PLA e perdendo quindi di adesione. Il costo è comunque ridotto e pensiamo che sia giustificato per i risultati che offre.

I FILE STL E G-CODE

Per passare dalle parole ai fatti, in questo "Focus Stampa 3D" abbiamo inserito dieci stampe, ciascuna delle quali mette in risalto una o più caratteristiche della stampa 3D. Si tratta anche di un'occasione di tipo didattico dato che condivideremo con voi degli aspetti tecnici per le impostazioni di ciascuna stampa. Per darvi la possibilità di reinterpretare il nostro lavoro, non forniamo – ovviamente sul sito nell'area dedicata a 3Drag – solo

il file G-Code pronto per la stampa, ma anche il collegamento al file STL; questo permette da un lato di avere con il G-Code la "ragionevole certezza" del risultato, mentre con STL siete anche voi in condizione di reinterpretare la stampa intervenendo sulle misure, sul numero di pezzi e sui parametri di slicing per ciascun modello.

In qualche caso troverete anche le indicazioni per andare sul sito Thingiverse di Makerbot Industries e generare i file con le



Questo è uno dei classici delle stampe 3D dimostrative e nella sua semplicità ha comunque degli elementi caratteristici. È un oggetto flessibile ed elastico, in grado di dimostrare

come sia possibile sfruttare le caratteristiche del materiale di stampa attraverso la scelta degli spessori. Nello specifico, il serpentello viene realizzato con un unico perimetro che crea la struttura sotto forma di costole e dorsale. Osservando i movimenti di stampa, si vede come testa e coda siano di fatto collegati da una specie di molla. Se il perimetro fosse composto da due pareti, la flessibilità sarebbe molto minore perché fino a mezzo millimetro di spessore il PLA è flessibile, a 1 mm diventa invece più rigido. Chi ha progettato il modello ha quindi fatto un ragionamento sul funzionamento del programma di slicing, così da obbligarlo a generare – con i normali parametri di stampa – solo un perimetro esterno e nessun riempimento nelle costole, un perimetro sovrapposto

Serpente flessibile

costole uniti per effetto dello schiacciamento dell'estrusione, ma se regolate opportunamente l'altezza dell'estrusore riuscirete a tenere le due facce delle costole separate ed il serpente potrà non solo essere flessibile a sinistra e a destra, ma anche arcuato sulla schiena, proprio perché le "costole" possono aprirsi nella parte bassa. Come esercizio, potete cercare i parametri corretti per stampare una versione flessibile, ma che occupa l'intera diagonale del nostro piano di stampa, raggiungendo la ragguardevole lunghezza di oltre 25 centimetri.

Nome File: **LongSnake.gcode**

PARAMETRI DI STAMPA:

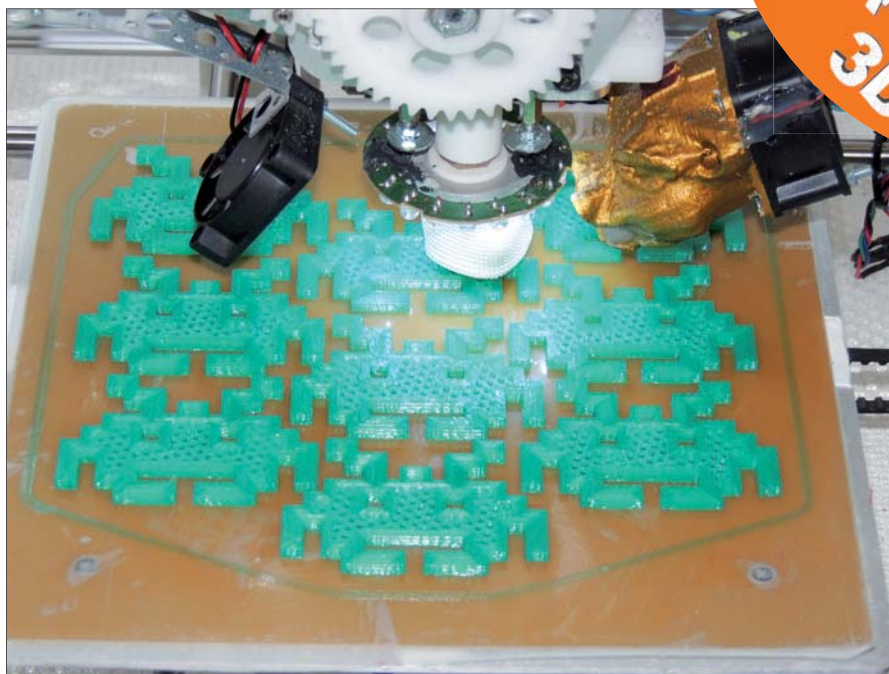
layer_height =	0.3
perimeters =	1
solid_layers =	3
fill_density =	0.3
nozzle_diameter =	0.5
filament_diameter =	3
extrusion_multiplier =	1.1
perimeter_speed =	40
infill_speed =	50
travel_speed =	100
extrusion_width_ratio =	1
scale =	0.8
single wall width =	0.70mm

per la spina dorsale e il corretto riempimento di testa e coda. Se ingrandiamo il modello, questo perde la caratteristica del singolo strato sulle costole e la flessibilità diminuisce. Da notare che nella maggior parte dei casi, il primo strato tiene i due perimetri delle



vostre personalizzazioni. Tutti i nostri G-Code, infine, sono per la stampa in PLA con un range di temperature medio. Interventite - se necessario - con i comandi manuali per alzare o abbassare la temperatura. Ricordate che c'è sempre la reimpostazione della temperatura alla fine del primo layer.

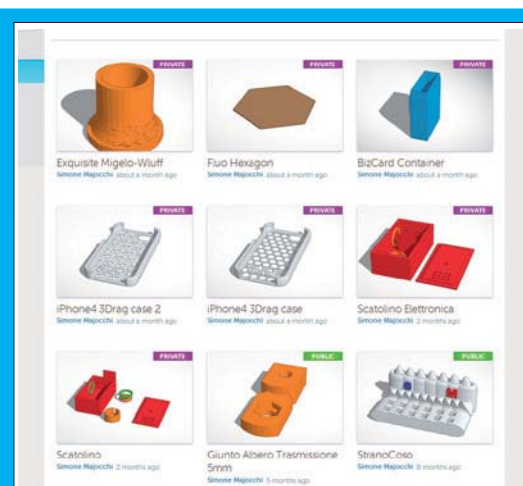
Fig. 4 - Questa stampa è fatta su un piatto in vetronite ricoperto dalla pellicola adesiva per le etichette da stampa su inkjet, codice Avery J8567 e disponibili da Futura Elettronica.



Tinkercad ce l'ha fatta!

Il 26 marzo di quest'anno, i creatori di Tinkercad annunciavano a tutti i propri utenti registrati la dismissione del progetto che, dopo una fase progressiva di riduzione delle funzionalità e senza supporto, sarebbe stato scollegato dalla rete il 31 giugno 2014. Chi ha usato Tinkercad sa che si tratta di un ottimo prodotto, sviluppato in modo innovativo con un'interfaccia WebGL e basato su codice in grado di scalare ad applica-

zioni ancora più ricche come lo scripting e l'importazione di modelli STL e SVG; eppure in quei tre anni di vita gli utenti che avevano preso confidenza con questo sistema di modellazione sono stati migliaia. Le risorse sono però costose e non avendo trovato un modello di business efficace gli autori hanno pensato di spostare la loro attenzione su un altro progetto, annunciando la dismissione.



Il 19 maggio è invece successo "il miracolo" e Autodesk ha acquisito lo stile e le tecnologie di Tinkercad che - con effetto immediato dall'annuncio - ha ripreso ad accettare utenti e a permettere l'utilizzo senza limitazioni. Si tratta di una grande notizia per tutti coloro che non hanno particolare esperienza nella modellazione 3D e che - per l'estrema semplicità dell'interfaccia - possono comunque ottenere dei risultati impeccabili. Noi stessi ricorriamo a Tinkercad per molte realizzazioni di varia complessità e quindi eravamo

stati colpiti "nel vivo" dalla notizia. Ora vogliamo augurare ad Autodesk di riuscire a mantenere lo spirito innovativo e "semplice" di questo splendido servizio che ha permesso a tanti di entrare nel mondo 3D con tanta naturalezza e concretezza. Se ancora non lo conoscete ancora, basta un browser che supporta WebGL e digitare "tinkercad.com"; iniziate con le lezioni del tutorial e poi non ne farete più a meno per tutti quei progetti "da 5 minuti", ma anche per quelli molto più complessi.



MODIFICARE IL G-CODE

Dato che questo formato è testuale, è possibile intervenire sul file per modificare il suo contenuto.

Un classico intervento riguarda

l'impostazione della temperatura di stampa del primo strato e dei successivi.

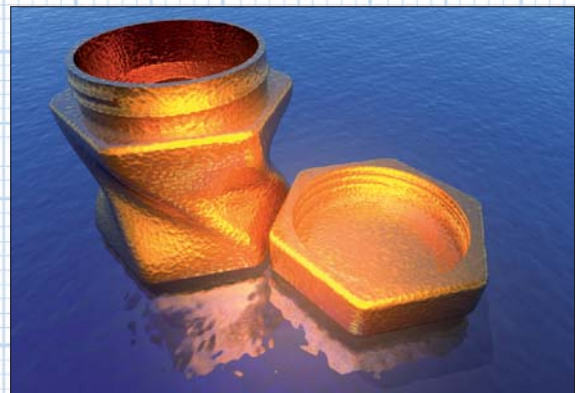
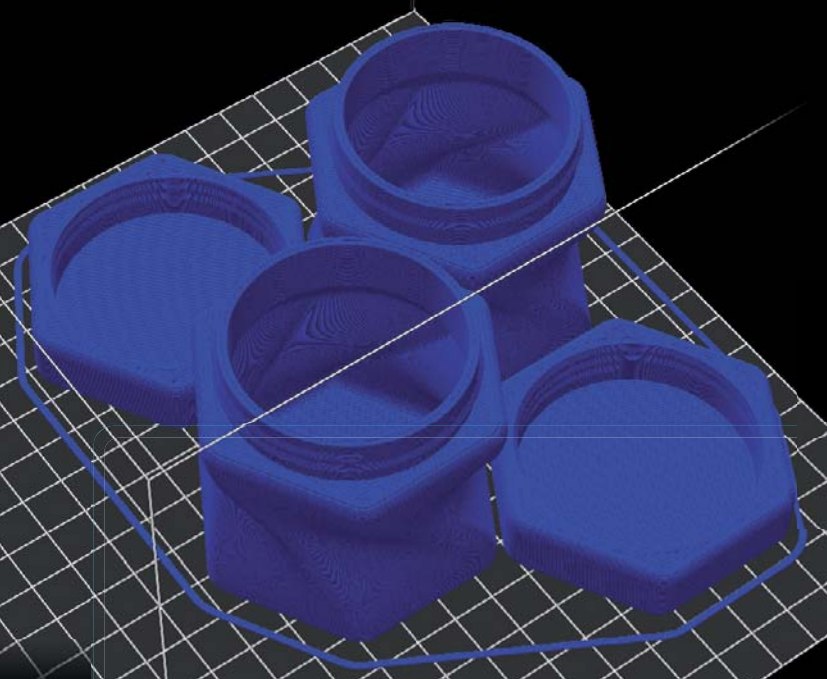
Aperto con un editor di testo il file, troverete fra le prime righe queste istruzioni:

```
M104 S200 ; set temperature
G28 ; home all axes
M109 S200 ; wait for temperature to be reached
```

Mentre alla fine del primo strato troverete il cambio della temperatura a quella scelta per gli strati successivi:

```
M104 S192 ; set temperature
G1 F1800.000 E437.06446
G92 E0
G1 Z0.480 F7200.000
```

Da notare che a tre righe di distanza si trova l'istruzione per il movimento sull'asse Z che – nell'esempio – ci dice che l'estrusore si sposta a 0,48 millimetri dal piano di stampa. L'istruzione



Twisted cap bottle multi size

Il modello originale fa parte della storia della stampa 3D in quanto è stato – ed è tutt'ora – il campione che Stratasys invia a chi ne fa richiesta per dimostrare la qualità delle proprie stampanti. Il modello è stato rilasciato nel pubblico dominio da tempo e quindi le versioni e reinterpretazioni sono facilmente reperibili. Noi abbiamo scelto l'originale e ne abbiamo solo modificato la scala

per renderlo più adatto alla creazione di un oggetto robusto e maneggiabile senza problemi. Quando avrete terminato la stampa, dovrete aver cura di ripulire un po' il filetto del tappo, per eliminare qualsiasi sbavatura o "pallino" di plastica. Il passo successivo è avvitare e svitare il tappo con rotazioni via via più complete per aiutare i due filetti a lavorare nel modo corretto; non

forzate troppo o bloccherete il tappo. Se il tappo fa molta fatica ad avvitarsi, vuol dire che avete stampato troppo "abbondante" e quindi le parti sono dimensionalmente più grandi del dovuto, mentre se il tappo "balla", la stampa è stata povera di plastica. In entrambi i casi avete il parametro relativo al numero di step per estrarre un millimetro di filo che è errato. Lo trovate in Repetier alla voce Configurazione -> Configurazione Firmware EEPROM. La finestra che si apre ha nella prima riga una serie di caselle e l'ultima è quella che determina quanto deve girare la ruota dell'estrusore per caricare nel sistema un millimetro di plastica. Se il vostro filo di PLA o ABS non ha il diametro previsto di 3mm, avrete stampe più "magre" o "grasse" e questo

PARAMETRI DI STAMPA:

layer_height =	0.18	travel_speed =	140
perimeters =	4	scale =	1
top_solid_layers =	4	nozzle_diameter =	0.5
bottom_solid_layers =	3	filament_diameter =	3
fill_density =	0.2	extrusion_multiplier =	1
perimeter_speed =	90	perimeters extrusion width =	0.35mm
infill_speed =	90	infill extrusion width =	0.35mm
		first layer extrusion width =	0.35mm

Dove scaricare tutti i file?

I file dei modelli presentati nei box "IDEA" sono presenti sul nostro sito dedicato alla stampa 3D: **3dprint.elettronica.in.it**.

Andate nell'area "Ready to Print" e scegliete il collegamento "Focus Stampa 3D" per accedere alla pagina dedicata dove troverete tutti i link ai file STL e G-CODE. I file sono compressi per ridurre il tempo di trasferimento; ricordate di espanderli prima di aprirli con Repetier o Slic3r per le lavorazioni successive.

che dovete cercare è "M104" che è seguita dal parametro "S<temperatura>".

Dopo le modifiche salvate il vostro file rinominandolo opportunamente.

Per fare un esempio dell'utilità di questo intervento, potete cambiare tutti i file da noi forniti per essere utilizzati con ABS. Basta intervenire sulla temperatura del primo strato cambiando gli M104 e M109 iniziali ai 250/265 gradi (usate i valori che sapete funzionare al meglio con i vostri ABS) e quindi cercate il M104 a fine del primo strato per impostare la temperatura di stampa per tutti gli altri strati. Ricordate infine che il valore di Z è assoluto e quindi basta fare due conti

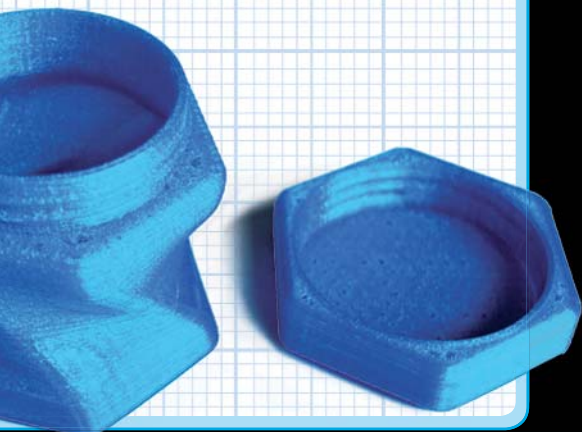
per sapere a quale valore di Z corrisponde un qualsiasi layer di stampa.

Con questa informazione potete ad esempio interrompere la stampa in un layer preciso per consentire un cambio di colore, oppure potete correggere dei problemi che capitano su uno specifico strato. Tutte le istruzioni G-Code utilizzabili con 3Drag/Marlin sono documentate sia sul sito di Marlin (<https://github.com/ErikZalm/Marlin>), sia sul wiki di RepRap. Repetier, nel G-Code Editor offre anche una finestra di aiuto che spiega i comandi standard.

parametro vi permette di compensare il problema. Ci sono anche altri modi per risolvere il problema, ma questo è il più rapido, anche a slicing effettuato. Diversamente potete agire sul profilo del Filament Setting di Slic3r e rendere la modifica specifica per ciascun tipo di PLA o ABS utilizzato. Vi invitiamo a stampare questo modello in varie scale per apprezzarne le caratteristiche. Noi siamo arrivati al 3x. Il file G-Code fornito stampa due set a dimensione doppia rispetto al modello STL: siamo certi che uno dei due vi sarà immediatamente sequestrato da un vostro amico e quindi tanto vale stamparne subito due.

Nome File:

Twisted_Bottle_mm_2_x2_3Drag0K.gcode



Stampa grassa o stampa magra?

Uno dei "grandi problemi" durante la stampa di un modello è la variazione nel diametro del filo e la differenza fra un colore e l'altro o da una partita e l'altra di materiale plastico. Per quanto ci si adoperi per trovare le impostazioni migliori, il numero di microstep che il motore deve effettuare per spingere nell'estrusore un millimetro di filo è conseguenza di parecchi parametri fisici – dall'effettivo diametro del bullone zigrinato al diametro del filo a quanto il filo viene inciso dai denti e altro ancora – che possono variare l'effettiva quantità di materiale che viene trasformata nel nostro oggetto. In pratica, ci sono stampe che con il medesimo file in G-Code risultano più "magre" ed altre che risultano più "grasse". Una superficie che dovrebbe essere piena risulta a volte con i singoli fili ben visibili, altre volte risulta ruvida per l'eccesso di materiale. La soluzione arriva dall'autore di Repetier-host che, sfruttando una caratteristica del firmware Marlin, ha aggiunto nella sezione dei controlli di velocità in tempo reale il cursore "FLOWRATE" sotto quello di "Feedrate". Con Flowrate viene inviata l'istruzione G-Code M221 che permette di definire un fattore di moltiplicazione (maggiore o minore di 1) per aumentare o diminuire la quantità di materiale realmente estruso rispetto a quanto previsto dal G-Code e, in precedenza, definito dai parametri di slicing. Grazie a questa nuova funzionalità potrete quindi compensare in tempo reale le stampe che a vista sono troppo scarse o troppo ricche di plastica a causa delle diverse caratteristiche del filo di stampa utilizzato.



Stampa GRASSA



Stampa OTTIMALE



Stampa MAGRA

Controlla i tuoi dispositivi da remoto tramite LAN e Internet.

cod. VM201
€ 189,00

SCHEDA ETHERNET CON 8 RELÉ E DISPLAY

- * È in grado di attivare o disattivare fino a 8 relé e verificare lo stato dell'ingresso;
- * Inviare rapporti tramite email;
- * Gestire uscite temporizzate mediante programmi giornalieri;
- * App gratuita per dispositivi Apple;
- * Fornita già montata e collaudata.

cod. ETH-RLY02
€ 68,00

SCHEDA ETHERNET CON 2 RELÉ 16A

- * 2 uscite a relé N.O. e N.C. con LED di stato;
- * Alimentazione 12Vdc;
- * Dimensioni 85 x 66 x 20mm;
- * Disponibile applicazione gratuita per Android;
- * Fornita già montata e collaudata.

cod. ETH-RLY16
€ 86,50

SCHEDA ETHERNET CON 8 RELÉ 16A

- * 8 uscite a relé N.O. e N.C. con LED di stato;
- * Alimentazione 12Vdc;
- * Dimensioni 143 x 85 x 20mm;
- * Fornita già montata e collaudata.



Schermata dell'App per VM201

La parola all'architetto
che ha rivoluzionato
il software di slicing
rendendolo migliore, più
veloce e user friendly.

IL 3D

DI ALESSANDRO RANELLUCCI

Parlano di modelli da stampare e di come sia oggi semplice e veloce raggiungere ottimi risultati, ci è sembrato importante completare l'articolo con un'intervista ad Alessandro Ranellucci, l'autore di Slic3r e quindi colui che permette a tutti noi - con il suo software Open Source - di raggiungere ogni giorno nuove mete nella stampa 3D. Alessandro è anche uno dei quattro fondatori di Unterwelt a Roma: un maker space dove periodicamente

i fondatori si incontrano per discutere e sviluppare nuove idee. Unterwelt nel tempo e con il passa parola ha però iniziato a catalizzare le attenzioni nell'ambiente makers ed è ora diventato un punto di aggregazione - a piccole dosi e compatibilmente con gli spazi - per il mondo dei maker romani. Poi, come ci ha detto Alessandro, "alla nostra porta bussano persone che hanno idee e progetti che vogliono condividere e spesso ci troviamo ad avere ospiti con cui passiamo



del tempo che avevamo invece programmato per portare avanti i nostri lavori.”

Come e perché hai iniziato a sviluppare Slic3r?

Da utente RepRap di un paio d'anni fa - un'epoca in cui si iniziavano a vedere stampe promettenti, ma la tecnologia era ancora farraginosa - soffrivo per la complessità della calibrazione che richiedeva un'alchimia di parametri da trovare sperimentalmente e da non toccare più. Il software era il collo di bottiglia per lo sviluppo di queste macchine e un grande ostacolo per la loro diffusione. Il 90% della community RepRap è composto da persone con competenze meccaniche, mentre il software è portato avanti da pochi utenti. Già dopo poche settimane si era creato molto interesse intorno a Slic3r per via della sua velocità di elaborazione. Arrivare alla stampa con spessore degli strati a 10 micron è stato possibile perché con Slic3r si impiegavano alcuni minuti anziché alcune ore. Skeinforge era arrivato ad un punto morto a causa della complessità del codice che rendeva pressoché

impossibile la sua evoluzione. L'unica strada era ricominciare da capo riscrivendo tutti gli algoritmi in modo pulito e ordinato.

Dov'è il cuore dello sviluppo 3D open?

L'Europa è stata la culla del progetto RepRap, che com'è noto nasce in Inghilterra, e tuttora ha in Olanda e Germania alcuni tra i suoi principali esponenti. Per non citare ovviamente Praga, dove opera Josef Prusa. Ma anche gli Stati Uniti ormai contribuiscono ampiamente, e anzi il primo festival RepRap si è recentemente tenuto proprio nel mid-west americano.

Come ha cambiato la tua vita essere l'autore di Slic3r?

La mia attività lavorativa è un'altra, anzi due: ho un piede nell'architettura e un piede nello sviluppo software. Il progetto Slic3r è nato con lo spirito Open Source e perché serviva a me per primo: cerco di usare tutto quello che entra - tramite le donazioni e le sponsorizzazioni - per il miglioramento del software e della documentazione. Gestire la community con le sue pro-

poste, il feedback e gli stimoli che offre richiede molto del mio tempo, che si aggiunge a quello necessario per lo sviluppo vero e proprio. Con la scelta dell'Open Source ho attivato dei meccanismi che solo la modalità Open offre: una vastissima rete di utenti che forniscono testing e feedback quasi in tempo reale. I contributi spontanei in termini di programmazione sono più scarsi vista la complessità del software.



PARAMETRI DI STAMPA:

layer_height =	0.18
perimeters =	4
top_solid_layers =	4
bottom_solid_layers =	3
fill_density =	0.2
perimeter_speed =	90
infill_speed =	90
travel_speed =	140
nozzle_diameter =	0.5
filament_diameter =	3
extrusion_multiplier =	1
perimeters extrusion width =	0.35mm
infill extrusion width =	0.35mm
solid infill extrusion width =	0.35mm
top infill extrusion width =	0.35mm
first layer extrusion width =	0.35mm

Da novembre un programmatore californiano mi affianca nello sviluppo con uno stipendio che posso offrirgli grazie ai fondi raccolti. Sempre grazie agli sponsor un professionista sta realizzando la documentazione e un manuale tecnico.

Cosa pensi della stampa 3D e di RepRap?

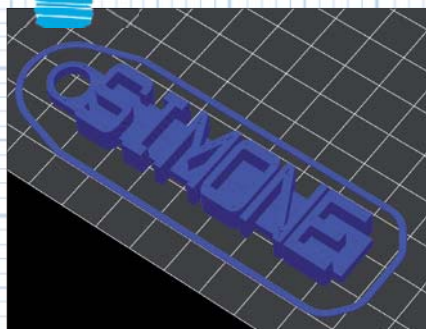
Ha portato e ha diffuso tante cose fra cui l'Open Hardware. RepRap

è una meta macchina che porta in sé molta elettronica, molto software e molta meccanica: questo le conferisce un forte valore educativo. Il progetto RepRap è oggi intenzionalmente privo di una linea unitaria e infatti più che un progetto è diventato un ecosistema, una community all'interno della quale si muovono tante

linee di ricerca individuali. Dal punto di vista della percezione da parte della gente comune sta finendo il sensazionalismo e si comincia ad assistere alle prime applicazioni utili in tanti settori: penso ai progetti nel settore educativo, o nel settore medico e dentistico soprattutto nei paesi in via di sviluppo dove l'accessi-



Portachiavi con nome



I portachiavi stampati in 3D sono un gadget di sicuro effetto, ma realizzare ogni volta un modello con un CAD per creare il nome del nostro amico o della nostra amica può essere noioso. Per questo un utente di Thingiverse ha realizzato un'applicazione (customizer, come le chiama il sito) in cui si possono immettere i parametri e il modello STL viene generato di conseguenza, pronto per la

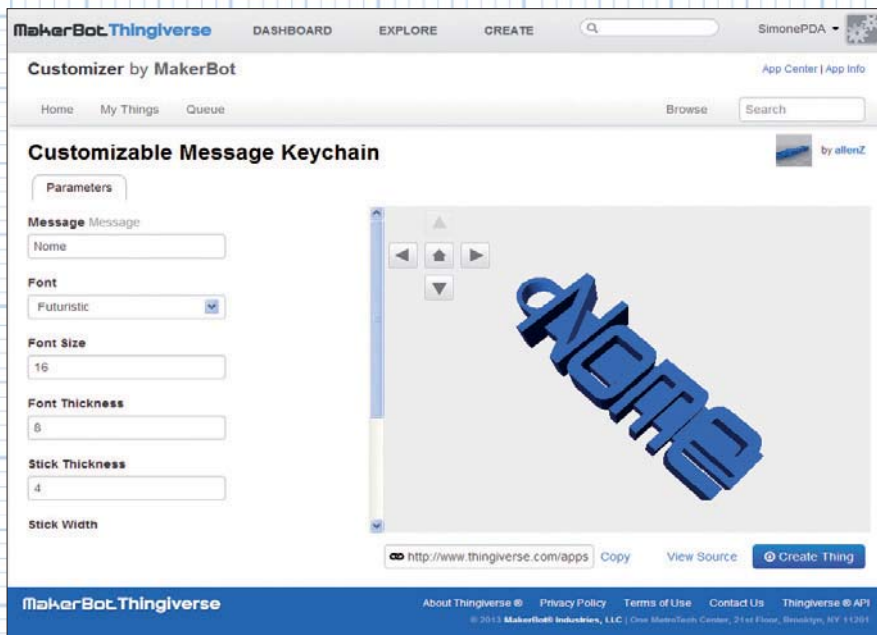


stampa. Dovete partire dall'oggetto (<http://www.thingiverse.com/thing:52734>) e poi scegliere "Open in Customizer". Vi consigliamo di scegliere il parametro Flat Bottom per avere la barretta che sostiene le lettere a contatto con il piano di stampa, mentre se avete dei nomi con delle i, dovete decidere quale strategia adottare per evitare che il puntino non sia connesso al portachiavi (allargate la striscia di base oppure usate la "i" maiuscola). Al termine, con il pulsante "create thing" avvierete la generazione che porterà ad avere il vostro portachiavi negli oggetti del vostro profilo.

Scaricate e stampate ricordando che le lettere hanno bisogno di una certa definizione e quindi anche in questo caso è meglio scendere con il diametro del filo estruso. Il file che vi diamo già pronto è con il nome Simone e i parametri sono impostati per la stampa con PLA fosforescente, che richiede una temperatura più bassa del normale. Se volete stamparlo, modificate la temperatura come spiegato in precedenza.

Nome file:

Keychain_Simone_Glow192.gcode



bilità dei costi è un fattore chiave. Per fare un esempio, stampare in economia un'arcata dentale a partire da una risonanza magnetica consente ai dentisti di studiare l'intervento in anticipo e di addestrare i loro assistenti. Poi ovviamente le decine di migliaia di stampanti RepRap diffuse nel mondo vengono usate in modo futile per stampare fischietti, vasi, pupazzi, giocattoli. Ma non dimentichiamoci che tutto questo serve a migliorare la tecnologia e ad abbassarne i costi, e quindi a renderla disponibile per gli usi più "nobili" cui accennavo prima.

Cosa prevedi per i prossimi 2 anni? Quali evoluzioni nella fascia bassa per i materiali e le tecniche?

Il futuro che prevedo si basa anche sulla stereolitografia e la stampa a polveri, sempre Open Hardware

e a costi abbordabili; e non dimentichiamo che la digital fabrication non ha bisogno solo di stampanti 3D, ma anche di versioni open di tutte le altre tecniche di fabbricazione (fresatura, piegatura, taglio laser, tessitura e così via).

Open o Closed?

Se possibile, open. Non tutti i produttori cedono alle tentazioni di chiudere le loro macchine. La piccola economia nata intorno alla stampa 3D dimostra che anche chi sceglie convintamente la strada dell'open hardware può trovare il suo modello di business. Open vuol dire incentivare costi accessibili e tecnologie diffuse, che verranno raffinate dalle tante persone che vorranno dedicarci tempo. Per molti l'apprendimento e la sperimentazione sono un obiettivo ancor più importante rispetto all'uso effettivo della

tecnologia e questo è un valore prezioso da incentivare. Chi vuole approfittare dell'assemblaggio per imparare cose nuove e conoscere tutti i dettagli di funzionamento può trovare i progetti e gli schemi elettronici e meccanici in rete e procurarsi i pezzi, magari recuperandoli da vecchio hardware, ed entrare in contatto con la community. Chi invece desidera una macchina già assemblata può senz'altro comprarla da un'azienda, pagando un prezzo più alto composto dai costi dei componenti più l'assemblaggio e l'assistenza. Io tendo a supportare quelle imprese che adottano licenze open per restituire qualcosa alla community in cambio di quello che hanno preso. Il futuro della tecnologia dipende da come noi, utenti, e in fondo anche acquirenti, decideremo di influenzarla.

Perché stampare cibo?

Quando tempo fa si era diffusa la notizia di una Makerbot modificata per stampare la salsa sui tacos, probabilmente nessuno aveva provato ad immaginare cosa sarebbe potuto accadere dopo questo primo tentativo.

Beh, il tema è molto più serio di quanto si possa immaginare e addirittura la NASA sta finanziando la ricerca per arrivare a poter mettere le 3D food printers nelle prossime missioni spaziali. Ma cosa ci si deve aspettare da questa particolare branca della stampa 3D?

Innanzitutto le stampanti in via di progettazione sono "multi materiale", ovvero dispongono di serbatoi contenenti materie prime opportunamente ingegnerizzate per dare ciascuno un apporto specifico fra quelli previsti. Ci sarà quindi un componente fatto da sole proteine, uno da

carboidrati, uno da grassi, poi integratori per Omega3, calcio e altro ancora. La provenienza di queste materie prime sarà probabilmente la più varia, dalle alghe ad alcuni vegetali per arrivare agli insetti. Fin'ora queste "materie prime" non erano considerate appetibili per aspetto e gusto, ma grazie alla possibilità di combinare e stampare i materiali in forme interessanti, con texture e dimensioni gestibili via software, diventa plausibile che si possa mangiare qualcosa che deriva dai componenti appena citati - quindi poco attraenti - ma che ha un aspetto invitante e un gusto piacevole proprio perché stampato nel modo opportuno sia per aspetto, sia per gusto.

Quello che risulta ancora più interessante è la possibilità di personalizzare il "mix" in base alle esigenze di ciascuno, combinando le quantità di proteine, grassi e carboidrati (più gli integratori) su misura per ciascuno. Questo, soprattutto nello spazio, è un grosso vantaggio ed è il motivo per cui la NASA ha deciso di investirci. Si avvicina quindi il sintetizzatore di cibi che fa bella mostra di sé sin dai primi episodi di Star Trek? Che dire... probabilmente sì, anche se le modalità per fare il cibo non sono quelle immaginate nei telefilm.

Con la stampa dei cibi in 3D, basati su formulazioni personalizzate e componenti scelti per il loro contenuto è non per il loro aspetto, vedremo quindi una nuova "rivoluzione gastronomica" e - con queste premesse - ogni sviluppo del settore è plausibile.





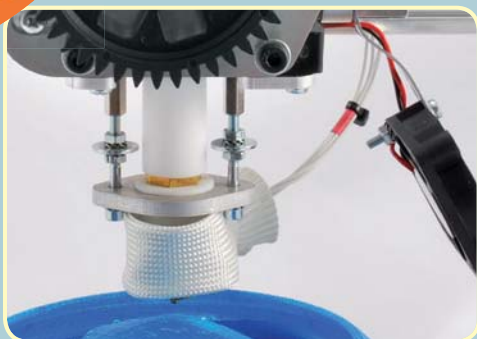
3DRAG

COMPIE
1 ANNO
E SI RINNOVA

Sono passati 12 mesi dall'entrata in funzione della nostra prima 3Drag e ora il progetto approda alla versione 1.1 con alcuni significativi miglioramenti.

Due numeri fa abbiamo presentato la scheda basata su ATmega 2560 e quindi più simile a una RAMPS che all'iniziale Sanguinololu. Ora quella scheda è diventata lo standard montato sulle nostre stampanti in produzione, permettendo maggiore affidabilità e anche nuove funzioni quali il controllo

della ventola tramite Mosfet e PWM, oltre che il collegamento di un sistema di stampa autonoma come quello descritto in questo numero. Un altro significativo miglioramento della nostra 3Drag è il rinnovato blocco estrusore: al posto del cilindro in ottone monoblocco, collegato al distanziale cilindrico in



1.

Nuovo Estrusore

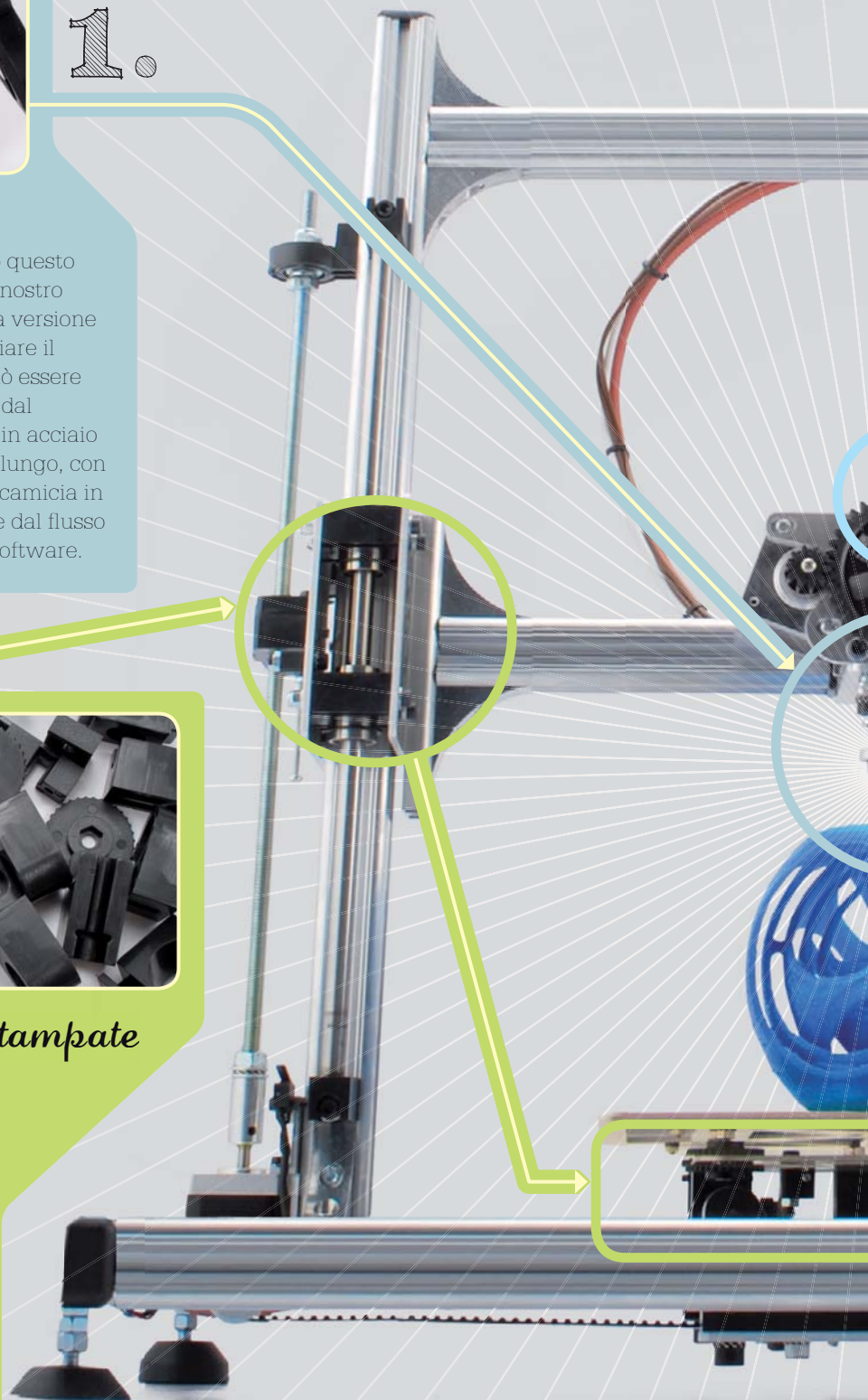
Dopo svariate prove, abbiamo realizzato questo nuovo estrusore risolvendo quelli che, a nostro avviso, erano i limiti più importanti della versione precedente. Ora si può facilmente cambiare il diametro dell'ugello dato che la testa può essere rimossa indipendentemente dal corpo e dal blocchetto. L'elemento riscaldante è ora in acciaio ed ha il corretto wattaggio per durare a lungo, con il giusto "spunto" nel riscaldamento. La camicia in fibra di vetro protegge il blocco in ottone dal flusso d'aria della ventola, ora controllata via software.

2.



Parti in plastica stampate

Al posto degli elementi in plastica lavorati al pantografo, ora vengono forniti degli elementi in plastica stampata a iniezione. Le caratteristiche meccaniche sono tali da permetterci una maggiore uniformità nella produzione, garantendo allo stesso tempo facili sostituzioni e montaggio semplificato. Tutto questo senza rinunciare alla precisione e alle soluzioni realizzate con la soluzione dei pezzi "fatti a mano".



Sistema di cambio filo semplificato

Cambiare filo di stampa richiedeva un certo sforzo perché non era facile allentare la pressione del cuscinetto sul filo; ora c'è una leva che permette di spostare facilmente indietro il blocco del cuscinetto ed ottenere quindi una rapida estrazione del filo senza agire sulla rotazione del bullone zigrinato. Un piccolo dettaglio per un significativo miglioramento funzionale.

3.



4.



Scheda ATmega 2560

Oltre a montare il chip ATmega2560, - quello di Arduino Mega - la nuova board 1.1 dispone del Mosfet di potenza per il controllo della ventola tramite Soft PWM, così come gestito dalle attuali versioni di Slic3r e Repetier-Host. La scheda, inoltre, è stata dimensionata per gestire correttamente anche il piatto riscaldato con il suo sensore di temperatura (disponibili come opzione da Futura Elettronica). La nostra 3Drag v 1.1 è supportata da Marlin con il codice "77".

Tabella 1 - Modifiche Firmware Marlin per 3Drag V1.1

File Configuration.h		
Riga	Originale	Modificare in
55	#define MOTHERBOARD 7	#define MOTHERBOARD 77
75	#define DELTA	//#define DELTA
134	#define TEMP_SENSOR_0 -1	#define TEMP_SENSOR_0 5
185	#define DEFAULT_Kp 22.2	//#define DEFAULT_Kp 22.2
186	#define DEFAULT_Ki 1.08	//#define DEFAULT_Ki 1.08
187	#define DEFAULT_Kd 114	//#define DEFAULT_Kd 114
195	// #define DEFAULT_Kp 63.0	#define DEFAULT_Kp 63.0
196	// #define DEFAULT_Ki 2.25	#define DEFAULT_Ki 2.25
197	// #define DEFAULT_Kd 440	#define DEFAULT_Kd 440
268	#define ENDSTOPPULLUP_XMAX	//#define ENDSTOPPULLUP_XMAX
269	#define ENDSTOPPULLUP_YMAX	//#define ENDSTOPPULLUP_YMAX
270	#define ENDSTOPPULLUP_ZMAX	//#define ENDSTOPPULLUP_ZMAX
277	const bool X_ENDSTOPS_INVERTING = true;	const bool X_ENDSTOPS_INVERTING = false;
278	const bool Y_ENDSTOPS_INVERTING = true;	const bool Y_ENDSTOPS_INVERTING = false;
279	const bool Z_ENDSTOPS_INVERTING = true;	const bool Z_ENDSTOPS_INVERTING = false;
296	#define DISABLE_Z false	#define DISABLE_Z true
299	#define INVERT_X_DIR true	#define INVERT_X_DIR false
301	#define INVERT_Z_DIR true	#define INVERT_Z_DIR false
302	#define INVERT_E0_DIR false	#define INVERT_E0_DIR true
315	#define X_MAX_POS 205	#define X_MAX_POS 200
317	#define Y_MAX_POS 205	#define Y_MAX_POS 200
319	#define Z_MAX_POS 200	#define Z_MAX_POS 220
343	#define DEFAULT_AXIS_STEPS_PER_UNIT {78.7402,78.7402,200.0*8/3,760*1.1}	#define DEFAULT_AXIS_STEPS_PER_UNIT {64.25,64.25,2560,600}
371	//#define EEPROM_SETTINGS	#define EEPROM_SETTINGS
374	//#define EEPROM_CHITCHAT	#define EEPROM_CHITCHAT
		SOLO PER ATTIVARE IL PIATTO RISCALDATO
137	#define TEMP_SENSOR_BED 0	#define TEMP_SENSOR_BED 5
		SOLO PER ATTIVARE LA STAMPA AUTONOMA
391	//#define ULTIMAKERCONTROLLER	#define ULTIMAKERCONTROLLER

Per avere i messaggi su LCD e monitor seriale in italiano, fate la seguente modifica. Noi abbiamo preferito non attivare la traduzione per mantenere coerenza fra il programma di slicing, alcune voci di Repetier-Host e le indicazioni sul display.

File language.h		
21	#define LANGUAGE_CHOICE 1	#define LANGUAGE_CHOICE 7

teflon, abbiamo riprogettato il sistema per consentire due cose: l'eventuale cambio nelle dimensioni del foro di estrusione e una maggiore affidabilità del riscaldatore.

Come avrete notato nella pagina precedente con i dettagli delle modifiche, abbiamo anche abbandonato il silicone per alte temperature e abbiamo aggiunto una camicia in fibra di vetro per proteggere il blocchetto di ottone dall'aria soffiata dalla ventola, ora controllata via software.

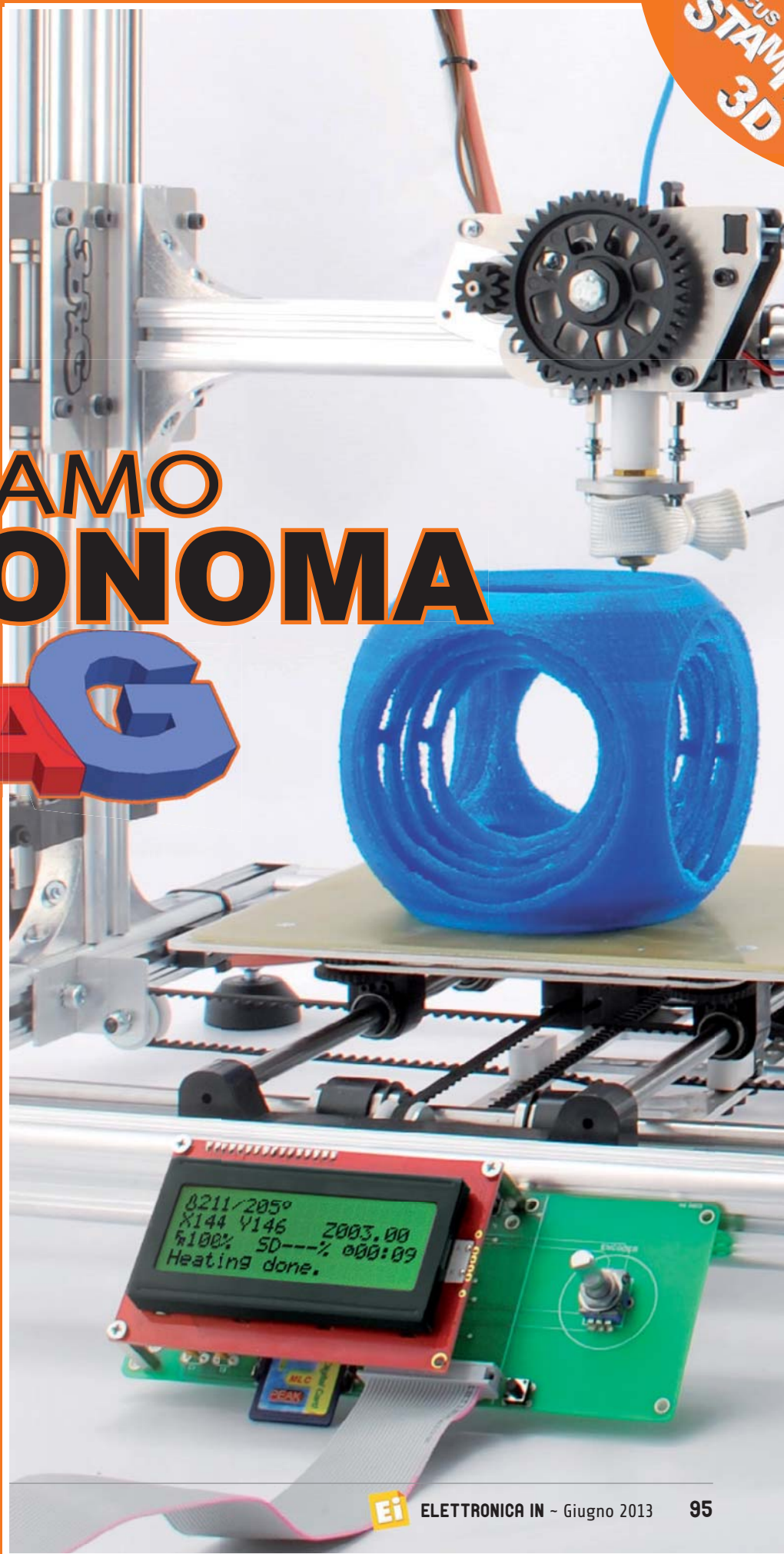
Infine 3Drag V 1.1 può contare su un set di parti, stampate a iniezione in materiale plastico, opportunamente progettato e che sostituisce tutti gli elementi precedentemente realizzati singolarmente con sistemi a controllo numerico.

Con queste modifiche, 3Drag è ancora più affidabile nel funzionamento e semplice da montare, restando aperta a tutte le modifiche software e hardware che vorrete applicare. La scheda controller è stata aggiunta a quelle supportate direttamente dal firmware Marlin ed è connotata come “// 77 = 3Drag Controller”; riportiamo le modifiche da apportare al firmware - in termini di impostazioni delle parti meccaniche ed elettromeccaniche - dato che in ogni caso queste vanno inserite manualmente in ogni nuova release. Le righe indicate sono relative alla versione del 10/06/2013 e con molta probabilità il loro numero (quello che si legge in basso a sinistra nella finestra dell'IDE di Arduino) cambierà via via che l'autore modifica e implementa funzionalità nuove al suo firmware. Sono comunque in sequenza e se il numero riga non corrisponde esattamente, cercate nelle vicinanze.

Un accessorio tanto semplice quanto indispensabile per poter controllare 3Drag e stampare senza un computer collegato grazie a un cursore, a uno slot per schede SD e a un display LCD.

RENDIAMO AUTONOMA 3DRAG

Una delle caratteristiche delle stampanti 3D è la relativa lentezza nella stampa: per quanto la meccanica di 3Drag sia in grado di raggiungere e superare la velocità 100 millimetri al secondo per la stampa, un oggetto richiede comunque decine di minuti se non ore per essere portato a termine. Basta un fill un po' impegnativo o un pezzo massiccio per entrare nell'ambito delle ore, mentre chi è ormai abituato a stampare più parti in un sol colpo, organizzandole



sul piatto di stampa, sa che può essere necessaria la nottata per stampare tutto.

In tutto questo tempo è necessario inviare alla stampante le istruzioni in G-Code per controllarne i vari movimenti fino al termine della costruzione del modello in stampa. In pratica un notebook, un PC o un altro computer deve restare acceso e collegato, con il programma di stampa in funzio-

ne. E se uno ha a disposizione solo un notebook e vuole poterlo spostare in un'altra stanza per continuare a lavorare? Oppure deve uscire di casa, sempre con il notebook? Con la stampante in stampa non si può far altro che aspettare il termine del processo, oppure si può rinunciare alla stampa in corso.

La soluzione al problema è l'aggiunta delle funzionalità per

la stampa autonoma, ovvero l'aggiunta di una scheda SD contenente i file da stampare, un pannello LCD con cui visualizzare stato, menu e comandi per la stampante e infine un sistema di selezione e input. Tutti dispositivi che normalmente si collegano a un Arduino e la nostra stampante, come molte altre RepRap, ha proprio un Arduino come cuore.

Vaso alto/basso istrice e coppa

Questa è una stampa di bassa difficoltà, tempi ridotti, ma di un certo effetto. Appartiene alla categoria dei vasi e ha la particolarità di adattarsi a rielaborazioni tramite il processo di scalatura su un solo asse offerto da Repetier. La genesi di questo modello è semplice: abbiamo trovato una coppia di vasi chiamata "Double Twisted Vase Inside Out" e dopo aver stampato quello più tondo, abbiamo pensato di rielaborare il tutto tagliando il vaso a metà. La parte inferiore è diventata la ciotola, mentre quella superiore ruotata di 180 gradi sull'asse X, normale e allungata è diventata un calice basso o alto. In tutti i casi, per stampare i vasi come questo, nati come modello 3D pieno, è necessario utilizzare delle impostazioni particolari, con i "top solid layers" impostati a 0 e il riempimento (fill) ugualmente a 0. In questo modo lo slicer produce solo la "pelle" dell'oggetto con il numero di perimetri indicato (noi abbiamo scelto 2 per dare un po' di robustezza), la base d'appoggio (bottom solid layer) e nient'altro. Questa serie di tre vasi, che abbiamo raccolto sotto un unico gruppo di cui avete tre STL



e un G-Code, si presta a numerose sperimentazioni su parametri quali perimetri, velocità di stampa, spessore (z) degli strati e temperature. Come nota pratica, vi segnaliamo che nel calice basso è critica la serie dei primi strati a causa delle temperature troppo elevate (accendete la ventola alla fine del 1° layer) o velocità di stampa sostenute, mentre dopo i primi 30 strati la difficoltà della stampa rientra

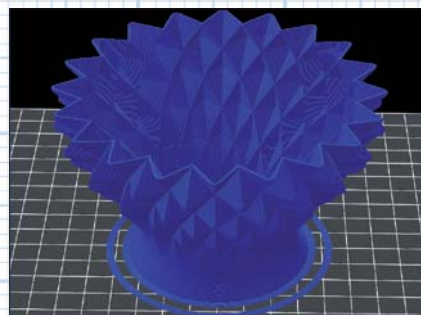
nella norma. Il problema sta nel fatto che in questi primi strati il diametro si stringe molto rapidamente, arrivando ad un angolo delle pareti tale da essere critico con Z superiori a 0.18mm; se poi il materiale è troppo caldo e morbido, lo strato si affloscia e la stampa viene compromessa.

Nome file:
DoubleInsideout100 CaliceAlto.gcode

PARAMETRI DI STAMPA:

layer_height = 0.2
perimeters = 2
top_solid_layers = 0
bottom_solid_layers = 4
fill_density = 0
perimeter_speed = 80
infill_speed = 80

travel_speed = 100
nozzle_diameter = 0.5
filament_diameter = 3
extrusion_multiplier = 1
perimeters extrusion width = 0.85mm
infill extrusion width = 1.02mm
solid infill extrusion width = 0.85mm
top infill extrusion width = 0.85mm
first layer extrusion width = 0.60mm



PREDISPOSIZIONE SOFTWARE

Uno dei motivi che ci ha portato quasi un anno fa a preferire Marlin come firmware agli altri, tutto sommato equivalenti all'epoca, è stato l'approccio innovativo che l'autore ha dimostrato sin dalle prime versioni. La scelta si è rivelata vincente e molte altre stampanti 3D sfruttano con profitto questo firmware, così come sono molti gli utenti che hanno

scelto di passare da Pronterface a Repetier-Host.

Ora Marlin ci permette di gestire le funzionalità per la stampa autonoma disponendo già da varie release di tutto il codice necessario per questa modalità funzionale. Chi ha provato ad aggiornare la scheda avrà notato che nel firmware sono presenti dei moduli dedicati sia al pilotaggio degli LCD, sia alla gestione

della scheda di memoria SD.

Basta quindi intervenire su pochi file per avere la stampante perfettamente operativa in modalità autonoma.

CON PC E SENZA PC

Nel realizzare il sistema di

Verme snodato



La prima volta che abbiamo stampato questo modello, siamo rimasti stregati dalla "magia" dei modelli con snodi auto assemblanti. In pratica, un pezzo unico diventava un vermicello con quattro parti snodate fra loro, ma indissolubilmente collegate. Il trucco sta in un sistema di perni e cavità che si creano e si chiudono durante il processo di stampa a strati, con ciascun segmento che viene quindi agganciato al precedente con il perno,

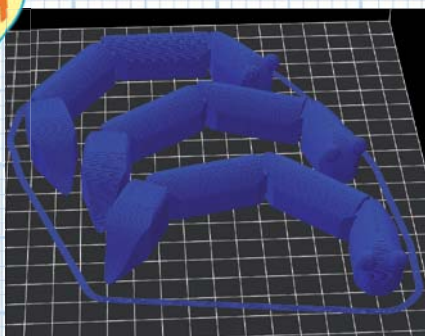
ma con le cavità che si appoggiano e non si saldano al segmento precedente grazie a qualche strato di separazione. Terminata la stampa, si staccano i pezzi e con un po' di forza si sbloccano le giunture. Va fatto un movimento di rotazione senza strappi o senza colpi secchi: il PLA cederà nei punti dove gli strati sono a contatto e lo snodo sarà libero.

Con qualche movimento ripetuto, la situazione migliora fino ad avere una completa libertà di movimento. Il file di stampa che vi abbiamo preparato ha tre vermi ingranditi a 1.2 rispetto all'originale, con un maggior dettaglio nella stampa grazie all'impostazione a 0.4 mm del diametro di estrusione per perimetri e fill. Quando si stampa "truccando" il diametro del filo estruso, la temperatura va impostata con precisione e quindi a seconda del PLA usato potrete dover alzare o abbassare i valori in corso di stampa.

Per prendere confidenza con la stampa di questo oggetto, potete portare il curso-

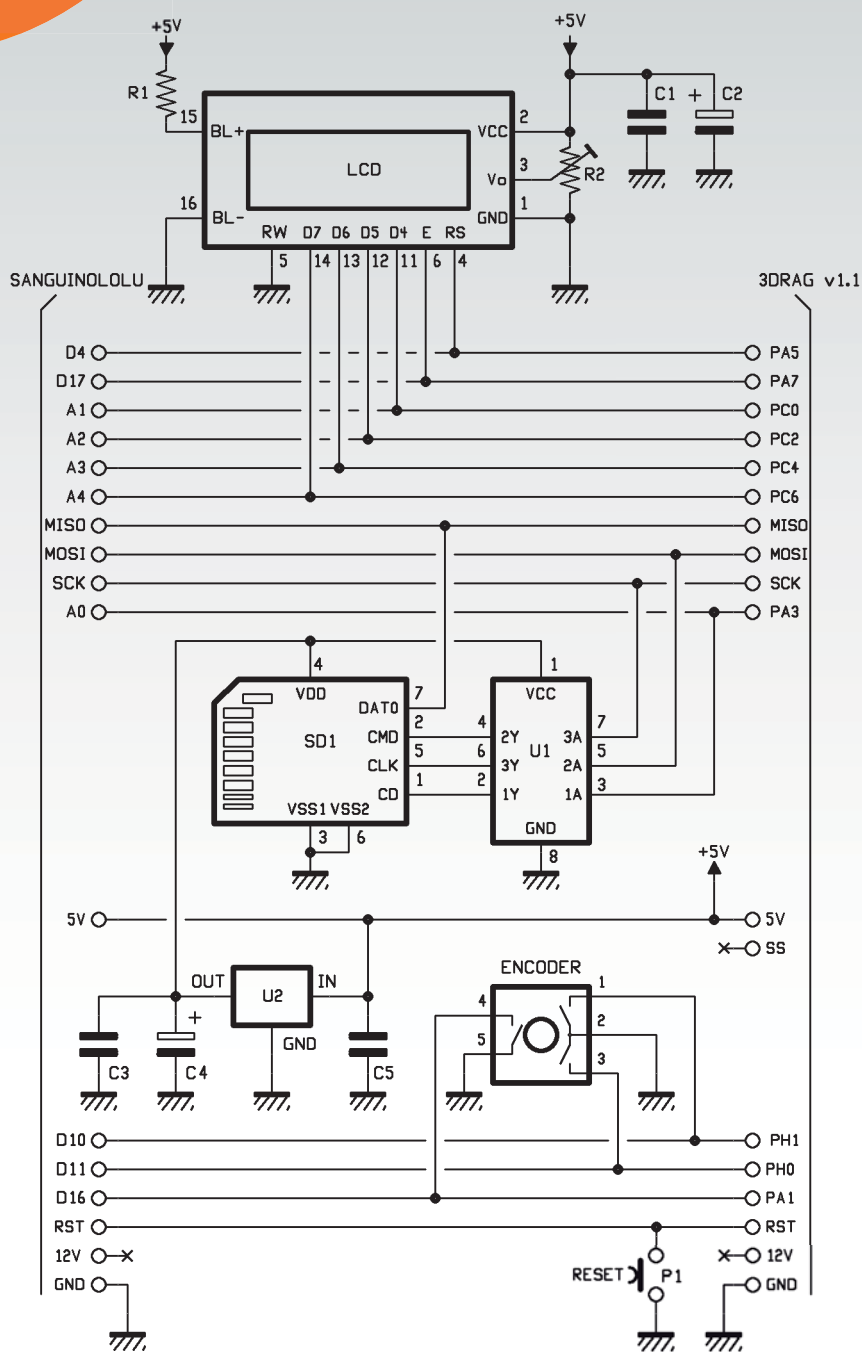
re "feedrate" a 60 per far rallentare la stampa dei primi strati, consentendovi di trovare le temperature ottimali, quindi aumentate a passi di 10 fino a tornare al 100% della velocità (90 mm/sec) che permette di avere il risultato perfetto solo se le temperature sono a posto. Tre vermi, ingranditi e stampati a 0.4 mm di diametro del filo estruso richiedono almeno 4 ore per essere stampati, mentre se stampate un solo elemento, a dimensioni naturali, avete il risultato in circa 50 minuti. Noi vi forniamo il G-Code per i 3 vermi ingranditi, mentre quello con un solo verme potete provare a realizzarlo voi scegliendo i parametri che ritenete adatti.

Nome File: **worm_snodato_x3_pla.gcode**



PARAMETRI DI STAMPA:

layer_height =	0.18	nozzle_diameter =	0.5
perimeters =	1	filament_diameter =	3
top_solid_layers =	4	extrusion_multiplier =	1
bottom_solid_layers =	4	perimeters extrusion width =	0.40mm
fill_density =	0.3	infill extrusion width =	0.40mm
perimeter_speed =	90	solid infill extrusion width =	0.40mm
infill_speed =	90	top infill extrusion width =	0.40mm
travel_speed =	140	first layer extrusion width =	0.80mm



stampa autonoma, Erik van der Zalm ha studiato una soluzione completa e di grande comodità: l'utente può gestire un approccio di tipo "carica, bufferizza e stampa" che libera il PC dopo aver trasferito su SD il file da stampare, oppure "stampa da SD" senza che il PC entri a far parte del processo, interamente gestito dal display LCD aggiunto

alla stampante. Come vedremo in fase di messa in opera e collaudo, l'obiettivo di rendere 3Drag e le stampanti dotate di questo firmware delle vere stampanti autonome è stato pienamente raggiunto; nella stampa di file presenti su SD, ma

con la stampante collegata a un pc, grazie alla serie di messaggi e comandi che il firmware ricetrasmette via seriale con il computer ospite si ha un controllo del processo di stampa ancora completo di tutte le opzioni che offrono i migliori pacchetti di stampa da PC. Senza PC, invece, abbiamo il controllo da display ed encoder di temperatura in tempo reale, accelerazione, velocità, flow rate, preriscaldamento, blocco e rilascio dei motori, spostamenti e tutto il controllo del posizionamento del piano o dell'estrusore, più l'avvio della stampa in manuale o in automatico tramite autostart.

LO SCHEMA ELETTRICO

Il circuito utilizza i due connettori della scheda Sanguinololu 1.3a - posti vicino al pulsante di reset - o il connettore della nostra scheda 3Drag v 1.1 per portare alcune linee dati al display LCD, i pin di SPI per gestire la scheda SD, tre ingressi digitali per il digital encoder e il click di selezione e la linea di Reset per consentire di intervenire in caso di necessità. Il fatto che si riesca a collegare tutti questi nuovi elementi alla scheda deriva dal fatto che il circuito utilizza sì parecchie porte di I/O digitali e due analogiche per azionare motori, riscaldatori e leggere i vari microswitch, ma resta ancora quel tanto che basta di I/O per i nostri scopi. Quello che invece non basta sono i 64K di memoria



dell'ATmega 664P, montato su Sanguinololu. La nostra scheda invece già dispone di un ATmega 2560 con 256K di memoria Flash per il firmware e quindi non ha problemi a caricare e far girare Marlin compilato con le opzioni SD e LCD attivate. Il display utilizza solo sette collegamenti:

LCD-RS: PB4/PWM
(Sanguinololu riporta erroneamente D12)
LCD-RW: GND
LCD-E: PC1/SDA
LCD-DB4: A1
LCD-DB5: A2
LCD-DB6: A3
LCD-DB7: A4

La modalità di colloquio con il controller di tipo Hitachi HD44780 è su quattro linee dati; vengono mandati due nibble per ricreare un byte. La libreria per usare questo tipo di display con il protocollo necessario fa parte del "core" ed è quindi presente da tempo nella distribuzione base dell'IDE di Arduino. La scheda SD si collega invece ai pin per il colloquio SPI, presente su Sanguinololu per consentire la programmazione di bootloader e firmware anche con il microcontrollore nuovo (ovvero privo del bootloader Arduino).

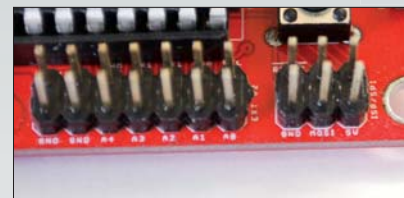
SD-CS: A0
SD-DI: MOSI
SD-SCLK: SCK
SD-DO: MISO

Come richiede la libreria relativa all'uso delle SD e di SPI, oltre ai pin nativi della porta SPI dell'ATmega, un pin va destinato al chip select del dispositivo e nel nostro caso è stato utilizzato A0 riconfigurato come I/O digitale in uscita (PA3 nel caso della scheda 3Drag V.1.1).

Per adattare tensioni e livelli agli standard delle schede SD e microSD è presente sia il regolatore di tensione MCP1702-3302E, sia l'adattatore di livelli 74HC4050. Il primo dei due circuiti integrati ci permette di portare a 3,3V l'alimentazione della scheda di memoria, rendendo così il circuito conforme agli standard delle memorie di questo tipo: lo standard prevede che l'alimentazione possa scendere anche a 2,7V, ma non deve superare i 3,6V. Per la comunicazione, noterete come i segnali che vanno dal microcontrollore della stampante, ovvero MOSI, SCK e il pin per selezionare il dispositivo (CO nello schema), allo slot in cui inserirete la memoria transitano da U1. Questo adattatore di livelli ha dei buffer non invertenti che accettano sugli ingressi - contrassegnati con A - ingressi fino a 15V per il valore logico 1, mentre questo livello sulle uscite - contrassegnate con Y - è limitato alla tensione di alimentazione dell'integrato che, nel nostro caso, arriva dal regolatore da 3,3V.

Il pin (DAT0) su cui la scheda SD invia i dati al microcontrollore secondo il protocollo SPI, (MISO) non ha alcun adattatore di livello perché un livello di 3,3V viene già interpretato dall'elettronica del microcontrollore come un livello logico "1" (sopra la soglia d'incertezza dei 2,5V).

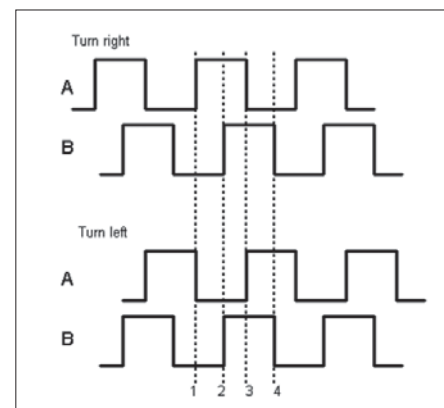
Il componente indicato come Encoder, sullo schema, è nella sua semplicità un dispositivo che ci permette di scorrere il cursore sui menu nelle due direzioni "su" e "giù"; in realtà i due interruttori collegati ai pin 1, 2, e 3 generano impulsi con i fronti di salita sfasati per consentire di capire se la rotazione è oraria o antioraria. La chiusura del contatto fra i pin 4 e 5, generata dalla pressione sull'alberino, è raccolta e



interpretata dal software come il comando di selezione. In pratica questo componente si comporta come la rotella d'interazione montata sulle autovetture di alcune marche tedesche che hanno trovato il sistema "turn and click" molto efficace per scorrere dei menu composti da liste su più livelli.

ENCODER-PUSH: PC0/SCL
ENCODER-RIGHT: PD2/RX1
ENCODER-LEFT: PD3/TX1

Il pulsante di reset è infine collegato al pin di Reset del micro, presente sul connettore a sei pin dell'ISP e necessario in fase di programmazione. Per noi diventa importante al fine di



Lo sfasamento dei segnali di un encoder digitale.

I file di configurazione

Per poter far funzionare il sistema di stampa autonoma è necessario partire dai sorgenti di Marlin, quindi fare le modifiche al file Configuration.h e poi verificare che sia tutto a posto anche in PINS.H (anche se è solo una precauzione). Iniziamo da chi ha una scheda controller di tipo **Sanguinololu**; questa scheda viene indicata in Configuration.h come 62 e dispone già di una serie di impostazioni definite da tempo. Ovviamente i parametri hardware specifici di 3Drag, relativi agli step dei motori, le accelerazioni e il funzionamento dei fine corsa va impostato come descritto nell'articolo di presentazione di 3Drag, mentre per aggiungere questo pannello dovete intervenire su altri parametri che trovate nella sezione "//LCD and SD support".

Fate riferimento agli estratti che trovate in questo box per capire dove intervenire: sono le righe evidenziate in neretto. Se vi sentite "persi", potete sempre recuperare dal nostro sito - 3dprint.elettronica.in - il firmware correttamente impostato per 3Drag con Sanguinololu e attivare le poche righe. Se invece imparate ad apportare tutte le varie modifiche manualmente, potrete cambiare firmware tutte e volte che vorrete in piena autonomia. Riportiamo anche PINS.H per darvi riscontro di come siano mappati i pin di LCD ed Encoder. Dato che il processore sulla board Sanguinololu va cambiato con un ATmega 1284P (dotato della memoria necessaria ad ospitare il codice), abbiamo predisposto il kit con il chip ATmega sostitutivo già programmato, mentre chi vuole fare tutto da sé può far riferimento alle istruzioni che si trovano in rete per programmare il 1284P con un bootloader Arduino per poi poterlo programmare normalmente con il firmware Marlin opportunamente modificato. Se avete una 3Drag V1.1 allora la scheda dispone di un ATmega 2560 e non va sostituito; dovete solo riprogrammarlo con la versione di Marlin modificata per avere SD e display LCD attivati. La nuova scheda di 3Drag V 1.1 è ora supportata direttamente da Marlin. Per essere certi che il sistema di stampa autonoma funzioni anche sulla nuova scheda, indicata nel firmware come "// 77 = 3Drag Controller", dovete necessariamente usare un firmware Marlin successivo al 10 giugno 2013, le versioni precedenti non riportano ancora la nostra scheda e le modifiche sarebbero impegnative. Ricordate che nel firmware vanno sempre impostati in Configuration.h i valori relativi ai microswitch e ai motori; trovate queste informazioni anche su questo numero, in fondo all'articolo di presentazione della nuova 3Drag v 1.1, a pag. 94. L'autore del firmware non ha creato degli automa-

tismi per impostare questi parametri anche perché sono molto "personali", ovvero ogni utente può ad esempio decidere di posizionare un microswitch a inizio o fine corsa, scegliendo la modalità normalmente aperto o normalmente chiuso; il numero di step per i motori dipende sia dai ponticelli scelti per la gestione dei microstep, sia dalle dimensioni fisiche di ingranaggi, pulegge ecc.

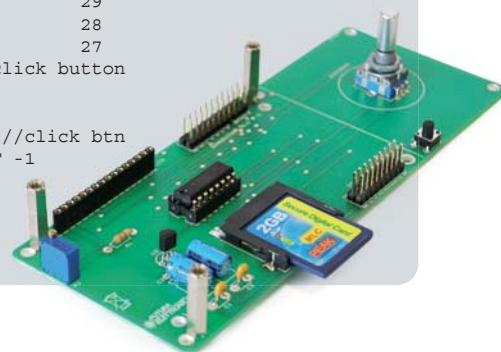
Quanto abbiamo riportato a pag. 94 è quindi la "carta d'identità meccanica ed elettrica" della nostra 3Drag, montata seguendo le nostre indicazioni, da integrare nel firmware per consentirne il corretto funzionamento. Sempre a pag. 94 trovate come attivare la stampa autonoma su 3Drag v 1.1.

Da CONFIGURATION.H (per Sanguinololu)

```
// 62 = Sanguinololu 1.2 and above
...
#define MOTHERBOARD 62
...
// EEPROM
...
#define EEPROM_SETTINGS
...
#define EEPROM_CHITCHAT
...
//LCD and SD support
...
#define SDSUPPORT // Enable SD Card Support in Hardware Console
...
#define ULTIPANEL //the ultipanel as on thingiverse
```

Da PINS.H (per Sanguinololu)

```
#ifndef ULTRA_LCD
#define NEWPANEL
//we have no buzzer installed
#define BEEPER -1
...
#define LCD_PINS_RS 4
#define LCD_PINS_ENABLE 17
#define LCD_PINS_D4 30
#define LCD_PINS_D5 29
#define LCD_PINS_D6 28
#define LCD_PINS_D7 27
//The encoder and click button
#define BTN_EN1 11
#define BTN_EN2 10
#define BTN_ENC 16 //click btn
#define SDCARDDTECT -1
#endif //Newpanel
#endif //Ultipanel
```



"sbloccare" la stampante in caso di crash, errore o altre situazioni in cui un Reset è la via più breve per riprendere il controllo della situazione.

RESET: RESET

Tutti questi collegamenti sono effettuati su pin diversi nel caso si utilizzi la nostra nuova scheda di controllo per 3Drag, versione 1.1.

I collegamenti sono i seguenti:

LCD-RS: PA5
 LCD-RW: GND
 LCD-E: PA7
 LCD-DB4: PC0
 LCD-DB5: PC2
 LCD-DB6: PC4
 LCD-DB7: PC6
 SD-CS: PA3
 SD-DI: MOSI
 SD-SCLK: SCK
 SD-DO: MISO

ENCODER-PUSH: PA1
 ENCODER-RIGHT: PH1
 ENCODER-LEFT: PH0
 RESET: RESET

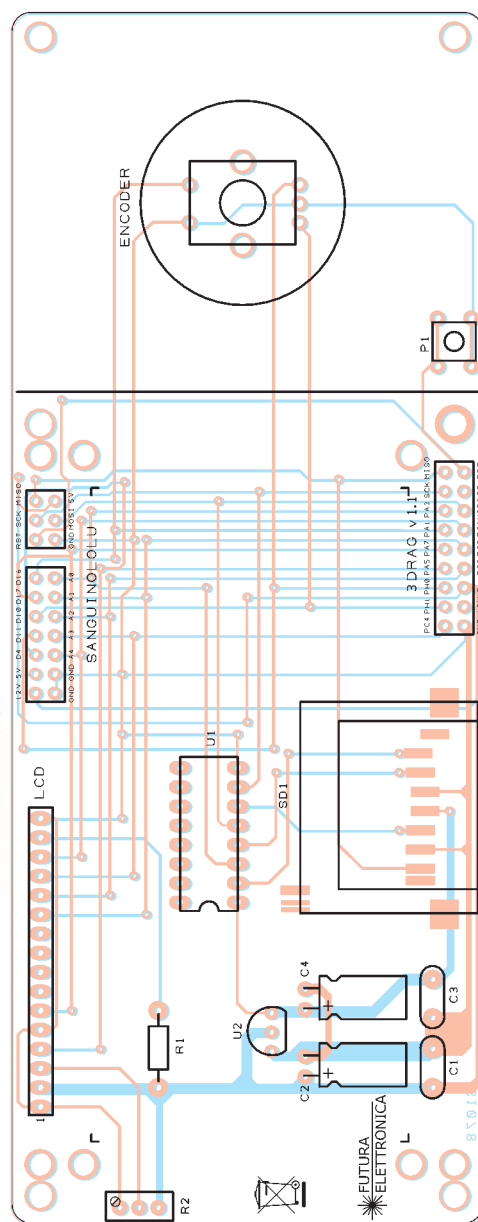
La flessibilità del firmware Marlin permette comunque di rimappare tutti i vari pin nel modo opportuno, modificando il file PINS.H; per vostra comodità,

Elenco Componenti:

R1: 33 ohm
R2: Trimmer multigiri
10 kohm
C1, C3: 100 nF
multistrato
C2: 100 μ F 16 VL
elettrolitico
C4: 100 μ F 16 VL
elettrolitico
P1: Microswitch
SD1: Connettore
SD-Card
U1: 74HC4050
U2: MCP1702-3302E/TO
ENCODER:
Encoder rotativo
(cod. ENCODER12MM)
LCD: Display LCD 20x4
(cod. LCD20X4)

Varie:

- Zoccolo 8+8
- Strip maschio 3 poli
11mm (2 pz.)
- Strip maschio 7 poli
11mm (2 pz.)
- Strip maschio 9 poli
11mm (2 pz.)
- Strip maschio 16 poli
25mm (1 pz.)
- Strip femmina 16 poli
(1 pz.)
- Torretta F/F 20mm
(3 pz.)
- Vite 3MA/8mm testa
conica (6 pz.)
- Flat cable
con connettore universale
- Circuito stampato



sul nostro sito è disponibile il file per la scheda di nostra produzione con le definizioni dei pin gestite attraverso l'aggiunta della definizione di una nuova scheda – la nostra - fra quelle disponibili in Configuration.h.

I pochi componenti passivi che trovate sulla basetta sono condensatori che servono per filtrare l'alimentazione che, pur arrivando dallo stabilizzatore della sche-

da della stampante, passando su un cavo flat potrebbe raccogliere interferenze; il piccolo trimmer R2 che serve per la regolazione del contrasto del pannello LCD, mentre R1 ha il compito di limitare la corrente assorbita dalla retroilluminazione LED.

La scheda SD viene letta tramite lo Slot SD1 da stampato; abbiamo scelto il formato SD e non microSD perché lo riteniamo molto

più robusto fisicamente per un impiego con ripetuti inserimenti ed estrazioni.

Poi, abbiamo tutti in giro per casa una o più schede SD che avanzano perché sostituite dalle ora più diffuse microSD.

Infine, se acquistate una microSD, solitamente viene fornita con un adattatore di formato che ne permette comunque l'uso negli slot per SD.

IL MONTAGGIO

Il circuito stampato che abbiamo predisposto è di tipo a doppia faccia e monta componenti di tipo tradizionale. Potete scaricare come sempre i master dal nostro sito per produrre la basetta autonomamente, oppure potete approfittare delle nostre versioni in kit.

I componenti sono pochi e non ci sono particolari difficoltà nel montaggio, ma come sempre è meglio partire dai componenti passivi più a basso profilo per terminare con i componenti attivi

e i vari strip di collegamento.

La scheda che abbiamo realizzato è compatibile con l'elettronica della nostra prima 3Drag (e con tutte le stampanti che utilizzano la scheda controller "Sanguinololu" fino alla release 1.3a) tramite il connettore dedicato, mentre chi ha una 3Drag con la scheda di nostra progettazione utilizza il connettore indicato con 3Drag V 1.1. In teoria potreste quindi saldare i pinstrip maschio solo del connettore che vi interessa utilizzare, senza montare l'altro. Quando montate il regolatore

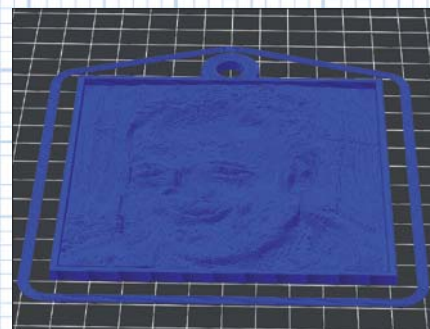
U2, fate attenzione a come lo posizionate e allo stesso modo il circuito integrato U1 a sedici pin, va orientato rispettando la tacca di riferimento che permette di individuare il pin 1. Anche C2 e C4 hanno una polarità e pertanto questa va rispettata. Vi ricordiamo che il reoforo più lungo corrisponde al positivo, mentre la banda continua stampigliata sull'involucro individua il reoforo del negativo. Lo slot per scheda SD è stato scelto fra quelli che hanno il montaggio più semplice, con saldature e terminali che non

Foto a strati - Lithopane



Per finire in bellezza, vi proponiamo una stampa 3D molto particolare. A seconda del materiale utilizzato, si ha l'attenuazione della luce trasmessa molto variabile. Il PLA offre varie gra-

dazioni di attenuazione, iniziando con il neutro, passando dai trasparenti (giallo, rosso, verde, argento, oro, blu) e finendo con quelli opachi (verde nucleare, arancio, rosa, grigio, bianco e nero), con il fosforescente che rappresenta una categoria a sé stante. Questa introduzione serve a capire come funziona la stampa delle fotografie in 3D: stratificando l'immagine con il numero di strati che corrisponde all'intensità del nero in ciascun punto. Il risultato è una stampa 3D che vista direttamente dice poco, ma che illuminata in trasparenza acquista la dinamica della fotografia da cui è stata creata. L'effetto è più facile da mostrare con un'immagine che da spiegare e il risultato è decisamente interessante. Per realizzare le vostre foto 3D (o lithopanes - modalità molto diffusa a fine 19° secolo per "nascondere" immagini di fanciulle poco vestite nei fondi delle tazze da the in porcellana) useremo la sintesi additiva con



una soluzione resa disponibile su Thingiverse (<http://www.thingiverse.com/thing:74322>), mentre chi ha un sistema ad ablazione con fresa (un CNC), probabilmente già conosce questa tecnica; se volete una carrellata di esempi, cercate in Google immagini Lithopane. Con Thingiverse, l'immagine da trasformare in stampa 3D ha 100x100 pixel di risoluzione



PARAMETRI DI STAMPA:

layer_height =	0.18	nozzle_diameter =	0.5
perimeters =	2	filament_diameter =	3
top_solid_layers =	4	extrusion_multiplier =	1
bottom_solid_layers =	4	perimeters extrusion width =	0.40mm
fill_density =	0.4	infill extrusion width =	0.40mm
perimeter_speed =	50	solid infill extrusion width =	0.40mm
infill_speed =	50	top infill extrusion width =	0.40mm
travel_speed =	120	first layer extrusion width =	0.60mm

richiedono attrezzi specifici o per SMD e il tutto dovrebbe essere pronto per l'uso in poco tempo.

PREPARAZIONE DEL SOFTWARE

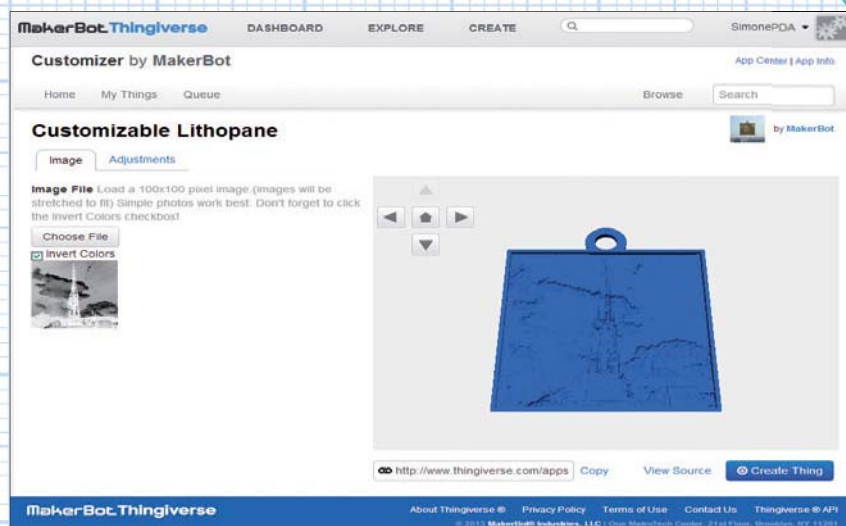
Questo pannello di controllo per la stampa autonoma non contiene di per sé le funzionalità che servono allo scopo: la memoria contiene i file, ma deve essere letta e il display mostra quello che gli viene inviato. Le reali funzionalità sono contenute dal firmware della scheda e nello specifico dal firmware Marlin. Tra librerie e codice aggiuntivo,

però, si supera il limite dei 64K di memoria disponibile per il codice sugli ATmega 664P e quindi il processore montato dalle schede Sanguinololu – incluse quelle montate sulla prima serie delle nostre 3Drag – non è adatto a far funzionare oltre a tutto il resto anche la parte di SD e LCD. Tutto questo è ampiamente documentato dall'autore del firmware e in effetti il problema è facilmente risolto passando a una versione di ATmega più capiente, ma che per nostra fortuna resta "pin to pin" compatibile. Il mi-

crocontrollore 1284P è quello più indicato per la sostituzione sulle schede Sanguinololu, mentre la nostra board 3Drag v 1.1 già dispone di un ATmega 2560 che ha addirittura 256 KB di memoria disponibile per il firmware. Come sapete, le RepRap sono nate partendo da un Arduino MEGA e poi si sono evolute con schede dedicate che, però, conservano la compatibilità con Arduino ed il suo IDE. Grazie a questo è possibile riprogrammarle con grande facilità purché il micro abbia già a bordo il bootloader. Diversamente bisogna utilizzare la programmazione tramite i pin ISP (In System Programming) del micro, a cui vanno collegati quelli di un Arduino come documentato in questo tutorial (<http://arduino.cc/en/Tutorial/ArduinoISP>).

In generale, Marlin non è comunque compilato con la parte di LCD e controllo tramite encoder attivi e per questo è necessario scaricare dal sito dell'autore l'ultima versione e procedere alla sua personalizzazione con i parametri di 3Drag nel file "Configuration.h" e attivando la parte di LCD e scheda SD tramite il relativo "#define". Trovate tutte le modifiche e le impostazioni nel box dedicato e comunque abbiamo predisposto sul nostro sito le due versioni del firmware per Sanguinololu con 1284P e per 3Drag V. 1.1 pronte all'uso. Collegiamo il cavo.

Alimentazione e linee dati passano su un unico cavo di tipo flat con due connettori agli estremi. Per chi ha una scheda Sanguinololu, serve quello con il connettore da 22 poli (due file da 11), mentre per chi ha la scheda 3Drag v 1.1 è necessario il cavo flat con connettore a 18 poli (due file da 9). A stampante spenta potete collegare il cavo da entrambe

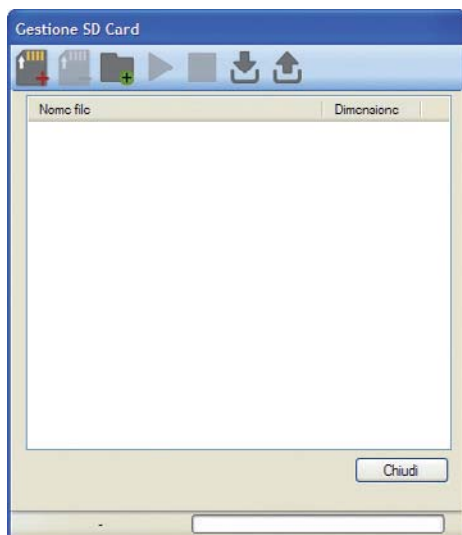


e la procedura provvede a ridimensionare quello che caricherete a questa dimensione (attenzione alle proporzioni!). Il file generato è un STL per la stampa di un pannello da 10,3 x 10,3 cm, spesso 3,8 mm. Per consentirvi di avere subito una prova abbiamo prodotto un file scegliendo l'immagine di Massimo Banzi, scattata in occasione del tour per la presentazione della Maker Faire che si terrà a Roma il prossimo ottobre. La stampa in assoluto migliore l'abbiamo ottenuta utilizzando il PLA fosforescente: grande omogeneità di estrusione – a circa 192 gradi – e soprattutto

una relativa opacità degli strati che ci ha permesso di avere un risultato con un'ottima dinamica. Voi sperimentate con i vari PLA che avete a disposizione per trovare quello che rende meglio. Lo spessore di stampa a 0.18 è quello che ci ha dato risultati migliori, mentre la densità di fill e il numero di perimetri offre risultati diversi. Se userete il nostro file in G-Code, modificate a mano o nel file le temperature per il PLA che userete.

Nome File:
Massimo_Glow_Lithoplate.gcode

*Repetier Host: il pannello
dell'SD card Manager.*



le parti facendo in modo che ci sia corrispondenza fra i pin. In pratica seguite il filo contrassegnato su un lato del cavo flat e fate in modo che se questo è dal lato di MISO e 5V (Sanguinololu), sulla scheda di stampa autonoma sia dal medesimo lato. Il medesimo ragionamento vale per la scheda 3Drag v 1.1.

COSA CAMBIA?

Con l'attivazione della parte relativa alla scheda SD, Marlin aggiunge comandi e funzioni al suo già ricco arsenale. Queste nuove funzioni hanno lo scopo di consentire la gestione dei file anche da computer, senza dover estrarre la scheda per aggiungere o modificare i file che poi saranno stampati. Con la memoria a bordo, il firmware diventa poi in grado di accodare vari lavori, comunicando sempre con il software di stampa attraverso specifici messaggi. Repetier-Host – il programma che noi utilizziamo e consigliamo per la gestione della stampante – dispone di un pannello di controllo specifico, che si trova sotto la voce "Stampante -> SD Card Manager". Con questo pannello è possibile interagire in

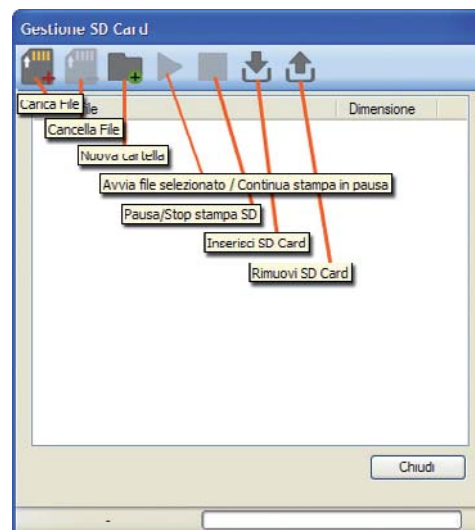
modo specifico con la stampante che, con una SD card inserita, dispone della memoria locale necessaria a "bufferizzare" uno o più file. Proprio per questa possibilità di scaricare il file, lanciare la stampa e poi scollegare il computer, Repetier-Host offre la possibilità di aggiungere comandi G-Code all'inizio e alla fine del file da stampare; con questa funzionalità diventa quindi semplice prevedere lo spegnimento dei vari riscaldatori, il posizionamento in un punto preciso e poi la disattivazione dei motori, riducendo a fine stampa l'assorbimento della stampante. Si tratta solo di un esempio, basato sulle nostre esperienze pratiche, ma la serie di comandi disponibile con il firmware Marlin potrà ispirarvi altre soluzioni d'utilizzo.

Il pannello mostra, se è presente una scheda SD, tutti i file che è possibile stampare (con ".g" quale estensione) e nasconde invece i file non stampabili e di sistema. Il file system gestito dalla libreria consente l'impiego di nomi nello standard 8.3 con sub directory nelle quali è possibile entrare e uscire cliccando opportunamente sulle etichette mostrate nell'area della lista dei file e delle cartelle. I file già presenti possono essere cancellati o avviati come stampa, mentre dal pannello è possibile creare una cartella o caricare un file da stampare successivamente. Sono presenti i due pulsanti a triangolo (PLAY) e a quadrato (STOP) con i quali si può avviare o riavviare la stampa e mettere in pausa o fermare la stampa.

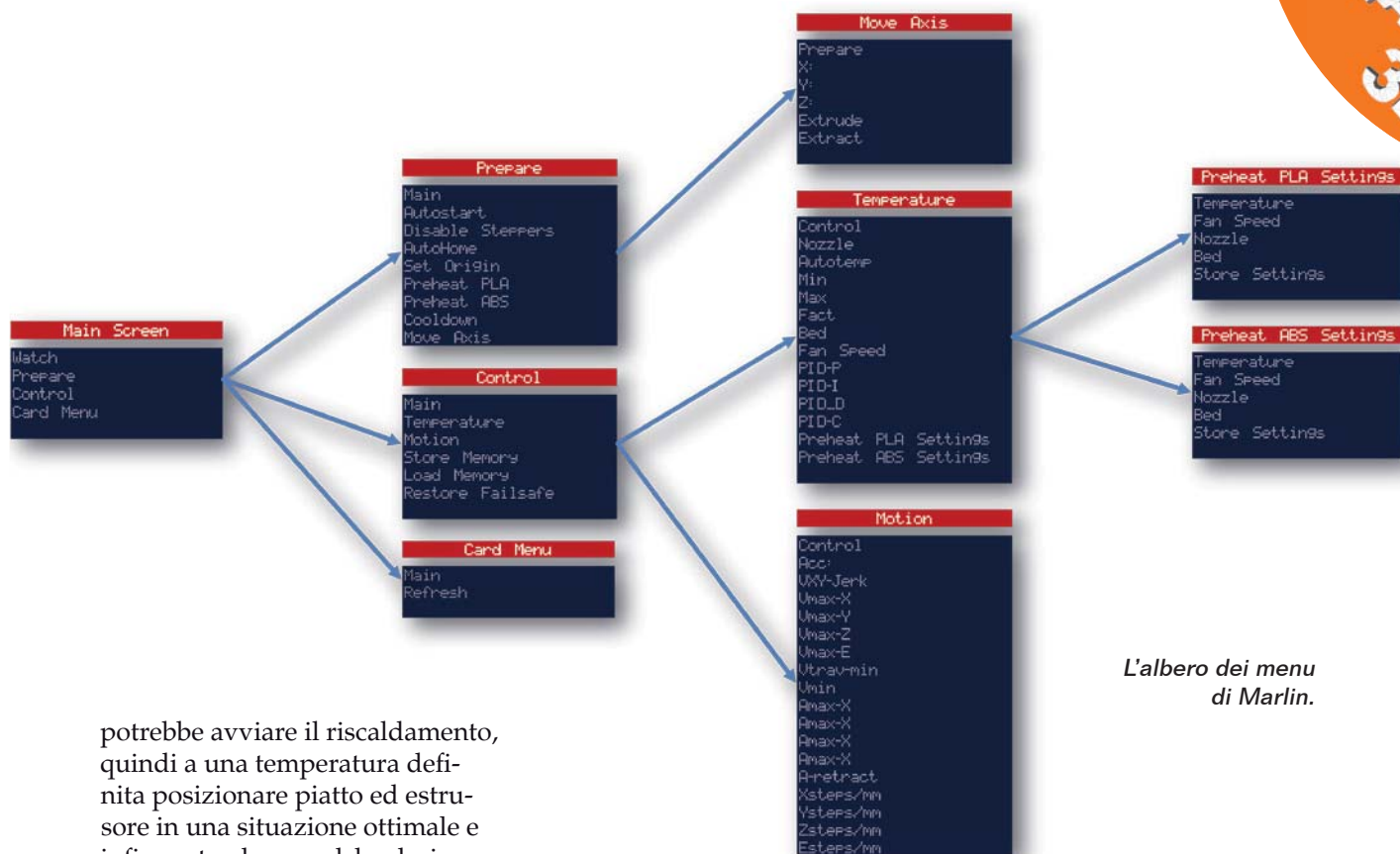
Le ultime due icone servono per chiudere i file e permettere la rimozione della SD card o per far leggere una card appena inserita. Provare a utilizzare le funzioni di questo pannello software è un buon collaudo dell'effettivo funzionamento del firmware, ma

siamo abbastanza certi che siate più ansiosi di passare all'utilizzo della stampante direttamente senza alcun collegamento. Se avete problemi, saltate al capitolo "Problemi?" e poi ritornate qui. Prima di fare stampe dalla scheda SD, dovete comunque preparare uno o più file su di essa e solo allora potrete lanciare le stampe.

Nel caricare i file, ricordate di osservare la struttura 8.3 ovvero otto caratteri al massimo per il nome, un "." e poi al massimo tre caratteri per l'estensione, ma nel nostro caso questa deve essere ".g" per i file che vorremo stampare (ad esempio "serpente.g"). Se poi il nome del file è di tipo "auto<0-9>.g" allora potrete utilizzare la stampa con l'avvio automatico in sequenza ordinata (se ci sono più file, si parte da quello con il numero più basso e poi gli altri a seguire). Gli utenti più "esperti", sapendo che all'accensione la stampante esegue questi file, può predisporre uno solo che effettua delle operazioni tramite G-Code scritto a mano e che prepara la stampante alle sue normali attività (ad esempio si



Le funzioni delle varie icone dell'interfaccia SD Card Manager di Repetier Host.



L'albero dei menu di Marlin.

potrebbe avviare il riscaldamento, quindi a una temperatura definita posizionare piatto ed estrudere in una situazione ottimale e infine estrudere qualche decina di millimetri per mettere in piena efficienza il blocco riscaldante). Come vedremo più avanti, senza rifare il boot della stampante (possibile anche premendo il pulsante di Reset del pannello), è possibile avviare l'esecuzione dei file "auto" scegliendo l'opzione Autostart dal menu su LCD.

PROBLEMI?

Se avete eseguito tutto il montaggio come indicato e avete aggiornato il software sul controller della stampante (o avete montato il nuovo ATmega fornito nel kit per schede Sanguinololu), avrete sullo schermo a LCD delle scritte. Se non appare nulla o ci sono caratteri privi di significato, c'è un problema. Potete capire se si tratta di qualche banalità nei collegamenti se tramite seriale potete gestire ancora la stampante da computer oppure avete lavorato sulla scheda SD ed ha funzionato tutto; in questo caso il problema è probabilmente legato al trimmer per regolare il contrasto: agite su di esso ed è molto

probabile che compaia il testo. Se invece avete la stampante che non risponde al pc, il firmware ha dei problemi e va riscritto facendo attenzione ad eventuali messaggi che appaiono nella finestra in basso nell'IDE. Altra possibilità, se la stampante risponde al PC, ma non vede la scheda SD e l'LCD è spento (senza neppure retroilluminazione), allora il cavo di collegamento è stato utilizzato in modo errato: connettore sbagliato sulla nuova scheda? Connettore nel verso sbagliato fra controller e scheda? Verificate e poi ridate tensione.

COSA FARE DA LCD

Con il display collegato ed attivato, il firmware presenta diverse informazioni, sia di tipo statico, sia dinamico. Nell'apposita immagine realizzata direttamente dall'autore c'è tutto l'albero dei menu, mentre durante la stampa o il funzionamento si può passare alla schermata "Watch"

("Guarda" se avete scelto l'interfaccia in lingua italiana) che mostra in tempo reale tutti i parametri funzionali come temperatura e posizione dei vari assi.

La struttura si basa su quattro voci principali – Watch, Prepare, Control, Card Menu – dai quali si può gestire la stampante vedendo cosa sta facendo (watch), oppure impostando i vari parametri funzionali e attivando i vari riscaldatori, quindi c'è la parte di controllo dove si gestiscono movimenti e parametri permanenti con ben due ulteriori livelli di menu, oppure si accede alla scheda di memoria per scegliere il file da lanciare in stampa. Da un menu al successivo si passa selezionando con il click dell'encoder (si preme la manopola), mentre per tornare al livello precedente ci si sposta in cima alla lista delle voci dove c'è sempre il titolo del menu precedente. Per impostare un parametro, ci si sposta su di esso ruotan-

do l'encoder, si clicca, si ruota la manopola per variare il valore, quindi si clicca nuovamente per uscire dal cambio del valore e tornare alla modalità di selezione delle voci della lista. I cambi di valore sono in tempo reale: come si cambia il valore di un asse, ad esempio, si aziona istantaneamente il motore.

Non mancano le funzioni per mettere in pausa la stampa ed accedere ai comandi di spostamento – utili ad esempio per cambiare il colore del filo di stampa.

SD CARICA? VIA ALLA STAMPA!

Se a questo punto avete preparato un file adatto alla vostra prima stampa di prova ed è sulla scheda SD presente nello slot del pannello aggiuntivo, potete procedere alla vostra prima vera stampa autonoma. Iniziate con l'accensione della stampante senza collegamento al PC, quindi quando apparirà la scritta "Printer ready..." potete inserire la scheda SD e vedere se sul display appare "Card inser-

ted". A questo punto con un clic entrate nel menu principale, dal quale scegliete "card menu" e successivamente il vostro file da stampare. Prima di iniziare la stampa, potreste voler sperimentare un po' con i comandi di controllo (temperatura, spostamento ecc.) e questo non può che aumentare la familiarità con le funzioni disponibili.

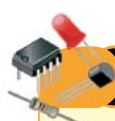
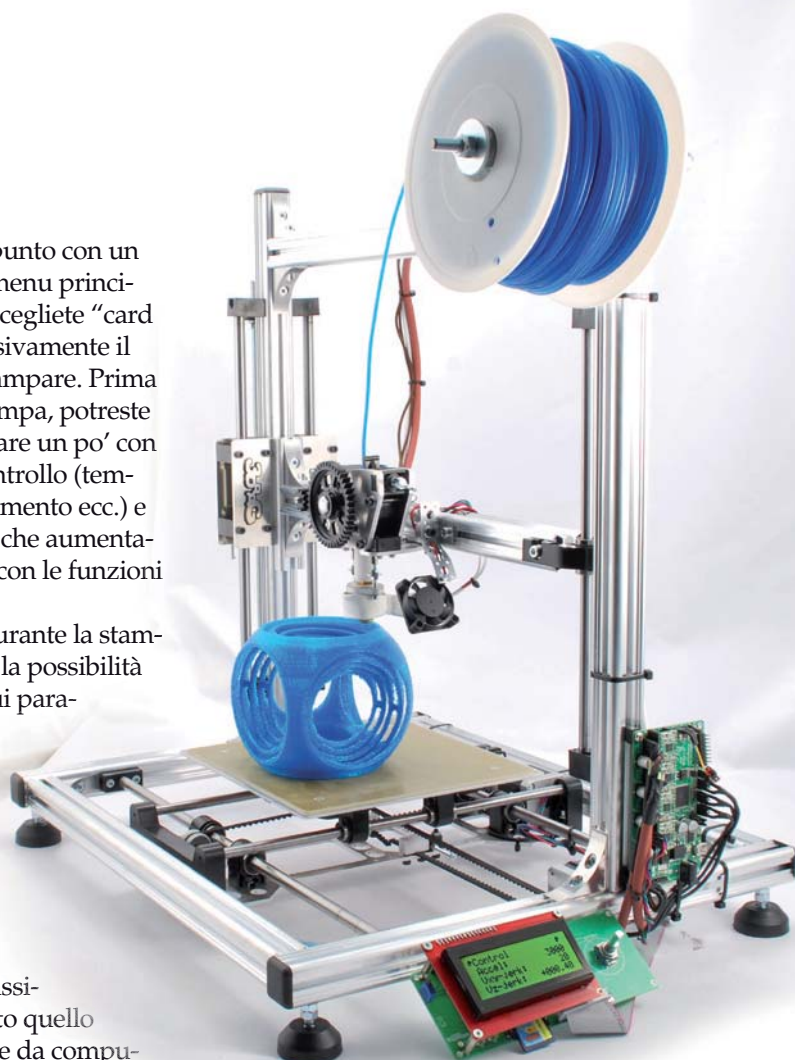
Ricordate che durante la stampa avete ancora la possibilità di intervenire sui parametri di stampa così come potete fare da Repetier-Host. Per motivi pratici e di com'è costruita l'interfaccia, vi assicuriamo che tutto quello che potevate fare da computer per controllare la stampante è ancora possibile tramite LCD, ma la posizione dei parametri e dei comandi segue una logica specifica. Fate riferimento alla mappa dei menu e confrontatela sia con la scheda dei parametri della EEPROM (su Repetier-Host), sia con le varie funzioni del "Controllo Manuale", sempre di Repetier.

OPEN SOFTWARE & HARDWARE!

Vogliamo chiudere l'articolo evidenziando che sia la parte software, sia la parte elettronica sono stati sviluppati da vari autori che hanno partecipato alla community di RepRap con il loro lavoro. Vogliamo quindi manifestare il nostro apprezzamento per la qualità raggiunta che è oggi anche superiore ad alcune soluzioni commerciali; questo dimostra che rimettere in circolo le proprie modifiche e migliorie, discutendo con la community e senza segreti o brevetti porta –

nelle situazioni giuste – ad una crescita reale e consistente del materiale. Se non avete ancora letto l'intervista all'autore di Slic3r, adesso è proprio il momento di farlo per capire meglio cosa intendiamo.

Come abbiamo indicato nell'articolo di apertura di questo "focus" sulla stampa 3D, stiamo utilizzando le versioni più recenti, ma è molto probabile – e anche desiderabile – che queste vengano presto superate da release successive. È ragionevole supporre che l'hardware non sarà da modificare, mentre i firmware e i software quasi certamente acquisiranno funzionalità nuove e diverse che non abbiamo potuto ovviamente documentare. Controllate quindi i siti degli autori e leggete le note di rilascio per decidere se è il caso di aggiornare o restare a quello che avete imparato ad utilizzare.



per il MATERIALE

Il kit completo per la stampa autonoma da collegare alla versione 1.1 della stampante 3Drag è disponibile al prezzo di 52,00 Euro (cod. FT1078K). La scatola di montaggio comprende la basetta, tutti i componenti, il display e il cavo flat; non è compresa la scheda SD. Il kit per la 3Drag versione 1.0 (che utilizza la scheda Sanguinololu) costa invece 61,00 Euro (cod. FT1078SK) e contiene in più un chip ATmega 1284PU completo di bootloader. I prezzi si intendono IVA compresa.

Il materiale va richiesto a:

Futura Elettronica, Via Adige 11,
21013 Gallarate (VA)

Tel: 0331-799775 • Fax: 0331-792287
<http://www.futurashop.it>

COME FARE UN CONTENITORE DA STAMPARE IN 3D

La stampante 3Drag si adatta molto bene alla realizzazione di oggetti utili e noi abbiamo realizzato il contenitore per il circuito di stampa autonoma.



di SIMONE MAJOCCHI

Il numero scorso vi abbiamo presentato un sistema da collegare al controller di 3Drag per gestire la stampa dei file in G-Code direttamente da scheda SD grazie a un display LCD e a un encoder rotativo con pulsante. La basetta è stata realizzata già con l'idea di racchiuderla in un

contenitore, ma evidentemente non esiste in commercio un contenitore che la possa ospitare senza dover effettuare una serie di forature e di lavorazioni meccaniche. Tutto questo era vero fino a qualche anno fa e molti hobbysti di elettronica sanno bene che "il contenitore" è spesso più laborioso di tutta l'intera parte elettronica, a meno che non si parta da qualche modello standard già in fase di layout della basetta. Oggi siamo invece liberi dai vincoli dei contenitori per i nostri progetti perché abbiamo l'asso nella

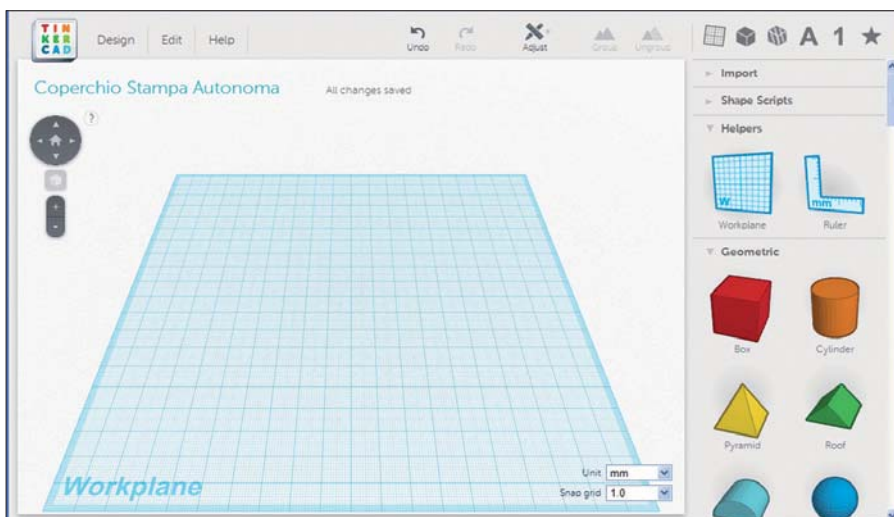


Fig. 1

manica, ovvero la stampante 3D. Come riesce a stampare vasi e fischietti, evidentemente è in grado di stampare anche contenitori e scatole, ma come si può facilmente immaginare, serve il modello fatto su misura per ciascun progetto. Siti come *Thingiverse* sono pieni di modelli, parti e pezzi, ma è quasi certo che non si trovi quello che serve esattamente al nostro scopo. La soluzione passa quindi per la progettazione fatta *ad hoc* e questo potrebbe sembrare un passo troppo complicato per una semplice scatola, ma con l'aiuto degli strumenti giusti anche la progettazione di oggetti relativamente complessi è alla portata di tutti, neofiti inclusi.

I FERRI DEL MESTIERE

Per affrontare il tema della progettazione sono necessari alcuni strumenti e nello specifico dovremmo poter utilizzare un calibro, un metro, carta e penna e, ovviamente, un'applicazione di modellazione solida.

Carta e penna vi permettono di annotare le misure, prese con metro e calibro, e di fare un primo schizzo di quello che poi realizzerete con l'applicazione CAD. Scarabocchiare i dettagli e le soluzioni tecniche è un passaggio molto utile per mettere a fuoco le strutture geometriche che poi dovrete costruire con l'applicazione su computer. Un elemento aggiuntivo da tener

presente nell'immaginare il pezzo in fase di progettazione riguarda le capacità di stampa della vostra 3D: sottosquadra e parti inclinate si possono realizzare ricorrendo ai supporti, ma questi rallentano molto la stampa e sono poi un po' noiosi da eliminare. L'ideale è riuscire a progettare senza creare elementi critici e più avanti vedremo di darvi qualche suggerimento in proposito.

QUALE APPLICAZIONE?

Con la diffusione di un numero crescente di stampanti 3D, il tema della progettazione e della modellazione solida è diventato di grande attualità: sempre più utenti non professionali stanno cercando soluzioni adatte alla realizzazione di file il cui unico scopo è la stampa sulla loro stampante. Non servono quindi librerie di parti o approcci adatti ad ambiti diversi quali il design, l'architettura e la meccanica: serve solo una soluzione che ragioni in unità di misura quali i millimetri e i pollici (per chi usa il sistema di misura imperiale), e permetta di avere delle primitive da assemblare con la logica della somma e della sottrazione, sia dotata di strumenti per allineamento e centrature, ma soprattutto non abbia una palette di strumenti di difficile interpretazione. Dopo aver provato numerose soluzioni, abbiamo constatato che –

pur con limiti e difetti – la web app Tinkercad poteva essere la soluzione migliore per chi non ha mai affrontato il tema della costruzione di modelli tridimensionali.

Essendo una web app, funziona all'interno di un browser che supporta la tecnologia WebGL, come Google Chrome o Mozilla Firefox, e non richiede il download di alcunché. Il suo funzionamento è quindi squisitamente online, con memorizzazione diretta sui server di Tinkercad di tutti i vostri lavori. Una volta creato il vostro account, avrete quindi sempre a disposizione sia i lavori, sia il programma, indipendentemente dal computer che utilizzerete, purché sia collegato a Internet e sia anche dotato di un browser compatibile.

La validità di questa soluzione è anche testimoniata dal fatto che di fronte a una possibile chiusura, si è addirittura attivata Autodesk Inc. – azienda storica nel mondo del CAD su computer – per salvare il servizio e dargli un nuovo impulso.

LA NOSTRA SCATOLA

Innanzitutto vi possiamo dire che l'intero contenitore con le staffe di aggancio a 3Drag, la manopola e il pulsante di reset sono stati interamente realizzati con Tinkercad, senza trucchi e senza scorciatoie. Poi, per questioni di spazio, ci dedicheremo solo alla realizzazione di una parte del contenitore quale tutorial per Tinkercad; infine vi diciamo che i file STL sono disponibili per il download sul nostro sito e che quindi – senza fatica – potrete comunque realizzare anche voi il contenitore dell'interfaccia di stampa autonoma per stampanti 3Drag e RepRap con controller Sanguinololu.

Fatta questa premessa, possiamo avventurarci nella realizzazione del contenitore, ricordando che deve avere una finestra per lo schermo LCD, un foro per la ma-

nopola dell'encoder e una soluzione che ci permetta di premere sul tastino di reset collocato sulla basetta.

Quest'ultima ha un ingombro di 160 x 62 millimetri e quando si monta il display, si arriva a circa 35 mm di altezza dalla parte inferiore della basetta. Con queste misure di base possiamo iniziare a ragionare su quello che potrebbe essere la scatola come ingombri: aggiungiamo 2 millimetri di aria attorno allo stampato e 2 millimetri di spessore per le pareti, quindi consideriamo circa 10 millimetri per l'altezza delle viti che fisseranno la basetta e due millimetri di spessore del fondo. Lo schermo LCD è da 45 x 90 millimetri, mentre il cavo di collegamento e la scheda SD hanno bisogno di una feritoia da almeno 25 millimetri. Il foro per la manopola dell'encoder può essere da 15 millimetri per ospitare una manopola con un perno da 10 millimetri. Il pulsante di reset è posizionato a circa 30 millimetri dal livello dello schermo LCD e questo andrà tenuto presente nel realizzare il suo sistema di attivazione.

Tutta questa serie di misure non vi deve spaventare, ma è indispensabile averle a portata di mano per capire come muoversi in fase di

progettazione. Mancano ancora dei valori che sono le distanze degli elementi dal bordo dello stampato, ma ce ne occuperemo al momento giusto.

L'INTERFACCIA DI TINKERCAD

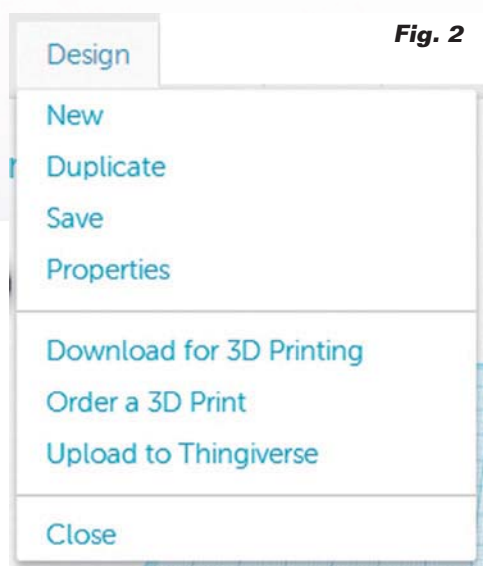
Prima di partire con il nostro progetto è necessario familiarizzare con l'interfaccia della web app Tinkercad: aprite il browser Google Chrome o Mozilla Firefox (se non li utilizzate, dovete sceglierne uno e scaricarlo prima di procedere) e inserite l'indirizzo www.tinkercad.com per aprire la pagina principale; create un account gratuito e accedete alla vostra pagina personale. Tinkercad vi offre una serie di lezioni per imparare ad usare le caratteristiche principali dell'applicazione e vi consigliamo caldamente di farlo per acquisire quella dimestichezza con i vari elementi di base che vi vengono messi a disposizione.

In Fig. 1 trovate l'interfaccia così come si presenta quando avviate un nuovo progetto premendo il pulsante "Create new design" dalla vostra pagina personale. Innanzitutto trovate in alto a sinistra il marchio Tinkercad che è anche la scorciatoia per tornare alla vostra pagina personale. I tre menu "Design", "Edit" ed "Help" sono invece delle tendine dalle quali accedere alle funzioni relative alla gestione del progetto o alla modifica dello stesso.

La prima cosa che vale la pena sottolineare è che l'applicazione si preoccupa di salvare sempre il vostro lavoro senza che voi dobbiate fare nulla. Periodicamente e quando fate alcune operazioni, si attiva il salvataggio e il vostro lavoro viene messo al sicuro. Un altro elemento importante riguarda il pulsante di "Undo" che vi permette di tornare indietro dopo una manovra errata o di cui non siete sicuri.



Fig. 2



Quando fate uno o più *Undo*, viene anche attivato il pulsante accanto *Redo* che ripete le operazioni in sequenza fino all'ultima cosa che avete fatto.

Ultimo elemento che ci preme sottolineare è la natura a oggetti del programma: via via che costruite qualcosa, Tinkercad mantiene sia la storia, sia la struttura di primitive utilizzata; è quindi sempre possibile smontare le cose attraverso l'ungroup degli elementi che avete assemblato con una o più operazioni di raggruppamento (*group*). Dal menu "Design", riprodotto in Fig. 2, si notano tre gruppi di funzioni; nel primo gruppo troviamo

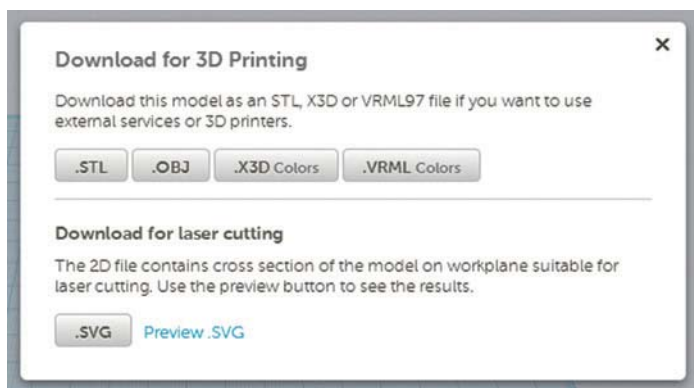


Fig. 3



Fig. 4

New che abbandona il progetto corrente e ne crea uno nuovo, *Duplicate* che crea una copia del progetto corrente e ci ripresenta la copia per l'editing, *Save* che forza il salvataggio del progetto e *Properties* che permette di accedere al nome del progetto assieme ai parametri di pubblicazione e diritti d'autore. Se in *Properties* impostate "Private", il lavoro è visibile solo a voi, mentre se scegliete "Public" il progetto diventa visibile a tutti gli altri utenti che possono a quel punto scaricarlo, copiarlo e modificarne la loro copia.

Il secondo gruppo contiene le funzioni per la gestione del modello, ovvero per scaricare il file in una serie di formati adatti alle successive elaborazioni e stampe, come visibile in Fig. 3, oppure per ordinare una stampa fatta con le macchine e i materiali professionali offerti dai partner di stampa online del sito (Fig. 4), o per caricare il progetto su Thingiverse.

Il terzo gruppo semplicemente permette di chiudere l'editor dell'oggetto e di tornare alla vostra pagina che offre le miniature di tutti i vostri lavori (Fig. 5); dalle miniature è possibile sia avere un'anteprima statica o tridimensionale interattiva, sia tornare alla modifica dell'oggetto.

Se state consultando gli oggetti pubblicati da altri, avete a disposizione le stesse funzioni, ad eccezione della modifica che è possibile solo su una copia dell'originale. Osservando il menu a icone, di cui

abbiamo già spiegato *Undo* e *Redo*, troviamo *Adjust*, *Group* e *Ungroup*. Anche in questo caso le icone diventano nere (accessibili) solo quando siete in una situazione che lo prevede. Da *Adjust* avete accesso ad *Align* e a *Mirror*: due funzioni che portano a delle visualizzazioni di elementi aggiuntivi attorno all'oggetto selezionato proprio per svolgere le funzioni scelte (Fig. 5). Proseguendo nell'esplorazione dell'interfaccia trovate una serie di icone posizionate sopra alla barra laterale della palette di oggetti e funzioni e queste non sono che delle scorciatoie per scorrere verticalmente la palette fino all'area rilevante.

PRIMI PASSI DI EDITING

Quando trovate la forma che vi interessa nella palette a destra, clic-

cateci sopra e trascinatela sul piano di lavoro. Questa sarà automaticamente appoggiata al piano, avrà dimensioni di 20 x 20 millimetri e un'altezza dipendente dal tipo di forma. Le lettere e i numeri sono invece più piccoli.

In Fig. 6 vedete il cubo, così come viene creato di default e su cui abbiamo fatto un clic di selezione per fare apparire le maniglie (quadrantini neri, bianchi con bordo nero o freccia nera); con le maniglie visibili ci siamo quindi portati con il mouse su quella in basso a destra che, per confermare la funzione, è diventata rossa e ha fatto apparire le quote. Ogni volta che siete in prossimità di una maniglia, questa diventa rossa e fa apparire la misura su cui poi andrete ad agire se cliccate con il sinistro e trascinate. Ispezionate tutte le maniglie

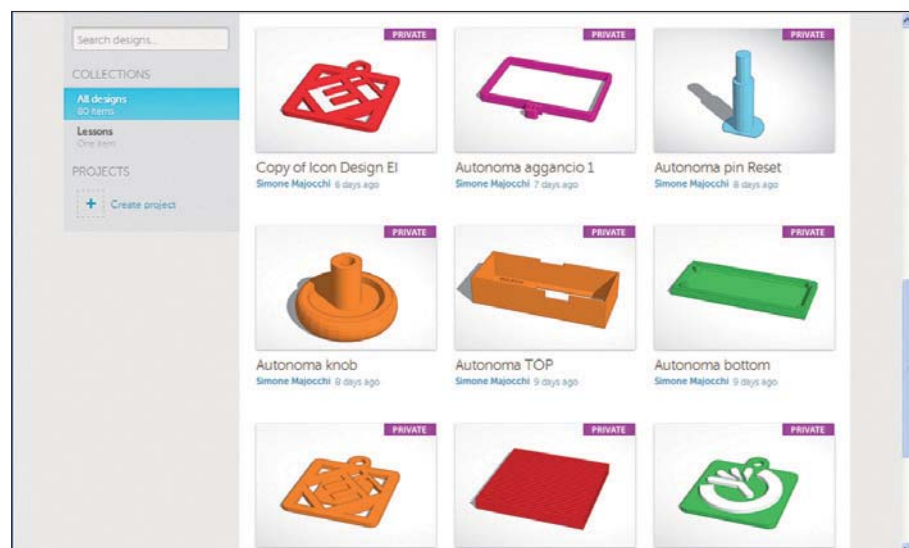


Fig. 5

e scoprirete che quelle più piccole, nere, in centro ai lati, agiscono solo su una dimensione, quelle bianche alla base su due dimensioni e quelle in alto su una. Le frecce invece attivano le rotazioni sui vari assi, come da goniometro visualizzato. Se non cliccate su nessuna maniglia, ma solo sull'oggetto, lo spostate sul piano; anche in questo caso lo spostamento viene esplicitato con la visualizzazione delle quote sui due assi ed il valore dello spostamento rispetto al punto di partenza.

È importante notare come la carta millimetrata del piano di lavoro non sia puramente di bellezza, ma rappresenti sia una risorsa per avere sott'occhio le misure, sia la griglia a cui si agganciano gli oggetti e i lati durante le manovre di spostamento e modifica. In Fig. 7 abbiamo evidenziato i due controlli grazie ai quali è possibile cambiare l'unità di misura e la dimensione della griglia a cui si agganciano spostamenti e modifiche. Imparare a gestire l'unità di misura permette di ottenere nei lavori la precisione richiesta.

Nella sua semplicità, Tinkercad offre delle funzioni "nascoste" che permettono di semplificare alcune

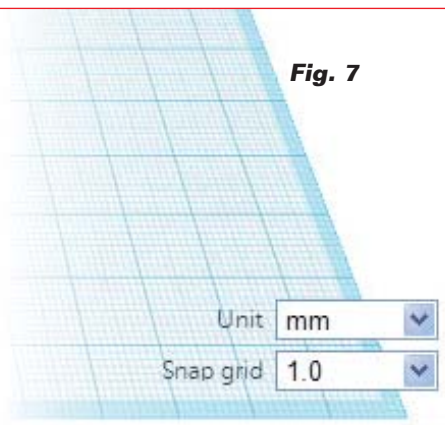


Fig. 7

operazioni: sul lato sinistro sotto al nome dell'oggetto, si trova un'icona tonda con quattro frecce e una casetta, quindi un quadrato in prospettiva e infine due pulsanti con + e -. Tutti questi elementi servono per manovrare la visualizzazione spostando il punto di vista e l'inclinazione del piano di lavoro, ma nella pratica si tratta di movimenti che si possono eseguire anche dal mouse: fate clic con il tasto destro sulla carta millimetrata e vedrete che spostando il mouse fate esattamente quello che vi permettono di fare le quattro frecce; la rotella attiva lo zoom in entrata o in uscita così come fanno i pulsanti + e -. Quello che vi manca è il pulsante con il cubetto che porta a pieno schermo l'oggetto correntemente selezionato, mentre alle icone manca una funzione che si esegue solo tramite mouse. In Fig. 8 avete il riassunto dell'operatività con il mouse, ricordando che dovete cliccare non su un oggetto, ma sulla carta millimetrata.

Quello che compare in questo frangente è l'utilizzo con il mouse del tasto "shift" (maiuscolo, quello sopra al tasto CTRL per intenderci). L'aggiunta della pressione di shift durante varie operazioni ne cambia il risultato e per chiarezza facciamo l'elenco di quello che succede.

Aggiungendo SHIFT durante:

- Spostamento oggetto sul piano -> si limita lo spostamento a uno dei due assi;
- Spostamento di una maniglia

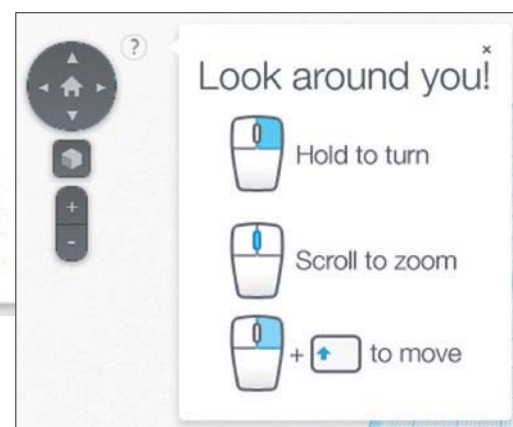


Fig. 8

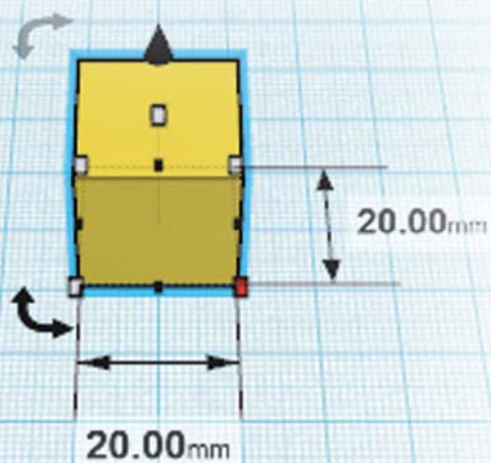
-> la deformazione avviene su tutte e tre le dimensioni, in proporzione;

- Spostamento maniglia per alzare/abbassare rispetto al piano -> nulla.

Se durante una qualsiasi operazione si lascia il tasto shift, l'azione in corso torna ad avere il suo effetto previsto.

Quando usate il ridimensionamento contemporaneo sui tre assi, avrete lo snap sulla direzione del vostro movimento e per il lato selezionato, mentre sugli altri assi avrete un ridimensionamento che porta i lati o le dimensioni a valori proporzionali, ma potenzialmente decimali. Ciò comporta degli effetti pratici che vanno dall'impossibilità di avere lo snap sulla carta millimetrata senza intervenire su ciascuna dimensione per "riagganciarla" alla griglia. Il ridimensionamento proporzionale è però alla base di una serie di operazioni e quindi può essere inevitabile perdere l'aggancio dell'oggetto su x e y, su uno dei due lati. La griglia aggancia comunque dal lato su cui state agendo sulla maniglia e quindi se avete un lato che ha assunto un valore con decimali e volete riportarlo ad uno che si aggancia alla griglia, dovete agire sulle maniglie da un lato e dall'altro perché solo così porterete entrambi gli estremi al passo della griglia.

Fig. 6



ALLINEAMENTI E CENTRATURE

Lavorare con una griglia permette di avere quella precisione richiesta dalla modellazione solida basata su somma e sottrazione di parti, ma quando per questioni varie le misure non sono più adatte allo snap, si può usare lo strumento di allineamento che permette di far combaciare spigoli e superfici, oppure di centrare esattamente solidi su uno o più assi.

Perché la funzione sia attiva è necessario avere selezionato più di un solido: si seleziona il primo solido cliccandoci sopra, poi si preme e si tiene premuto shift e si selezionano gli altri solidi cliccandoci sopra. L'allineamento si attiva dall'icona *Adjust*, accanto a *Redo*, scegliendo poi la voce *Align*. Attorno ai due (o più) solidi

selezionati appaiono una serie di maniglie come in Fig. 9.

Le maniglie a sinistra e davanti sono per gli allineamenti sul piano di lavoro, mentre le tre a destra visivamente sviluppate in verticale servono ad allineare gli oggetti sulla base, al centro verticalmente o verso l'alto. È anche molto utile passare semplicemente su ciascuna maniglia per avere l'anteprima dell'allineamento. Quando gli oggetti sono già allineati su una specifica situazione (ad esempio sono già centrati sulla X), la maniglia corrispondente diventa grigia. Quando due oggetti sono allineati su un lato o sull'altro potete star certi che le facce su quel lato sono perfettamente allineate e questo diventa vitale per fare delle operazioni di sottrazione efficaci.

Fig. 9

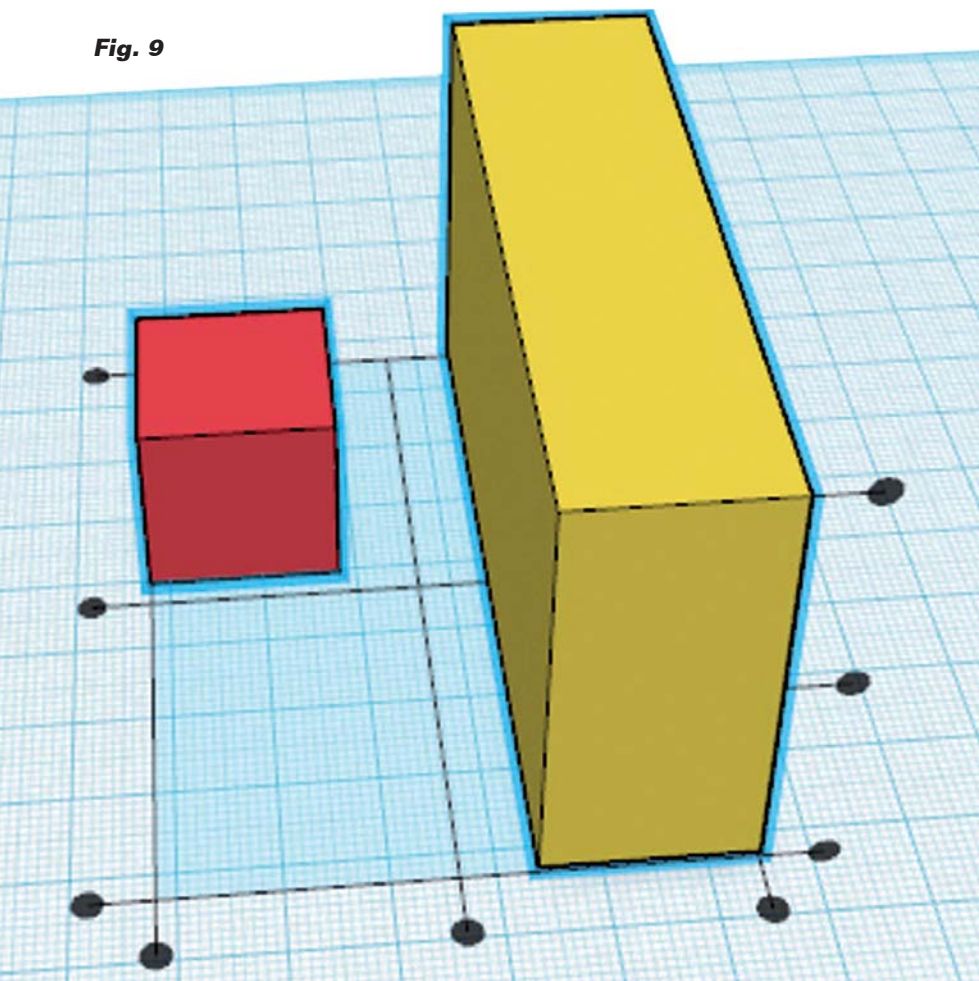


Fig. 10

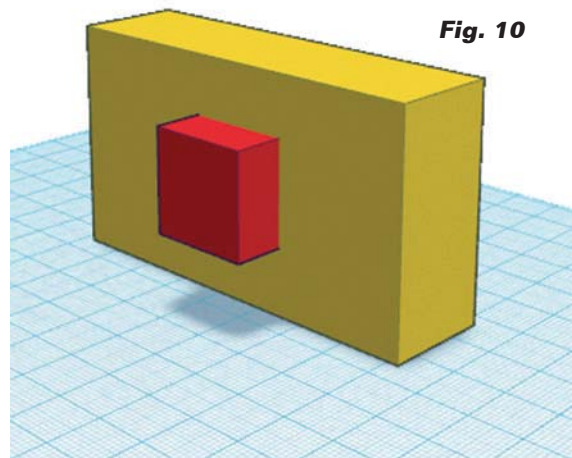
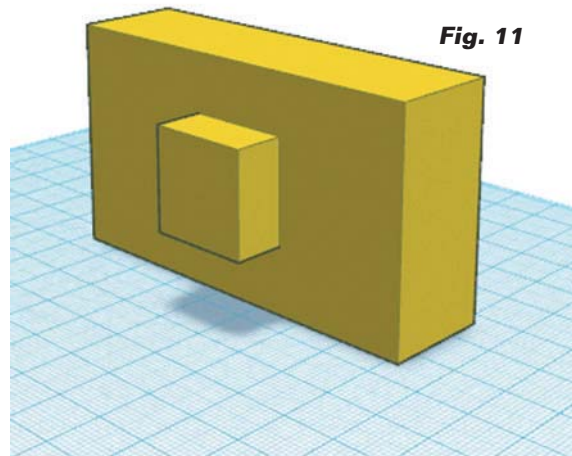


Fig. 11



SOMME E SOTTRAZIONI

L'ultimo pezzo del puzzle delle funzioni di Tinkercad che manca per avere un quadro abbastanza completo di quello che si può fare riguarda da un lato la funzione "group / ungroup" e dall'altra il "colore" degli oggetti.

Quando entrambi gli oggetti da raggruppare hanno un colore (capirete il perché di questa precisazione), questi vengono fusi in un unico oggetto più complesso (Fig. 10 e Fig. 11) che non è solo la

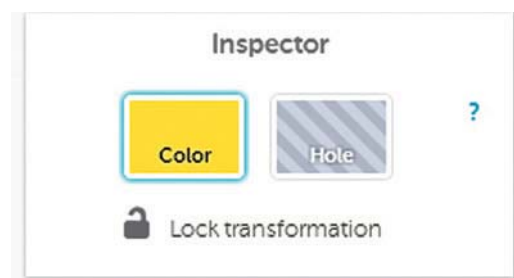


Fig. 12

superficie esterna, ma anche tutta la parte interna.

Per intenderci, se una sfera all'interno è cava e sommiamo un cilindro, il cilindro riempirà parzialmente la sfera cava una volta che questo viene fuso con essa tramite *Group*.

Il colore unico assunto dagli oggetti raggruppati ne conferma la trasformazione in un unico solido. Il pannello "*inspector*" che appare ogni volta che selezionate un oggetto – **Fig. 12** – vi permette di definire il colore partendo da una palette di colori pastello oppure tramite scelta dei valori fondamentali per i colori personalizzati, mentre sul lato destro si trova il colore "*Hole*" che con il suo tratteggio rappresenta il "vuoto".

Se un oggetto è "*hole*", anche se entra in un oggetto solido, non accade nulla, mentre se lo si raggruppa, allora viene sottratto dal pieno, creando appunto un vuoto per l'intero suo volume, dopodiché la parte che non si interseca "sparisce" e non ha più alcun effetto sulle successive operazioni. Questo appare chiaro nelle **Fig. 13** e **Fig. 14**. Con questo sistema di somma e sottrazione di forme, fatto anche in modo progressivo sul medesimo solido, si riescono a costruire con precisione forme anche molto complesse.

Dal punto di vista progettuale, dovete quindi cercare di immaginare come ottenere una specifica forma sommando e sottraendo fra loro solidi, senza dimenticare che un solido ottenuto per sottrazione può a sua volta essere trasformato in "*hole*" per essere sottratto da un altro solido. Il ragionamento può sembrare contorto, ma diventa invece molto chiaro dopo le prime sperimentazioni.

IMPORTAZIONE 2D E 3D

Concludiamo con una funzione aggiunta di recente a Tinkercad: la

possibilità di importare file bi- e tri- dimensionali, rispettivamente di tipo SVG e STL. I file SVG vettoriali bidimensionali sono importati come strutture estruse di qualche millimetro, ma di altezza uniforme e sono utili per creare figure complesse come scritte, marchi e loghi da inserire su altri oggetti; il loro spessore può essere variato con le solite maniglie al pari di tutti gli altri oggetti. In fase di importazione potrebbero esserci dei problemi di compatibilità se non si usa il formato SVG puro. Per prova abbiamo preso un SVG da Internet (http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e3/Google_Nexus.svg) e lo abbiamo importato, ottenendo il risultato in **Fig. 15**. L'importazione di STL è invece interessante per ritoccare e modificare, con il sistema dell'aggiunta/sottrazione, oggetti realizzati con altre applicazioni o scaricati dal web. Il modello STL importato viene gestito come un oggetto complesso non suddivisibile nelle sue primitive, ma è possibile aggiungere e sottrarre parti come se fosse un solido nativo Tinkercad. Un esempio di importazione STL è in **Fig. 16**.

E ADESSO SI COSTRUISCE!

Ora che avete acquisito tutti i

fondamenti di Tinkercad, potete avventurarvi assieme a noi nella realizzazione del coperchio della nostra scatola per proteggere il circuito della stampa autonoma. Per non occupare troppe pagine spiegheremo solo la costruzione

Fig. 15

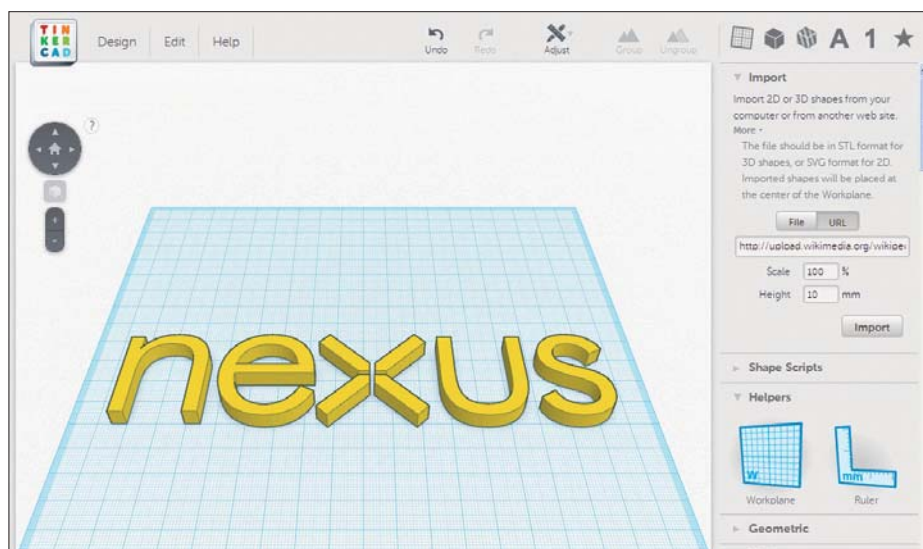
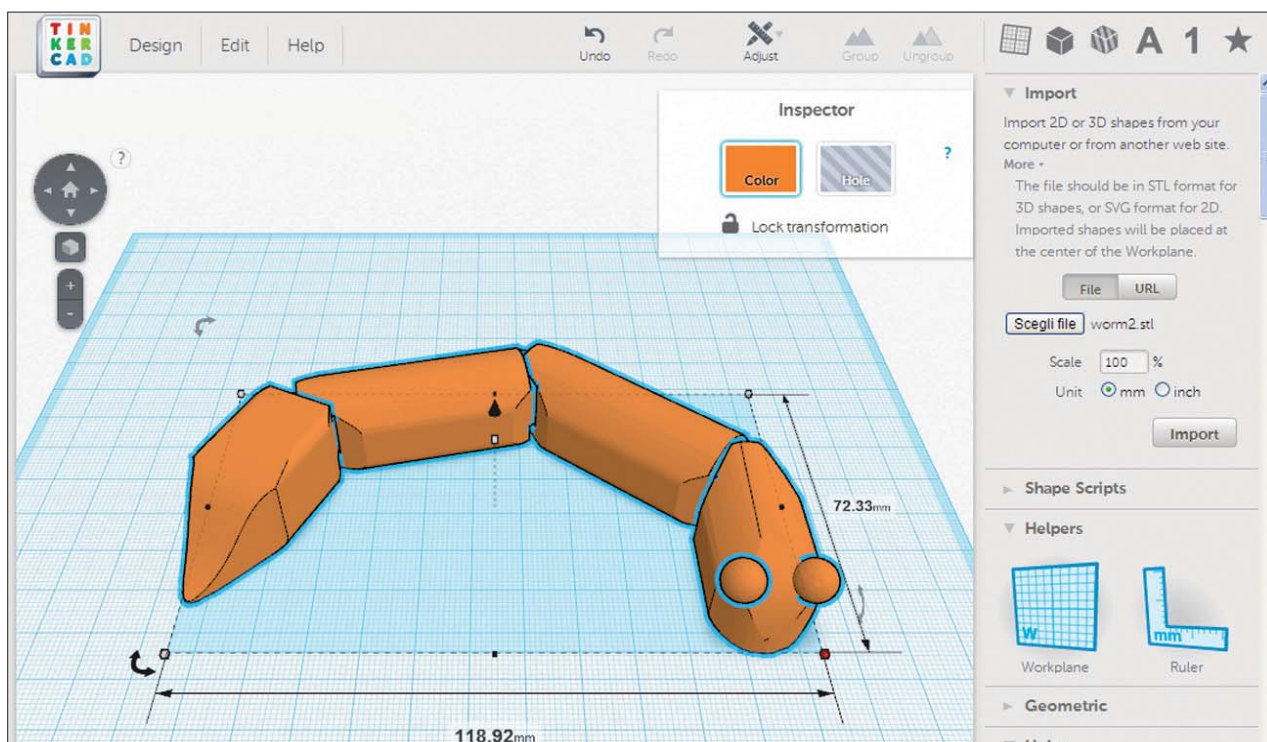


Fig. 16



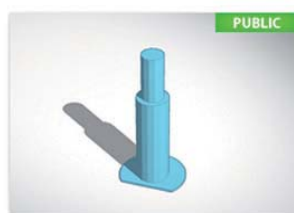
della parte superiore, ma vale comunque la pena notare che per fissare le due parti abbiamo scelto di creare un incastro fra coperchio e parte inferiore. Le viti di fissaggio dello stampato entrano in quattro torrette da 6 mm di diametro, con fori da 3mm, mentre un'ulteriore cornice interna rende la scatola un po' più rigida. Due torrette hanno anche una parte rimossa per consentire ai bulloni delle torrette che fissano lo schermo LCD di non interferire con le torrette stesse. Le pareti del coperchio sono spesse 2 mm e – conseguentemente – la cornice da ritagliare nelle pareti della base per creare l'incastro, alto 3 mm, è spessa 2 mm; allo spessore della base si aggiungono 8 mm in cui internamente trovano posto le torrette delle viti, per un totale di 13mm di spessore della base. In questo modo lo stampato appoggia sulle torrette ed è allineato con la parte superiore della base; questo semplifica la realizzazione del foro rettangolare tramite cui

potremo inserire e togliere le schede SD. Manopola e pulsante di reset sono relativamente semplici, mentre per le cornici di supporto ci siamo inventati un sistema di aggancio con i profili in alluminio. Quando li avrete stampati potrete apprezzarne la

praticità. Per chi desidera capire ancora meglio come abbiamo costruito i vari pezzi, stiamo rendendo disponibili i modelli in Tinkercad e così potrete usare la funzione *ungroup* per smontarli nei vari elementi e capire i passaggi. In Fig. 17 vedete cosa dovete cercare in Tinkercad. ■



3Drag Stampa Autonoma
Supporto
Simone Majocchi less than a minute ago



3Drag Stampa Autonoma
pin Reset
Simone Majocchi less than a minute ago



3Drag Stampa Autonoma
Manopola
Simone Majocchi about a minute ago

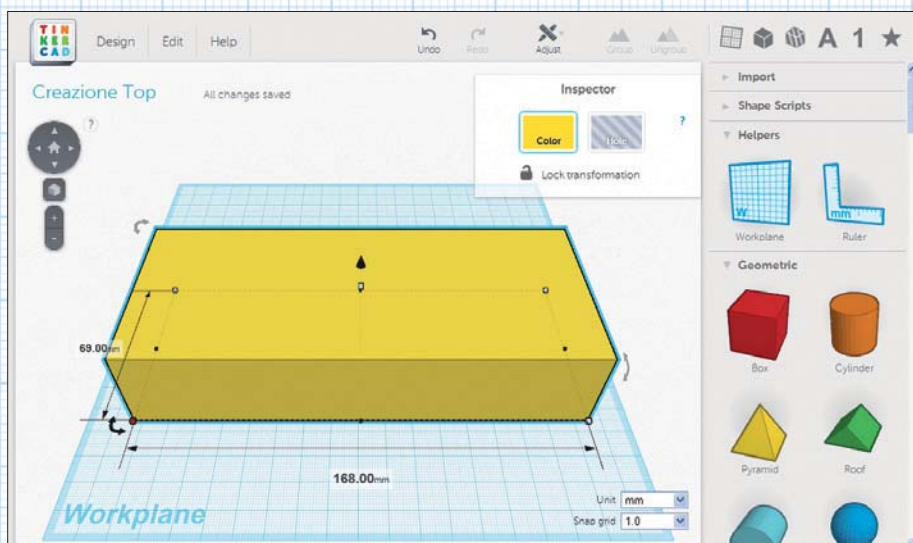


3Drag Stampa Autonoma
Top
Simone Majocchi about a minute ago



3Drag Stampa Autonoma
Bottom
Simone Majocchi 3 minutes ago

Fig. 17

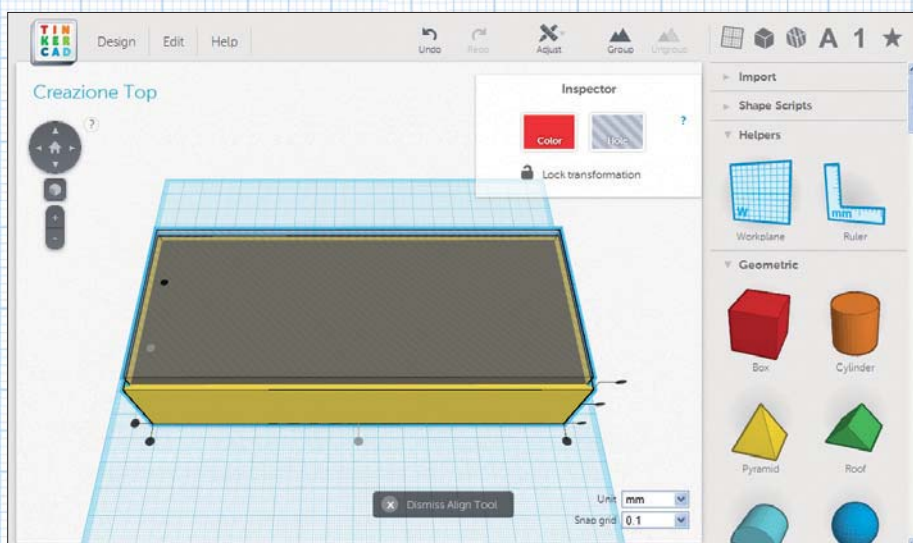
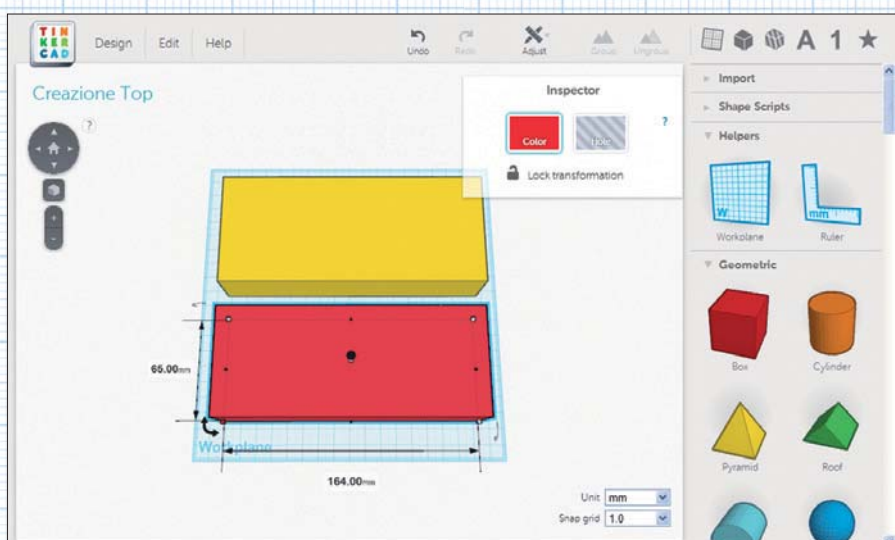


Step 1

Avete cliccato su *New Design* dalla vostra pagina personale e vi trovate con l'area di lavoro vuota. Vogliamo che il contenitore abbia circa 2 millimetri di aria per lato e che le pareti siano spesse 2 mm. I conti ci portano quindi a 168 mm di larghezza, 69 mm di profondità, mentre 36 mm di altezza ci permettono di avere lo schermo LCD arretrato di circa 1 mm rispetto alla superficie. Cliccate sul cubo nella palette laterale e tenendo premuto il tasto sinistro del mouse trascinatelo in centro all'area di lavoro, quindi tirate le maniglie centrate (i quadratini neri) sui due lati della base e portateli a misura; il quadratino centrato superiormente va invece usato per modificare l'altezza del nostro parallelepipedo fino a 36 mm. Posizionatelo in centro al piano e cambiate colore – giusto per far pratica – cliccando sulla casella *Color* del pannello *Inspector*. Posizionandovi su una delle maniglie con l'interno bianco, sugli angoli alla base, dovrete leggere le misure corrette. Con solo questo oggetto sul piano, fate anche pratica per lo spostamento del punto di vista e lo zoom usando il mouse e la rotella.

Step 2

Per creare il vuoto all'interno della scatola prepariamo un secondo parallelepipedo le cui misure sono calcolate sottraendo lo spessore delle pareti laterali, ovvero 2+2 mm per lato. Ecco quindi che le dimensioni da imporre sono 164x65 mm. L'altezza del parallelepipedo non è invece un problema, purché sia almeno pari o superiore a 36 mm. Al momento della fusione lo solleviamo facendolo sbucare dall'alto e quindi ogni abbondanza non crea problemi. Da notare che Tinkercad ci mette a disposizione un piano di lavoro da stampante 3D e quindi siamo limitati a 20 x 20 centimetri. Spostate i due parallelepipedi per farli stare sul piano di lavoro e controllate ancora una volta che le misure siano quelle esatte per la base. Non vi preoccupate di allineamenti in questa fase, mentre potete cliccare su *Design* -> *Properties* per dare un nome più consono al progetto su cui state lavorando.

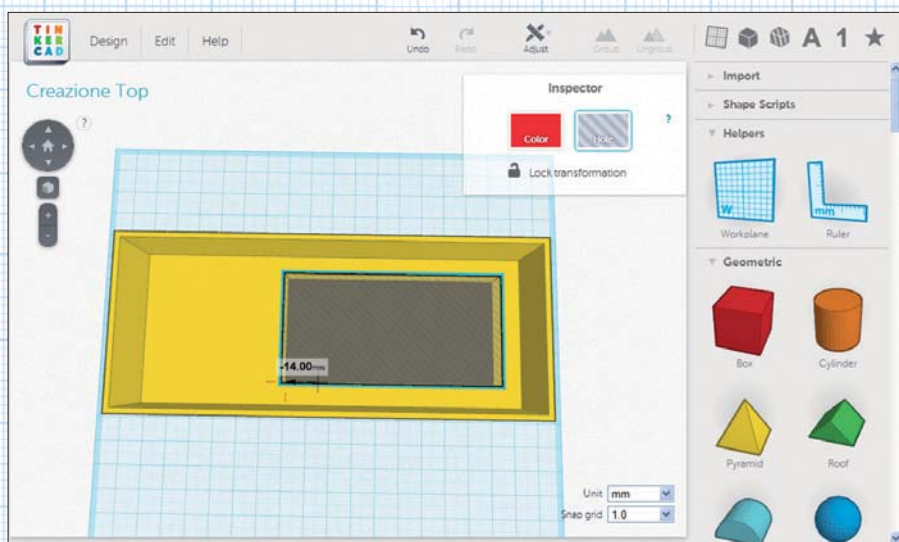
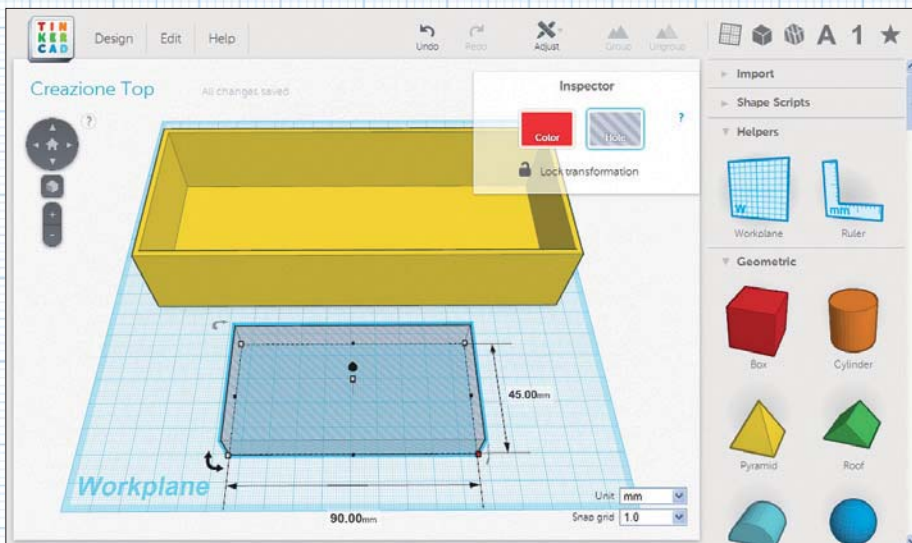


Step 3

Per sistemare i due parallelepipedi nel modo corretto utilizziamo lo strumento di allineamento. Innanzitutto dovete selezionare il parallelepipedo più piccolo e scegliere *Hole* nell'*Inspector* (diventa grigio semitrasparente). Selezionate entrambi gli oggetti, quindi scegliete *Adjust* -> *Align* per far comparire le maniglie di allineamento. Scegliete quelli per la centratura – in grigio nella nostra schermata – solo per gli assi x e y. Lo spessore del frontale del contenitore lo gestiamo invece alzando il parallelepipedo più piccolo di 1,6 mm rispetto al piano. Per fare questo dovete innanzitutto selezionare 0.1 in basso a destra nel menu a tendina *Snap grid*; quindi dopo aver selezionato il parallelepipedo interno, usate la maniglia a forma di cono che appare circa in centro alla faccia superiore. Trascinate con il mouse fino a leggere sulla quota che appare il valore 1.6 mm. Riportate a 1.0 mm lo *Snap grid*, selezionate entrambi gli oggetti – ora allineati come richiesto – e cliccate su *Group*.

Step 4

Spostate il coperchio creato nel passaggio precedente nella parte alta dell'area di lavoro e procedete alla creazione del parallelepipedo "negativo" con cui produrremo il foro per lo schermo LCD. Lo schermo è da 42 x 86mm e quindi se predisponiamo una finestra da 45 x 90mm e la posizioniamo opportunamente, potremo vedere lo schermo senza avere il contatto fisico fra coperchio e LCD. I pochi millimetri che abbiamo scelto di dare di agio diventeranno poi una piacevole cornice attorno allo schermo. La procedura è quella già vista in precedenza: trascinate il cubo sul piano, poi con le maniglie imponete le misure e infine lo fate diventare un solido da sottrarre assegnando l'attributo "Hole" dall'Inspector. Anche in questo caso l'altezza non importa più di un tanto in quanto in caso di fusione con un solido, viene eliminata la parte sovrapposta di pieno e vuoto, mentre l'eccedenza di vuoto semplicemente sparisce.

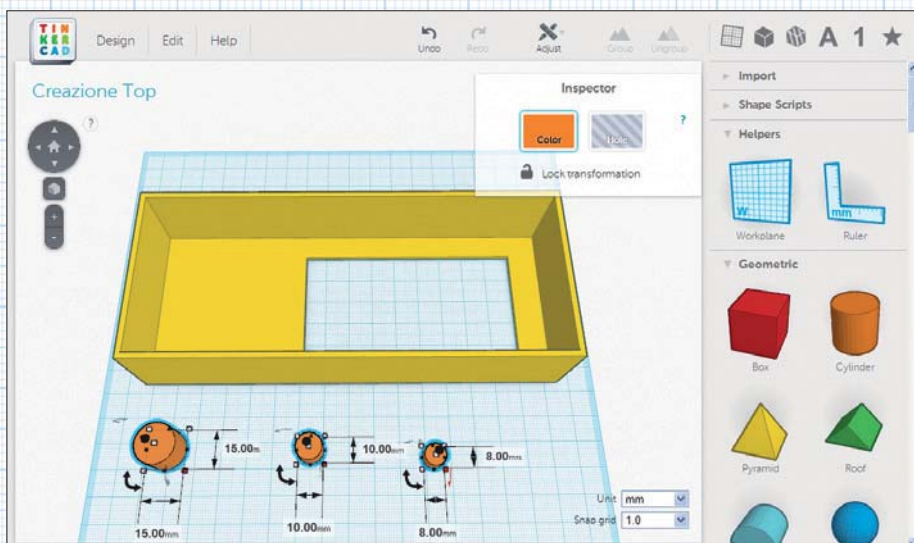


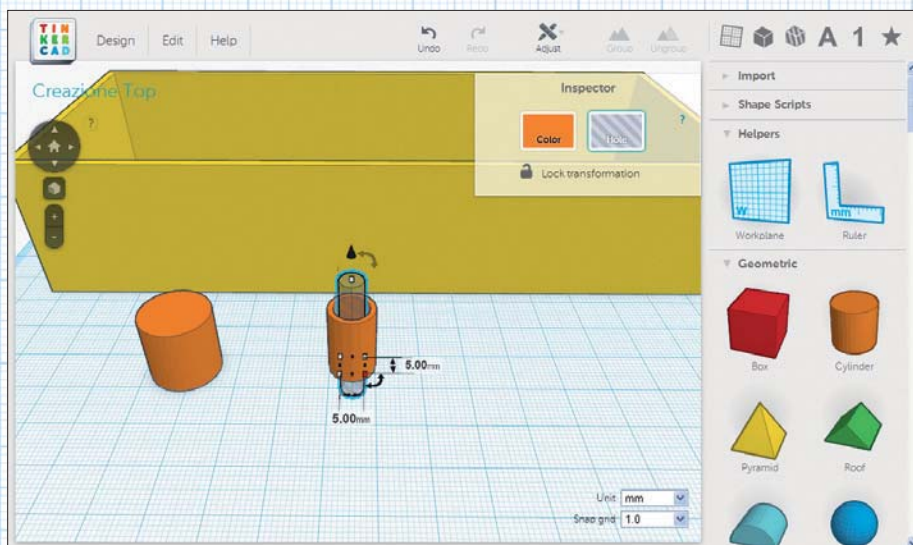
Step 5

In questo passaggio impariamo a sfruttare il sistema di quotatura e il blocco dello spostamento. L'obiettivo è quello di posizionare esattamente il foro sopra al display e le misure prese in precedenza ci dicono che verticalmente è centrato, mentre si trova a circa 12 mm dal bordo della basetta. Dalla basetta all'esterno del contenitore ci sono altri 3,5 mm e quindi il posizionamento della nostra cornice a 14 mm dall'esterno del contenitore ci permette di avere quel paio di millimetri di aria previsti, con circa mezzo millimetro di tolleranza. Per posizionare il foro correttamente usiamo lo strumento per allineare e centriamo foro e coperchio sull'asse y, quindi usiamo la maniglia che allinea a destra entrambi i solidi. Avrete il foro centrato verticalmente e tutto a destra. Ora selezionatelo e iniziate a spostarlo a sinistra, quindi premete il tasto shift per limitare lo spostamento a un solo asse e fermatevi quando leggerete -14 mm esatti di spostamento. Selezionate i due solidi e cliccate Group.

Step 6

Ora dobbiamo realizzare i due fori, per la manopola e per il pulsante di reset. Il foro della manopola è da 15 mm, mentre per il reset creiamo un cilindro vuoto che servirà da guida a un pistoncino con due diametri diversi. In questa immagine vedete i tre cilindri che dovete creare in questo passaggio, sapendo che l'altezza di quello da 15 mm non importa dato che sarà un foro, mentre quello da 10 dovrà essere alto 18 mm. Il suo foro da 8 mm, ovviamente, potrà essere alto almeno 18 mm per riuscire a bucarlo una volta che li combineremo. Per comprendere il meccanismo che stiamo costruendo, considerate che il foro che creeremo sul frontale sarà allineato sopra al pulsante di reset che, però, è alto solo 5 mm; ci mancano 30 mm al frontale e poi dovremo avere qualcosa che sporge da poter premere. Creando un cilindro da 35 mm potremmo arrivare al pulsante, ma tenere il tutto allineato sarebbe difficile ed è per questo che predisponiamo quel cilindro cavo in cui far scorrere il pistone. Per evitare che il nostro pistone fuoriesca, lo faremo nella parte inferiore da 7 mm di diametro e nella metà superiore da 4 mm.



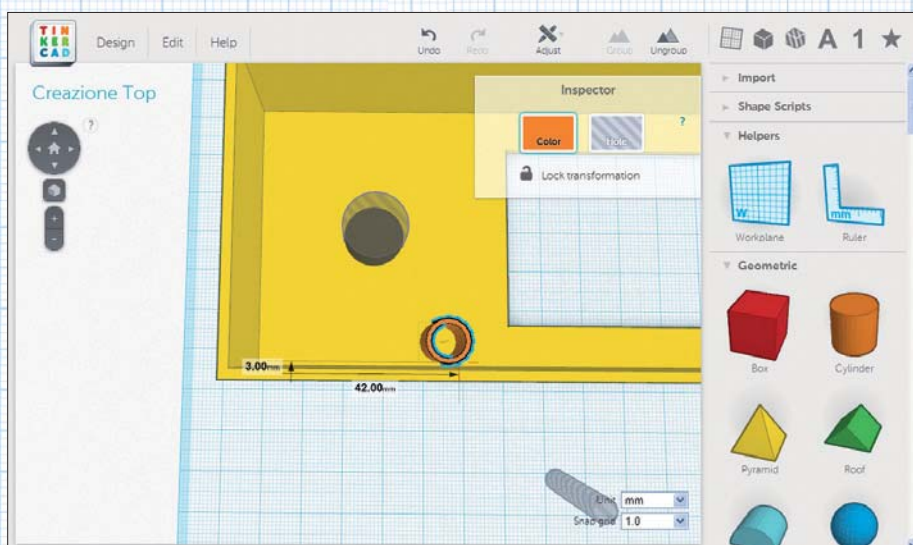
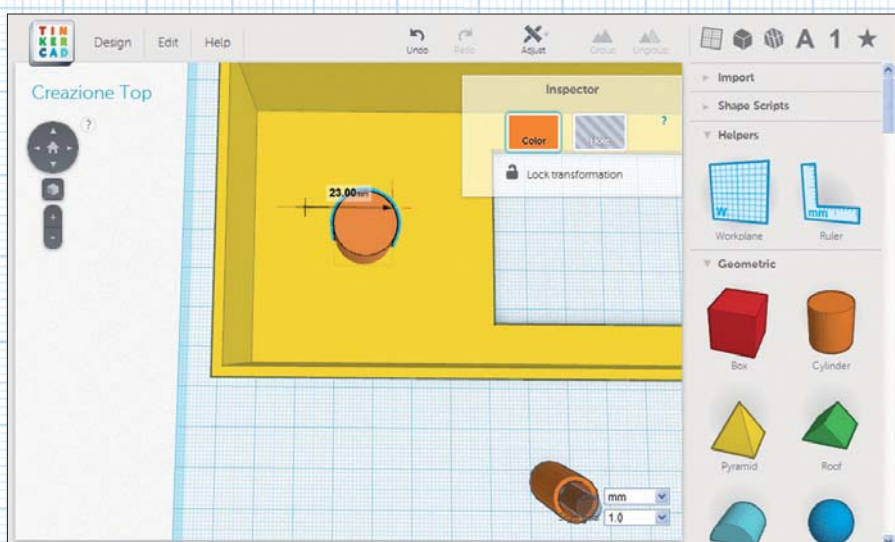


Step 7

Per arrivare al risultato che vedete qui riportato, dovete assegnare *Hole* al cilindro da 8 mm, quindi allinearlo al centro su X e Y con il cilindro da 10 mm ed infine raggrupparli. Avrete come risultato il cilindro vuoto con le pareti da 1 mm da posizionare nella parte interna del coperchio del contenitore, ma ci manca ancora il cilindro con cui fare il foro nel pannello frontale. Questo deve essere da 5 mm così che il pistone da 4 mm abbia buone possibilità di passarci già al primo colpo, altrimenti a stampa finita dovreste dare un ritocco con una lima tonda piccola per togliere il materiale in eccesso tipico dello strato iniziale di stampa. Purtroppo, non è possibile raggruppare un solido con un altro vuoto (*Hole*) mantenendo il volume negativo: resta sempre solo la parte "piena". Per creare il cilindro di guida e il foro dovremo quindi tenerli separati, posizionare il primo e poi allineare il secondo. Quello che però possiamo fare in questa fase è far sprofondare un po' il "foro" per creare poi il foro vedendo da sotto dove si posiziona.

Step 8

Il foro per la manopola dell'encoder va anch'esso posizionata con cura, anche se la manopola coprirà il foro sottostante nascondendo eventuali piccoli disallineamenti. Anche in questo caso abbiamo preso le nostre misure e sappiamo che il perno dell'encoder è centrato verticalmente e a circa 26 mm abbondanti dal bordo dello stampato. Aggiungiamo 2 mm per il bordo, 2 mm di spessore della parete e sottraiamo 7,5 mm per ragionare sul bordo del cilindro e non sul centro. Otteniamo 22,5 mm che arrotondiamo a 23 mm; questa è la distanza che dovrà avere il bordo del cilindro dalla parete sinistra. Come abbiamo fatto per il foro dello schermo LCD, iniziamo selezionando coperchio e cilindro, quindi con *Align* portiamo il cilindro a sinistra e lo allineiamo verticalmente al centro. Selezioniamo solo il cilindro e usando lo shift blocchiamo lo spostamento solo sull'asse X, trascinate verso destra fino a leggere 23 mm sulla quota che appare durante lo spostamento. Ora potete assegnare il materiale *Hole* al cilindro e, se volete, effettuare il *Group* con il coperchio.

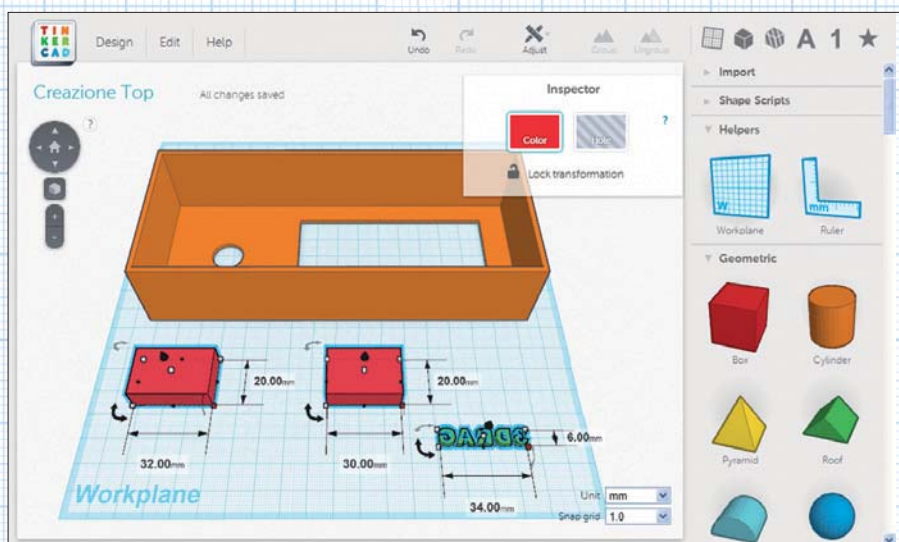
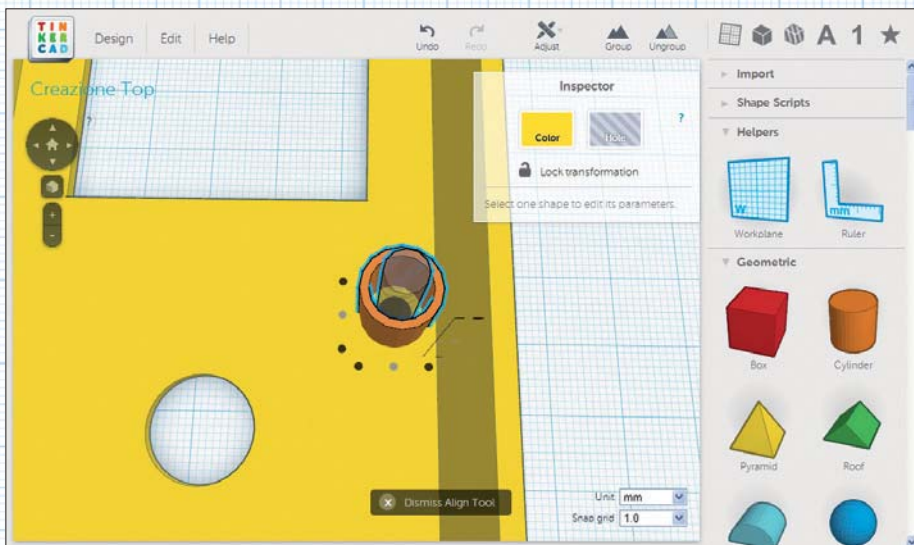


Step 9

Il posizionamento del cilindro che ospita il pistoncino del tasto di reset richiede un po' di attenzione, ma ci permette di sperimentare come Tinkercad sia in grado di facilitare anche le operazioni di precisione. Il sistema si basa sull'allineamento e poi il successivo spostamento in base alle quote che indicano di quanto l'oggetto è spostato rispetto al punto di partenza. Se durante lo spostamento, malauguratamente, lasciate il tasto del mouse, il punto di partenza diventa quello in cui avete lasciato inavvertitamente cadere l'oggetto e quindi è necessario ricominciare. Il tasto *Undo*, in questo caso, è più che mai utile. Nella schermata qui a fianco vedete come il cilindro vuoto vada posizionato a 42 mm dal bordo a sinistra e a 3 mm da quello in basso. In pratica resta 1 mm di spazio fra la parete e il cilindro. Da notare come abbiamo lasciato il foro nella sua posizione precedente. Il sistema è quello appena utilizzato: usate *Align* per portare il cilindro nell'angolo in basso a sinistra del coperchio e poi muovetelo fino a leggere le quote indicate.

Step 10

Dobbiamo praticare il forellino da 5 mm nel frontale e abbiamo posizionato il cilindro guida già nella sua posizione corretta. Quello che resta da fare è quindi l'allineamento del foro al centro del cilindro guida. Se avete provato a cliccare sulle maniglie della funzione *Align* avrete anche notato che non c'è un oggetto che resta sempre fermo fra i due da allineare e quindi se non si ragiona sulla sequenza degli allineamenti da fare, si rischia di spostare il solido sbagliato. Il rettangolo che appare fra i due oggetti selezionati per l'allineamento mostra dove gli oggetti si appoggiano in caso di allineamento sui lati esterni, mentre per la centratura entrambi gli oggetti vengono spostati, a meno che uno non sia all'interno dell'area dell'altro. Nel nostro caso, quindi, spostiamo prima il foro all'interno del cilindro e solo dopo attiviamo *Align*: in questo modo il cilindro guida non si sposta e il foro può essere centrato senza problemi. A centratura avvenuta, potete selezionare foro, cilindro e coperchio per farne un *Group*.

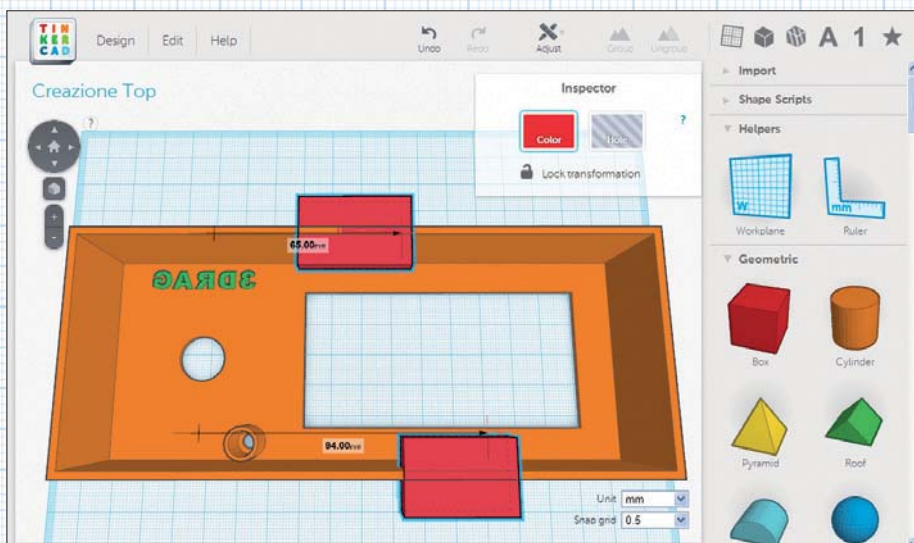


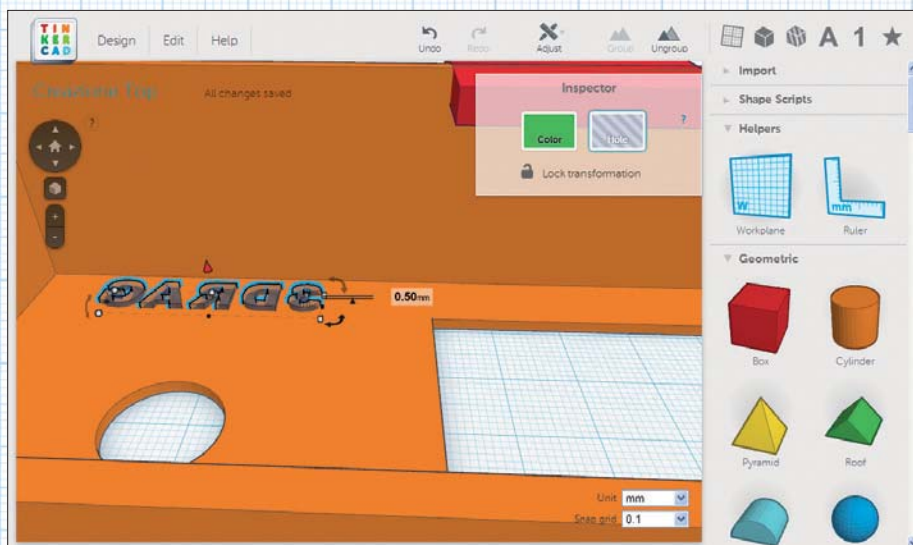
Step 11

I fori sul frontale sono ora tutti a posto e possiamo passare alla predisposizione delle due feritoie con cui potremo inserire la scheda SD e far uscire il cavo piatto verso il controller. Per semplificare il montaggio e avere un buon risultato, creeremo dei fori che arrivano fino al bordo della parete. La scheda di memoria ha bisogno di almeno 25 millimetri, mentre il cavo piatto da 20 conduttori è largo 26 mm. Aggiungiamo un po' di agio da entrambe le parti e otterremo 32 mm per il cavo flat e 30 mm per la scheda SD. Lo spessore del box largo 32 deve essere 9 mm, mentre quello da 30 deve essere spesso 4 mm. Visto che ci siamo, creiamo anche una scritta 3DRAG da posizionare sul pannello, sopra la manopola dell'encoder. Prendete dalla palette a destra le lettere e componete la scritta, lasciando le lettere un po' spaziate, quindi raggruppatele e portatele alla dimensione che vedete in figura. Con la maniglia per la rotazione rispetto all'asse Y ribaltate la scritta così che sia allo specchio.

Step 12

Per posizionare i due fori al loro posto, utilizziamo ancora una volta le misure dallo stampato. Il cavo è quasi allineato con il lato sinistro dello schermo LCD, mentre lo slot per la scheda di memoria SD è posizionato al suo centro. Trasformando il tutto in misure, il foro da 30 mm deve essere a 65 mm dal lato sinistro, mentre quello per la scheda di memoria deve essere a 94 mm, sempre dal bordo. Utilizzate l'allineamento al bordo sinistro e visto che ci siete allineate anche al bordo superiore, così che i fori creino una feritoia fino al bordo superiore, interrompendolo. L'allineamento e la dimensione sull'asse y di questi due parallelepipedi non è significativa in quanto verranno sottratti alle pareti. In questa fase posizioniamo anche la scritta 3DRAG sopra la manopola, verso il bordo superiore. Lasciate 3 mm circa fra la scritta e l'interno del coperchio, ricordando che la manopola è da 38 mm di diametro e quindi dal centro del foro sale di 19 mm. Se la scritta è troppo bassa, viene coperta dalla manopola.



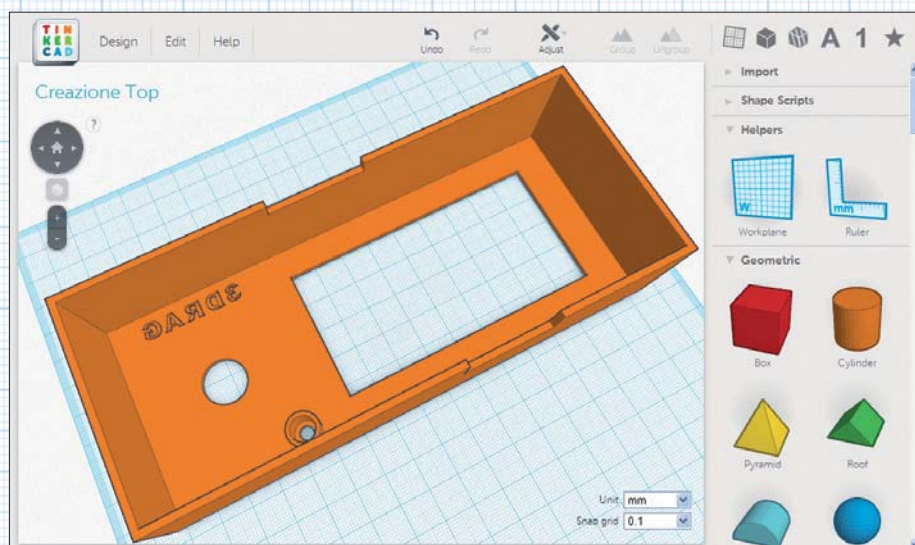
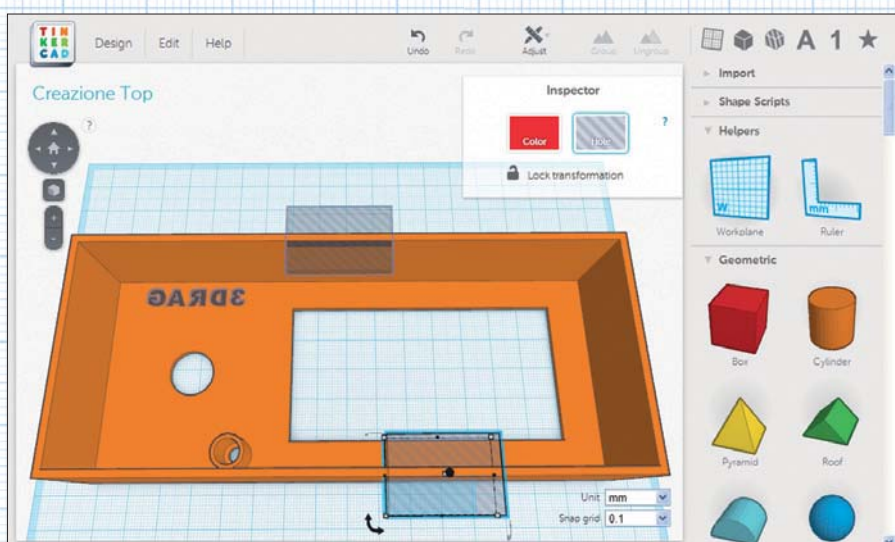


Step 13

È arrivato il momento di occuparci della scritta 3DRAG, che avete creato e ribaltato un paio di passaggi fa. L'idea che abbiamo avuto per creare qualcosa di un po' diverso e comunque facile da stampare è quella di creare un incavo con la scritta sul pannello frontale senza però forarlo (altrimenti alcuni pezzi di lettera non potrebbero esistere, come l'interno della D e della A). Se lo avessimo scavato dall'esterno verso l'interno del coperchio, la stampante avrebbe dovuto "chiudere" i caratteri da sopra visto che la parte esterna e frontale è a contatto con il piatto di stampa. Noi abbiamo invece sollevato di un paio di strati di stampa la scritta così che la trasparenza degli strati avrebbe permesso di vedere la scritta, appunto, in trasparenza. Facendo due conti, se solleviamo di 0,5 mm la scritta avremo la stampa di due strati completi prima di avere lo scavo della scritta. Per alzare la scritta, cambiate *Snap grid* e poi sollevate con la maniglia a cono, evidenziata in rosso nell'immagine. Controllate anche che la scritta sia sostanzialmente centrata orizzontalmente rispetto al foro della manopola.

Step 14

Siamo quasi arrivati in fondo e dobbiamo incorporare gli ultimi pezzi "vuoti" nella struttura del coperchio. Cliccate su ciascuno dei pezzi e assegnate il colore "Hole" tramite *Inspector*, quindi selezionate coperchio e pezzi per dare il comando di *Group* che integrerà i vuoti nel modello. Con il mouse potete ispezionare il risultato finale e osservare come l'allineamento dei lati di due oggetti con la funzione *Align* permetta di avere sempre dei "tagli" perfetti fra pieni e vuoti, cosa che non sempre accade con applicazioni di CAD. Per vedere la parte frontale del contenitore, basta spostare il punto di vista sotto al piano di lavoro che ha una sua parziale trasparenza.



Step 15

Il lavoro è concluso e appoggia sul piano con il frontale del coperchio; questo ci permette di fare una stampa di difficoltà molto ridotta dato che non ci sono inclinazioni particolari o sottosquadra. L'unica difficoltà può essere la superficie abbastanza estesa e quindi potenzialmente soggetta al distacco dal piano di stampa. Cliccate su *Design* e scegliete *Download for 3D print* per far apparire la finestra che vi propone i vari formati. Scegliete ovviamente STL e poi preparate la stampante per questo nuovo lavoro. Scaricate anche dal nostro sito – come indicato nell'articolo – gli altri elementi del nostro contenitore per stampa autonoma. Per una stampa senza problemi, vi suggeriamo di stampare contemporaneamente due o tre pulsanti di reset: la parte terminale da 4 mm è troppo piccola per poter essere stampata da sola senza deformazioni, mentre se la stampa viene fatta su due o tre pulsanti ad ogni strato, la plastica riesce a raffreddarsi e a mantenere la forma.

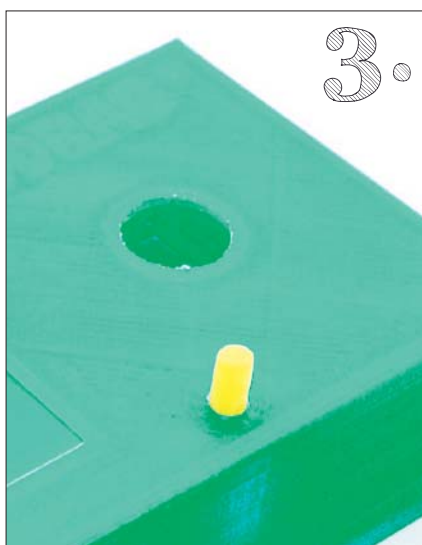
Assembliamo scheda e contenitore



1.



2.



3.



4.

Tra progettazione, modellazione e stampa delle varie parti, abbiamo tutto il necessario per incastolare la basetta della stampa autonoma per 3Drag. Per completare l'assemblaggio, ci servono solo quattro viti autofilettanti da 3,5 mm e con filetto lungo fra 6 e 8 mm. Nella **Foto 1**, in giallo, potete vedere la base del contenitore, il pistoncino per il reset e le due cornici di fissaggio, mentre in rosso abbiamo stampato la manopola e in verde la parte superiore – o coperchio con tutti i vari fori di servizio.

Il primo passaggio è quello del fissaggio della basetta stampata alla base, utilizzando le quattro viti autofilettanti - indicate prima - che sono sufficientemente lunghe per bloccare la basetta, ma non tanto da bucare il fondo.

Dal lato dell'encoder i fori sono in corrispondenza degli angoli della basetta, mentre dal lato opposto i fori sono posizionati all'interno rispetto a quelli delle due torrette di supporto dello schermo LCD. Le torrette sono state sagomate per non interferire con il dado di fissaggio della torretta, ma se ci fossero problemi basta ruotare il dado.

Come si può notare nella **Foto 2**, ci sono un paio di millimetri di spazio fra la basetta e il primo bordo del fondo, mentre lo scalino che si vede è quello che permetterà di incastrare il coperchio.

Nell'immagine abbiamo già collegato il flat cable, mentre nella realtà sarà l'ultima cosa da collegare prima di unire fondo e coperchio.

Il passaggio successivo coinvolge il tastino di reset e il coperchio: sapendo che la stampa genera sul primo strato uno schiacciamento, potrebbe essere necessario ripassare con una piccola lima tonda il foro; il pistone, invece, potrebbe avere delle bavette e delle imprecisioni da eliminare con una limetta diamantata per le unghie. Prendete quindi coperchio e pistoncino e lavorate entrambi finché non avete uno scorrimento senza attriti nella sede prevista. In **Foto 3** vedete il pistoncino fuoriuscire dal proprio foro.

Sistemato il pistoncino del Reset possiamo passare all'adattamento della manopola al perno dell'encoder. Si tratta di un'operazione potenzialmente delicata, ma inevitabile: in base alle impostazioni di slicing e al feedrate, potreste avere un foro abbondante o scarso. Nel modello siamo stati più larghi di un paio di decimi di millimetro rispetto alla misura nominale, ma ci sono ottime possibilità che il perno dell'encoder non entri ancora nel foro previsto. La soluzione che vi suggeriamo – se la manopola non entra sul perno – è quella di scaldare il perno con un accendino (scaldare, non arroventare) per poi spingerci sopra la manopola con un movimento oscillatorio e rotatorio atto ad allargare il foro. State attenti a non spingere troppo incastrando perno e manopola perché potrebbe diventare difficile staccare la manopola. Avanzate di qualche millimetro alla volta, sfilate e riscaldare nuovamente il perno dell'encoder per ripetere la manovra fino ad ottenere il risultato della **Foto 4**. Sistemato il pistoncino del Reset possiamo passare all'adattamento della manopola al perno dell'encoder. Si tratta di un'operazione potenzialmente delicata, ma inevitabile: in base alle impostazioni di slicing e al feedrate, potreste avere un foro abbondante o scarso. Nel modello siamo stati più larghi di un paio di decimi di millimetro rispetto alla misura nominale, ma ci sono ottime possibilità che il perno

dell'encoder non entri ancora nel foro previsto. La soluzione che vi suggeriamo – se la manopola non entra sul perno – è quella di scaldare il perno con un accendino per poi spingerci sopra la manopola con un movimento oscillatorio e rotatorio atto ad allargare il foro. State attenti a non spingere troppo incastrando perno e manopola perché potrebbe diventare difficile staccare la manopola. Avanzate di qualche millimetro alla volta, sfilate e riscaldiate nuovamente il perno dell'encoder per ripetere la manovra fino ad ottenere il risultato della **Foto 4**.

La manopola non deve avere gioco sul perno in quanto dovremo poterla premere per il clic e non deve neanche essere troppo infilata sul perno, altrimenti toccherebbe sul coperchio senza poter essere premuta efficacemente.

Il passaggio successivo richiede il fissaggio del cavo flat sulla struttura di 3Drag fino a portare un capo alla scheda controller e l'altro nel punto in cui volete fissare il contenitore. Il punto che noi abbiamo individuato è quello in alto a sinistra, dal lato opposto della bobina di filo, come visibile in **Foto 5**. Con meno di un metro di cavo piatto è possibile eseguire il collegamento pur celando il flat dietro al profilato in alluminio. Aiutatevi con le fascette in nylon per tenere il tutto ben aderente ai profilati.

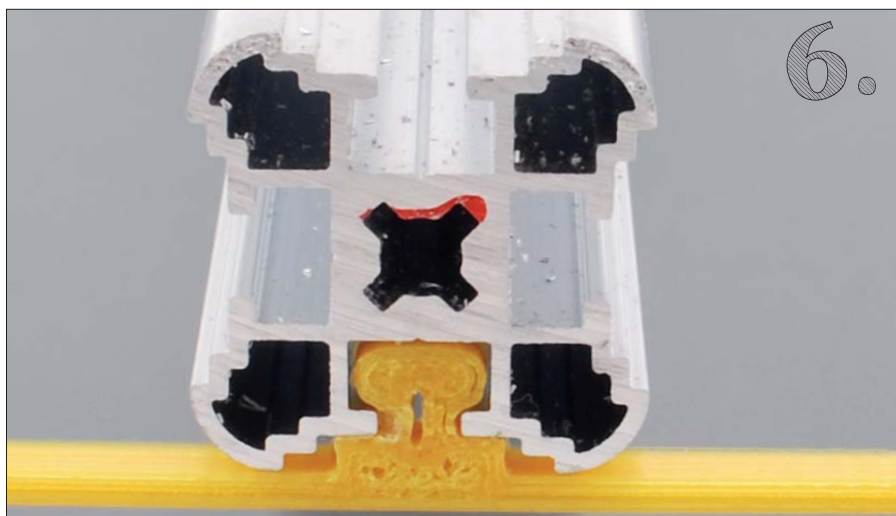
Decisa la posizione, possiamo inserire nel profilato le due cornici di supporto avendo l'accortezza di dare un'eventuale colpetto di lima dove il profilato strozza l'inserito in PLA. Per montare ciascuna cornice, dovete inserirla orizzontalmente e poi ruotarla di 90 gradi, ma non forzate e dopo una prima leggera rotazione, sfilate la cornice e date appunto un colpetto di lima sottile nei due punti dove vedete che la plastica è stata forzata.

Nella **Foto 6** potete vedere nel dettaglio come funziona il sistema di aggancio.

Con le due cornici inserite nei profilati, possiamo finalmente chiudere il contenitore, quindi dopo aver inserito il cavo flat nel modo corretto per il tipo di controller della vostra stampante, dovete inserire il pistoncino del tasto del reset e quindi fissare il coperchio alla base, partendo dall'aggancio sul lato corto e poi accompagnando la chiusura a pressione sull'altro lato. Se le due parti fanno fatica ad incastrarsi, anche provando due angoli di un medesimo lato per volta, è il caso di dare una passata con una lima piatta agli spigoli del fondo e all'interno degli angoli del coperchio (i punti dove fondo e coperchio si incastrano).

Ricordatevi che c'è il cavo flat che deve uscire dalla propria feritoia e piegarlo in modo opportuno sul suo connettore così che sfilì verso la direzione corretta, ovvero dal lato opposto al display.

Una volta chiuso il contenitore, potete agganciarlo alle due cornici di sostegno e questo dovrebbe essere possibile senza esercitare troppa pressione. Se non riuscite nella manovra, controllate che non ci siano bavette all'interno della cornice e che il coperchio o il fondo non abbiano il primo strato a contatto con il piatto di stampa che si è "spiazzicato" eccessivamente creando una specie di scalino. Anche in questo caso un po' di sapiente lavoro di lima e tutto dovrebbe andare a posto, come in **Foto 7**.



Mensile di elettronica applicata, attualità scientifica, novità tecnologiche.

Elettronica In

www.elettronica.in.it

oltre l'elettronica