

# IDROBOT

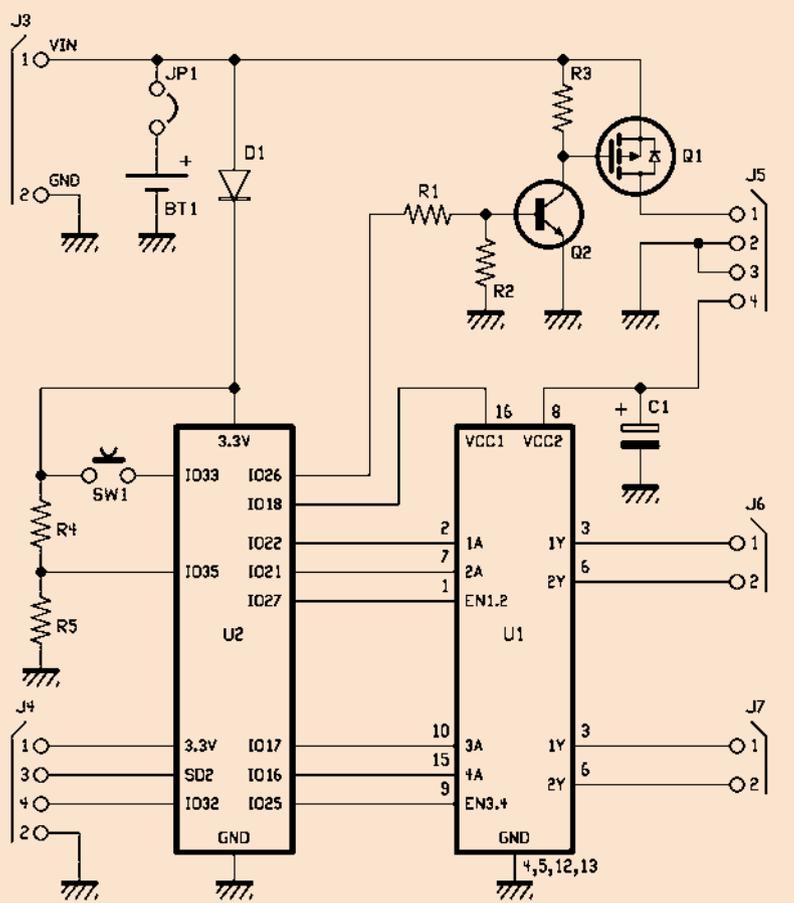
## LA CENTRALINA DI IRRIGAZIONE SMART BLE E LOW-POWER

di LUCA BELLAN



Realizziamo una centralina di irrigazione low-power, alimentata a batteria e programmabile con smartphone tramite Bluetooth Low Energy

**C**hiunque abbia un giardino, o anche una serie di vasi dotati di irrigazione automatica, dispone quasi sicuramente di una centralina che, una volta programmata, è in grado di erogare acqua in momenti precisi della giornata, con una durata preimpostata. Sul mercato esistono diverse tipologie di centraline. Alcune sono piuttosto semplici ed economiche: per programmarle, è sufficiente regolare dei selettori per determinare la frequenza e la durata dell'irrigazione. Esistono poi modelli intermedi, dotati di pulsanti e display, che consentono di impostare programmi di irrigazione personalizzati per ciascun giorno della settimana. Infine, ci sono centraline più avanzate che possono essere programmate tramite un'applicazione su smartphone e che addirittura si integrano con i sistemi di domotica, dimostrand



do come la tecnologia possa facilitare la gestione delle risorse quotidiane.

Questo approccio tecnologico apre nuove possibilità per gli appassionati di elettronica e fai-da-te, i quali spesso cercano di implementare soluzioni innovative e personalizzate per risolvere problemi comuni, sfruttando le nozioni e le idee trovate su riviste o sul web. Ed è proprio per questo motivo che nel corso degli anni sulla nostra rivista sono stati presentati diversi progetti che riguardano i sistemi di irrigazione e la gestione di una delle risorse più preziose sul nostro pianeta, ovvero l'acqua.

Continuando in questa direzione, in questo articolo vi presentiamo una centralina di irrigazione capace di controllare due valvole con solenoidi bistabili, alimentata da una batteria ricaricabile 18650, predisposta per la connessione di sensori per la pioggia e l'umidità, programmabile tramite app Android e soprattutto dai consumi elettrici estremamente ridotti, grazie alle ottimizzazioni sia lato software che lato elettronica.

Prima di esplorare il dettaglio del nostro progetto, è utile comprendere i fondamenti degli impianti di

irrigazione. Tipicamente, tali sistemi si compongono di una fonte d'acqua (che può essere il collegamento alla rete idrica cittadina o un serbatoio autonomo) e di una o più elettrovalvole controllate dalla centralina. Queste valvole sono essenziali per regolare il flusso d'acqua nelle diverse linee, o 'zone', dell'impianto di irrigazione. Esistono diverse tipologie di elettrovalvole, ciascuna con le proprie caratteristiche e applicazioni specifiche:

- **Elettrovalvole a motore DC:** queste elettrovalvole utilizzano un motore DC per controllare il flusso d'acqua, hanno una notevole affidabilità e consentono un controllo preciso sul flusso;
- **Elettrovalvole a solenoide:** le elettrovalvole a solenoide sono tra le più comuni nei sistemi di irrigazione; utilizzano un solenoide per aprire o chiudere il passaggio dell'acqua, sono semplici da installare e da utilizzare e sono disponibili in diverse dimensioni e portate;
- **Elettrovalvole a pistone:** sono caratterizzate da una costruzione robusta e sono adatte per applicazioni ad alta pressione; mediante il pistone possono gestire grandi portate d'acqua e sono spesso impiegate in sistemi di irrigazione agricola o industriale;
- **Elettrovalvole a membrana:** queste elettrovalvole utilizzano una membrana flessibile per controllare il flusso d'acqua e sono spesso utilizzate in applicazioni dove è richiesta una maggiore resistenza alla corrosione e all'usura;
- **Elettrovalvole a controllo di flusso:** queste elettrovalvole incorporano un regolatore di pressione o un riduttore di portata. Consentono una regolazione precisa del flusso d'acqua in base alle esigenze specifiche dell'impianto di irrigazione.

Ora che abbiamo visto le diverse tipologie di elettrovalvole, è facile comprendere perché la scelta della centralina dipende strettamente da loro. Una delle discriminanti per la scelta della centralina è senz'altro la disponibilità di alimentazione elettrica nel punto in cui si trovano le valvole: infatti molte centraline sono posizionate all'interno di pozzetti nel giardino o comunque in posti difficilmente raggiungibili da una linea di alimentazione fissa; in questo caso la scelta ricade sulle centraline alimentate a batteria che comandano valvole con solenoidi bistabili.

Grazie alla presenza di magneti permanenti, il solenoide bistabile (chiamato anche "latching solenoid") può rimanere in due stati stabili anche senza alimentazione, a differenza di un solenoide normale che

richiede un'alimentazione continua: questo consente un notevole risparmio energetico in quanto, il comando di apertura o di chiusura della valvola richiede un impulso elettrico di pochi millisecondi.

Il cuore della nostra centralina è un modulo ESP32 in formato "mini": il famoso microcontrollore a basso consumo energetico, dotato di funzionalità avanzate di connettività come Bluetooth e WiFi. Una delle tecniche di risparmio energetico più importanti offerte da ESP32 è il "deep sleep": quando la centralina non è attivamente coinvolta in processi di controllo o comunicazione, può entrare in questa modalità, riducendo significativamente il consumo energetico. Durante questa fase, la maggior parte dei componenti del modulo viene disattivata, consentendo di prolungare la durata della batteria.

Proprio per questo progetto è stato realizzato un modulo ESP32 (presentato in questo numero della rivista) che sfrutta al massimo la caratteristica low-power del controllore eliminando tutti gli elementi di maggior consumo e ottenendo così un assorbimento di corrente nell'ordine dei microampere ( $\mu\text{A}$ ).

## SCHEMA ELETTRICO

Il cuore del circuito è il modulo ESP32 alimentato da una batteria 18650 attraverso un jumper (JP1) che permette di isolare la batteria in caso di manutenzione alla scheda o di caricamento del firmware. La tensione della batteria (che a carica completa può arrivare a 4,2 Volt) danneggerebbe irrimediabilmente il modulo ESP32 se dovessimo alimentarlo direttamente, per questo abbiamo inserito il diodo D1 per ottenere un voltaggio compatibile con le specifiche di alimentazione del modulo (massimo 3,6 Volt); in questo caso, non è stato utilizzato un convertitore DC/DC step-down perché l'obiettivo primario è stato quello di massimizzare la durata della batteria.

Per raggiungere questo scopo, è stato essenziale minimizzare il consumo di corrente di ogni singolo componente del sistema.

Un partitore di tensione composto da R4 e R5, posizionato dopo il diodo, ci consente di misurare la carica della batteria grazie a un pin ADC: anche in questo caso le resistenze del partitore sono state dimensionate per fare fluire la minima quantità di corrente necessaria per la misura della tensione. SW1 serve per risvegliare il modulo ESP32 (normalmente in Deep Sleep) e farlo entrare in modalità connessione BLE per permettere la programmazione della centralina tramite app su

smartphone; questo pulsante è connesso al GPIO 33 che è anche un pin touch (in grado di rilevare il tocco umano).

Sul lato destro della scheda troviamo il connettore J3 che consente di alimentare la scheda utilizzando un alimentatore al posto della batteria, a patto che eroghi una tensione compresa tra i 3,6 e i 4,5 Volt. Sul connettore J4 troviamo i 3,3V generati dal modulo EPS32, GPIO 13, GPIO 32 (dotati delle funzionalità touch e ADC) e il GND del circuito. Questi pin non sono utilizzati nella versione attuale della centralina ma restano a disposizione per eventuali espansioni (ad esempio un sensore di pioggia o un sensore di umidità del terreno). Per elevare la tensione della batteria al voltaggio richiesto dal solenoide utilizziamo un convertitore DC/DC posizionato sulla strip J5; in commercio esistono differenti solenoidi bistabili che richiedono un voltaggio specifico come ad esempio 9, 12 o 24 Volt: andando a sostituire il convertitore DC/DC con uno adatto presente in catalogo, possiamo agevolmente adattare la nostra centralina di irrigazione qualora dovessimo cambiare le elettrovalvole. Nel nostro caso abbiamo utilizzato il convertitore 2846-DCDC12V in grado di elevare la tensione della batteria ai 12V (con una corrente di circa 280mA) necessari all'elettrovalvola da noi utilizzata.

Il componente L293D (posizionato in U1) è il popolare driver di motori DC pilotato da ESP32 che, grazie a due ponti H, ci consente di inviare impulsi a polarità invertita ai due solenoidi; nella variante che abbiamo selezionato questo componente include circuiti di protezione da sovracorrenti per evitare eventuali surriscaldamenti.

Gli impulsi ai solenoidi impongono l'erogazione di una quantità elevata di corrente in pochi millisecondi che il convertitore DC/DC fatica a fornire: per questo abbiamo inserito il condensatore C1 da 4700uF (come da specifica tecnica del solenoide da noi utilizzato). Il fatto che il condensatore sia in grado di sopportare una tensione massima di 25 Volt ci consente di utilizzare la maggior parte dei solenoidi di mercato (che operano ad un voltaggio massimo di 24 Volt) senza sostituire questo componente.

In questo progetto, ridurre il consumo di corrente per aumentare l'autonomia della batteria è fondamentale. A tale scopo, è stato sviluppato un circuito che sfrutta un paio di transistor, Q1 e Q2. Questo circuito è progettato per spegnere completamente il convertitore DC/DC quando non è in uso, eliminando così il suo consumo di energia.



Il processo inizia quando il modulo ESP32 attiva il transistor Q2, tramite il pin 26, portandolo in saturazione. Questo collega il collettore di Q2 al gate del mosfet Q1, il quale viene quindi portato a potenziale di terra, permettendo alla corrente di fluire dal source al drain.

Questa corrente alimenta il convertitore DC/DC, che carica il condensatore C1. Dopo il breve lasso di tempo necessario a caricare il condensatore, il modulo ESP32 imposta la polarità corretta sulle uscite dell'integrato L293D e invia l'impulso di attivazione al solenoide attraverso il pin ENABLE. Anche l'integrato L293D è un componente che consuma energia a riposo, per questo il pin VCC1 (alimentazione della parte logica) non è stato connesso ai 3,3 Volt dell'ESP32, bensì al pin 18 che fornisce tensione solamente quando l'integrato deve essere utilizzato.

Il circuito di accensione del convertitore, l'accensione controllata dell'integrato L293D e la realizzazione di un modulo ESP32 completamente low-power, uniti alla modalità software "deep

sleep" riducono al minimo i consumi di corrente consentendo alla centralina di irrigazione un funzionamento continuo per diversi mesi.

## MONTAGGIO

Il PCB della centralina è stato disegnato in modo da essere inserito e fissato, tramite le quattro viti M3 agli angoli, nel contenitore in ABS 8220-G31 1MF (disponibile su [www.futurashop.it](http://www.futurashop.it)) che è dotato di un grado di protezione dalla polvere e dall'acqua IP65/NEMA4 (grazie alla guarnizione in neoprene).

Per il suo assemblaggio facciamo riferimento al piano di montaggio e incominciamo a saldare sul PCB le cinque resistenze (da R1 a R5), il diodo D1, il pulsante SW1 (solo se vogliamo usarlo al posto del pin touch) e il jumper JP1.

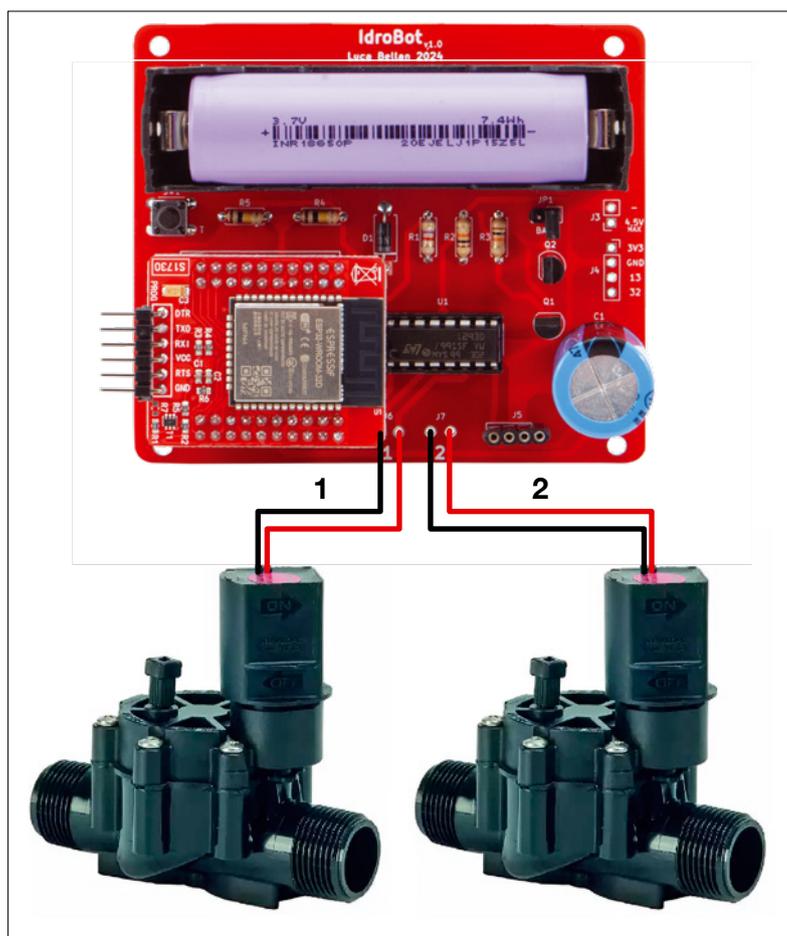
Proseguiamo con il transistor BC547 (Q2), il mosfet BS250 (Q1), lo zoccolo 8+8 per l'integrato L293D (U1) e per ultimi gli strip femmina con passo 2,54mm: 1x4 vie in J5, 2x10 sia in J1 che in J2. Terminiamo l'installazione dei componenti più ingombranti con il condensatore C1 e il porta batteria BT1 facendo estrema attenzione a rispettare le polarità.

Nel caso in cui avessimo scelto di utilizzare il pin touch per fare entrare in modalità programmazione la centralina possiamo saldare un cavo sulla piazzola di SW1 contrassegnata dalla lettera "T" per poi farlo uscire dal contenitore. In questo modo, ci basterà toccare il cavo per attivare la modalità di programmazione della centralina, rendendo il processo più semplice e veloce rispetto a svitare tutte le volte il coperchio del contenitore per premere il pulsante.

Suggeriamo un ulteriore metodo che consente di utilizzare il pin touch senza portare fuori il cavo: saldiamo sempre il cavo alla piazzola del pulsante e facciamo in modo che tocchi, dall'interno, una delle quattro viti di fissaggio del coperchio; in questo modo ci basterà toccare la vite sul coperchio del contenitore per attivare la modalità di programmazione.

Per il collegamento tra la centralina e i solenoidi (**Fig. 1**), consigliamo di saldare quattro pezzi di cavo da 1mm<sup>2</sup> ai connettori J6 e J7. La lunghezza dei cavi dovrebbe essere tale da coprire la distanza tra la centralina e i solenoidi. Successivamente, passeremo questi cavi attraverso quattro piccoli fori che realizzeremo sul bordo del contenitore in plastica, all'altezza delle scritte "1" e "2" sul PCB. È importante sigillare i bordi dei fori con del silicone per evitare infiltrazioni d'acqua.

**Fig 1**  
Collegamento tra scheda ed elettrovalvole.



Mensile di elettronica applicata, attualità scientifica, novità tecnologiche.

# Elettronica In

[www.elettronica.in.it](http://www.elettronica.in.it)

oltre l'elettronica