



Il dispositivo all'interno del suo contenitore, "celebrativo" delle prossime olimpiadi invernali di Torino 2006

irrigare!

Daniele Cappa

Dispositivo per bagnare vasi di fiori, orti o qualsiasi altra cosa anche dove non è disponibile corrente elettrica e acqua potabile

Non è la pubblicità di un miracolo, si tratta semplicemente di un comando, alimentato a batterie, che con una piccola pompa preleva una piccola quantità d'acqua da un contenitore idoneo e la distribuisce dove è necessaria. Sono state provate due pompe, la prima è un modello ad immersione usato su camper o roulotte per trasferire l'acqua dalla tanica solitamente posta sotto il lavello e il tubo che simula il rubinetto, la portata è di circa 8 - 10 litri al minuto (**foto 1**), il costo varia da 7 a 21 euro, secondo la portata (fino a 16 litri al minuto) e la pressione raggiunta (circa 0.5 bar); è reperibile presso commercianti di materiale per camper, ed è la soluzione migliore, più economica e versatile. La seconda è un modello automobilistico utilizzato nel lavafari (**foto 1A**); da cercarsi esclusivamente presso autodemolitori, per limitare l'investimento. Sono pompe più avidi di corrente (3-4 A con uno spunto che può arrivare a oltre 10 A), la pressione in uscita è molto più alta.

Entrambe le pompe non sono autoinnescanti, non sono cioè in grado di pompare l'acqua se questa non è presente al loro interno; quella a immersione basta buttarla a bagno mentre la seconda va collegata con un tubo nella parte bassa del recipiente dell'acqua, che va quindi preparato per quest'uso, e deve essere eventualmente protetta dalla pioggia.

L'idea e la realizzazione

Sono necessarie alcune premesse, ho voluto evitare qualsiasi collegamento a qualsiasi altra cosa non controllabile. Volontariamente ho escluso qualsiasi collegamento alla rete elettrica e al locale fornitore di acqua potabile, questo per evitare danni come l'acqua che esce dall'impianto per giorni allagando il vicinato o quanto altro possa provocare un black-out della rete elettrica, con le conseguenze che ne derivano, antifurto in tilt, surgelatore sciolto... Nulla impedisce di sostituire la batteria



dall'alto:
foto 1 e foto 1A

di alimentazione con un alimentatore idoneo e la pompa dell'acqua con una elettrovalvola che "apre l'acqua".

La mia soluzione è prevista per irrigare in primavera un semenzaio e in estate i fiori di casa, entrambi gli usi interessano ambienti protetti, dove la pioggia non è in grado di bagnare. Il serbatoio dell'acqua è una grossa tanica da circa 60 litri. L'erogazione è giornaliera, alcune ore dopo il tramonto, per un tempo che può variare da un secondo fino a circa un'ora e 1/2. Per il mio uso la pompa resta attiva per 12 secondi in cui trasferisce nell'impianto di irrigazione, dopo vedremo come realizzarlo, due litri di acqua. Con questi tempi il serbatoio è sufficiente per un mese, considerato il tempo massimo di assenza da casa.

Qualsiasi accidente dell'impianto potrà portare solo allo svuotamento precoce del serbatoio, 60 litri di acqua non possono comunque fare molti danni! La pompa deve es-

sere attivata una volta al giorno, dopo aver scartato orologi o timer a tempi lunghi, ho sfruttato l'assenza di luce durante la notte per avviare il ciclo giornaliero.

Una fotoresistenza rileva l'assenza, o quasi, di luce durante la notte portando la sua resistenza a valori molto alti; ne ho provate alcune ottenendo valori da 100k Ω a alcuni megaohm in una stanza buia.

Il comando funziona intorno a un CD4060, contatore binario con il generatore di clock integrato, il conteggio parte quando la tensione sul pin di reset del CD4060 scende sotto un valore di soglia deciso dal partitore formato dalla fotoresistenza in serie a VR2 e da R1; C2 fornisce un ritardo di alcuni secondi. Il conteggio avviene se il pin di reset è tenuto a livello zero, mentre il contatore è resettato, e bloccato, quando questo è a uno.

Secondo la sensibilità della nostra fotoresistenza tra il crepuscolo e la notte parte il conteggio: durante la prima metà del ciclo non succede nulla (per 8192 impulsi di clock, circa 3 ore e 1/2) poi l'uscita Q14 passa a livello alto portando con sé un ingresso di due porte del CD4081 (quadruplo AND a due ingressi). L'uscita delle porte AND è alta solo quando entrambi gli ingressi sono alti, questa condizione si verifica alcuni impulsi dopo, quando si attiva l'uscita Q4. Tramite il transistor Q1 si eccita il relé che accende la pompa per 8 impulsi di clock. Il notevole ritardo con cui è attivata la pompa rappresenta una sicurezza riguardo a cause diverse che potrebbero momentaneamente oscurare la fotoresistenza.

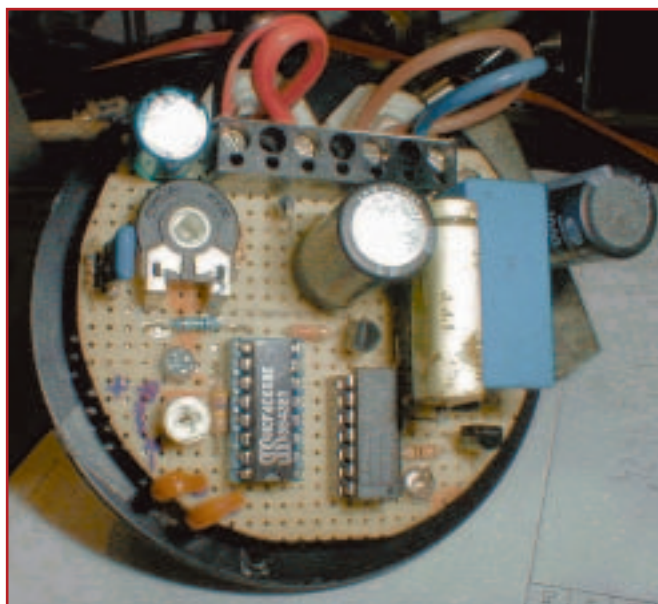
Quando la pompa si è spenta è necessario bloccare il conteggio altrimenti la pompa si accenderebbe ogni 8 impulsi di clock, contemporaneamente al Led, per tutta la notte facendo affogare i vegetali. Il blocco avviene fermando l'oscillatore di clock, viene posto a massa il Pin 9 del CD4060 dal transistor Q2

a sua volta comandato da un'altra porta AND del CD4081. Non è possibile forzare a livello zero il pin 9 tramite l'uscita di una porta logica perché durante il normale funzionamento qui è presente la frequenza di clock generata dall'oscillatore interno del CD4060. Il transistor esterno al contrario non influenza il funzionamento normale dell'oscillatore, almeno finché si trova in interdizione; quando ha corrente di base, passa in saturazione e forza a livello zero il pin 9, bloccando, di fatto, il segnale di clock e di conseguenza il conteggio.

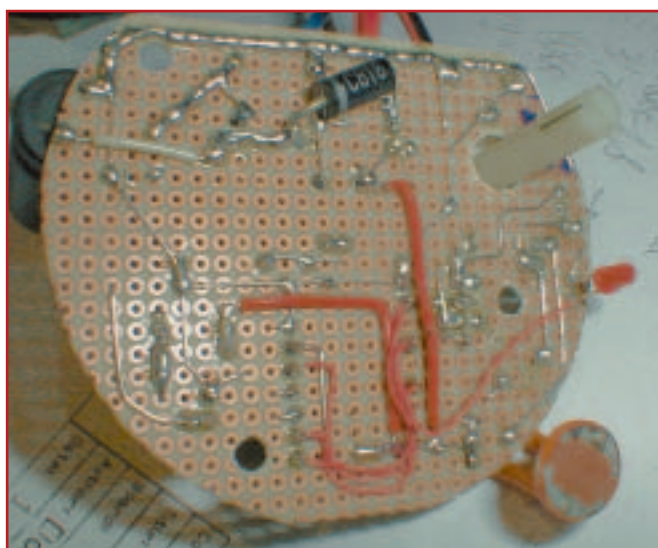
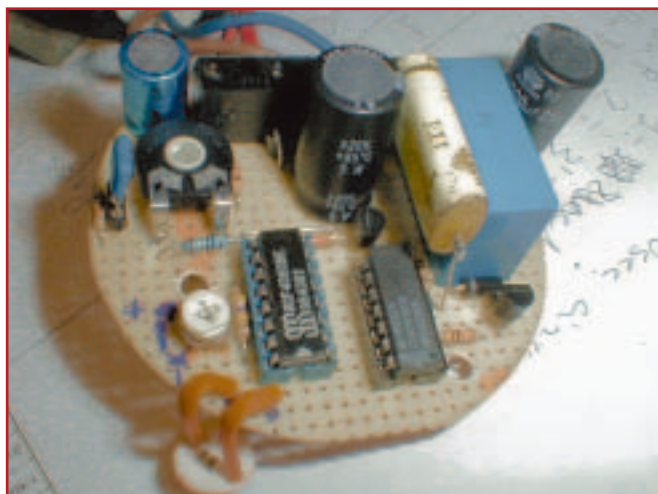
Il bit di uscita che comanda la pompa e quello che blocca il conteggio devono assolutamente essere conseguenti (ora Q4 e Q5, oppure Q5 e Q6 ...). Abbiamo dunque molte possibilità di temporizzazione secondo le uscite del CD4060 che utilizziamo. Il contatore è ora bloccato e rimane in questa condizione fino a che non è resettato dalla luce del giorno. Una luce improvvisa e intensa come un lampo durante un temporale notturno non resetta il contatore perché C2 impiega alcuni secondi a caricarsi. Praticamente tutti i componenti sono sostituibili, i due integrati devono essere rigorosamente della serie Cmos, pena un consumo che scaricherebbe una batteria in pochi giorni, dunque niente logiche TTL, solo serie CD40XX o 74HC40XX. I due transistor sono NPN da commutazione, della serie BCxxx. Il transistor che comanda il relé deve sopportare la corrente di quest'ultimo. Mentre i contatti del relé devono sopportare la corrente assorbita dalla pompa.

Montaggio del prototipo

Il prototipo è stato assemblato sfruttando il contenitore di un interruttore crepuscolare (**foto d'apertura**), è riparato dalla pioggia ed ha, sul lato inferiore, un foro protetto per la fotoresistenza. Del crepuscolare oltre il contenitore sono



dall'alto:
foto 3 e 3.1: il progetto montato sulla basetta millefori
foto 3.2: lato saldature



stati recuperati la fotoresistenza e i morsetti di uscita (**foto 3**).

È bene che la fotoresistenza abbia il lato sensibile rivolto verso il basso, in modo da limitare la possibilità di disturbo da parte di luci artificiali.

Il montaggio è stato eseguito su una basetta millefori opportunamente sagomata, lo spazio non è molto, ma per due Cmos, due transistor e un relé non ne serviva di più. Purtroppo non ho dati circa la fotoresistenza, ne ho provate alcune rilevando differenze notevoli, ma che non ne impediscono l'uso.

Le prove vanno eseguite con un tester digitale passando dal sole pieno a una stanza illuminata normalmente e successivamente a una stanza buia, dove è ancora possibile vedere qualcosa dopo che ci si è abituati al buio. Il crepuscolo è solitamente associato a 12 Lux, ma non ho modo di misurarli, dunque mi accontento di queste prove empiriche.

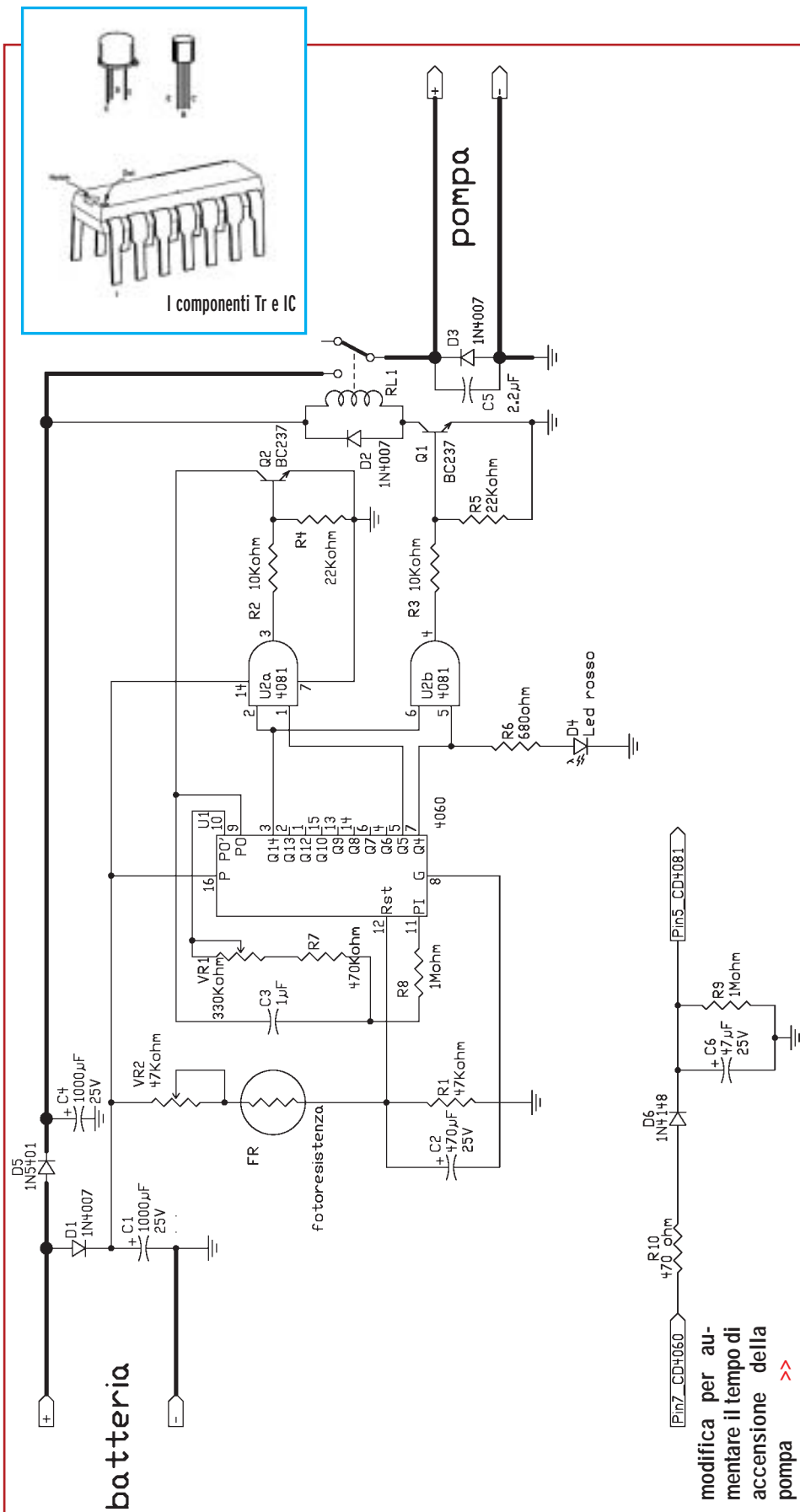
Al sole la fotoresistenza ha valore molto basso (20-50) che passano ad alcuni k Ω in una stanza illuminata. Nella stanza buia otteniamo valori diversi da un esemplare all'altro: si va da 40-100 k Ω fino a molti megaohm. Nel buio completo otteniamo sempre valori pari a molte centinaia di mega Ω .

Secondo quanto misurato decidiamo il valore di R1 che sarà pari a quello misurato nella stanza buia ma non troppo. Quando la luce sarà inferiore a quella della nostra stanza di prova la fotoresistenza avrà un valore più alto di R1 e, dopo che C2 si è scaricato su R1, il pin di reset sarà a livello zero. In queste condizioni parte il ciclo. In serie alla fotoresistenza è stato inserito un trimmer, la sua posizione determina non solo la sensibilità al buio, ma anche la costante di tempo con cui si carica C2 in presenza di un lampo di luce.

Infatti il valore della fotoresistenza in presenza di molta luce scende ad alcune decine di ohm, in queste condizioni, in assenza di VR2, C2 si carica in frazioni di secondo (da 1 a 10 mSec).

Durante un temporale estivo potrebbero esserci abbastanza lampi per caricare C2; per questo è importante che ci sia una resistenza in serie alla fotoresistenza, o che il trimmer non sia regolato a zero. La sensibilità della fotoresistenza è poco determinante, dunque il trimmer potrebbe essere sostituito con una resistenza fissa di valore compreso tra 10 e 47 k Ω con cui otteniamo costanti di tempo comprese tra 5 e 20 secondi circa.

Questo è il tempo in cui la fotoresistenza deve essere illuminata perché C2 possa caricarsi e resettare il contatore. La costante di tempo formata da R1 e C2 rappre-



DISTINTA COMPONENTI

R1 = 47 kΩ
 R2 = 10 kΩ
 R3 = 10 kΩ
 R4 = 22 kΩ
 R5 = 22 kΩ
 R6 = 680 Ω
 R7 = 470 kΩ

R8 = 1 MΩ
 R9 = 1 MΩ
 R10 = 470 Ω
 VR1 = 330 kΩ trimmer
 VR2 = 47 kΩ trimmer
 FR = fotoresistenza
 C1 = 1000 µF 25 V elettrolitico
 C2 = 470 µF 25 V elettrolitico

C3 = 1 µF ceramico multistrato

C4 = 1000 µF 25V elettrolitico

C5 = 2.2 µF 100V poliestere

C6 = 47 µF 25V elettrolitico

D1 ÷ D3 = 1N4007 diodo 1A

D4 = LED rosso

D5 = 1N5401 diodo 3A

D6 = 1N4148 diodo da commutazione

Q1 + Q2 = BC237 o analogo npn al silicio

IC1 = CD4060 o 74HC4060

IC2 = CD4081 o 74HC4081

1 zoccolo a 14 pin DIL

1 zoccolo a 16 pin DIL

Relé 12Vcc 1 via 1 scambio 5 A

Pompa per acqua 12Vcc

senta il ritardo in cui la fotoresistenza deve rimanere al buio affinché il condensatore si scarichi e il conteggio possa iniziare.

La frequenza di clock è determinata dal valore di C3 e R7, con i valori indicati nella terza colonna è circa 1Hz, il trimmer VR1 in serie a R7 permette di regolare questo valore con cui ho ottenuto i tempi riportati nella **tabella 1**. In neretto sono i valori e i collegamenti utilizzati nel prototipo.

Sul prototipo sono stati montati due contatti a tulipano per permettere la sostituzione veloce di C3, questo condensatore DEVE essere di tipo ceramico o poliestere, con un esemplare elettrolitico il contatore NON funziona; i due valori dei tempi rappresentano il range di regolazione di VR1. I valori utilizzati sono quelli riportati nella terza colonna, mentre in ultima colonna troviamo i tempi (più brevi) utilizzati durante le prove in casa.

Non possiamo ottenere i valori intermedi perché al CD4060 mancano alcuni bit di uscita (Q1, Q2, Q3 e Q11) per questa ragione per ottenere altri tempi è necessario modificare il valore dei componenti che determinano la frequenza di clock (C3, R7 in serie al trimmer VR1).

Sul pin 7 del CD4060 è stato inserito un LED che permette di visualiz-

zare, e misurare, il tempo in cui questa uscita è a livello alto. Il tempo di ritardo prima che si accenda la pompa è 1024 volte il tempo in cui il LED è acceso e questo corrisponde al tempo di accensione della pompa.

A questo proposito è giunta l'osservazione di Mauro... e se desidero aumentare solo il tempo di accensione della pompa senza modificare il circuito?

Una piccola modifica, non realizzata sul prototipo visibile nelle foto.

Si tratta di interrompere il collegamento tra il pin di comando della pompa (Q4, Pin 7 del CD4060) e il pin 5 del CD4081. Qui in mezzo inseriamo la rete RC formata da C6, R9 e R10 e D6. Il LED resta collegato al pin di uscita del contatore.

Quando il bit di uscita va alto carica, attraverso D6 e R10, il condensatore C6 che si scarica su R9. Se la costante di tempo formata da (R9 x C6) è più alta del periodo in cui il LED resta acceso allora C6 resterà carico per tutto il ciclo. Quando, al termine del conteggio, il pin 3 del contatore passa a livello 1 la pompa si accende e rimane accesa per il periodo che impiega C6 a scaricarsi su R9. Contemporaneamente il conteggio prosegue e, dopo 8 impulsi di clock, il contatore si blocca.

Abbiamo allungato solo il tempo di accensione della pompa, senza modificare il tempo di ritardo dell'accensione, con i valori indicati C6 si carica in 20 mSec e si scarica in meno di un minuto. Possiamo tranquillamente modificare il valore del gruppo RC per ottenere il tempo che riteniamo utile, il valore C6 non dovrebbe superare 470 -1000 μ F.

Il consumo dell'oggetto è molto basso, durante il giorno con il reset attivo è pari a 1 mA, che salgono a 3 mA durante il conteggio a cui bisogna aggiungere circa 10 mA quando il LED è acceso. Ipotizzando 5 A assorbiti dalla pompa per 12 secondi al giorno (l'esemplare delle foto assorbe 2 A) il consumo medio, compreso il LED, è poco meno di 70 mA al giorno.

L'alimentazione prevista è una batteria da 12V 7Ah, le solite ermetiche al piombo da antifurto, permette di alimentare il tutto per circa tre mesi; considerando l'autoscarica della batteria l'autonomia di un mese è garantita.

Durante il montaggio è bene seguire alcune indicazioni: la pompa è un carico induttivo con uno spunto di corrente molto alto, è necessario sia alimentata con filo di adeguata sezione, rispettando la polarità. Non dimentichiamoci di montare il diodo

| Comando pompa sul pin | Comando blocco sul pin | Acc. Pompa con C3 = 1 μ F start dopo 3h 24' - 5h 24' | Acc. pompa con C3 = 470 nF start dopo 1h 8' - 1h 51' | Acc. Pompa con C3 = 220 nF start dopo 34' - 55' | Acc. pompa con C3 = 100nF start dopo 17' - 30' |
|-----------------------|------------------------|--|--|---|--|
| Pin 7 - Q4 | Pin 5 - Q5 | 12 - 19" | 4 - 6" | 2 - 3" | 1 - 1.8" |
| Pin 5 - Q5 | Pin 4 - Q6 | 24 - 38" | 8 - 12" | 4 - 6" | 2 - 3.6" |
| Pin 4 - Q6 | Pin 6 - Q7 | 48 - 76" | 16 - 24" | 8 - 13" | 4 - 7" |
| Pin 6 - Q7 | Pin 14 - Q8 | 3' 12" - 5' | 32 - 49" | 16 - 26" | 8 - 14" |
| Pin 14 - Q8 | Pin 13 - Q9 | 6' 24" - 10' | 64 - 98" | 32 - 52" | 16 - 28" |
| Pin 13 - Q9 | Pin 15 - Q10 | 12' 48" - 20' | 2' 8" - 3' 16" | 64 - 104" | 32 - 56" |
| Pin 1 - Q12 | Pin 2 - Q13 | 51' - 80' | 8' 32" - 13' | 4' 15" - 6' 56" | 2' 8" - 3' 44" |



foto 4



foto 5

minano i disturbi (tanti) provenienti dal motore della pompa. Senza queste protezioni il contatore si resetta appena il motore della pompa tenta di avviarsi. Un altro sistema per limitare la corrente di spunto del motore è inserire in serie una resistenza da 1Ω 3W. Il LED non è indispensabile, ma è utilissimo in fase di regolazione, una volta regolati i tempi possiamo eliminarlo e risparmiare così circa 20 mA al giorno, circa il 30%.

Ai primi test in laboratorio seguono le prove sul balcone di casa, con l'impianto montato tra due secchi, il comando e la piccola batteria di prova (12V 2Ah) (foto 4). In queste condizioni il tutto è stato testato per un paio di settimane, senza che la batteria mostrasse segni di cedimento, prima di passare alla prova sul campo, con l'impianto idraulico completo (foto 5). Durante le prove è necessario regolare VR2 portandolo a sensibilità massima per poi tornare indietro di 20° circa; controlliamo che il contatore parta al crepuscolo e che una luce improvvisa, i fari di un'auto simulati da una torcia elettrica e alcuni lampi simulati dal flash della macchina fotografica non resettino il contatore. Se questo avviene, sempre agendo su VR2, diminuiamo ancora la sensibilità. Terminato il conteggio controlliamo che la pompa sposti la quantità di acqua che riteniamo necessaria e che successivamente il conteggio si blocchi. I giorni successivi verificiamo che l'impianto, con la luce del giorno, si resettano da solo e che il ciclo si ripeta correttamente e senza alcun intervento da parte nostra. La ripetitività da un giorno all'altro è idonea all'uso, la pompa si accende correttamente con differenze trascurabili da un giorno all'altro. Terminate le prove della parte elettronica passiamo oltre...

L'impianto idraulico

La parte idraulica del nostro sistema è quanto più di "home made" si possa immaginare...

Sono necessari due contenitori: uno da 50 - 60 litri che rappresenta il serbatoio principale ed è dimensionato secondo il prelievo giornaliero per i giorni di autonomia. L'altro è un serbatoio di passaggio e deve contenere la quantità di acqua giornaliera, l'acqua estratta dal serbatoio principale dalla pompa finisce in questo contenitore da cui partono un numero di tubicini sufficiente a distribuire giornalmente l'acqua a tutti i vegetali assetati, nel prototipo sono stati utilizzati 6 tubi di lunghezza variabile per 10 metri totali. I due contenitori dovranno essere chiusi, per impedire l'entrata di insetti, foglie o altro, ma non stagni in modo che il liquido possa entrare e uscire senza impedimento.

I tubicini utilizzati sono di derivazione automobilistica, si tratta di tubi trasparenti per lavavetri con diametro esterno 6 mm e interno di circa 4 mm, il costo è di 60

D3, protegge i contatti del relé dalle sovratensioni che si generano all'atto di apertura dei contatti, questa precauzione aumenta enormemente la vita del relé.

D1 protegge dall'inversione di polarità, sempre possibile durante l'installazione del sistema. La pompa è protetta da D5, ma non ne soffrirebbe. C1, C4 e C5 eli-

centesimi al metro. La portata di acqua di uno di questi tubicini con un dislivello di un metro è circa 200 ml al minuto.

I tubi sono inseriti a forza in altrettanti fori praticati nella parte bassa del contenitore di passaggio il quale è posto sopra al serbatoio principale e più in alto di tutti gli utilizzatori. Un velo di silicone garantisce la tenuta dei tubi sul contenitore; l'acqua contenuta non è in pressione e non è richiesta una tenuta assoluta, una perdita di alcune gocce durante i pochi istanti necessari a far defluire uno o due litri di acqua una volta al giorno non sono in grado di far danni. Per chi vuole "far le cose bene" può ricorrere a tubicini benzina, in gomma nera non soffrono dei problemi portati dalla formazione di vegetazione all'interno del tubo trasparente, per contro il prezzo è di circa 3 euro al metro. La pompa è montata nella parte bassa del serbatoio principale, semplicemente appoggiata sul fondo se è un modello ad immersione oppure applicata all'esterno ad un paio di centimetri dal fondo se è un esemplare non stagno. Ricordo che nessuna di queste pompe è autoinnescante, dunque al momento dell'uso al suo interno deve essere presente dell'acqua, pena il non funzionamento del tutto; anche se l'accensione è prevista per pochi secondi, la pompa non dovrebbe mai girare a vuoto, senza avere acqua al suo interno. L'acqua è spinta dalla pompa fino al serbatoio di servizio che è posto più in alto del livello massimo del liquido nel serbatoio principale; da qui scende nei tubicini, per caduta, fino ai fiori da bagnare. Se è necessario limitare il flusso di acqua in un tubo possiamo strozzarlo piegandolo su se stesso e tenendolo in posizione con una fascetta.

daniele.cappa@elflash.it

Si pensa di solito che l'Italia abbia contribuito assai più alle arti e alla letteratura che alle scienze, sebbene il nostro Paese abbia dato i natali a personaggi chiave come Galileo, Volta, Marconi e Fermi. Eppure gli apporti italiani alla scienza, come del resto alla tecnologia, sono numerosissimi oltre che assai rilevanti. Si tratta però spesso di contributi che sono stati dimenticati del tutto o che sono ricordati soltanto in cerchie ristrette di specialisti. Recuperare la memoria per prendere coscienza dell'opera preziosa di tanti italiani del passato è l'obiettivo dell'opera "Italia, patria di scienziati" della quale è apparso di recente il primo volume, dedicato alle scienze e alle tecnologie relative alla matematica, alla fisica, alla chimica e alla medicina. Vi leggiamo le storie di un centinaio di personaggi, alcuni notissimi ma i più praticamente sconosciuti, tutti però accomunati dalla realizzazione di opere, scoperte e invenzioni, di grande e spesso attuale interesse.

Fra i meno conosciuti, per esempio, troviamo citato l'abate senese Giovanni Caselli, inventore del "pantelegrafo" (1855), progenitore dell'attuale fax, che per la trasmissione delle immagini utilizzava le linee telegrafiche; l'ingegnere romano Giovanni Battista Marzi a cui si deve la realizzazione, presso il Vaticano, della prima centrale telefonica automatica della storia (1886). Ma poi naturalmente si dedica ampio spazio a Guglielmo Marconi, a proposito del quale sono riportate varie notizie storiche poco conosciute; e anche ad Antonio Meucci, l'inventore del telefono le cui vicende sono state di recente trasmesse in Tv.

Il volume, di sicuro interesse per la ricchezza delle informazioni che fornisce, oltre alle vicende dei secoli passati tratta anche quelle più recenti, occupandosi per esempio del fisico vicentino Federico Faggin a cui si deve la realizzazione del primo microprocessore e dell'astrofisico Riccardo Giacconi, premio Nobel per la Fisica.

Waldimaro Fiorentino, **"Italia, patria di scienziati"** primo volume, Edizioni Catinaccio, Bolzano, 2004

Giovanni Vittorio Pallottino