

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI FUNZIONAMENTO DI UN APPARECCHIO DOSATORE PER LA GESTIONE DELL'IRRIGAZIONE IN TUNNEL

G. Toller¹ e L. Mattivi²

(1) U.O. Agrometeorologia e Clima; Istituto Agrario di San Michele all'Adige (TN)

(2) Cooperativa Sant'Orsola; Pergine Valsugana (TN)

toller@mail.ismaa.it

Riassunto

Viene descritto uno strumento per la gestione dell'irrigazione delle colture di fragola in coltura protetta sotto tunnel fuori terra. L'apparecchio è inserito a valle del controller irriguo e autorizza l'apertura programmata delle elettrovalvole solo se le irrigazioni precedenti non hanno determinato una percolazione superiore ai livelli stabiliti. Lo strumento, prodotto su piccola scala, è governato da un microcontroller ed è collegato ad un misuratore di portata a basculamento.

Abstract

An instrument for irrigation management of strawberry grown aboveground in plastic tunnels is described. The device is connected to the irrigation controller and allows the programmed opening of electrovalves only if percolation from previous irrigation is not higher than fixed levels.

The instrument, produced in a limited number, is governed by a microcontroller and is connected with a horizontally pivoted flow rate meter.

Premessa

Gran parte della produzione di fragole della Provincia Autonoma di Trento proviene da coltivazioni in tunnel fuori terra, che sole garantiscono la costanza di qualità e i livelli produttivi necessari per un'attività redditizia.

La gestione irrigua di tali colture è una operazione di notevole delicatezza per la concorrenza dei seguenti fattori:

- La ridotta massa di terreno a disposizione della pianta, con conseguente limitato potere volano nei confronti delle necessità irrigue
- Le alterazioni nei parametri meteorologici legate alla presenza della copertura
- La pratica della fertirrigazione che richiede particolari accorgimenti per evitare accumulo di sali nei contenitori delle piante.

Usualmente si irriga con impianti d'irrigazione a goccia seguendo alcune semplici direttive:

- evitare che l'acqua nei contenitori si allontani troppo dalla capacità idrica massima;
- garantire una certa quantità di drenaggio per evitare accumulo di sali.

L'applicazione pratica di queste regole si traduce in irrigazioni tendenzialmente sovrabbondanti che possono danneggiare sensibilmente la qualità della frutta, riducendo la produzione lorda vendibile. Risvolti negativi si hanno anche sul lato dei costi, per l'incremento delle spese per pompaggi e per fertilizzanti.

Il dosaggio dell'irrigazione delle colture sotto tunnel segue in genere il metodo "a tempo", che prevede l'apertura delle valvole per periodi di tempo stabiliti in modo che gli ugelli possano erogare la quantità di acqua richiesta. Tale sistema si è dimostrato ampiamente adeguato alle colture protette, dove la sorveglianza da parte dell'agricoltore è assidua.

L'irrigazione automatizzata è normalmente gestita da strumenti elettronici programmabili (in inglese "controller") che permettono di stabilire il momento di apertura e il tempo che ogni valvola rimane aperta. In presenza di disponibilità limitate di acqua viene effettuata una turnazione, aprendo un ridotto numero di valvole per volta in modo da garantire nelle tubazioni la pressione di progetto. Per adattare rapidamente l'irrigazione a giornate particolarmente calde, fredde o nuvolose, i controller permettono di stabilire globalmente per tutte le valvole una percentuale di variazione dell'irrigazione rispetto al tempo impostato (es. impostando 150%, una valvola programmata a 1' rimarrà aperta 1'30", una programmata a 30" rimarrà aperta 45", etc.).

L'agricoltore stabilisce quant'acqua dare e quando darla in base alla propria esperienza (un valore sovente adottato è quello di 3' di irrigazione ogni ora), reimpostando la macchina circa ogni mese e stabilendo un certo numero di irrigazioni giornaliere in dipendenza della stagione.

La regolazione viene fatta in modo da non far soffrire le piante nei giorni di massimo fabbisogno. La quantità d'acqua deve inoltre garantire sempre una adeguata percentuale di drenaggio per evitare la salinizzazione dei substrati di coltura.

E' ovvio che con l'erogazione impostata costantemente sull'evapotraspirazione dei giorni sereni e caldi, nelle giornate o nei pomeriggi di cielo coperto - frequenti nell'area Alpina - le piante risultino sovrairrigate.

Il presente lavoro è stato impostato per rispondere all'esigenza della Cooperativa Sant'Orsola (TN) di migliorare l'irrigazione della fragola adattandola ai reali fabbisogni, nel rispetto di tre fondamentali vincoli:

- evitare l'acquisto di nuovi controller

- essere economicamente sostenibile
- fornire strumenti di facile uso.

Materiali e metodi

Dopo aver vagliato varie possibilità alla ricerca del miglior compromesso tra costi e risultati attesi, si è optato per creare un sistema di dosaggio dell'irrigazione basato sulla misura del percolato, cioè sostanzialmente un lisimetro a drenaggio.

Nella coltivazione di fragola fuori terra (figura 1), in ogni tunnel si trovano 4 supporti paralleli (linee) con circa 20 contenitori ciascuno. In ogni contenitore vengono coltivate 2 piante di fragola.

La presenza di una canaletta di raccolta sotto ogni linea permette di conoscere la percolazione di tutte le piante sovrastanti. Effettuando la misura della percolazione di una linea si ha un campione significativo della popolazione di quel tunnel (un quarto della popolazione) che, data la grande omogeneità delle colture protette, può senza gravi errori essere considerato rappresentativo anche dei tunnel circostanti.

Per la misura del percolato, che è molto variabile nella portata, lo strumento ritenuto più adatto è stato un misuratore a bascula simile a quelli usati nei pluviometri, ma dimensionato in modo adeguato.

Il dosaggio dell'irrigazione viene realizzato affiancando al controller esistente un altro semplice strumento in grado di condizionare l'erogazione in funzione della quantità d'acqua percolata dalle colture.

Mancando quasi sempre in campagna l'accesso alla rete a 220V c.a., i più diffusi controller per irrigazione in tunnel sono quelli a basso consumo, alimentati a batteria. Essi lavorano di solito con elettrovalvole dotate di solenoidi bistabili la cui dissipazione di energia è minima, essendo limitata ai brevissimi impulsi di corrente di apertura e chiusura.

Era dunque fondamentale che anche lo strumento aggiuntivo avesse un bassissimo consumo elettrico; si è perciò scelto di realizzarlo con un microcontroller a basso consumo: assorbimento < 2mA a 5V di alimentazione e possibilità di mettere il circuito in situazione di riposo (sleep mode) per risparmiare energia.

Grande attenzione è stata posta infine nella protezione dell'apparecchio contro le sovratensioni, essendo destinato ad essere collegato in aperta campagna a linee di rilevante lunghezza (decine o centinaia di metri).

Il software per il microcontroller è stato scritto in assembler da un professionista, che ha provveduto anche alla realizzazione del progetto hardware e del prototipo.

Per le elaborazioni e per lo sviluppo di software di simulazione, è stato usato il linguaggio R.

Risultati e discussione

Misuratore. Il misuratore a bascula, realizzato in acciaio inossidabile, è stato dimensionato in modo da svuotare la vaschetta di raccolta quando contiene 100 ml di acqua. Durante la fase di svuotamento un magnete solidale con la parte basculante chiude per un istante un contatto “reed”, collegato all’elettronica tramite una linea bifilare .

Software. Per il controllo delle erogazioni è stata realizzata una “macchina a stati” basata sui due contatori seguenti, per ciascuno dei quali può essere stabilito un valore massimo si soglia:

- 1) contatore basculate (rovesciamenti della bascula)
- 2) contatore inibizioni (interventi irrigui che devono essere impediti).

La macchina a stati ha i seguenti ingressi:

- 1) impulso di start della valvola (proveniente dal controller)
- 2) impulso di stop della valvola (proveniente dal controller)
- 3) impulso di conteggio (proveniente dalla bascula)

Il funzionamento è illustrato accuratamente nella figura 3. Quando il contatore delle basculate raggiunge il massimo, allora si azzerava e incrementa di uno quello delle inibizioni. Per evitare disastrosi stress accidentali, il contatore delle inibizioni non può superare un certo valore massimo impostabile (ragionevolmente 2 o 3). Quando il contatore delle inibizioni è >0, l’impulso di start non apre la valvola. L’impulso di stop di un’irrigazione inibita decrementa di uno il contatore delle inibizioni.

Hardware. Il processore usato per la realizzazione della parte elettronica è un modello della famiglia “PIC” prodotto dalla ditta Microchip Technology Incorporated. L’apparecchio (figura 4), realizzato su circuito stampato, è dotato di un display a due cifre che permette di visualizzare in sequenza:

- 1) contatore impulsi contatore
- 2) soglia numero impulsi
- 3) contatore periodi di riposo
- 4) numero massimo periodi di riposo
- 5) stato del contatto valvola (AP - CH)
- 6) contatore partenze inibite
- 7) contatore partenze concesse

Gli ingressi per i segnali provenienti dal contatore dell’acqua e dal controller sono protetti contro le sovratensioni tramite accoppiatori optoelettronici. Un relais bistabile separa galvanicamente dall’elettronica l’uscita verso il solenoide della valvola di irrigazione. L’alimentazione è

fornita da 4 batterie a stilo da 1.5V. Un contenitore stagno trasparente protegge la circuiteria dalle intemperie.

Simulazioni. Tramite un software appositamente sviluppato è stato simulato il comportamento della macchina a stati con differenti settaggi dei valori di soglia per il contatore delle basculate e per quello delle inibizioni. Le Figg. 5,6,7 riportano i risultati ottenuti irrigando alle ore 7,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18 con 8 litri/linea. I valori di ETo sono stati calcolati in base ai dati meteorologici di S. Michele all'Adige del periodo 26-31/5/2002.

La prima prova è stata fatta con una soglia di basculate molto alta (150), in modo da evitare completamente l'incremento del contatore delle inibizioni e la quantità erogata è quella stabilita dal controller, cioè in totale 528 litri. In queste condizioni il contenuto idrico dei vasi si mantiene sempre molto alto, quasi massimo nelle giornate di scarsa ETo.

La seconda prova è stata fatta riducendo a 15 la soglia delle basculate, con il tetto dei periodi di inibizione uguale a 2. La conseguenza è un certo prosciugamento del substrato di coltura, che però ha un andamento altalenante. L'acqua erogata scende a 320 litri.

Nella terza prova, dove si mantiene a 15 la soglia delle basculate, ma si eleva a 3 il tetto delle inibizioni, si accentua ulteriormente il deficit e si riduce il consumo di acqua a 304 litri.

Il deficit medio dei tre esperimenti di simulazione (-1.2, -2.7 e -3.3 litri), rende sommariamente idea dell'effetto del dosatore, dimostrandone la sostanziale efficacia.

Conclusioni

L'apparecchio descritto, prodotto in un numero limitato di pezzi, è attualmente in corso di collaudo in campo e sembra risolvere in modo adeguato il problema della sovra-irrigazione nelle ore di cielo coperto.

Un miglioramento sostanziale si otterrebbe creando un controller che sia in grado di "leggere" direttamente gli impulsi di un contatore ed abbia la capacità di stimare l'ET. Tuttavia la realizzazione di questa soluzione, pur se tecnicamente non difficile, incontra nella pratica difficoltà di ordine economico legate alle economie di scala. Infatti solo una Ditta che produca un grande numero di pezzi può abbatte i costi di produzione fino a renderne competitivo il prezzo di mercato.

Bibliografia

Millman J., Grabel A., 1987 Microelectronics McGraw- Hill

<http://www.microchip.com/1010/index.htm> Data sheet dei microcontroller PIC.

Figura1 – Coltivazione di fragole in tunnel fuori suolo.



Figura2 – Misuratore di portata a bascula.



Figura3 – Diagrammi di temporizzazione della macchina a stati. “Start”, “Stop” = impulsi di start e stop provenienti dal controller. “Soglia” = numero di rovesciamenti della bascula necessari per incrementare di 1il “contateggio periodi di riposo”. “Conteggi” = numero di bascate avvenute. “Stato valvola” = indicazione di apertura o chiusura dell’elettrovalvola.

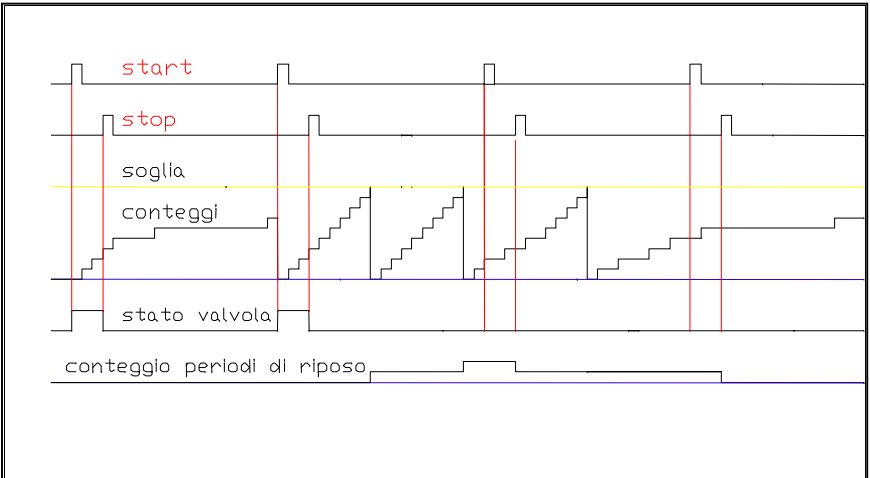


Figura4 - Layout dell'apparecchio dosatore.

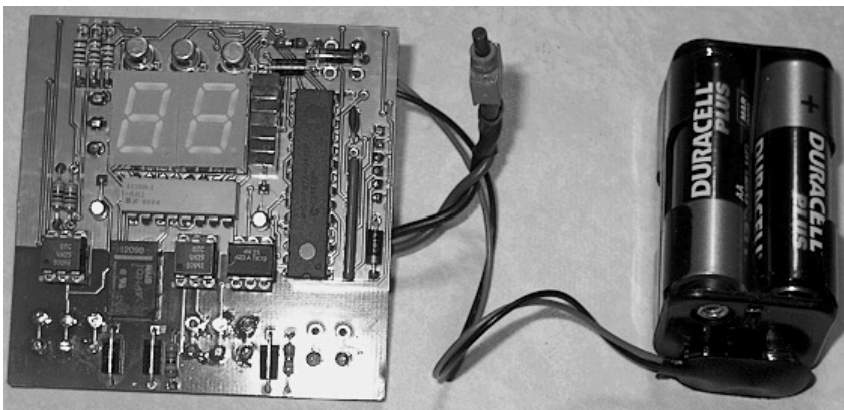


Figura5 – Andamento simulato del deficit [rosso] di una linea, in funzione di evapotraspirazione di riferimento (Eto) [blu], Irrigazione [nero] e Ora del giorno [verde] con max basculate=150 e max inibizioni=2.

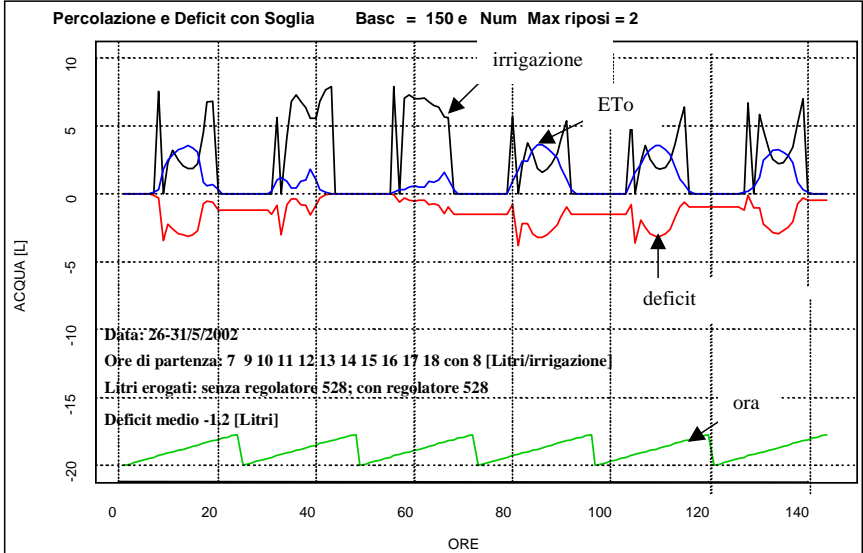


Figura6 – Andamento simulato del deficit di una linea, in funzione di ETo, Irrigazione e Ora del giorno con max basculate=15 e max inibizioni=2.

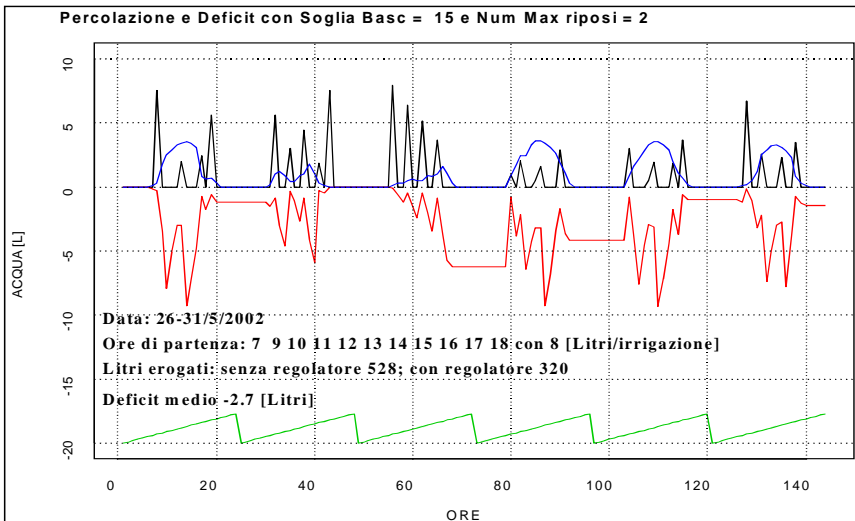


Figura7 – Andamento simulato del deficit di una linea, in funzione di ETo, Irrigazione e Ora del giorno con max basculate=15 e max inibizioni=3.

