



HEXAPOD CON ESP32



dell'ING. MIRCO SEGATELLO

Il nostro obiettivo è realizzare un robot che, per fattezze e movimenti, ricordi quanto più possibile un ragno, pertanto è necessario studiare la struttura dei ragni visionando (aimè) alcuni video sull'argomento. Indipendentemente dalla razza e dalla taglia tutti i ragni sono accomunati da una stessa struttura fisica, basata essenzialmente da otto zampe ognuna delle quali è formata da sette segmenti: la coxa, il trocantere, il femore, la patella, la tibia, il metatarso e il tarso. In totale troviamo 56 gradi di libertà, in inglese Degrees of freedom (DOF), solo per la movimentazione, quindi non proprio una cosa molto semplice.

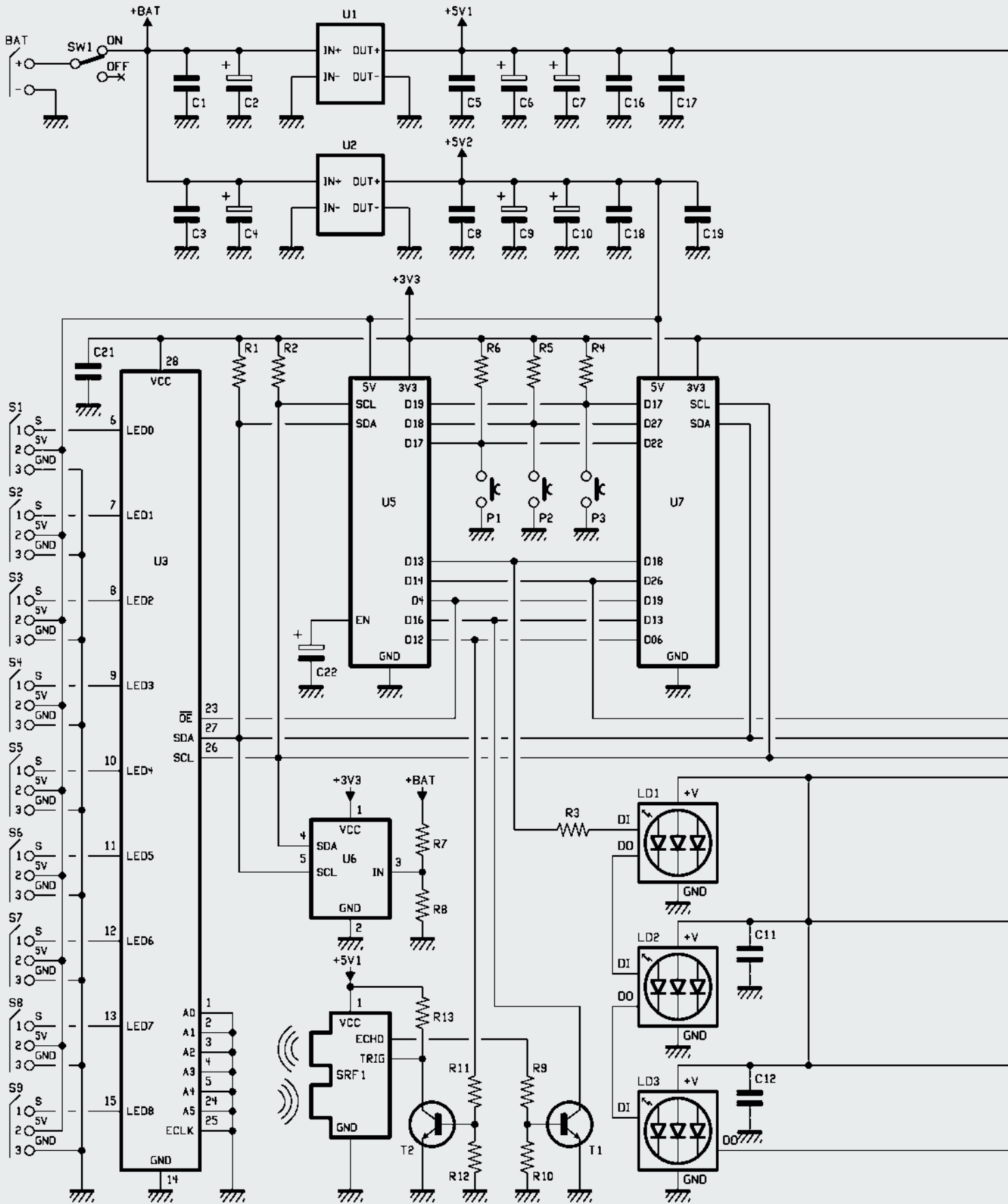
Realizzare un robot con un numero così elevato di DOF è molto complicato, pertanto è necessario pensare ad una soluzione semplificata, che comunque permetta di mantenere le funzionalità essenziali del movimento di un ragno. La prima semplificazione prevede di utilizzare 6 zampe invece di 8 ed il numero di segmenti sarà solo 3 invece dei sette reali, pertanto ogni singola zampa si presenterà come in **Fig. 1**.

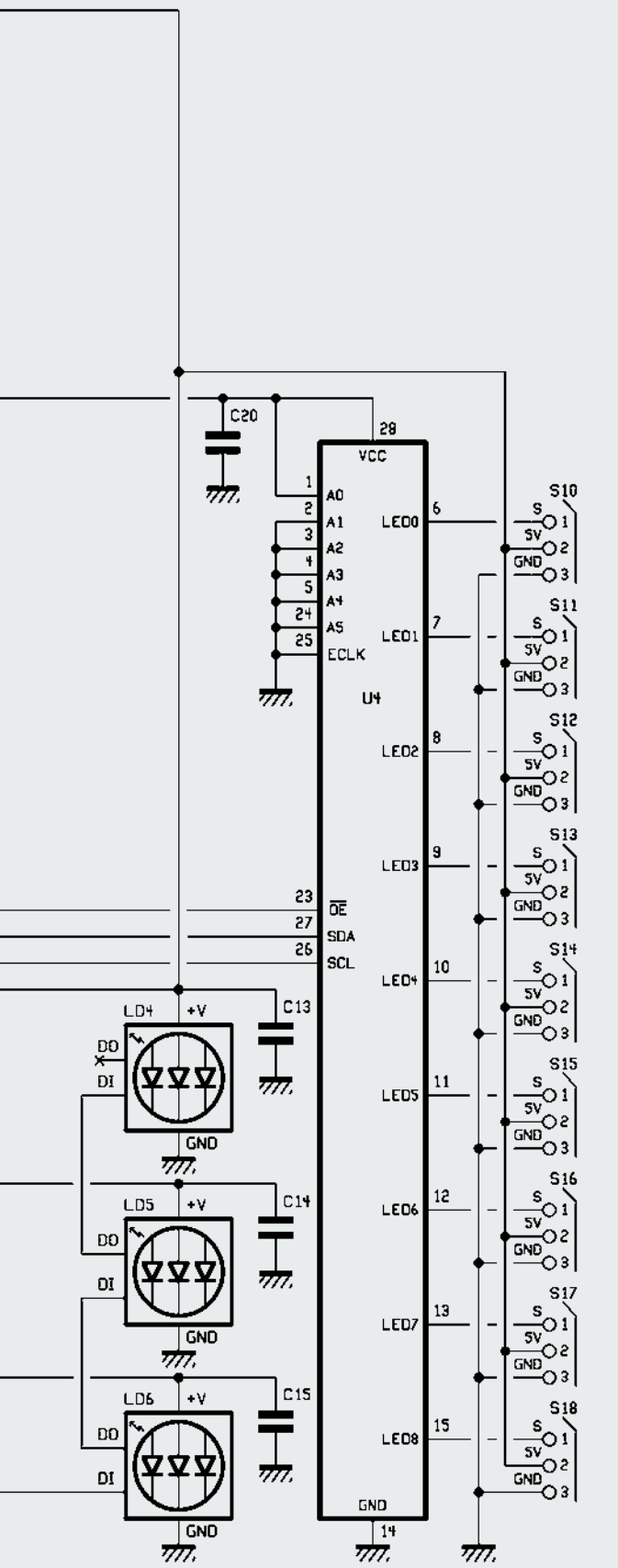
Con queste semplificazioni scendiamo a 18 gradi di libertà, comunque un bel numero, pertanto sarà necessario lavorare di fino sulla parte meccanica ed elettrica. Ciascun movimento è assicurato da un servo da modellismo, pertanto saranno necessari 18 servo, sufficientemente robusti ed affidabili da sorreggere e movimentare una struttura che alla fine verrà a pesare circa mezzo chilogrammo. Il modello scelto ha sigla SG90 e si tratta di un microservo da 9gr con rotazione di 180° ed una coppia di ben 1,2Kg/cm (**Fig. 2**).

Tutti questi servo dovranno essere connessi tramite una struttura meccanica realizzata ad hoc sufficientemente robusta e leggera per permettere tutti i movimenti necessari. Prendendo spunto dalla struttura fisica di un ragno e da alcuni progetti in rete ci siamo messi al CAD a disegnare tutte le parti meccaniche. Dai disegni siamo poi passati alla realizzazione pratica dei componenti tramite l'utilizzo di una taglierina LASER. L'assemblaggio, pur non essendo difficile, richiede la massima attenzione visto l'elevato numero di piccolissime viti usate per unire i vari pezzi; utilizzate le indicazioni e le foto riportate nell'articolo per il corretto assemblaggio.

Facendo riferimento alla **Fig. 3** che riporta la numerazione dei servo, visti dall'alto i servo 3 e 12 posizionano le zampe esattamente ortogonali al corpo, mentre i servo 0, 9, 6 e 15 posizioneranno le zampe tra 25° e 30° rispetto al corpo.

Realizziamo un robot esapode ispirato ai movimenti di un ragno. Utilizziamo una scheda ESP32 per gestire i 18 servomotori e ne programmiamo il firmware. Il controllo può avvenire da PC o smartphone via Bluetooth.





I femori sono paralleli al corpo mentre le tibie sono ortogonali rispetto quest'ultimi. Per eseguire un corretto assemblaggio è però necessario posizionare gli alberini di ciascun servo in posizione centrale, con la procedura descritta più avanti nell'articolo.

SCHEDA ELETTRONICA

Oltre alla parte meccanica, è fondamentale disporre di un sistema elettronico per gestire il movimento dei servo.

A tal fine, è stata progettata una scheda elettronica unica, in grado di integrare tutti i componenti necessari al funzionamento e di consentire un collegamento semplice e ordinato di tutti i servomotori. La scheda elettronica viene fornita con i componenti SMD già saldati. Tuttavia, è necessario installare il modulo ESP32, i convertitori step-down e la batteria. I servomotori devono essere collegati ai rispettivi connettori, seguendo la numerazione indicata nella **Fig. 3**.

Passiamo ora alla descrizione dettagliata della scheda elettronica.

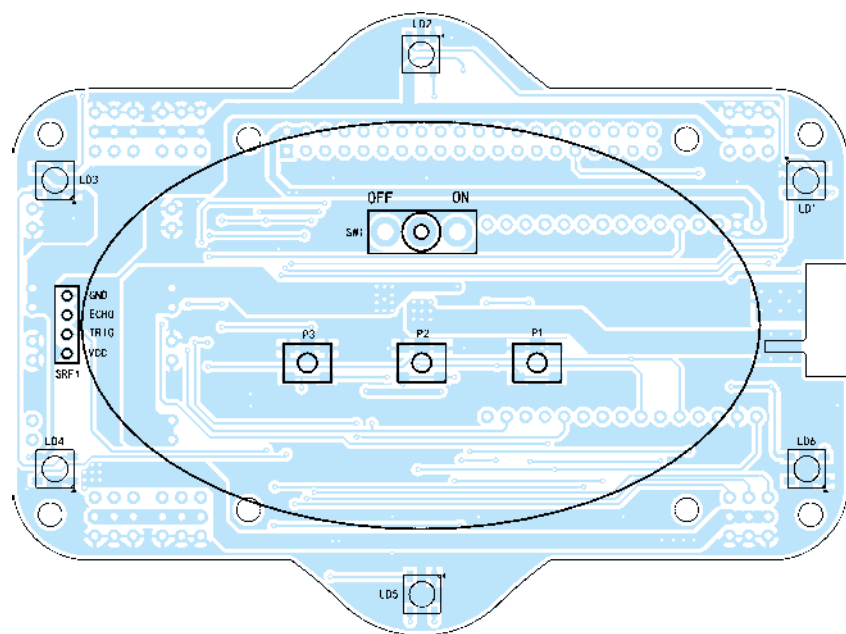
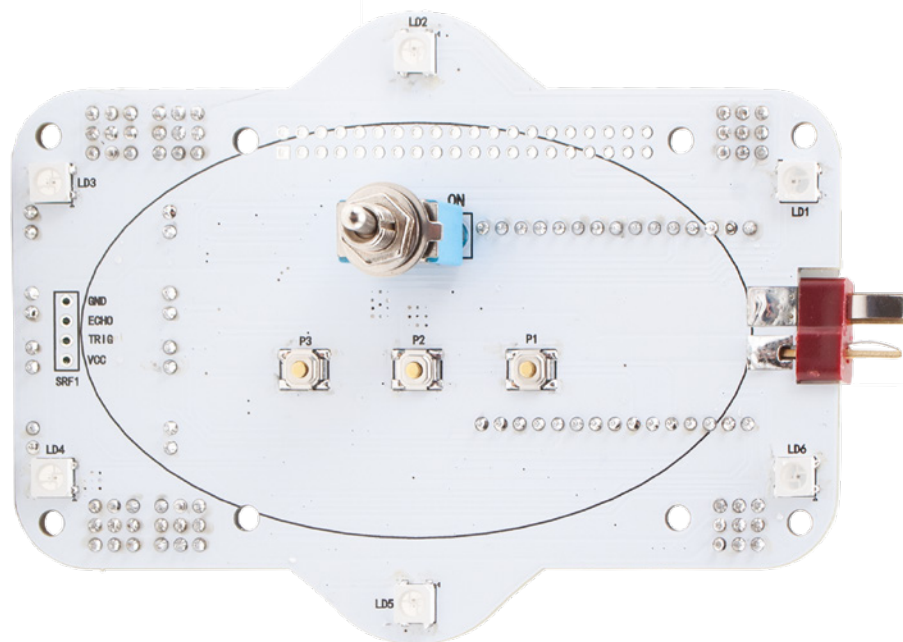
L'elemento essenziale è un modulo a microcontrollore adibito alla gestione dei servo da modellismo, nel nostro caso una scheda di sviluppo basata su MCU (MicroController Unit) ESP32 e distribuita da Futura Elettronica (www.futurashop.it) con codice 8300-YB555.

La board ESP32, già ampiamente utilizzata in diversi progetti della rivista, dispone di sufficiente potenza di calcolo per gestire il movimento coordinato dei servo e presenta integrato all'interno un modulo di comunicazione Wi-Fi e Bluetooth quest'ultimo, come vedremo, gestirà il controllo remoto in tempo reale.

Dall'analisi dello schema elettrico possiamo notare che l'alimentazione è affidata ad una batteria litio a 2 celle che fornisce in uscita una tensione compresa tra 6 e 8,4V a seconda del livello di carica, è quindi necessario utilizzare degli stabilizzatori di tensione in grado di fornire una tensione di 5V costanti, indipendentemente dal livello di carica della batteria.

A questo scopo nel PCB ci sono gli strip per inserire due moduli step-down switching di codice 3085-MP1584ENDCDC in grado di stabilizzare una tensione in ingresso, compresa tra 7 e 28V, in una stabilizzata a 5V con una corrente massima di 3A; un modulo alimenterà i nove servo di sinistra e l'altro i nove servo di destra. L'utilizzo della tecnologia switching permette di ridurre le perdite e sfruttare al meglio l'energia accumulata nella batteria.





Elenco Componenti:

- R1, R2, R4, R5, R6, R7, R10, R12:
10 kohm (0805):
- R3: 470 ohm (0805):
- R8, R9, R11, R13: 4,7 kohm (0603):
- C1, C3, C5, C8, C11, C12, C13, C14, C15,
C16, C17, C18, C19, C20, C21:
100 nF ceramico (0805):
- C2, C4: 220 µF 6,3 VL elettrolitico
(ø 6,3 mm x 5,8 mm):
- C6, C7, C9, C10: 330 µF 6,3 VL
elettrolitico (ø 8 mm x 5,5 mm):
- C22: 10 µF 6,3 VL elettrolitico
(ø 4 mm x 5,5 mm):
- LD1, LD2, LD3, LD4, LD5, LD6:
Neopixel 5x5 mm WS2812B:
- P1, P2, P3: Microswitch SKQGAFE010:
- U1, U2: Modulo Step-Down MP1584
5V/3A:
- U3, U4: PCA9685PW,112:
- U5: Modulo ESP32 (vedi testo):
- U6: MCP3221A5T-I/OT:
- U7: RaspberryPI 3A o compatibile
(Vedi testo)
- T1, T2: BC817
- SW1: SPDT switch (ON-ON)
- BAT: Connettore T maschio

Varie

- Strip femmina 15 vie (2 pz.):
- Strip maschio 3x3 vie (6 pz.):
- Strip maschio 2 vie:
- Strip femmina 2 vie:
- Circuito Stampato S1507 (111x83 mm)

Il componente U5 rappresenta il modulo ESP32, cuore principale del progetto, che sarà inserito nei rispettivi strip femmina saldati sul PCB. La board ESP32 dispone al suo interno di uno stabilizzatore LDO che fornisce una tensione di 3,3V stabilizzata necessaria ad alimentare il microcontrollore, noi la utilizzeremo anche per alimentare i circuiti integrati inseriti nel PCB, di cui ora ne daremo dettagli.

È necessario monitorare costantemente la tensione della batteria e nel caso dovesse scendere al di sotto dei 7V bloccare il robot per evitare un'eccessiva scarica che la possa danneggiare. Il valore di 7V è decisamente conservativo per una batteria al litio ma è la minima tensione alla quale funzionano correttamente i moduli step-down. Il chip U6 è un convertitore ADC a 12bit in grado di leggere tensioni comprese tra 0 e la tensione di



Mensile di elettronica applicata, attualità scientifica, novità tecnologiche.

Elettronica In

www.elettronica.in.it

oltre l'elettronica