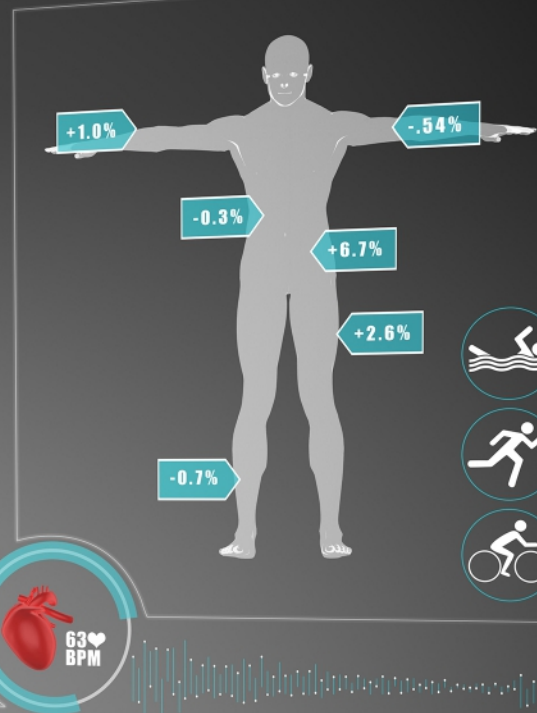


Medical/Wearable



IN QUESTO NUMERO:

DISPOSITIVI MEDICI WEARABLE E SANITÀ DIGITALE

CORSO DI ELETTRONICA PER RAGAZZI - PUNTATA 18

GIOIELLI INTELLIGENTI: CONOSCIAMO L'ORECCHINO TERMICO

E MOLTI ALTRI ARTICOLI E PROGETTI!

Sensori di campo magnetico,
sensori fotoelettrici,
accelerometri, inclinometri
e altro



muRata

INNOVATOR IN ELECTRONICS

TME Italia S.r.l.
Grassobbio (BG), tme@tme-italia.it

Ci trovi su:      

tme.eu

YOU NEED IT, WE HAVE IT!

■ ■ ■ tme.com ■ ■ ■

COSA LEGGERAI NEL 2024?

<i>TOPICS</i>	<i>MAKERS ZONE</i>	<i>DATA DI PUBBLICAZIONE</i>
Wireless/RF	Audio/Video	1 Febbraio
PCB	PCB Design	1 Marzo
Artificial Intelligence	Robotics	1 Aprile
Arduino	Open Source Projects	1 Maggio
Medical	Wearable	1 Giugno
Power/Motor	Car Hacking	1 Luglio
IoT	MEMS&Smart Sensors	1 Settembre
Renewable Energy	Smart Projetcs	1 Ottobre
Industry 4.0	Remote control	1 Novembre
Test&Measurements	Analog&Digital Signals	1 Dicembre

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



 Elettronica Open Source

L'era dei dispositivi indossabili

Cari lettori, in questo nuovo numero di *Firmware 2.0* andremo ad esplorare le innovative frontiere dell'elettronica indossabile, con uno sguardo approfondito sulla sensoristica, la miniaturizzazione e l'efficienza energetica. La tecnologia indossabile sta plasmando il futuro della salute e del benessere con un impatto importante anche nel settore medico, grazie a oggetti indossabili che stanno rapidamente diventando parte integrante della nostra vita quotidiana, svolgendo un ruolo chiave nella sorveglianza della salute, nel monitoraggio delle attività fisiche e nel miglioramento della qualità della vita in generale.

Nell'era digitale in cui viviamo, la tecnologia rivoluziona il modo in cui monitoriamo la nostra salute. Con l'innovazione che avanza rapidamente, ci troviamo in un momento in cui gli indossabili diventano sempre più sofisticati, accessibili e integrati nella nostra vita. Oggetti come smartwatch, braccialetti fitness e sensori biometrici sono sempre più comuni, offrendoci un flusso continuo di dati sulla nostra attività fisica, il sonno e persino la nostra frequenza cardiaca. Oltre a fornirci preziose informazioni in tempo reale, questi dispositivi stanno anche aprendo nuove porte nel campo della ricerca medica.

Una delle sfide principali degli indossabili è la miniaturizzazione dell'elettronica. Grazie agli avanzamenti nella tecnologia dei semiconduttori e alla progettazione di circuiti sempre più compatti, oggi è possibile integrare sensori di alta precisione e potenti processori in dispositivi dalle dimensioni ridotte e spesso dotati di comunicazioni wireless, rendendoli comodi da indossare e discreti nell'aspetto.

Tuttavia, non è solo la dimensione dei dispositivi a migliorare. La sensoristica ha fatto passi da gigante, consentendo la misurazione accurata di un set diversificato di parametri biologici e ambientali; dai sensori di frequenza cardiaca ai dispositivi per il monitoraggio del sonno, la tecnologia indossabile sta diventando sempre più sofisticata nel fornire dati significativi per il monitoraggio della salute e il miglioramento del benessere della persona. Per avere una visione completa di questa nuova tecnologia, non possiamo trascurare un aspetto fondamentale: l'efficienza energetica. Poiché i dispositivi indossabili sono destinati ad essere utilizzati per lunghi periodi di tempo, è essenziale che siano in grado di funzionare con consumi energetici minimi.

In tal senso, i dispositivi indossabili ultra low power rappresentano una rivoluzione nell'ambito della tecnologia portatile. Questi dispositivi sono progettati per consumare una quantità minima di energia mentre offrono funzionalità avanzate che migliorano la nostra vita quotidiana. L'importanza del risparmio energetico dei wearable è fondamentale per diversi aspetti. Innanzitutto, l'autonomia della batteria è un fattore critico per gli utenti che desiderano utilizzare i dispositivi per lungo tempo senza doverli ricaricare frequentemente. Un dispositivo con una lunga durata della batteria offre una maggiore comodità e libertà agli utenti, consentendo loro di indossarlo per tutto il giorno senza preoccuparsi di rimanere a corto di energia. Inoltre, il risparmio energetico contribuisce anche alla riduzione dell'impatto ambientale degli oggetti indossabili. Riducendo il consumo di energia, si riducono le emissioni di carbonio e l'impronta ecologica complessiva del dispositivo. Ciò è particolarmente importante considerando l'aumento della domanda degli indossabili e la necessità di trovare soluzioni sostenibili per soddisfare questa richiesta crescente.

C'è poi da considerare che i dispositivi indossabili ultra low power consentono una maggiore miniaturizzazione e un design più leggero poiché richiedono batterie di dimensioni ridotte e possono essere alimentati da batterie meno

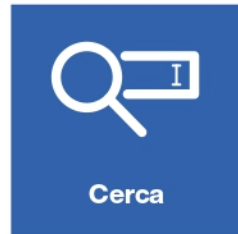
potenti, permettendo così la creazione di oggetti più discreti e confortevoli da indossare che si integrano meglio nella nostra vita quotidiana senza essere ingombranti o scomodi. In ultima analisi, il risparmio energetico favorisce anche l'innovazione, poiché stimola lo sviluppo di nuove tecnologie e soluzioni per ottimizzare l'efficienza energetica, condizione necessaria per garantire una maggiore diversità di prodotti sul mercato ed una migliore esperienza complessiva per gli utenti che possono scegliere tra una vasta gamma di oggetti in grado di soddisfare le loro esigenze specifiche. Fortunatamente, gli sviluppi nella progettazione dei circuiti a basso consumo e l'uso di batterie ad alta densità energetica stanno contribuendo a rendere i dispositivi indossabili sempre più efficienti dal punto di vista energetico.

Nonostante gli aspetti entusiasmanti, è importante ricordare che con il potere della tecnologia arriva anche la responsabilità di utilizzarla in modo etico, garantendo la privacy e la sicurezza dei dati degli utenti. In questo numero di *Firmware 2.0*, esploreremo in dettaglio i recenti sviluppi della tecnologia indossabile nel settore medico, analizzandone le sfide, le opportunità e le implicazioni per il futuro della salute e del benessere, unitamente a progetti e tutorial che potrete divertirvi a mettere in pratica mediante componenti elettronici facilmente reperibili per creare i vostri dispositivi di monitoraggio della salute personalizzati. Leggere *Firmware 2.0* è sempre un'occasione entusiasmante per essere coinvolti nel mondo dell'elettronica in continua evoluzione.

Buona lettura!

Giordana Francesca Brescia





Cerca

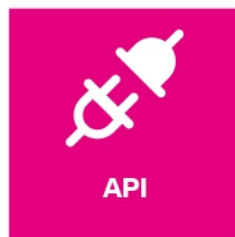


M Forte

Lo strumento intelligente
per la DiBa



Gestione
dell'inventario



API



P&A
Assistant



Richiedi
un'offerta



Condivisione
carrello/progetto



Calcolatori di
conversione

Ordinare in tutta semplicità

Strumenti per la ricerca dei prodotti,
la verifica dello stock e l'acquisto

mouser.it/servicesandtools



Medical/Wearable



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 - 147.247

Social Network - 131.590

© 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

L'ERA DEI DISPOSITIVI INDOSSABILI

3

DISPOSITIVI MEDICI WEARABLE E SANITA' DIGITALE

8

MONITORAGGIO INDOSSABILE DEL DIABETE

12

PRECISIONE E AFFIDABILITA' CON I SENSORI DEL MARCHIO MURATA

16

BIOSENSORI, WEARABLE E INTERNET OF MEDICAL THINGS (PARTE 1)

20

BIOSENSORI, WEARABLE E INTERNET OF MEDICAL THINGS (PARTE 2)

25

DIGITAL HEALTH: TUTORIAL PER IL MONITORAGGIO DEL BATTITO CARDIACO CON ARDUINO

29

DIGITAL HEALTH: 5 INTERESSANTI RICERCHE SCIENTIFICHE

36

L'OCCHIO BIONICO UN DISPOSITIVO INDOSSABILE PER LA VISIONE ARTIFICIALE

40

COSTRUIAMO UN PULSE OXIMETER INDOSSABILE CON ARDUINO

46

CORSO DI ELETTRONICA PER RAGAZZI - PUNTATA 18

58

PROGETTO DI UN DISPOSITIVO INDOSSABILE ANTICOLLISIONE PER IPOVEDENTI

66

CYBER SECURITY PER IL MEDICAL IOT

74

GIOIELLI INTELLIGENTI: CONOSCIAMO L'ORECCHINO TERMICO

80

TECNOLOGIA INDOSSABILE: UN PONTE VERSO L'EDUCAZIONE INNOVATIVA

84

COME L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE STA RIVOLUZIONANDO LA DIAGNOSTICA MEDICA

90

I DISPOSITIVI INDOSSABILI NELL'HEALTH COACHING: TRA INNOVAZIONE E SFIDE

96

I DISPOSITIVI INDOSSABILI NELL'HEALTH COACHING: IL FUTURO DELLA SALUTE DIGITALE

100

IL RUOLO DEI DISPOSITIVI INDOSSABILI NELL'UGUAGLIANZA SOCIALE SANITARIA

104

IL NUOVO ARDUINO PLC STARTER KIT PER L'APPRENDIMENTO DELLA LOGICA LADDER

108

ARDUINO OPTA PLC: ALCUNE CONSIDERAZIONI PER GLI SVILUPPATORI

111

PCBWay



CELEBRA 10 ANNI DI INNOVAZIONE



Un decennio di crescita e impegno costante all'eccellenza



10° ANNIVERSARIO DI PCBWAY

Unisciti a noi per celebrare il 10° anniversario di PCBWay. Da umili inizi nel 2014, PCBWay è diventata un leader globale nella produzione di elettronica, nota per prototipi di PCB di alta qualità e servizi di assemblaggio.



CRESCITA TECNOLOGICA

Nell'ultimo decennio, PCBWay ha ampliato la sua offerta per includere PCB avanzati come multistrato, flessibili e rigidi-flessibili. Il nostro continuo investimento in tecnologia all'avanguardia garantisce precisione e affidabilità per progetti elettronici complessi.



FOCUS SUL CLIENTE

Il successo di PCBWay deriva dal suo approccio centrato sul cliente. Con una piattaforma online facile da usare, preventivi istantanei e supporto completo, abbiamo attratto oltre 500.000 ingegneri ed appassionati di elettronica in tutto il mondo.



SOSTENIBILITÀ E COMUNITÀ

PCBWay si impegna per la sostenibilità e il coinvolgimento della comunità, supportando progetti educativi e favorendo l'innovazione nell'elettronica. Siamo all'avanguardia della tecnologia e dei servizi PCB, pronta ad esplorare nuove innovazioni.



www.pcbway.com



service@pcbway.com



DISPOSITIVI MEDICI WEARABLE E SANITÀ DIGITALE

di Maila Agostini

Nell'era sempre più interconnessa e digitalizzata, i dispositivi medici wearable sono tappe significative della sanità digitale, che aprono a nuove opportunità rivoluzionarie per il monitoraggio e il miglioramento della salute. Questi innovativi strumenti, che vanno semplicemente indossati, trasformano il modo in cui accediamo e comprendiamo i dati relativi al nostro benessere. In questo articolo, esploreremo le possibilità offerte dai dispositivi medici indossabili, dal monitoraggio in tempo reale delle funzioni vitali alla gestione delle condizioni mediche, fornendo un'analisi delle sfide e delle opportunità che delineano il futuro della sanità digitale. Attraverso l'integrazione di sensori avanzati, algoritmi intelligenti e connettività senza fili, questi dispositivi stanno ridefinendo la relazione tra pazienti e professionisti della salute, aprendo la strada a un approccio più proattivo e personalizzato alla gestione della salute. Esamineremo, quindi, le attuali tecnologie per la salute digitale e metteremo in evidenza le lacune critiche e l'eventuale adozione clinica di queste nuove tecnologie.

La confluenza di progressi nelle tecnologie dei biosensori, di miglioramenti nei meccanismi di erogazione dell'assistenza sanitaria e di miglioramenti nell'apprendimento automatico, insieme a una maggiore consapevolezza del monitoraggio remoto dei pazienti, ha accelerato l'impatto della salute digitale in quasi tutte le discipline mediche. I **dispositivi wearable** di tipo medico, sensori non invasivi che operano sul corpo con accuratezza clinica, svolgeranno un ruolo sempre più centrale nella medicina, fornendo una misurazione e un'interpretazione continua ed economica dei dati fisiologici rilevanti per lo stato del paziente e la traiettoria della malattia, sia all'interno che all'esterno di strutture sanitarie consolidate.

La sanità digitale comprende la sanità mobile, la tecnologia dell'informazione sanitaria, i dispositivi indossabili e la telemedicina. I progressi della tecnologia e dell'analisi dei dati ed i miglioramenti nei meccanismi di erogazione dell'assistenza sanitaria, hanno inaugurato una nuova era della salute digitale. I dati sanitari vengono raccolti in casa con una serie di dispositivi connessi. L'Intelligenza Artificiale sintetizza questi grandi insiemi di dati per guidare il processo decisionale clinico personalizzato, con un potenziale valore predittivo. Le risposte alla gestione della pandemia di **COVID** stanno ulteriormente catalizzando questa crescita, contribuendo a un'espansione di quasi 40 volte della telemedicina rispetto ai livelli pre-pandemici. Anche l'interesse più ampio per i wearable per il monitoraggio a livello di popolazione sta accelerando. L'interesse per la commercializzazione è seguito da una crescita parallela degli investimenti governativi, filantropici, industriali e di venture capital nella

salute digitale.

Per il successo delle soluzioni di salute digitale sono essenziali la raccolta, la trasmissione e l'interpretazione di dati fisiologici di alta qualità al di fuori dei contesti sanitari consolidati. Storicamente, gli operatori sanitari hanno acquisito una serie relativamente ristretta di dati relativi ai principali segni vitali e ad alcuni altri parametri mirati durante episodi acuti di malattia o visite mediche programmate o durante esami fisici programmati. I dispositivi wearable, originariamente commercializzati direttamente ai consumatori come gadget per il **fitness**, si stanno ora evolvendo per funzionare come veri dispositivi medici, fornendo funzionalità accurate e multimodali per il monitoraggio e la diagnosi delle malattie, in modo continuo e con il potenziale di coinvolgere ampie classi di pazienti altrimenti difficili da raggiungere. Parallelamente, i dispositivi medici indossabili soggetti a prescrizione medica, come i sistemi di monitoraggio continuo del glucosio per la gestione del diabete e i cerotti per elettrocardiogramma per il rilevamento delle aritmie cardiache, sono ben consolidati nell'ambito della medicina. Sono quattro le caratteristiche chiave che definiscono i dispositivi medici indossabili rispetto ai dispositivi per il benessere dei consumatori e dai sistemi di monitoraggio senza contatto, impiantabili o ingeribili.

1. Interfaccia intima e non invasiva con il corpo che supporta forme di accoppiamento chimico, meccanico, termico, elettrico e/o ottico per misurare un parametro fisiologico di rilevanza clinica.
2. Capacità di monitoraggio continuo e senza fili per un periodo di tempo prolungato, sia in ambito ospedaliero che non clinico.

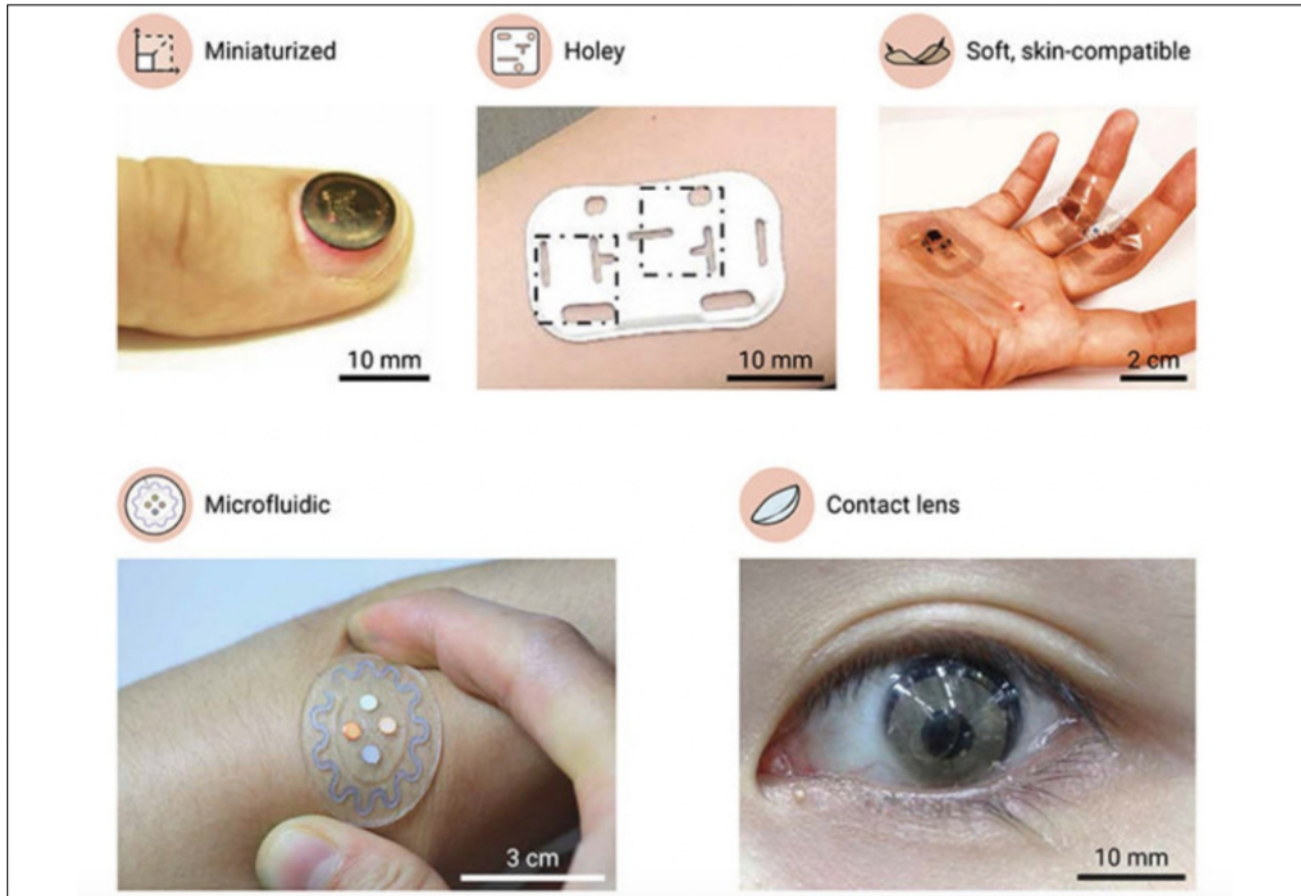


Figura 1: Immagini di cinque fattori di forma rappresentativi: un dispositivo miniaturizzato su un'unghia, un dispositivo a forma di buco sulla pelle, una coppia binodale di dispositivi simili alla pelle sulla mano, un microfluidico morbido sulla pelle e una lente a contatto strumentata sull'occhio. Dall'articolo "Translational gaps and opportunities for medical wearables in digital health" Shuai Xu, Joohee Kim, Jessica R. Walter, Roozbeh Ghaffari, John A. Rogers

3. Potenzialità di essere distribuito come dispositivo medico regolamentato in grado di diagnosticare, trattare, tracciare o prevenire malattie.
4. Interfaccia con il più ampio ecosistema di assistenza sanitaria connessa con l'integrazione dei dati, l'interpretazione o l'assistenza clinica.

montati sul torace o sul braccio sono sempre più utilizzati per il monitoraggio remoto dei pazienti. Tuttavia, è necessario verificare meglio il valore del monitoraggio continuo sia in ambito ospedaliero che domiciliare. Come importante estensione del monitoraggio cardiopolmonare, i sistemi più recenti forniscono misurazioni continue della pressione sanguigna con tecniche non oscillometriche in formati più piccoli rispetto ai sistemi

WEARABLE EMERGENTI
**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!

PRECISIONE E AFFIDABILITÀ CON I SENSORI DEL MARCHIO MURATA

di **Redazione**

Nel panorama dei dispositivi elettronici moderni, i sensori svolgono un ruolo chiave. Essi sono i veri guardiani della nostra esperienza tecnologica, svolgendo compiti di monitoraggio o raccolta dati, e supportando i sistemi intelligenti che plasmano il nostro mondo in continuo cambiamento. Dai sensori di temperatura nelle macchine da caffè ai sensori di distanza nelle automobili, passando per i sensori induttivi nelle linee di produzione e per i sensori nei dispositivi indossabili, questi componenti sono onnipresenti e vitali per il corretto funzionamento dei nostri device e attrezzature che quotidianamente utilizziamo.

INTRODUZIONE: ESPLORIAMO LE FONDAMENTA DELLA TECNOLOGIA SENSORIALE

Nel vasto panorama della tecnologia moderna, i sensori rappresentano la spina dorsale di molte delle nostre innovazioni più sorprendenti. Essi agiscono come occhi e orecchie dei nostri dispositivi elettronici, catturando dati dal mondo circostante e permettendo alle macchine di percepire, comprendere e reagire all'ambiente in cui operano. Tra i vari tipi di sensori disponibili, vi sono quelli a infrarossi, gli accelerometri, i sensori di inclinazione, i sensori di campo magnetico ed i sensori a ultrasuoni. Ognuno di essi ha una specifica funzione e un'applicazione unica, contribuendo al vasto ecosistema dei dispositivi elettronici. I **sensori a infrarossi** (*fotoelettrici*) sfruttano la luce infrarossa per rilevare la presenza di oggetti o persone, sono ampiamente utilizzati in dispositivi di sicurezza, come sistemi di allarme perimetrale e telecamere di sorveglianza, ma trovano anche impiego in applicazioni di automazione domestica, come telecomandi e dispositivi di controllo gestuale. I sensori a infrarossi sono componenti che utilizzano l'effetto fotoelettrico per rilevare oggetti nella gamma della radiazione infrarossa. Il principio di funzionamento si basa sull'uso dell'emissione di fotoni da parte di un diodo infrarosso e sul rilevamento dei fotoni riflessi dal ricevitore.

Gli **accelerometri** sono sensori in grado di misurare l'accelerazione di un oggetto e sono comunemente integrati nei telefoni cellulari e negli smartwatch per rilevare l'orientamento e il movimento del dispositivo. Inoltre, gli accelerometri sono essenziali nelle applicazioni di navigazione inerziale, come i sistemi di navigazione in auto e i droni. I sensori di accelerazione sono quindi utilizzati per misurare l'accelerazione lineare, ovvero, la variazio-

ne della velocità di un oggetto in una direzione lineare. Utilizzano vari fenomeni fisici, come l'effetto piezoelettrico, le variazioni della capacità elettrica o le forze di inerzia, per convertire l'accelerazione lineare in un segnale elettrico che può essere letto da altri dispositivi. I **sensori di inclinazione** (o *inclinometri*), come suggerisce il nome stesso, misurano l'angolo di inclinazione o l'orientamento di un oggetto rispetto ad un punto specifico della superficie terrestre. Tali sensori sono utilizzati in molti dispositivi ed in una vasta gamma di applicazioni, dalla determinazione dell'angolo di inclinazione di un veicolo durante la guida, al monitoraggio della posizione di strutture e macchinari in applicazioni industriali, sino ai controller di gioco. I **sensori di campo magnetico** rilevano le variazioni nel campo magnetico circostante, e sono spesso integrati in dispositivi di navigazione, come bussole digitali e sistemi di posizionamento globale (GPS), per determinare la direzione e l'orientamento di un oggetto rispetto al campo magnetico terrestre. I sensori di campo magnetico, noti anche come *magnetometri*, sono dispositivi utilizzati per misurare l'intensità e la direzione di un campo magnetico in un determinato punto dello spazio, in altre parole, grazie ad essi è possibile determinare la posizione di un oggetto nello spazio. Questi tipi di componenti vengono ampiamente utilizzati nella navigazione e nell'industria.

Infine, i **sensori a ultrasuoni** utilizzano onde sonore ad alta frequenza per misurare la distanza tra il sensore e un oggetto. I sensori a ultrasuoni sono ampiamente impiegati in sistemi di parcheggio assistito, dispositivi anti-collisione e applicazioni di automazione industriale, dove la misurazione precisa della distanza è fondamentale per garantire la sicurezza e l'efficienza delle operazioni. I sensori a ultrasuoni vengono utilizzati principalmente in applicazioni basate sulla distanza e si basano

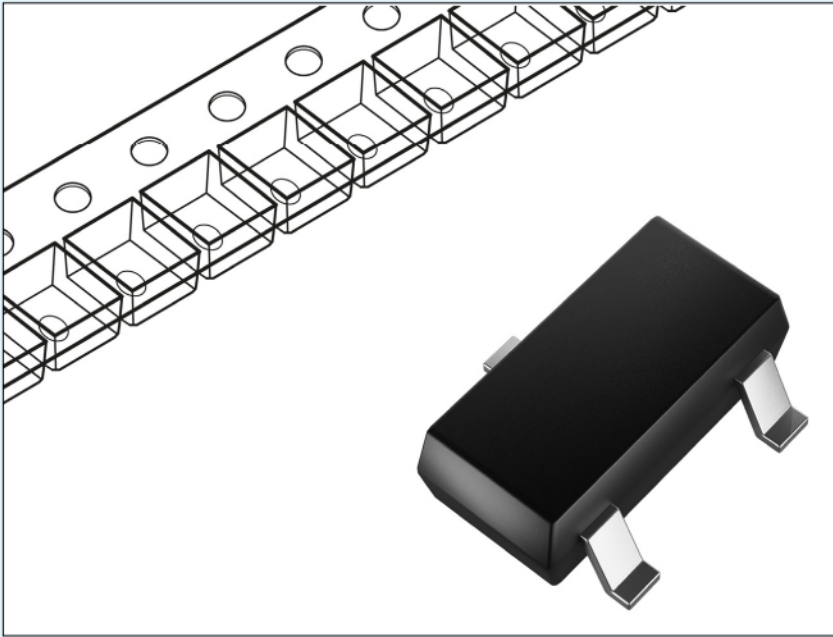


Figura 1: Sensori di campo magnetico



Figura 2: Ricevitore per frequenza 40kHz

su onde sonore ad alta frequenza. Il sensore emette impulsi ultrasonici e analizza le onde riflesse. Su questa base è possibile determinare la presenza, la distanza e persino la forma dell'oggetto esaminato.

Complessivamente, i sensori rappresentano un elemento essenziale della tecnologia moderna, consentendo ai dispositivi di percepire e interagire con il mondo circostante in modo intelligente e reattivo. Attraverso la loro variegata gamma di funzioni e applicazioni, i sensori

continuano a guidare l'innovazione e a trasformare il modo in cui interagiamo con la tecnologia nella nostra vita quotidiana.

MURATA: LEADER NEI SENSORI DI FASCIA ALTA PER DISPOSITIVI ELETTRONICI

Tra le aziende che eccellono nel fornire **sensori di fascia alta**, il marchio **Murata** emerge come un leader indiscusso. Nel corso degli anni, questa azienda ha conquistato il rispetto e il riconoscimento dei consumatori grazie al suo approccio professionale e al ricco portafoglio di prodotti offerti. I sensori Murata sono sinonimo di qualità e affidabilità. La loro presenza può essere riscontrata in una miriade di dispositivi elettronici, dalle più semplici alle più complesse macchine industriali. Ciò che distingue i sensori Murata è la loro capacità di fornire dati accurati e in tempo reale, consentendo ai dispositivi di operare con precisione e sicurezza. Un aspetto che rende Murata un marchio preferito è la sua costante innovazione: l'azienda investe ingenti risorse nella ricerca e nello sviluppo per rimanere all'avanguardia delle tecnologie sensoriali. Questo costante impegno per l'innovazione si traduce in sensori sempre più avanzati, in grado di soddisfare le esigenze crescenti dei clienti e adattarsi alle sfide dei mercati in evoluzione. Un esempio emblematico dell'utilizzo dei sensori Murata è nel settore automobilistico, dove le moderne vetture sono dotate di una miriade di sensori che monitorano costantemente

le condizioni del veicolo, migliorando la sicurezza e l'efficienza. I sensori Murata, con la loro precisione e affidabilità, giocano un ruolo chiave in questo contesto, garantendo un funzionamento ottimale dei sistemi di controllo e assistenza alla guida.

“Dove si possono trovare i sensori Murata?”



Figura 3: Sensore a infrarossi del marchio Murata

Una delle fonti affidabili è **TME Electronic Components**, distributore di componenti elettronici rinomato per la sua vasta selezione di prodotti di alta qualità. Grazie alla partnership con Murata, TME offre ai suoi clienti accesso a un ampio set di sensori, garantendo loro la qualità e le prestazioni che si aspettano da un marchio leader del settore. La gamma diversificata di sensori Murata disponibili presso TME Electronic Com-

ponents include sensori di temperatura, sensori di pressione, sensori di movimento e molto altro ancora. Sia che si tratti di applicazioni industriali che di dispositivi di consumo, i sensori Murata offrono soluzioni su misura per soddisfare tantissime esigenze. In definitiva, rappresentano un pilastro fondamentale nell'ecosistema dei dispositivi elettronici moderni. Grazie alla loro qualità superiore, alla continua innovazione ed alla disponibilità

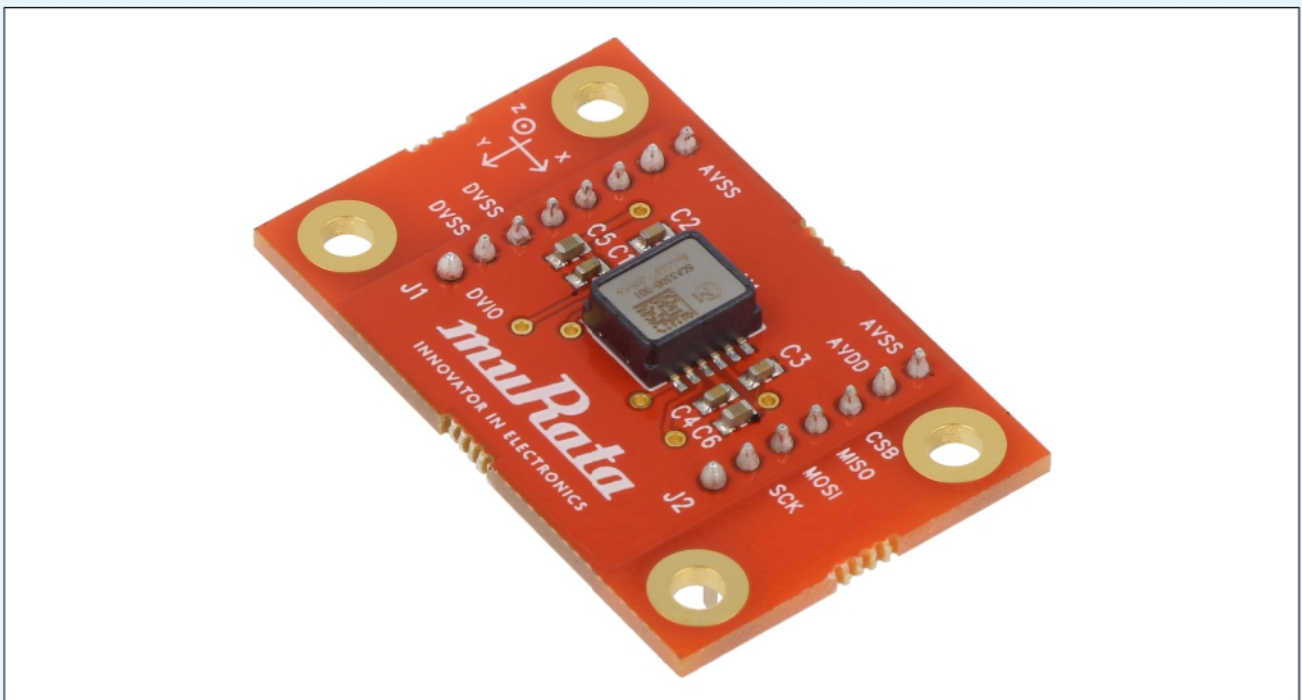


Figura 4: Sensore di accelerazione a 3 assi del marchio Murata

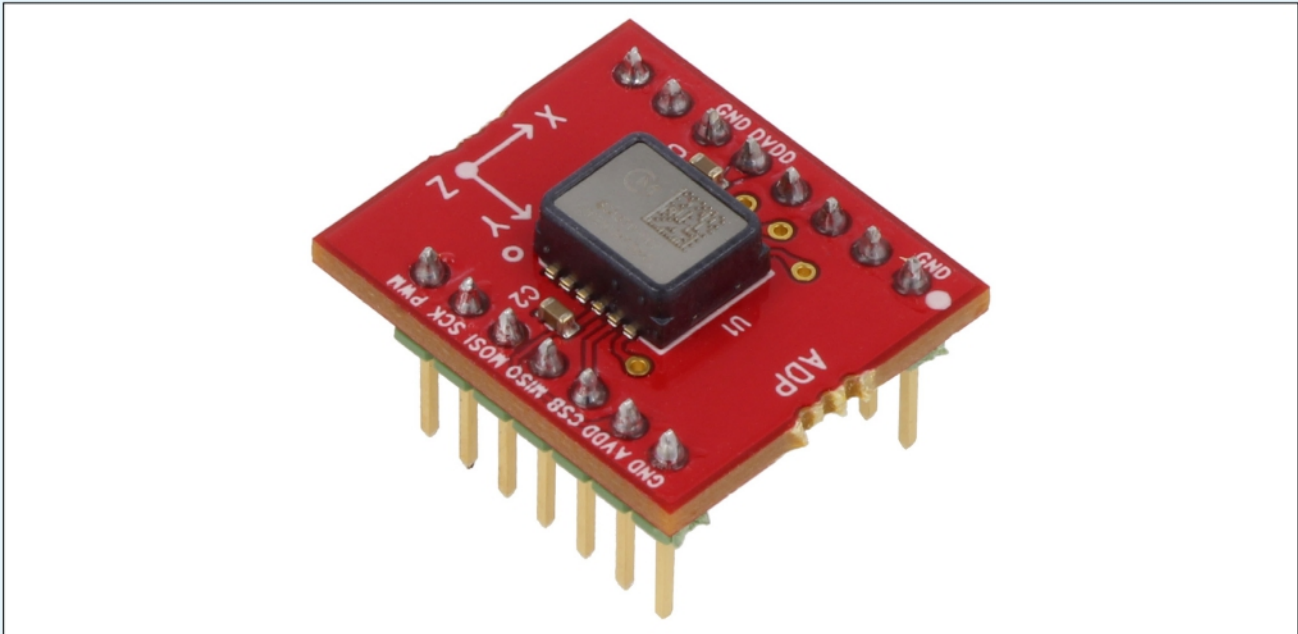


Figura 5: Sensore con campo di misura $-90^{\circ} \dots 90^{\circ}$

presso distributori affidabili come TME, i sensori Murata continuano a guidare l'evoluzione della tecnologia, contribuendo a rendere il nostro mondo più sicuro, efficiente e connesso.

Nel catalogo della TME potrete trovare diversi esempi di sensori del marchio Murata racchiusi in alloggiamenti TO5 e predisposti per il montaggio a foro passante THT. Questi componenti possono funzionare a temperature operative comprese nell'intervallo tra -40°C e 70°C e sono alimentati con tensioni comprese tra 2V e 15V (DC). Inoltre, alcuni dei modelli sono caratterizzati da una maggiore resistenza alle interferenze RFI.

La TME offre sensori di accelerazione singoli, e piccoli moduli su circuiti stampati per facilitare la prototipazione. Questi elementi comunicano tramite l'interfaccia SPI e sono alimentati con una tensione compresa tra 3 V e 3,6 V (DC). Ogni sensore è caratterizzato da un diverso range di misurazione, che può essere compreso nell'intervallo da -6g a 6g .

Questi elementi possono essere trovati anche sotto forma di componenti pronti per la saldatura e moduli già pronti su un piccolo laminato. Gli **inclinometri** sono alimentati mediante una tensione da 3 V a 3,6 V (DC) e comunicano tramite l'interfaccia SPI. Questa tipologia di sensori è disponibile in diverse varianti di allineamento. Il marchio Murata fornisce anche **sensori di campo magnetico** resistivi SMD a montaggio superficiale in alloggiamenti A35 e A39. Questi componenti sono alimentati mediante una tensione che dipende dal modello, tuttavia, essa varia da 1,6 V a 5,5 V (DC). La ten-

sione generata all'uscita del sensore varia da 200 mV a 4,5 V, mentre gli intervalli specifici dipendono anche dall'esemplare selezionato. Inoltre, vale la pena menzionare il valore misurato del campo magnetico, che può assumere un minimo di 0,5 mT e un massimo di 2,7 mT. L'offerta della TME comprende trasmettitori e ricevitori a **ultrasuoni** progettati per il montaggio THT a foro passante. Questi componenti possono funzionare in un intervallo di temperatura compreso tra -40°C e 85°C . I trasmettitori del marchio Murata emettono onde con una frequenza di 40kHz, mentre la sensibilità del ricevitore è di $-63\text{+/-}3\text{dB}$.



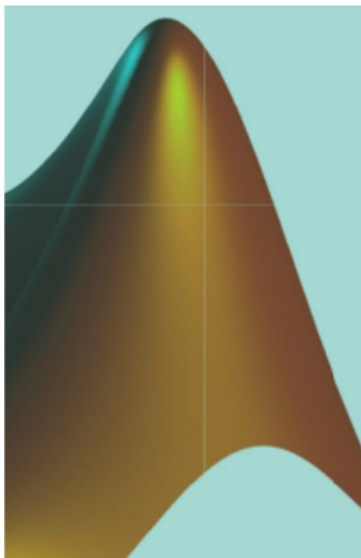
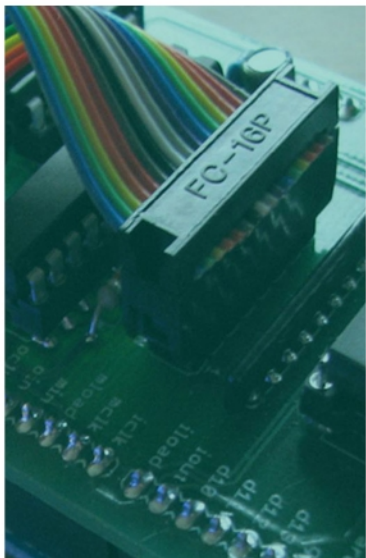
L'autore è a disposizione nei commenti per eventuali approfondimenti sul tema dell'Articolo. Di seguito il link per accedere direttamente all'articolo sul Blog e partecipare alla discussione:

<https://it.emcelettronica.com/precisione-e-affidabilita-con-i-sensori-del-marchio-murata>



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!



CORSO DI ELETTRONICA PER RAGAZZI – PUNTATA 18

di Fulvio De Santis

Nella puntata precedente abbiamo introdotto l'amplificatore operazionale. Abbiamo visto come viene alimentato, come funziona attraverso l'analisi del suo modello equivalente e spiegato la differenza tra l'amplificatore reale e ideale con vari esempi di circuiti. Infine, abbiamo descritto una prima applicazione dell'amplificatore operazionale: l'inseguitore di tensione. In questa nuova puntata, continueremo a parlare degli amplificatori operazionali con nuovi altri argomenti ed esempi applicativi di circuiti con l'amplificatore operazionale ideale.

INTRODUZIONE

Nella **Puntata 17 del corso** abbiamo analizzato e calcolato l'inseguitore di tensione, noto anche come "trasformatore d'impedenza" per la sua importante caratteristica di elevata resistenza d'ingresso e bassa resistenza di uscita. L'amplificatore operazionale può essere utilizzato in vari tipi di configurazioni circuitali, tra cui i più comuni sono: amplificatore non invertente, amplificatore invertente, amplificatore differenziale, amplificatore sommatore, trasduttore di segnali, ed altri ancora. Continueremo ad approfondire lo studio dell'amplificatore operazionale ideale descrivendo due dei più comuni tipi di amplificatori: l'amplificatore non invertente e l'amplificatore invertente. Analizzeremo e calcoleremo i vari parametri di questi circuiti mediante l'utilizzo dell'analisi nodale, della **legge di Ohm** e delle **leggi di Kirchhoff**.

AMPLIFICATORE NON INVERTENTE

L'amplificatore non invertente amplifica il segnale applicato in ingresso, ma senza invertirlo di segno in uscita (ad esempio, se il segnale d'ingresso è una tensione positiva, anche la tensione di uscita sarà positiva, oppure, se il segnale d'ingresso è negativo, anche l'uscita sarà negativa). Nella **Figura 1** viene mostrato lo schema elettrico di un amplificatore non invertente.

Come si può osservare dalla **Figura 1**, per realizzare un amplificatore non invertente occorre collegare la sorgente V_i tra il terminale positivo (+) e massa, mentre si collegano i terminali in comune dei resistori R_1 e R_2 al terminale negativo (-) dell'operazionale, poi l'altro terminale di R_2 al terminale 1 di uscita dell'operazionale e l'altro terminale di R_1 a massa. In questo modo, il circuito di uscita viene messo in comune tramite R_2 al circuito d'ingresso dell'amplificatore.

Definita la configurazione circuitale dell'amplificatore non invertente, possiamo procedere allo studio di questo amplificatore mediante l'analisi nodale. Pertanto,

ridisegniamo lo schema elettrico di **Figura 1** inserendo i nodi del circuito e le correnti, come mostrato in **Figura 2**.

Osservando lo schema di **Figura 2**, sebbene siano presenti due nodi nel circuito, considereremo solo il nodo "a" per l'analisi nodale. Nel capitolo "L'amplificatore operazionale ideale" che abbiamo trattato nella precedente puntata "**Corso di Elettronica per ragazzi - Puntata 17**", abbiamo definito i termini dell'amplificatore operazionale ideale, che riportiamo di seguito:

- Resistenza d'ingresso infinita
- Resistenza di uscita nulla
- Correnti d'ingresso nulle
- Amplificazione infinita
- Tensione differenziale nulla

Quanto elencato sopra è riassunto schematicamente nel modello di **amplificatore operazionale** ideale, che riportiamo in **Figura 3**.

Da quanto premesso, possiamo dedurre che essendo nulle la tensione differenziale ($V_d=0$) e le correnti d'ingresso ($I_+=0$, $I_-=0$), i terminali + e - sono in cortocircuito virtuale (ma non lo sono fisicamente), quindi, tomando allo schema di **Figura 2**, il generatore di tensione V_i è collegato (idealmente) anche al terminale invertente, come mostrato in **Figura 4**.

Applichiamo la legge di Kirchhoff delle correnti (LKC) al nodo "a" scegliendo positive le correnti uscenti dal nodo:

$$I_1 + I_2 = 0$$

Eseguiamo la legge delle tensioni di Kirchhoff (LKV) alla maglia $V_i - R_2 - V_o$ e ricaviamo I_2 :

$$V_i - R_2 \cdot I_2 - V_o = 0$$

$$I_2 = (V_i - V_o) / R_2$$

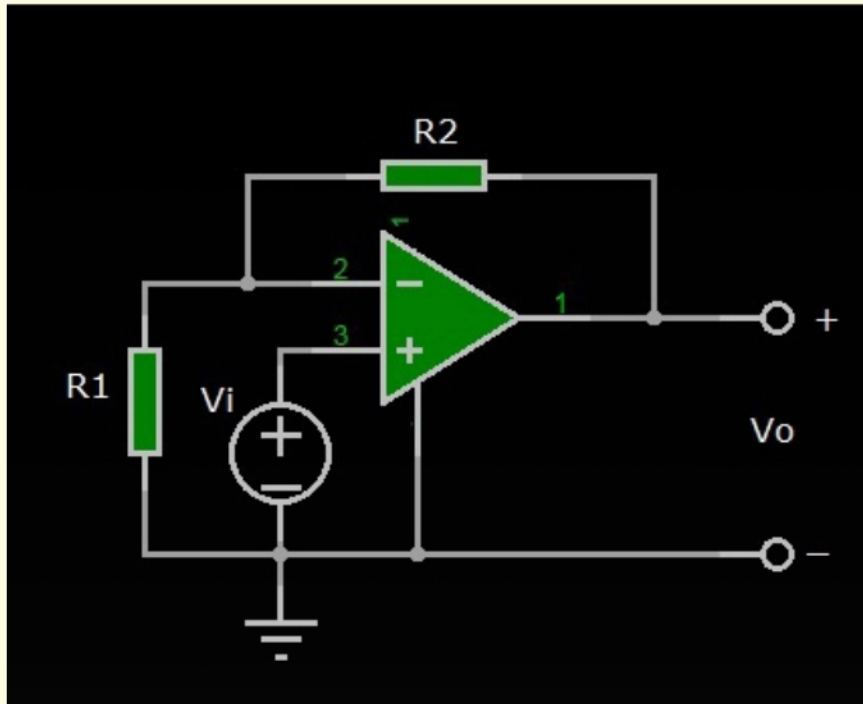
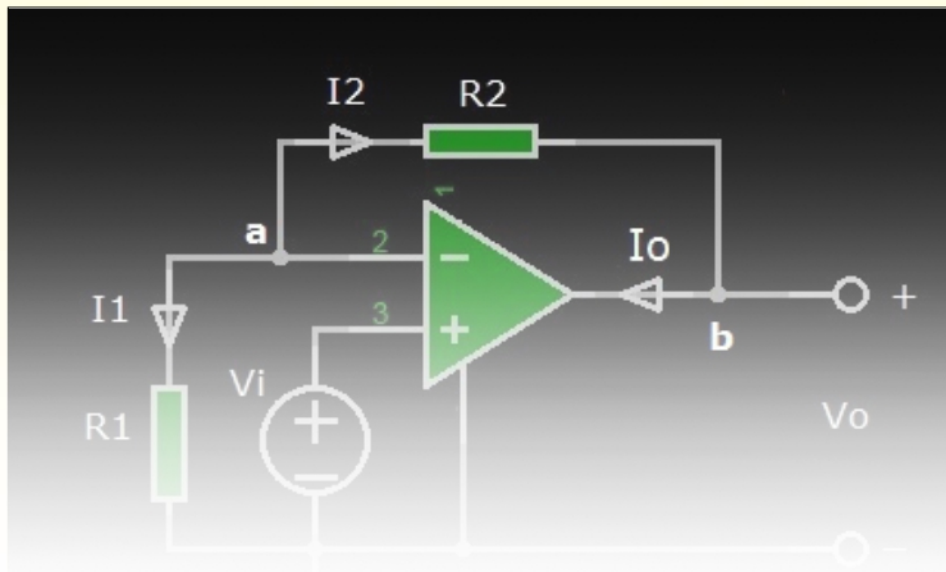


Figura 1: Schema elettrico di un amplificatore non invertente



**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!!

GIOIELLI INTELLIGENTI: CONOSCIAMO L'ORECCHINO TERMICO

di **Andrea Garrapa**

I gioielli intelligenti sono una classe emergente di dispositivi indossabili che cerca di combinare moda e funzionalità integrando la sensoristica negli accessori di gioielleria. Ad oggi, le applicazioni in questo settore hanno esplorato l'utilizzo di collane intelligenti per il riconoscimento vocale silenzioso e il rilevamento dell'aderenza ai farmaci, braccialetti e anelli intelligenti per l'intervento rapido e il monitoraggio della salute. In questo articolo, andiamo a presentare i risultati di una ricerca che ha esplorato l'uso di orecchini intelligenti per la misura della temperatura corporea.

INTRODUZIONE

Integrando vari sensori e tecnologie di comunicazione, i gioielli intelligenti consentono una varietà di applicazioni per il rilevamento della salute, l'interazione utente e la condivisione delle informazioni. I *dispositivi indossabili on-ear* hanno visto un significativo aumento di popolarità in seguito alla diffusa vendita e adozione di auricolari wireless. L'orecchio è emerso come un luogo interessante per i **dispositivi indossabili**, offrendo opportunità uniche di rilevamento della salute, monitoraggio delle attività e interazione.

In passato, i ricercatori hanno esplorato il potenziale degli auricolari per rilevare i segnali della frequenza cardiaca, la pressione nell'orecchio e altri parametri. Tuttavia, i precedenti dispositivi indossabili on-ear focalizzati sul rilevamento fisiologico, erano grandi e pesanti, il che li rendeva poco pratici per l'uso quotidiano e difficili da integrare come parte degli accessori di moda. Al contrario, nella ricerca che andiamo a descrivere, il design dell'orecchino è specificamente ottimizzato per l'indossabilità grazie alla riduzione del fattore di forma, delle dimensioni e del peso che risultano quelle di un tipico orecchino, pur offrendo una durata della batteria di circa un mese. Inoltre, il circuito sottile e flessibile può essere facilmente incorporato nel design di accessori di moda.

LE RAGIONI DELLA RICERCA

I dispositivi indossabili con sensori hanno guadagnato una notevole popolarità negli ultimi anni e stanno diventando onnipresenti nella vita quotidiana. Gli indossabili sono spesso a contatto con il corpo dell'utente durante tutta la giornata e offrono opportunità uniche di interazione, rilevamento e monitoraggio. Nonostante siano stati esplorati vari accessori quali occhiali, braccialetti e abbigliamento, si è osservato che un'intera classe di

accessori comuni indossati da milioni di persone ogni giorno è stata in gran parte ignorata: i gioielli. Gli orecchini, in particolare, rappresentano un'opportunità unica per il monitoraggio continuo dei segnali fisiologici. A differenza di cuffie e auricolari, gli orecchini vengono generalmente indossati continuamente per gran parte della giornata e potrebbero essere utilizzati come una piattaforma di rilevamento continuo.

Gli orecchini hanno il vantaggio di essere strettamente agganciati al corpo dell'utente e quindi sempre a contatto con la pelle. Inoltre, la vicinanza alla testa del portatore offre vantaggi chiave in termini di rilevamento. Emozioni come imbarazzo o altri fattori di stress possono far "diventare rossi" il viso e le orecchie di una persona, inducendo un notevole flusso sanguigno alla testa e alle orecchie. Un risultato di questi cambiamenti nel flusso sanguigno è un cambiamento di temperatura. La temperatura corporea è un segno vitale importante ma difficile da percepire continuamente. Tradizionalmente, si misura la temperatura con un termometro per via orale, ascellare, o cutanea. Tuttavia, l'uso di un termometro può fornire solo sporadiche misurazioni che potrebbero perdere importanti dati di temperatura. Ad esempio, la febbre può essere intermittente, portando a fluttuazioni della temperatura nel corso di un'infezione virale. Allo stesso modo, la capacità di misurare cambiamenti di temperatura a grana fine potrebbe fornire nuove informazioni sulle attività quotidiane. L'orecchino termico che andiamo a descrivere, è un orecchino intelligente e **wireless**, primo nel suo genere, che consente una soluzione indossabile affidabile per il monitoraggio continuo della temperatura.

L'ORECCHINO TERMICO

L'orecchino termico sfrutta la posizione unica degli orec-

chini in prossimità della testa, una regione con un accoppiamento stretto al corpo centrale a differenza degli orologi e di altri dispositivi indossabili che vengono indossati più liberamente sulle estremità (i dati sulla temperatura cutanea dalle estremità sono rumorosi a causa della distanza dal corpo centrale). Il prototipo hardware sviluppato sotto forma di orecchino misura una larghezza massima di 11,3 mm e una lunghezza di 31 mm, dal peso di 335 mg, e consuma solo 14,4 μ W il che consente una durata della batteria, nei test, di 28 giorni. Questo fattore di forma è abbastanza piccolo e leggero da integrarsi in veri e propri gioielli dal design alla moda. Inoltre, un design a doppio sensore permette di differenziare il cambiamento della temperatura corporea dai cambiamenti ambientali. L'uso di questa nuova piattaforma di rilevamento ha permesso di scoprire che la temperatura misurata del lobo dell'orecchio risulta stabile entro $\pm 0,32$ °C durante i periodi di riposo. I test effettuati sugli utenti hanno dimostrato che la variazione relativa della temperatura del lobo dell'orecchio può identificare attività come mangiare, nonché eventi stressanti come parlare in pubblico e svolgere esami universitari.

LE SFIDE DI DESIGN DELL'ORECCHINO

Lo sviluppo di un sensore wireless in un fattore di forma per orecchini presenta molti vantaggi di rilevamento, ma presenta anche molteplici sfide tecniche:

1. Il sistema deve essere piccolo e leggero per un utilizzo confortevole, ma ciò introduce vincoli fondamentali sul consumo energetico del sistema, visto che anche le batterie devono essere di piccole dimensioni. Oltre alla capacità estremamente limitata, le batterie di piccole dimensioni hanno una produzione di corrente fortemente limitata rendendo difficile supportare le radio per la trasmissione wireless dei dati. Per progettare un sistema all'interno di questi rigorosi vincoli di forma, è stato adottato un SoC Bluetooth

stata posizionata direttamente sul lobo dell'orecchio del portatore.

3. Inoltre, il **consumo energetico** del sistema deve essere ottimizzato per operare su un sistema miniaturizzato a batteria, ed essere così in grado di sostenere correnti continue di 0,25 mA, con picchi di 5 mA durante la trasmissione Bluetooth, e allo stesso tempo funzionare ininterrottamente per un mese.

IL DESIGN DELL'ORECCHINO

Inspirato agli orecchini pendenti, l'orecchino termico adotta un design simile. Il piccolo sensore di rilevamento della temperatura è posizionato sul lobo dell'orecchio, mentre i componenti più grandi come il microcontrollore e la batteria sono posizionati in modo discreto nella parte pendente. Questo design garantisce una struttura compatta e confortevole che mantiene l'aspetto di un tipico orecchino pendente.

In **Figura 1** vengono mostrati i componenti chiave del sistema, come l'unità di rilevamento della temperatura, il microcontrollore, la comunicazione wireless e la batteria, che andiamo adesso a presentare.

Design a doppio sensore di temperatura - L'orecchino termico presenta un design a doppio sensore di temperatura in grado di rilevare contemporaneamente la temperatura del lobo dell'orecchio e quella dell'ambiente. Questo design aiuta a differenziare le variazioni della temperatura corporea dell'utente dai cambiamenti ambientali. Un sensore di temperatura è progettato per entrare direttamente in contatto con la pelle del lobo dell'orecchio per il rilevamento della temperatura, mentre l'altro è incorporato nella parte pendente per rilevare la temperatura dell'ambiente attorno all'orecchio. L'aggiunta del sensore di temperatura pendente fornisce dati per differenziare i cambiamenti nell'ambiente, come cambiamenti di temperatura control-

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**

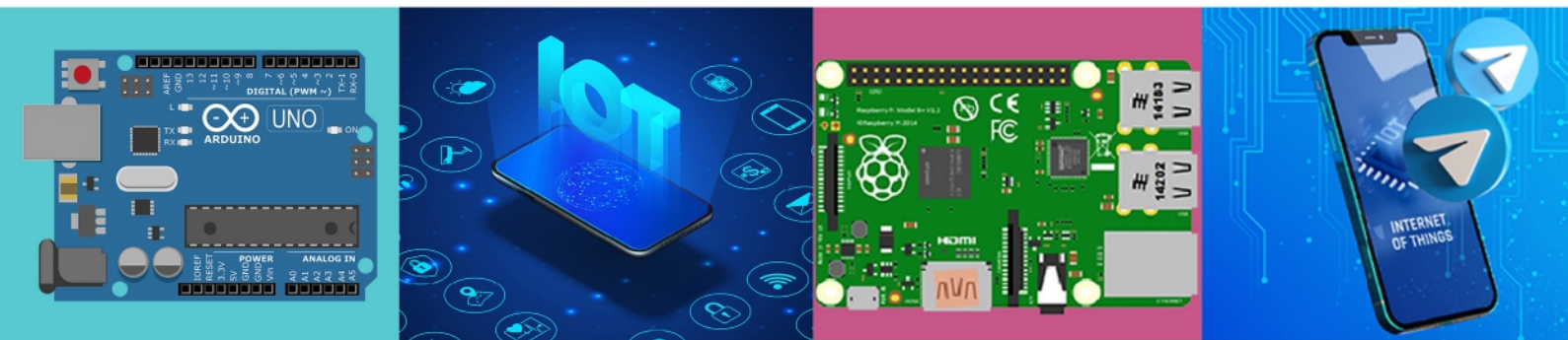


VOGLIO ABBONARMI!



La piattaforma di Elettronica Open Source dedicata ai corsi

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



SCOPRI I CORSI!



+ 145.000

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

PROFESSIONALS

53 %

ACADEMICS/STUDENTS

25 %

MAKERS/HOBBYISTS

22 %

