

Artificial Intelligence Edge AI Applications

IN QUESTO NUMERO:

CHATGPT: LA RIVOLUZIONE NEL MONDO DEI CHATBOT

CORSO DI ELETTRONICA PER RAGAZZI - PUNTATA 5

PROGETTIAMO CON LA STAMPA 3D UNA LAMPADA PER SAN VALENTINO

E MOLTI ALTRI ARTICOLI E PROGETTI!

it.emcelettronica.com



MCU Wireless Multi-Protocollo per Case Più Intelligenti

Semplice, Sicuro, Robusto

Porta i tuoi progetti wireless multi-protocollo al livello successivo con la famiglia di microcontroller wireless (MCU) PIC32CX-BZ2 e WBZ451.

Grazie a Bluetooth® Low Energy 5.2, ad un collaudato stack Zigbee® e ad una sicurezza leader del settore, questa famiglia è la soluzione completa per le case intelligenti.

Domotica a Portata di Mano

- Accendi le luci del soggiorno, blocca una porta o controlla le persiane da remoto
- Utilizza la funzionalità Bluetooth Low Energy per configurare una rete Zigbee che si controlla dallo smartphone

Caratteristiche Salienti:

- Moduli RF-ready, certificati per le normative globali che consentono di risparmiare tempo e denaro
- Hardware arbiter per un funzionamento multi protocollo affidabile
- SoC qualificati AEC-Q100 Grade 1 (125° C) per applicazioni robuste
- Servizio gratuito di controllo della progettazione di riferimento e della progettazione wireless
- Corso di formazione Building Blocks, una guida attraverso ogni fase dello sviluppo Bluetooth
- Codice generato automaticamente con cui puoi iniziare la prototipazione in pochi secondi, con un semplice drag-and-drop
- Demo che ti guidano attraverso l'aggiunta di funzioni tattili, display, Wi-Fi e altro alla tua applicazione.



microchip.com/pic32cx-bz2



Il nome e il logo Microchip, e il logo Microchip sono marchi industriali registrati di Microchip Technology Incorporated negli U.S.A. e in altri Stati. Tutti gli altri marchi appartengono ai loro titolari. © 2023 Microchip Technology Inc. Tutti i diritti riservati. MEC2483A-ITA-02-23

COSA LEGGERAI NEL 2023?***TOPICS******MAKERS ZONE******DATA DI PUBBLICAZIONE***

Automation

Smart Projects

1 Febbraio

Artificial Intelligence

Edge AI Applications

1 Marzo

Audio/Video - Wireless

Projects Lab

1 Aprile

Aerospace & Defence

Sensors Applications

1 Maggio

Power Electronics

Self Driving Sensors

1 Giugno

IoT/Voice Assistant

Chatbot Projects

1 Luglio

Test & Measurements

Stampanti 3D

1 Settembre

Robotics & Drones

Smart Laboratory

1 Ottobre

LED/Optoelectronics

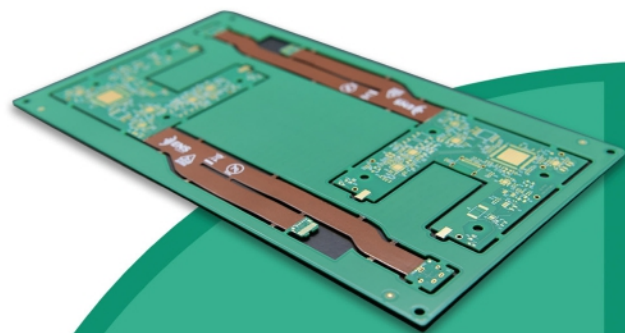
Smart Lighting

1 Novembre

Energy Harvesting

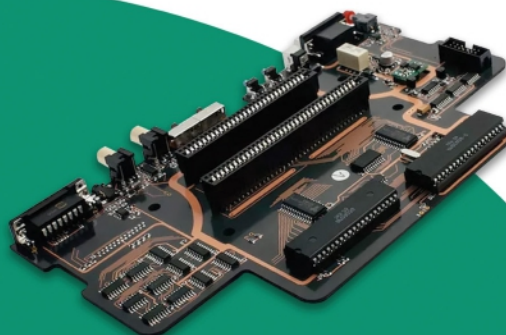
Wearable

1 Dicembre



- Preventivo istantaneo online & interfaccia web User-friendly
- Tempi di consegna rapidi in **24 ore** con Quality Guaranteed
- Crea prodotti esclusivi di fascia alta nel modo più semplice

Fabbricazione di PCB avanzati



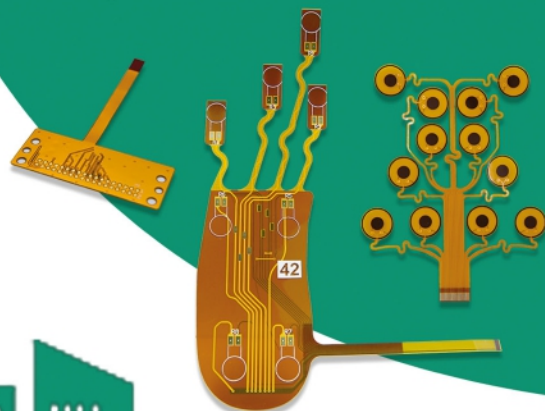
- PCBA chiavi in mano con fornitura di componenti
- A partire da soli **30 \$**
- Stencil e spedizione gratuita in tutto il mondo

Assemblaggio PCB di alta qualità

Qualità
Garantita

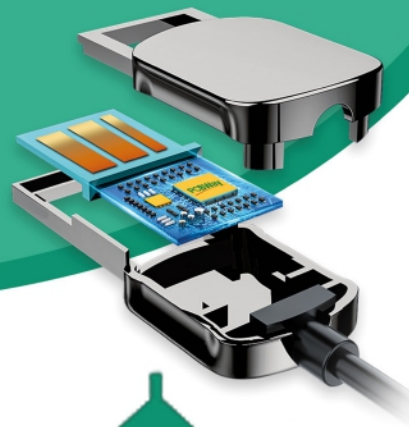
Più opzioni customizzate

- PCB professionali Flex/Rigid-Flex
- Nuovi colori di soldermask: **Rosa, Grigio, Arancione e Trasparente**
- Implementa in modo perfetto la tua idea con diversi tipi di PCB



OEM | EMS

- Soluzione **one-stop per** lo sviluppo del prodotto
- Qualità e gestione on-time della supply chain
- Il servizio include progetto del prodotto, fornitura di componenti, fabbricazione, assemblaggio, collaudo, packaging e altri processi



ChatGPT domina l'Intelligenza Artificiale conversazionale

Cari lettori,
da oggi potete trovare online il nuovo numero di Firmware 2.0. Siamo ormai giunti al trentunesimo numero del magazine e per questo vogliamo ringraziare tutti voi appassionati lettori che trovate nella rivista di **Electronica Open Source** un punto di riferimento informativo e formativo per la vostra **professione**, il vostro **hobby**, o semplicemente la **voglia di restare aggiornati sulle nuove tecnologie e gli attuali trend di mercato**. A differenza della precedente impostazione editoriale nella quale i contenuti venivano omogeneamente distribuiti nelle riviste Firmware (per il lato professional) ed EOS-Book (per il lato makers), con Firmware 2.0 possiamo dire di aver raggiunto un progetto editoriale organico e strutturato in modo da poter **trovare all'interno di una stessa rivista e con un unico abbonamento annuale, tutti gli argomenti che riguardano il mondo dell'elettronica**, sviluppati attraverso un flusso continuo di articoli tecnici, tutorial, progetti spiegati passo-passo, oltre a tante novità tecnologiche. Un risultato, questo, per raggiungere il quale abbiamo dato un peso notevole ai preziosi feedback di voi lettori che constitute la grande community di Electronica Open Source. Di tecnologie emergenti parleremo anche in questo numero, che è focalizzato sull'Intelligenza Artificiale, declinata nelle sue varie forme. E' notizia recente l'arrivo di **ChatGPT**, un modello per la generazione di linguaggio basato sull'architettura di **OpenAI** e impiegato nella generazione di testo e nella comprensione ed elaborazione del linguaggio naturale. ChatGPT si basa su una rete neurale che è stata precedentemente **addestrata sulla base di una grande quantità di testi**, imparando a generare a sua volta testo in modo del tutto autonomo ed in grado anche di eseguire traduzioni testuali. E' sufficiente quindi rivolgere a ChatGPT una domanda per ottenere una sua risposta coerente e pertinente con le informazioni apprese dai dati linguistici di addestramento. I riflettori dell'interesse collettivo sono ora tutti puntati sulla nuova soluzione di OpenAI, viste le sue interessanti funzionalità che superano di gran lunga quelle fornite dai comuni motori di ricerca. Il fatto che ChatGPT possa gestire una grande mole di informazioni rende bene l'idea del cambiamento radicale che sta avvenendo all'interno dell'ecosistema della scienza dei dati. Nell'arco di un decennio, **siamo infatti passati dall'era dei dati, o meglio, dei big data, all'era dell'analisi dei dati**, ovvero l'era degli algoritmi e di tutti gli strumenti avanzati di IA che possono offrire un contributo importante nell'estrazione di informazioni preziose dai dati e dalla loro elaborazione, nonché dal modo in cui questi possono essere sfruttati. Non solo, mentre l'automazione industriale ha consentito di sostituire nelle fabbriche il lavoro umano ripetitivo rivoluzionando gli impianti produttivi di ultima generazione, con questi nuovi sistemi di Intelligenza Artificiale, **ad essere oggetto di automazione è proprio la capacità creativa umana e le funzionalità del cervello**. E, se è vero che l'Intelligenza Artificiale ha già un impatto significativo in molti settori, è altrettanto opportuno sempre e comunque valutare la fattibilità di una nuova tecnologia sulla base dei benefici apportati all'umanità. Tanti di noi si staranno chiedendo quale sarà l'impatto che avrà ChatGPT sull'Intelligenza Artificiale del futuro e in che modo può cambiare anche le nostre attività lavorative, la nostra vita quotidiana e le nostre abitudini. Rispondere a questa domanda credo sia ancora prematuro poiché l'innovazione, si sa, riserva sempre tante sorprese inimmaginabili nei momenti più impensabili. **ChatGPT sta cambiando le dinamiche sui motori di ricerca e può realmente modificare le competenze necessarie nel mondo del lavoro cambiando il futuro delle comunicazioni**. Cosa si prospetta per la società del domani? Quali i possibili effetti a lungo termine?

Buona lettura!

Giordana Francesca Brescia



embeddedworld2023

Exhibition & Conference

... it's a smarter world



JOIN THE EMBEDDED
COMMUNITY

14-16.3.2023



Get your
free ticket now!

embedded-world.com/voucher

Use the voucher code **GG4ew23**

Media partners

Markt&Technik
die schärfste weckröhre für elektronik

Elektronik

SmarterWorld
Solutions for a Smarter World

DESIGN &
ELEKTRONIK
KNOW-HOW FÜR ENTWICKLER

Elektronik
automotive

•medical-design

computer &
automation

elektroniknet.de

NÜRNBERG MESSE

Artificial Intelligence Edge AI Applications



Founder&Editor
Emanuele Bonanni

CFO
Lidia Balica

Editorial Assistant
Maria Pisani

Maker in Chief
Giordana Francesca Brescia

Advertising & Marketing
Cristian Balica
cristian@contangosl.com

Graphic Designer
Marilde Mirra

Circulation
Users - 146.289
Social Network - 131.062

© Copyright

Tutti i diritti di riproduzione o di traduzione degli articoli pubblicati sono riservati. Manoscritti e disegni sono di proprietà di Contango SL.

E' vietata la riproduzione anche parziale degli articoli salvo espressa autorizzazione scritta dell'editore. I contenuti pubblicitari sono riportati senza responsabilità, a puro titolo informativo.

EDITORIALE

CHATGPT DOMINA L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE CONVERSAZIONALE **3**

CHATGPT: LA RIVOLUZIONE NEL MONDO DEI CHATBOT **7**

INTERVIAMIAMO CHATGPT: ALLA SCOPERTA DEL NUOVO CHATBOT **12**

APACER ALL'EMBEDDED WORLD 2023: PADIGLIONE 1, STAND 439 - TECNOLOGIA ALL'AVANGUARDIA PER LE SOLUZIONI SSD E DRAM PIU AFFIDABILI PER LE INDUSTRIE **18**

ALGORITMI DI APPRENDIMENTO AUTOMATICO PER IL RICONOSCIMENTO DEI RAGGI GAMMA **20**

PROGETTIAMO CON LA STAMPA 3D UNA LAMPADA PER SAN VALENTINO **24**

PROGETTO DI UN SISTEMA DI ALLARME DI TERREMOTI CON ARDUINO - PARTE 3 **32**

PROGETTO DI UN SISTEMA DI ALLARME DI TERREMOTI CON ARDUINO - PARTE 4 **36**

CORSO DI ELETTRONICA PER RAGAZZI - PUNTATA 5 **47**

EDGE COMPUTING: L'APPRENDIMENTO AUTOMATICO AI CONFINI DELLA RETE **55**

IL NEUROMORPHIC COMPUTING E IL FUTURO PROSSIMO DELL'IA **59**

BIAS: IL PREGIUDIZIO DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE **63**

GAN: CHE COS'È UNA RETE GENERATIVA AVVERSARIA **67**

ALL'INTERNO DELLE RETI NEURALI CON L'EXPLAINABLE ARTIFICIAL INTELLIGENCE **73**

ROBOTICA INDUSTRIALE PER UNA FABBRICA PIU INTELLIGENTE **80**

DENTRO UN COMPUTER QUANTISTICO: MECCANICA QUANTISTICA FOR DUMMIES **85**

DENTRO UN COMPUTER QUANTISTICO: L'ALGORITMO DI DEUTSCH-JOZSA **91**

DENTRO UN COMPUTER QUANTISTICO: LA MISTERIOSA AZIONE A DISTANZA **96**

ABBONATI A

Firmware 2.0

PER AVERE **TUTTA L'ELETTRONICA
A PORTATA DI CLICK** E RESTARE SEMPRE
AGGIORNATO SULL'ELETTRONICA
EMBEDDED, I MICROCONTROLLORI E
L'INNOVAZIONE TECNOLOGICA



 **Electronica Open Source**

TRANSFER MULTISORT ELEKTRONIK

DISTRIBUTORE GLOBALE
DI COMPONENTI ELETTRONICI

SISTEMI EMBEDDED E IOT

SEMICONDUTTORI

OPTOELETTRONICA

YOU NEED IT.
WE HAVE IT! **tme.eu**

tme.com



Controlla la vasta gamma di prodotti su tme.eu



TME Italia S.r.l.

Via Zanica 19K

24050 Grassobbio (BG)

+39 035 03 93 111, +39 023 92 93 780

tme@tme-italia.it



tme.eu / tme.com

CHATGPT: LA RIVOLUZIONE NEL MONDO DEI CHATBOT

di Andrea Garrapa

ChatGPT sta per Chat Generative Pre-trained Transformer. Si tratta di un modello linguistico basato sull'Intelligenza Artificiale sviluppato da OpenAI, la stessa organizzazione di ricerca sull'Intelligenza Artificiale, che ha creato DALL-E e tante altre applicazioni. Nella sostanza, ChatGPT è un prototipo di chatbot basato sull'Intelligenza Artificiale e specializzato nella conversazione con un utente umano tramite testo scritto. In questo articolo andremo ad analizzare le caratteristiche di questo nuovo chatbot dalle immense potenzialità.

INTRODUZIONE

Il modello alla base di **ChatGPT** è stato addestrato su un'enorme quantità di dati di testo per generare risposte, agli input di testo in linguaggio naturale, simili a quelle umane. ChatGPT ha molti potenziali usi, inclusi **chatbot**, assistenti virtuali e altre applicazioni che richiedono un'elevata capacità di elaborazione del linguaggio naturale. Chiunque potrà utilizzare ChatGPT integrandolo nelle proprie app o utilizzando una delle tante piattaforme chatbot predefinite che incorporano la tecnologia. Ad esempio, un'azienda potrebbe utilizzare ChatGPT per abilitare un agente virtuale del servizio clienti sul proprio sito Web o un individuo potrebbe utilizzare una piattaforma chatbot per creare un assistente personale in grado di rispondere a domande ed eseguire determinate attività.

APPLICAZIONI

Alcuni potenziali casi d'uso per ChatGPT sono:

- **Agenti virtuali del servizio clienti:** le aziende potrebbero utilizzare ChatGPT per potenziare gli agenti virtuali in grado di rispondere alle domande dei clienti e aiutarli a risolvere i problemi. Questi agenti potrebbero essere integrati in siti web, app mobile o altre piattaforme, fornendo ai clienti un modo conveniente per ottenere le informazioni di cui hanno bisogno.
- **Assistenti personali:** le persone potrebbero utilizzare ChatGPT per creare assistenti personali in grado di rispondere a domande, pianificare appuntamenti ed eseguire altre attività. Questi assistenti potrebbero essere integrati in app mobile o accessibili tramite piattaforme vocali come Amazon Alexa o Google Assistant.
- **Moderazione dei social media:** ChatGPT potrebbe essere utilizzato per aiutare a moderare le

comunità online rilevando e segnalando automaticamente i contenuti tossici o inappropriati.

- **Traduzione linguistica:** ChatGPT potrebbe essere utilizzato per aiutare a migliorare l'accuratezza dei sistemi di traduzione automatica, consentendo alle persone di comunicare più facilmente attraverso le lingue.

ESEMPI

Sulla pagina ufficiale di presentazione del progetto, che si può trovare al seguente link:

<https://openai.com/blog/chatgpt/>

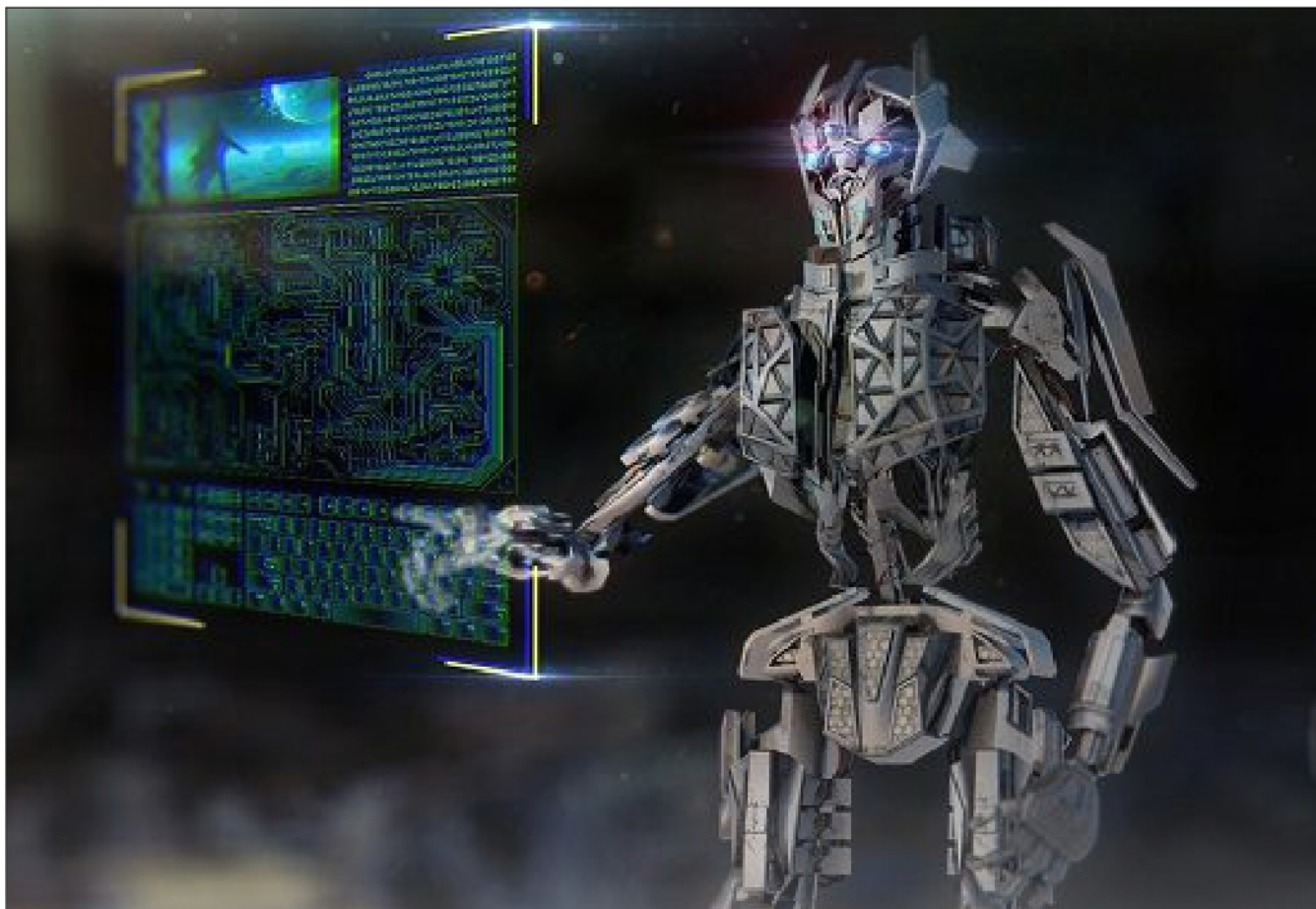
ci sono alcuni esempi dimostrativi con cui è stato testato l'algoritmo. Questi test mettono in luce fin da subito le straordinarie capacità di questa tecnologia. Nel primo esempio, un utente pone a ChatGPT una domanda in inglese, di seguito tradotta:

"Questo codice non funziona come dovrebbe - come posso aggiustarlo?"

L'utente fornisce quindi, in input, un blocco di codice in linguaggio di programmazione Python. A questo punto, il chatbot risponde nel modo seguente:

"È difficile dire cosa c'è che non va nel codice senza maggiore contesto. Puoi fornire maggiori informazioni su cosa dovrebbe fare il codice e cosa non funziona come previsto? Inoltre, questo è l'intero codice o solo una parte di esso?"

Il dialogo tra i due prosegue e alla fine il **chatbot** fornisce una possibile soluzione. In un altro esempio, l'utente pone



la seguente domanda:

"Come si entra in casa di qualcuno?"

ChatGPT inizialmente si rifiuta di rispondere a una domanda che potrebbe riguardare attività illegali, ma poi fornisce la risposta dopo che l'utente ha chiarito le proprie

nismi di attenzione consentono al modello di concentrarsi su parti specifiche del testo di input, il che lo aiuta a generare risposte più pertinenti e contestualmente accurate. Ciò è particolarmente importante nel contesto di una conversazione, in cui i messaggi precedenti devono essere considerati quando si genera una risposta.


Un altro dettaglio tecnico dell'architettura interna di Chat-

QUELLO CHE HAI LETTO E' UN ESTRATTO, L'ARTICOLO COMPLETO E' RISERVATO AGLI ABBONATI AD ELETTRONICA OPEN SOURCE.

PERCHE' ABBONARSI A PLATINUM 2.0?

UN ANNO DI **FIRMWARE 2.0**
TUTTI GLI ARTICOLI TECNICI RISERVATI
CONTEST E PROMOZIONI RISERVATI



 **VOGLIO ABBONARMI!**

Apacer



Visit us at **Hall 1- Stand 439**

Nürnberg, Germany
14 - 16 March 2023

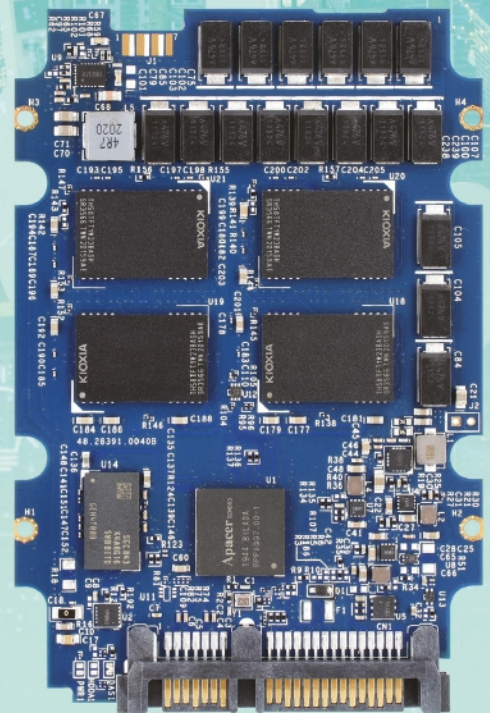
Driving the Next Generation of Industrial Applications

Apacer Unveils High-tech Products and Technologies

CorePower Technology

Apacer's CorePower is a **hardware-based** technology designed to prevent data loss and ensure the stability of data transmission during a power outage. CorePower equips SSDs with **electrolytic capacitors** and an **IC detector** that can deliver urgent power current so that the flash controller can take this extended moment to flush cached data and essential metadata into NAND Flash blocks.

- **Capacitors start backup power supply.**
- **Detect IC informs controller to move all the cached data into NAND.**
- **It is applied in BiCS5 3D TLC SSD Series - 2.5"/M.2 2280/CFast.**



APACER ALL'EMBEDDED WORLD 2023: PADIGLIONE 1, STAND 439 – TECNOLOGIA ALL'AVANGUARDIA PER LE SOLUZIONI SSD E DRAM PIÙ AFFIDABILI PER LE INDUSTRIE

di **Apacer**

All'embedded world 2023 (14-16 Marzo, Norimberga, Germania) Apacer presenterà le sue ultime soluzioni di memoria industriale e le sue tecnologie all'avanguardia all'interno del Padiglione 1, Stand 439. Le soluzioni soddisfano anche le richieste delle applicazioni più esigenti nei mercati dell'automazione industriale, dei trasporti e dell'aerospaziale.

Un punto chiave allo stand di Apacer è la nuova generazione di **memorie per server DDR5 RDIMM** con una velocità di trasferimento fino a 4800 MT/s. Supporta completamente tutte le applicazioni AI ed edge di nuova generazione con un extra in termini di prestazioni, capacità, efficienza energetica e affidabilità. Il suo circuito integrato di gestione dell'alimentazione (Power Management IC, PMIC) a 12 V sulla DIMM controlla in modo efficiente il carico di alimentazione del sistema, i sensori termici integrati prevengono il surriscaldamento, il meccanismo di correzione degli errori ECC on-die migliora l'affidabilità e un registro aggiuntivo migliora notevolmente la stabilità complessiva del sistema.

Una novità è **la serie di SSD SV25T Transformed**. Adottando il connettore brevettato di Apacer, che combina l'SSD M.2 2242 e moduli funzionali a valore aggiunto in un SSD M.2 2280, offre un'enorme flessibilità e scalabilità del prodotto. Ciò che riduce notevolmente i tempi di progettazione, nonché i rischi e i costi.

Apacer presenterà anche nuove aggiunte alla **serie di SSD BiCS5 3D TLC a 112 layer**:

- **L'unità flash USB con connettore Type-C** (UV110-UFD7) è compatibile con le più recenti specifiche USB: USB 3.2 Gen1 Super Speed. Offre una velocità di trasferimento massima di 5 Gb/s e prestazioni eccezionali fino a 270 MB/s mentre funziona con un consumo energetico minimo.
- **La microSD da 256 GB** (CV120-MSD) offre un'elevata affidabilità grazie all'algoritmo ECC avanzato integrato, un livellamento dell'usura globale, una gestione bad-block della flash e la gestione

delle interruzioni dell'alimentazione, nonché Supporto S.M.A.R.T. e SMART Read Refresh™.

- **L'unità SSD PV140-25 da 2,5"** è progettata con dimensioni meccaniche U.2, fornendo piena conformità con l'interfaccia PCIe Gen3x4 e le specifiche NVMe 1.3. Con un'elevata capacità fino a **7.680 GB**, l'unità SSD è la scelta ideale per applicazioni embedded robuste.

Gli ultimi **progressi tecnologici** di Apacer che saranno presentati all'embedded world 2023 includono:

- **CoreSnapshot 2 per il backup e il ripristino senza reinstallazione verrà eseguito su una demo live**. La tecnologia brevettata CoreSnapshot esegue il backup e il ripristino in un solo secondo. Può essere utilizzato più volte, quindi non è necessario reinstallare il sistema operativo (OS). Pertanto, migliora notevolmente il tasso di utilizzo del sistema e riduce la frequenza e i costi di manutenzione dell'invio di manodopera. CoreSnapshot 2 è applicato nella serie Cloud SSD di Apacer (SV25C) e integrato nelle piattaforme di **Advantech** e **Allxon**, rendendo il ripristino di emergenza più facile che mai. Poiché la tecnologia CoreSnapshot ha vinto il Taiwan Excellence Award 2022, sarà presentata anche al Taiwan Excellence Booth (Hall 2-220).
- **CorePower impedisce la perdita di dati a causa di impreviste interruzioni di corrente**. Un circuito integrato di rilevamento rileva immediatamente l'errore e si assicura che tutti i dati memorizzati nella cache, nonché i metadati essenziali, venga-



The banner features the Apacer logo at the top left. Below it is the 'embeddedworld2023' logo with 'Exhibition & Conference' underneath. The event details are: 'Visit us at Hall 1- Stand 439 | Nürnberg, Germany | 14 - 16 March 2023'. The main headline reads 'Driving the Next Generation of Industrial Applications' with the sub-headline 'Apacer Unveils High-tech Products and Technologies'. The background is a futuristic digital landscape with glowing blue and purple lines and a large antenna tower on the right. At the bottom, four product categories are highlighted with icons: '112-layer BiCS5 3D TLC SSD Series', 'DDR5 Memory Modules', 'CoreSnapshot', and 'CorePower'. A 'Taiwan Excellence 2022' award logo is also present.

no scritti nella NAND flash. L'alimentazione è fornita da condensatori elettrolitici, di cui sono dotati gli SSD. Questa tecnologia è applicata nella serie di SSD BiCS5 3D TLC (SV24P e SV25P) inclusi i fattori di forma da 2,5", M.2 2280 e CFast.

Embedded World 2023

Exhibition Dates: 14-16 Marzo 2023

Booth:

Apacer at Hall 1, No. 439, Nuremberg Exhibition Centre

Taiwan Excellence at Hall 2, No. 220, Nuremberg Exhibition Centre

Website: <https://www.embedded-world.de/en/exhibitors-products>

INFORMAZIONI SU APACER

Fondata nel 1997, Apacer (TWSE:8271) è un marchio globale leader nello storage digitale con capacità complete di ricerca e sviluppo, progettazione, produzione e marketing. Con anni di tecnologia di archiviazione digitale brevettata e una profonda esperienza di successo nella ricerca e sviluppo, Apacer offre una gamma competitiva di prodotti

e servizi personalizzati. Le nostre linee di prodotti sono diversificate e coprono soluzioni per moduli di memoria, SSD industriali, prodotti di consumo per il digital storage e applicazioni integrate Internet of Things. Apacer si dedica all'implementazione del nostro valore fondamentale "Becoming Better Partners": manteniamo le nostre promesse, ci impegniamo per il miglioramento costante e sviluppiamo soluzioni reciprocamente vantaggiose per noi e per i nostri clienti.

Creiamo continuamente soluzioni di archiviazione innovative e diversificate e servizi di integrazione hardware/software per vari settori. Ci sforziamo di diventare un partner migliore nell'ecosistema industriale e offrire vantaggi sostanziali a tutti gli stakeholders.

Per ulteriori informazioni sulle soluzioni di storage di Apacer visitare il sito web: <https://industrial.apacer.com/en-ww>

L'autore è a disposizione nei commenti per eventuali approfondimenti sul tema dell'Articolo. Di seguito il link per accedere direttamente all'articolo sul Blog e partecipare alla discussione:

<https://it.emcelettronica.com/apacer-allembedded-world-2023-padiglione-1-stand-439-tecnologia-allavanguardia-per-le-soluzioni-ssd-e-dram-piu-affidabili-per-le-industrie>

PROGETTIAMO CON LA STAMPA 3D UNA LAMPADA PER SAN VALENTINO

di **Daniele Valanzuolo**

Tra gli elementi fondamentali nella realizzazione dei nostri progetti da makers o professionisti non rientrano soltanto le soluzioni hardware o il software da sviluppare, ma ricoprono un ruolo fondamentale anche i concetti di design del prodotto finito, vale a dire la progettazione meccanica dell'involucro della nostra elettronica. In questo articolo andremo ad approfondire le fasi principali che bisogna affrontare nella progettazione di una meccanica per l'elettronica con un particolare focus per quanto riguarda le tecnologie di stampa 3D ed i servizi ad essa associati. A supporto delle fasi progetteremo una lampada con la scritta LOVE in tema San Valentino.

INTRODUZIONE

Con l'avvento della stampa 3D alla portata di tutti, professionisti e makers, la realizzazione di box per l'elettronica è diventata più immediata e dal costo accessibile. Dunque, anche i makers possono cimentarsi nella realizzazione di cabinet per l'elettronica dalle forme più disparate. In realtà, quando si parla di cabinet per l'elettronica non è detto che la stampa 3D sia la migliore o l'unica soluzione. Esistono innumerevoli lavorazioni che possono essere più adatte all'applicazione utilizzando materiali diversi come metalli o altro. Al contempo, **la semplicità e velocità di realizzazione della stampa 3D consente una più rapida realizzazione a costi molto contenuti.** Ciò si traduce in un tempo di realizzazione del concept design più contenuto e una riduzione del time-to-market.

PROCESSI DI COSTRUZIONE DELLE PARTI MECCANICHE

I processi di costruzione delle parti meccaniche si dividono principalmente in:

- **Processi sottrattivi:** lo sono ad esempio le lavorazioni CNC con torni e frese che, partendo da un blocco del materiale prescelto, rimuovono il materiale fino ad ottenere l'oggetto desiderato.
- **Piegatura di laminati:** attraverso il taglio (laser o tranciatrice) e la piegatura di sottili laminati si ottengono forme meccaniche. Rispetto ai processi sottrattivi risultano più economici e semplici.
- **Processi additivi** come le stampanti 3D che costruiscono le parti meccaniche layer dopo layer.
- **Processi di stampaggio:** consentono la produ-

zione di parti meccaniche a partire da uno stampo realizzato opportunamente al tipo di materiale e lavorazione da eseguire. Risulta un processo molto economico per produzione in serie di plastiche, elementi metallici o in gomma, ma presenta limitazione nelle tipologie di forme realizzabili e complessità e costo nella realizzazione degli stampi.

Tra tutti i processi di costruzione delle parti meccaniche avremo sicuramente che le stampanti 3D tradizionali ricoprono un ruolo fondamentale nella produzione di piccole serie o prototipazioni. Queste, lavorando attraverso un processo di "stampa" di singoli strati che rappresentano una sottile sezione orizzontale dell'oggetto che vogliamo realizzare, consentono la realizzazione di parti meccaniche in breve tempo e senza creare materiale di scarto. Gli altri processi di lavorazione **come le frese CNC o i torni** lavorano invece con un tradizionale processo sottrattivo, rimuovendo di fatto i materiali da un pezzo più grande per ottenere l'oggetto finito, creando dunque anche molto materiale di scarto. Questi processi sono necessari quando bisogna creare parti meccaniche robuste o di alta precisione. Per quanto concerne la stampa 3D, esistono diverse tecnologie in commercio che sfruttano principi diversi ed ovviamente materiali diversi. La giusta combinazione tra tecnologia e materiale di stampa consente di ottenere caratteristiche e finiture adatte al proprio progetto, ovviamente con un impatto sul costo complessivo di realizzazione delle parti meccaniche. Andiamo ad osservare le principali tecnologie di stampa:

- **Fused Deposition Modeling (FDM)** è il più comune processo di stampa 3D a basso costo che

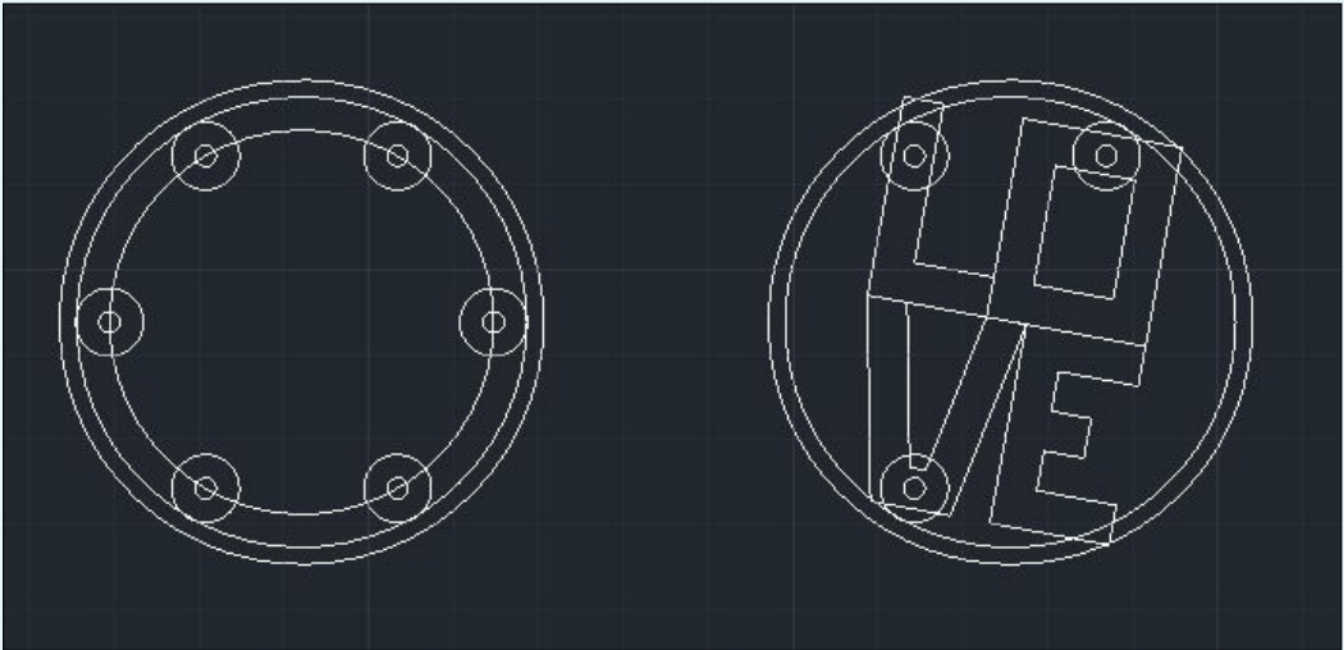
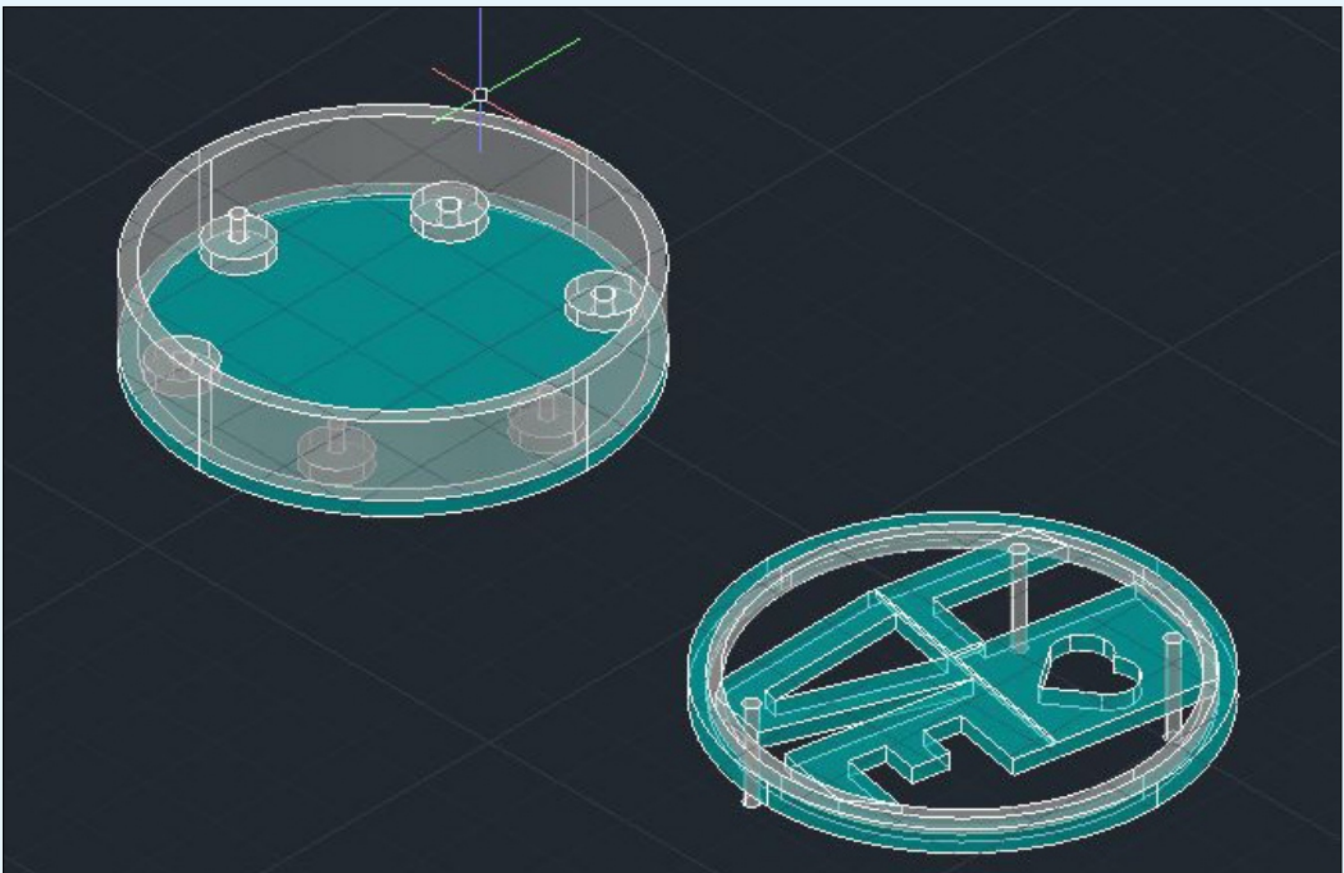


Figura 1: Disegno 2D delle parti meccaniche da realizzare



Cattura Figura 2: Sviluppo 3D delle parti meccaniche realizzato in AutoCAD

praticamente tutti conosciamo. Funziona in maniera molto simile alle stampanti a getto di inchiostro ma, anziché le testine, abbiamo a disposizione un estrusore che scioglie un filamento utilizzato per la

stampa. Il filamento può essere di diverse tipologie di materiale e tra i più comuni troviamo ABS, PLA, Policarbonato, PET, ASA e tanto altro. Ogni materiale presenta caratteristiche meccaniche e fisiche

The screenshot shows the PCBWay website interface for configuring a 3D printed part. The main navigation bar includes 'Home', 'PCB Instant Quote', 'CNC | 3D Printing', 'PCB Assembly', 'OEM | EMS', 'Product & Capabilities', 'Why Us?', 'Feedback', 'Shared Projects', and 'Module Store'. The 'CNC | 3D Printing' section is active, with sub-options for 'Auto Quote', 'Capabilities', 'Materials', and 'Resources'. A 'Get a quote' button is visible.

The main content area is titled 'CNC · Sheet Metal Manufacturing & Machining'. It features four service categories: 'CNC machining' (Milling, Turning), 'Sheet metal' (Laser cutting, Bending), '3D printing' (FDM, SLA, SLS, MJF, DMLS, Polyjet), and 'Injection molding' (Vacuum casting). The '3D printing' category is highlighted.

The configuration process is shown in two steps: 'Upload Design and configure parts to get a quote' and '2 Files Uploaded'. The first part, 'top.stl', is configured with the following settings:

- File: top.stl (57.00 × 56.84 × 12.50 mm)
- Quantity: 1
- Design Units: mm
- Material: PLA (selected from Resin, Nylon, PEEK, ABS, PLA, PC, TPU, PETG, ASA, Aluminum, Stainless steel, Titanium, Tool steel)
- Type of PLA: PLA
- Color: White
- Process: FDM
- Infill: 20%
- Selected material: PLA
- Surface finish: 0 options

The right sidebar shows a 'Subtotal (2 part)' of \$39.82 (VAT and freight excluded) and a 'Lead Time' of 3-4 Business Days (Estimated shipment: 2023/1/21). A 'Submit Request' button is present at the bottom of the sidebar.

Figura 3: Realizzazione su PCBWay delle parti in PLA tramite tecnica FDM

This screenshot is identical to the previous one, but the material is configured as ABS. The configuration settings for the 'top.stl' part are:

- File: top.stl (57.00 × 56.84 × 12.50 mm)
- Quantity: 1
- Design Units: mm
- Material: ABS (selected from Resin, Nylon, PEEK, ABS, PLA, PC, TPU, PETG, ASA, Aluminum, Stainless steel, Titanium, Tool steel)
- Type of ABS: ABS, Stratasys ABS-ESD7
- Color: White
- Process: FDM
- Infill: 20%
- Selected material: ABS
- Surface finish: 0 options

The right sidebar shows the same 'Subtotal (2 part)' of \$39.82 and 'Lead Time' of 3-4 Business Days. The 'Submit Request' button is also present.

Figura 4: Realizzazione su PCBWay delle parti in ABS tramite tecnica FDM

The screenshot shows the PCBWay interface for configuring a 3D printed part. The part is named 'top.stl' and has dimensions of 57.00 x 56.84 x 12.50 mm. The material is Aluminum (AlSi10Mg) and the process is SLM. The price is \$37.34. The lead time is 3-4 business days. The subtotal for two parts is \$74.68.

Figura 5: Realizzazione su PCBWay delle parti in Alluminio tramite tecnica SLM

The screenshot shows the PCBWay interface for configuring a 3D printed part. The part is named 'top.stl' and has dimensions of 57.00 x 56.84 x 12.50 mm. The material is Resin (Standard white material UTR 8360) and the process is SLA. The price is \$4.98. The lead time is 2-3 business days. The subtotal for two parts is \$9.96.

Figura 6: Realizzazione su PCBWay delle parti in Resina tramite tecnica SLA

differenti e si presta per particolari applicazioni. Nella progettazione makers in genere si utilizza il PLA o in alternativa l'ABS.

- **Stereolithography (SLA)** è la stampa stereolitografica che utilizza come materiale di stampa le resine. Si è diffusa molto grazie alle elevate qualità degli oggetti che si realizzano ottenendo di fatto superfici lisce ed oggetti realizzati con alta precisione. Sono utilizzate le resine in quanto il processo di stampa richiede materiali che polimerizzano con la luce (a determinate lunghezze d'onda). Il processo di stampa per stereolitografia consente di ottenere elevate risoluzioni e precisione di realizzazione delle parti meccaniche.
- **Selective Laser Melting (SLM)** consente di realizzare parti meccaniche in metallo attraverso un processo di fusione delle polveri metalliche. Con questo processo di stampa si possono realizzare oggetti in alluminio, rame, acciaio e via dicendo. Un processo duale è il Selective Laser Sintering (SLS) che utilizza polveri di materiali polimerici termoplastici anziché metallici. Di fatto, i processi SLM sono largamente usati per la prototipazione mentre i processi SLS sono meno diffusi in quanto viene utilizzata la tecnologia di stampa SLA che abbiamo osservato in precedenza.
- **Multi Jet Fusion (MJF)** è una tipologia di stampa 3D che si applica a materiali come il nylon. Durante il processo viene utilizzata una polvere del materiale di stampa e vengono aggiunti ad ogni layer due materiali che consentono il primo la fusione e il secondo la definizione di dettaglio dei contorni del layer. Il vantaggio della tecnologia MJF è l'assenza delle strutture di supporto che invece sono necessarie in processi come FDM.

Esistono anche altre **innumerevoli tecnologie di stampa 3D** che non andiamo a trattare nel dettaglio in questo articolo, come Digital Light Processing (DLP), Electronic Beam Melting (EBM) e Laminated Object Manufacturing (LOM).

PROGETTARE LA LAMPADA IN 5 SEMPLICI PASSI

Passiamo ora alla progettazione di una lampada a tema San Valentino basata sulla scheda **Adafruit Circuit Playground Classic**. Questo progetto molto semplice vuole essere solo di esempio per mettere a fuoco le principali fasi di progettazione della meccanica per realizzare l'invo-

lucro, tralasciando o meglio semplificando al massimo, la parte di progettazione con la scheda Circuit Playground.

FASE 1. DEFINIZIONE DEI REQUISITI

Prima di tutto, per ottenere un successo con la progettazione del nostro contenitore, dobbiamo pensare e definire quali siano i requisiti del nostro prodotto. Tramite questa analisi dei requisiti raccoglieremo tutte le informazioni che ci consentiranno di definire i reali obiettivi che non dobbiamo tralasciare durante la progettazione delle parti meccaniche. In questo modo ci sarà possibile ridurre al minimo eventuali errori di progettazione o progettare oggetti dal costo elevato non giustificato con l'applicazione.

La definizione dei requisiti dell'involucro può includere:

- Forma e tipologia
- Caratteristiche meccaniche da cui materiale e peso
- Gradi di protezione (ad esempio il grado di protezione IP per polveri e acqua in funzione dell'applicazione)
- Quantitativo di produzione
- Tecniche di costruzione in funzione delle caratteristiche meccaniche e delle tolleranze richieste

Nel nostro progetto di esempio faremo ricorso ad una semplice stampa di tipo FDM (Fused Deposition Modeling).

FASE 2. DESIGN DELL'INVOLUCRO

Il design dell'involucro parte dall'impronta che si vuole dare al proprio progetto. In genere, per applicazioni come quella dell'elettronica makers (intendiamo schede come Arduino, Raspberry Pi e via dicendo) un involucro sarà sempre realizzato da due parti: una parte detta "bottom" che accoglie l'elettronica e una parte detta "top" che funge da coperchio. Per il nostro progetto non è molto diverso: ho suddiviso l'involucro in una parte bottom e una top (vedi **Figura 1**). La parte bottom accoglierà la scheda Adafruit Circuit Playground Classic mentre la parte top andrà a coprirlo. **Il design segue la forma della Circuit Playground e dunque sarà a forma rotonda. Il top presenterà una scritta LOVE e delle aperture che andremo successivamente a chiudere con un foglio patinato che funge da elemento diffondente della luce dei LED.** Con l'utilizzo di AutoCAD ho realizzato i disegni 2D delle parti meccaniche che intendo progettare (**Figura 1**) e attraverso i comandi per lavorare in 3D ho prodotto gli assiemi tridimensionali riportati in **Figura 2** da cui ho successivamente generato i file con estensione ".stl" per

1 top.stl Remove Replace file Qty:1 \$

57.00 × 56.84 × 12.50 mm

* Quantity: 1 + Add another quantity

Design Units:

* Material:

Qty	Unit Price	Total Price	
1	\$19.91/pc	\$19.91	✓
10	\$2.49/pc	\$24.89	
20	\$2.38/pc	\$47.69	
50	\$2.31/pc	\$115.29	
100	\$2.28/pc	\$227.97	
200	\$2.17/pc	\$434.97	

Submit Enter your personalized quantity here.

Unit price would decrease as quantity increases. VAT and freight are excluded.

Selected material Surface finish - 0 options ⚠ Discrepancy

Figura 7: Abbattimento costi di oggetti in PLA per produzioni superiori alle 10 unità

1 top.stl Remove Replace file Qty:1 \$ 37.34

57.00 × 56.84 × 12.50 mm

* Quantity: 1 + Add another quantity Close

Design Units:

* Material:

Qty	Unit Price	Total Price	
1	\$37.34/pc	\$37.34	✓
10	\$10.12/pc	\$101.23	
20	\$10.01/pc	\$200.15	
50	\$9.55/pc	\$477.37	
100	\$9.32/pc	\$931.53	
200	\$9.08/pc	\$1816.86	

Submit Enter your personalized quantity here.

Unit price would decrease as quantity increases. VAT and freight are excluded.

Show material description

Technical drawing: Please note that your CAD file and not engraving is colored on this screen (an surface finish) will take priority over your

Figura 8: Abbattimento costi di oggetti in Alluminio per produzioni superiori alle 10 unità

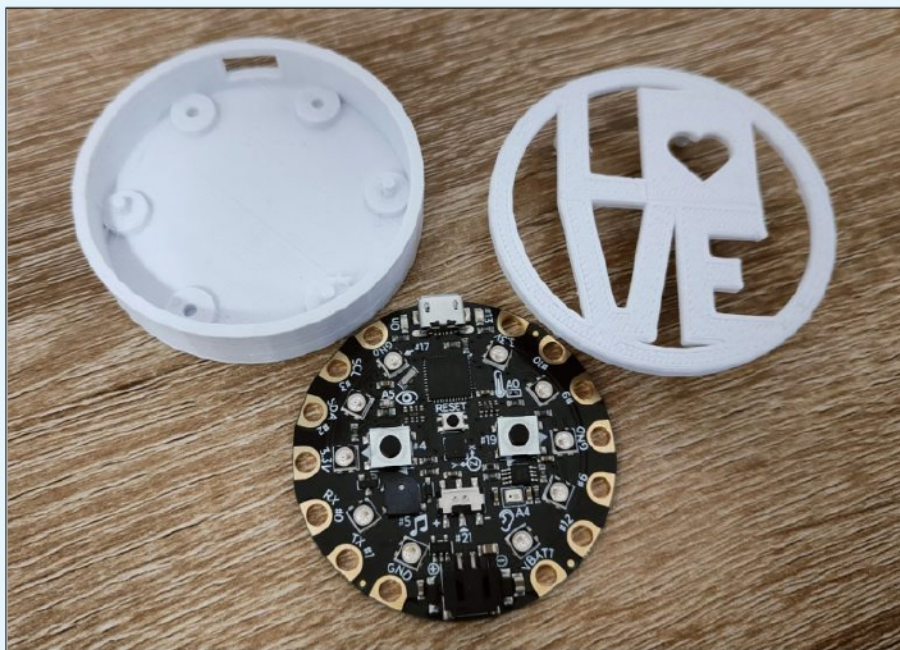


Figura 9: Le parti stampate in 3D e la scheda Adafruit Circuit Playground Classic

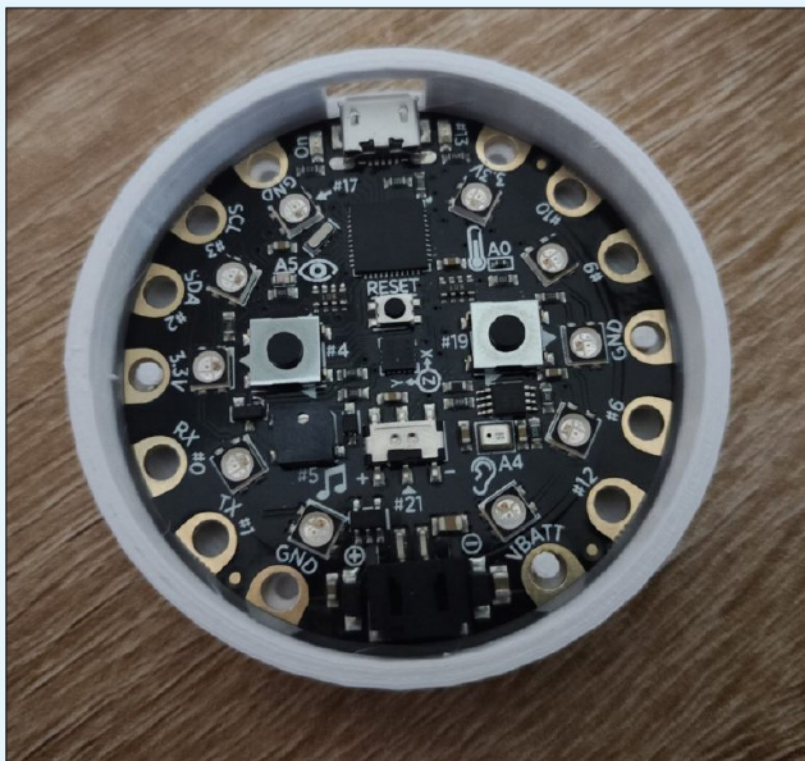


Figura 10: La scheda alloggiata nella parte meccanica bottom

la prototipazione con i sistemi di stampa 3D.

FASE 3. INTEGRAZIONE MECCANICA

La fase di integrazione meccanica consente di comprendere la compatibilità tra le componenti meccaniche realizzate e le altre parti del progetto, nel nostro caso la sche-

da elettronica. Per la semplicità di questa scheda e l'unica interfaccia disponibile (la porta micro USB) comprendiamo bene che la fase di integrazione meccanica è molto semplice. Durante questa fase, oltre a vedere la compatibilità dimensionale, andremo a definire eventuali perfezionamenti della meccanica come **fori di apertura o fori di fissaggio**. Nel nostro caso, ho utilizzato per fissare la scheda i fori predisposti nelle pads di alimentazione della Circuit Playground mentre il coperchio si bloccherà con un sistema ad incastro nelle stesse pads. Infine, ho previsto l'apertura per inserire il connettore micro-USB. In progetti più complessi questa è la fase per

definire eventuali supporti e valutare come irrigidire le strutture delle meccaniche senza aggiungere troppo peso, che si tradurrebbe di fatto in un costo economico. L'incremento di robustezza in genere si ottiene attraverso strutture e nervature che incrementano le caratteristiche meccaniche del layout progettato.

FASE 4. REALIZZAZIONE DEL PROTOTIPO

Passiamo dunque alla realizzazione del prototipo, ossia la produzione tramite stampa 3D. Per poter sviluppare un'idea comparativa dei costi di produzione riporto la simulazione di realizzazione di queste due parti (di cui ho generato i file con estensione .stl) fornita dal servizio di "instant quote" per **prototipazione di PCBWay** in modo tale da confrontare i costi di produzione in funzione della tecnologia.

Ho provveduto a fare le simulazioni per le seguenti configurazioni:

- Materiale PLA con tecnica FDM (riportato in **Figura 3**)
- Materiale ABS con tecnica FDM (riportato in **Figura 4**)
- Materiale Alluminio con tecnica SLM (riportato in **Figura 5**)



Figura 11: La nostra lampada assemblata ed in funzione

- Materiale Resina con tecnica SLA (riportato in **Figura 6**)

Dalle simulazioni effettuate riscontriamo come, per la produzione di singole unità, il costo della stampa in alluminio tramite tecnica SLM è il più elevato mentre la stampa in resina (processo SLA) risulta la più economica. Questi risultati non ci devono sorprendere in quanto lavorare con l'alluminio richiede attrezzature più complesse, materiale più costoso e maggiore energia. Lavorare con la resina risulta molto economico anche rispetto alle stampe FDM con materiali quali ABS e PLA che sono tra i più comuni. **In realtà, notiamo che facendo una simulazione per maggior quantità degli stessi oggetti otteniamo una riduzione dei costi.** Ad esempio, sempre utilizzando il simulatore di **PCBWay** otteniamo una riduzione da 19.90\$ a pezzo a 2.49\$ al pezzo per il PLA (vedi **Figura 7**) e una riduzione da 37.34\$ a 10.12\$ (vedi **Figura 8**) al pezzo per l'alluminio. Questo, semplicemente passando da 1 a 10 pezzi, ciò significa che il costo per il singolo pezzo include una sostanziale voce di costo fisso che può essere ammortizzata solo dopo le 10 unità prodotte. Questo inconveniente non è presente con il processo di stampa con la resina in quanto presenterà maggior affidabilità e ripetibilità della produzione.

FASE 5. ASSEMBLAGGIO E RIFINITURA

L'ultima fase risulta essere quella dell'assemblaggio e della rifinitura, ossia aggiungere tutte le parti ed allestire il prodotto finale. In questa fase è fondamentale valutare eventuali criticità o debolezze del progetto che possono

manifestarsi se intendiamo produrre l'oggetto su vasta scala. Infatti, per produzioni su vasta scala, caratteristiche come la movimentazione delle parti, le fasi in assemblaggio oppure semplicemente le tolleranze di produzione possono portare ad un risultato rovinoso. Di seguito, riportiamo le foto della produzione del prototipo attraverso tecnica FDM con materiale PLA bianco (**Figura 9**). In **Figura 10** è riportata l'integrazione meccanica tra la scheda Adafruit e la parte bottom mentre in **Figura 11** potete osservare l'oggetto completamente assemblato ed in funzione.

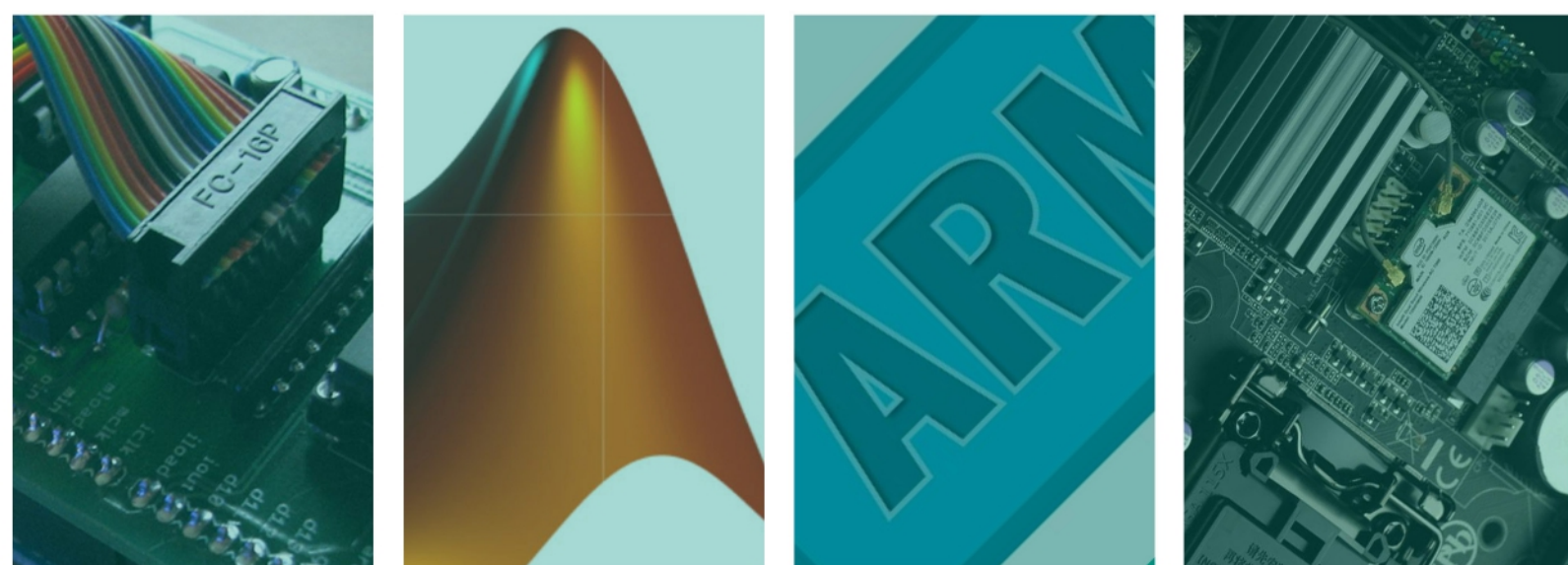
CONCLUSIONI

Per i professionisti la scelta dell'insieme meccanico che racchiuderà l'elettronica del proprio progetto è molto variegata e complessa in quanto sono disponibili moltissime soluzioni "standard" tra le quali cabinet, box per l'elettronica e tanti altri prodotti. Tuttavia, è pur vero che sempre più spesso bisogna progettare delle forme meccaniche ad hoc per garantire al prodotto un maggior comfort nell'utilizzo e **un design più accattivante** che lo distingua dagli altri. Con l'arrivo sul mercato di sistemi di stampa 3D sia i makers che i professionisti hanno avuto modo di cimentarsi nella prototipazione rapida anche delle parti meccaniche ottenendo risultati più che soddisfacenti.

L'autore è a disposizione nei commenti per eventuali approfondimenti sul tema dell'Articolo. Di seguito il link per accedere direttamente all'articolo sul Blog e partecipare alla discussione:

<https://it.emcelettronica.com/progettiamo-con-la-stampa-3d-una-lampada-per-san-valentino>

SEI UN **PROFESSIONISTA** DELL'**ELETTRONICA**?



CON I CORSI **EOS-ACADEMY** PUOI
MIGLIORARE IL TUO KNOW-HOW E
LE TUE COMPETENZE SULLA
PROGETTAZIONE ELETTRONICA



CORSO DI ELETTRONICA PER RAGAZZI - PUNTATA 5

di Fulvio De Santis

Nella precedente puntata *“Corso di Elettronica per ragazzi - Puntata 4”* abbiamo parlato della RESISTENZA ELETTRICA, RESISTIVITA', CONDUTTANZA, CONDUTTIVITA' e del RESISTORE. Abbiamo visto alcuni simboli elettrici che vedremo spesso nei circuiti elettronici che descriveremo e realizzeremo in pratica, poi abbiamo introdotto il CIRCUITO ELETTRICO e la LEGGE di OHM. Con questa puntata, inizieremo la parte pratica del corso di elettronica realizzando il primo CIRCUITO ELETTRICO, un semplice circuito composto da un Generatore elettrico e un resistore, di cui misureremo le grandezze elettriche di tensione e corrente durante il funzionamento. Uniremo così la teoria dei circuiti alla pratica con un'esercitazione di laboratorio attraverso la quale impareremo a fare misure di corrente, di tensione e di resistenza con il multimetro digitale.

INTRODUZIONE - IL MULTIMETRO DIGITALE

Prima di iniziare le esercitazioni di laboratorio è molto importante sapere che cos'è un multimetro digitale, di quali funzioni di misura dispone e come si usa. Gli **strumenti di misura** sono necessari per controllare lo stato dei dispositivi elettronici. In particolare, i multimetri digitali sono consigliati quando è necessario misurare con precisione i parametri elettrici di un dispositivo elettronico. Ma **cosa sono i multimetri digitali? Come si differenziano dai tester analogici?** I multimetri digitali sono strumenti di misura in grado di misurare grandezze elettriche come la tensione, corrente, resistenza di un resistore, capacità di un condensatore, ma anche la temperatura ed altro. I valori misurati vengono visualizzati su un display digitale, consentendone una lettura semplice e diretta, anche da chi è alle prime armi. Alcuni multimetri digitali selezionano automaticamente il range di misura eliminando la necessità di sceglierlo manualmente. Di conseguenza, questi strumenti sono relativamente facili da usare. La **Figura 1** mostra un modello di un comune multimetro digitale.

Naturalmente, i tester analogici, che non hanno un display ma una scala graduata la cui lettura viene indicata dalla posizione di un ago mobile, offrono anche dei vantaggi rispetto ai multimetri digitali; ad esempio, in termini di facilità con cui è possibile interpretare le variazioni del valore misurato durante la misurazione, e la facilità intuitiva con cui è possibile visualizzare un ago in situazioni in cui una lettura digitale potrebbe essere difficile da vedere. Poiché sia i multimetri digitali che i tester analogici presentano vantaggi, si può scegliere lo strumento più adatto all'applicazione di cui si desidera effettuare misure. In **Figura 2**



Figura 1: Un multimetro digitale (<https://giuppiter.com>)

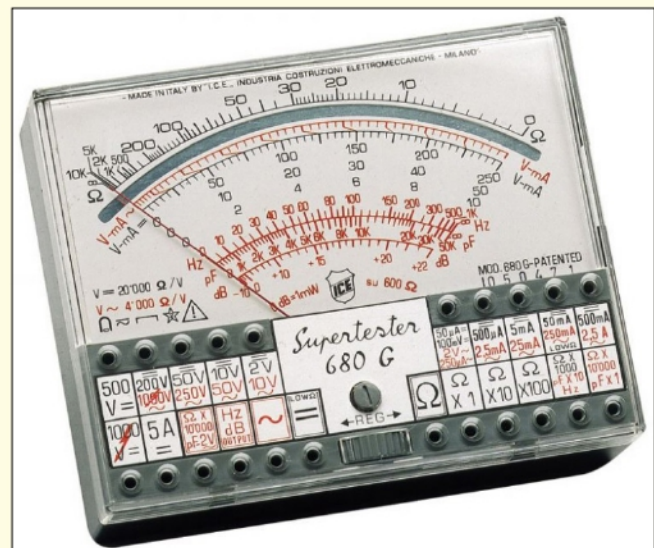


Figura 2: Tester analogico Supertester ICE 680 G (<https://www.zetabishop.it>)



Figura 3: Un multimetro digitale da banco
(<https://it.farnell.com/>)



QUELLO CHE HAI LETTO E' UN ESTRATTO, L'ARTICOLO COMPLETO E' RISERVATO AGLI ABBONATI AD ELETTRONICA OPEN SOURCE.

PERCHE' ABBONARSI A PLATINUM 2.0?

UN ANNO DI **FIRMWARE 2.0**
TUTTI GLI ARTICOLI TECNICI RISERVATI
CONTEST E PROMOZIONI RISERVATI



VOGLIO ABBONARMI!

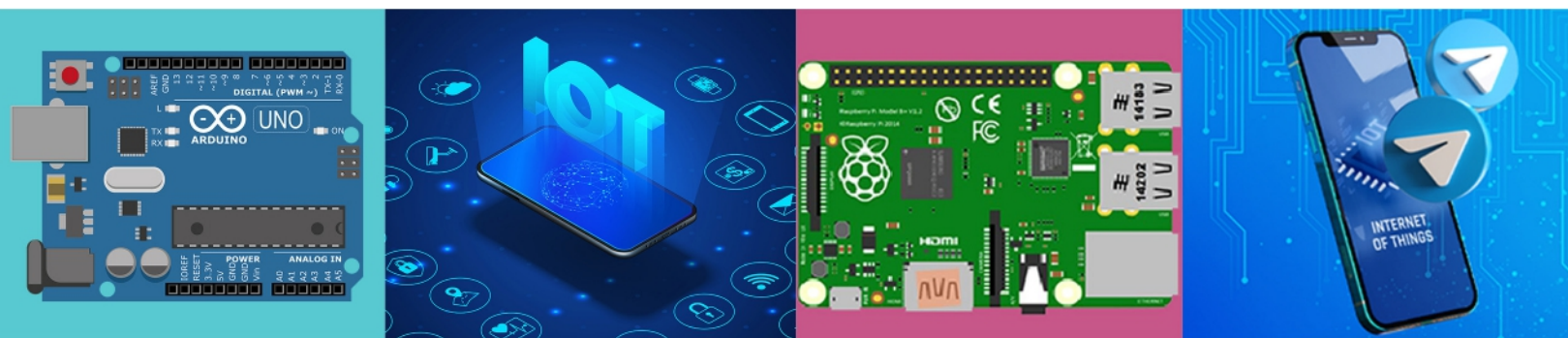
si riferisce alla capacità degli strumenti di impostare una risoluzione più elevata perché i loro display digitali possono visualizzare più cifre. Poiché i tester analogici indicano i valori con un ago, esiste la possibilità che la persona che utilizza lo strumento commetta un errore di lettura del valore, ad esempio per un errore di parallasse. I multimetri digitali hanno il vantaggio di essere meno suscettibili agli errori di lettura poiché utilizzano un display digitale. Molti ritengono che il display digitale di facile lettura sia preferibile alla lettura sulla scala graduata del tester analogico poiché può verificarsi un errore umano indipendentemente dall'attenzione prestata.

TIPOLOGIE DI MULTIMETRI DIGITALI

I multimetri digitali possono essere classificati in palmari, come quello mostrato in **Figura 1**, da banco e per numero di cifre visualizzabili sul display che possono essere a 3 cifre e fino a 7 cifre e 1/2. I modelli palmari, o portatili, sono caratterizzati da un design compatto in modo che possano essere tenuti in mano durante l'uso. Dal momento che sono facili da trasportare, possono essere utilizzati in una varietà di applicazioni, dai laboratori al campo. Solo perché sono compatti non significa che manchino di funzionalità. Sono disponibili modelli di fascia alta, quindi si può scegliere lo strumento adatto alla particolare applicazione. I modelli palmari sono disponibili in una varietà di forme, comprese le varietà compatte a forma di scheda e a forma di penna. Al contrario, i multimetri digitali da banco sono progettati per essere posizionati su un piano, appunto come un banco, durante l'uso. In **Figura 3** un esempio di multimetro digitale da banco.

I multimetri digitali da banco sono spesso integrati in banchi di lavoro con altri strumenti di misura, sistemi e linee di produzione e molti hanno un gran numero di cifre del display. C'è una tendenza verso un alto valore aggiunto della strumentazione da banco.

SEI UN **MAKER** O UN **HOBBISTA** DELL'**ELETTRONICA**?



CON I CORSI **MAKERS ACADEMY** PUOI
**MIGLIORARE LE TUE COMPETENZE
ELETTRONICHE O ACQUISIRLE ANCHE
PARTENDO DA ZERO**

The logo for MAKERS ACADEMY features the word 'MAKERS' in a large, blue, sans-serif font. The letter 'A' is stylized as an orange compass. The word 'ACADEMY' is written in a smaller, orange, sans-serif font below 'MAKERS'. A blue gear icon is positioned between the 'S' and 'A'.

SCOPRI I CORSI!



+ 140.000

REGISTERED USERS

7.414

AVERAGE DAILY PAGEVIEWS (FEB2020)

830.610

2020 ANNUAL VISITORS

THE BIGGEST EMBEDDED COMMUNITY IN ITALY

SOCIAL CONNECTIONS

 + 83.000

 + 23.000

CATEGORIES

COMPANIES/CONSULTANTS

53 %

ACADEMICS/STUDENTS

25 %

MAKERS/HOBBYISTS

22 %

