



# Prepararsi all'Esame di Stato

In questa sezione vengono proposti 4 ambiti di applicazione illustrandone le singole parti tecnologiche e di progettazione.

Le proposte di applicazioni fanno costante riferimento alle parti teoriche e applicative descritte nei tre volumi del corso di TPSEE e agli approfondimenti e Focus disponibili sul sito [www.hoepliscuola.it](http://www.hoepliscuola.it).

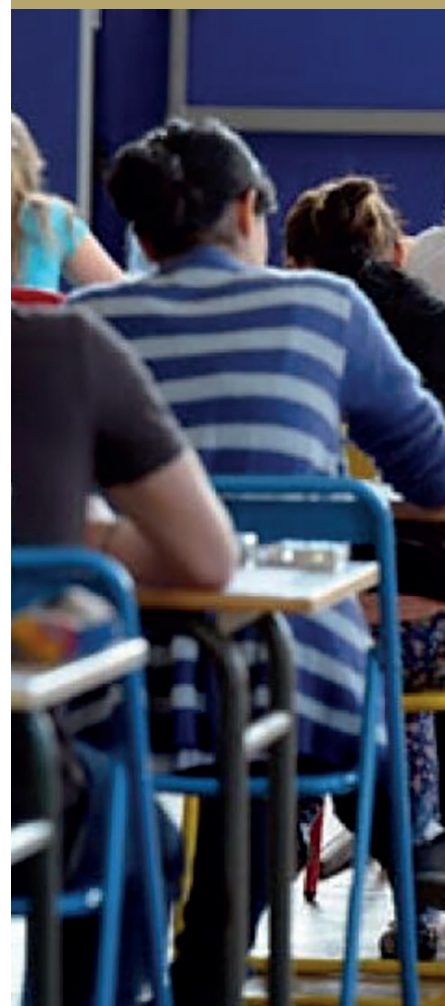
Alla fine di ciascun progetto sono proposti esercizi di approfondimento su alcuni aspetti delle applicazioni analizzate, ampliandone le potenzialità e suggerendo nuove possibilità di sviluppo. Ogni proposta fornisce il richiamo ad argomenti ed esercitazioni sviluppati nel corso.

Queste esercitazioni hanno lo scopo di superare la logica utilizzata nei tre anni di formazione legata ad esempi, comunque parziali, che limitavano lo studio alla soluzione di problemi legati allo specifico argomento presentato di volta in volta nel modulo in studio.

La conoscenza alla fine del ciclo di studi deve essere globale e deve saper far sintesi delle conoscenze acquisite. La realtà lavorativa è fatta di un tutto e lo studente, alla fine del suo percorso di studi, dovrà saper affrontare le problematiche di progetto di un'apparecchiatura elettronica da tutti i punti di vista: tecnico, economico e amministrativo. Le sue scelte determinano il futuro del prodotto realizzato, la sicurezza del suo impiego, la manutenibilità e affidabilità e in definitiva il suo successo.

Le applicazioni proposte tracciano un percorso attraverso le conoscenze acquisite nei tre anni del corso: lo studente sarà in grado di usarle completando le indicazioni fornite dalla descrizione del problema, di operare scelte di progetto consapevoli e di raggiungere i risultati richiesti. È ciò che si propone la seconda prova scritta dell'Esame di Stato. Rendere lo studente consapevole della propria preparazione riunendo in un'unica prova ciò che ha imparato nelle varie discipline tecniche e scientifiche per risolvere problemi (problem solving), che è ciò che la sua attività di tecnico e/o di studente universitario lo obbligherà a fare in futuro.

- 1 Il funzionamento di una stazione meteorologica
- 2 Costruire un robot
- 3 Controlli domotici
- 4 L'elettronica per i vivaisti



## IL FUNZIONAMENTO DI UNA STAZIONE METEOROLOGICA



**fig. 1**  
Stazione metereologica.

Una stazione metereologica (**fig. 1**) è costituita da più sensori (pressione, temperatura, umidità, velocità e direzione del vento, pluviometro), raccoglie i dati a intervalli prefissati e poi li invia (con un collegamento Wi-Fi o via Ethernet) a un centro di raccolta che provvederà ad archivarli e ad analizzarli.

Per determinare pressione, temperatura e umidità si utilizzano i sensori descritti nel **Volume 3, mod. A, cap. 1**.

Ciascun sensore si interfaccia con la scheda Arduino nei modi e secondo gli esempi seguenti:

- misura di pressione (**Volume 2, mod. G, cap. 24, applicazione 12; mod. A, cap. 1, par. 5**);
- misura di temperatura (**Volume 1, mod. B, cap. 4, parr. 9 e 10; volume 2, mod. G, cap. 24, applicazione 11; mod. A, cap. 1, par. 6**);
- misure di umidità (**Volume 3, mod. L, cap. 21, par. 7 e applicazioni 1 e 2**).

La velocità del vento viene misurata mediante un anemometro (**fig. 2**), mentre la direzione del vento con una banderuola (wave vane, weathercock) (**fig. 3**)

La velocità della rotazione dell'anemometro può essere misurata utilizzando un encoder incrementale (**Volume 3, mod. A, cap. 1, par. 2**). Le pale di rotazione dell'anemometro sono connesse all'albero dell'encoder che ruotando genera impulsi che contati in un determinato intervallo di tempo (un decimo di secondo, un secondo, un minuto ecc.) permette di determinare la velocità di rotazione.

Un'altra soluzione (più economica) richiede il cablaggio dell'asta dell'anemometro di una ruota dentata che, ruotando, interagisce o con un sensore ottico, come una forcina ottica (**Volume 3, mod. A, cap. 5, par. 5**) o con un sensore di Hall (**Volume 1, mod. B, cap. 4, par. 11; Volume 3, m. A, cap. 1, par. 4**).

La direzione del vento può essere misurata mediante un encoder assoluto (**Volume 3, mod. A, cap. 1, par. 2**) il quale in ogni posizione dell'albero genera sempre lo stesso codice, per cui è sufficiente in fase di installazione associare a ogni codice la direzione del vento (nord, est, sud, ovest). L'encoder assoluto genera un codice a più bit per cui si può parzializzare la rosa dei venti con la risoluzione più adatta.

La valutazione della direzione del vento può essere ottenuta collegando l'elemento rotante della banderuola a un potenziometro (**Volume 1, mod. B, cap. 4, par. 7; Volume 3, mod. A, cap. 1, par. 2**). In questo caso è sufficiente inserire il potenziometro in un partitore di tensione e associare la tensione ai capi del cursore alla posizione della banderuola.

Il pluviometro (**fig. 4**) viene installato in un luogo aperto e calcola, in mm/h, la quantità di pioggia caduta misurando il livello del liquido mediante un galleggiante (**Volume 3, mod. A, cap. 1, par. 7**). La misura del livello di precipitazioni viene effettuata, in genere, ogni 12 ore. L'importanza del pluviometro esiste dall'antica Grecia. Sebbene all'inizio fosse utile solo per migliorare i campi agricoli, era importante garantire il sostentamento del cibo alla popolazione. Negli anni la sua importanza è aumentata in modo tale da servire non solo per le colture, ma anche per misurare le precipitazioni al fine di studiare i climi in tutto il mondo e per diagnosticare i cambiamenti climatici.

Il pluviometro misura la quantità di pioggia in mm in quanto vale la seguente equivalenza:

$$1 \text{ mm} = 1 \text{ litro di pioggia su una superficie di } 1 \text{ metro quadrato.}$$

Quindi se al termine di un temporale il pluviometro ha raccolto un totale di 10 mm di acqua si può dedurre che dall'inizio dell'episodio piovoso sono caduti ben 10 litri di acqua sulla superficie di 1 metro quadrato.



**fig. 2**  
Anemometro.



**fig. 3**  
Banderuola.



**fig. 4**  
Pluviometro.

In un giardino di 20 metri quadrati sono caduti, quindi 200 litri d'acqua ( $20 \times 10 = 200$  litri). Per ottenere una misura corretta il pluviometro deve essere installato ad almeno 2 m di altezza dal suolo, libero da ostacoli (alberi, palazzi ecc.) e ben livellato in piano. Il software realizzato con l'IDE di Arduino gestisce la raccolta delle misure delle grandezze fisiche misurate dai vari sensori e le organizza con un semplice protocollo e le invia, tramite una connessione WiFi (**Volume 3, mod. L, cap. 22, par. 4 e applicazione 3**) a un computer connesso.

**fig. 5**  
Pannello solare.



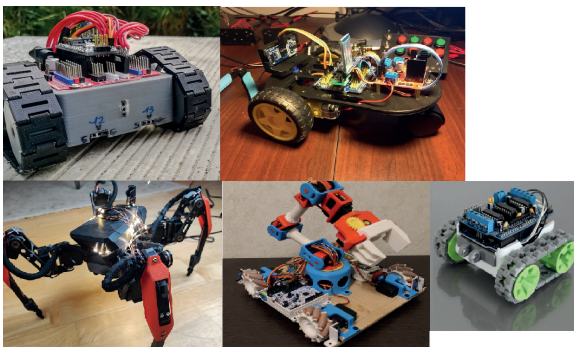
L'alimentazione dell'apparecchiatura è fornita da un pannello solare (**fig. 5**) (**Volume 3, mod. C, cap. 5. par. 2**) che genera una tensione di  $12 V_{dc}$ . La potenza del pannello solare può variare da 5 W a 200 W. Si deve quindi valutare il consumo del circuito progettato e poi scegliere il pannello che fornisce la potenza richiesta. La tensione di 12 V va poi ridotta a 5 V (**Volume 3, mod. H, cap. 15, par. A2**) per poter alimentare correttamente la scheda Arduino e i circuiti di acquisizione dati.

## ESERCIZI DI APPROFONDIMENTO

- 1.1** Programmare la stazione metereologica in modo tale che sia in grado di rilevare per mezzo del sensore di umidità, l'inizio di una precipitazione atmosferica e che quindi effettui automaticamente la rilevazione pluviometrica senza attendere la normale scansione ogni 12 ore. Si può anche memorizzare l'orario in cui inizia la precipitazione atmosferica allo scopo di correlarla meglio agli altri parametri misurati e quindi arricchire l'informazione climatica.
- 1.2** Modificare il circuito di alimentazione aggiungendo una batteria tampone che permetta di mantenere il circuito alimentato nelle ore notturne. Di giorno i pannelli solari alimentano la stazione metereologica e mantengono carica la batteria tampone.

## 2

## COSTRUIRE UN ROBOT



**fig. 1**  
Tipi di robot realizzabili mediante stampanti 3D.

La più grande difficoltà da superare per realizzare robot sperimentali è la costruzione della struttura meccanica e i rotismi del robot stesso.

Oggi tale difficoltà può essere superata in quanto gli elementi del robot possono essere realizzati utilizzando una stampante 3D.

È possibile reperire su internet i disegni di fabbricazione in formato STL di vari tipi di robot che si muovono su ruote, su cingoli, articolati (pick and place) oppure quadrupedi o esapodi.

I robot mostrati nella **figura 1** possono essere scaricati gratuitamente o con una spesa irrisoria (pochi euro) ai seguenti indirizzi.

- <https://www.thingiverse.com/thing:4234438/file>
- <https://www.thingiverse.com/thing:4724049/files>
- <https://www.thingiverse.com/thing:6345316>
- <https://www.myminifactory.com/object/3d-print-101076>
- <https://www.myminifactory.com/object/3d-print-smars-modular-robot-50346>

Se non si dispone di una stampante 3D ci si può avvalere di un servizio di stampanti 3D online oppure si può noleggiare una macchina al costo di qualche decina di euro presso i negozi di informatica.

I disegni in formato STL scaricati (da internet) sono modificabili e adattabili alle proprie esigenze utilizzando Cad3D, per esempio FreeCad (gratuito), Inventor, Autodesk ecc.

Il movimento dei robot può essere controllato da

- motori in corrente continua (fig. 2) (Volume 3, mod. D, cap. 7 par. 2), regolandone la velocità utilizzando un controllo PWM (Volume 2, mod. G, cap. 24, applicazione 12; volume 3, mod. D, cap. 7, par. 2) e il senso di rotazione (Volume 3, mod. D, cap. 7, par. 2);
- motori passo-passo (fig. 3) (Volume 3, mod. D, cap. 7, par. 5; Volume 3, mod. L, cap. 21, applicazione 6);
- servomeccanismi (fig. 4) (Volume 3, mod. L, cap. 21, applicazione 5).

fig. 2

Motore a corrente continua con riduttore.



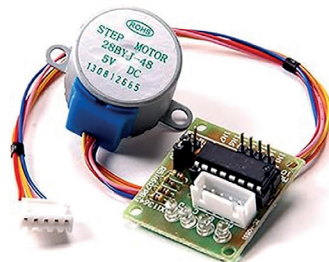
fig. 3

Motore passo passo e shield di controllo per la scheda Arduino.

fig. 4

Servomeccanismo.

2



3



4

Il cambio di direzione in un robot ruotato o cingolato può essere ottenuto controllando il movimento delle ruote, o dei cingoli, in modo indipendente. Per far svoltare a destra un robot cingolato basta bloccare il movimento del cingolo destro, così che il sinistro muovendosi, lo fa ruotare a destra. La svolta a sinistra si ottiene, invece, bloccando il cingolo sinistro.

Se invece le due ruote non sono indipendenti occorre agire sulla ruota anteriore ruotandola in un senso o nell'altro così da ottenere lo spostamento desiderato.

Il robot deve anche poter riconoscere l'ambiente in cui si trova per evitare pericolose collisioni. Un primo esempio per conferirgli questa capacità è quello di dotarlo di un sensore a ultrasuoni (fig. 5) che valuta la presenza di ostacoli misurando la distanza fra gli stessi e il robot (Volume 3, mod. L, cap. 21, applicazione 4).

Un'alternativa semplice può essere quella di equipaggiarlo con una protezione laterale in gomma con interruttori di prossimità (Volume 1, mod. C, cap. 7) (fig. 6), che vengono azionati in caso di urto. Questa soluzione presenta l'inconveniente che l'urto del robot con l'ostacolo avviene alla velocità di spostamento, per cui si potrebbe incorrere nel danneggiamento del robot, dell'ostacolo o del sensore.

La soluzione a ultrasuoni presenta i seguenti vantaggi: può far intervenire il sistema di controllo a distanza, così da agire sulla velocità di rotazione dei motori che controllano il movimento, rallentando o provocando un arresto dolce senza scosse.

Un'altra soluzione oltre al sensore a ultrasuoni (fig. 7) potrebbe essere utilizzare un sensore a infrarossi (Volume 3, mod. L, cap. 21, par. 3), oppure una telecamera (fig. 8).

Il robot può essere controllato mediante comandi digitati su una tastiera a matrice controllata dall'utente (fig. 9) (Volume 2, mod. G, cap. 24, applicazioni 2 e 3), oppure con un'app da uno smartphone.



fig. 5

Sensore a ultrasuoni per la scheda Arduino.



fig. 6

Interruttore di prossimità.

fig. 7

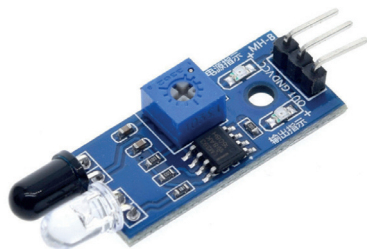
Sensore a infrarossi per la scheda Arduino.

fig. 8

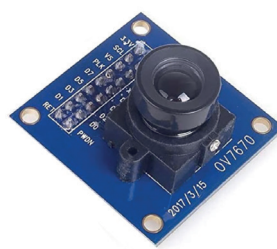
Telecamera per la scheda Arduino.

fig. 9

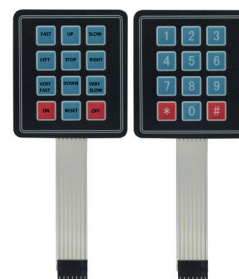
Tastiera a matrice.



7



8



9

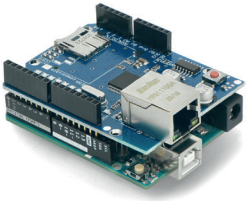


fig. 10

Cablaggio della scheda Arduino con lo shield Ethernet.



fig. 11

Porta batterie per la scheda Arduino.

La scheda Arduino, collegata con uno shield Ethernet, che legge i dati forniti dalla tastiera (**Volume 3, mod. L, cap. 22, applicazione 5**) li trasmette per mezzo di una connessione Bluetooth alla scheda Arduino posta sullo chassis del robot anch'essa dotata di uno shield Ethernet (**fig. 10**). La tastiera deve permettere di attivare e disattivare il robot e deve controllare la direzione di marcia (avanti, indietro) e la rotazione (a destra o a sinistra) e la velocità dello spostamento.

Sia l'alimentazione del robot che quella della tastiera è fornita da due pacchi da 4 batterie a stilo AA da 1,2 V ricaricabili (**fig. 11**).

## ESERCIZI DI APPROFONDIMENTO

- 2.1 Aggiungere alla console di controllo un display LCD (**Volume 2, mod. G, cap. 24, applicazione 5**) (**fig. 12**) che mostra lo stato attuale del robot (si muove, è fermo, gira a destra, gira a sinistra, movimento avanti o indietro).
- 2.2 Aggiungere alla console di controllo la segnalazione dello stato di carica della batteria. Verificare se è necessario aggiungere un circuito di adattamento (la tensione massima non deve superare la massima tensione di ingresso applicabile) per collegare il segnale ricavato dalla tensione di alimentazione a un ingresso analogico della scheda Arduino per effettuare la misura (**Volume 1, mod. J, cap. 29, par. 2**).
- 2.3 Aggiungere ai controlli della console di comando la possibilità di regolare la velocità di spostamento del robot fra un minimo e un massimo. Si può utilizzare un potenziometro (**Volume 1, mod. B, cap. 4, par. 7**) che regola la velocità di spostamento (rotazione antioraria riduce la velocità, rotazione oraria la incrementa) oppure usare due tasti della tastiera, uno per incrementare e uno per decrementare la velocità. La soluzione hardware richiede l'utilizzo di un ingresso analogico della scheda Arduino, mentre la soluzione con la tastiera è interamente gestita dal software. Il valore di velocità impostato in entrambi i casi viene visualizzato sul display LCD.
- 2.4 Controllare il movimento del robot mediante un joystick (**fig. 13**). Lo spostamento in avanti della leva comporta un movimento in avanti del robot, uno spostamento indietro della leva un movimento indietro. I movimenti laterali a destra e sinistra una rotazione di 90° del robot. Un ulteriore sviluppo potrebbe utilizzare lo spostamento della leva per regolare con precisione gli angoli di rotazione. Quando la leva non è azionata e si trova nel punto di riposo il robot si ferma. È opportuno che il robot si muova solo in base alla posizione della leva del joystick ma deve essere stato dato un esplicito consenso da un pulsante di avvio della tastiera, ciò per evidenti ragioni di sicurezza: il robot non si deve poter avviare se per sbaglio si urta il joystick (**Volume 2, mod. G, applicazione 7**).
- 2.5 Aggiungere una segnalazione sonora (bip bip) e una luminosa (un led ad alta luminosità) che segnali che il robot è in movimento (**fig. 14**). La segnalazione sonora può essere generata con un buzzer (**Volume 3, mod. D, cap. 7, par. 7**) oppure un piccolo altoparlante che emette un segnale bitonale (**Volume 2, mod. G, cap. 24, applicazione 8**). La segnalazione luminosa deve essere posizionata in modo che quando è accesa sia visibile a 360°.

fig. 12

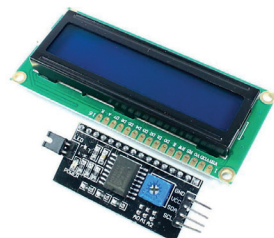
Modulo LCD per la scheda Arduino.

fig. 13

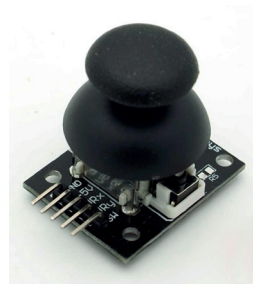
Joystick per la scheda Arduino.

fig. 14

Led ad alta luminosità.



12



13



14

## CONTROLLI DOMOTICI

Un controllo domotico (**Volume 2, mod. E, cap. 18**) permette di automatizzare, anche da remoto, le principali funzionalità domestiche: illuminazione, ventilazione, condizionamento e riscaldamento degli ambienti, l'attivazione e la disattivazione (temporizzata e non) delle prese elettriche collegate con elettrodomestici (lavatrici, lavastoviglie, aeratori ecc.), sistemi di sicurezza, videocitofoni, impianti di sorveglianza, controllo degli accessi, movimentazione di tapparelle e zanzariere, controllo fuga di gas, sistemi di diffusione sonora, cancelli elettrici, impianti di irrigazione del giardino, tendaggi, impianti a pannelli solari.

Tutti i progetti utilizzano come scheda di controllo la scheda Arduino connessa con una tastiera (**Volume 2, mod. G, cap. 24, applicazioni 2 e 3**) e un display LCD (**Volume 2, mod. G, cap. 24, applicazione 5**). La connessione con i vari moduli avviene utilizzando lo shield Ethernet via WiFi (**Volume 3, mod. L, cap. 22, par. 4 e applicazione 3**).

### L'impianto di sicurezza

L'impianto di sicurezza ha lo scopo di verificare che non vi siano intrusioni di persone nei locali sia in presenza sia in assenza degli abitanti (**fig. 1**).

Gli ambienti devono essere selezionabili per zone, in modo tale che sia possibile controllare alcuni locali non utilizzati (per esempio, di notte: il soggiorno, il bagno al pian terreno, il giardino ecc.) mentre altri sono frequentati (per esempio di notte: i bagni, le camere da letto ecc.). In assenza di persone tutti i locali sono controllati.

Gli accessi possono essere controllati installando su tutti i luoghi di accesso (porte, finestre, abbaini ecc.) interruttori n.c. (normalmente chiusi) (**Volume 1, mod. C, cap. 7**) in posizioni adatte e possibilmente nascoste e non accessibili (**fig. 2**). Sono utili anche interruttori reed che sono azionati da un magnete (**Volume 1, mod. C, cap. 7**). Particolare interesse hanno anche i contatti per vibrazione (**fig. 3**). Il contatto per vibrazione è formato da una lamella alla cui sommità c'è un "martelletto" che funge da pendolo. Con le vibrazioni il pendolo vibra facendo toccare la lamella con un contatto. La sensibilità della vibrazione della lamella si regola con una vite, che spinge o allontana la lamella stessa dal contatto.

**fig. 1**

Pannello di comando di un impianto di allarme.



**fig. 2**

Contatto magnetico.



**fig. 3**

Contatto a vibrazione.



**fig. 4**

Shield PIR per controllo volumetrico per Arduino.

Questi componenti pur essendo poco costosi ed efficaci, presentano l'inconveniente di richiedere un cablaggio con fili elettrici che potrebbe essere di difficile realizzazione e costoso, pertanto oggi sono diffusi i dispositivi volumetrici basati su sensori a infrarossi passivi PIR (Passive InfraRed sensor) (**fig. 4**) (**Volume 3, mod. L, cap. 21, applicazione 3**). Tutti gli oggetti emettono una radiazione di corpo nero. Si tratta di radiazioni infrarosse che sono invisibili all'occhio umano, ma possono essere rilevate. Il termine passivo specifica che il dispositivo PIR non emette un fascio di luce a infrarossi, ma semplicemente lo rileva, passivamente, in ingresso.



**fig. 5**  
Sirena per antifurto.

Il dispositivo è in grado di rilevare il movimento di una persona in un ambiente confrontando la sorgente di raggi infrarossi emessa con una certa temperatura da un corpo umano con quella emessa per esempio dai muri perimetrali.

Il dispositivo può inviare l'informazione con un collegamento cablato oppure utilizzando un collegamento WiFi o internet (**Volume 3, mod. L, cap. 22, par. 4 e applicazione 3**).

Rilevata l'intrusione il sistema di controllo reagisce inviando una segnalazione automatica (a volte silenziosa) via e-mail al proprietario o alle forze dell'ordine, e attivando una segnalazione (**fig. 5**), prolungata nel tempo, sonora e luminosa (**Volume 2, mod. G, cap. 24, applicazione 8**).



**fig. 6**  
Rivelatore di fumo.

### Fuga di gas o fumo

Un'altra importante segnalazione che può essere raccolta da un impianto domestico riguarda una possibile fuga di gas (**Volume 3, mod. A, cap. 1, par. 10**) o la presenza di fumo (**fig. 6**), indice di un possibile incendio (**Volume 2, mod. G, cap. 24, applicazione 9**), a cui il sistema di controllo può reagire aprendo le finestre, disattivando tutte le fonti di energia che generano calore e che potrebbero innescare un'esplosione, segnalando con un avviso sonoro la situazione di pericolo (**Volume 2, mod. G, cap. 24, applicazione 8**).

### Movimentazione di tapparelle e zanzariere

Le tapparelle elettriche motorizzate (**fig. 7**) contribuiscono a migliorare il risparmio energetico e l'efficienza termica della casa e possono essere controllate oltre che con comandi manuali, da telecomandi o in remoto per mezzo di una centralina di controllo. L'attivazione in chiusura e in apertura, totale o parziale, può essere condizionata da una temporizzazione preimpostata, dalle condizioni atmosferiche (chiuso in caso di pioggia, semichiuso se l'insolazione è elevata, e ambientali, presenza di fumo esterno o di miasmi).

Per controllare la chiusura e l'apertura di una tapparella viene utilizzato un motore in corrente alternata (**Volume 3, mod. D, cap. 7, par. 3**) per tapparelle elettriche tubolare, installato all'interno del rullo di avvolgimento della tapparella. La scelta del motore è condizionata dal peso, dal tipo di materiale e dalle dimensioni della tapparella.

È opportuno scegliere un motore che permetta la manovra di soccorso, cioè il motore deve possedere un gancio esterno in cui, in caso di mancanza di corrente, viene inserita un'asta (tipo quella delle tende da sole) con cui alzare o abbassare la tapparella a piacimento.

Un altro vantaggio che si ottiene con una tapparella motorizzata è data dall'eliminazione del cintino di sollevamento e del rullo avvolgitore di richiamo del cintino. Inoltre si ottiene un miglioramento estetico, si evita la sostituzione periodica del cintino ma soprattutto si elimina il rischio di rotture improvvise che possono risultare pericolose per le persone e dannose per la tapparella (**Volume 2, mod. H, cap. 27, parr. 10 e 14**).

**fig. 7**  
Tapparelle elettriche motorizzate.

**fig. 8**  
Motore elettrico per tapparelle tubolare.



7



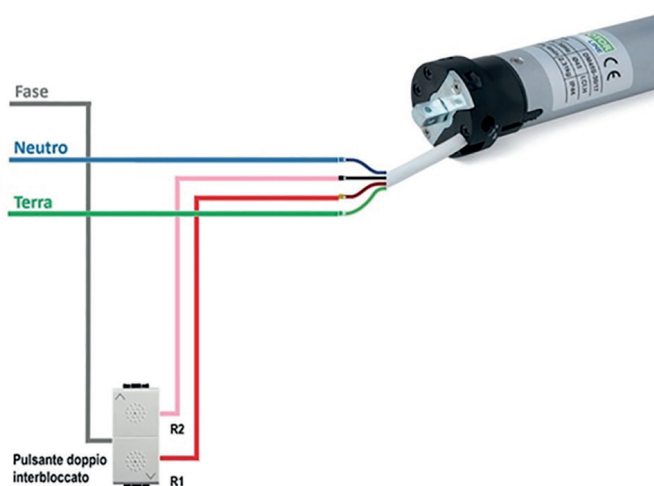
8

La **figura 9** mostra lo schema di connessione del motore tubolare. Un sistema di controllo automatico deve sostituire lo schema di connessione dei pulsanti (**Volume 1, mod. C, cap. 7**) con i contatti di un relè (**Volume 1, mod. C, cap. 7**) o di elementi allo stato solido (SCR, TRIAC) (**Volume 3, mod. B, cap. 3, parr. 1 e 3**) che realizzino lo stesso schema di connessione. Si noti che i pulsanti sono interbloccati, cioè non possono essere chiusi entrambi contemporaneamente. Nei pulsanti questa funzione viene realizzata con un blocco meccanico, nell'automazione è responsabilità del tecnico che progetta il meccanismo.

Le zanzariere vengono motorizzate con un sistema analogo a quello delle tapparelle ma con motori meno potenti in quanto sono molto più leggere. Alcune realizzazioni hanno anche un sensore di presenza, sia interno sia esterno, con tre livelli di arresto del movimento della zanzariera che fa sì che la zanzariera si apra automaticamente quando si entra nell'area di rilevamento del sensore (**Volume 3, mod. L, cap. 21, applicazione 3**), naturalmente tale funzione in un ambiente piccolo potrebbe risultare fastidiosa, per cui bisogna prevedere la possibilità di escluderla. Il pulsante di apertura è spesso a sfioramento (**Volume 3, mod. L, cap. 21, applicazione 2**).

fig. 9

Schema di connessione del motore tubolare per tapparelle motorizzate e dei pulsanti di controllo.



## ESERCIZI DI APPROFONDIMENTO

- 3.1** Progettare un sistema di controllo che utilizzando la scheda Arduino controlli l'impianto di illuminazione dei vari ambienti. Utilizzando le uscite PWM della scheda realizzare dei punti luce ove è possibile controllare la luminosità dell'ambiente (**Volume 1, mod. J, cap. 29, par. 2; volume 2, mod. G, cap. 24, applicazione 12**). L'interfacciamento fra la scheda logica di controllo e il carico di potenza viene realizzato con un circuito di isolamento che utilizzi o un trasformatore (**Volume 3, mod. K, cap. 18**) o un accoppiatore ottico, come il MOC3020 (**Volume 3, mod. C, cap. 5, parr. 4 e 5**).
- 3.2** Progettare un impianto di irrigazione del giardino che funzioni automaticamente con temporizzazioni programmate. Nel caso di pioggia, utilizzando le informazioni di un pluviometro (vedi Stazione meteorologica), l'irrigazione deve essere interrotta. Il sistema regola la durata dell'irrigazione anche in funzione dell'umidità del terreno (**Volume 3, mod. L, cap. 21, par. 7 e applicazione**) e della temperatura esterna (**Volume 3, mod. A, cap. 1, par. 6; volume 2, mod. D, cap. 12, applicazione 1; volume 2, mod. G, cap. 24, applicazione 11**).
- 3.3** Progettare un sistema di controllo dell'impianto di riscaldamento che preveda l'accensione o lo spegnimento dell'impianto sia in fasce orarie prestabilite sia in funzione della temperatura massima e minima di ogni ambiente. L'attivazione della caldaia può avvenire utilizzando un contatto di un relè (**Volume 1, mod. C, cap. 7**) oppure mediante un interruttore allo stato solido, SCR o TRIAC (**Volume 3, mod. A, cap. 3, parr. 1 e 3**).





**fig. 1**  
Interno di una serra.

Il vivaista è un operatore specializzato che si occupa della coltivazione e riproduzione, in vivai o serre, di piante arboree, arbustive, forestali, orticole e ornamentali da interno ed esterno.

Le attività sono varie e spaziano dalla selezione dei semi, alla preparazione del terreno, alla moltiplicazione e/o riproduzione delle piante attraverso semina, talea o innesto, alla cura e prevenzione di malattie (con trattamenti specifici sulla base di eventuali patologie), al trapianto della pianta e infine alla vendita.

Per proteggere i vegetali o i prodotti vegetali dagli organismi nocivi o prevenirne gli effetti, favorire o regolare i processi vitali, eliminare le piante indesiderate o frenare un loro indesiderato accrescimento, si

utilizzano prodotti fitosanitari (per salvaguardare le piante dai danni di parassiti e insetti), fertilizzanti e pesticidi, che sono potenzialmente tossici e, in alcuni casi, anche cancerogeni, il cui uso è quindi regolamentato e deve essere fatto utilizzando i dispositivi DPI opportuni (guanti, maschere, mascherine, occhiali, abiti di protezione ecc.) (**Volume 3, mod. N, cap. 26**).

Molte delle operazioni che il vivaista deve fare per gestire un impianto vivaistico, in genere in serre (**fig. 1**) può essere controllato e automatizzato grazie ad apparecchiature elettroniche che raccolgono informazione da sensori (temperatura, pressione, umidità ecc..) e che comandano gli impianti di irrigazione che possono essere: a innaffiamento, a goccia, idroponici regolando la quantità d'acqua utilizzata (**Volume 3, mod. A, cap. 1, par. 8**) e la tempistica di erogazione. Le stesse problematiche dell'irrigazione riguardano l'erogazione dei prodotti fitosanitari.

La gestione dei dati ambientali della serra si effettua misurandoli, interpretandoli e regolandoli tenendo conto anche delle condizioni ambientali esterne (temperatura, umidità, pressione, velocità e direzione del vento) per cui ogni vivaio raccoglie informazioni sui parametri ambientali esterni per mezzo di una stazione meteorologica (**Volume 3, Prepararsi all'Esame di Stato, Esercitazione 1**).

Il confronto fra i dati ambientali esterni e quelli interni alla serra determinano le condizioni di aereazione, interna (forzata o naturale) di temperatura (**Volume 1, mod. B, cap. 4, parr. 9 e 10; volume 2, mod. G, cap. 24, applicazione 11; Volume 3, mod. A, cap.1, par.6**) e di umidità dei terreni (**Volume 3, mod. L, cap. 21, par. 7 e applicazioni 1 e 2**). Il sistema di automazione regola l'apertura dei lucernari controllati con motori a corrente continua con riduttori meccanici (**Volume 3, mod. D, cap. 7, par. 2**) oppure ventilatori che forzano il ricambio d'aria regolando nel contempo la temperatura dell'ambiente.

Il vivaista ha la necessità di assicurarsi una crescita prolungata delle piante possibilmente indipendentemente dall'effetto delle stagioni. Per ottenere ciò deve cercare di mantenere il microclima ideale all'interno di una serra per garantire lo sviluppo delle piante.

Le piante, per poter crescere devono produrre la fotosintesi. Per attuare questo processo, oltre alla luce solare e all'acqua, esse hanno bisogno dell'anidride carbonica ( $\text{CO}_2$ ).

Per le piante collocate all'esterno l'anidride carbonica è normalmente disponibile. Nella serra, l'aria fresca non circola come all'esterno e quindi, l'apporto di anidride carbonica alle piante è limitato. A questo inconveniente si ovvia ventilando la serra così che le piante crescano rigogliose e forti. Inoltre se la serra non è adeguatamente ventilata è soggetta a surriscaldarsi e nelle giornate soleggiate, le temperature di una serra senza sbocchi di areazione possono raggiungere livelli soffocanti, danneggiando gravemente le piante e rendendo quindi il prodotto difficilmente commerciabile.

Un sistema di controllo deve quindi analizzare costantemente la temperatura dell'ambiente (**Volume 1, mod. B, cap. 4, parr. 9 e 10; volume 2, mod. G, cap. 24, applicazione 11; Volume 3, mod. A, cap. 1, par. 6**) misurando anche la concentrazione dell'anidride

carbonica (**Volume 3, mod. A, cap. 1, par. 10**) (**fig. 2**) e provvedere ad azionare l'impianto di ventilazione regolando la velocità di rotazione del motore in genere a corrente alternata (**Volume 3, mod. D, cap. 7, par. 3**) in modo da controllare la velocità del ricambio dell'aria. La ventilazione naturale è fondata sul principio che l'aria calda sale e può essere eliminata tramite apposite aperture del tetto. In base allo stesso principio l'aria fresca penetra nella serra dall'esterno, attraverso entrate laterali, creando una circolazione che influisce sul microclima interno. L'efficienza e l'efficacia di questo tipo di ventilazione è fortemente influenzata dal moto dei venti e dalla differenza di temperatura tra interno ed esterno della serra. Inoltre la regolazione della ventilazione in risposta alle variazioni dei parametri e l'attuazione delle aperture è molto lenta e di conseguenza non sempre la ventilazione naturale riesce a mantenere la temperatura entro livelli accettabili.

La misurazione dell'anidride carbonica, in ppm (parti per milione) o in livello percentuale, è richiesta in molte applicazioni: nell'automazione degli edifici e delle serre, in biologia e per i sistemi di sicurezza.

Nei luoghi come uffici, ospedali, biblioteche, sale conferenze e scuole la concentrazione di anidride carbonica raccomandata deve essere inferiore a una concentrazione di 1000 ppm. Tale concentrazione, secondo la norma DIN 1946-6, è ottenibile prevedendo un'aerazione che preveda un flusso d'aria dall'esterno di 30 m<sup>3</sup>/h per persona.

In una serra la portata di un impianto di ventilazione (**fig. 3**) deve produrre un flusso d'aria di 6800 m<sup>3</sup>/h con una velocità di rotazione di 960 rpm (*revolutions per minute* – giri al minuto).

La misurazione della concentrazione di anidride carbonica può essere effettuata con sensori chimici o con la tecnologia più diffusa a infrarosso (IR) (**Volume 3, mod. L, cap. 21, par. 3**). I rilevatori di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) a infrarossi non dispersivi (NDIR) funzionano secondo il principio dell'assorbimento degli infrarossi da parte delle molecole di CO<sub>2</sub>. Questa tecnologia offre al processo di misura una maggiore stabilità e un'alta selettività a lungo termine, una lunga durata del sensore, un ampio intervallo di misurazione, insensibilità ai gas interferenti, tempi di risposta rapidi, compattezza e robustezza e un'alta resistenza alle condizioni ambientali avverse (umidità, polvere e sporco).

Il controllo di velocità del motore a corrente alternata del ventilatore può essere ottenuto utilizzando la tecnica a controllo di fase (**Volume 3, mod. B, cap. 3, par. 5; Volume 3, mod. J, cap. 18**), a treno d'onde (**Volume 3, mod. B, cap. 3, par. 5**).

Inoltre, l'aerazione della serra è un metodo che permette di mantenere bassi i livelli di umidità del terreno (**fig. 4**) (**Volume 3, mod. L, cap. 21, par. 7 e applicazione 7**) e la giusta umidificazione dell'aria. Le serre eccessivamente umide creano un ambiente adatto per la propagazione di muffe e funghi che fanno ammalare il coltivato o lo rovinano dal punto di vista estetico. Si ricorda che il vivaio è un'attività industriale dalla quale ci si aspetta un profitto (**Volume 1, mod. I, cap. 23; Volume 3, mod. O, cap. 27**) per cui, il vivaista ricerca soluzioni che incrementino la produzione e il suo profitto

**fig. 2**

Sensore per la misura della concentrazione dell'anidride carbonica.

**fig. 3**

Ventilatore per serre.

**fig. 4**

Sensore di umidità.



## ESERCIZI DI APPROFONDIMENTO

- 4.1** Progettare un sistema di irrigazione a innaffiamento (fig. 5). Il sistema deve essere parzializzabile in 4 zone che possano essere controllate individualmente o in gruppi. Si deve poter regolare il flusso utilizzando elettrovalvole controllate da motori in corrente continua mediante segnali PWM (Volume 2, mod. G, cap. 24, applicazione 12; volume 3, mod. D, cap. 7, par. 2). Il sistema controlla i cicli di irrigazione fino a 4 per ogni zona. Per evitare che si ecceda nell'irrigazione si deve controllare anche l'umidità del terreno e, in caso di eccessiva umidità, interrompere il processo di irrigazione. Il sistema di irrigazione è controllato da una scheda Arduino che utilizza una tastiera a 20 tasti per attivare le varie zone e programmare i cicli di irrigazione, programmare l'orologio del sistema (Volume 1, mod. F, cap. 19, applicazione 3). Per semplificare il progetto si ipotizzano 4 cicli di irrigazione di differente durata preimpostati (mezzora, 1 ora, 3 ore, continua). Un display a LCD (Volume 2, mod. G, cap. 21, applicazione 5) visualizza i dati più significativi (orologio, linee attive e cicli di irrigazione attivi). L'alimentazione dell'apparecchiatura è a batteria (Volume 2, mod. D, cap. 12, Focus – Batterie: problema ecologico) caricata da un pannello solare (Volume 3, mod. C, cap. 5, par. 2).

fig. 5

Sistema di irrigazione a innaffiamento in serra.



5

fig. 6

Sistema di irrigazione goccia a goccia in serra.



6

- 4.2** In un sistema di irrigazione a goccia (fig. 6), da appositi fori nei tubi forniti di gocciolatoi, viene erogata l'acqua direttamente al terreno, in quantità minima ma costante, fino a bagnare in modo sufficiente la zona radicale di ogni pianta.

I sistemi di irrigazione a goccia utilizzano molta meno acqua rispetto agli altri sistemi e possono essere completamente automatizzati con un timer. L'irrigazione a goccia non limita in modo particolare gli orari in cui si può annaffiare. Salvo che si tratti di particolari esigenze delle piante dovute alla specie o al clima locale, si potrà annaffiare sia all'alba che al tramonto. Le radici verranno bagnate in profondità, senza che l'acqua evapori o ristagni.

Il metodo dell'irrigazione a goccia non può essere usato se il terreno presenta dislivelli importanti. La pressione e il flusso dell'acqua, infatti, ne verrebbero influenzati e l'innaffiatura non raggiungerebbe le parti più alte. Un altro inconveniente è dato dall'ostruzione dei fori nei tubi. Di solito è dovuta non tanto alle impurità del terreno, quanto all'accumulo di sedimenti minerali imputabili alla durezza dell'acqua.

Progettare un sistema di controllo che, in modo semplice regoli: l'erogazione del flusso dell'acqua, i cicli di temporizzazione e la quantità d'acqua erogata per ogni ciclo (si misura il flusso in  $m^3/h$ ).

La programmazione dell'apparecchiatura deve essere fatta in remoto con un personal computer mediante un programma di gestione, scritto per esempio in C (Volume 3, Approfondimento: Linguaggio C e C++), che permetta di selezionare le zone da attivare, i cicli di irrigazione, la loro durata. I parametri di controllo sono poi trasferiti mediante un collegamento WiFi (Volume 3, mod. L, cap. 22, par. 4 e applicazione 3) a una sche-

da Arduino collegata a uno shield Ethernet, che gestirà il processo di irrigazione a goccia. La scheda Arduino rileverà il flusso di acqua consumata e invierà periodicamente un rapporto dei parametri misurati e sullo stato del sistema di controllo (flusso d'acqua, temperatura, umidità, linee attive, ciclo di irrigazione attivo).

**4.3** La coltura idroponica è una coltivazione delle piante, della frutta e della verdura fuori suolo, quindi senza terra. L'acqua svolge una parte fondamentale di questo tipo di coltura, poiché è quest'ultima che riesce a passare tutte le sostanze nutritive alla pianta, così da farla crescere velocemente e totalmente in salute.

L'agricoltura idroponica può essere: con substrato (**fig. 7**) e senza substrato (**fig. 8**).

L'agricoltura idroponica con substrato utilizza un substrato costituito da miscele (argilla espansa, perlite, vermiculite, fibra di cocco, lana di roccia, zeolite che ha assorbito in precedenza l'acqua e tutte le sostanze nutritive) per lo più inorganiche di cui la pianta si serve per crescere forte e rigogliosa.

L'agricoltura idroponica senza substrato si serve solo dell'acqua. Le radici delle piante sono immerse completamente nell'acqua e sarà quest'ultima, senza l'ausilio di alcun substrato, a passare tutti gli elementi nutrizionali che servono alla pianta.

Alcuni tipi di piante come il riso si adattano facilmente a questo tipo di agricolture altre invece richiedono molto ossigeno ( $O_2$ ) per crescere. Se la pianta non riceve la quantità corretta di ossigeno sulle radici, appassisce o muore per asfissia. È quindi necessario in questo tipo di coltivazione controllare la quantità di ossigeno che si fornisce alla pianta, così da garantirne la longevità.

Il processo di coltivazione richiede un controllo della quantità e il dosaggio dell'aria, dell'acqua e dei sali minerali forniti alla pianta. L'assorbimento dei principi nutritivi viene regolato e velocizzato grazie al continuo ricircolo dell'acqua che quindi, favorisce una rapida crescita delle piante.

L'agricoltura idroponica permette: la coltivazione ovunque e in qualsiasi momento dell'anno in quanto il clima adatto alla pianta coltivata viene creato artificialmente, di risparmiare grandi quantità di acqua gestendo in modo ottimale ogni singola goccia d'acqua; di non utilizzare sostanze chimiche e pesticidi per allontanare animali, parassiti e per non far nascere piante infestanti; di far crescere le piante in luoghi chiusi come le serre; di avere un impatto ambientale positivo riducendo il consumo dell'acqua e delle sostanze nutritive che sono usate solo nelle quantità necessarie.

Progettare un impianto che controlli: il ricircolo dell'acqua nelle vasche di idrocoltura (portata, **Volume 3, mod. A, cap. 1, par. 8**: il livello del liquido nel serbatoio di accumulo e nelle vasche idroponiche (**Volume 3, mod. A, cap. 1, par. 7**); il riempimento e lo svuotamento delle vasche (**Volume 1, mod. B, cap. 6, par. 8**); il livello della concentrazione dell'ossigeno nell'acqua (**Volume 3, mod. A, cap. 1, par. 10**).

L'ossigeno viene prelevato dall'atmosfera e pompato nel liquido o nel substrato tramite una pietra porosa (**fig. 9**).

**fig. 7**

Coltura idroponica con substrato.

**fig. 8**

Coltura idroponica senza substrato.

**fig. 9**

Pietra porosa.



7



8



9