

Test & Measurements Stampanti 3D

DigiKey

IN QUESTO NUMERO:

**PROGETTO DI UN SISTEMA DI MONITORAGGIO IOT DELLA
FREQUENZA CARDIACA E DELLA TEMPERATURA CORPOREA**

TECNOLOGIE PER LA STAMPA 3D

LA MISURA DELLA LINEARITÀ DEGLI AMPLIFICATORI DI POTENZA

E MOLTI ALTRI ARTICOLI E PROGETTI!



Omnicomprensivo Modulo Computazionale Embedded a basso consumo

Facilita la progettazione e velocizza il Time to Market

Il System on Module (SOM) SAM9X60 è destinato ad applicazioni grafiche e di comunicazione e per svariati settori, come apparecchiature medicali, caricabatterie con display per veicoli elettrici, pannelli di sicurezza, controllo industriale e domotico, e altro ancora. Abbinato a Ensemble Graphics Toolkit o MPLAB® Harmony Graphics Suite, il SOM SAM9X60 è particolarmente adatto per RTOS a basso consumo, basso costo o applicazioni Linux embedded che richiedono ancora una grafica ad alte prestazioni.

Caratteristiche Salienti

- Microprocessore 600 MHz ARM® a basso consumo
- DDR2 128 MB + 4 Gb SLC NAND
- Dual 10/100 Ethernet, 3x HS USB 2.0, 2x CAN
- 24-bit LCD con overlay e accelerazione 2D HW
- Tensione di alimentazione singola
- Compatto, 28 mm x 28 mm, e saldabile a PCB



microchip.com/SAM9X60



Il nome e 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 industriali appartengono ai rispettivi titolari.
© 2023 Microchip Technology Inc. Tutti i diritti riservati.
MEC2490A-ITA-07-23

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

La più ampia selezione di componenti elettronici™

A magazzino e pronti per la spedizione



mouser.it



**MOUSER
ELECTRONICS**

Smart meter: una svolta verso la transizione energetica

Cari lettori,
a partire da oggi potrete sfogliare e leggere online il nuovo numero della rivista di elettronica Firmware 2.0. Quello degli smart meter è sicuramente uno dei mercati più interessanti del momento e con ampie prospettive di crescita. Per i sistemi di telelettura e telegestione dei contatori di energia elettrica, gas e acqua, infatti, si prevedono ricavi globali di diversi miliardi di dollari entro il 2027. Grazie a questi dispositivi intelligenti è possibile la lettura a distanza dei consumi di elettricità e gas, anche come supporto alle utility nel massimizzare gli investimenti per le loro smart grid. Numeri alla mano, **i contatori intelligenti attivati saranno 1,8 miliardi entro i prossimi cinque anni.** Ovviamente, aspetto non di poco conto è quello legato alla **decarbonizzazione**. L'efficienza energetica e la conseguente riduzione dei consumi e dei costi, confermano l'importanza degli smart meter nel fornire un contributo importante ai progetti per la decarbonizzazione mondiale. Attraverso l'utilizzo di dispositivi intelligenti come i contatori individuali si può infatti ottenere una migliore consapevolezza relativamente ai propri consumi, promuovendo l'efficienza energetica e l'uso razionale delle risorse, unitamente ad una migliore gestione dell'infrastruttura energetica. In questo ambito, **l'Italia si posiziona come nazione leader con una tecnologia ben consolidata e un elevato tasso di penetrazione** degli smart meter, anche grazie alla maggiore attenzione posta all'aspetto del riciclo dei materiali, accelerando così il processo di innovazione tecnologica, la digitalizzazione e la decarbonizzazione delle reti energetiche. Un ruolo guida, quindi, quello italiano nella crescita del mercato dello smart metering. Gli standard per una maggiore efficienza energetica si sono ormai diffusi in tutto il mondo. La sostenibilità e l'efficienza di una rete si misura sempre più frequentemente mediante dispositivi di monitoraggio della qualità del servizio, generando una virtuosa ottimizzazione delle risorse, avente come unico obiettivo l'azzeramento delle emissioni di gas serra. Il mercato mondiale in rapida crescita con ingenti ricavi dallo smart metering necessita tuttavia anche di **alti livelli di connettività** e sicurezza per raggiungere gli standard di sostenibilità ed efficienza nei consumi, connettività che si rivela preziosa per integrare nella rete anche i dispositivi IoT a bassa potenza. Nella prospettiva futura di una installazione sempre più frequente e diffusa di impianti con fonti energetiche rinnovabili, sarà determinante disporre di contatori di ultima generazione come sistemi di misurazione smart, per favorire l'integrazione intelligente della micro-generazione energetica e **accelerare il processo di transizione ecologica** superandone le criticità.

Buona lettura!

Giordana Francesca Brescia



Nuovo look Stessa cura

Abbiamo rinnovato il nostro marchio, ma il nostro impegno per esperienze incentrate sul cliente non cambia.

E come sempre, il nostro obiettivo è accelerare il progresso di ogni progettista, acquirente e costruttore.

Scopri di più su digikey.it

DigiKey

we get technical

DigiKey è un distributore in franchising di tutti i partner fornitori. Nuovi prodotti aggiunti ogni giorno. DigiKey e DigiKey Electronics sono marchi registrati di DigiKey Electronics negli USA e in altri paesi. © 2023 DigiKey Electronics, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, USA

ECIA MEMBER
Supporting The Authorized Channel

Test & Measurements Stampanti 3D



DigiKey

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 - 147.182
Social Network - 131.266

© 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

SMART METER: UNA SVOLTA VERSO LA TRANSIZIONE ENERGETICA **3**

COMPRESIONE DELLE MISURAZIONI DI TEST: CONCETTI CHIAVE E TERMINOLOGIA **6**

L'USB CHE SI EVOLVE: UN CONNETTORE PER DOMARLI TUTTI **10**

RILEVARE E TRACCIARE UN VOLTO CON L'ESP32-CAM E STAFFA ROTANTE **14**

MISURAZIONE DELL'ALTEZZA DI UN SUONO MEDIANTE ARDUINO NANO 33 SENSE **21**

APACER PRESENTA GLI SSD DELLA SERIE ENTERPRISE LARGE-CAPACITY IDEALI PER APPLICAZIONI INDUSTRIALI **27**

PROGETTO DI UN SISTEMA DI MONITORAGGIO IOT DELLA FREQUENZA CARDIACA E DELLA TEMPERATURA CORPOREA - PARTE 1 **29**

PROGETTO DI UN SISTEMA DI MONITORAGGIO IOT DELLA FREQUENZA CARDIACA E DELLA TEMPERATURA CORPOREA - PARTE 2 **32**

PROGETTO DI UN SISTEMA DI MONITORAGGIO IOT DELLA FREQUENZA CARDIACA E DELLA TEMPERATURA CORPOREA - PARTE 3 **45**

PROGETTO DI UN SISTEMA DI MONITORAGGIO IOT DELLA FREQUENZA CARDIACA E DELLA TEMPERATURA CORPOREA - PARTE 4 **51**

PROGETTO DI UN SISTEMA DI MONITORAGGIO IOT DELLA FREQUENZA CARDIACA E DELLA TEMPERATURA CORPOREA - PARTE 5 **59**

MISURE DEL CAMPO EM CON IL VECTOR FIELD ANALYZER DI NSI-MI **66**

MISURAZIONI DI TEST IN REAL-TIME CON ARDUINO E RASPBERRY PI: SFIDE E SOLUZIONI **71**

LA MISURA DELLA LINEARITA DEGLI AMPLIFICATORI DI POTENZA **77**

LE PIATTAFORME SDR PER APPLICAZIONI DI TEST E MISURA **81**

TECNOLOGIE PER LA STAMPA 3D: PARTE 1 **85**

TECNOLOGIE PER LA STAMPA 3D: PARTE 2 **90**

SCEGLIERE FILAMENTI PER LA STAMPA 3D **94**

MANIFATTURA ADDITIVA, STAMPA 3D E LA RICERCA DI NUOVI MATERIALI **97**

CORAL DEV BOARD MICRO: LA SCHEDA DI SVILUPPO LANCIATA DA GOOGLE **101**

CORSO DI ELETTRONICA PER RAGAZZI PUNTATA 10 **102**

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



ABBONATI ORA



Elettronica Open Source

L'USB CHE SI EVOLVE: UN CONNETTORE PER DOMARLI TUTTI

di **Mark Patrick**

L'interfaccia USB si è evoluta in maniera significativa dalla sua introduzione nel 1996, e negli ultimi 26 anni si è assistito a diversi cambiamenti del connettore USB. Con un incremento della velocità di trasferimento massima di fattore pari a 25.000:1 e con la sua versatilità nel trasferire dati, l'interfaccia USB è diventato un metodo pratico di alimentare e ricaricare una vasta gamma di unità periferiche per computer e dispositivi elettronici di consumo, dagli smartphone ai dispositivi fitness indossabili.

L'interfaccia USB oggi è ovunque e largamente integrata, ciò nonostante, gli ingegneri devono prendere in considerazione una serie di specifiche tecniche molto importanti che si celano dietro il suo funzionamento. Queste sono rappresentate dagli standard di connessione USB, ovvero il fattore di forma fisica dell'USB (Tipo A, Tipo B, Tipo C, Mini-B, ecc.), la velocità trasferimento dati (USB 3.0, USB 3.2, USB 4.0, ecc.) e infine gli standard di erogazione di potenza (USB 2.0, USB PD 3.0, USB 3.1, ecc.) Questo articolo introduce l'interfaccia USB, ne illustra brevemente l'evoluzione e spiega come questa sia diventata la porta di ricarica standard di riferimento per i dispositivi elettronici di consumo nell'Unione Europea e nel Regno Unito.

GLI ALBORI DELLA CONNETTIVITÀ DEI PERSONAL COMPUTER

Difficile a credersi, sono passati 26 anni dalla prima comparsa dell'interfaccia USB. In tutti questi anni, l'USB ha avuto un impatto significativo sul settore dell'informatica e dell'elettronica di consumo. Istituito per la prima volta nel 1996, lo standard USB 1.0 nasce dall'esigenza di collegare periferiche di terze parti ai personal computer. Da quel momento, l'adozione dell'interfaccia ha preso rapidamente piede. La sua diffusione permette di collegare e alimentare numerosi dispositivi, dagli smartphone agli smartwatch, dai fitness tracker alle telecamere di sicurezza domestiche. Praticità e semplicità sono la chiave per il successo dell'interfaccia USB, che supera così i metodi lenti di connettività dei computer degli anni '90, rappresentati dalle interfacce seriali RS-232 e parallele Centronics. Oggi, l'interfaccia USB offre molto di più rispetto alla sola funzione iniziale di trasferimento dati, offrendo alimentazione e ricarica utilizzate quotidianamente da chiunque

possieda un telefono cellulare. Anche la velocità di trasferimento dei dati è aumentata notevolmente.

USB - UN VIAGGIO NEL TEMPO

Sin dal suo debutto, lo standard **USB 1.0** non solo ha permesso una velocità di trasferimento dati maggiore rispetto ad altre interfacce seriali in circolazione pari a 1,5 Mbps, ma ha anche introdotto la possibilità di sostituire a caldo (hot-swap) una periferica o un'unità di memoria flash. Disconnettere e connettere un dispositivo senza prima spegnere il computer non era infatti possibile nelle altre interfacce. Oltre a definire il protocollo software, lo standard USB 1.0 ha definito i primi formati di connettori USB, il Tipo A e il Tipo B. Il connettore Tipo A, utilizzato come connettore per il computer host e tuttora in uso, identifica ciò che tutti noi associamo tipicamente a un connettore USB. Il Tipo B, un connettore quadrato, ancora in uso oggi, è tuttavia meno diffuso rispetto al Tipo A (**Figura 1**).

L'USB ha rapidamente conquistato il mercato grazie all'interfaccia pratica a quattro fili, che offre un assemblaggio semplice di connettori e cavi. Due anni dopo, nel 1998, un protocollo aggiornato, l'**USB 1.1**, annuncia l'arrivo di velocità di trasferimento significativamente più elevate, fino a 12 Mbps a **velocità massima**, e dalla compatibilità con USB 1.0 che viene preservata, con il protocollo che passa automaticamente a 1,5 Mbps. Con i produttori di computer e periferiche che, abbandonato il supporto per altre interfacce puntano sull'USB, lo standard continua a diffondersi sempre di più sul mercato. Questo approccio attira anche il sostegno da parte di altri produttori di dispositivi e contribuisce ad ampliare ulteriormente la lista sempre più lunga di coloro che adottano l'USB. Nel 2000, l'USB Implementers Forum (USB-IF) lancia la specifica software **USB 2.0 ad alta velocità**, con una velocità di trasferimento dei dati

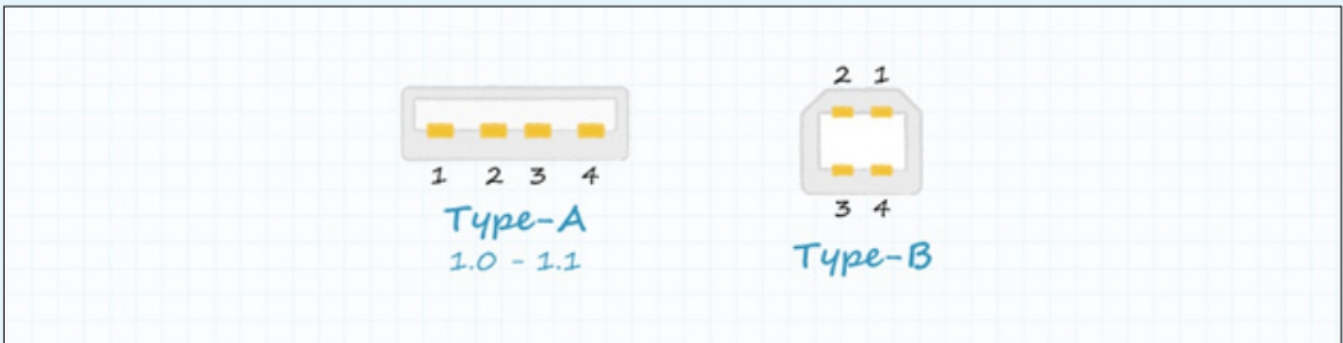


Figura 1: I formati dei connettori USB Tipo A e Tipo B e l'assegnazione dei pin in evidenza (Fonte: CUI Devices)

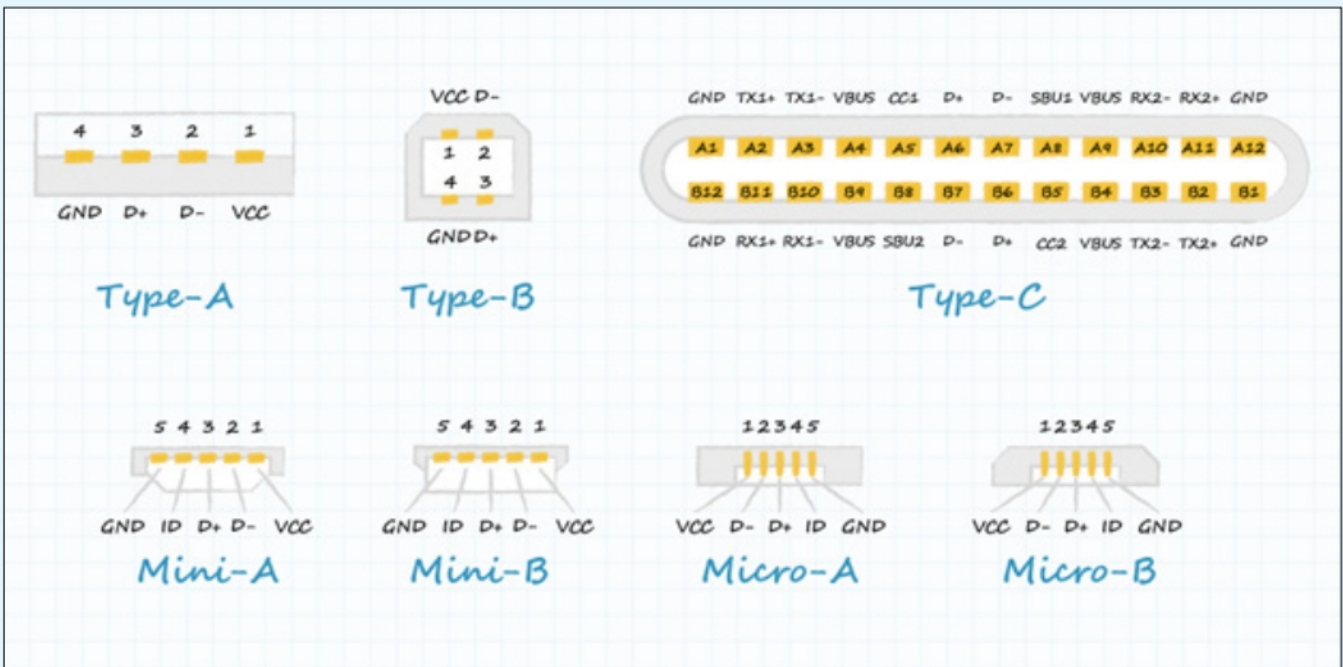


Figura 2: La serie completa di formati di connettori USB - non in scala (Fonte: CUI Devices)

fino a 480 Mbps. L'aumento di velocità porta con sé la possibilità di accedere a dispositivi di archiviazione esterna, dalle unità disco rigido ai flash drive. Questa specifica consente all'USB di alimentare i dispositivi collegati, erogando fino a 0,5 A a 5 V e lanciandolo come metodo di alimentazione. Fino ad allora, i connettori Tipo A e Tipo B erano i più utilizzati. La diffusione di hardware sempre più compatti porta all'introduzione di connettori Mini-USB, principalmente per sostituire quelli Tipo B, e poco dopo, nel 2007, di connettori Micro-USB (Figura 2). I connettori Mini-USB continuano ad essere impiegati nei dispositivi hardware preesistenti, ma la versione Micro-USB diventa rapidamente lo standard di connessione dominante. Inoltre, con l'evoluzione degli standard USB, il protocollo software USB si definisce in maniera più indipendente rispetto allo standard hardware del connettore USB.

Il 2008 è stato l'anno del rilascio del protocollo software **USB 3.0** (successivamente noto come **USB 3.2 Gen 1x1**), che porta la velocità di trasferimento teorica a 5 Gbps. Questo aumento logaritmico della velocità è possibile, in parte, dal raddoppio del numero di fili utilizzati, portato da quattro a otto, seppur mantenendo la compatibilità con l'USB 1.0. La capacità di erogazione di potenza viene portata a 900 mA e viene introdotto il formato del connettore Tipo C (Figura 2). L'**USB 3.1** (successivamente noto come **USB 3.2 Gen 2x1**) raddoppia la velocità di trasferimento portandola a 10 Gbps, seguito poco dopo dalla versione **USB 3.2** (successivamente nota come **USB 3.2 Gen 2x2**) che, a sua volta, raddoppia nuovamente la velocità di trasferimento, portandola a 20 Gbps. La specifica USB 3.2 prende in considerazione anche il connettore Tipo C, il primo connettore nel suo genere che

Specification	Maximum Power	Maximum Voltage	Maximum Current
USB 2.0	2.5 W	5 V	500 mA
USB 3.0 and 3.1	4.5 W	5 V	900 mA
USB BC 1.2	7.5 W	5 V	1.5 A
USB Type-C 1.2	15 W	5 V	3 A
USB PD 3.0	100 W	5/9/15/20 V	5 A
USB PD 3.1	240 W	28/36/48 V	5 A

Figura 3: L'evoluzione dell'erogazione della potenza (power delivery) nei protocolli USB (Fonte: CUI Devices)

può essere inserito da entrambi i lati. Questo connettore si distingue per le dimensioni compatte e gli angoli arrotondati. Con l'avanzare degli standard USB, aumentano anche i tipi di dispositivi che li supportano.

Il connettore Tipo C allarga lo spettro di applicazioni e introduce il concetto di utilizzo dell'interfaccia esclusivamente per la ricarica e l'alimentazione dei dispositivi.

VERSO L'USB E OLTRE

Introdotta nel 2019, la specifica USB 4.0 raddoppia il throughput fino a 40 Gbps. Basata sul protocollo Thunderbolt 3 che usa un approccio a due corsie, questa specifica richiede l'uso di un connettore Tipo C. L'USB 4.0 ha anche delineato una modalità dedicata di trasferimento video oltre ad aver migliorato considerevolmente la capacità di erogazione della potenza (power delivery). Anche gli standard Tipo C e USB 3.2 hanno aumentato la capacità di erogare energia, con un intervallo di tensioni nominali in uscita fino a 48 VCC (Volt Corrente Continua) e un assorbimento di corrente fino a 5 A, fornendo fino a 240 W di potenza. La **Figura 3** illustra gli standard di erogazione della potenza che si sono sviluppati individualmente ma in corrispondenza con i protocolli software USB.

La continua evoluzione dell'interfaccia USB ha accelerato

ancora di più la sua diffusione, con la capacità di fornire quantità ancora più grandi di energia grazie alle prese di sola alimentazione Tipo C ora in circolazione. Con il successo sempre maggiore del formato connettore Tipo C, cresce sempre di più anche la frustrazione dei consumatori per la miriade di caricatori necessari a ricaricare i dispositivi.

L'Unione Europea ha annunciato l'accordo provvisorio per una soluzione di ricarica unica per specifici dispositivi elettronici nel giugno 2022. I parlamentari europei hanno votato a larga maggioranza una nuova legge che impone a tutti i nuovi dispositivi portatili di utilizzare lo stesso cavo di ricarica. A partire dal 2024, tutti i nuovi smartphone e tablet dovranno disporre di una porta di ricarica USB Tipo C, che l'UE estenderà ai produttori di computer portatili nel 2026. Il governo britannico non ha ancora preso in considerazione l'implementazione di una legislazione simile, anche se è probabile che segua l'iniziativa dell'UE.

IMPLEMENTARE L'USB TIPO C

Nella scelta di una presa USB Tipo C, è fondamentale esaminare i requisiti dell'applicazione. Si tratta di una presa per la sola alimentazione o per dati e alimentazione? Inoltre, in che modo lo spazio disponibile sulla scheda influenzerà la posizione e l'orientamento della presa? Un



Figura 4: Le prese USB 4 Tipo C UJ40 di CUI Devices (Fonte: CUI Devices)



Figura 5: La presa Tipo C UJC di CUI Devices per applicazioni USB di sola alimentazione (Fonte: CUI Devices)

esempio di presa USB 4 Tipo C è la serie UJ40 di CUI Devices (**Figura 4**).

La serie UJ40 supporta la velocità di trasferimento dati di 40 Gbps dell'USB 4, ha una capacità nominale di 5 A e fino a 48 VCC ed è progettata per 10.000 cicli di vita. Questi connettori a montaggio superficiale conformi alla rifusione sono disponibili per l'orientamento orizzontale o verticale e presentano la classificazione di infiammabilità UL 94V-0. L'UJ40 può sopportare una tensione di 100 VCA, ha una resistenza di isolamento di 100 MΩ e una

resistenza di contatto di 40 mΩ.

Per i requisiti di sola alimentazione, le prese **CUI Devices UJC Tipo C** offrono una struttura a 6 o 8 pin e sono disponibili in un package a montaggio superficiale orizzontale o verticale (**Figura 5**).

Le prese sono disponibili con una corrente nominale di 3 A o 5 A per una tensione di alimentazione di 20 VCC.

L'UBIQUITÀ DELL'USB

Da essere inizialmente concepito come collegamento delle periferiche per computer di terze parti, l'USB si è evoluto fino a diventare lo standard mondiale leader nel settore della connettività dati via cavo e di alimentazione per la tecnologia di consumo. Il futuro dell'USB è al sicuro grazie a un'eredità così imponente e a una velocità di trasferimento dati in costante aumento.

Mouser Electronics

Distributore autorizzato

www.mouser.it

Seguici su **Twitter**

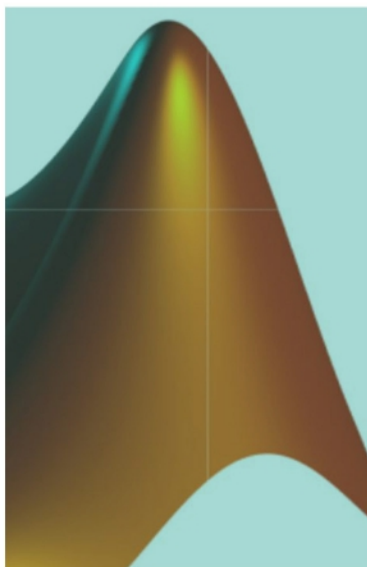
L'autore è a disposizione nei commenti per eventuali approfondimenti sul tema dell'Articolo. Di seguito il link per accedere direttamente all'articolo sul Blog e partecipare alla discussione:

<https://it.emcelettronica.com/lusb-che-si-evolve-un-connettore-per-domarli-tutti>



La piattaforma di Elettronica Open Source dedicata ai corsi

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



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



SCOPRI I CORSI!



APACER PRESENTA GLI SSD DELLA SERIE ENTERPRISE LARGE-CAPACITY IDEALI PER APPLICAZIONI INDUSTRIALI

di **Apacer**

*Concentrandosi sull'elevata domanda di dispositivi di archiviazione di livello industriale tra le piccole e medie imprese, Apacer (8271), leader globale nelle soluzioni di storage digitale, ha annunciato oggi il lancio di una nuova linea di prodotti. Si chiama **serie Enterprise SSD** e si concentra su grande capacità, alte prestazioni, alta affidabilità e bassa latenza. Si prevede di ottenere le certificazioni di Windows Hardware Quality Lab e VMware Ready nel prossimo futuro. Con servizi a valore aggiunto, tra cui la crittografia dei dati e la tecnologia di protezione dallo spegnimento, fornisce una protezione completa dei dati e troverà una collocazione ideale in un server edge o in un data center.*

Il ruolo della maggior parte degli SSD aziendali è quello di fungere da unità di avvio o spazio di archiviazione aggiuntivo, ma nella maggior parte dei casi ciò non sfrutta appieno lo spazio di archiviazione dell'unità. A seconda del comportamento effettivo dell'applicazione e dei requisiti delle aziende, **Enterprise SSD di Apacer può essere configurato in modo flessibile come dispositivo di avvio o dispositivo di archiviazione tramite impostazioni regolabili dall'utente.**

Inoltre, poiché le apparecchiature di archiviazione aziendali non utilizzano un solo disco rigido, ma piuttosto dozzine o addirittura centinaia di dischi che operano contemporaneamente, la questione di come garantire al meglio una trasmissione dei dati stabile e prevedibile è molto importante. Apacer ha prestazioni costanti in termini di **QoS** (quality of service), **IOPS** (input/output operations per second, una misura del numero di letture e scritture al secondo) e **DWPD** (drive writes per day, volume di scrittura giornaliero su disco rigido), per garantire che le prestazioni multifunzionali dell'unità soddisfino i requisiti di alta velocità e trasmissione di massa.

Nel processo di trasmissione dei dati nel cloud, la cosa più importante è la sicurezza dell'archiviazione dei dati. Apacer fornisce una varietà di tecnologie a valore aggiunto, come **AES** (advanced encryption standard) per fornire una crittografia altamente sicura. Sono disponibili anche le specifiche **TCG Opal**, che forniscono l'autenticazione prima dell'avvio e distribuiscono il contenuto dei dati a cui

diversi utenti possono accedere tramite la tecnologia del firmware per impedire il furto o la manomissione dei dati, che è un vantaggio chiave delle unità con crittografia automatica. Un'altra preoccupazione è una perdita di potenza imprevista, che può portare alla perdita di dati o al guasto dell'apparecchiatura.

Apacer ha sviluppato la tecnologia **CorePower**, che può mantenere la trasmissione dei dati quando l'SSD deve affrontare un'interruzione di corrente di emergenza. Attraverso queste tre tecnologie, viene creato un processo di trasmissione protettivo per fornire affidabilità e stabilità agli utenti aziendali.

Alla domanda sulla serie Enterprise SSD, C. K. Chang, Presidente di Apacer, ha dichiarato: **"Con lo sviluppo di tecnologie come il cloud, l'Internet of Things, l'elaborazione ad alta velocità e i big data, i requisiti di archiviazione SSD sono aumentati da data center su larga scala a campi applicativi di piccole e medie dimensioni come i data center nel settore finanziario o delle telecomunicazioni e le sale computer cloud.**

Quando questo è unito al recente basso prezzo della memoria e ChatGPT, che sta investendo il mondo, è previsto un aumento della domanda di server. **L'introduzione di SSD di livello aziendale in questo momento aiuterà i clienti ad aggiornare le piccole operazioni** e ciò dovrebbe portare vantaggi alle operazioni nel 2024".

La serie Enterprise SSD di Apacer supporta l'interfac-

cia **SATA** e **PCIe** nei fattori di forma da **2,5"** e **M.2 2280**:
SV24E-25, **SV24E-M280**, **PV19E-25W**, **PV19E-25M**,
PV16E-M280.

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. Ulteriori informazioni sui prodotti Apacer per applicazioni industriali sono disponibili qui: <https://www.apacer.com/en>

Apacer

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-presenta-gli-ssd-della-serie-enterprise-large-capacity-ideali-per-apPLICAZIONI-industriali>

THE BIGGEST **EMBEDDED COMMUNITY** IN ITALY

CATEGORIES

COMPANIES/CONSULTANTS

53 %

ACADEMICS/STUDENTS

25 %

MAKERS/HOBBYISTS

22 %

SOCIAL CONNECTIONS

f + 83.000

in + 23.000

+ 145.000

REGISTERED USERS

7.414 AVERAGE DAILY PAGEVIEWS (FEB2020)

830.610 2020 ANNUAL VISITORS



PROGETTO DI UN SISTEMA DI MONITORAGGIO IOT DELLA FREQUENZA CARDIACA E DELLA TEMPERATURA CORPOREA

PARTE 1

di **Fulvio De Santis**

*Un sistema di monitoraggio della frequenza cardiaca e della temperatura corporea sviluppato utilizzando la tecnologia IoT ha l'obiettivo di rilevare la frequenza del battito del cuore e la temperatura del paziente al fine di monitorare il potenziale rischio di infarto mediante il controllo periodico. Il monitoraggio della salute del corpo è molto importante per assicurarci che la nostra salute sia nella condizione eccellente. Uno dei parametri vitali da tenere sotto controllo è la frequenza cardiaca. In questo articolo viene presentata la prima parte del progetto di un sistema IoT a basso costo di monitoraggio della frequenza cardiaca e della temperatura corporea mediante l'utilizzo di un sensore di temperatura e di un sensore di impulsi cardiaci indossabile applicato sulla punta di un dito. Sistemi di questo tipo sono utilizzati in applicazioni di telemedicina. I dati rilevati dal dispositivo di monitoraggio della frequenza cardiaca possono essere salvati e visualizzati per un ulteriore utilizzo medico anche da remoto mediante l'impiego della piattaforma **ThingSpeak**. In questa prima parte descriveremo il progetto e le varie tecniche e metodi di monitoraggio della frequenza cardiaca scaturiti dai risultati della ricerca.*

INTRODUZIONE

Il cuore è uno degli organi più importanti del corpo umano. Agisce come una pompa per la circolazione dell'ossigeno e del sangue in tutto il corpo, mantenendo così intatta la funzionalità del corpo. Un battito cardiaco può essere definito come un'azione di pompaggio che si verifica per quasi un secondo a causa della contrazione del cuore. Quando il sangue si raccoglie nelle camere superiori, il nodo sino-atriale invia un segnale elettrico che a sua volta provoca la contrazione degli atri. Questa contrazione spinge quindi il sangue attraverso la tricuspide e la valvola mitrale; questa fase del sistema di pompaggio è chiamata "diastole". La fase successiva inizia quando i ventricoli sono completamente pieni di sangue. I segnali elettrici generati dal nodo sino-atriale raggiungono il ventricolo e ne provocano la contrazione (**Figura 1**).

Nello scenario odierno, i problemi di salute legati al cuore sono molto comuni. Le malattie cardiache sono una delle più importanti cause di morte tra uomini e donne. La frequenza cardiaca è un parametro critico nel funzionamento del cuore. Pertanto, il monitoraggio della frequen-

za cardiaca è fondamentale nello studio delle prestazioni cardiache e quindi nel mantenimento della salute del cuore. Questo progetto propone un sistema di rilevamento e monitoraggio della frequenza cardiaca tramite **tecnologie IoT**. Al giorno d'oggi, il trattamento della maggior parte delle malattie cardiache richiede un monitoraggio continuo ed a lungo termine. La tecnologia IoT è molto utile in questo compito in quanto sostituisce i sistemi di monitoraggio convenzionali con un altro sistema moderno ed efficiente fornendo informazioni critiche sulla condizione del paziente, accessibili dal medico anche da remoto. Inoltre, gli infermieri o il medico in servizio presso l'ospedale possono monitorare la frequenza cardiaca del paziente in tempo reale.

LA TECNICA FOTOPLETISMOGRAFIA

La **FotoPletismoGrafia** (o PPG) è una tecnica ottica a basso costo in grado di rilevare variazioni volumetriche nel sangue che scorre attraverso i capillari superficiali della pelle. La fotopletismografia è stata sviluppata alla fine dell'800, quando gli scienziati hanno osservato il flus-

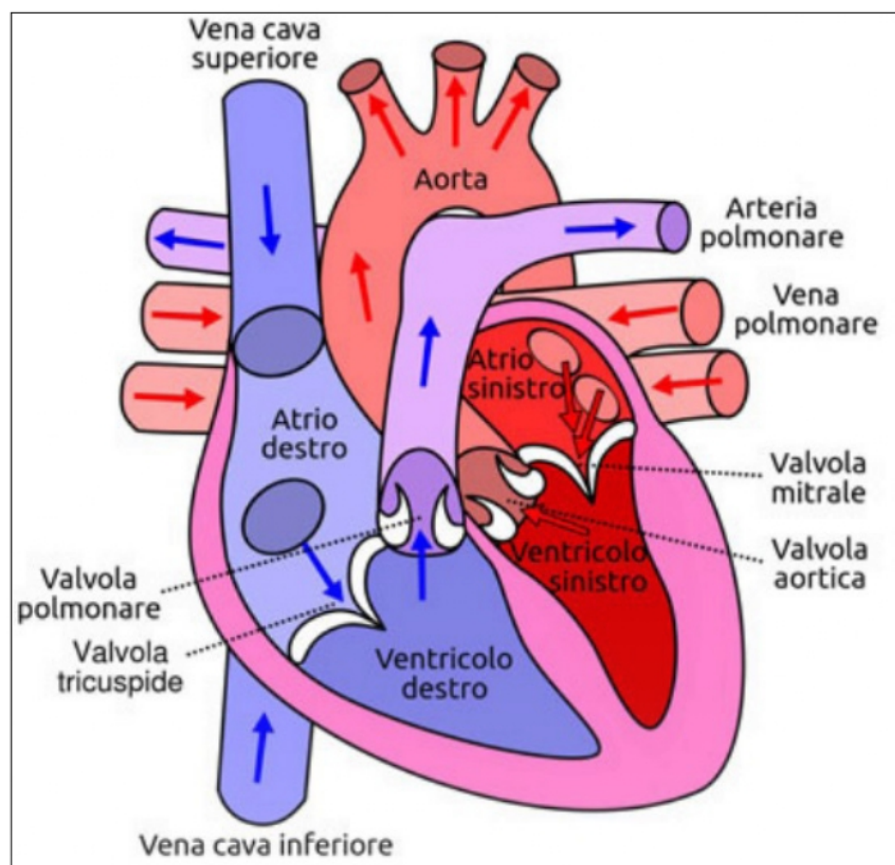


Figura 1: Anatomia semplificata del cuore umano

so sanguigno in tempo reale usando la luce emessa da lampadine. Fu alla fine del 1930 che il termine "fotopleti-smografia" fu coniato dagli scienziati. Insieme al progresso tecnologico, gli sviluppi della PPG ora si concentrano sulle applicazioni consumer che utilizzano dispositivi **indossabili**. Questi dispositivi indossabili sono solitamente collegati a un dispositivo periferico per interpretare i risultati ottenuti. Attualmente, questi dispositivi periferici sono stati sostituiti da smartphone per fornire dati ai

una scala osservabile. Per filtrare il rumore intrinseco di questi segnali viene utilizzato un filtro passa-basso. Questi segnali vengono elaborati da un modulo microcontrollore e visualizzati su un display LCD. Il microcontrollore è programmato con un algoritmo per eseguire il sistema di conteggio della frequenza cardiaca. I risultati ottenuti utilizzando questo processo, rispetto a quelli ottenuti dal test manuale, sono stati ritenuti soddisfacenti. Il sistema è applicabile per uso domestico, in ospedale, dal medico,

tenità della luce all'interno dell'area di misurazione. Di solito, viene utilizzata proprio una sorgente di luce di lunghezza d'onda prossima all'infrarosso per illuminare la pelle. La luce utilizzata per illuminare la pelle viaggia attraverso i tessuti e viene assorbita da pigmenti, ossa e sangue. I sensori PPG misurano otticamente i cambiamenti nel volume del flusso sanguigno rilevando i cambiamenti dell'intensità della luce.

TECNICHE DI RILEVAZIONE DEL BATTITO CARDIACO

Nel **Sistema di conteggio automatico della frequenza cardiaca basato su microcontrollore**, i segnali della frequenza cardiaca sono raccolti dalle dita o dalle orecchie utilizzando un modulo ricetrasmittente all'infrarosso costituito da una coppia di trasmettitore e ricevitore ad infrarossi (IR TX-RX); i segnali sono poi amplificati e convertiti in

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!

PROGETTO DI UN SISTEMA DI MONITORAGGIO IOT DELLA FREQUENZA CARDIACA E DELLA TEMPERATURA CORPOREA

PARTE 2

di Fulvio De Santis

Come accennato nella prima parte del progetto "Progetto di un sistema di monitoraggio IoT della frequenza cardiaca e della temperatura corporea - Parte 1", con il nostro progetto realizzeremo un sistema di monitoraggio della frequenza cardiaca e della temperatura corporea con invio da parte del paziente di un'email di allarme di rischio di infarto ogni volta che le letture rilevate dai sensori superino i valori critici dei parametri vitali del paziente. I dati delle letture della frequenza cardiaca e della temperatura corporea saranno registrati e visualizzati sulla piattaforma ThingSpeak e su Google Fogli in modo che questi parametri possano essere monitorati periodicamente via Internet. In questo articolo, vedremo come è composto il progetto e come configurare la piattaforma ThingSpeak.

IL PROGETTO

Seguendo lo schema elettrico di **Figura 1**, il sistema di monitoraggio è costituito dal **sensore indossabile** della frequenza cardiaca, dal **sensore di temperatura LM35**, dal modulo WiFi ESP8266-01, dal microcontrollore **Arduino UNO** e da un pulsante di allarme.

Il gestore del sistema di monitoraggio è il microcontrollore U1 Arduino UNO. Per misurare la frequenza cardiaca di una persona viene utilizzato il sensore di pulsazioni U3 che funziona secondo un principio chiamato fotoplestisografia, il che significa che i cambiamenti nel volume del sangue in un organo, ad esempio nel polso, sono misurati mediante le variazioni dell'intensità della luce emessa da un **LED** che investe una vena di quell'organo, quindi la luce emessa dal LED sarà ricevuta dal fotosensore solo quando c'è sangue nella vena del polso. Il segnale analogico di uscita dal sensore ulteriormente condizionato e filtrato, viene applicato al **convertitore analogico-digitale** al pin d'ingresso A0 di Arduino. La temperatura corporea viene misurata dal sensore di temperatura U2 LM35 che rileva il calore dal contatto con il soggetto sotto test e lo trasforma in un segnale analogico che viene applicato ad un altro canale convertitore analogico-digitale al pin d'ingresso A1 di Arduino. I dati rilevati dai sensori vengono acquisiti dai canali analogici di Arduino, elaborati e successivamente inviati al modulo WiFi U4 ESP8266-

01 della Espressif Systems. L'**ESP8266** viene impiegato per trasferire questi dati via internet alla piattaforma **ThingSpeak** per il monitoraggio da remoto dei parametri di frequenza cardiaca e temperatura corporea di un paziente. Queste operazioni sono eseguite dall'ESP8266 mediante comandi AT con i quali il modulo WiFi, configurato in Statio Mode, viene connesso alla rete WiFi locale, ovvero al vostro router.

Il pulsante di allarme P1 può essere premuto dal paziente per inviare un'email di allarme di rischio infarto al medico e/o ai suoi familiari. L'alimentazione del circuito può essere fornita a 7,5V da cinque batterie AAA da 1,5V, oppure con un power-bank con tensione di uscita da 7V fino a 12V applicata al pin VIN di Arduino. Dalla scheda di Arduino viene resa disponibile al pin 3V3 una tensione di 3,3V per alimentare il modulo ESP-01.

LA PIATTAFORMA THINGSPEAK

L'applicazione ThingSpeak consente di acquisire via internet e registrare i dati dei sensori e tracciarne graficamente l'andamento ad intervalli di tempo. Ciò che rende ThingSpeak speciale nelle applicazioni **IoT** è l'utilizzo di un semplice protocollo HTTP per trasferire, archiviare e recuperare informazioni da diversi sensori. Una caratteristica unica di ThingSpeak è il supporto di MATLAB. La stretta relazione tra ThingSpeak e MATLAB ha porta-

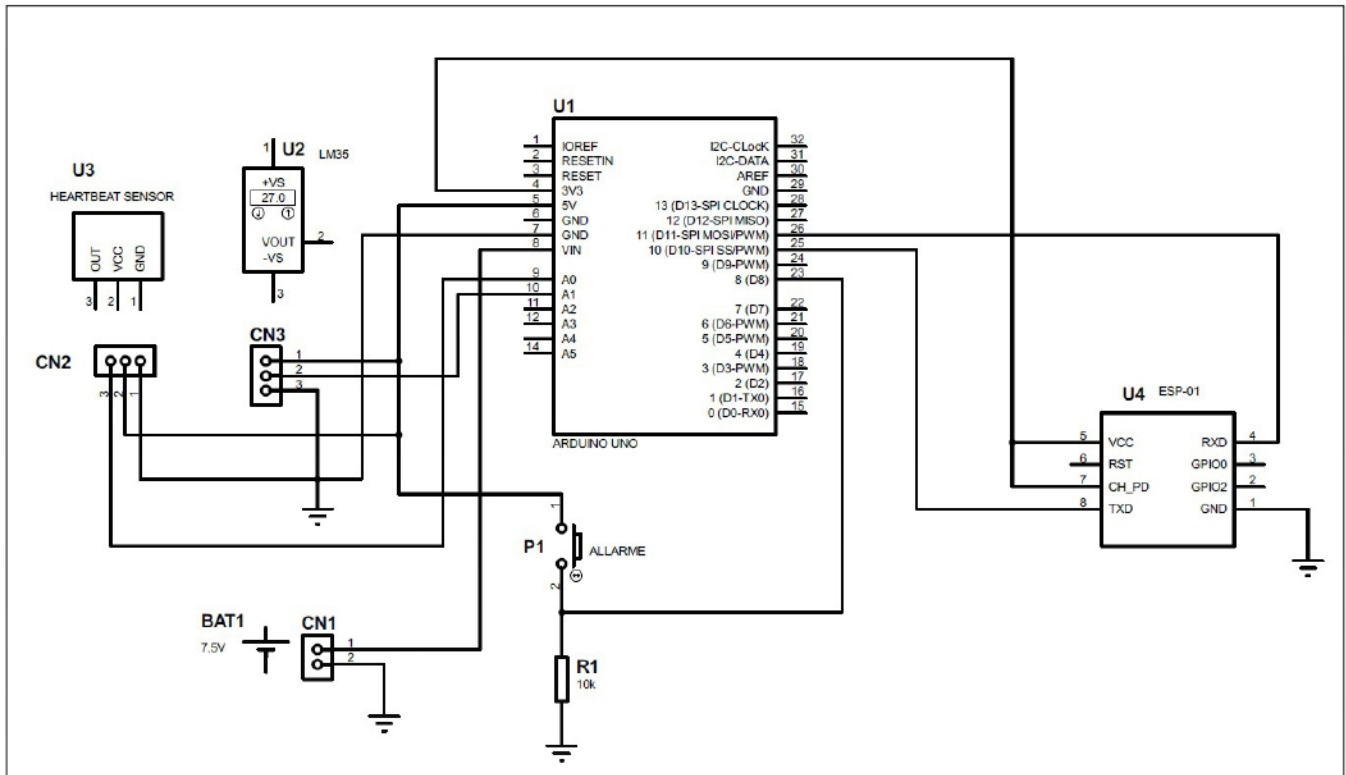


Figura 1: Schema elettrico del sistema di monitoraggio

to ad integrare diverse funzionalità chiave di **MATLAB** nell'applicazione ThingSpeak, ossia, analizzare e visualizzare i dati dell'utente rilevati dai sensori in modo grafico e senza la licenza di MATLAB. ThingSpeak è un ottimo strumento per i progetti relativi all'IoT, per questo, il progetto si concentra in special modo sull'utilizzo di ThingSpeak e sull'interfaccia ESP8266-ThingSpeak. Quando i produttori e gli hobbisti pensano all'Internet of Things, gli vengono in mente due cose: una è l'ESP8266 e l'altra è ThingSpeak. L'ESP8266 è la parte hardware del sistema IoT, mentre ThingSpeak fornisce l'API (Application Programming

Channels -> My channels e cliccate su New Channel; apparirà una finestra come mostrato nella **Figura 2**.

Dopo aver inserito il nome del canale, che in questo progetto chiameremo ad esempio "Monitoraggio del Paziente Mario Rossi", occorre inserire il nome ai campi 1, 2 e 3, rispettivamente, "Frequenza cardiaca", "Temperatura" e "Allarme". I campi in un canale vengono utilizzati per contenere dei dati, ogni canale può contenere fino a 8 campi. Dopo aver inserito il nome del canale e dei tre campi, si deve salvare il canale cliccando su "Save Channel" in fondo alla pagina. Dopo il salvataggio del canale appa-

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!

PROGETTO DI UN SISTEMA DI MONITORAGGIO IOT DELLA FREQUENZA CARDIACA E DELLA TEMPERATURA CORPOREA

PARTE 3

di **Fulvio De Santis**

Nel precedente articolo "Progetto di un sistema di monitoraggio IoT della frequenza cardiaca e della temperatura corporea - Parte 2" abbiamo descritto il progetto di un sistema di monitoraggio IoT della frequenza cardiaca e della temperatura corporea. Abbiamo anche mostrato passo-passo come configurare la piattaforma ThingSpeak, la sua app ThingHTTP e i servizi forniti dal sito IFTTT per realizzare il monitoraggio di questi parametri da remoto. In questo articolo, faremo un breve riepilogo del progetto e descriveremo i componenti del sistema di monitoraggio attraverso l'analisi del funzionamento e del ruolo di ogni componente nel progetto.

RIEPILOGO DEL PROGETTO

Il progetto è stato già descritto nell'articolo "Progetto di un sistema di monitoraggio IoT della frequenza cardiaca e della temperatura corporea - Parte 2", quindi faremo un sintetico riepilogo. In **Figura 1** riportiamo lo schema elettrico del sistema di monitoraggio.

Il sensore di battito cardiaco viene utilizzato per misurare la frequenza cardiaca del paziente. Il segnale di uscita viene inviato ad una porta di un convertitore analogico-digitale del microcontrollore **Arduino** che acquisisce ed elabora i dati del sensore per poi inviarli al modulo WiFi ESP-01 che integra il chip ESP8266. L'ESP8266 a sua volta invia i dati in rete alla piattaforma **ThingSpeak** per la registrazione e la visualizzazione grafica da remoto dei parametri. Lo stesso processo avviene con la misura della temperatura corporea realizzata con il sensore di temperatura LM35 il cui segnale analogico di uscita viene inviato ad un'altra porta convertitore analogico-digitale del microcontrollore Arduino, da Arduino all'ESP8266 e, via internet, alla piattaforma ThingSpeak. Per il corretto utilizzo del sistema di misura, i due sensori devono essere a contatto con il corpo: il sensore del battito cardiaco viene applicato ad un dito, mentre l'LM35 al polso. Nel progetto è stato previsto un pulsante di allarme (P1) premendo il quale il paziente può inviare un'email di avviso di rischio infarto al medico e/o ai suoi familiari. Il circuito può essere alimentato a 7,5V con cinque batterie AAA da 1,5V, oppu-

re con un power bank con uscita da 7V a 12V.

I COMPONENTI DEL PROGETTO

Oltre alla ben nota scheda Arduino, i componenti principali del progetto sono i due sensori.

IL SENSORE DEL BATTITO CARDIACO

Il sensore indossabile del battito cardiaco può essere utilizzato per rilevare la frequenza cardiaca di una persona. La frequenza cardiaca è essenziale per determinare lo stato di salute di una persona e anche per monitorarla mentre si fa attività fisica. Funziona secondo un principio chiamato fotopleletismografia, ovvero misurando i cambiamenti nel volume del sangue in un organo rilevati dalle variazioni dell'intensità della luce emessa da un LED e ricevuta da un fotosensore in presenza di sangue nella vena sotto test. Il segnale di uscita viene ulteriormente condizionato e filtrato per fornire in uscita un segnale analogico. Questo sensore di battito cardiaco può essere facilmente utilizzato per monitorare da remoto il paziente o una persona durante l'allenamento sportivo.

Specifiche tecniche

Tensione di funzionamento: +3.3V / +5V

Sensore di tipo Plug & Play

Consumo di corrente massimo: 4 mA

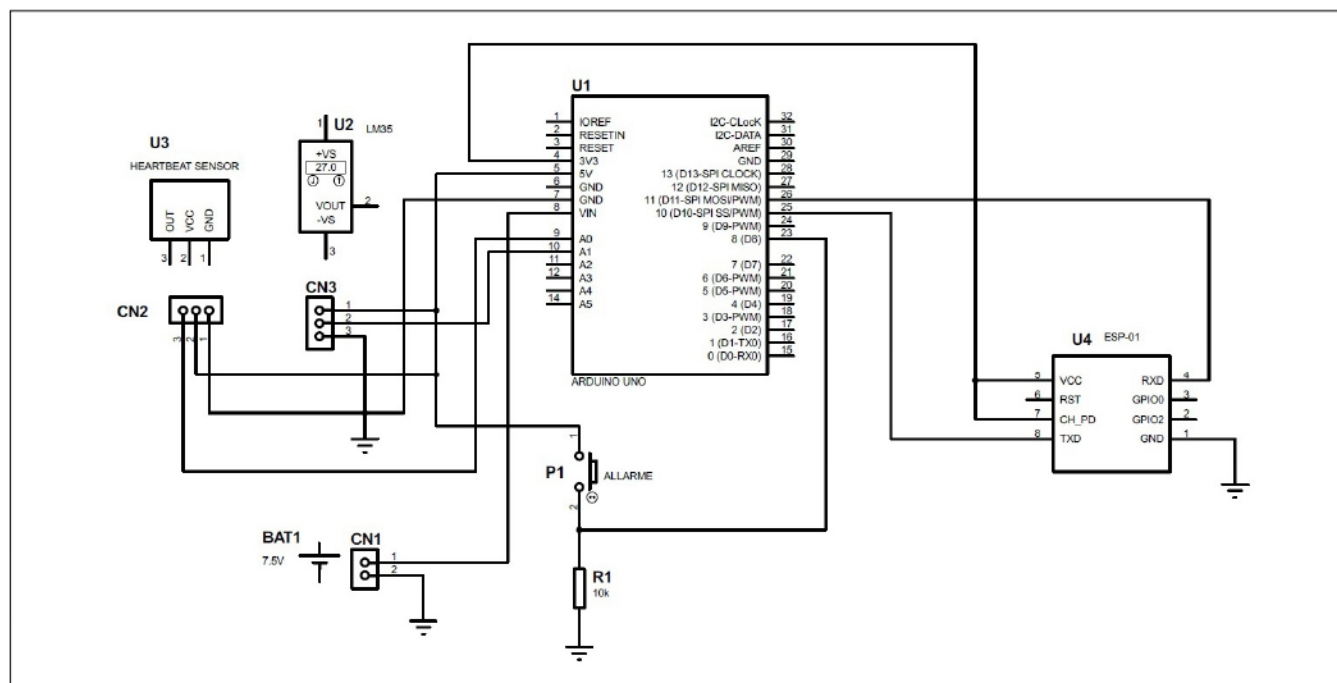


Figura 1: Schema elettrico del sistema di monitoraggio

Amplificazione e cancellazione del rumore
 Dimensioni ridotte per dispositivi alimentati a batteria
 Diametro: 1,6 cm
 Spessore: 0,3 cm

Il sensore **indossabile** del battito cardiaco è un sensore di frequenza cardiaca progettato per funzionare con facilità con Arduino e con qualsiasi microcontrollore. Può essere utilizzato e integrato anche in dispositivi mobili per misurare facilmente la frequenza cardiaca dal vivo e archiviare i dati nei progetti. Il sensore si indossa alla punta del dito o al lobo dell'orecchio e si collega direttamente ad un microcontrollore con tre conduttori di collegamento. In Figura 2 riportiamo il layout fronte-retro di sensore

IL SENSORE DI TEMPERATURA LM35

Il sensore di temperatura LM35 è un chip integrato a tre terminali la cui tensione di uscita varia proporzionalmente alla temperatura. In **Figura 3** viene riportato l'LM35 con l'indicazione della funzione dei tre pin: VS è il pin positivo di alimentazione (da 4V a 30V), VOUT è l'uscita analogica del segnale e GND è il pin negativo dell'alimentazione.

Caratteristiche

- Calibrato direttamente in Centigradi
- Tensione di uscita lineare +10 mV/°C
- Precisione garantita di 0,5°C (a 25°C)
- Classificato per la gamma completa da -55°C a 150°C

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

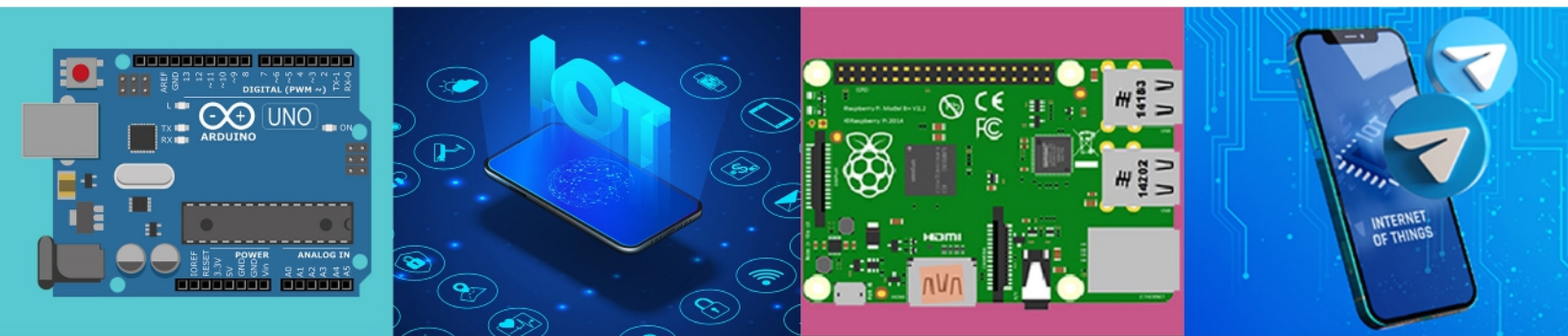
PERCHE' ABBONARSI A PLATINUM 2.0?

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



VOGLIO ABBONARMI!

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



MAKERS
ACADEMY

SCOPRI I CORSI!



PROGETTO DI UN SISTEMA DI MONITORAGGIO IOT DELLA FREQUENZA CARDIACA E DELLA TEMPERATURA CORPOREA

PARTE 4

di **Fulvio De Santis**

Nel precedente articolo "Progetto di un sistema di monitoraggio IoT della frequenza cardiaca e della temperatura corporea - Parte 3" abbiamo fatto un riepilogo del progetto e descritto in dettaglio i componenti del sistema di monitoraggio della frequenza cardiaca e della temperatura corporea. In questo articolo vedremo come realizzare il prototipo del nostro progetto e creeremo lo sketch con il codice del progetto mediante l'IDE di Arduino.

REALIZZAZIONE DEL PROTOTIPO

Seguendo lo schema elettrico di **Figura 1**, su una breadboard sperimentale realizzate i collegamenti dei componenti utilizzando dei jumper.

Elenco dei componenti

- U1 Scheda Arduino UNO
- U2 Sensore LM35
- U3 Sensore di pulsazioni cardiache
- U4 Modulo WiFi ESP-01
- R1 Resistore 10 Kohm
- P1 Pulsante
- N. 2 Morsettiere 3 posti
- N. 1 Morsettiara 2 posti
- BAT1 Pacco batterie 5xAAA 1,5 V
- Jumper
- Piastra sperimentale

Inserite nella board le tre morsettiere, il pulsante P1 e il resistore R1. Utilizzate i pin dell'ESP-01 per i collegamenti con gli altri componenti. Per utilizzare l'LM35 per la misura della temperatura corporea, dovrete saldare tre conduttori abbastanza lunghi ai tre pin del sensore LM35 isolandoli con spezzoni di tubetto termo restringente o con nastro isolante per evitare cortocircuiti accidentali dei pin fra loro. Se invece della temperatura corporea volete utilizzare il sensore per misurare la temperatura ambiente, potete collegare i tre pin direttamente alla morsettiara CN3.

Non collegate ancora il sensore di frequenza cardiaca alla morsettiara CN2. Preparate un pacco batterie con 5 batterie AAA da 1,5V, che collegherete al connettore di alimentazione CN1 in fase di collaudo. In **Figura 2** il prototipo realizzato su breadboard.

INSTALLAZIONE DEL SOFTWARE

Installate nel computer l'IDE di **Arduino** scaricandolo dal sito ufficiale www.arduino.cc (in questo articolo si fa riferimento alla versione software Arduino 1.8.15).

INSTALLAZIONE DEL FIRMWARE DELL'ESP8266

Dall'IDE di Arduino installate la scheda ESP8266. Da **File > Impostazioni**, alla voce "URL aggiuntive per il Gestore schede" inserite il link http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json separandolo con una virgola da link che avete inserito in precedenza. Poi, con **Strumenti > Scheda > Gestore Schede**, digitate "esp8266" nella barra di ricerca. Selezionate e installate il firmware di gestione della scheda ESP8266 "ESP8266 by ESP8266 Community".

INSTALLAZIONE DELLA LIBRERIA PULSESENSORPLAYGROUND

Per la gestione del **sensore** di frequenza cardiaca utilizzeremo la libreria "Pulse rate sensor" che potete scaricare da questo sito: <https://github.com/WorldFamousElectronics/PulseSensorPlayground>.

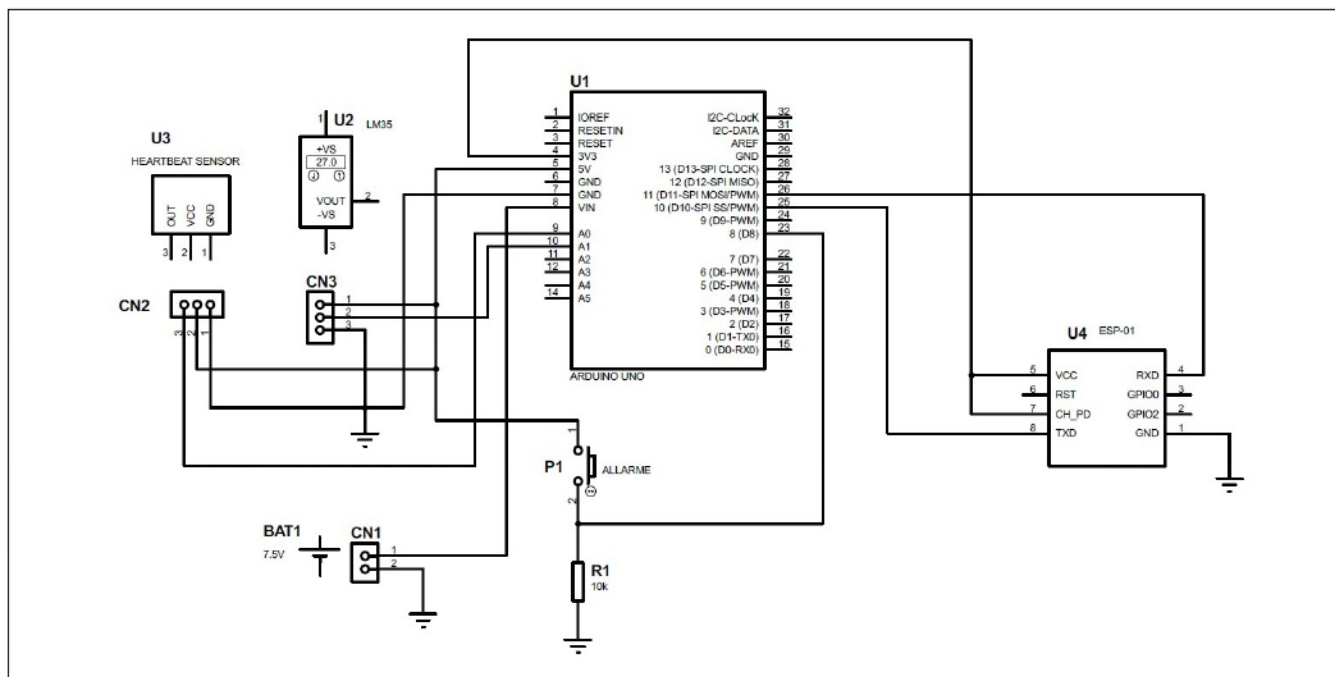


Figura 1: Schema elettrico del sistema di monitoraggio

In fondo alla pagina cliccate su “PulseSensor Playground”, poi su “Source code (zip)” per avviare il download del file “PulseSensorPlayground-1.6.1.zip” della libreria. Decomprimete il file “PulseSensorPlayground-1.6.1.zip” che avete scaricato e rinominate la cartella ottenuta “PulseSensorPlayground-1.6.1” in “PulseSensorPlayground”. Copiate la cartella “PulseSensorPlayground” nella cartella “libraries” contenuta nella cartella del programma d’installazione di Arduino, ad esempio “C:\Program Files (x86)\Arduino\libraries”.

Approfondiamo questa importante libreria!

Riteniamo propedeutico descrivere le funzioni della libreria.

pause()

Spegne il timer e interrompe la lettura e l’elaborazione dei dati del sensore di pulsazioni. Questa funzione è utile se si devono eseguire altre operazioni sensibili alla temporizzazione. Restituisce “true” in caso di successo.

resume()

Attiva il timer e inizia a leggere ed elaborare i dati del sensore di pulsazioni. Questa funzione viene utilizzata dopo aver chiamato pause() per riprendere Pulse Sensor. Restituisce “true” in caso di successo.

isPaused()

Ritorna “true” mentre il sensore di pulsazioni è in pausa, “false” in funzione.

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!

PROGETTO DI UN SISTEMA DI MONITORAGGIO IOT DELLA FREQUENZA CARDIACA E DELLA TEMPERATURA CORPOREA

PARTE 5

di **Fulvio De Santis**

Nel precedente articolo “Progetto di un sistema di monitoraggio IoT della frequenza cardiaca e della temperatura corporea - Parte 4” abbiamo realizzato il prototipo del sistema di monitoraggio, installato tutto il software necessario, creato uno sketch con il codice del progetto e programmato la scheda Arduino UNO mediante l'IDE di Arduino. In questo articolo, spiegheremo le funzioni del codice e faremo il collaudo funzionale del prototipo mediante una simulazione del monitoraggio da remoto dei parametri di frequenza cardiaca e temperatura di un paziente utilizzando la piattaforma ThingSpeak e alcune sue app.

DESCRIZIONE DEL CODICE DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO

Il codice inizia definendo gli interrupt di basso livello per una più precisa corrispondenza della variabile BPM contenente il valore dei battiti cardiaci al minuto:

```
#define USE_ARDUINO_INTERRUPTS true
```

Ogni sketch che utilizza la libreria PulseSensor Playground deve definire “USE_ARDUINO_INTERRUPTS” prima di includere PulseSensorPlayground.h.

“#define USE_ARDUINO_INTERRUPTS false” informa la libreria di non utilizzare gli interrupt per leggere i dati dalla variabile PulseSensor.

Se intendete usare gli interrupt, basta semplicemente sostituire “false” con “true”:

```
#define USE_ARDUINO_INTERRUPTS true
```

Poi vengono incluse le librerie necessarie:

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include "Timer.h"
#include <PulseSensorPlayground.h>
```

Viene creata un'istanza delle librerie Timer, PulseSensor-Playground e SoftwareSerial.

Nella variabile Stringa “msg” si inserisce la chiave API del canale di ThingSpeak:

```
Timer t;
PulseSensorPlayground pulseSensor;
SoftwareSerial esp8266(10,11);

String msg = "GET /update?key=LA TUA CHIAVE API";
```

Funzione Setup

Nella funzione Setup, viene impostata la velocità di trasmissione per la comunicazione seriale con il monitor seriale di Arduino, e la velocità di trasmissione seriale tra Arduino e l'ESP8266. Viene avviata la comunicazione con l'ESP8266 con il comando “AT” e la connessione WiFi chiamando la funzione “connectWiFi()”.

Poi si inizializzano i timer chiamando “t.every(10000, getReadings)”, ovvero “t.every(time_interval, do_this)” che prenderà le letture dei sensori, poi, chiamando “t.every(10000, updateInfo)”, si aggiornerà il canale di ThingSpeak ogni “time_interval” che potete definire voi stessi modificando il valore “time_interval” qui impostato a 10000:

```
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  esp8266.begin(115200);
  pulseSensor.analogInput(PulseWire);
  pulseSensor.blinkOnPulse(LED13); //auto-magically
  blink Arduino's LED with heartbeat.

  pulseSensor.setThreshold(Threshold);

  // Double-check the "pulseSensor" object was created
  and "began" seeing a signal.
  if (pulseSensor.begin()) {
    Serial.println("We created a pulseSensor Object !"); //
    This prints one time at Arduino power-up, or on Ardu-
    ino reset.
  }

  Serial.println("AT");
  esp8266.println("AT");

  delay(3000);

  if(esp8266.find("OK"))
  {
    connectWiFi();
  }
}
```

Il comando "AT+CWJAP=" connette l'ESP8266 all'Access Point (il vostro router Wi-Fi):

```
boolean connectWiFi()
{
  Serial.println("AT+CWMODE=1");
  esp8266.println("AT+CWMODE=1");

  delay(2000);

  String cmd="AT+CWJAP=";
  cmd+=SSID;
  cmd+="\","";
  cmd+=PASS;
  cmd+="\","";

  Serial.println(cmd);
  esp8266.println(cmd);

  delay(5000);

  if(esp8266.find("OK"))
  {
    return true;
  }

  else
  {
```

**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!

LA MISURA DELLA LINEARITÀ DEGLI AMPLIFICATORI DI POTENZA

di Fulvio De Santis

Gli amplificatori di potenza, come ad esempio gli amplificatori GaN, continuano ad essere dispositivi chiave in molti sistemi di comunicazione radar, di guerra elettronica, satellitari e terrestri. In questo articolo tratteremo la misura di linearità degli amplificatori di potenza.

INTRODUZIONE

Tra gli amplificatori di potenza, l'amplificatore GaN, tra i diversi vantaggi, ha la caratteristica di funzionare a tensioni molto elevate. Combinata con un'elevata velocità di saturazione e una capacità di carica corrispondentemente elevata, i dispositivi GaN sono ideali per applicazioni ad alta **potenza**. Grazie anche ad un'eccellente conduttività termica, è facile comprendere perché le applicazioni con i dispositivi GaN continuano a crescere, in particolare nei sistemi di telecomunicazione e difesa. Alcuni dei dispositivi GaN più comuni sono gli **amplificatori** di potenza a radiofrequenza a banda larga. In generale, gli amplificatori sono descritti da molte caratteristiche tra cui guadagno, risposta in frequenza o larghezza di banda, potenza in uscita, linearità, efficienza e cifra di rumore. Due caratteristiche chiave spesso utilizzate per descrivere la qualità di un amplificatore sono la linearità e l'efficienza. L'importanza relativa di questi due attributi dipende dall'applicazione. Ad esempio, in un sistema satellitare l'efficienza energetica può essere più importante poiché è disponibile una potenza limitata. Nelle comunicazioni wireless terrestri l'importanza relativa può essere più equilibrata. I sistemi di comunicazione, come quelli basati sugli standard 5G, utilizzano la modulazione a banda larga con requisiti di linearità significativi. Inoltre, a causa della quantità di stazioni base RF necessarie per supportare questi sistemi, è necessaria maggiore attenzione all'efficienza energetica per gestire i costi operativi. Purtroppo, i livelli di potenza di uscita per mantenere la linearità dell'amplificatore sono spesso ben al di sotto dei livelli necessari per la massima efficienza.

MISURA DELLA LINEARITÀ

Il concetto di linearità di un amplificatore si concentra sulla relazione lineare tra potenza in ingresso e potenza in uscita dell'amplificatore. Nel caso ottimale, la linearità sarebbe direttamente correlata al guadagno dell'amplificatore, che inevitabilmente diminuisce con l'aumentare della frequenza. Infatti, la maggior parte degli amplificatori lineari ha

un guadagno fisso per una banda di frequenza specifica. Con la necessità simultanea di linearità ed efficienza, è fondamentale ottimizzare il livello d'input di potenza. Una diminuzione eccessiva sacrifica l'efficienza e fa sì che l'amplificatore sia sovradimensionato per raggiungere la potenza di uscita richiesta, e quindi più costoso; mentre, una minore riduzione di potenza d'ingresso provoca un aumento del livello di compressione e, conseguentemente, del degrado del segnale di uscita. Pertanto, misurare accuratamente la linearità dell'amplificatore in condizioni operative realistiche è importante per i progettisti di amplificatori di potenza. Gli amplificatori sono specificati da molte caratteristiche tra cui guadagno, larghezza di banda di frequenza, potenza di uscita, linearità, efficienza, rumore e impedenza di ingresso e di uscita. Ad esempio, nelle applicazioni **wireless** la linearità è fondamentale a causa degli schemi di modulazione a banda larga utilizzati, come l'accesso multiplo a divisione di codice a banda larga e altri schemi. Gli amplificatori lineari operano in classe A o in classe AB. Il funzionamento in classe A è preferito se si desidera la massima linearità, ma lo svantaggio è la scarsa efficienza, in pratica, in genere inferiore al 20%. Per ottenere una maggiore efficienza, viene utilizzata la classe AB. Lo svantaggio della classe AB è che la sua polarizzazione introduce la distorsione del segnale e produce armoniche e prodotti di intermodulazione. I metodi di misura IP3 e P1dB possono fornire un mezzo per determinare la linearità dell'amplificatore. Ad esempio, la linearità di un amplificatore di potenza GaN viene misurata utilizzando tre tecniche: distorsione di intermodulazione, rapporto di potenza di rumore e fattore di cresta. Il metodo del fattore di cresta si dimostra più attinente alle effettive condizioni operative, pur dimostrando i vantaggi di maggiore accuratezza, semplicità e minor costo. In generale, si possono utilizzare due importanti metodi di misura per determinare la linearità di un amplificatore di potenza, che consentono di valutare e confrontare le specifiche e le prestazioni di un amplificatore: il punto di compressione di 1 dB (P1dB) e il punto di intercetta del terzo ordine (IP3).

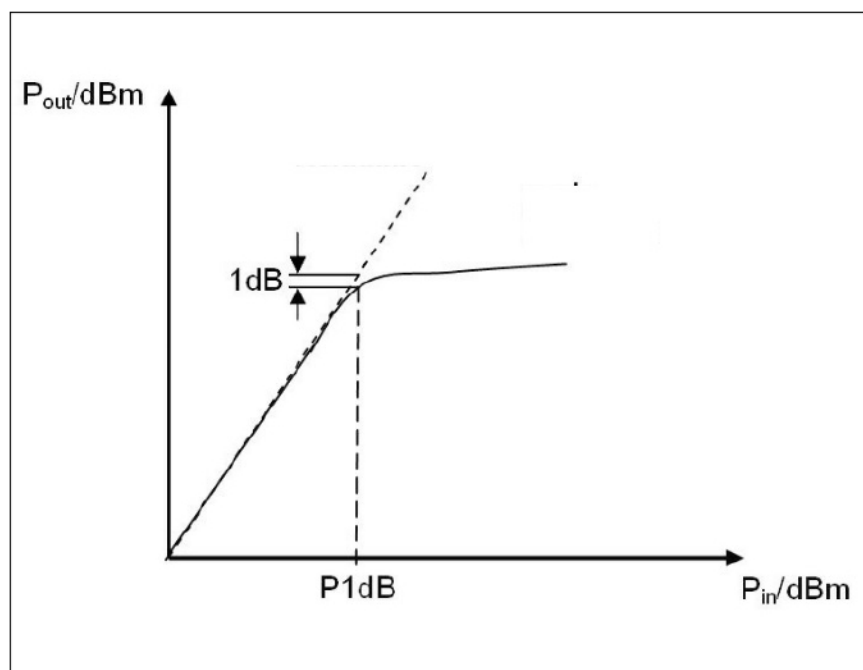


Figura 1: Grafico di una tipica caratteristica di trasferimento di potenza di un amplificatore

LA MISURA DELLA LINEARITÀ CON IL METODO DEL P1dB

La **Figura 1** mostra il grafico di una tipica caratteristica del guadagno di potenza di un amplificatore. La linea tratteggiata rappresenta l'andamento lineare ideale del guadagno dell'amplificatore, mentre la linea continua descrive l'andamento non lineare reale del guadagno.

La **Figura 1** descrive graficamente il comportamento tipico di un amplificatore. La linearità viene misurata aumentando gradualmente la potenza in ingresso e osservando la potenza in uscita finché l'amplificatore non entra in compressione, ovvero, la linearità dell'amplificatore è specificata come il livello di potenza in ingresso per cui la

mento del guadagno si appiattisce, il che significa che l'amplificatore tende a saturare. La sua risposta diventa non lineare e produce distorsione del segnale con generazione di armoniche e prodotti di intermodulazione. Il punto di compressione di 1 dB è più comunemente usato nelle specifiche dell'amplificatore di potenza di classe A, ma può anche essere usato per dare qualche indicazione di linearità anche nell'amplificatore di classe AB. È importante sapere a che punto inizia a verificarsi la compressione per evitare distorsioni.

MISURA DEL PUNTO DI COMPRESSIONE DI 1 DB DELL'AMPLIFICATORE

Il punto di compressione di 1 dB P_{1dB} , come mostrato in **Figura 1**, indica il valore della potenza in ingresso

in corrispondenza della quale il guadagno è inferiore di 1 dB rispetto alla specifica del guadagno lineare teorico. La diminuzione di 1 dB può essere specificata come la potenza di uscita in cui si verifica la perdita di 1 dB. In pratica, per misurare il punto di compressione del guadagno si aumenta la potenza in ingresso all'amplificatore finché l'amplificatore inizia a saturare e la potenza di uscita si riduce di 1 dB rispetto all'andamento lineare del guadagno. Questa misurazione deve essere effettuata per tutte le frequenze (o per alcune frequenze campione) della banda operativa dell'amplificatore. La misura del P_{1dB} può essere realizzata mediante un banco di misura automatico utilizzando uno strumento di misura come l'Analizzatore di

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!

TECNOLOGIE PER LA STAMPA 3D: PARTE 1

di Daniele Valanzuolo

Negli ultimi anni, grazie al ridotto costo, si sono diffuse in tantissimi ambiti le tecnologie di stampa 3D per la realizzazione di oggetti dalle forme e dimensioni più variegata, nonché con materiali differenti tra di loro. In linea generale, le stampanti 3D funzionano con processi di costruzione cosiddetti additivi in quanto aggiungono materiale per andare a formare l'oggetto desiderato. Tuttavia, le tecnologie di stampa 3D sono innumerevoli e differiscono per processo, tipo di materiale e risultato finale. In questo articolo andremo ad osservare le caratteristiche tecniche dei processi di stampa 3D più diffusi in ambito industriale e makers.

INTRODUZIONE

La stampa 3D non è un'invenzione recentissima ma solo nell'ultimo decennio si è diffusa in maniera significativa grazie alla realizzazione di stampanti a basso costo. Le stampanti 3D "tradizionali" hanno guadagnato un ruolo fondamentale **tra i makers e le piccole aziende** nel processo di realizzazione prototipale e di piccole serie. Tuttavia, **la stampa 3D è un termine generico che indica innumerevoli tecnologie di stampa e di possibili materiali da utilizzare per il prodotto finito**. Solo attraverso la corretta scelta della combinazione più adatta di tecnologia e materiale di stampa possiamo andare a realizzare oggetti con caratteristiche e finiture adatte al nostro progetto. Grazie alla tipologia di processo costruttivo, che ricordiamo essere un processo di tipo additivo, riusciamo ad avere anche un impatto positivo sul costo complessivo di realizzazione dell'oggetto con la riduzione dello scarto della lavorazione.

MATERIALI PER LA STAMPA 3D

Abbiamo detto che la scelta del materiale di stampa per la realizzazione dei nostri oggetti 3D è fondamentale in quanto determina sia le caratteristiche meccaniche e visive dell'oggetto che si andrà a realizzare sia la tipologia di processo da applicare, e dunque avrà impatto sulla complessità e costo di realizzazione dell'oggetto.

Ci sono diversi materiali che possono essere utilizzati per la stampa 3D, ognuno con le proprie caratteristiche e proprietà.

Ecco alcuni esempi di materiali di stampa 3D:

1. PLA: è uno dei materiali di stampa 3D più comuni. Si tratta di un polimero biodegradabile e **derivato da fonti rinnovabili come l'amido di mais o la canna da zucchero**.
2. ABS (acrilonitrile butadiene stirene): è un **polime-**

ro termoplastico che si fonde a una temperatura relativamente bassa e che è molto resistente agli urti e alle sollecitazioni meccaniche.

3. Nylon: è un polimero termoplastico resistente all'abrasione e molto elastico, che può essere utilizzato per la produzione di parti funzionali e di alta qualità.
4. PETG (glicole polietilenico): è un **materiale termoplastico molto resistente all'urto e ai raggi UV**, che viene spesso utilizzato per la produzione di bottiglie e contenitori per alimenti.
5. Policarbonato: è un materiale termoplastico trasparente e resistente alle sollecitazioni meccaniche, che viene spesso utilizzato per la produzione di parti per applicazioni automotive e aeronautiche.
6. TPU (poliuretano termoplastico): è un materiale elastico e resistente alla deformazione, che può essere utilizzato per la produzione di parti flessibili come guarnizioni e soffiotti.
7. Metallo: la stampa 3D in metallo viene spesso utilizzata per la produzione di parti per applicazioni aerospaziali e mediche, ed è possibile utilizzare diversi metalli come l'acciaio inossidabile, il titanio e l'alluminio.
8. Ceramica: la stampa 3D in ceramica realizzata con apposite stampanti e con processi successivi di cottura consente di produrre oggetti con una grande precisione e dettaglio, ed è spesso utilizzata **per la produzione di prototipi di manufatti in ceramica come le stoviglie**.
9. Legno: la stampa 3D con questo materiale permette di produrre parti con una texture simile al legno, utilizzando materiali come il lignaggio, l'amido di patate o anche il legno vero e proprio.

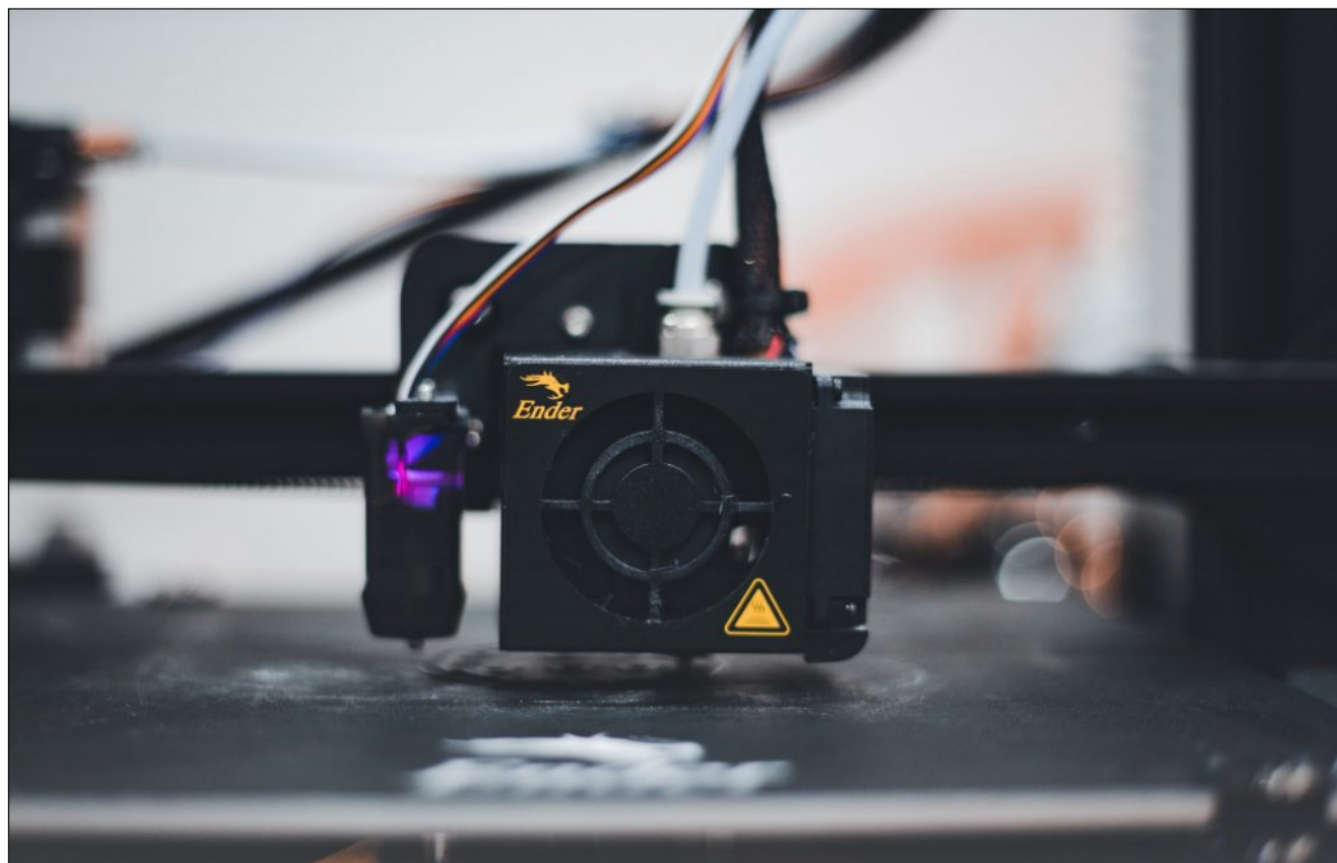


Figura 1

Tra tutti questi materiali, i metalli sono quelli più interessanti per il risultato finale del processo. In realtà, come vedremo anche nei paragrafi successivi, gli oggetti con materiali metallici vengono realizzati a partire da polveri di metalli e leghe. Queste sono particelle finissime che possono variare in termini di composizione chimica, dimensione delle particelle e forma. La scelta della polvere appropriata dipende dalle specifiche del processo di stampa 3D e dalle proprietà meccaniche richieste dalla

stessi metodi di produzione delle polveri di metalli. Le polveri di metalli e leghe utilizzate nella stampa 3D devono essere di alta qualità e con un alto grado di purezza. La presenza di impurità può causare difetti nella parte finale e ridurre la sua resistenza e durata.

TECNOLOGIE DI STAMPA PIÙ DIFFUSE

Come già anticipato, esistono differenti tecnologie di stampa 3D che presentano caratteristiche peculiari sia

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!

TECNOLOGIE PER LA STAMPA 3D: PARTE 2

di **Daniele Valanzuolo**

Negli ultimi anni, grazie al ridotto costo, si sono diffuse in tantissimi ambiti le tecnologie di stampa 3D per la realizzazione di oggetti dalle forme e dimensioni più variegata, nonché con materiali differenti tra loro. In linea generale, le stampanti 3D funzionano con processi di costruzione cosiddetti additivi in quanto aggiungono materiale per andare a formare l'oggetto desiderato. Tuttavia, le tecnologie di stampa 3D sono innumerevoli e differiscono per processo, tipo di materiale e risultato finale. In un precedente articolo abbiamo già parlato dei processi FDM, SLA, SLM e MJF. In questo articolo, andremo ad osservare le caratteristiche tecniche di alcuni processi di stampa 3D molto particolari e meno diffusi rispetto ai precedenti già trattati.

INTRODUZIONE

Nel precedente articolo abbiamo osservato nel dettaglio le caratteristiche principali dei primi 4 processi che ritroviamo tra quelli più diffusi per la produzione di oggetti economici in materiali plastici come ABS e PLA (tramite FDM), oggetti accattivanti e ben definiti in resina (SLA), oggetti in materiali metallici tramite polveri sottili di acciaio o alluminio (SLM) o polveri sottili plastiche (SLS). In questo articolo invece **andremo ad approfondire altri processi di stampa 3D meno diffusi rispetto ai primi 4** ma con caratteristiche altrettanto interessanti. Questi sono i processi riportati ai punti 5/6/7 e 8 del seguente elenco:

1. Fused Deposition Modeling (FDM)
2. Stereolithography (SLA)
3. Selective Laser Melting (SLM)
4. Selective Laser Sintering (SLS)
5. Multi Jet Fusion (MJF)
6. Digital Light Processing (DLP)
7. Electronic Beam Melting (EBM)
8. Laminated Object Manufacturing (LOM)
9. Binder Jetting (BJ)
10. Material Jetting (MJ)

5. MULTI JET FUSION

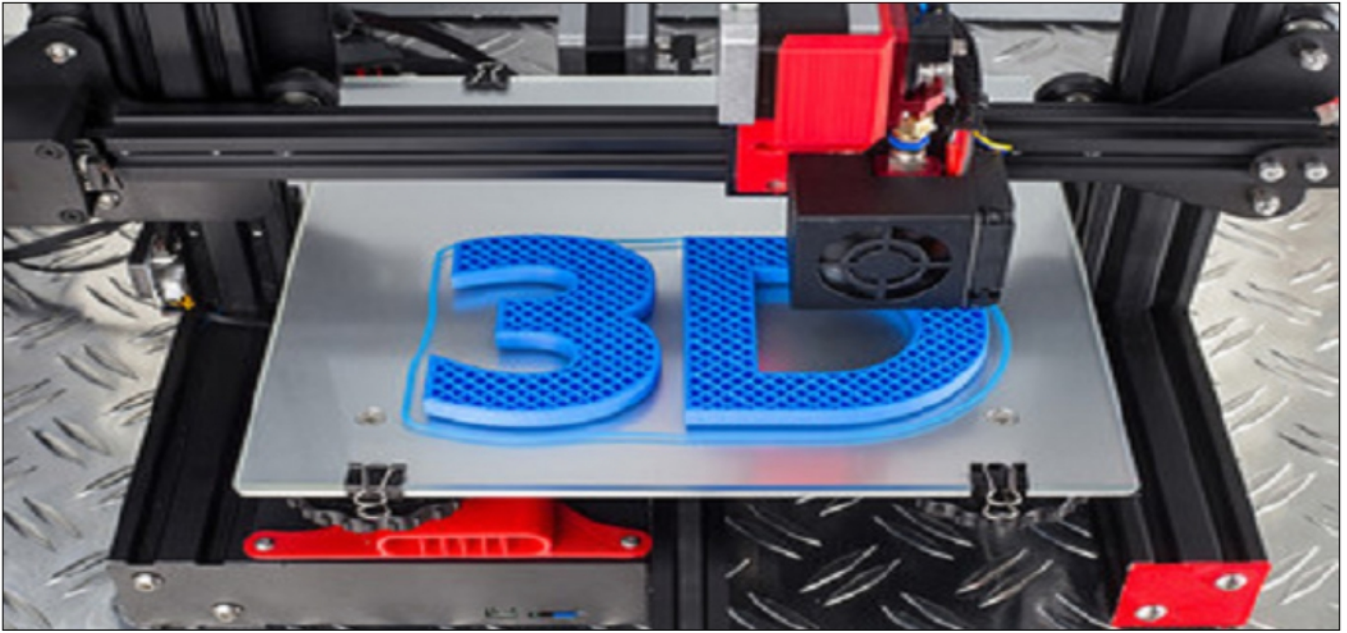
La stampa Multi Jet Fusion (MJF) è una tipologia di stampa 3D che si applica a materiali come il nylon. Durante il processo viene utilizzata una polvere del materiale di stampa e vengono aggiunti ad ogni layer due materiali che consentono il primo la fusione e il secondo la definizione di dettaglio dei contorni del layer. Il vantaggio della tecnologia MJF è l'assenza delle strutture di supporto che invece sono necessarie in processi come FDM.

1. Preparazione del modello: come per altri proces-

si di stampa 3D, è necessario adoperare appositi software per il corretto trasferimento del modello digitale dell'oggetto 3D alla stampante.

2. Preparazione della macchina: la macchina MJF viene caricata con il polimero in polvere, che viene distribuito uniformemente sulla superficie della piastra di costruzione. La piastra viene quindi posizionata all'interno della macchina.
3. Fusione selettiva del polimero: le testine di stampa della macchina rilasciano uno strato uniforme di agente legante sulla superficie del polimero in polvere, seguito da uno strato uniforme di inchiostro termoplastico. La combinazione di agente legante e inchiostro termoplastico viene quindi fusa selettivamente, tramite una serie di lampade a infrarossi che attivano il processo di fusione. In questo modo, la polvere di polimero viene legata in modo selettivo secondo la geometria del modello, strato per strato.
4. Fusione termica: dopo la fusione selettiva del polimero, la piastra di costruzione viene spostata verso una stazione di fusione termica dove viene esposta a una temperatura elevata per un breve periodo di tempo. Ciò serve a consolidare il polimero fuso in una struttura solida.
5. Ripetizione del processo: il processo di fusione selettiva e di fusione termica viene ripetuto fino a quando l'oggetto tridimensionale non è stato completato.
6. Rifinitura: come anticipato, andrà tolto soltanto l'oggetto dalla piattaforma e non sarà necessario rimuovere strutture di supporto.

Il processo MJF è noto per la sua capacità di produrre par-



ti di alta qualità con una finitura superficiale liscia e un'elevata resistenza meccanica. Inoltre, la tecnologia MJF è in grado di produrre parti in grandi quantità in modo rapido ed efficiente. Tuttavia, il processo richiede una macchina specifica e polimeri specifici, il che può essere un'opzione meno pratica o adatta per alcune applicazioni.

6. DIGITAL LIGHT PROCESSING

Il Digital Light Processing (DLP) è un processo di stampa 3D che utilizza la tecnologia di proiezione di luce per solidificare un materiale liquido in un oggetto tridimensionale strato per strato. Questo processo rientra tra le stampe 3D a Polimerizzazione in Vasca (VP), ossia che sfruttano una vasca che contiene la resina fotopolimerica (questi processi sono la DLP e la SLA che abbiamo visto nel precedente articolo). Il processo di stampa tramite DLP prevede:

poi abbassata di una piccola quantità, solitamente dello spessore di un singolo strato, e il processo di proiezione di luce si ripete per creare lo strato successivo.

- Una volta che tutti gli strati sono stati solidificati e la parte è stata completata, la piattaforma di stampa può essere sollevata dalla vasca di stampa. La parte può quindi essere rimossa dalla piattaforma, pulita e post-elaborata per ottenere la forma e la finitura desiderate.

Il processo DLP è in grado di produrre parti con elevata risoluzione e dettagli fini, grazie alla capacità dei proiettori DLP di proiettare un pattern di luce altamente dettagliato. Inoltre, il processo consente di stampare parti in una vasta gamma di materiali fotosensibili, che possono essere trasparenti, flessibili o rigidi, e di creare parti con proprietà specifiche. Tuttavia, la tecnologia

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!!

+ 145.000

REGISTERED USERS

7.414

 AVERAGE DAILY PAGEVIEWS (FEB2020)

830.610

 2020 ANNUAL VISITORS

THE BIGGEST EMBEDDED COMMUNITY IN ITALY

CATEGORIES

PROFESSIONALS

53 %

ACADEMICS/STUDENTS

25 %

MAKERS/HOBBYISTS

22 %

SOCIAL CONNECTIONS

f + 83.000

in + 23.000

