

OSCILLATORI SystemVerilog ARDUINO robot wireless
erogatore CUBLOC RECINTO ELETTRIFICATO debouncing avanzato
PIC MikroBASIC Bluetooth CUSB2R SHIFT REGISTER



fare elettronica

www.farelettronica.com

318 DICEMBRE Mensile Anno XXVII € 6,00

Effetti luce a **LED**

**CORSO DI MIKROBASIC:
DEBUNCING AVANZATO**

**COME PROTEGGERE
LE USCITE
DI UN MICROCONTROLORE**

ROBOT CON ARDUINO

*Erogatore
di acqua con*
CUBLOC

ISSN 1591-2272

1 0 3 1 8



**DISTRIBUTORE
PREFERITO PER
IL 2011**

GO

DIGIKEY.IT

318 dicembre 2011

Zoom in

20 **EROGATORE CON CUSB 22R**

Un progetto realizzato con il CuSB-22R di COMFILE che sfrutta le note potenzialità del CUBLOC, microcontrollore programmabile sia in linguaggio BASIC sia in LADDER.

di Nicola Taraschi

Progettare & costruire

26 **PERCHÉ PROTEGGERE LE LINEE D'USCITA**

La linee d'uscita delle porte dei nostri computer sono ovviamente indispensabili ma al tempo stesso decisamente fragili; per evitare danni irreversibili e per soddisfare le esigenze di molti utilizzatori, è importante imparare a proteggerle con una sana interfaccia.

di Giorgio Ober

34 **GIOCHI DI LUCE**

Questo articolo introduce un interessantissimo driver per LED, comandabile attraverso un'interfaccia I2C in grado di realizzare le più svariate tipologie di illuminazione.

di Luca Stanzani



40 **CANE... "ELETTRICO"**

Ovvero recinto elettrificato per contenere mandrie, greggi o per tenere fuori dal campo coltivato ospiti famelici e non invitati!

di Daniele Cappà

Imparare & approfondire

54 **CORSO DI MIKROBASIC (2) ANTIRIMBALZO AVANZATO**

In questo articolo tratteremo un tema sempre al centro della progettazione elettronica: l'eliminazione del rimbalzo elettrico. Un problema che affligge gli sviluppatori e i progettisti ma che si può eliminare del tutto utilizzando diverse tecniche, sia software sia hardware.

di Giovanni Di Maria

Rispondi
t... **VINCI!** pag.

46



DIVERTITI E METTI
ALLA PROVA
LE TUE CONOSCENZE CON
ELETTRO QUIZ
E VINCI OGNI MESE
ESCLUSIVI PREMI!

Digi-Key Corporation Pag. 1, 3

701 Brooks Ave South - 56701 Thief River Falls, MN
Tel. 800 338 4105 x1454 - www.digkey.it

Elenos Pag. 16

Via Amendola, 9 - 44028 Poggio Renatico (FE)
Tel. 0532 829965

Elettroshop Pag. 47, 63

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

Exposition Service Pag. 19

V.le Dante Alighieri 54 - 48022 Lugo (RA)
Tel. 0545 27548 - www.mondoelettronica.net

Farnell Italia Pag. 9

Corso Europa 20 - 22 - 20020 Lainate (MI)
Tel. 02 93995(1) - www.farnell.com

Futura Elettronica Pag. 13

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

GRIX Pag. 83

www.grix.it

MikroElektronika Pag. 6

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

Millennium Dataware Pag. 14

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

PCB-Pool Pag. 18

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

R.C.C. Pag. 15

Via G. Di Vittorio 19 - 20097 San Donato Milanese (MI)
Tel. 02 51876194 - www.rccitaly.com

RS Components IV cop

Via M. V. De Vizzi 93/95 - 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Tel. 02 66058257 - rswww.it

Tecnoimprese Pag. 43

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

Teltools Pag. 92

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

LUPUS IN FABULA

Lecroy, 48
Microchip Technology, 16
Texas Instruments, 14
TME, 16
Toshiba, 15

60 CORSO SYSTEMVERILOG :
(parte settima)

**INTRODUZIONE
ALLA LIBRERIA OVM:
SEQUENCER E AGENT**

Le caratteristiche dell'oggetto "sequencer", i suoi modi d'impiego e la relativa integrazione con il driver all'interno di un agent.

di *Mariano Severi*

66 ESPERIMENTI

CON GLI OSCILLATORI

Gli oscillatori rappresentano una classe ben precisa di circuiti senza i quali molte applicazioni elettroniche non sarebbero possibili. In questo articolo ne analizzeremo brevemente i principi di funzionamento e ne mostreremo alcune semplici implementazioni pratiche di Antonio Giannico

**L'angolo
di Mr A.Keer**

80

SHIFT REGISTER
(parte terza)

Il compito di sostenere l'utilità e la diffusione dei Flip-Flops D-Type spetta, questa volta, ai Registri a Scorrimento di tipo PISO, importanti per il fatto di svolgere un'attività complementare a quella assicurata dagli Shift Register di tipo SIPO.

di *Giorgio Ober*

Robot Zone

96 ARDUINOBOT (parte terza)

LE SCHEDE UTILIZZATE

Nel precedente articolo è stato presentato il progetto del robot ArduinoBOT. Passeremo ora ad analizzare le principali schede che ne compongono la parte elettronica.

di *Adriano Gandolfo*

rubriche

- 7** Editoriale
- 10** Idee di progetto
- 14** News
- 18** Eventi
- 46** Elettroquiz
- 48** Info
- 108** IESHOP

**GLI ARTICOLI CONTRASSEGNA TI
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.



**ABBIAMO BISOGNO
DEL TUO AIUTO!**

FACCI CONOSCERE

LE TUE PREFERENZE VOTANDO

IL TUO ARTICOLO PREFERITO SUL SITO

WWW.FARELETRONICA.COM



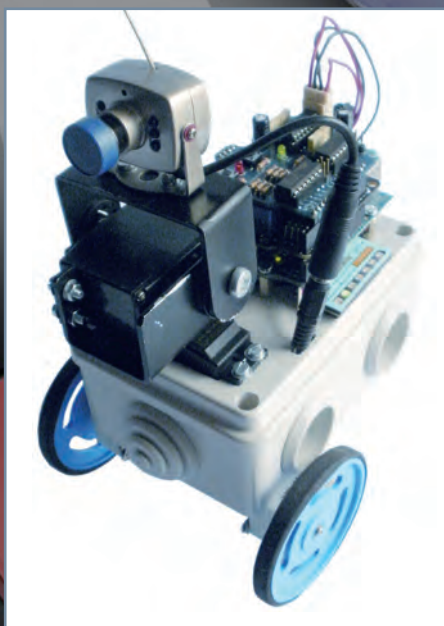
ROBOTone

102 ArduinoBOT (parte seconda)

DESCRIZIONE DELLE SCHEDE UTILIZZATE

INel precedente articolo è stato presentato il progetto del robot ArduinoBOT; passeremo ora ad analizzare le principali schede che ne compongono la parte elettronica.

di Adriano Gandolfo



ArduinoBOT (parte seconda)

DESCRIZIONE *delle schede* utilizzate

Nel precedente articolo
è stato presentato il progetto
del robot ArduinoBOT;
passeremo ora ad analizzare
le principali schede
che ne compongono
la parte elettronica

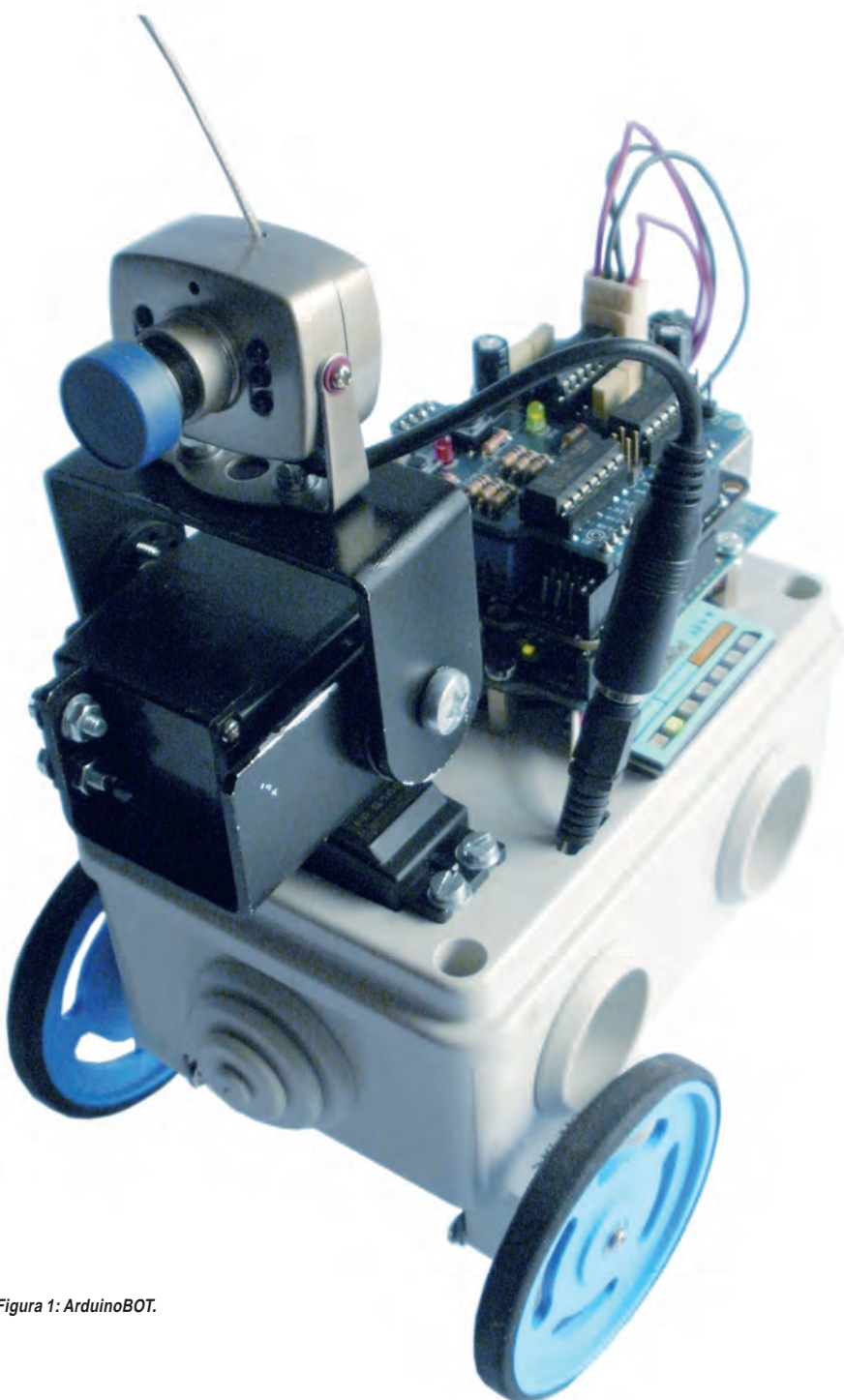


Figura 1: ArduinoBOT.

La scorsa puntata abbiamo visto sommariamente le varie parti che formano ArduinoBOT (**figura 1**). Analizzeremo ora le principali schede elettroniche utilizzate (**figura 2**): scheda controllo, scheda espansione e la scheda controllo motori.

SCHEDE DI CONTROLLO DEL ROBOT

La scheda di controllo del robot è una Arduino 2009 ma la descrizione che seguirà è riferita alla scheda Arduino UNO (**figura 3**) che è l'evoluzione della Duemilanove ed è completamente compatibile. I primi esemplari della scheda furono prodotti nel settembre 2010. Essa si differenzia dalla versione 2009 per la presenza di uno speciale convertitore USB/seriale che è implementato da un microcontrollore ATmega8U2 in cui è integrato un transceiver USB liberamente programmabile.

In questo modo, a differenza del chip della FDTI, per il quale era necessario installare appositi driver, con l'utilizzo dell'integrato ATmega8U2 ciò non è più necessario, poiché sono usati i driver comuni della periferica USB già disponibili con il sistema operativo.

Tuttavia, con sistemi operativi Windows, per la corretta creazione di una porta COM virtuale è necessario installare un driver aggiuntivo.

Arduino Uno ha anche ricevuto la certificazione FCC sulle emissioni elettromagnetiche; inoltre è conforme alle normative RoHS.

ALIMENTAZIONE

La scheda Arduino Uno può essere alimentata attraverso la connessione USB oppure con un alimentatore esterno. Lo schema della sezione di alimentazione è riportato in **figura 5**.

La fonte di alimentazione è selezionata automaticamente attraverso il circuito formato da uno dei due amplificatori operazionali contenuti nell'integrato U1 LM358D e dal Mosfet T1 a canale P tipo FDN304.

L'amplificatore operazionale controlla la tensione in ingresso (V_{in}) tramite il partitore formato da R1A e R1B.

Queste resistenze essendo di valore ugua-

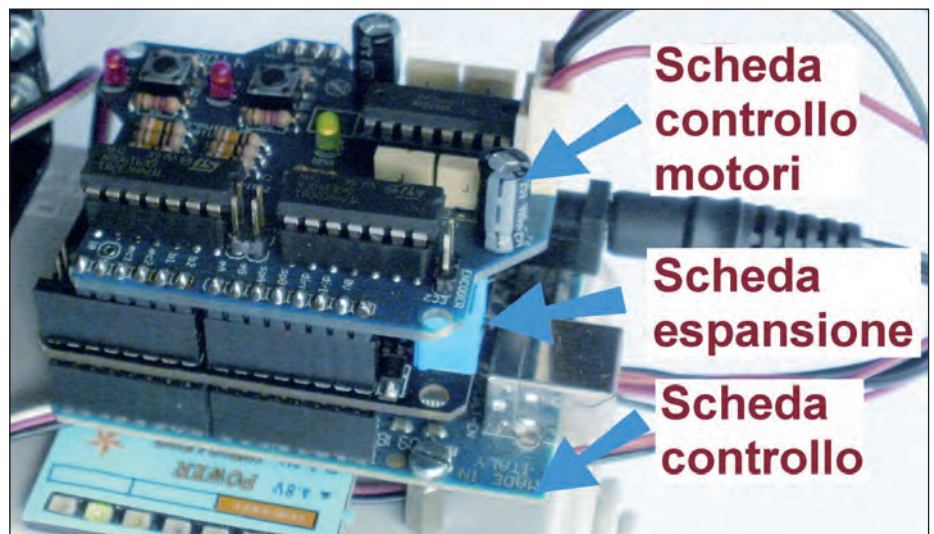


Figura 2: schede principali del robot.

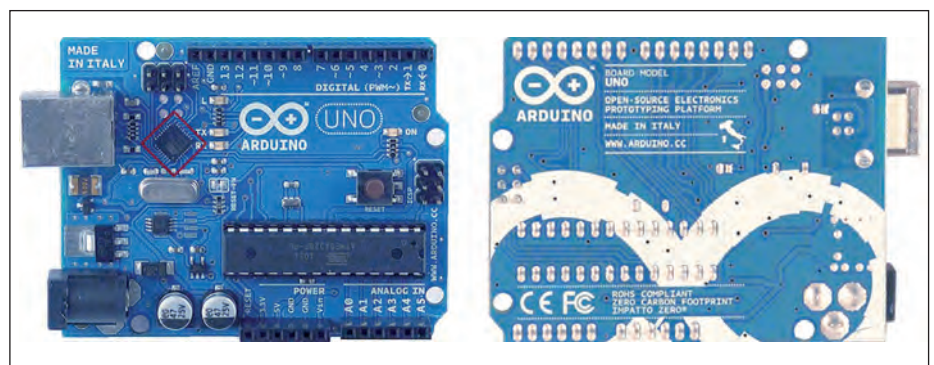


Figura 3: scheda Arduino UNO.

le fanno in modo che sull'ingresso non invertente di U1 (pin 3) sia presente una tensione pari alla metà di V_{in} e, nel caso questa superi il valore 6,6 V, commuta la fonte di alimentazione dalla presa USB al connettore di alimentazione esterna.

La porta USB è protetta da cortocircuiti accidentali tramite il fusibile F1 e comunque da essa non sono prelevati più dei 500 mA massimi ammessi.

La scheda può funzionare con un alimentatore esterno AC-DC connesso alla presa jack presente sulla scheda collegando il positivo alla presa centrale da 2,1 mm. La tensione fornita non deve essere inferiore a 7 V, in quanto livelli inferiori non permettono di garantire i +5 V con conseguente instabilità di funzionamento. Se si utilizzano più di 12 V, il regolatore di tensione potrebbe surriscaldarsi e danneggiare la scheda. Per questo la gamma di tensioni raccomandata è compresa

tra i 7 e i 12 volt. La scheda può essere alimentata mediante una batteria da 9 V utilizzando direttamente i cavi inseriti nei pin del connettore POWER (GND e V_{in}). La tensione +5 V è regolata dall'integrato IC2 tipo MC33269ST-5.0 in grado di garantire una tensione in uscita +5 V con una tensione di drop-out di circa 1,3 V con 800 mA di corrente d'uscita.

A differenza della scheda Arduino 2009, la UNO ha un suo regolatore in grado di fornire la tensione di 3,3 V, il regolatore di tipo fisso utilizzato è l'integrato IC2 tipo LP2985-33DBVR (**figura 6**), in grado di garantire una tensione in uscita +3,3 V con una tensione di drop-out molto bassa e una corrente d'uscita di 150 mA.

Nel circuito è presente il diodo D1, tipo D7 con funzione di protezione dall'inversione di alimentazione, il diodo garantisce il passaggio di una corrente di 1 A.

Tutte le tensioni sono disponibili sui pin del

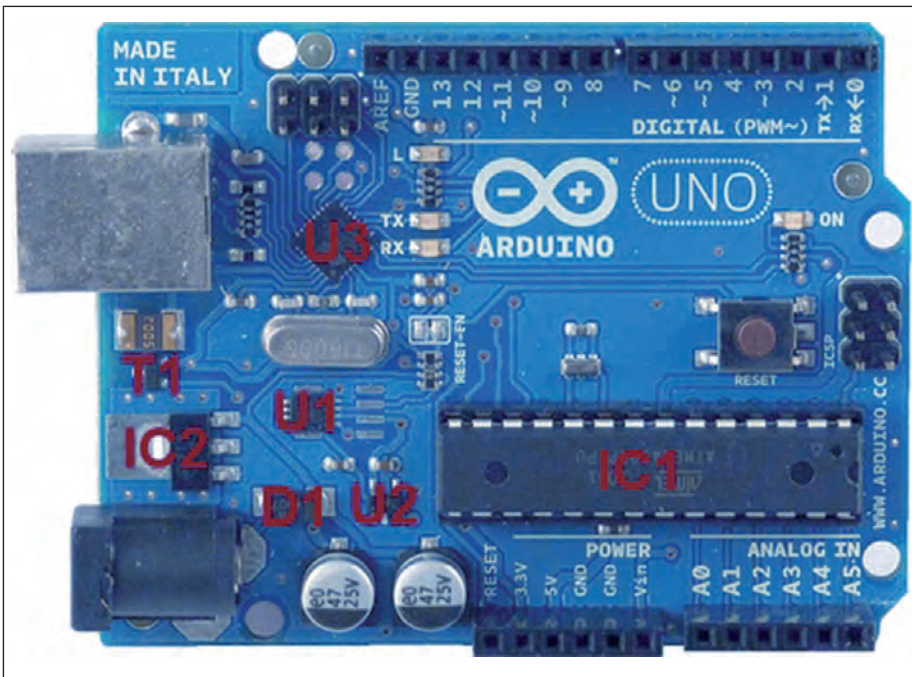


Figura 4: posizione dei componenti citati nel testo sulla scheda Arduino UNO.

connettore POWER.

- **Vin**: restituisce la tensione applicata dall'alimentatore al plug e può essere usato per alimentare altri circuiti che dispongano già di un regolatore di tensione (ad esempio gli shield applicati al modulo);
- **GND**: è il contatto di massa (GND);
- **5 V**: fornisce i 5 volt prelevati dall'uscita del regolatore interno ed è utile per alimentare altri circuiti compatibili con i 5 volt;
- **3,3 V**: questo pin fornisce i 3,3 volt ricavati dal regolatore corrispondente e consente di alimentare circuiti compatibili con tensioni di 3,3 volt (la massima corrente prelevabile è di 150 mA).

INTERFACCIA SERIALE

Per l'interfaccia seriale viene utilizzato un microcontrollore ATmega8U2 in cui è integrato un transceiver USB liberamente programmabile.

In questo modo a differenza del chip della FDTI, per il quale era necessario installare appositi driver, con l'utilizzo dell'integrato ATmega8U2 ciò non è più necessario, perché sono usati i driver comuni della periferica USB già disponibili con il sistema operativo.

La presenza del connettore ICSP1 permette agli utenti avanzati di riprogrammare il processore, trasformando la scheda Arduino UNO in un diverso tipo di dispositivo USB. Per esempio, si potrà usare la scheda come tastiera, mouse, disco dri-

ver o come un'interfaccia MIDI ecc. Il clock del processore è fornito di quarzo da 16 MHz Q1.

PROCESSORE

Come visibile nello schema di figura 8, il cuore della scheda Arduino UNO è rappresentato, come nella precedente scheda Arduino 2009, dal processore ATmega328 un microcontrollore ad alte prestazioni con bus a 8 bit prodotto dalla Atmel con architettura di tipo RISC (acronimo di **R**educed **I**nstruction **S**et **C**omputer) le caratteristiche salienti di questo processore sono:

- memoria flash da 32KB ISP con possibilità di lettura/scrittura;
- memoria EEPROM da 1KB;
- memoria SRAM da 2KB;
- 23 porte general purpose di I/O;
- 32 registri di lavoro general purpose;
- tre flessibili timer / contatori con modalità di confronto;
- possibilità d'interrupts esterni e interni;
- una seriale USART programmabile;
- un'interfaccia seriale a 2 fili compatibile I2C;
- una porta SPI seriale;
- 6 convertitori A/D a 10-bit,
- timer watchdog programmabile con oscillatore interno;
- cinque modalità di risparmio energetico selezionabili via software;
- tensione di funzionamento compresa tra 1,8 e 5,5 volt.

LA MEMORIA

Il microcontrollore ATmega328 dispone di 32 kB di memoria di programma, della quale 0,5 kB sono usati per il bootloader. Troviamo poi 2 kB di SRAM (Static Random Access Memory) e 1 kB di EEPROM che possiamo leggere o scrivere utilizzando la **EEPROM library**.

PIN D'INGRESSO E USCITA

Pin digitali

Ciascuno dei 14 pin digitali presenti sulla Arduino Uno può essere utilizzato in-differentemente come un ingresso o un'uscita, utilizzando le funzioni `pinMode()`, `digitalWrite()`, e `digitalRead()`.

Le uscite operano a 5 volt e ogni pin può fornire o ricevere un massimo di 40 mA ed

PER approfondire...

- <http://www.arduino.cc/> Sito del produttore della scheda Arduino dove trovare informazioni sulla scheda e scaricare l'ambiente di sviluppo.
- <http://arduino.cc/playground/MotorControlShieldV3/0> Informazioni sulla scheda controllo motori.
- <http://www.dfrobot.com/> Sito del produttore della I/O Expansion Shield.
- <http://www.digi.com/> Sito del produttore dei moduli XBee.
- <http://www.pololu.com/> Sito del produttore del convertitore DC/DC.

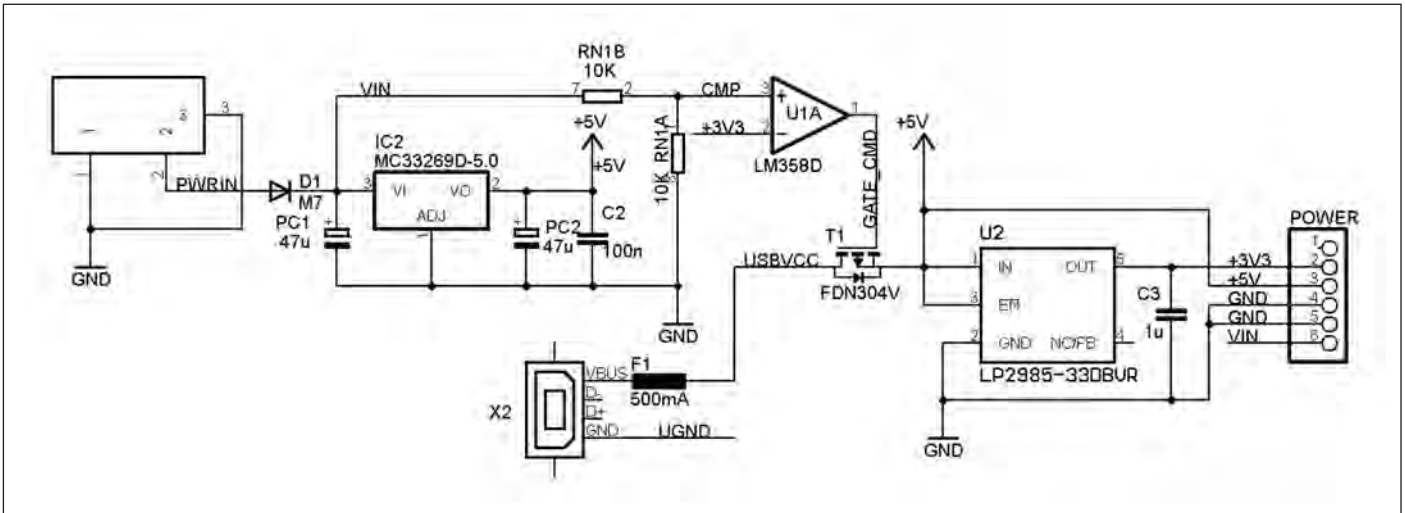


Figura 5: schema sezione di alimentazione.

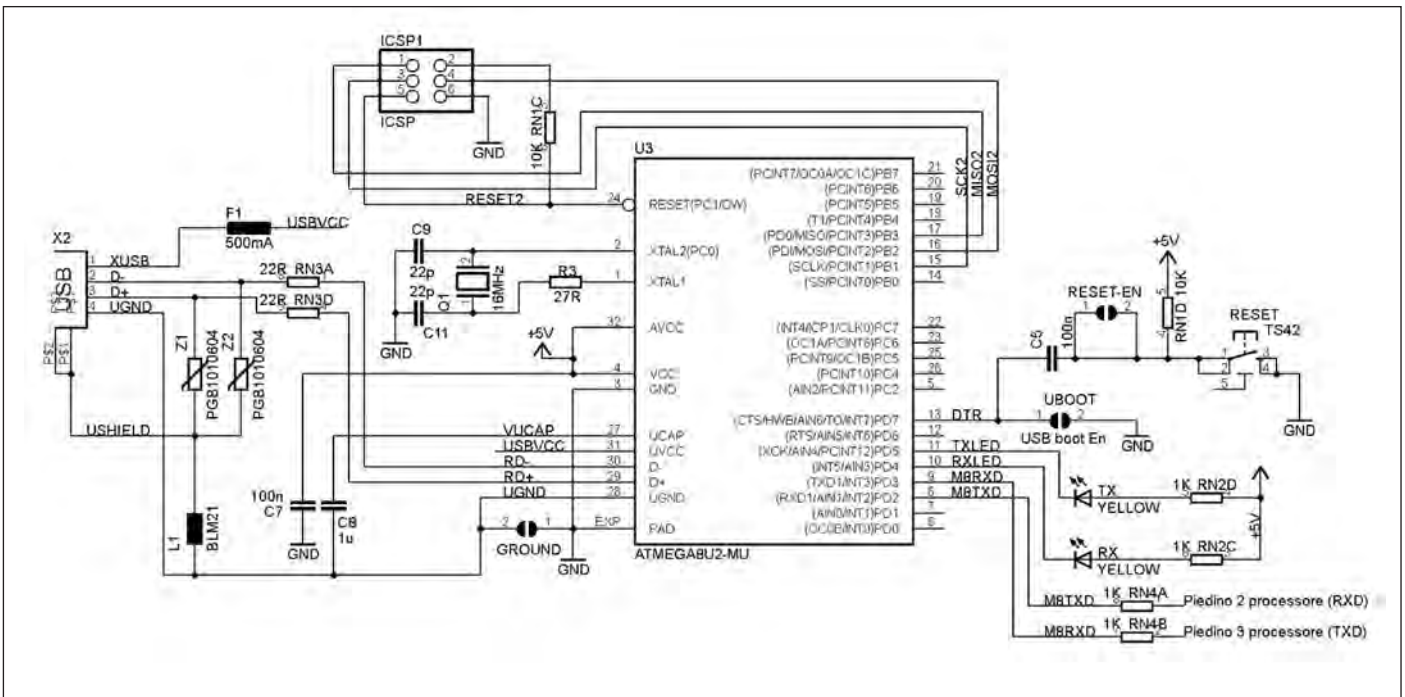


Figura 6: piedinatura del regolatore fisso LP2985-33DBVR – U2.

è dotato di una resistenza pull-up (sconnessa di default) del valore di 20-50 kΩ. Inoltre, alcuni pin hanno funzioni specializzate:

- **pin 0 (RX) e 1 (TX):** possono essere utilizzati per ricezione (RX) e trasmissione (TX) dei dati seriali TTL. Questi sono collegati ai pin corrispondenti della porta USB-TTL del processore ATmega8U2;
- **pin 2 e 3:** possono essere configurati come trigger per eventi esterni, come ad esempio il rilevamento di un fronte di sa-

lita o di discesa di un segnale in ingresso;

- **pin 3, 5, 6, 9, 10 e 11:** possono essere configurati via software con la funzione analogWrite() per generare segnali PWM con risoluzione di 8 bit. Tramite un semplice filtro RC è possibile ottenere tensioni continue di valore variabile;

- **pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK):** possono essere programmati per realizzare una comunicazione SPI, utilizzando un'apposita libreria SPI;
- **pin 13** è connesso a un LED interno

alla scheda, utile per segnalazioni di diagnostica. Quando il livello del pin è HIGH, il LED è acceso, quando il livello del pin è LOW, è spento.

Pin analogici

La Uno ha 6 ingressi analogici etichettati da A0 ad A5, ognuno dei quali fornisce 10 bit di risoluzione (in pratica 1024 valori diversi). Per impostazione predefinita possono misurare una tensione di 5 V riferita a massa, anche se è possibile cambiare l'estremità superiore del loro

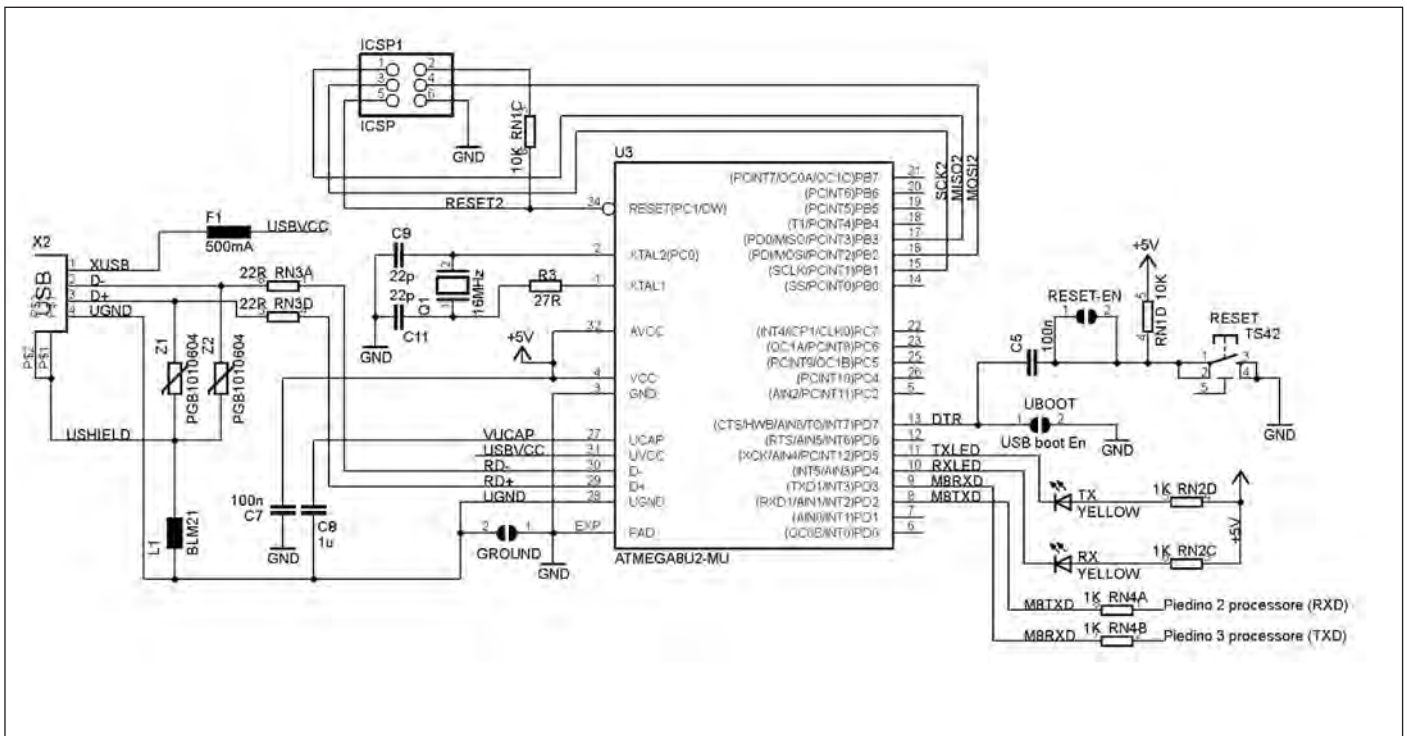


Figura 7: schema elettrico della sezione interfaccia.

intervallo utilizzando il pin AREF e la funzione analogReference().

Inoltre, come per i pin digitali, alcuni piedini hanno funzionalità specifiche: I pin A4 (SDA) e A5 (SCL) permettono di realizzare una comunicazione nello standard I2C a due fili, in abbinamento alla libreria Wire.

Pin con funzioni specifiche

Alcuni pin presenti sulla scheda hanno funzioni speciali, questi sono:

- **AREF:** tensione di riferimento per gli ingressi analogici. Utilizzato con analogReference();
- **Reset:** portando questa linea a livello basso permette di resettare il microcontrollore. Generalmente utilizzato per aggiungere un pulsante di reset sugli shields esterni. La funzione corrispondente può essere attivata anche tramite il pulsante presente sulla scheda Arduino.

SCHEDE CONTROLLO SERVO/COMUNICAZIONE

Per la connessione dei servo del sistema Pan & Tilt della telecamera si utilizza una scheda I/O Expansion Shield V5 (prodotta da DFRobot). Su di essa è stato montato un modulo Xbee (la scheda pre-

vede di default un alloggiamento per questo modulo) che, dialogando con l'analogo posto sulla trasmittente, riceve i comandi inviati ai servo e al modulo motore per l'azionamento dei motoriduttori.

Dall'analisi dello schema generale (figura 9) possiamo identificare varie parti che analizzeremo singolarmente. La sezione dedicata all'interfaccia con il modulo Xbee, la sezione alimentazione per modulo Xbee e l'interfaccia RS485.

Passiamo così all'analisi delle singole parti del circuito.

SEZIONE INTERFACCIA MODULO XBEE

Sulla scheda è presente un apposito zoccolo per l'installazione di un modulo XBee (XBee pro). Vedremo più avanti nell'articolo, la loro descrizione.

Dato che i moduli XBee funzionano a 3,3Volt, mentre il resto del circuito funziona a +5V occorre compiere degli adattamenti.

Tele-gestione della caldaia col gsm

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

CODICE MIP 2803043

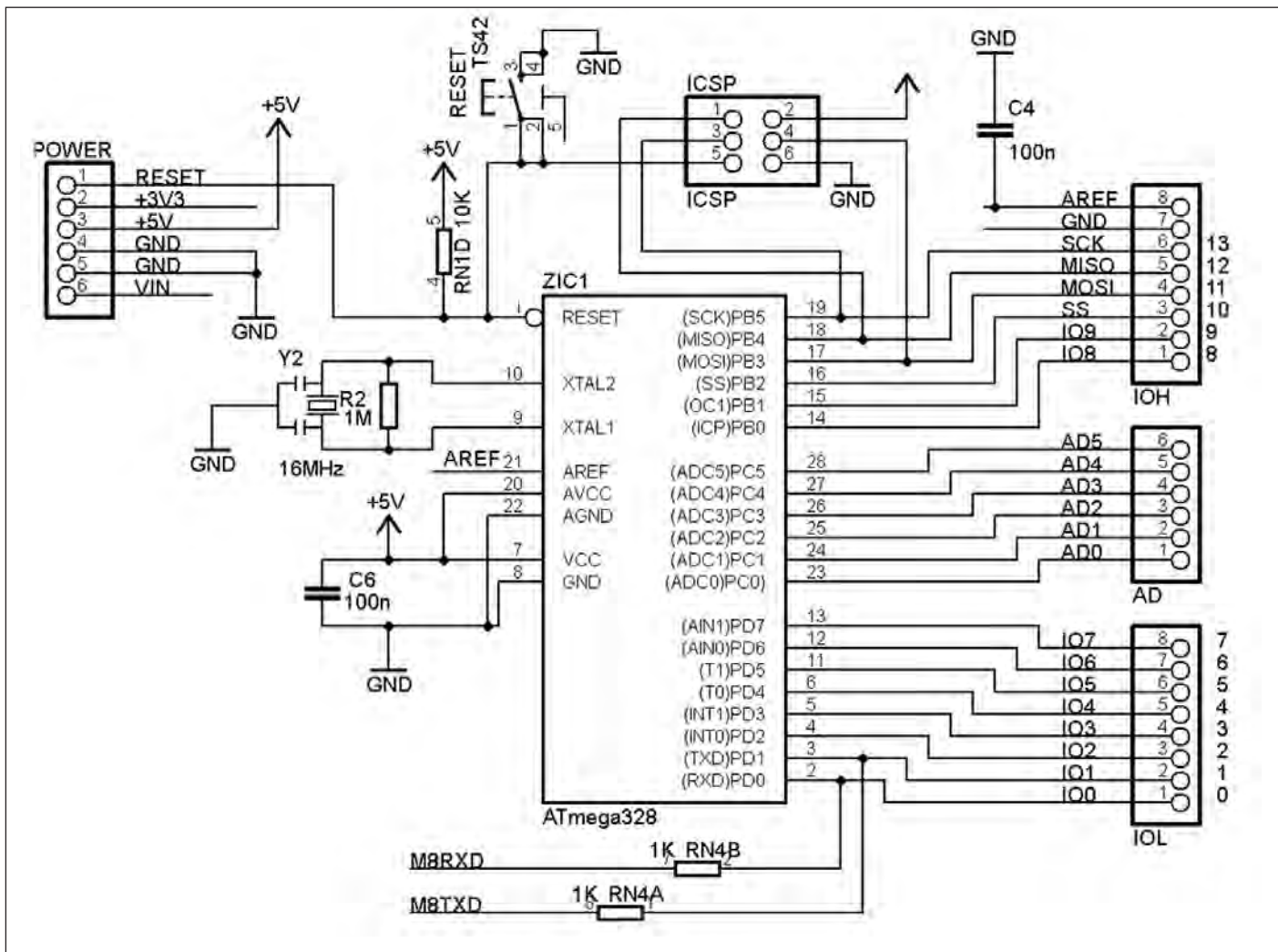


Figura 8: dettaglio sezione processore ATmega328.

tamenti di livello. Per la comunicazione da XBee verso Arduino non è necessario nessun adattamento poiché il processore essendo un dispositivo TTL, riconosce come livello logico alto una qualsiasi tensione superiore a 2 volt, avendo l'XBee un livello logico alto posto a 3,3 volt il problema di adattamento non sussiste. Per i segnali in arrivo verso XBee, invece, dovremo adattare il segnale giacché il livello logico alto è di 5 volt, troppo per i circuiti interni dell'XBee.

La soluzione utilizzata consiste nell'utilizzare un semplicissimo partitore di tensione fatto con due resistenze. Dai valori utilizzati si ricava che dal livello logico TTL alto (5 V), in uscita dal partitore avremo una tensione pari a +3 V.

ALIMENTATORE PER MODULO XBEE.

Per l'alimentazione del modulo XBee, che deve essere di 3,3 V, è presente un apposito circuito che riduce la tensione di 5 V a quella di 3,3 V necessaria al modulo. L'integrato utilizzato è un CX1117-3.3 in contenitore SOT-223, che è un regolatore di tensione fisso in grado di garantire una corrente d'uscita di 1 A. Esso possiede inoltre un basso valore di drop-out che è garantito a un massimo 1,3 V con la massima corrente di uscita.

L'INTERFACCIA RS485 (non utilizzata nel nostro progetto)

Sulla scheda è presente la circuiteria per utilizzare un'interfaccia RS485 in alternativa al modulo XBee. Il bus di collegamento RS485 è general-

mente formato da un cavo con due conduttori attorcigliati (twisted-pair) e una schermatura che collega i vari dispositivi. Un bus formato da due soli fili è un bus detto half-duple. Nulla toglie di raddoppiare il bus portandolo a quattro fili e ottenendo così un bus full-duplex. Un buon bus RS485 si ottiene restando tra 400 e 500 metri di lunghezza massima. Ovviamente riducendo la velocità del bus è possibile arrivare anche a 1200 m. La trasmissione è del tipo differenziale, ovvero il segnale, è il risultato della differenza tra le tensioni presenti nei due fili che compongono il bus.

L'integrato utilizzato è un SP485CN-L prodotto dalla Exar Corporation ed è un Half Duplex RS-485 Transceiver con una velocità di trasferimento di 5 Mbps, un'alimentazione a 5 V e basso assorbimento

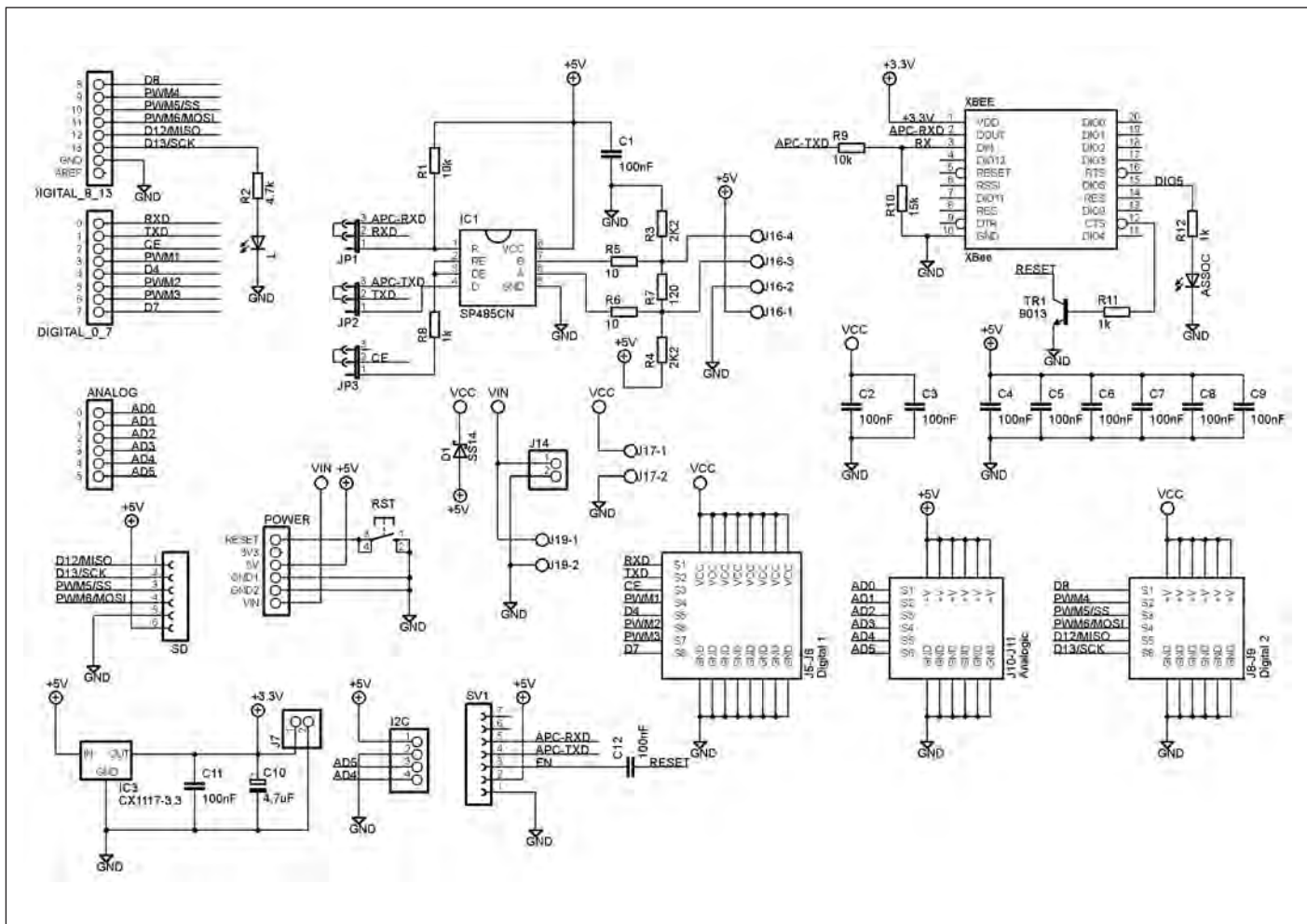


Figura 9: schema generale della I/O Expansion Shield V5.

(900 μ A) in contenitore NSOIC-8. I jumper J1-J2-J3 permettono di selezionare se il segnale della seriale di Arduino deve essere connessa al modulo XBee o alla RS 485. Il pin 2 è connesso al pin che abilita la trasmissione/ricezione. Del circuito fa parte la resistenza R7 (120 Ω), l'altra sarà in parallelo all'altra estremità della linea. Troviamo inoltre le resistenze R3 e R4 (2,2 k Ω) che forniscono la polarizzazione.

MODULO XBEE

Il modulo installato sulla scheda I/O Expansion Shield V5 dell'ArduinoBot per la ricezione dei comandi è un modulo XBee serie 1 prodotto da Digi International Inc. Questo modulo è compatibile con ZigBee che implementa interamente il protocollo IEEE 802.15.4. Le connessioni tra i moduli sono aggiornate dinamicamente e otti-

mizzate se si presentassero condizioni difficili. Si possono trovare attualmente tre versioni dei moduli: la serie 1, la serie 2 e la serie Pro, con caratteristiche crescenti e con le quali è possibile realizzare reti wireless con bassissimi consumi e basso costo.

Questi moduli lavorano con una frequenza operativa di 2,4 GHz e permettono di raggiungere, a seconda del modello, coperture che vanno da 30 m (all'interno di locali) a oltre a 1500 m all'esterno per la versione XbeePRO. Con i moduli XBee è possibile compiere trasmissioni di tipo Point-to-Point, Point-to-Multipoint, Peer-to-Peer sia in modo Unicast sia Broadcast, con velocità che arrivano fino a 250 Kbps. Le ridotte dimensioni permettono altresì un notevole risparmio di spazio e soprattutto implementano una comunicazione seriale come quella pre-

sente sulla porta RS232.

SCHEDA MOTORE

La scheda per il controllo dei motori è la **Motor Control v 3.0**. Questa è ora fuori produzione ma non dovrebbe essere difficile trovarne ancora in commercio, cercando in Rete.

Il progetto della scheda si deve a David Cuartielles, uno dei creatori della scheda Arduino.

La scheda, il cui schema generale è riportato nella **figura 11**, permette il pilotaggio di due motori o di un motore passo-passo. È inoltre presente un circuito per il controllo di un encoder per rilevare la rotazione del motore. Questa parte del circuito non è però utilizzata nel robot ArduinoBOT e i componenti che la formano potranno non essere montati.

Nota: i componenti segnati con * possono non essere montati poiché fanno

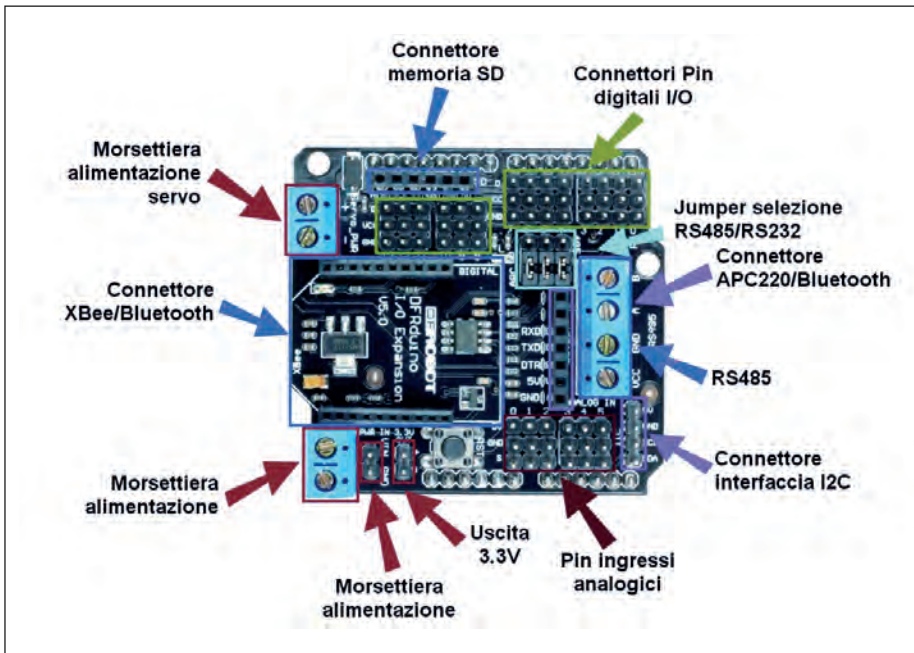


Figura 10: schema sezione interfaccia XBee.

parte del circuito encoder.

SCHEMA PILOTAGGIO MOTORE

In figura 12 è riportato lo schema della sezione principale del circuito per il pilotaggio dei motori che utilizza come circuito principale un integrato tipo L293D o, in alternativa, un SN754410 pin to pin compatibile.

Questo integrato è un driver a 4 canali di tipo push-pull, nato appositamente per il controllo di motori elettrici funzionanti in continua. Il suo compito è di tradurre il livello dei segnali di pilotaggio provenienti dal microcontrollore in segnali con livelli adatti al pilotaggio del motore.

Tramite questo driver otterremo la corrente necessaria al motore per lo start, lo stop e, tramite il push-pull, la rotazione oraria e antioraria.

Il modello scelto può fornire in uscita una corrente massima per ogni canale di 600

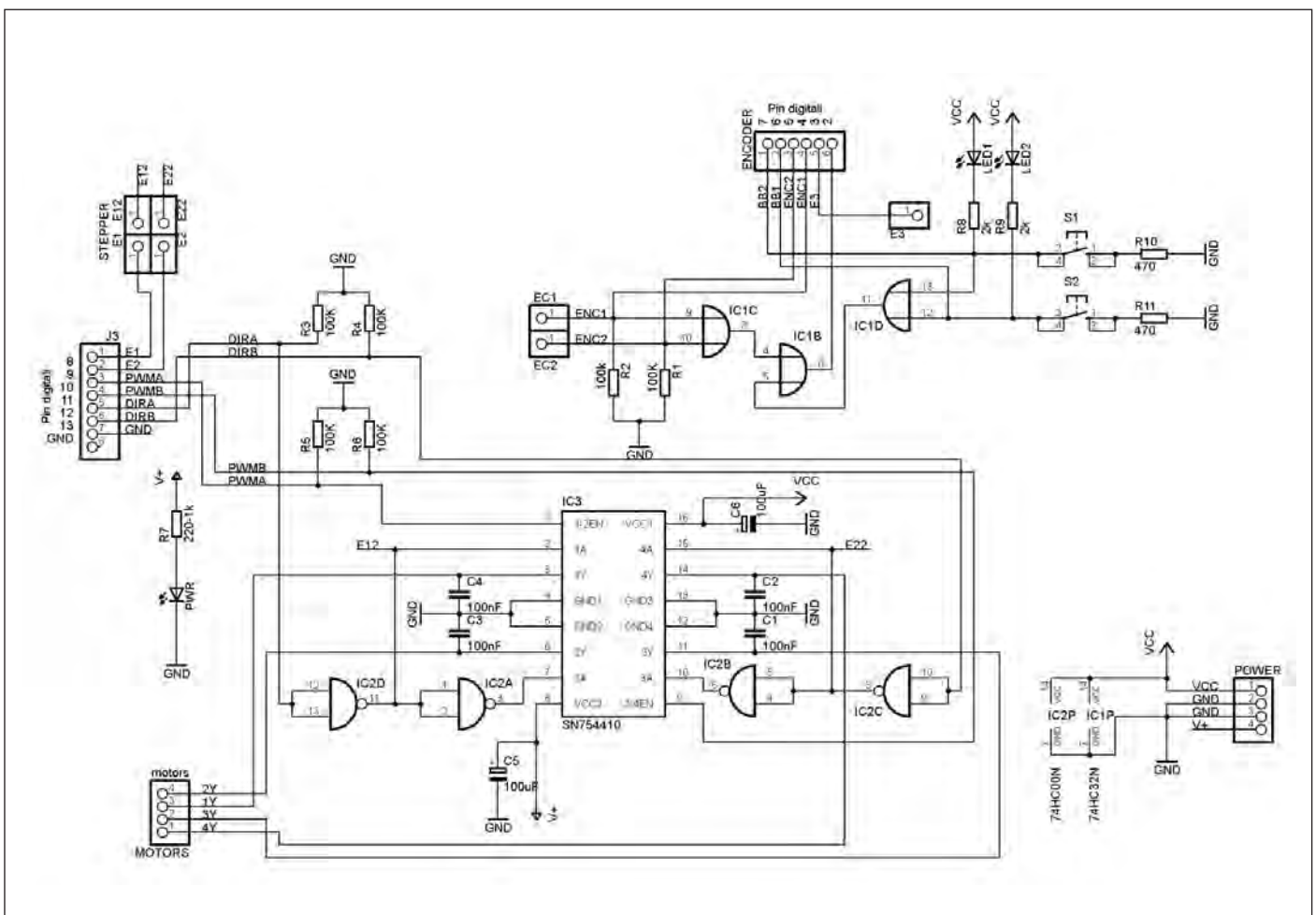


Figura 11: schema generale della Shield Motor Control.

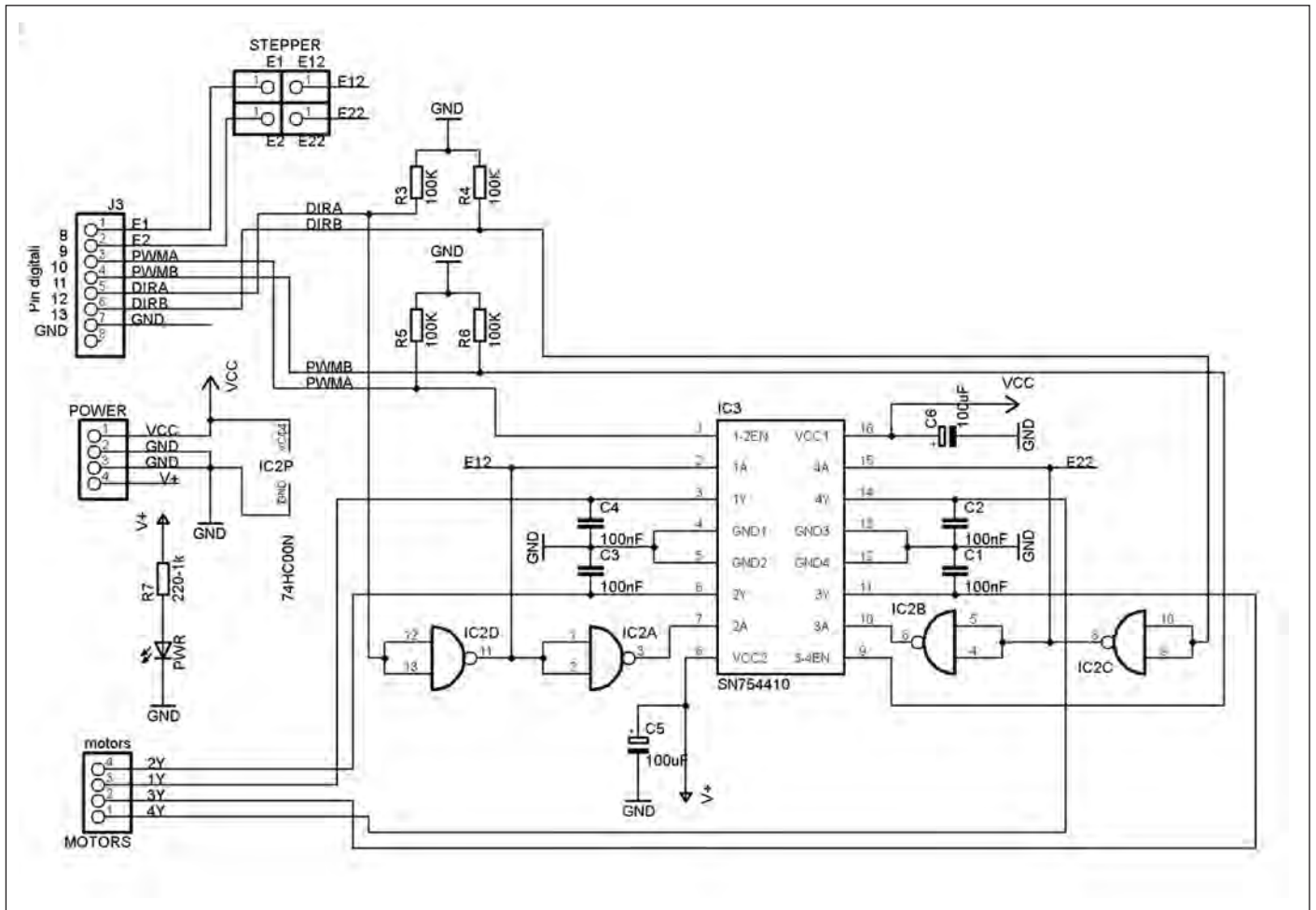


Figura 12: schema elettrico relativo alla sezione MOTORE.

mA con una corrente di picco (non ripetitiva) di 1,2 A, con una massima tensione di alimentazione limitata al valore di V_{in} . Il circuito integrato in contenitore DIP16 contiene all'interno quattro amplificatori di potenza per il comando di motori in corrente continua o passo-passo (stepper motor).

Sono, inoltre, già presenti i diodi di protezione interni per il ricircolo della corrente. Gli amplificatori di potenza possono essere usati indipendentemente l'uno dall'altro oppure in coppia per realizzare pilotaggi con configurazione a ponte.

Il controllo del funzionamento degli amplificatori è ottenuto mediante livelli di tensione compatibili TTL (HIGH: +5V, LOW: 0V), dunque perfettamente interfacciabili con Arduino.

Per ogni coppia di amplificatori è presente un ingresso di abilitazione (ENABLE) che, se posto a livello logico ALTO ne

abilita il funzionamento, se posto a livello BASSO pone gli stessi in stato di alta impedenza. L'integrato è provvisto inoltre internamente sia di una protezione termica sia di una protezione contro i cortocircuiti delle uscite verso massa.

Per l'alimentazione della parte logica è utilizzata la tensione +5 V, sempre fornita dal regolatore presente sull'Arduino.

Per il suo funzionamento, come visibile dallo schema di principio di **figura 13**, sarebbe necessario collegarlo a un processore utilizzando quattro porte, due per motore, più due porte per il controllo dei pin di abilitazione. La soluzione circuitale adottata invece prevede l'utilizzo di porte logiche di tipo NAND contenute all'interno dell'integrato 74HC00N i cui ingressi sono cortocircuitati comportandosi in pratica come porte NOT.

In questo modo, fornendo un segnale logico HIGH a uno degli ingressi, auto-

maticamente avremo un valore LOW sull'altro ingresso, riducendo così il numero di pin necessari al pilotaggio, avendo per ogni motore un pin per la direzione e uno per l'abilitazione.

La scheda ha due linee di alimentazione diverse, +5 V per la logica TTL e "Vin" per alimentare le uscite per i motori.

Entrambe le tensioni derivano da quelle presenti sulla scheda Arduino.

CIRCUITO ENCODER

Come detto in precedenza, sulla scheda è presente una parte di circuito utilizzata per collegare un encoder, e per la gestione di due pulsanti e due led.

Quando si utilizza un motore passo-passo con encoder, un approccio tradizionale consiste nell'utilizzare un pin di interrupt per l'encoder.

Il circuito L293 utilizzato può essere usa-

to per pilotare un motore passo-passo o due motori a corrente continua con controllo della velocità e direzione oppure il controllo di quattro motori DC con direzione fissa.

Questo significa un massimo di quattro segnali generati da encoder, ma sulla scheda sono presenti solo due pin per interrupt esterni. Questi fanno capo ai pin 2 e 3 e sono gestiti con il comando attachInterrupt().

La soluzione circuitale prevede un circuito multiplex del pin di interrupt tramite porte OR contenute all'interno dell'integrato 74HC32.

Ogni volta che uno dei pin degli encoder genera un evento, questo, tramite la porta OR, richiamerà la funzione di interrupt. Tramite la routine di gestione degli interrupt, è possibile leggere i differenti pin e determinare qual è stato quella che ha generato l'evento.

Ecco perché sia i pin encoder sia la porta OR e alcuni pin di I/O sono mappati. Oltre ai pin ENCODER, etichettati come EC1 ed EC2, esiste in pin E3 che dà l'accesso al pin interrupt 1, che può essere utilizzato per altri controlli.

Fanno parte del circuito due pulsanti e due LED connessi ai pin digitali 6 e 7.

Connessioni pin controllo motore

Il connettore J3 è connesso al driver del motore ed è connesso a sua volta al relativo connettore J3 della scheda Arduino.

Connessioni pin ENCODER

Il connettore ENCODER è connesso al connettore J1 della scheda Arduino.

Jumper STEPPER

I due jumper permettono di utilizzare la scheda per pilotare un motore passo-passo in alternativa al motore CC.

Quando lasciate aperte, le porte logiche gestiranno la velocità di commutazione e la direzione dei motori in corrente continua. Quando è collegato (E1 con E12, ed E2 con E22), il driver IC saranno utilizzati solo come una serie di transistor di potenza per guidare il passo-passo.

In questo modo si collega E1 ed E2 (pin Arduino 8 e 9) a IC3 input 1A e 4A e, tramite IC2, invertito a 2A e 3A.

Connessione MOTOR

Il connettore MOTORS è collegato alle uscite dell'integrato driver.

Connessione POWER

Il connettore POWER è collegato al relativo connettore presente sulla scheda Arduino e fornisce l'alimentazione alla scheda e ai motori.

CONVERTITORE DC/DC

Per elevare la tensione della batteria viene utilizzato un mini convertitore DC/DC prodotto dalla Pololu codice **791** dalle dimensioni particolarmente ridotte, ed è in grado di convertire una tensione continua compresa tra 1,5 e 16 volt in una tensione di uscita compresa tra i 2,5 a 9,5 volt (regolabile tramite trimmer). Il convertitore è basato sull'integrato SC4501 è un regolatore switching di tipo step-up ad alta frequenza di commutazione con la possibilità di fornire in uscita una corrente di 2 A. La sua alta frequenza di commutazione (fino a 2 MHz programmabile) consente l'utilizzo di un'induttanza di filtro a montaggio superficiale di piccole dimensioni. La possibilità di programmare un soft-start elimina la possibilità di alti picchi di corrente durante l'avviamento. Lo switch interno dimensionato sino a 32 V rende il convertitore adatto per applicazioni ad alta tensione come Boost, SEPIC (SEPIC, acronimo di "single ended primary inductor converter", un tipo di convertitore DC-DC che consente di avere alla sua uscita una tensione maggiore, uguale o minore di quella in ingresso), flyback. La frequenza di funzionamento del SC4501 può essere impostata con una resistenza esterna, rendendo il circuito più flessibile. Altre caratteristiche dell'integrato sono:

- interruttore con bassa tensione di saturazione: 220 mV a 2 A;
- frequenza costante di commutazione in modalità di controllo di corrente;
- frequenza di commutazione programmabile fino a 2 MHz;
- funzione soft-start;
- campo tensione d'ingresso da 1,4 V a 16 V;
- tensione di uscita fino a 32 V;
- arresto con bassa corrente di assorbimento;
- soglia regolabile blocco della sottotensione.

CONCLUSIONI

In questa seconda parte abbiamo analizzato le schede elettroniche che compongono ArduinoBOT. Nel prossimo articolo inizieremo la costruzione vera e propria del robot. □

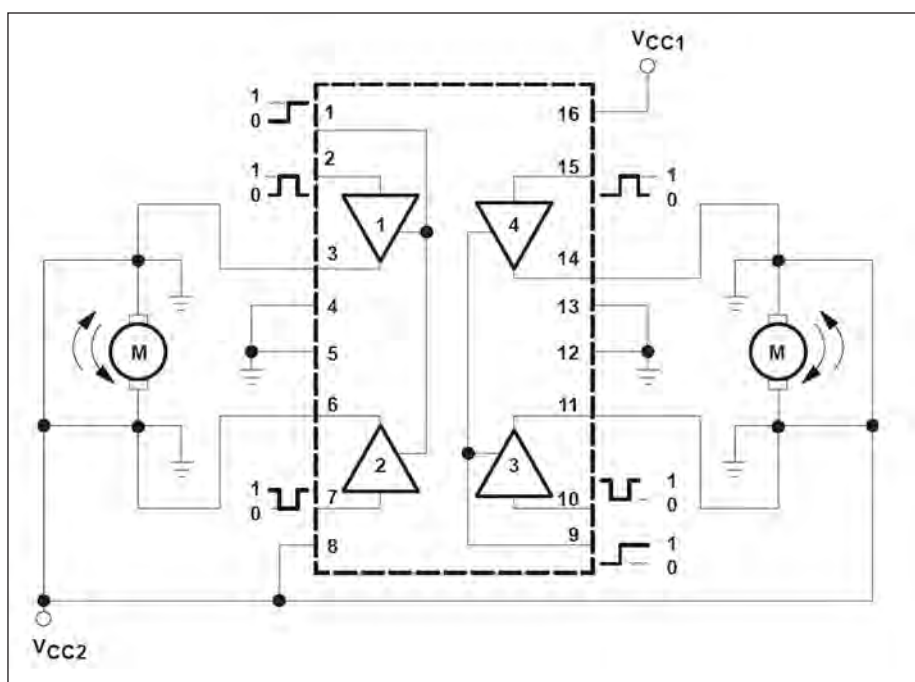


Figura 13: schema di principio del circuito motore.