











# POWER/MOTOR ROBOTICS



## IN QUESTO NUMERO:

- [DIY] COME AGGIUNGERE UNA WEBCAM E IL CONTROLLO REMOTO AL VOSTRO ROBOT
- COME COSTRUIRE IL VOSTRO PRIMO QUADRICOTTERO
- I DISPOSITIVI WIDE BAND GAP PER APPLICAZIONI DI ELETTRONICA DI POTENZA
- L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE E I ROBOT
- PROGETTARE UN ROBOT PICK AND PLACE IN MATLAB/SIMULINK
- REALIZZAZIONE DI UN PATROLLING ROBOT CON ARDUINO
- E MOLTO ALTRO!

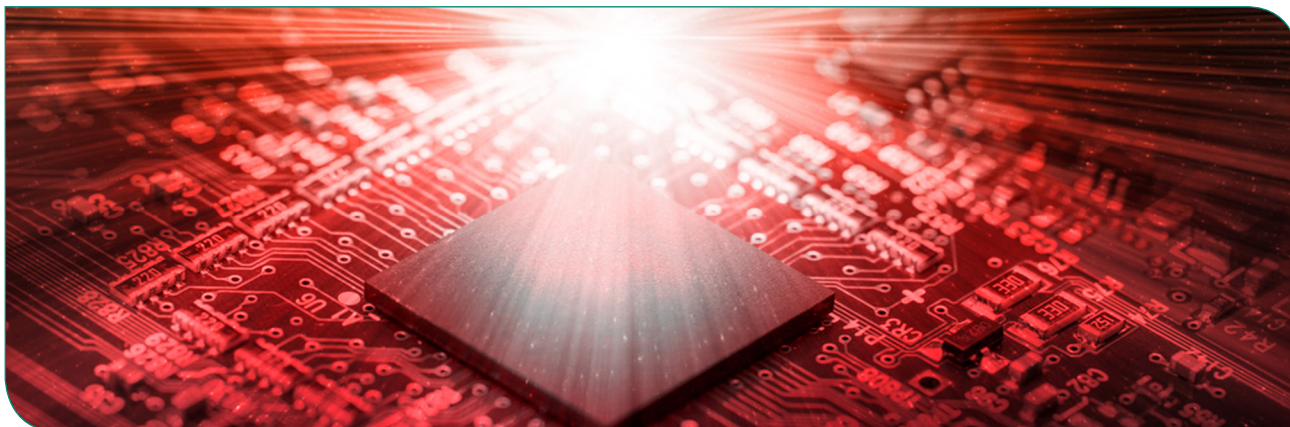
## FOCUS DEL MESE

QUESTO MESE:	<b>IOT</b>	<b>IOT</b>	GEN/FEB	 1 Febbraio
	<b>CAR HACKING - OBD</b>	<b>AUTOMOTIVE</b>	MARZO	 1 Marzo
	<b>BLOCKCHAIN</b>	<b>AI</b>	APRILE	 1 Aprile
	<b>AUDIO/VIDEO</b>	<b>WIRELESS/RF</b>	MAGGIO	 1 Maggio
	<b>MAKERS SENSOR BOARDS</b>	<b>SENSORS</b>	GIUGNO	 1 Giugno
	<b>ROBOTICS</b>	<b>POWER/MOTOR</b>	LUGLIO	 1 Luglio
	<b>SMART PROJECTS</b>	<b>INDUSTRY 4.0</b>	AGO/SET	 1 Settembre
	<b>MAKERS LABORATORY</b>	<b>TEST &amp; MEASUREMENTS</b>	OTTOBRE	 1 Ottobre
	<b>WEARABLE</b>	<b>LED LIGHTING OPTOELECTRONICS</b>	NOVEMBRE	 1 Novembre
	<b>MAKERS BOARDS</b>	<b>EMBEDDED DESIGN</b>	DICEMBRE	 1 Dicembre

MAKERS ZONE

## COSA LEGGERAI NEL 2020?

# POWER/MOTOR ROBOTICS



**Founder&Editor**  
Emanuele Bonanni

**CFO**  
Lidia Balica

**Editorial Assistant**  
Maria Pisani

**Maker in Chief**  
Giordana Francesca Brescia

**Marketing**  
Sara Ercolani

**Advertising**  
Cristian Balica  
cristian@contangosl.com

**Graphic Designer**  
Marilde Mirra

## Circulation

Users - 135.258  
Social Network - 123.898

## © 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.

Autorizzazione alla pubblicazione del Tribunale MI n. 20 del 16/01/2006

## EDITORIALE

UN APPROCCIO  
ADATTIVO IN UN  
MONDO CHE CAMBIA

3

I BENEFICI DEI MODULI  
DI POTENZA E LE  
PROPOSTE DI RENESAS  
ELECTRONICS

4

I DISPOSITIVI WIDE  
BANDGAP PER  
APPLICAZIONI  
DI ELETTRONICA DI  
POTENZA

8

POWER MANAGEMENT  
CON IL MODULO  
RIGADO SERIE R41Z

12

UN AIUTO ONLINE  
PER I PROGETTISTI  
NEL SETTORE  
AEROSPAZIO/DIFESA

23

IL NUOVO SISTEMA  
DI CONTROLLO  
OPERATIVO GPS  
SATELLITARE OCX

28

LA TECNOLOGIA DEI  
PCB LED

32

DRONI E NORMATIVA:  
CHI PUO PILOTARE UN  
DRONE, COSA SI PUO E  
COSA NON SI PUO FARE

39

COME COSTRUIRE  
IL VOSTRO PRIMO  
QUADRICOTTERO: LE  
BASI DI UN PROGETTO

44

COME COSTRUIRE  
IL VOSTRO PRIMO  
QUADRICOTTERO:  
ASSEMBLAGGIO

54

REALIZZAZIONE DI UN  
PATROLLING ROBOT  
CON ARDUINO

66

[DIY] COME  
AGGIUNGERE UNA  
WEBCAM E IL  
CONTROLLO REMOTO  
AL VOSTRO ROBOT

73

PROGETTARE UN  
ROBOT PICK AND  
PLACE IN  
MATLAB/SIMULINK

81

COME DIGITALIZZARE  
E RIPRODURRE  
MATEMATICAMENTE  
I MOVIMENTI DI UN  
UOMO CHE CORRE

95

L'INTELLIGENZA  
ARTIFICIALE E I  
ROBOT

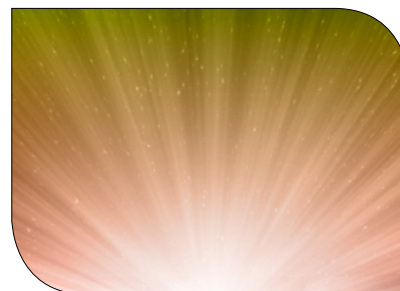
113

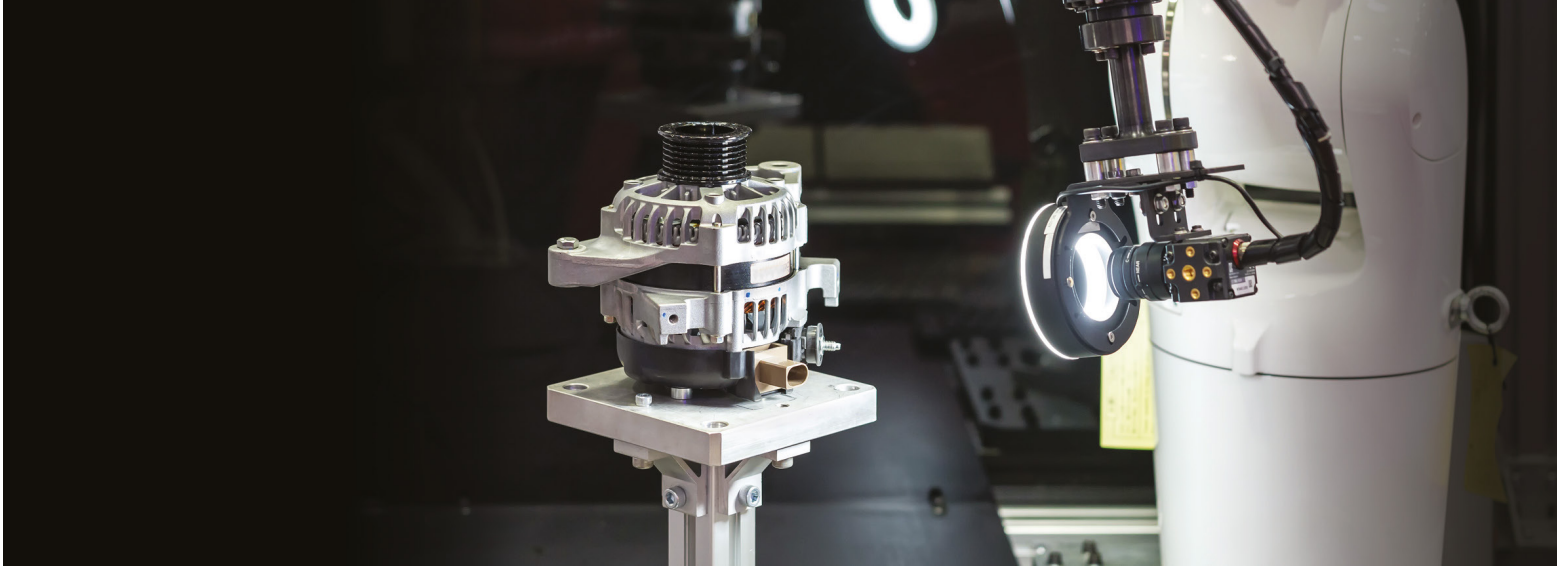
COMPUTER VISION  
1.01 - FILTRAGGI

116

COMPUTER VISION  
1.02 - CANNY EDGE  
DETECTION

122





# Subito pronto con PolarFire® FPGAs

Kit di sviluppo per una facile prototipazione delle applicazioni



Gli FPGA PolarFire® offrono il minor consumo oggi disponibile sul mercato in densità di fascia media, sicurezza defense-grade e una eccezionale affidabilità. Offriamo una vasta gamma di kit di sviluppo che semplificano la valutazione delle capacità e delle caratteristiche della famiglia FPGA PolarFire in modo da poter iniziare rapidamente a lavorare sulla prototipazione di prodotti e applicazioni. Forniamo anche guide dimostrative facilmente accessibili, note applicative ed esempi di progetti per accelerare il tuo time-to-market.

- PolarFire FPGA Video and Imaging Kit: include due sensori per telecamera 4K e numerose interfacce di visualizzazione per la valutazione ad alte prestazioni di elaborazione e rendering di immagini ad alta risoluzione
- PolarFire Evaluation Kit: completa piattaforma di sviluppo multifunzione con 300K LE PolarFire FPGA, memoria 4GB DDR4 on-board, SFP cage, connettori SMA, connettori PCIe® edge e connettori RJ45
- PolarFire Splash Kit: la più economica scheda di sviluppo in grado di supportare protocolli ad alta velocità e misurazione on-board della potenza

Scopri di più su come iniziare oggi stesso a prototipare le tue applicazioni.

[www.microchip.com/design-centers/fpgas-and-plds](http://www.microchip.com/design-centers/fpgas-and-plds)



## UN APPROCCIO ADATTIVO IN UN MONDO CHE CAMBIA

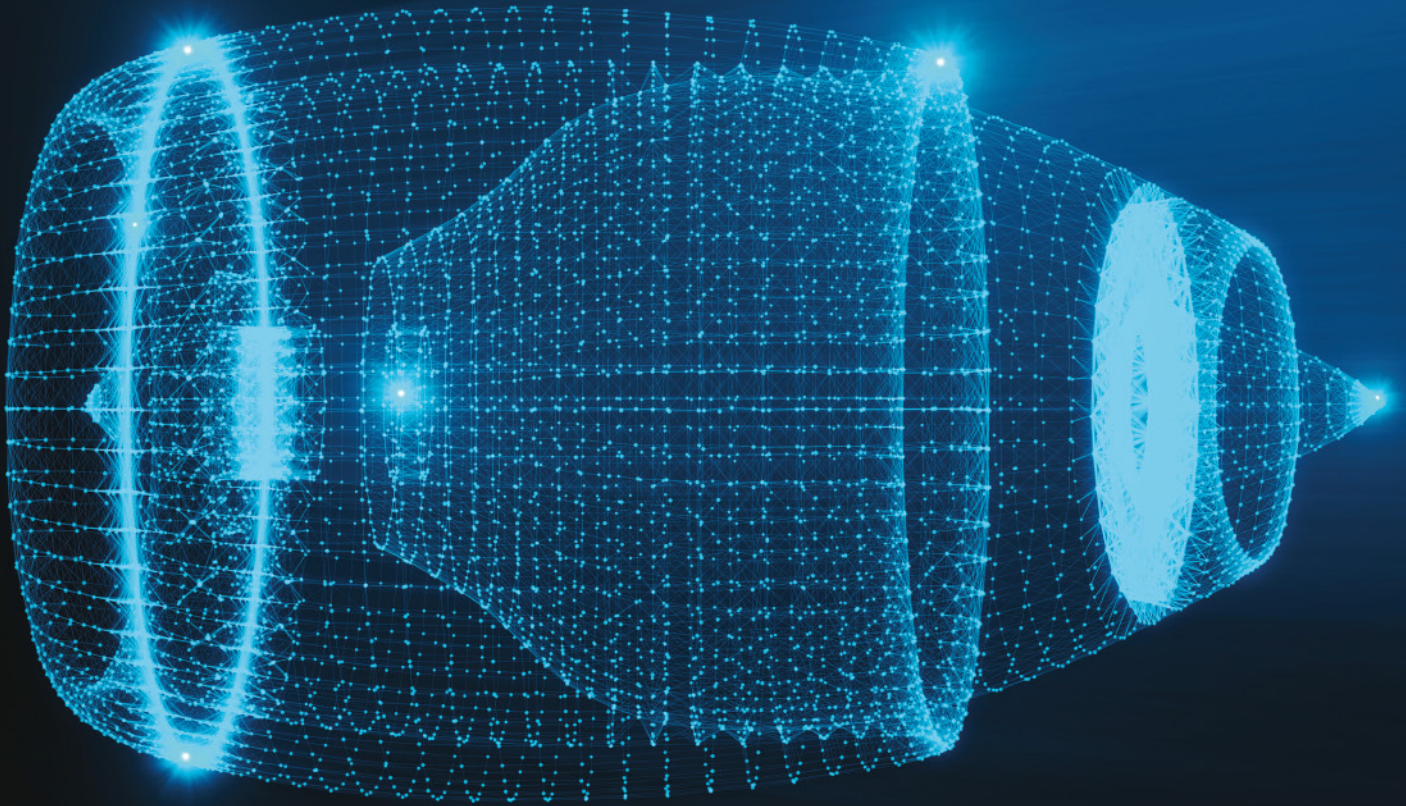
**L**e soluzioni basate su tecnologie robotiche adottate in molteplici contesti e segmenti di mercato diversificati sono in crescita esponenziale. Insieme agli algoritmi di Intelligenza Artificiale, Deep Learning, Machine Learning e all'IoT, la robotica sarà la tecnologia abilitante dell'industria del futuro, della digital transformation e del mercato dei servizi digitali a supporto dell'healthcare.

*I robot ci ruberanno davvero il lavoro? Quanto incide concretamente la robotica sulla nostra vita quotidiana? I robot diventano sempre più complessi e al contempo flessibili, in grado di eseguire una varietà di operazioni caratterizzate da una logica articolata e che richiedono decisioni. I progettisti di soluzioni robotiche si interfacciano costantemente con le richieste di un mercato in continua evoluzione, sviluppando il proprio design thinking sulla base di un approccio adattivo, con soluzioni flessibili riprogrammabili e riconfigurabili che possano facilmente adattarsi alle repentine variazioni della domanda, riducendo in tal modo i costi legati alla reingegnerizzazione dei processi produttivi e delle macchine.*

*Il settore industriale detiene un elevato tasso di automazione dei processi produttivi, con robot dedicati che svolgono operazioni di vario tipo, dal pick and place e material handling sino alla manutenzione delle macchine e lavorazioni di verniciatura, saldatura, foratura, assemblaggio di precisione e packaging, in grado di comunicare con altre macchine e risorse allocate, con conseguente riduzione di rischi sul lavoro e probabilità di errori anche in ambienti difficili e caratterizzati da carichi pesanti. Secondo gli analisti del settore, la **robotica collaborativa** sarà la tecnologia abilitante per la smart factory. I cobot, ovvero i robot collaborativi, sono in grado di interagire con gli esseri umani e vengono progettati e programmati per lavorare nello stesso ambiente dell'operatore aiutandolo ad eseguire mansioni, ma possono anche svolgere compiti in modo autonomo affiancandolo nelle varie operazioni. Si tratta di robot altamente versatili e flessibili, interconnessi ed equipaggiati con diversi sensori, quali sensori di prossimità, di forza o di visione, oltre a sistemi di rilevamento per il riconoscimento degli oggetti, integrandosi perfettamente con il sistema di raccolta ed elaborazione delle informazioni.*

*Controllo remoto, precisione, velocità e durata per soluzioni low power alimentate a batteria, restano i fattori chiave di un sistema robotico efficiente. La disponibilità sul mercato dell'elettronica embedded di schede programmabili, evaluation board e starter kit, consente di esplorare le potenzialità della robotica approcciandosi anche al mondo dell'elettronica open source con schede di controllo e piattaforme di prototipazione per sviluppare i propri progetti, quali smart car, smart robot o droni, partendo dalle prime fasi dell'assemblaggio meccanico dei componenti. I kit di progettazione, spesso forniti con sensori e moduli di comunicazione dati, vengono impiegati anche nella robotica educativa a scopo didattico per avvicinarsi al mondo dell'elettronica e della programmazione. Makers, hobbisti e ingegneri elettronici realizzano i propri **progetti di elettronica DIY**, spesso condivisi anche nel grande open space della community che si conferma essere il vero valore aggiunto di qualsiasi progetto.*

*Giordana Francesca Brescia*



## LA PRECISIONE VOLA CON IL MOTORE INTELLIGENTE.

La tecnologia di monitoraggio e misura di precisione di Analog Devices rileva i fenomeni fisici impercettibili negli ambienti più difficili. Isolando le informazioni dal rumore, si possono prevedere i potenziali problemi nei motori prima che si verifichino. Raggiungi la precisione che stai cercando con la tecnologia e l'esperienza che solo ADI è in grado di fornire.

---

[ANALOG.COM/PRECISION](https://www.analog.com/precision)

# UN AIUTO ONLINE PER I PROGETTISTI NEL SETTORE AEROSPAZIO/DIFESA

di Andrea Garrapa

*Non c'è dubbio che la professione di ingegnere nell'ambito IT sia complessa e sempre in costante e rapida evoluzione. Ogni segmento di mercato, che si tratti di quello automobilistico, commerciale, aerospaziale o industriale, presenta dei requisiti di prodotto e standard unici. Allo stesso tempo, vi è una spinta in tutti i segmenti all'efficienza: prestazioni più elevate, minore ingombro e un minore consumo energetico. È difficile stare al passo con gli ultimi sviluppi in un particolare settore. Il risultato certo è che gli ingegneri di professione devono continuamente aggiornare le proprie conoscenze. Con il settore dell'elettronica in costante stato di cambiamento, Texas Instruments ha deciso di continuare a sviluppare una libreria di strumenti e risorse educative per aiutare gli ingegneri ad essere sempre aggiornati. In questo articolo effettueremo un focus sugli strumenti online che TI mette a disposizione degli utenti nei settori della difesa ed aerospaziale.*

## INTRODUZIONE

**T**exas Instruments (TI) è da sempre all'avanguardia per ciò che riguarda il supporto agli ingegneri che vogliono restare sempre aggiornati sulle ultime novità del mercato oppure rifinire le proprie abilità professionali. Risalgono ormai ad alcuni decenni addietro le leggendarie raccolte di note applicative di aziende come Burr-Brown, Unitrode e National Semiconductor. Tutti e tre sono ora parte di TI, e gran parte di quel materiale è ancora disponibile on-line. Sul sito web di TI è possibile trovare un'ampia selezione di informazioni tecniche. Ci sono informazioni sul prodotto, ovviamente, ma anche:

- *Strumenti di progettazione e software come quelli di WEBENCH Design Center*
- *Progetti di riferimento che vanno oltre la scheda tecnica e che mostrano come risolvere problemi di progettazione comuni, ad esempio, come usare un dispositivo in un sottosistema o come un dispositivo opera in una specifica applicazione*
- *Formazione video online e tutorial*
- *I forum di supporto E2E ed il blog*
- *Seminari di progettazione*
- *Articoli tecnici, white paper e note applicative*
- *Prodotti e servizi dalla TI Design Network*

Il materiale copre tutte le linee di prodotti di Texas Instruments comprendenti: amplificatori, audio, clock e temporizzazioni, convertitori dati, interfacce, logiche programmabili, microcontrollori, gestione della potenza, processori, sensori, spazio e difesa, RF & microonde, etc.

## RISORSE PER I SETTORI SPAZIALE, AVIONICO E DIFESA

Come esempio delle risorse disponibili, prendiamo in considerazione il settore [Spaziale, Avionico e Difesa](#). Questo settore comprende sistemi di aeromobili per il controllo del motore e il controllo del volo, sistemi di comunicazione robusti per difesa e avionica, munizioni intelligenti, e una vasta gamma di applicazioni legate allo spazio. I prodotti in questo segmento devono funzionare per anni, se non per decenni, in un ambiente estremamente difficile. Inoltre, i prodotti spaziali devono sopravvivere all'esposizione a livelli elevati di radiazioni, pertanto devono soddisfare test specializzati e requisiti di qualifica.

[TI Space Products](#) comprende la più ampia selezione di prodotti assicurati resistenti alle radiazioni per il volo spaziale. TI vanta un'eredità consolidata di oltre 45 anni nel mercato spaziale, offrendo una soluzione completa per la catena del segnale per i programmi nazionali e inter-

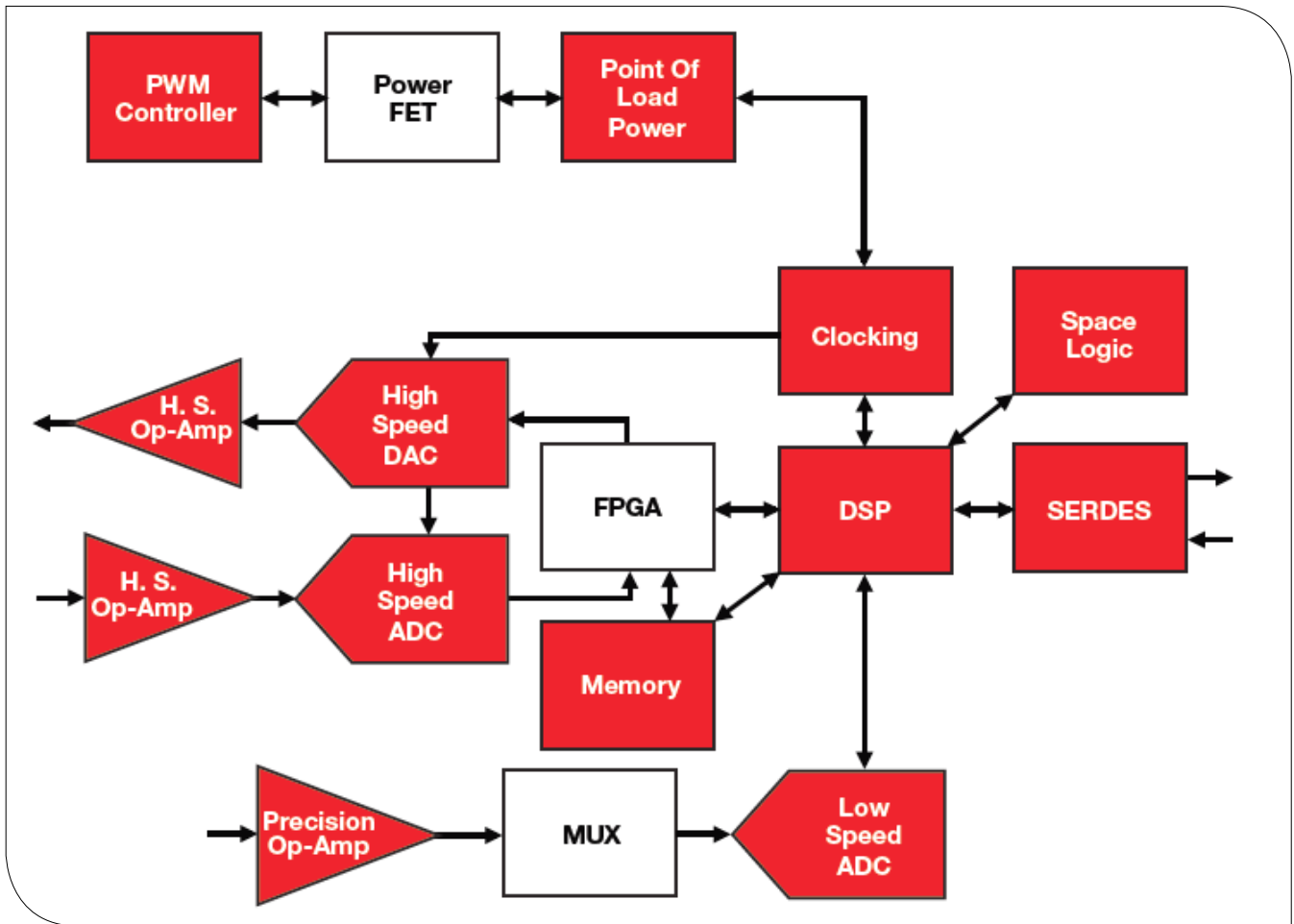


Figura 1: in rosso i prodotti del portafoglio TI resistenti alle radiazioni e confezionati ermeticamente

nazionali. La gamma di prodotti comprende soluzioni per alimentazione *rad-hard point-of-load (POL)*, dispositivi *serializer-deserializer (SerDes)* ad alta velocità e alcuni dei più potenti convertitori di dati al mondo. Il portafoglio comprende componenti conformi agli standard MIL-PRF-38535 QML Classe V e Radiation Hardness Assured

(RHA). Questi dispositivi sono in genere supportati da rapporti di prova della dose ionizzante totale (TID) e di effetti per singolo evento (SEE) che descrivono in dettaglio il degrado potenziale in un ambiente spaziale. In **Figura 1** vengono evidenziati i prodotti del portafoglio TI resistenti alle radiazioni e confezionati ermeticamente.

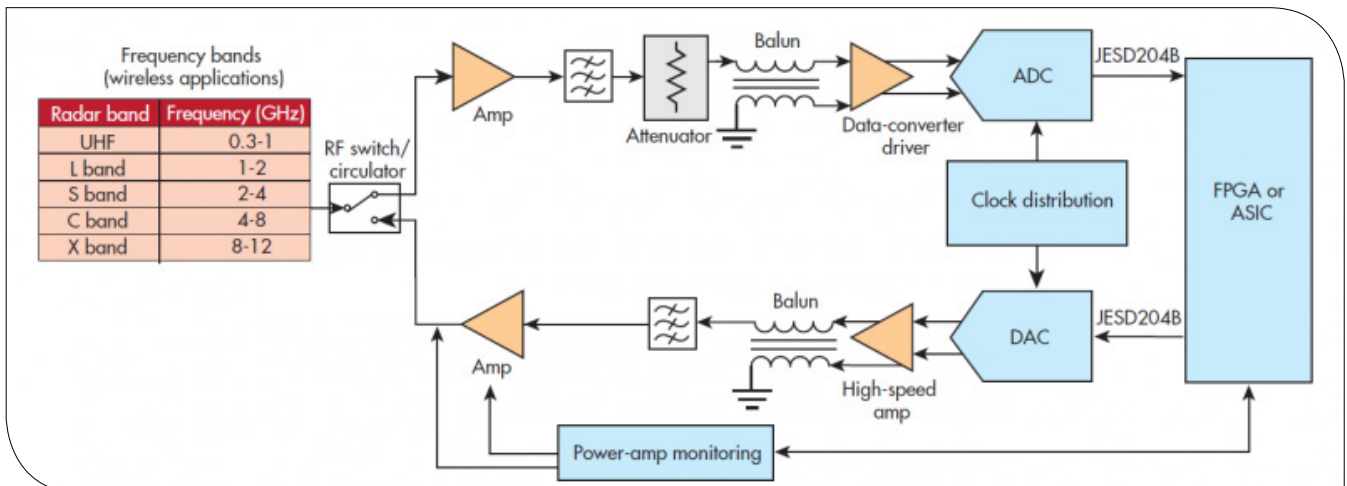


Figura 2: schema a blocchi della catena del segnale per il front-end analogico (AFE)

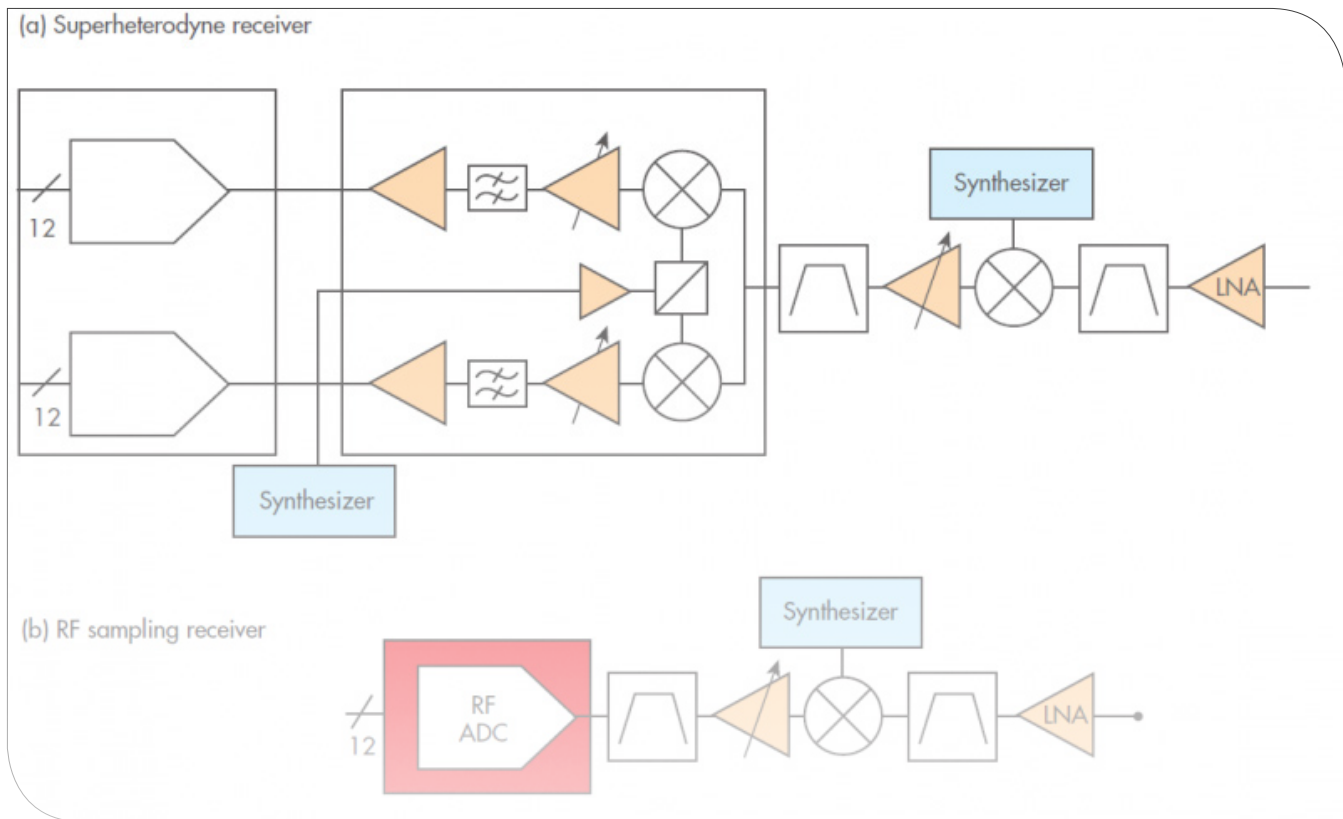


Figura 3: differenze nell'architettura tra il ricevitore supereterodina (a) e quello a campionamento RF (b)

Per le applicazioni aerospaziali e di difesa terrestri, il portafoglio di prodotti Enhanced Products (EP) di TI comprende oltre 750 prodotti commercialmente pronti per l'uso (COTS) che soddisfano standard avionici, di difesa e industriali per operare in ambienti dove alta qualità e lunga durata sono i requisiti fondamentali. I prodotti per questo tipo di applicazioni devono rispondere a specifici requisiti di affidabilità, sicurezza e performance.

Per saperne di più sui prodotti di TI Rad Hard. Ci sono molte risorse più vicine alla terra. La serie di addestramento aerospaziale e difesa comprende 17 video della durata di quasi cinque ore che coprono prodotti e applicazioni specifici. La serie contiene sei sezioni e un webinar. Diverse sezioni richiedono l'accesso con il nome utente e la password di MyTI. Se non se ne possiede uno, basta registrarsi gratuitamente su [www.ti.com/radhard](http://www.ti.com/radhard).

**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 TECNOLOGIA DEI PCB LED

di **Giordana Francesca Brescia**

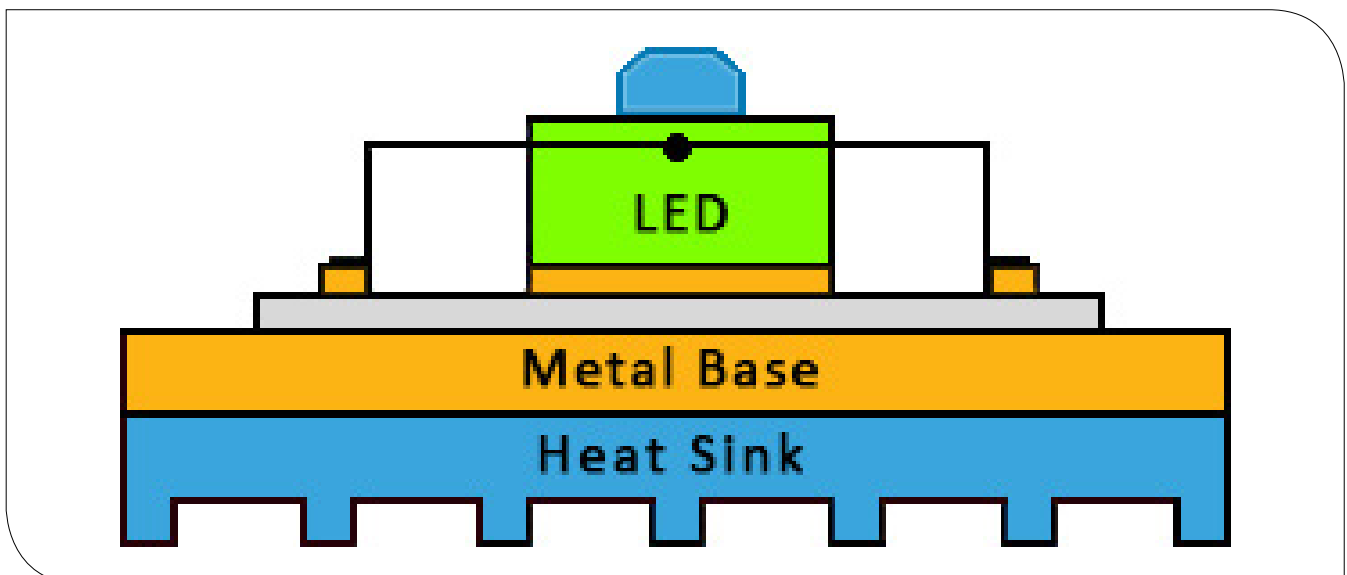
*Il PCB LED nasce e si sviluppa con l'affermarsi dei circuiti stampati. Quando i LED vengono saldati su un PCB, si possono creare prodotti elettronici all'avanguardia da utilizzare per le soluzioni di lighting.*

**L**ED è l'acronimo di **Light Emitting Diode**, ovvero, diodo a emissione di luce, un dispositivo optoelettronico diffuso in numerose applicazioni di illuminazione grazie al ridotto impatto ambientale, basso consumo energetico, elevata efficienza e durata. Come altri dispositivi a semiconduttore, il PCB (**Printed Circuit Board**) è il metodo migliore per collegare elettricamente i componenti LED. Un PCB con componenti LED saldati viene solitamente chiamato **LED PCB**, in questo caso il LED è saldato al circuito e presenta un chip che crea la luce quando è collegato elettricamente. Per fissare il chip vengono utilizzati un dissipatore di calore termico e una base in ceramica. Si tratta di componenti elettronici estremamente sottili, leggeri e con dimensioni compatte, che hanno trovato ampia diffusione in svariati campi applicativi, come l'automotive, le telecomunicazioni, il settore dell'elettronica di consumo e quello medico-sanitario.

È noto a tutti che il LED genera più calore rispetto ad altri componenti elettronici, per tale motivo, tra le specifiche

tecniche più importanti, viene richiesto al PCB di avere una migliore **capacità di dissipazione del calore**. Le performance di un LED PCB sono, quindi, strettamente correlate alla capacità di dissipazione termica. È difficile, infatti, che una scheda PCB LED si raffreddi secondo i metodi tradizionali, dal momento che tende a creare un elevato volume di calore. Inoltre, poiché le dimensioni del LED sono estremamente piccole, non è possibile collegare un dissipatore di calore ovunque, considerando anche che un dissipatore blocca la luce emessa.

Per questi requisiti speciali di dissipazione di grandi quantità di calore, vengono spesso utilizzati PCB con nucleo in metallo, in particolare con anima in alluminio. Pertanto, i PCB con anima in metallo vengono spesso scelti per l'applicazione a LED in termini di maggiore capacità di dissipazione termica, in particolare l'alluminio, che è spesso usato per la fabbricazione di circuiti stampati per luci a LED. Il PCB in alluminio include in genere un sottile strato di materiale dielettrico termicamente conduttivo in grado



*Figura 1. Rappresentazione schematica semplificata della struttura di un PCB LED con dissipatore di calore*



Figura 2. PCB LED in alluminio per applicazioni automotive  
(Fonte: PCBWay)

di trasferire e dissipare il calore con un'efficienza di gran lunga maggiore rispetto ad un tradizionale PCB.

L'utilizzo in campo elettronico dei PCB LED apporta i seguenti vantaggi:

- *riduzione del peso;*
- *consumo energetico ridotto;*
- *stabilità dimensionale;*
- *disponibilità in diverse dimensioni, colori e inten-*

sità;

- *dilatazione termica;*
- *dissipazione di calore;*
- *resistenza a polvere e umidità;*
- *lunga durata;*
- *elevata potenza;*
- *efficienza energetica;*
- *costi ridotti;*
- *flessibilità di progettazione.*

In **Figura 2** è mostrato un LED PCB per applicazioni in ambito automobilistico (ad esempio, su fari e indicatori auto).

I PCB LED aumentano l'emissione luminosa dell'apparecchio con l'integrazione di più componenti LED e soddisfano le diverse esigenze di illuminazione con schede che hanno forme, dimensioni e materiali diversi, semplificando l'ottimizzazione della funzione colore ed integrando i componenti LED con temperature di colore o colori diversi nello stesso PCB.

### IL THERMAL MANAGEMENT NEI PCB LED

La gestione termica è finalizzata alla trasmissione del calore dai componenti ad aree meno critiche come dissipatori di calore, nucleo metallico o strato di rame; per una buona resa del componente, la gestione termica deve essere, quindi, coerente con il tipo di applicazione scelta. Il thermal management si basa sulla termodinamica e sul trasferimento del calore, permettendo così la corretta regolazione della temperatura del componente.

Analizziamo ora quali sono le tecnologie PCB disponibili sul mercato per l'uso in applicazioni LED, ma per prima cosa facciamo delle considerazioni prettamente progettuali e legate al design termico, che qualunque progettista di PCB deve tenere sempre a mente. Sono anche disponibili diverse soluzioni di software per l'analisi termica di un PCB, ad esempio FloTHERM XT o PICLS.

I progettisti di circuiti stampati per applicazioni lighting devono sforzarsi di ottimizzare il comportamento termico del componente progettato, in quanto **il processo di progettazione esula dal solo design del PCB**, e tiene conto di una serie di fattori legati alla dissipazione del calore mediante appositi dissipatori e alle interfacce

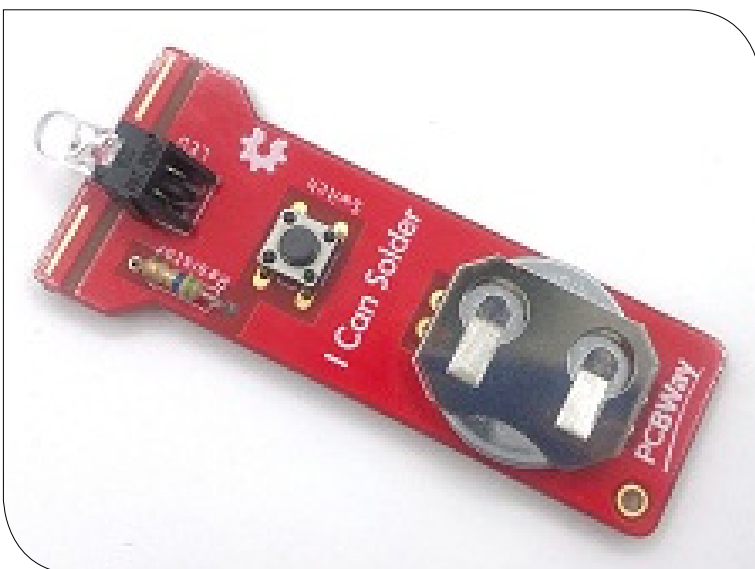


Figura 3. PCB LED di PCBWay (Fonte: PCBWay)

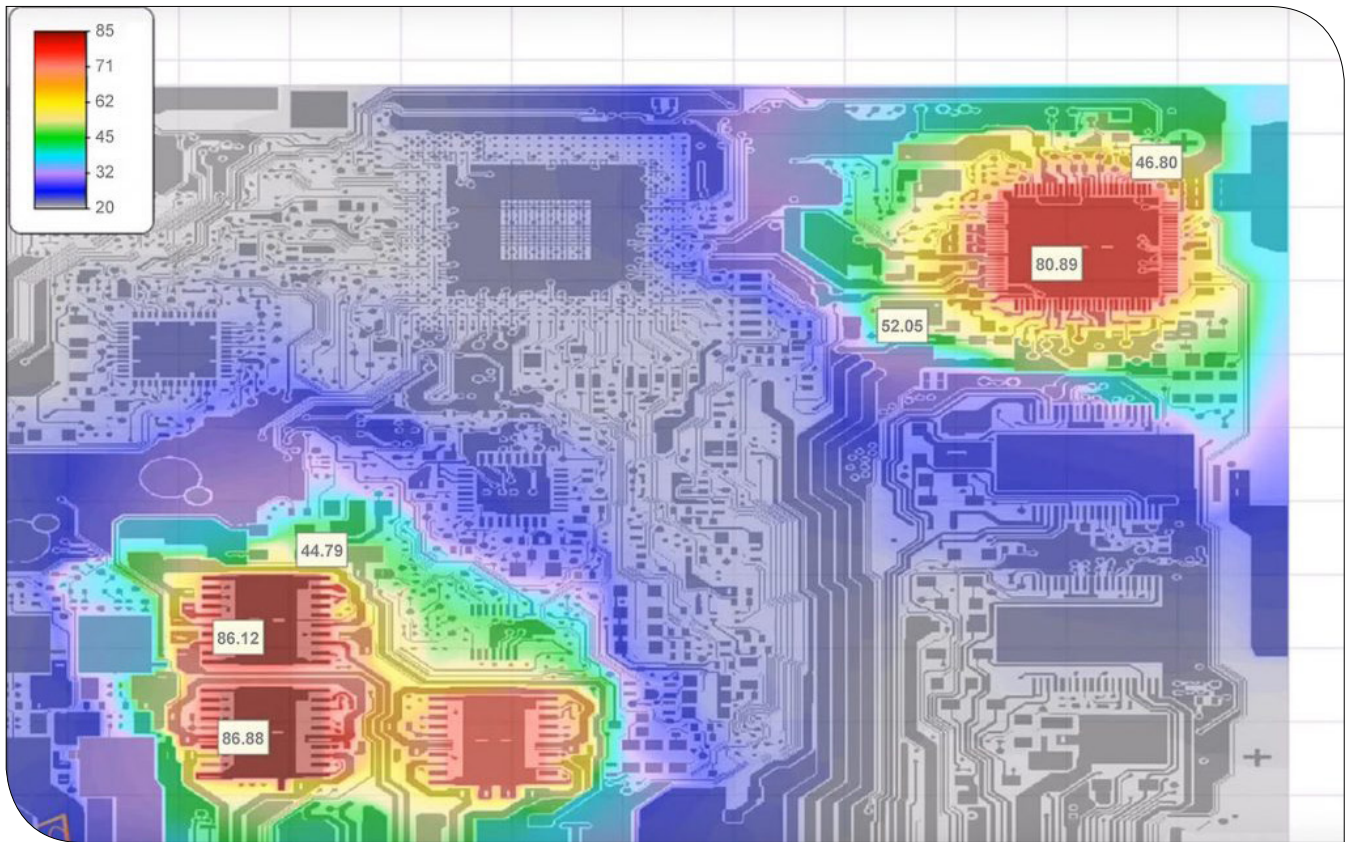


Figura 4. Esempio di grafico termico per l'analisi delle temperature in un PCB

termiche. Quando si progetta la gestione termica di un PCB, al fine di rendere fattibile un progetto dal punto di vista termico, l'obiettivo principale non è il poter prevedere le temperature dei componenti, ma la **certezza della riduzione del rischio legato a un eventuale surriscaldamento del sistema**. La temperatura di giunzione ha diretta influenza sul **livello di qualità del PCB LED**, soprattutto in termini di efficienza e durata del circuito stampato. Le grandezze che entrano in gioco nella **progettazione di un PCB LED** sono: la conducibilità termica ( $k$ ), il coefficiente di trasmissione del calore ( $h$ ) e la resistenza termica ( $R_{th}$ ). In sostanza, il progettista, sin dal concept design iniziale del PCB, deve avere bene in mente alcuni punti cardine: in primis la quantità di calore che sarà necessario rimuovere (power loss), ingombri e dati sulle prestazioni dei componenti, fonti di calore, spazio disponibile, temperature operative o di esercizio e  $T_{ambiente}$ , modalità di trasmissione termica ai dissipatori di calore, tecniche di raffreddamento del sistema, livello di affidabilità richiesta.

Un modello di calcolo avanzato prevede come dati di input: il numero di LED, le dimensioni della sorgente LED e l'area PCB, i dati termici del LED presi da schede tecni-

che, la conducibilità termica dielettrica e in serie del PCB, l'area e lo spessore, i dati termici del *TIM (Thermal Interface Material)* tra PCB e dissipatore di calore, il fattore di ingrandimento dell'area per dissipatore di calore, il coefficiente di trasmissione del calore nell'ambiente, i LED massimi consentiti e la potenza dissipata.

Il punto di partenza nella progettazione è, quindi, una determinata area PCB con un determinato numero di LED. Il primo calcolo da effettuare è l'area per LED, tuttavia, questo è valido solo se la dissipazione di tutti i LED è approssimativamente la stessa. Possiamo considerare due casi: un trasferimento di calore monodimensionale, senza nessuna diffusione del calore, l'area del LED è uguale all'area del PCB; oppure il calore non si diffonde nello strato dielettrico direttamente sotto il LED ma nella parte metallica, l'area LED viene utilizzata per calcolare la resistenza termica dello strato dielettrico, e l'area PCB viene utilizzata per calcolare la resistenza termica dello strato metallico.

La diffusione del calore è un problema non irrilevante per un PCB designer. Tuttavia, le equazioni differenziali che

Designation	Material	Note
FR4 Standard	Epoxy + glass fabrics	Tg = 130-140°C, RoHS/WEEE compliant
FR4 non-halogen	Epoxy + glass fabrics	Tg ≥ 150°C, CAF-resistant
FR4 mid Tg	Epoxy + glass fabrics	Tg ~ 140-160°C, increased thermal stability, low elongation in z-axis, high steadiness at lead-free soldering, often CAF-resistant
FR4 high Tg	Epoxy + glass fabrics	Tg ~ 160-190°C, increased thermal stability, low elongation in z-axis, high steadiness at lead-free soldering, often CAF-resistant

Figura 5. Differenti tipologie di PCB FR4 (Fonte: Osram)

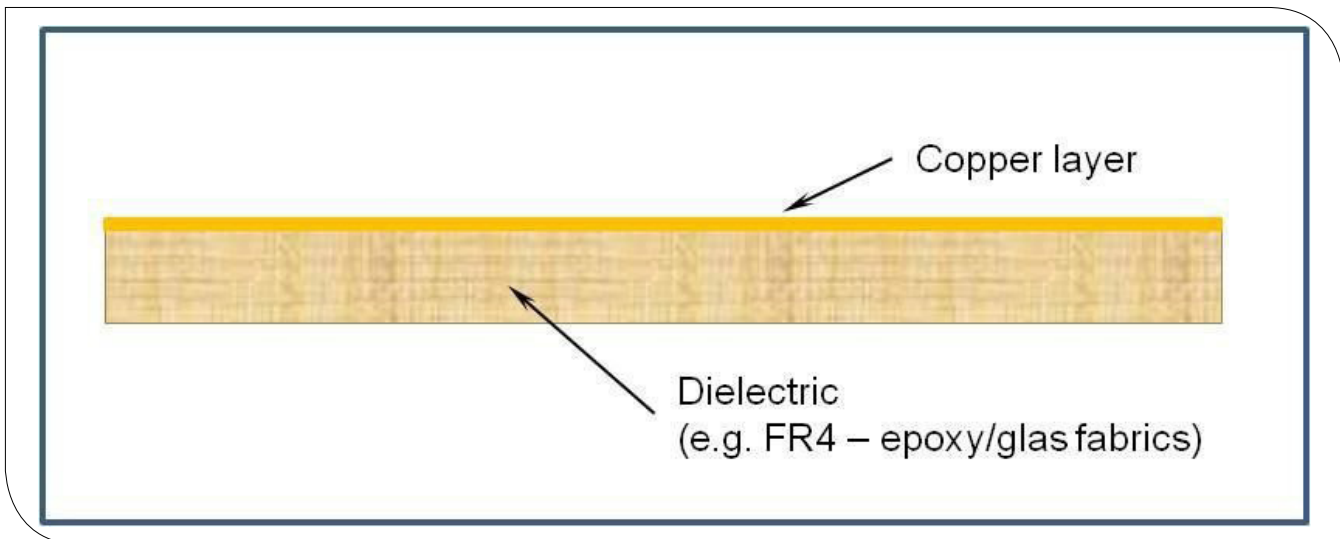


Figura 6. Rappresentazione schematica di un lato di un PCB FR4 (Fonte: Osram)

descrivono la fisica della diffusione del calore non hanno una soluzione matematica esplicita, per cui è necessario impostare delle approssimazioni intelligenti o fare uso di codici adeguati. Viene fatta una distinzione tra diffusione del calore a "fonte singola" (*single source*) e "fonti multiple" (*multiple sources*). La diffusione del calore a "fonte singola" è essenzialmente un ampliamento dell'area, maggiore è l'area, più calore può essere rimosso alla stessa differenza di temperatura  $\Delta T$ . E' importante sottolineare che anche per questa semplice configurazione non è nota alcuna soluzione esplicita per la descrizione della diffusione del calore. Bisogna considerare che la riduzione dello spessore della piastra non comporta automaticamente una diminuzione della temperatura, a causa del

fatto che uno spessore inferiore implica anche una diminuzione della capacità di diffusione. Quindi, per una certa combinazione di spessore e conduttività termica, date le condizioni al contorno e le dimensioni, si può trovare un minimo nella resistenza termica totale. La diffusione del calore a "fonti multiple" aggiunge un altro livello di complessità dal momento che l'accoppiamento tra le fonti non dipende solo dalle dimensioni e dalle proprietà fisiche, ma anche dalle condizioni al contorno e dalla dissipazione delle fonti stesse.

I LED sono altamente efficienti, di gran lunga più efficienti di molte altre sorgenti luminose tradizionali, tuttavia, anche con i LED, la maggior parte dell'energia elettrica viene

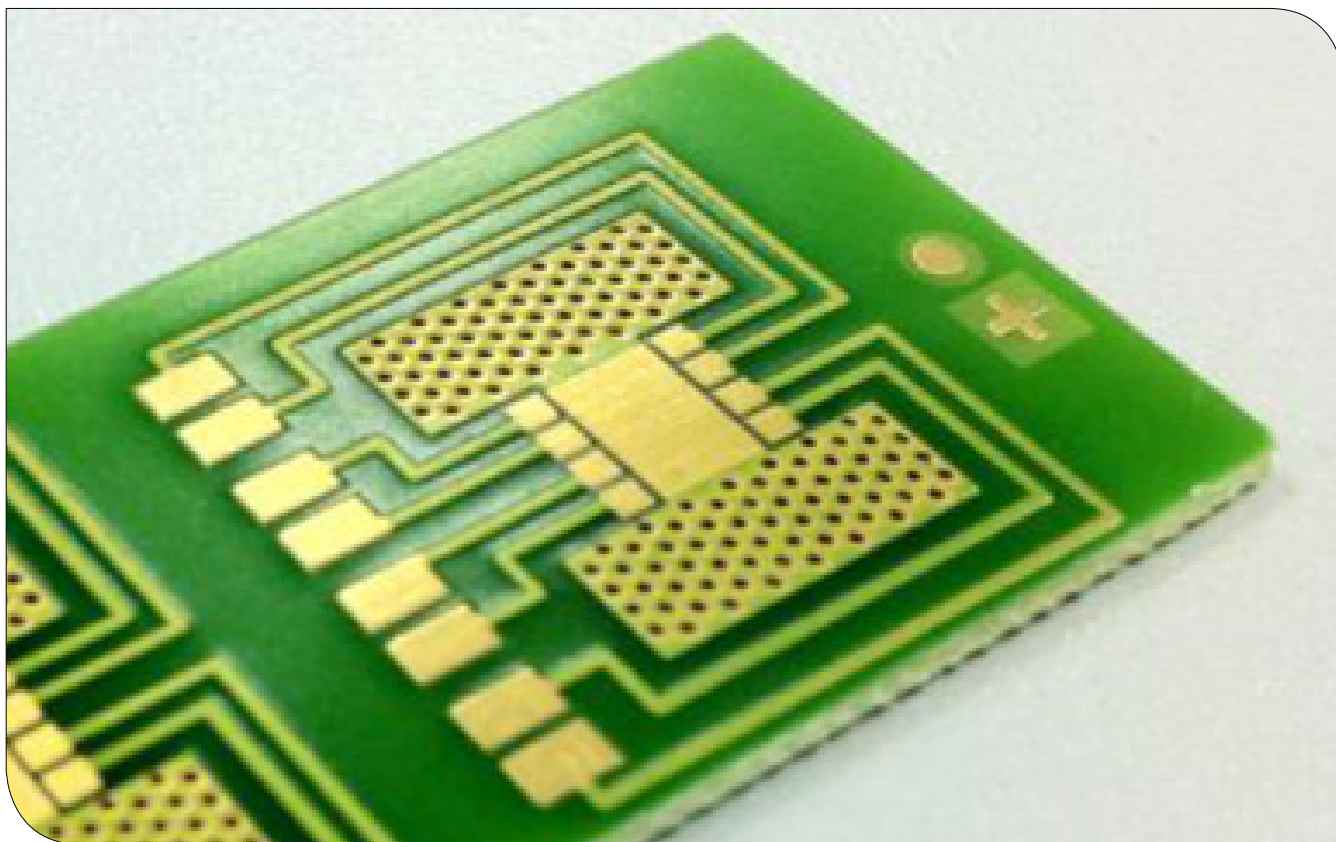


Figura 7. Esempio di un PCB FR4 con thermal via arrays (Fonte: Osram)

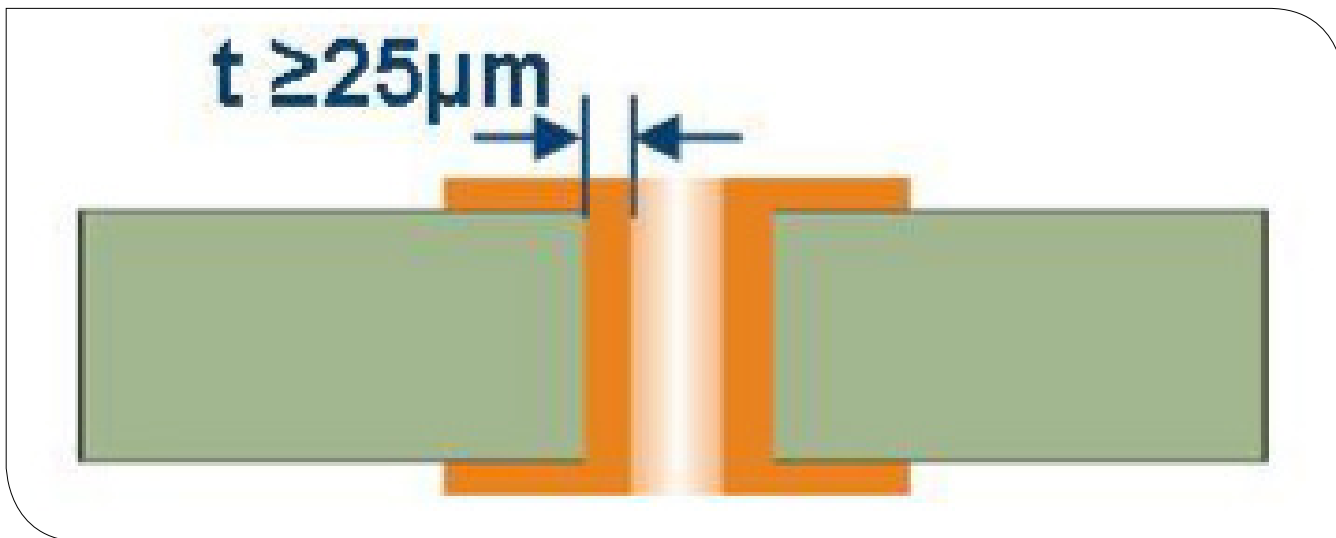


Figura 8. Schema del layout di un thermal via (Fonte: Osram)

convertita in calore anziché in luce. Tale perdita termica deve essere necessariamente minimizzata e dissipata per poter garantire un funzionamento affidabile e stabile dei LED, al fine di sfruttarne al meglio le prestazioni e l'efficienza. Nel settore dell'elettronica si va sempre più verso la miniaturizzazione dei componenti, questo implica che **la potenza termica per unità di superficie aumenta,**

quindi un calore maggiore viene emesso su una superficie sempre più piccola per la dissipazione. In **applicazioni high power** è, quindi, estremamente importante una gestione termica efficiente, in funzione dei requisiti della specifica applicazione e delle condizioni ambientali. Una corretta progettazione termica consente la dissipazione del calore e permette di controllare l'accumulo termico lo-

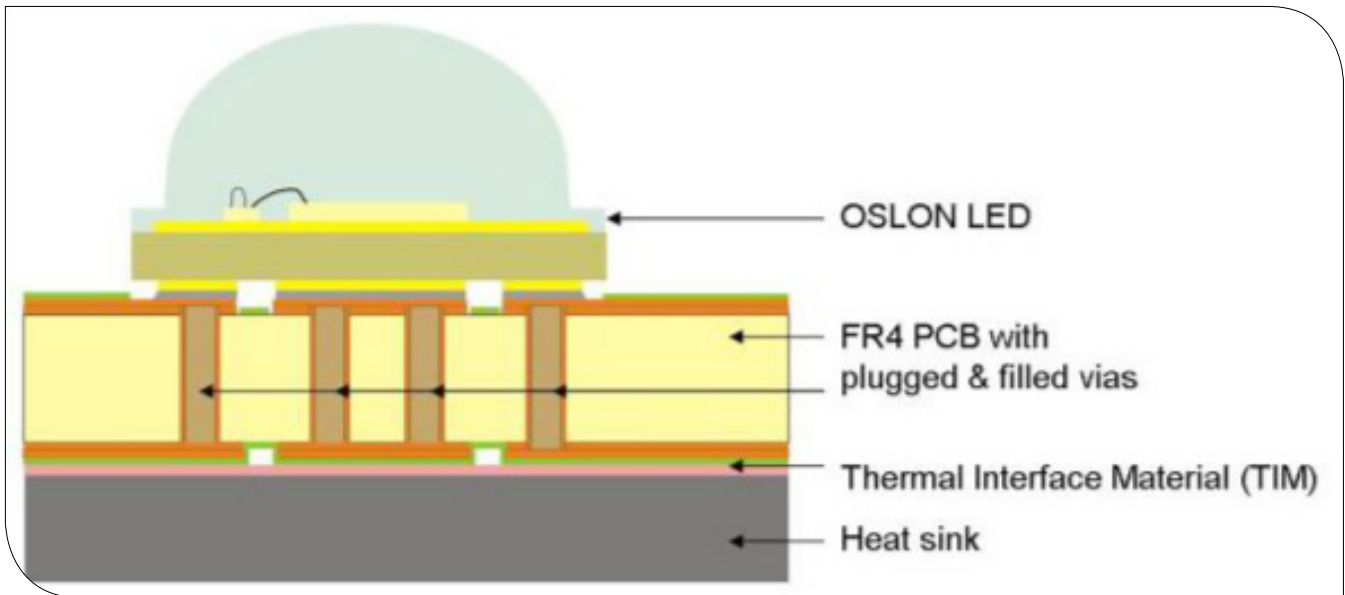


Figura 9. Rappresentazione schematica di un LED OSLO su un PCB FR4 con vias collegati e riempiti (Fonte: Osram)

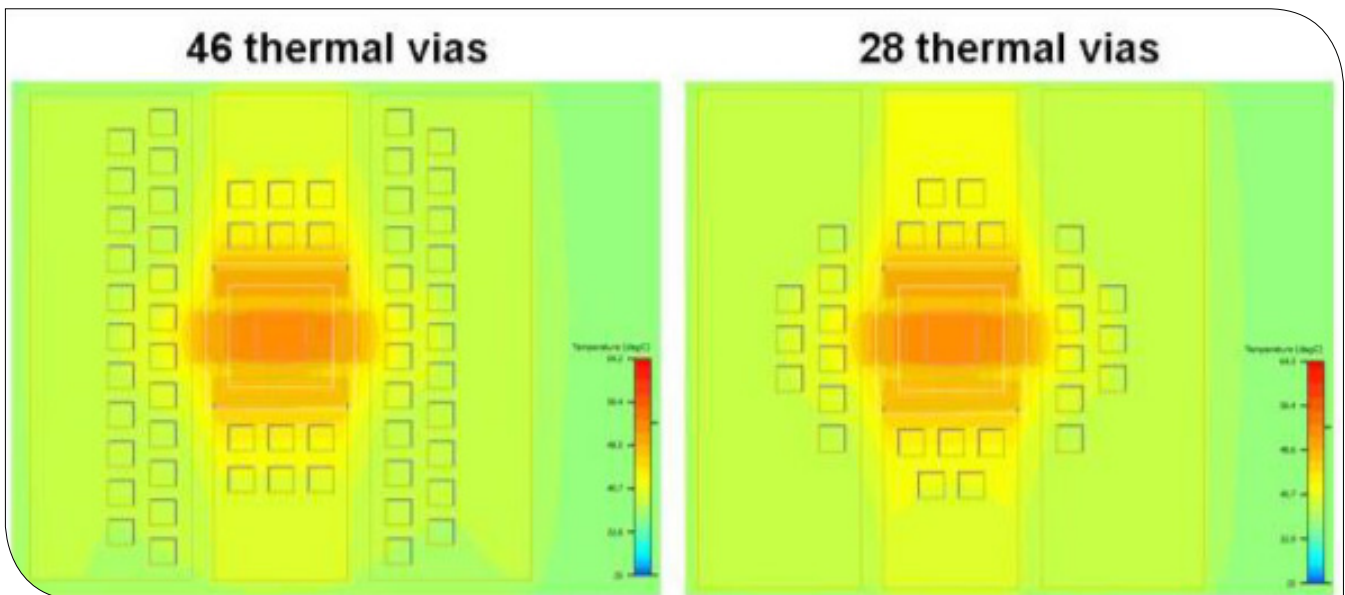


Figura 10. Simulazione dell'effetto di due diverse configurazioni di thermal vias (Fonte: Osram)

cale. Il circuito stampato PCB FR4 è un PCB composto di fibra di vetro e resina epossidica, disponibile in varie configurazioni (singolo/multistrato) e diversi spessori (0.3-3.5 mm).

I substrati standard senza miglioramenti come FR4 non sono in genere adatti all'uso con LED ad alta potenza a causa della bassa conduttività termica. La distribuzione del calore può avvenire nello strato di rame di spessore tipico pari a 35  $\mu\text{m}$  sulla superficie del PCB. Gli strati di rame più spessi, ad esempio 70  $\mu\text{m}$  o 105  $\mu\text{m}$ , migliorano considerevolmente le proprietà di dissipazione termica e

consentono quindi la distribuzione del calore su superfici di maggiori dimensioni.

Un'altra soluzione è il PCB FR4 con fori passanti placcati (thermal vias) per garantire un percorso termico attraverso il substrato FR4 e migliorare la conduzione del calore. Lo spessore  $t$  del PCB (thickness) è generalmente compreso tra 0.3 mm e 1.0 mm.

I thermal via arrays assumono in questo caso la funzione di trasporto del calore, migliorando in modo significativo la resistenza termica verticale del materiale FR4 in modo mi-

rato e localizzato. La capacità di conduzione termica dei vias stessi è determinata dallo spessore del rame nei fori passanti, dal diametro e dal passo. Nel settore dei PCB LED si sono affermati spessori standard di rame di 20-25  $\mu\text{m}$ , ma vengono utilizzati anche spessori di rivestimento delle pareti maggiori. Come regola generale, più spesso è lo strato di rame, migliori saranno le prestazioni, ma bisogna considerare che anche i costi aumentano considerevolmente con l'aumentare dello spessore.

Possono essere utilizzate anche paste d'argento termicamente conduttive per il riempimento, al fine di migliorare la conducibilità termica dei vias, tuttavia, questa procedura ha solo un effetto termico minore ma aumenta i costi. Per motivi economici è quindi meglio ingrandire leggermente lo spessore del rame nel foro.

Il livello di resistenza termica risultante è influenzato dal numero e dalla posizione dei thermal vias, più i vias sono vicini alla fonte di calore, più efficiente e rapida è la dissipazione del calore e minore è la resistenza termica.

In molti casi può essere impiegata la tecnologia del PCB con spessore dello strato di rame tra 105  $\mu\text{m}$  e 400  $\mu\text{m}$ , fino a 500  $\mu\text{m}$  in applicazioni speciali. Il materiale di base utilizzato è FR4 o un substrato metallico (Al, Cu) con un dielettrico. I principali settori di applicazione sono l'alta potenza (alta corrente) e il raffreddamento di componenti con grandi perdite di potenza termica.

Al fine di ottimizzare il thermal management, i PCB con nucleo costituito da un substrato portante ceramico, a film spesso o sottile, sono generalmente molto efficaci, infatti, gli stessi substrati ceramici risultano elettricamente isolanti ma termicamente conduttivi, per cui il calore può essere dissipato direttamente senza altre barriere termiche; un'altra caratteristica è la bassa espansione termica, in combinazione con LED ad alta potenza a base ceramica, questi sono quindi principalmente adatti per applicazioni con elevati carichi ciclici termici. Tuttavia, tale soluzione rappresenta una variante "di lusso" a causa dei costi molto elevati.

## CONCLUSIONI E CONSIDERAZIONI

I progressi raggiunti negli ultimi anni nel settore dell'elettronica di potenza sono conseguenza diretta di una costante ricerca e studio di soluzioni che il mercato richiede essere sempre più performanti, affidabili, efficienti e a basso costo. Il processo di progettazione è spesso un flusso iterativo e richiede attente valutazioni. La qualità

del componente finale è il risultato di una corretta progettazione, dalla fabbricazione alla precisione in fase di assemblaggio. In regimi di alta potenza o alta corrente, la progettazione di un PCB è tutt'altro che banale, dal momento che coinvolge una serie di fattori e parametri; ad esempio, come spiegato sopra, una buona conduttività termica del materiale aiuterà una dissipazione del calore ed una efficace distribuzione termica, inoltre, bisogna porre particolare attenzione anche ai coefficienti di dilatazione termica del LED e del PCB, che possono creare stati di sollecitazione sul giunto saldato, altrettanto fondamentali sono la stabilità meccanica ed il **materiale**.

L'ottimizzazione del layout termico per un progettista di PCB è elemento determinante per la riuscita del sistema, sulla base dei requisiti e delle caratteristiche dell'applicazione. L'affidabilità del giunto saldato, inoltre, è legata all'alloggiamento dei componenti, al processo di saldatura, al montaggio e alla precisione di saldatura. In conclusione, tutti i PCB presenti sul mercato, molti dei quali sono adatti per applicazioni a LED, hanno i loro vantaggi, e la scelta di una certa tipologia dipende dalla rispettiva applicazione in termini di requisiti e condizioni specifiche del progetto finale.

PCBWay è azienda **leader nel mercato globale per la fabbricazione e l'assemblaggio di PCB** con oltre un decennio di esperienza e offre supporto ai propri clienti nel processo di sviluppo e progettazione per trovare la migliore soluzione. Per maggiori informazioni sulla progettazione dei PCB **visita il sito di PCBWay**.



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/la-tecnologia-dei-pcb-led>

# COME COSTRUIRE IL VOSTRO PRIMO QUADRICOTTERO: LE BASI DI UN PROGETTO

di Stefano Lovati

*Nel corso degli ultimi anni abbiamo assistito a un crescente interesse nei confronti dei quadricotteri radio-comandati, con un proliferare di siti, forum e risorse Internet dedicate alla loro costruzione. In questo articolo vedremo come costruire un nostro modello di quadricottero partendo da zero, esaminando le varie parti che lo compongono, come saperle selezionare e come assemblarle tra loro. Se avete intenzione di costruire un quadricottero ma non sapete come, questo è sicuramente il posto giusto per voi.*

## INTRODUZIONE

**Q**uesto articolo è fondamentalmente un tutorial nato da una serie di informazioni raccolte visitando numerosi siti web, osservando i video postati da altri utenti, e leggendo le numerose guide disponibili in rete. I principali argomenti trattati sono i seguenti:

1. *scelta dei componenti;*
2. *assemblaggio;*
3. *attrezzi e strumenti di misura;*
4. *norme relative alla sicurezza;*
5. *pilotaggio, manutenzione e riparazione.*

I concetti esposti sono applicabili alla costruzione di un qualsiasi tipo di quadricottero, anche se ci focalizzeremo sui **mini quadricotteri** con dimensione pari a 250 mm.

Ecco una lista degli argomenti trattati nel tutorial, suddiviso in due parti.

### Prima parte:

- elenco dei materiali richiesti;
- principio di funzionamento di un quadricottero;
- selezione dei componenti:
  - telaio;
  - motori;
  - eliche;

- ESC;
- batteria;
- trasmettitore;
- ricevitore;
- caricabatterie;
- regolatore di tensione.

### Seconda parte:

- montaggio del quadricottero, articolato sulle seguenti fasi:
  - assemblaggio del telaio e saldatura dei connettori;
  - allestimento del sistema di controllo del volo;
  - preparazione dei motori;
  - test del corretto verso di rotazione dei motori;
  - collegamento dei motori all'ESC;
  - saldatura dell'ESC e dei connettori alla PDB;
  - aggiunta degli accessori;
  - completamento della cablatura elettrica e collegamento alla batteria;
- manutenzione e riparazione;
- salute, sicurezza e aspetti legali;
- pilotaggio.

## MATERIALE RICHIESTO

Ecco l'elenco completo del materiale richiesto per la realizzazione del nostro progetto.

## COMPONENTI

1. telaio;
2. sistema di controllo del volo;
3. motori;
4. ESC;
5. eliche;
6. batteria;
7. trasmettitore;
8. ricevitore;
9. caricabatterie per batterie LiPo;
10. allarme batteria scarica.

## STRUMENTI/ATTREZZI

1. saldatore;
2. pasta saldante;
3. occhiali di sicurezza;

## VARIE

1. pin header;
2. cavetti per servo;
3. connettori XT60;
4. fili di varie dimensioni: 14 AWG, 22 AWG, etc.;
5. fascette;
6. tubetti termorestringenti;

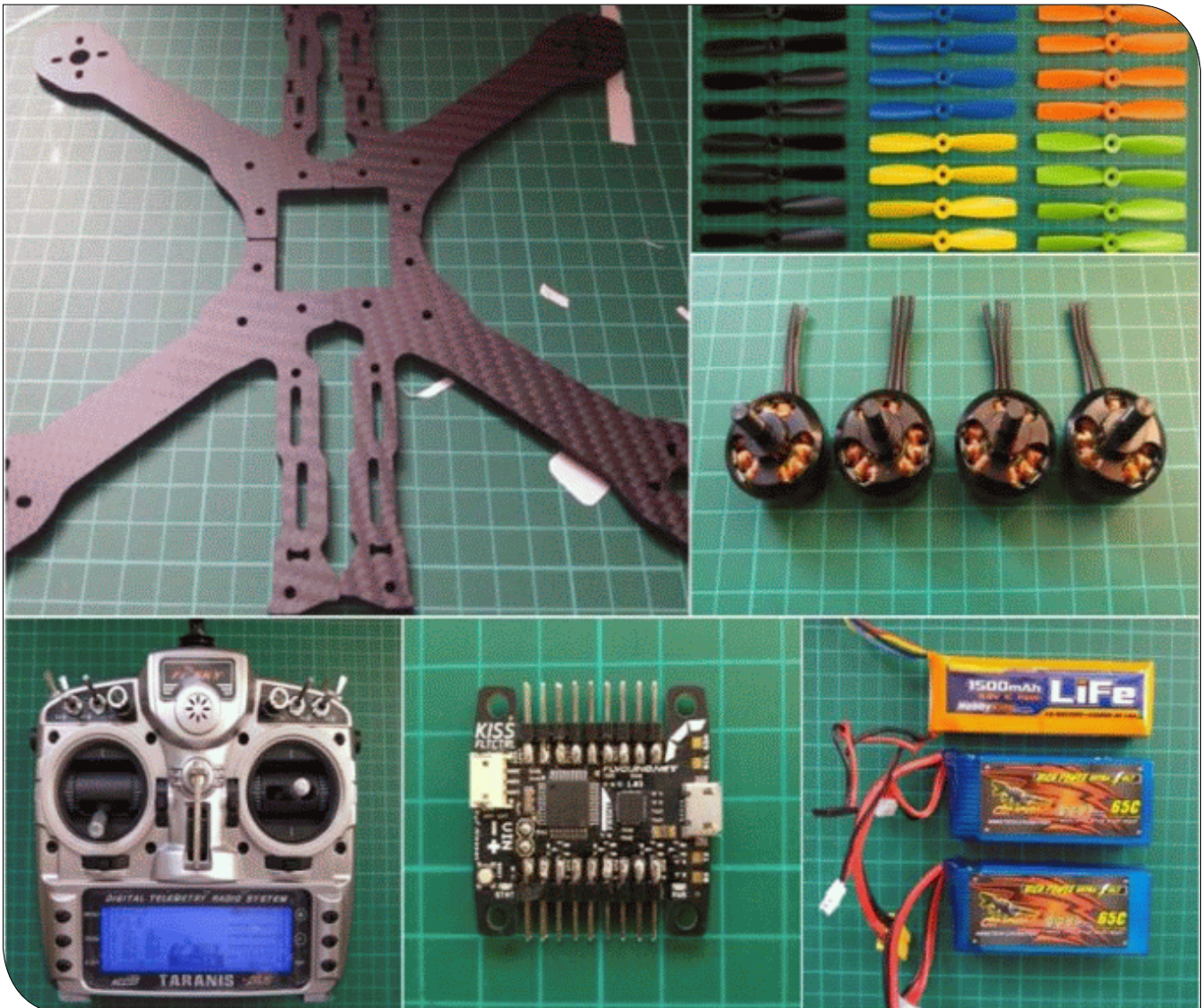


Figura 1: i principali componenti richiesti per la realizzazione del quadricottero

7. cavi per batteria;
8. tester per servo (opzionale);
9. contenitore per batteria AA con cavetti (opzionale);
10. viti (M3);
11. dadi di Nyloc (M3 e M5);
12. custodia antifiama per batteria LiPo.

### ACCESSORI OPZIONALI FIRST PERSON VIEW

1. telecamera FPV;
2. action camera;
3. trasmettitore video;
4. OSD (On Screen Display);
5. regolatore di tensione;
6. occhiali/piccolo display.

In questa guida non verrà spiegato come aggiungere al progetto delle funzionalità FPV.

Qualora foste interessati, potete fare riferimento all'apposito tutorial curato da "DroneFlyers".

In **Figura 1** possiamo osservare alcuni dei componenti richiesti per la costruzione del quadricottero.

Il progetto propone **due diverse configurazioni** di quadricottero: la prima ("performance") è orientata all'ottenimento delle prestazioni, mentre la seconda ("economica") è orientata al contenimento dei costi.

### CONFIGURAZIONE PERFORMANCE

Questa configurazione consente di ottenere una velocità

di punta di 80 miglia orarie e un'accelerazione verticale di 90 piedi al secondo:

1. telaio Armattan F1-5 oppure F1-6. Costo: 100-115 US\$;
2. KISS Flight Controller. Costo: 34.90 €;
3. 4x KISS 24A Racing Edition ESC. Costo totale: 91.60 €;
4. 4x T-motor 2206 2000 Kv. Costo totale: 97.80 €;
5. 4x elica HQ 5030. Costo totale: 3 €;
6. batteria ai polimeri di litio SMC 37A 4S 1300 mAh True Spec. Costo: 36.30 €;
7. trasmettitore radio FrSky Taranis X9D Plus. Costo: 179.30 €;
8. ricevitore radio FrSky X4R-SB. Costo: 25.40 US\$

**Costo totale:** circa 500-550 €

### CONFIGURAZIONE ECONOMICA

Questa configurazione ha prestazioni inferiori alla precedente, ma costi più contenuti:

1. telaio ZMR 250 V2. Costo: 30.99 US\$;
2. Flight Controller Naze32. Costo: 24.99 US\$;
3. 4x motori SunnySky X2206S 2100 kV. Costo totale: 39.96 US\$;
4. 4x Littlebee 30A ESC. Costo totale: 51.44 US\$;
5. 4x elica HQ 5045. Costo totale: 4 €;
6. batteria ai polimeri di litio Turnigy Nanotech 3S

**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!**

# [DIY] COME AGGIUNGERE UNA WEBCAM E IL CONTROLLO REMOTO AL VOSTRO ROBOT

di Stefano Lovati

Gli appassionati di **robotica** sanno quanto sia importante aggiungere una funzionalità particolare quale una webcam a un piccolo robot o auto radiocomandata, con la possibilità di visualizzare il video remotamente, su uno smartphone o su un tablet. Non meno importante e utile è la possibilità di controllare i movimenti del robot tramite un dispositivo mobile dotato di un'opportuna applicazione Android. In questo articolo presenteremo due progetti **DIY (Do-It-Yourself)** che vi mostreranno, passo per passo, come raggiungere questi due avvincenti traguardi.

## PRIMA PARTE: CONTROLLO REMOTO DEL ROBOT

In questo progetto vedremo come sia possibile controllare remotamente un robot o un veicolo radiocomandato tramite un'applicazione Android e uno smartphone o tablet. I **componenti** richiesti per la realizzazione del progetto sono elencati di seguito:

## HARDWARE

1. una board **Arduino**;
2. due **servo motori** a rotazione continua;
3. un modulo Bluetooth con UART TTL 5V (come ad esempio il **Bluesmirf Gold/Silver**);
4. un **ball caster** per robot;
5. **due ruote** per robot;

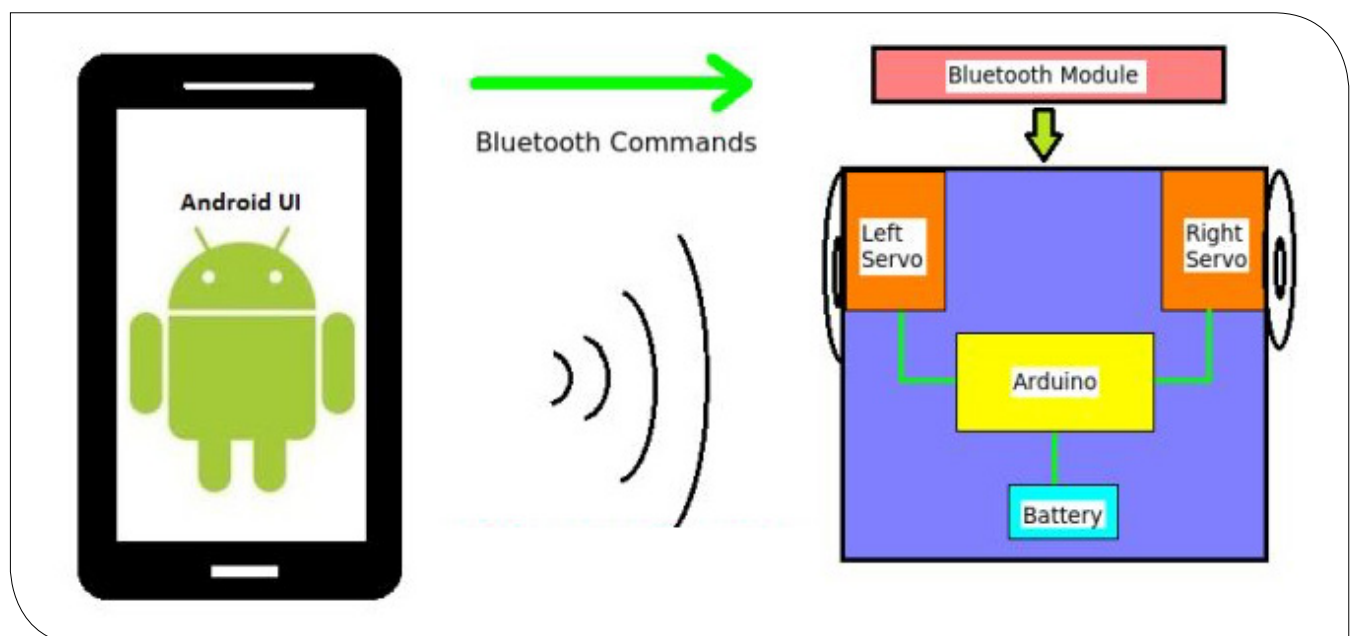


Figura 1: schema a blocchi del robot controllato remotamente

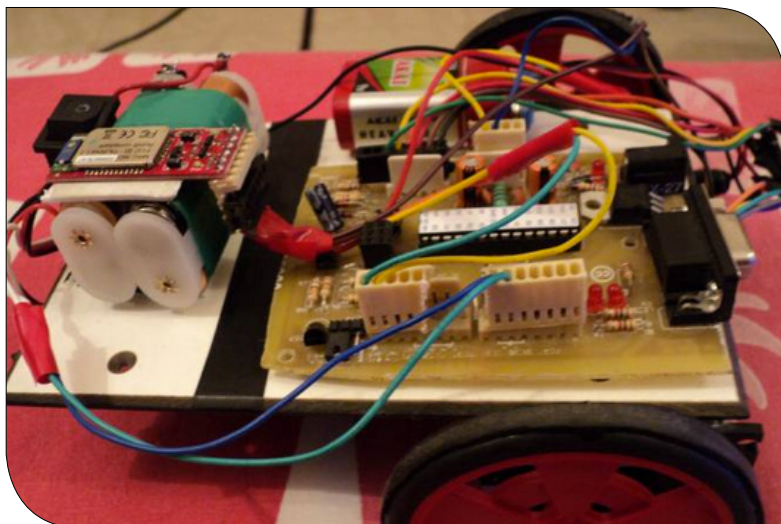


Figura 2: vista dall'alto del robot con i componenti già posizionati

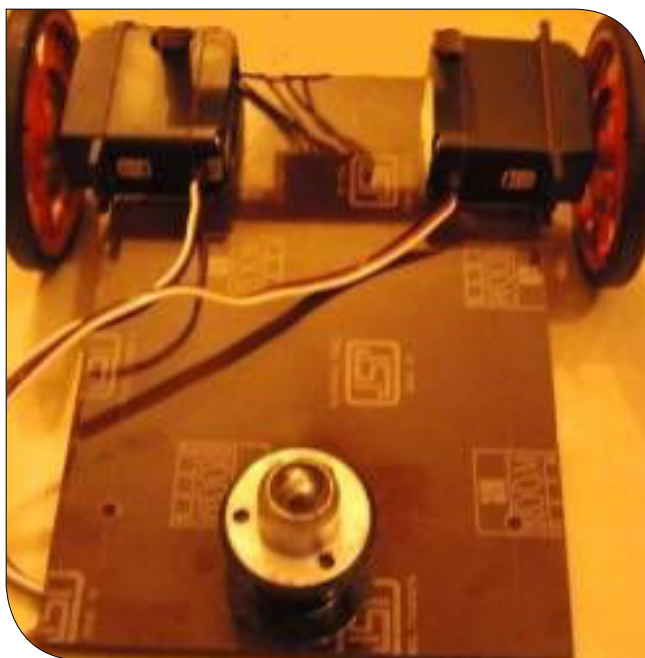


Figura 3: vista dal basso del robot con in evidenza il ball caster

6. un telaio (chassis) per robot - una piccola scatola di materiale plastico dovrebbe essere sufficiente per questo scopo;
7. quattro pile AA e relativo contenitore.

## SOFTWARE

ambiente di sviluppo (IDE) per Arduino;  
Eclipse per la programmazione in Android (opzionale, non è strettamente richiesto).  
Per ulteriori informazioni si può fare riferimento [al relativo tutorial](#).

## PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Il robot comunica con l'applicazione in esecuzione sul dispositivo remoto Android tramite l'interfaccia **Bluetooth**. Quando, infatti, si preme un tasto qualsiasi sul pannello dell'interfaccia utente dell'applicazione, i corrispondenti comandi vengono inviati tramite la connessione Bluetooth al modulo installato sul robot. Tutti i comandi sono in formato **ASCII**, e sono quindi composti da una sequenza di caratteri. Il software in esecuzione sulla board Arduino presente sul robot controlla poi i comandi ricevuti e, se questi corrispondono a quelli attesi, attiva i servo motori in funzione dello specifico comando, causando il movimento in avanti, indietro, a sinistra, a destra, oppure l'arresto del robot.

Lo **schema a blocchi** del progetto relativo al robot controllato da un'applicazione Android è visibile in **Figura 1**. Vediamo ora in dettaglio i vari passi su cui si articola la realizzazione del robot a controllo remoto.

### STEP 1 - ASSEMBLAGGIO DEI COMPONENTI

Prendete la piastra di materiale plastico e posizionate i servo motori in corrispondenza dei bordi laterali destro e sinistro utilizzando della normale colla a caldo per il fissaggio. Aggiungete poi il ball caster. Sul lato superiore della piastra andrà poi posizionata la board Arduino, utilizzando del nastro bi-adesivo; un'operazione analoga andrà eseguita per il contenitore delle batterie. Il risultato è mostrato nelle **Figure 2 e 3**.

### STEP 2 - SETUP DEL COLLEGAMENTO CON ANDROID

In questo step vedremo come realizzare i **collegamenti** a livello hardware con la scheda Arduino e con i servomotori. A differenza dei normali servomotori, quelli a rotazione continua non possono essere controllati e impostati su uno specifico valore di angolo. Questo tipo di servomotore dispone di tre fili per il collegamento: rosso (alimentazione), nero (ground) e bianco oppure giallo (segnale PWM /PPM).

Il filo bianco/giallo del servomotore sul lato sinistro andrà collegato al pin digitale 9 di Arduino, mentre il filo bianco/giallo del servomotore posto sul lato destro andrà collegato al pin digitale 10 di Arduino. I fili neri di entrambi i servomotori andranno collegati al pin GND di Arduino, mentre i fili rossi andranno collegati al terminale positivo del portabatterie. Il pin RX del modulo Bluetooth va collegato al pin

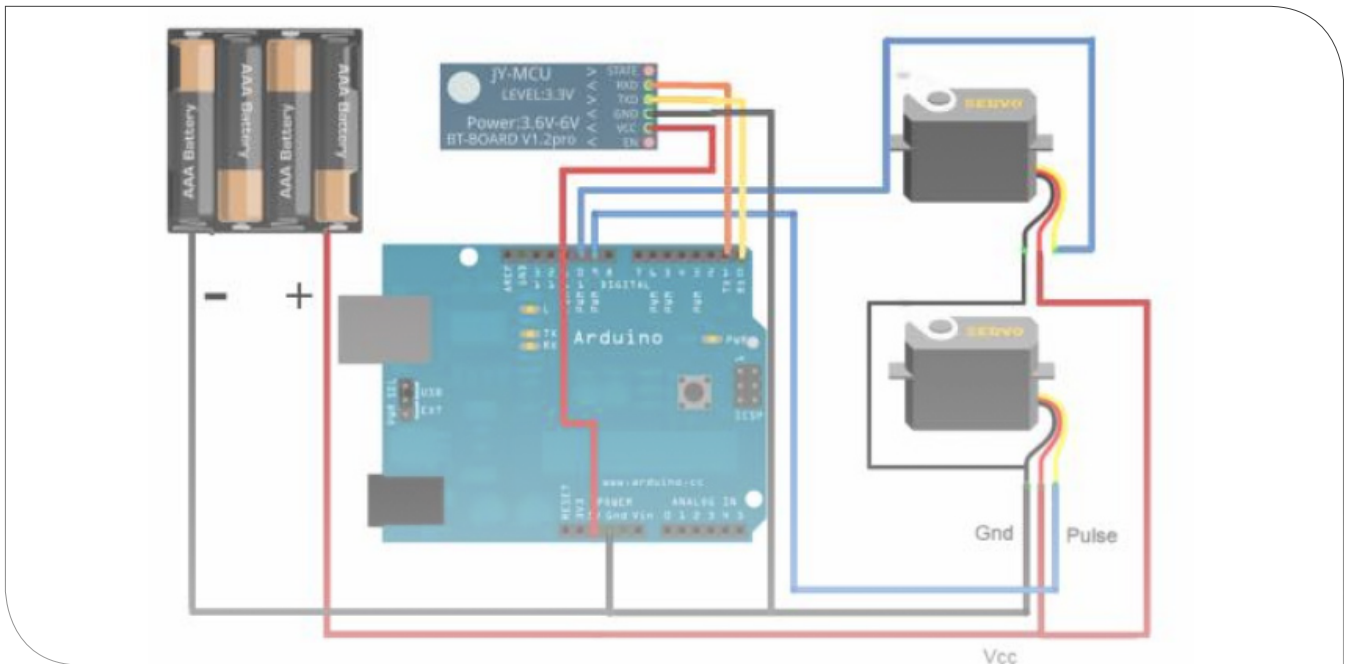


Figura 4: schema dei collegamenti del robot controllato da Arduino

```
robot_arduino | Arduino 1.7.11  
robot_arduino  
/*This project requires 2 continuous rotation servos connected to pins 9 and 10 of arduino*/  
  
#include <Servo.h>  
Servo left; //Define left servo  
Servo right; //Define right servo  
byte val;
```

**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!**

# L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE E I ROBOT

di Fulvio De Santis

*È indubbio il forte, ma nel contempo controverso, legame esistente tra **Intelligenza Artificiale (IA)** e robotica. Infatti, possiamo dire di essere tutti concordi nell'affermare che un robot è in grado di eseguire un ottimo lavoro in base a precise direttive (algoritmi) impartite dall'uomo, ma certamente non possiamo affermare che un robot può essere anche intelligente. L'ultima frontiera dell'IA è la creazione del processo di formazione del pensiero umano, ovvero, una sorta di uomo-macchina dotato di abilità intellettive dell'essere umano, inclusa l'abilità di imparare qualsiasi cosa, l'abilità a ragionare, l'abilità ad usare il linguaggio, e questa è sicuramente una grande sfida, essere in grado di formulare idee originali. Attualmente, la robotica è abbastanza prossima ad ottenere questo livello di **Intelligenza Artificiale**, considerando gli enormi progressi fatti con poche risorse di IA rispetto all'enorme potenziale sfruttabile. Le macchine dotate di **Intelligenza Artificiale** possono replicare solo alcuni particolari elementi di abilità intellettiva.*

## INTRODUZIONE

L'idea base per la creazione di un sistema di IA adibito a processi di risoluzione di problemi è molto semplice, anche se è complessa la sua realizzazione. Innanzitutto, l'IA delle macchine, siano esse computer o robot, mediante **sensori** o input umani, esegue una raccolta di dati relativi ad eventi che avvengono in certe situazioni. Il computer a disposizione dell'IA confronta le informazioni acquisite con dati precedentemente memorizzati e, in base al risultato del confronto, compie una decisione in merito alla migliore azione da intraprendere. In pratica, il computer valuta le varie possibili azioni che è in grado di eseguire e decide quale di queste azioni è quella che garantisce il successo in base alle informazioni raccolte. Ovviamente, il computer in dotazione al sistema di IA è in grado di risolvere problemi per la cui soluzione è stato programmato.

Quindi, come è facilmente intuibile, pur nella potenzialità di risoluzione di problemi più o meno complessi, si evince la limitazione della sua azione in quanto **il computer non ha l'abilità di effettuare un'analisi generalizzata**.

Alcuni moderni robot hanno anche l'abilità di imparare, anche se con limitata capacità. Imparando, **il robot** riconosce se una certa azione, ad esempio, il movimento delle sue gambe in un certo modo, ha ottenuto il risultato desiderato (come, ad esempio, evitare un ostacolo). In pratica, il robot memorizza queste informazioni e tenta l'azione corretta la volta successiva che incontra la stessa situazione. I computer moderni possono apprendere, ma

solo in situazioni molto limitate. Non possono assorbire alcun tipo di informazione come può, invece, l'uomo. Alcuni robot possono imparare imitando le azioni umane. In Giappone, i robotici hanno insegnato a un robot a ballare mostrando le mosse di ballo ad esso.

Un'altra importante abilità dei robot è la capacità di interagire socialmente essendo in grado di riconoscere il linguaggio del corpo umano e l'inflessione della voce, reagendo e rispondendo in modo appropriato.

Questa abilità dei robot di interazione sociale con l'essere umano è stata possibile grazie ai progettisti di robotica della **M.I.T. Artificial Intelligence Lab** creatori del robot umanoide Kismet; essi hanno studiato l'interazione comunicativa fra gli adulti e i bambini, basata essenzialmente sulle tonalità della voce e sulla gestualità.

Questa interazione, che attualmente possiamo considerare di basso livello, potrebbe essere la base di partenza per la realizzazione di un sistema di apprendimento di tipo umano. In generale, i **robot umanoidi** sperimentati dalla M.I.T. AI Lab funzionano mediante **sistemi di controllo** non convenzionali.

Diversamente dai normali robot che vengono controllati da un computer centrale, i robot umanoidi agiscono mediante controlli di basso livello necessitando, quindi, di computer meno potenti. I responsabili del programma di sperimentazione dei robot umanoidi credono sia più preciso questo metodo di controllo di basso livello per la realizzazione di un modello di intelligenza umana applicabile ai robot umanoidi.

## LE SFIDE DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

La più impegnativa sfida dell'Intelligenza Artificiale è di capire come funziona in natura l'intelligenza. Realizzare l'IA non è come costruire una parte artificiale da applicare al corpo umano, infatti, gli scienziati non hanno un reale concreto modello su cui lavorare come se fosse una parte anatomica del corpo umano. È noto che il cervello contiene miliardi di neuroni, e ciò che pensiamo ed impariamo è il risultato di stabilite connessioni elettriche tra differenti neuroni. Ma non si conosce con precisione come tutte queste connessioni si compongano per realizzare un ragionamento più o meno complesso nel cervello.

È, quindi, evidente come la **complessità dei circuiti neurologici** che si formano nel cervello, renda difficile, se non impossibile, la creazione di un modello di intelligenza naturale. Per questo motivo, attualmente, lo stato della ricerca sull'IA è puramente teorico e basato su ipotesi di scienziati e ricercatori. Le ipotesi e le idee formulate dagli scienziati riguardo la formazione del pensiero e dell'apprendimento, vengono applicate in via sperimentale ai robot. In particolare, i ricercatori della robotica puntano alla sperimentazione sui robot umanoidi in quanto ritengono che abbiano la capacità tecnica di rappresentare una sorta di **laboratorio di sperimentazione delle attività umane** per lo sviluppo dell'intelligenza. Inoltre, la semplicità di interazione dei robot con le persone consente una migliore **capacità di apprendimento da parte dei robot**.

La progettazione hardware di un robot induce lo studio e l'approfondimento della conoscenza dell'anatomia umana; analogamente, lo studio e la ricerca sull'IA può considerarsi quale strumento per lo studio e l'approfondimento del

dall'evoluzione della conoscenza del "Cervello Naturale". Ma esiste una terza via? Un certo numero di esperti di robotica prevede che l'evoluzione della robotica alla fine ci trasformerà in "cyborg", *esseri umani integrati con le macchine*. In teoria, le persone in futuro potrebbero caricare le loro menti in un robusto robot e vivere per migliaia di anni! In ogni caso, in futuro i robot giocheranno sicuramente un ruolo importante nella nostra vita quotidiana.

Nei prossimi decenni, i robot evolveranno gradualmente dal mondo industriale e scientifico alla vita quotidiana, nello stesso modo in cui i computer si sono evoluti negli anni '80.

## INTELLIGENZA ARTIFICIALE E ROBOTICA: IL LORO IMPATTO NEL MONDO DEL LAVORO

Le moderne tecnologie dell'informazione e l'avvento di macchine dotate di Intelligenza Artificiale hanno già fortemente influenzato il mondo del lavoro nel ventunesimo secolo. Computer, algoritmi e software semplificano le attività quotidiane ed è impossibile immaginare come la maggior parte della nostra vita potrebbe essere gestita senza di loro.

È anche vero che, attualmente, non è pensabile immaginare come la maggior parte delle fasi del processo lavorativo possa essere gestita senza l'intervento dell'uomo. L'economia dell'informazione caratterizzata da una crescita esponenziale sostituisce l'industria di produzione di massa basata sull'economia di scala.

Pensando a quando verrà trasferita l'esperienza del passato al futuro, sorgono domande inquietanti: come sarà il futuro mondo del lavoro e quanto di noi per arrivarci? Il futuro è nelle mani degli uomini.

**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!**

# + 130.000

## REGISTERED USERS

6.138 AVERAGE DAILY PAGEVIEWS (DEC2019)

824.057 2019 ANNUAL VISITORS

## THE BIGGEST EMBEDDED COMMUNITY IN ITALY

### SOCIAL CONNECTIONS

 + 83.000

 + 23.000

## CATEGORIES

COMPANIES/CONSULTANTS

53 %

ACADEMICS/STUDENTS

25 %

MAKERS/HOBBYISTS

22 %

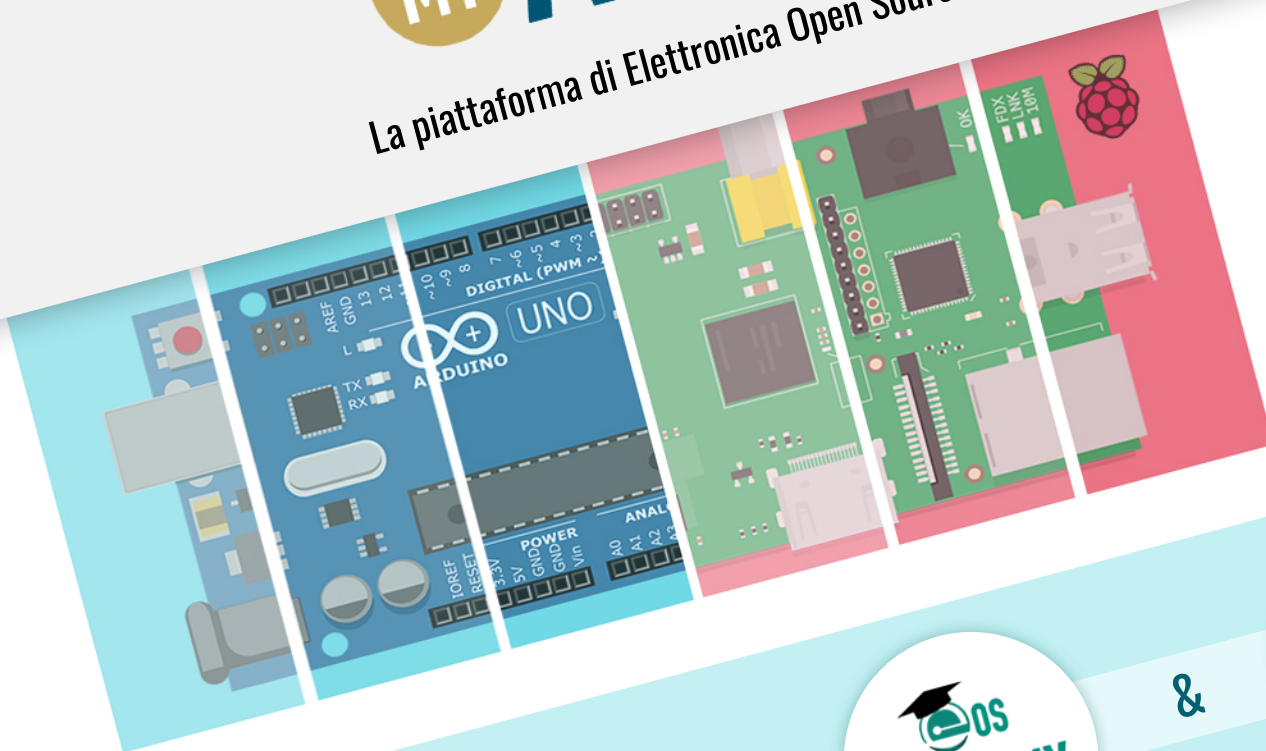


I NOSTRI CORSI DI ELETTRONICA  
PER I PROFESSIONISTI  
E I MAKERS



# ACADEMY

La piattaforma di Elettronica Open Source dedicata ai corsi



&



PUOI AVERE TUTTI I CORSI DI

A PORTATA DI CLICK

