





324 giugno 2012

Zoom in

20 FOTOVOLTAICO: FACCIAMO IL PUNTO



Con questo articolo cerchiamo di fare chiarezza sull'energia fotovoltaica, esaminando le tecnologie, le soluzioni e gli incentivi previsti per la realizzazione degli impianti.

a cura della redazione

Progettare & costruire

30 IL DIGITALE TERRESTRE SUL TUO VHS

Come registrare su un vecchio videoregistratore VHS i canali del digitale terrestre.

di Iginio Commisso (i2UIC)

36 COMBINATORE GSM

Riutilizziamo un vecchio cellulare per farci chiamare quando l'antifurto dell'auto suona.

di Daniele Cappa

42 TUTORIAL PIC18 (PARTE SECONDA) GIOCHIAMO CON I LED

Nella prima parte abbiamo analizzato alcuni concetti di base del linguaggio C; in quella che invece stiamo affrontando vedremo finalmente il PIC in azione, scrivendo il nostro primo programma per realizzare giochi di luce con i LED.

di Roberto D'Amico



54 SENSORI DI CAMPO MAGNETICO MAGNETORESISTIVI

Dagli hard disk alle bussole elettroniche miniaturizzate, la misura del campo magnetico svolge un ruolo tecnologico fondamentale. I sensori magnetoresistivi rappresentano un semplice e robusto strumento per la misura accurata del campo magnetico alla portata di ogni sperimentatore.

di Marco Carminati

58 CORSO MIKROBASIC (PARTE QUINTA) SUONI AD ALTO LIVELLO CON PIC

In questa puntata impareremo a generare suoni con il PIC con un grado di accuratezza e di affidabilità molto elevato. Utilizzeremo sia le funzioni di libreria fornite dal compilatore sia procedure create ad hoc dal programmatore.

di Giovanni Di Maria

Rispondi VINCII pag.



DIVERTITI E METTI

ALLA PROVA

LE TUE CONOSCENZE CON

ELETTRO QUIZ

E VINCI OGNI MESE ESCLUSIVI PREMI!



Imparare & approfondire

68 PILOTARE I DISPLAY A SEGMENTI

La gestione dei visualizzatori si presta a considerazioni di diversa natura, in funzione delle scelte attuabili in fase di progetto: con semplici accorgimenti è possibile memorizzare localmente l'informazione proposta su ogni singolo digit.

di Giorgio Ober

Radio & radio

Ordine n. 8335 del 23/06/2012 - Licenza esclusiva a Guido Ottaviani

76 LA RADIO DEI CENTO ANNI

Sono passati più di cento anni, era il 1906, dalla fatidica invenzione dell'Audion, il primo triodo, a opera di Lee De Forest.

Tuttavia il circuito rigenerativo, la radio a reazione, vede una paternità contesa fra De Forest e Armstrong negli anni 12-13 del secolo scorso.

di Vittorio Marradi

GLI ARTICOLI CONTRASSEGNATI COL SIMBOLO sono già disponibili in formato PDF* all'indirizzo www.farelettronica.com/club *Puoi iscriverti al CLUB di Fare Elettronica versando una piccola quota annuale.

Robot Zone

80 QUAD SONAR DI CONTROLLO

Come modificare un semplice ed economico sensore di parcheggio standard per ottenere un quadruplo misuratore di distanza a prova di intemperie, da usare come rilevatore di ostacoli per i nostri robot.

di Guido Ottaviani

94 ROBOT COMANDATO DA SMARTPHONE ANDROID

È oggi sempre più diffuso l'utilizzo di smartphone dotati di interfaccia USB, Wi-Fi, Bluetooth, sensori GPS, accelerometri, display dotati di touchscreen e molto altro. In questo articolo vedremo come, utilizzando uno smartphone con sistema operativo Android, potremo comandare un piccolo robot tramite un collegamento Bluetooth di Adriano Gandolfo

rubriche

7 Editoriale

10 Idee di progetto

14 News

18 Eventi

34 Elettroquiz

52 Info

108 IESHOP

elenco inserzionisti

Cronomaster Servizi Pag. 14

Via Rosselli 2 - 10098 Rivoli (TO) Tel. 011 4597204 - www.cronomaster.com

Elettroshop Pag. 75

Via Giotto, 7 - 20032 Cormano (MI) Tel. 02 66504755 - www.elettroshop.com

Evr Pag. 97

Viale Kennedy, 96 - 20027 Rescaldina (MI) Tel. 0331 1815404 - www.evr-electronics.com

Futura Elettronica Pag. 9

Via Adige 11 - 21013 Gallarate (VA) Tel. 0331 799775 - www.futuranet.it

Grifo Pag. 51

Via dell'Artigiano 8/6 - 40016 San Giorgio Di Piano (BO) Tel. 051-892052 - www.grifo.it

Italfiere Pag. 19

Via Caduti di via Fani 65 - 47023 Cesena (FC) Tel. 0547 415674 - www.italfiere.net

Microchip Technology Pag. 3

Via Pablo Picasso, 41 - 20025 Legnano (MI) Tel: +39 0331 74261 - www.microchip.com

Micromed Pag. 57

Via Valpadana 126B/2 - 00141 Roma (RM) Tel. 06 9058496 - www.micromed.it

MikroElektronika Pag. 13

Visegradska, 1A - 11000 Belgrade Tel. +381 11 3628830 - www.mikroe.com

Millennium Dataware Pag. 15

Corso Repubblica 48 - 15057 Tortona (AL) Tel. 0131 860254 - www.mdsrl.it

Mouser Electronics Pag. Icop

Centro Direzionale Milanofiori Strada 1 Palazzo E1 20090 Assago (MI) Tel. +39 02 57506571 - www.mouser.com

PCB-Pool Pag. 16

Bay 98-99 - Shannon Free Zone - Shannon -County Clare Tel. 02 64672645 - www.pcb-pool.com

Tecnoimprese Pag. 78

Via Console Flaminio, 19 - 20134 (MI) Tel. 02 210.111.1 – www.fortronic.it

Teltools Pag. 83

Via Della Martinella 9 - 20152 Milano (MI) www.teltools.it

ABBIAMO BISOGNO DEL TUO AIUTO!

FACCI CONOSCERE



IL TUO ARTICOLO PREFERITO SUL SITO WWW.FARELETTRONICA.COM



LUPUS IN FABULA

Acal, 15 - Agilent, 14 Fairchild Semiconductor, 16 - Grifo, 14
LeCroy, 14 - Linear Technology, 15
Melexis, 17 - Microchip, 42 - Molex, 17
SemiSouth Laboratories, 17
Texas Instruments, 16 - Toshiba Electronics, 17.



Probot Zone di GUIDO OTTAVIANI

Come modificare
un semplice ed economico
sensore di parcheggio standard
per ottenere un quadruplo
misuratore di distanza
a prova di intemperie,
da usare come rilevatore
di ostacoli per i nostri robot

irando per i numerosi negozi di "cineserie" o tra i banchi delle fiere di elettronica, capita spesso di vedere diversi sensori di parcheggio da applicare alle auto che non ne sono provviste di serie.

Ne esistono molti modelli, per tutte le tasche, da pochissime decine di euro a poco più di cento euro. I più semplici hanno quattro sensori, un display numerico e un buzzer per avvertire quando l'ostacolo è vicino. I più costosi hanno il display nello specchietto retrovisore e la videocamera. Alcuni hanno il display cablato con la centralina, altri hanno un collegamento wireless. Ce ne sono da 4, 6 o 8 sensori. L'hardware è quasi sempre lo stesso con più o meno componenti installati.

L'HARDWARE

Per le nostre esigenze va bene il modello più economico: quattro sensori stagni, un display cablato e anche la punta da trapano per fare il foro esatto per il montaggio dei sensori.

Il display è collegato con 3 fili: PWR+, GND e segnale. Non usa un protocollo standard di comunicazione ma un sistema basato su una sequenza di alti e bassi più o meno spaziati molto personalizzata, che riporta solo poche informazioni. Nel display c'è un'altra MCU che decodifica il protocollo e pilota di conseguenza le cifre, le barre di LED e il buzzer. Da qui è nata l'idea di modificare il circuito per renderlo compatibile con i protocolli più usati: seriale e l²C, e magari aggiungere qualche altra funzione.

Il circuito originale

Per prima cosa analizziamo il funzionamento del sistema per capire dove e come si può agire.

Il circuito è realizzato in modo molto chiaro e usa tutti componenti standard, con un'applicazione tanto semplice quanto furba del datasheet originale del sensore [1]

Un po' di teoria

Ricordiamo brevemente come funziona un sonar.

Per rilevare un oggetto che gli sta di fronte, esso invia un segnale concentrato nel tempo (ping o burst) a una frequenza ultrasonica e, come fanno i pipistrelli, misura il tempo che impiega l'eco riflessa dall'oggetto a tornare al ricevitore, il cosiddetto "tempo di volo". Conoscendo la velocità del suono nell'aria è facile determinare la distanza dell'oggetto.

Il segnale è trasmesso e ricevuto tramite una capsula a ultrasuoni che, normalmente, è un trasduttore ceramico bidirezionale, può funzionare cioè sia da microfono sia da altoparlante. Alcuni sistemi, come il classico SRF08 di Devantech, usano una capsula per la trasmissione e una per la ricezione. In questo caso una sola capsula è usata, alternativamente per entrambe le funzioni.

La frequenza scelta è di solito 40 kHz, e per questo le capsule risuonano esattamente a questa frequenza, fornendo il loro massimo rendimento e semplificando il circuito.

Le capsule funzionano a tensioni abbastanza alte e per questo si trovano diverse soluzioni circuitali per ottenere tali tensioni, a partire da quelle standard, 5 o 12 V.



Ordine n. 8335 del 23/06/2012 - Licenza esclusiva a Guido Ottaviani



Figura 1: il kit sensori scelto.

nel quale viene proposto un circuito di test basato su un transistor, un trasformatore per elevare la tensione di funzionamento e un amplificatore operazionale per la ricezione dell'eco di ritorno. Il circuito oscillante formato dal trasformatore e dalla capsula viene accordato sulla frequenza esatta tramite il nucleo mobile che si vede in **figura 2**.

In questo modo il segnale a onda quadra a 5 V in ingresso al transistor diventa una sinusoide da 100 V picco-picco, pilotando al meglio la capsula.

La capsula risuona con molta precisione a 40 kHz, si comporta quindi come un filtro passa-banda molto stretto intorno a questa frequenza. Il segnale è filtrato due volte, sia quando viene trasmesso (cap-



Figura 2: un dettaglio della scheda originale.



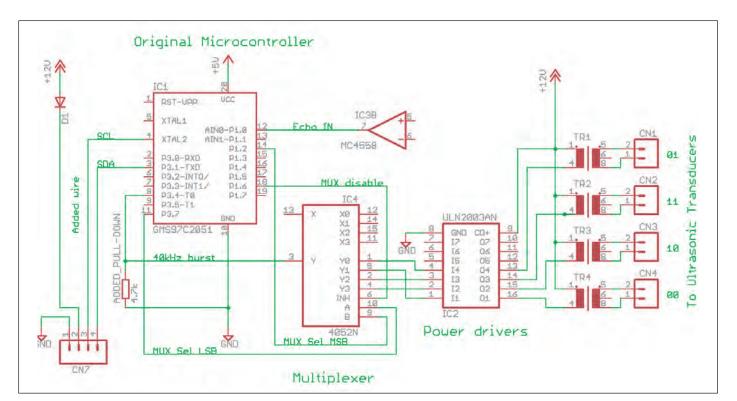


Figura 3: uno schema logico delle connessioni della scheda originale. Questo non è lo schema elettrico esatto ma solo una descrizione funzionale dedotta da un'analisi visiva della scheda.

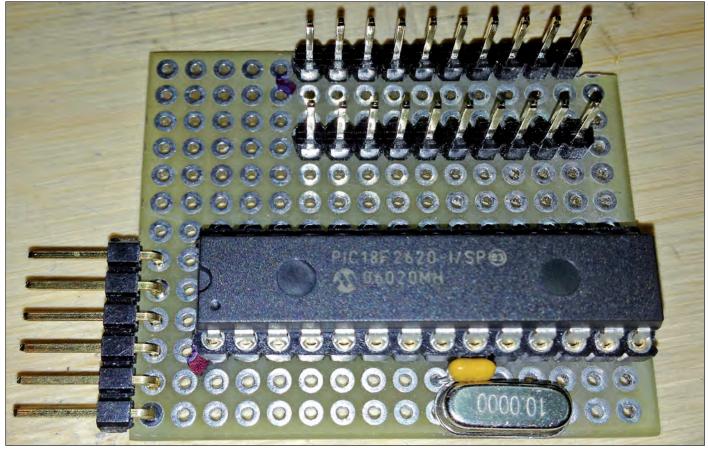


Figura 4: la schedina di adattamento tra il nuovo microcontrollore e lo zoccolo originale. L'utilizzo di una millefori permette di sperimentare diverse soluzioni.

Ordine n. 8335 del 23/06/2012 - Licenza esclusiva a Guido Ottaviani

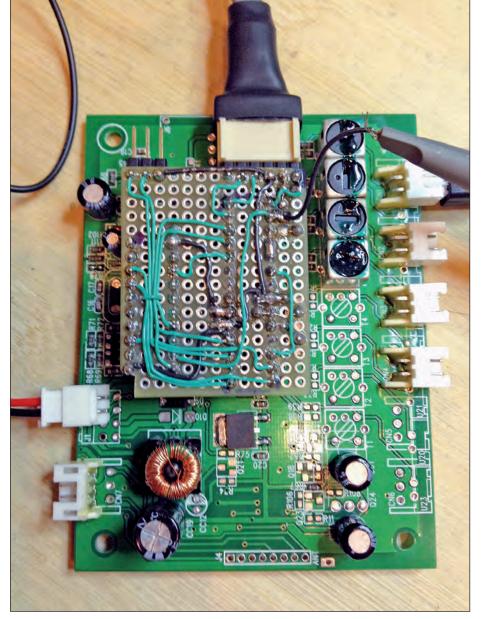


Figura 5: la schedina montata al posto della MCU originale e collegata al sistema di sviluppo.

sula usata come altoparlante) sia quando viene ricevuto (capsula usata come microfono). Questo doppio filtraggio porta a un segnale molto pulito in ingresso.

EZPRESS

Ordine n. 8335 del 23/06/2012 - Licenza esclusiva a Guido Ottaviani

Il fatto di usare una sola capsula semplifica molto il circuito e l'installazione finale (pensate a dover montare il doppio di capsule) però ha, come spesso accade, una lato negativo. Quando si deve commutare da trasmissione a ricezione occorre circa 1 ms prima che l'oscillazione di smorzi. Questo porta a una distanza minima misurabile di circa 30 cm. Nel nostro caso non è un problema, è un minimo

più che accettabile e, in ogni caso, il sistema rileva comunque gli ostacoli più vicini, anche se continua a misurare 30 cm.

Moltiplichiamo i sensori

Per ottimizzare il circuito con quattro sensori separati, al posto del transistor è stato usato un driver ULN2003, un array di sette darlington di potenza, adatti all'utilizzo con carichi induttivi, racchiuso in un unico chip da 16 piedini. Il segnale di pilotaggio è smistato al giusto driver tramite un multiplexer / demultiplexer analogico HEF4052BT, che si occupa anche di riportare l'eco di ritorno dalle diverse capsule verso l'unico amplificatore operazionale MC4558L.

Un microcontrollore MG87FE2051AE20 (basato su core 8051) si occupa di generare il burst a 40 kHz, di selezionare in sequenza il muxltiplexer e di misurare il tempo con il quale viene ricevuta l'eco. Solo la prima eco di ritorno (l'oggetto più vicino) è presa in considerazione, eventuali altri echi sono ignorate.

I datasheet dei componenti citati possono essere reperiti su [2].

In **figura 3** si può osservare uno schema logico delle connessioni.

La personalizzazione

Come si può vedere in **figura 2** il microcontrollore originale è montato su zoccolo. Poiché questo è l'unico componente che vogliamo cambiare, siamo a cavallo. Usando una schedina di adattamento come quella mostrata in **figura 4** è facile utilizzare il tipo di microcontrollore che preferiamo.





Tutto via cellulare: Termostato + Combinatore + Apri-cancello ... Con carica batterie litio e relè integrati

www.carrideo.it/moduli_embedded.htm www.carrideo.it/telecaldaia.htm

IP 2813773



⊃robot zone Zone

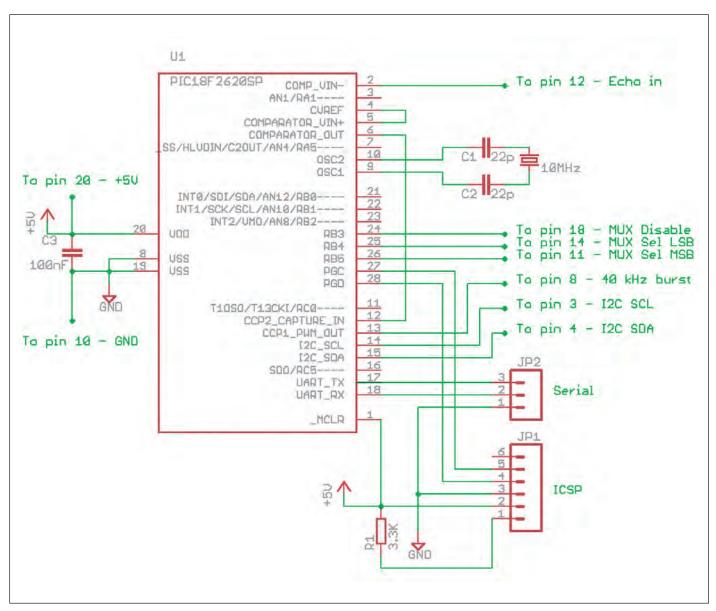


Figura 6: lo schema elettrico della schedina aggiunta con il PIC18F2620. Come si può vedere i componenti esterni sono ridotti al minimo.

La scelta è caduta su un PIC18F2620. Questo ha tutte le periferiche che ci servono:

- PWM hardware per generare il burst a 40 kHz;
- comparatore analogico per rilevare l'eco di ritorno;
- generatore interno di tensione di riferimento per regolare via software la sensibilità del comparatore;
- diversi timer hardware sia a 8 sia a 16 bit;
- modulo seriale per invio dei dati e per il debug;
- I²C da usare come sensore slave per utilizzarlo al posto di un sonar commerciale;

• I/O pin a sufficienza per pilotare il multiplexer e per altre funzioni.

IL SOFTWARE

Parlare di software con un microcontrollore può essere fuorviante, specialmente in questo caso. Usando infatti le periferiche hardware citate, i timer e gli interrupt, è facile realizzare una macchina a stati finiti che non fa nulla per la maggior parte del tempo, rimanendo in attesa degli interrupt. Interpretiamo quindi lo schema in figura 7 non come un diagramma di flusso software, ma come una sequenza di operazioni, alcune eseguite direttamente

dalle periferiche e altre pilotate dal software. Per semplicità lo schema fa riferimento a una sola sezione. Nella realtà i diversi sensori sono collegati al resto del circuito tramite il multiplexer. Ordine n. 8335 del 23/06/2012

Licenza esclusiva a Guido

Seguiamo lo schema in senso orario. Il Timer0 (configurato come timer a 16 bit) è caricato con differenti valori nei differenti stati. Come si può vedere, il primo valore (t1) è di 150 us, con questo si pilota il PWM che genera un burst della stessa durata a 40 kHz con un duty cycle del 50%. Poi c'è un tempo di attesa t2 di 850 us per evitare che sia interpretato come eco lo stesso segnale trasmesso, in questo modo si ottiene un periodo totale di 1





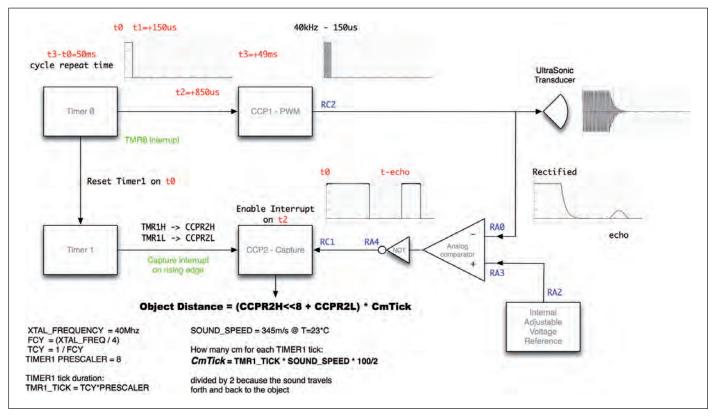


Figura 7: schema a blocchi del funzionamento del programma nel microcontrollore. Questo schema è un misto di operazioni eseguite direttamente dalle periferiche hardware del PIC e di procedure software conseguenti.

ms che corrisponde al tempo di smorzamento citato in precedenza. Dopo 1 ms si abilitano gli interrupt e il timer viene impostato in modo da attendere per 49 ms l'eco di ritorno (t3).

Come si vede dallo schema l'uscita del PWM, il pin RC2 del PIC è collegato tramite il multiplexer e il driver di potenza al trasduttore. Il segnale di ritorno è amplificato e demodulato dal circuito analogico presente nella scheda originale e in-

viato all'ingresso invertente del comparatore analogico del PIC (pin RAO).

La soglia di intervento del comparatore può essere regolata via software impostando il giusto livello di tensione sul generatore di riferimento interno. Questo è configurato in modo da fornire tale livello sul pin RA2, che a sua volta è collegato all'ingresso non invertente del comparatore (pin RA3).

Torniamo al momento t0. Questo è l'inizio

dell'invio del burst, viene quindi azzerato Timer1. Al momento t2 si abilita l'interrupt sul modulo capture e si inizia ad ascoltare l'eco.

L'uscita del comparatore (pin RA4), è collegata all'ingresso del modulo CCP2 configurato come capture (pin RC1). Sul fronte di salita di questo segnale, il modulo capture fotografa il contenuto dei registri del Timer1 in quell'esatto istante. Questo è il tempo chiamato t-echo nel grafico e

Regolare la sensibilità del sonar

A volte è utile poter regolare la sensibilità del circuito ricevente, per diverse ragioni. Il segnale a 40 kHz viene trasmesso e ricevuto con un angolo abbastanza ampio. Installando il sonar a 10-15 cm dal pavimento, come avviene normalmente con i robot amatoriali, il cono risultante potrebbe incontrare il pavimento a una distanza inferiore a 2,5 m, ritornando un'eco non voluta.

Un altro problema può nascere dall'interferen-

za tra i diversi trasduttori. Ad esempio, un'eco di un oggetto lontano, relativa al segnale trasmesso dalla capsula 1, potrebbe ritornare con molto ritardo mentre è già in ricezione la capsula 2, fornendo anche in questo caso una falsa misura. Aumentare troppo il tempo di attesa per tutte le eco porterebbe a cicli di lettura molto lenti, inadatti a un mezzo che si muove a una certa velocità.

Diminuendo la sensibilità del ricevitore, non

sono presi in considerazione echi deboli, provenienti dal pavimento o da riflessioni multiple, in particolare in ambiente chiuso. Si può quindi regolare il range massimo di misura del sonar

Un metodo molto sofisticato per avere letture rapide anche con diversi sensori è spiegato da Johann Borenstein in questo documento:

http://www.valentiniweb.com/piermo/robotica/d oc/Borenstein/paper32.pdf.

Ordine n. 8335 del 23/06/2012 - Licenza esclusiva a Guido Ottaviani



Figura 8: un esempio di un ciclo di lettura.
La traccia B mostra il segnale analogico ricevuto
dalla capsula, la traccia A il segnale digitale in uscita
dal comparatore. Nel primo millisecondo viene inviato
il burst, il comparatore rivela il segnale ma l'interrupt
è disabilitato e non ha alcun effetto. Dopo circa 1,8 ms
ritorna l'eco del primo ostacolo. Il segnale supera
la soglia di intervento del comparatore analogico
e la sua uscita va a 1 logico. In questo momento
si disabilita di nuovo l'interrupt per non rilevare altri
ostacoli che, in questo caso, non ci interessano.

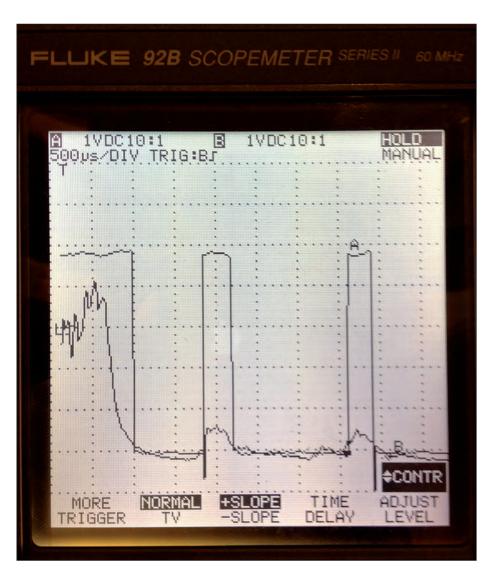
corrisponde al "tempo di volo", il tempo cioè che impiega il suono ad andare dal sensore all'ostacolo e a tornare indietro al sensore stesso.

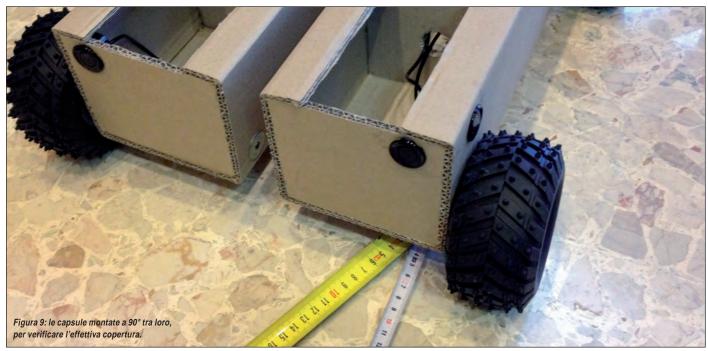
Per semplificare il lavoro del microcontrollore, risparmiando divisioni e moltiplicazioni a ogni misura, ho definito come costante a inizio programma il valore dei centimetri corrispondenti a ogni incremento di una unità nel registro del Timer1 (CmTick). Moltiplicando il valore fotografato dal modulo capture per questa costante abbiamo direttamente la distanza dell'oggetto.

Il ciclo di 50 ms per un sensore è completo, dopodiché si imposta il multiplexer per il sensore successivo e così via fino a tornare al primo sensore dopo 200 ms.

Ordine n. 8335 del 23/06/2012 - Licenza esclusiva a Guido Ottaviani

Utilizzando in questo modo le periferiche e lasciando l'MCU in attesa degli interrupt, rimane molto tempo per rispondere alle chiamate del master su l²C, ri-







>robot zone



Figura 10: misura dell'angolo di copertura.

ducendo al minimo il tempo di attesa su questo bus.

II codice

Il codice sorgente, aggiornato all'ultima versione, è disponibile come open source su Google code, si veda il riferimento [3].

UN HARDWARE ALTERNATIVO

Questa soluzione hardware prevede l'utilizzo della parte analogica e di potenza di un circuito già esistente, risolvendo molti problemi per niente banali. L'MCU aggiunta si occupa di gestire i dispositivi già presenti nella scheda originale.

Nulla vieta di usare la stessa logica ma con un circuito diverso, progettato ad hoc o come rielaborazione dei numerosi circuiti che si trovano in Rete.

Un ottimo circuito, molto usato da anni, è quello del già citato SRF08 di Devantech. Lo schema di questo circuito è pubblicato in Rete e usa alcune soluzioni molto ingegnose. La differenza principale è nell'utilizzo di due capsule, una che riceve e l'altra che trasmette, arrivando così a una distanza minima di 3 cm. La capsula trasmittente è alimentata sfruttando la caratteristica di moltiplicatore di tensione del MAX232 (driver che converte i livelli della seriale TTL a quelli della RS232). In questo modo si ottiene una tensione di 24V picco-picco. Il resto del circuito è piuttosto tipico: un operazionale per amplificare il segnale ricevuto e un potenziometro digitale per regolarne il guadagno, e quindi la sensibilità. Questo può essere eliminato modificando la soglia del comparatore, semplificando ulteriormente il circuito.

OTTIMIZZAZIONE DEL CAMPO DI MISURA

Il datasheet della capsula indica la sua direttività:

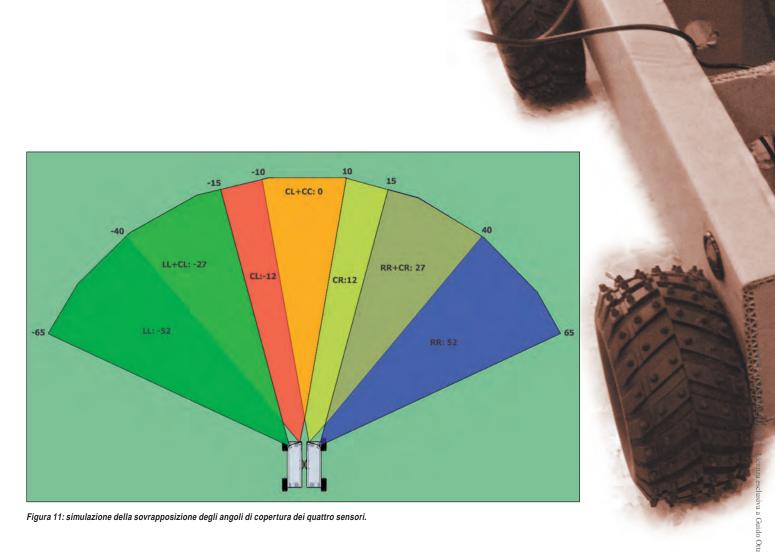
Directivity (deg) X-axis 115±15

Questo provocherebbe alcuni problemi nella disposizione delle quattro capsule in dimensioni contenute: sarebbe impossibile capire su quale lato è l'ostacolo. Per capire esattamente come installare le capsule, ho fatto alcune prove su un

Ordine n. 8335 del 23/06/2012 - Licenza esclusiva a Guido Ottaviani







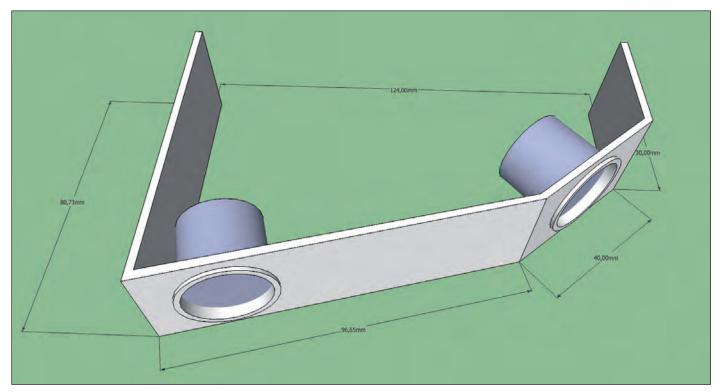


Figura 12: il supporto che permette di montare le capsule con la giusta inclinazione.





mockup di cartone del robot che dovrà ospitare questi sensori (figura 9).

Con la configurazione impostata nel circuito descritto, quindi anche con quell'esatta sensibilità, l'oggetto è rilevato solamente entro l'angolo che si può ve-

Ordine n. 8335 del 23/06/2012 - Licenza

te ha il cateto di 77,5 cm e l'ipotenusa di 85 cm, l'angolo è perciò = ARCCOS(77,5 / 85) = 24,25°, molto più stretto di come indicato nel datasheet. Questo cambia molte cose.

Con una semplice simulazione realizzata con Google SketchUp (figura 11), ho trovato la giusta inclinazione da da-

re a ogni sensore per ottenere il risultato migliore.

LL = -40° (Left-Left)

CL = -15° (Center-Left)

CR = +15° (Center-Right)

RR = +40° (Right-Right)

Ciò comporta una copertura totale di 130° (da -65° a +65°) con diverse zone di intersezione. In questo modo è possibile, tramite software, capire in quale delle sette differenti zone si trova l'ostacolo. Basta confrontare a coppie due sensori adiacenti e verificare se atrambi rilevano l'oggetto a distanze si-

entrambi rilevano l'oggetto a distanze simili.

Se, ad esempio, un oggetto è rilevato solo da LL, possiamo considerarlo a un angolo di -52° . Se solo da CL, lo consideriamo a -12° . Se è rilevato da entrambi e d = abs (distLL – distCL) < 10 cm possiamo dire che l'ostacolo è a -27° . E così via con tutte le altre coppie.

In **figura 12** si vede il dettaglio del supporto che, installato come in **figura 13**, permette di ottenere le inclinazioni necessarie.

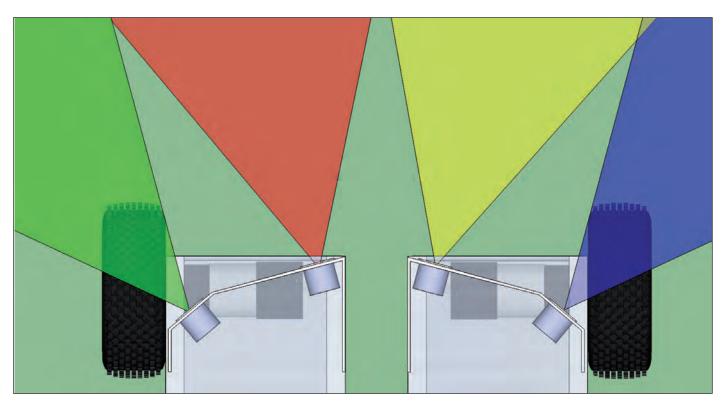


Figura 13: come montare i sensori per avere la copertura indicata in precedenza.



>robot zone

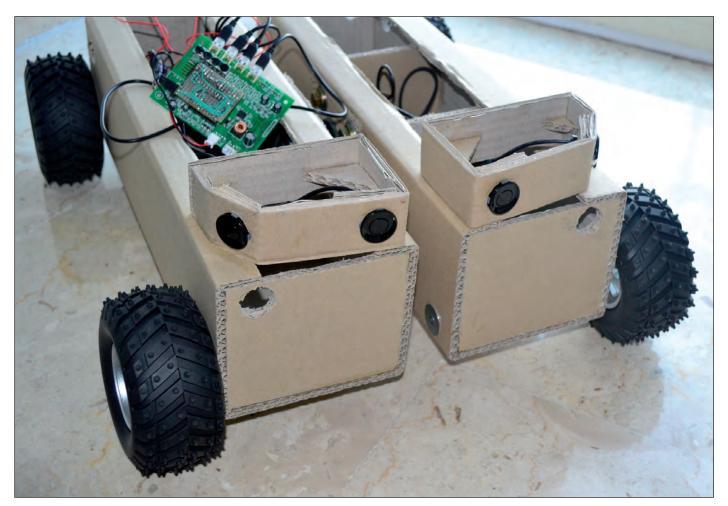


Figura 14: il mockup che ho usato per le prove. Una specie di "prototipazione rapida" in cartone.

CONCLUSIONI

Dopo le simulazioni era necessario effettuare alcune prove pratiche. Usando ancora una volta il mockup di cartone ho potuto confermare la teoria e provare anche come si comportano i sensori ultrasonici con oggetti di diverse forme, dimensioni e materiali.

Durante le prove infatti ho avuto modo di verificare come i sonar rilevano gli oggetti.

Ho provato con stoffa, oggetti cilindrici, scatole lucide, irregolari, ombrelli ecc.:

- se la stoffa è molto morbida, non la rileva affatto:
- un oggetto cilindrico non dà problemi;
- una scatola irregolare nemmeno;
- una scatola lucida e regolare, posta secondo un preciso angolo, diventa "stealth", non viene vista. Immagino che rifletta il suono con un angolo tale da non ritornare ai sensori;
- l'ombrellino è rilevato benissimo, anche appoggiato a terra in orizzontale vicino al robot.

Con la sensibilità che ho impostato ot-

tengo un range pratico di circa 150 cm. Questo mi permette di lavorare bene anche in ambiente chiuso, con mobili e altri oggetti intorno e con le pareti non molto lontane, oltre al pavimento che potrebbe rientrare in visibilità.

L'altezza da terra che si vede in **figura 14** sembra buona, non vedo il pavimento ma rivelo oggetti anche bassi. Il risultato che avevo in mente è stato pienamente raggiunto.

CODICE MIP 2824004

PER approfondire...

- [1] http://www.futurlec.com/Datasheet/Sensor/14C01.pdf
- [2] http://www.alldatasheet.com/
- [3] http://code.google.com/p/quadsonar/