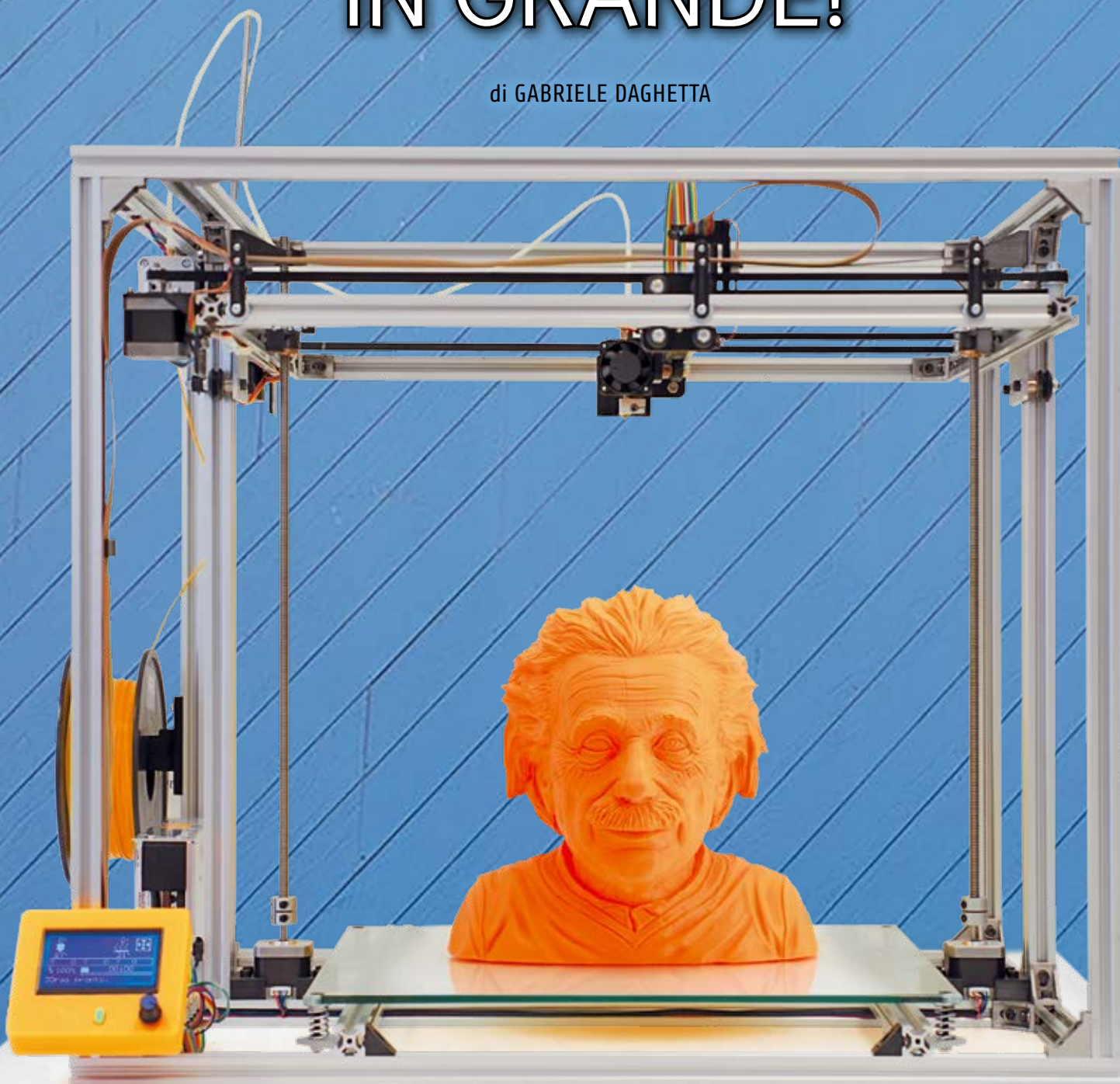


3D4040: STAMPA IN GRANDE!

di GABRIELE DAGHETTA



Capace di produrre stampe di 400 x 400 x 400 mm, integra tutte le funzionalità della 3Drag compresa l'hackerabilità caratteristica del controller basato su Arduino.

Quando realizzammo la nostra prima stampante 3D, che battezzammo 3Drag, eravamo agli inizi della nostra esperienza di progettisti di macchine per stampa additiva in tecnologia FDM, tuttavia il prodotto che ne scaturì fu molto apprezzato dal pubblico e lo è ancor oggi. Quella macchina, basata su un controller con hardware Arduino e deriva-

to dal Sanguinololu del progetto RepRap, poi evolutosi nel nostro controller, sempre vitalizzato da un firmware derivato dal Marlin (il cuore del progetto RepRap) è ancora oggi un punto di riferimento e viene adottata sia da Maker e hobbisti, sia da professionisti che desiderano ottenere modelli e riproduzioni di oggetti in PLA o ABS.

La nostra 3Drag è limitata alla stampa di oggetti di 200x200x200mm al massimo, il che, per alcune applicazioni (ad esempio plastici di case) non è l'ideale; non è un caso che con il progetto 3Drag Big abbiamo aumentato la larghezza "stirando" il telaio originale della 3Drag. Ma siccome puntavamo in alto, non ci siamo fermati lì e abbiamo pensato a come ottenere una macchina in grado di raddoppia-



CARATTERISTICHE TECNICHE

- **Dimensioni di stampa:** 400x400x400 mm
- **Materiali utilizzabili:** ABS e PLA
- **Movimentazione:** tecnologia Core XY
- **Diametro filamento:** 1,75 mm
- **Diametro ugello fornito:** 0,4 mm
- **Diametro ugelli opzionali:** da 0,3 mm a 0,8 mm
- **Velocità di stampa massima:** 350 mm/s
- **Piano di stampa fisso:** vetro temprato da 6 mm
- **5 motori passo-passo (200 step)**
- **Struttura:** profilati in alluminio
- **Risoluzione meccanica asse Z:** 0,625 micron
- **Risoluzione meccanica assi X e Y:** 0,0125 mm (12 micron)
- **Ingombro:** 690x630x610 mm
- **Firmware:** Marlin personalizzato per 3D4040
- **Software:** compatibile con software OpenSource (consigliato RepetierHost)
- **Sistemi operativi supportati da RepetierHost:** Windows – Mac – Linux

re la “cubatura” stampabile dalla 3Drag; il frutto del nostro lavoro è la nuova stampante 3D4040, che vi presentiamo in queste pagine e che ha richiesto un lungo sviluppo e numerosi test al banco, prima di “vedere la luce”.

DA 3DRAG A 3D4040

Raddoppiare le dimensioni di stampa non è cosa semplice come si potrebbe pensare, perché, sebbene la soluzione più intuitiva che verrebbe in mente sarebbe raddoppiare le tre dimensioni della 3Drag originale, in realtà non è stato possibile. Infatti, se è vero che nel progetto 3Drag Big abbiamo semplicemente ingrandito la base del telaio consentendo un allungamento del lato in larghezza ma senza toccare profondità e altezza, quello è quanto si poteva fare. Tentando di estendere anche la profondità ci si scontrava con vari problemi e limiti della meccanica della 3Drag, nata per il formato 200x200x200 mm e non idonea a reggere le sollecitazioni causate dalla stampa di pezzi di grandi dimensioni; idem per la struttura a “patibolo” che reggeva la testa e l’azionamento dell’asse Z. Va poi detto che utilizzare la filosofia adottata per realizzare

la 3Drag avrebbe imposto una struttura di dimensioni almeno doppie, quindi con un piatto da 40 cm di lato avremmo ottenuto un ingombro di almeno 80 cm su ogni lato; il motivo è che nella 3Drag la testa sale e scende soltanto. La testa fissa sul piano orizzontale implica che la parte più estrema del pezzo sia spostata rispetto alla testina (che sta al centro della macchina) di una distanza pari alla massima larghezza sull’asse X e parimenti sull’asse Y (in profondità): una cosa inaccettabile, sia per ingombro, sia per costo e peso che ne sarebbero derivati.

Inoltre la movimentazione di un piatto di tali dimensioni, peraltro realizzato in vetro per ragioni di rigidità non avrebbe molto senso per ovvi motivi (masse e inerzie elevatissime).

Per questi motivi abbiamo pensato di passare a una meccanica con piatto fisso in orizzontale, il cui ingombro non supera di molto la dimensione del piatto stesso, rendendo invece mobile la testa di stampa sugli assi X e Y, dato che la testa ha una massa ridotta e tale che l’inerzia, anche alle più elevate velocità di stampa, è poco rilevante. In definitiva, abbiamo adottato un approccio simile a

quello della 3D Vertex.

Tornando alla 3Drag, va detto che il piatto scorre su barre rettificata, soluzione più che valida per escursioni limitate a 20 cm, ma improponibile per dimensioni maggiori perché a parità di diametro di barre si avrebbero delle flessioni inaccettabili. L’adozione di guide lineari su binari (ad esempio come quelle della hiwin, le cui caratteristiche si possono consultare sul web alla pagina www.hiwin.de/it/Prodotti/Guide_Lineari/4263) è stata scartata a priori a causa dell’elevato costo della guida. La soluzione più sensata è quella di sfruttare le cave del profilato utilizzato per costruire il telaio, come guida per ciascuno degli assi. Per questo motivo la struttura della 3D4040 è stata realizzata interamente con profili in alluminio definiti V-slot che aggiungono una nuova funzionalità rispetto ai tradizionali T slot; grazie alla scanalatura a V, infatti, consentono di realizzare sistemi di movimento di tipo lineare che fanno uso prevalentemente di apposite pulegge di scorrimento (V-Wheel) generalmente realizzate in POM (Poliossimetilene) caratterizzate da una considerevole precisione e lunga durata.

Questi profili, che abbiamo unito tra di loro mediante angolari in alluminio pressofuso, hanno permesso di realizzare una struttura portante robusta ma nel contempo leggera e funzionale (oltre che economica...) che non necessita di tiranti o di piastre di irrigidimento malgrado le dimensioni del telaio siano di tutto rispetto: ben 690x630x610 mm.

Il telaio dell’asse Z si muove in verticale grazie a due motori passo-passo collegati in parallelo allo stesso driver (asse Z – codice Futura Elettronica 3DDRIVER) che a loro volta azionano due viti

trapezie ad un principio (in acciaio inox) con passo 2 mm; tale sottosistema è composto dalla cornice che permette il movimento XY della testina. In sostanza la testina, tramite l'asse Z viene allontanata o avvicinata al piatto di stampa, che nel nostro caso rimane solidale con la struttura. Questa soluzione permette di semplificare sensibilmente il telaio, ma soprattutto consente di mantenere basso il baricentro dell'intera struttura, cosa utilissima dato che il piatto, in vetro temprato da 6 mm di spessore, pesa circa 3kg!

Il telaio dell'asse Z scorre verticalmente grazie a due carrelli laterali dotati di pulegge che scorrono nelle cave dei montanti, composti ognuno da un profilato in alluminio con sezione di 20x40 mm ciascuno.

Il sistema utilizzato per movimentare l'estrusore viene chiamato **core XY**; potete trovare maggiori dettagli sul web, alla pagina <http://reprap.org/wiki/Core-XY/it>. Il meccanismo che ne è alla base dispone di due motori che agiscono contemporaneamente sul posizionamento XY della testina di stampa (mediante due distinte cinghie di tipo GT2 da 6 mm con passo di 2 mm); l'utilizzo di due cinghie anziché una molto lunga riduce gli errori di posizionamento, perché un'unica cinghia lunga è più soggetta a deformazione rispetto a due cinghie distinte (le deformazioni naturali interesseranno in maniera uguale entrambe le cinghie pertanto non vi sarà disparità tra le due). Unico requisito è che entrambe le cinghie devono avere il medesimo tensionamento.

Grazie a questa tecnologia e al sistema di alimentazione dove il motore che spinge il filo si trova sul telaio e il filo raggiunge la testa di stampa attraverso un

bowden, ci sono minori masse in movimento, il che permette di raggiungere maggiori velocità di stampa con un'elevata precisione. Aver affidato lo spostamento XY alla testa di stampa permette, rispetto al sistema cartesiano Z-head (quello della 3Drag, per intenderci), oltre che di stampare più alla svelta e ottenere maggior precisione (dovuta ad una minor inerzia), di mantenere una struttura del telaio che risulti più ordinata.

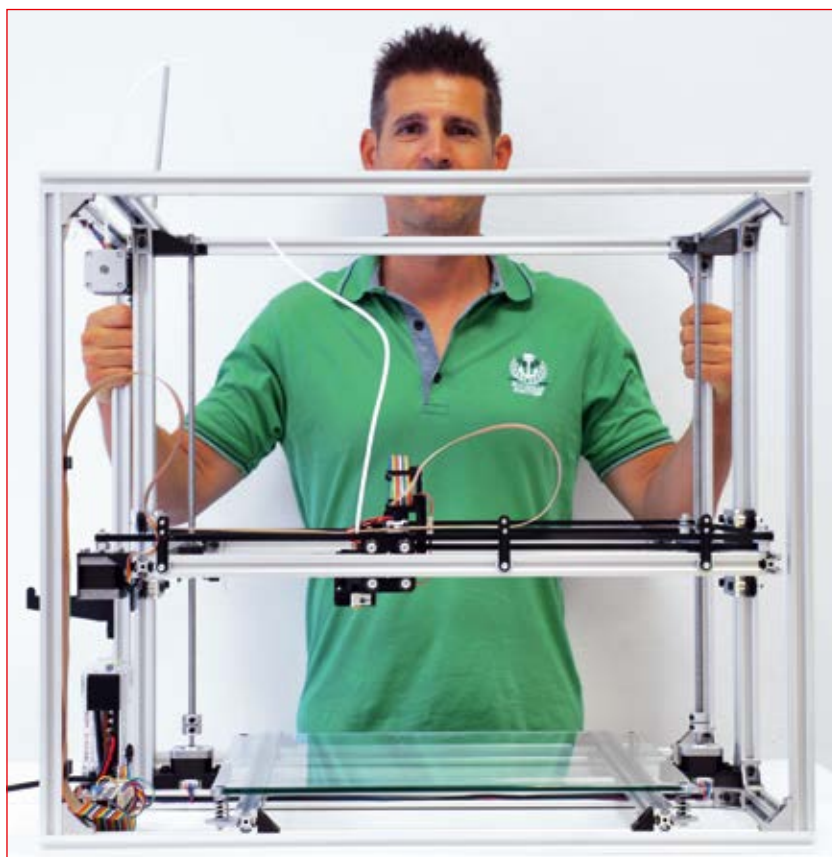
Altra differenza tra la 3D4040 e la 3Drag è che in quest'ultima il motore Y è montato sul carrello X mentre nella 3D4040 i motori dell'asse X e Y sono entrambi fermi e fissati alla cornice del carrello asse Z. Nella 3Drag, invece, è il piatto che viene mosso, il che, a causa dello spostamento di masse non indifferenti, può provocare perdite di passo e soprattutto

vibrazioni in presenza di oggetti molto alti, il che va a ripercuotersi sul grado di finitura della parte alta dell'oggetto stesso.

Nella 3D4040 la risoluzione, ossia il minimo spostamento ottenibile sull'asse Z per ogni singolo micro-step, è pari a 0,000625 mm; tale misura è determinata da:

$$Z = \text{passo vite} / 3200$$

dove passo vite è il passo della barra filettata che fa da traino, azionata dal motore passo-passo, nel nostro caso pari a 2 mm. Parliamo di micro-step perché, come nella 3Drag, anche in questa macchina è possibile impostare il controllo a frazioni di passo, fino a 1/16, quindi, essendo i motori stepper i soliti NEMA 17 da 200 step/giro, otteniamo un numero massimo di micro-step pari a $200 \times 16 = 3.200$.



Mensile di elettronica applicata, attualità scientifica, novità tecnologiche.

Elettronica In

www.elettronica.in.it

oltre l'elettronica