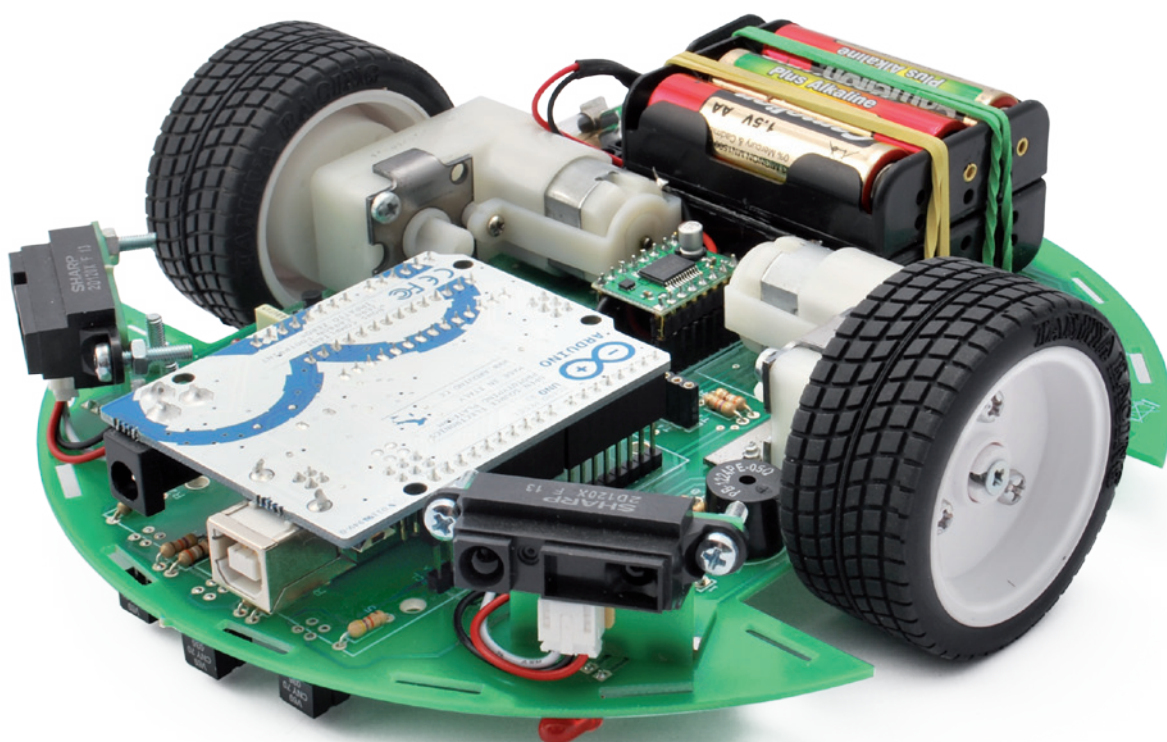


ARDUSUMO

Robot lottatore

Piattaforma universale per realizzare automi su ruote capaci di muoversi evitando o “puntando” gli ostacoli mediante sensori ad infrarossi e di seguire tracciati fatti da linee scure su sfondo chiaro.



Sperimentare con i robot è interessante e istruttivo, ma anche particolarmente suggestivo quando essi possono assumere forme e ruoli che ci sono familiari; forse è questo il motivo che spinge molti giovani studenti ad avvicinarsi al mondo della robotica.

L'ideale per approcciare questo mondo è disporre di una piattaforma universale, ossia una struttura con elettronica e meccanica in grado, se opportunamente programmata, di compiere vari movimenti in maniera autonoma; una possibile soluzione è un sistema che integri

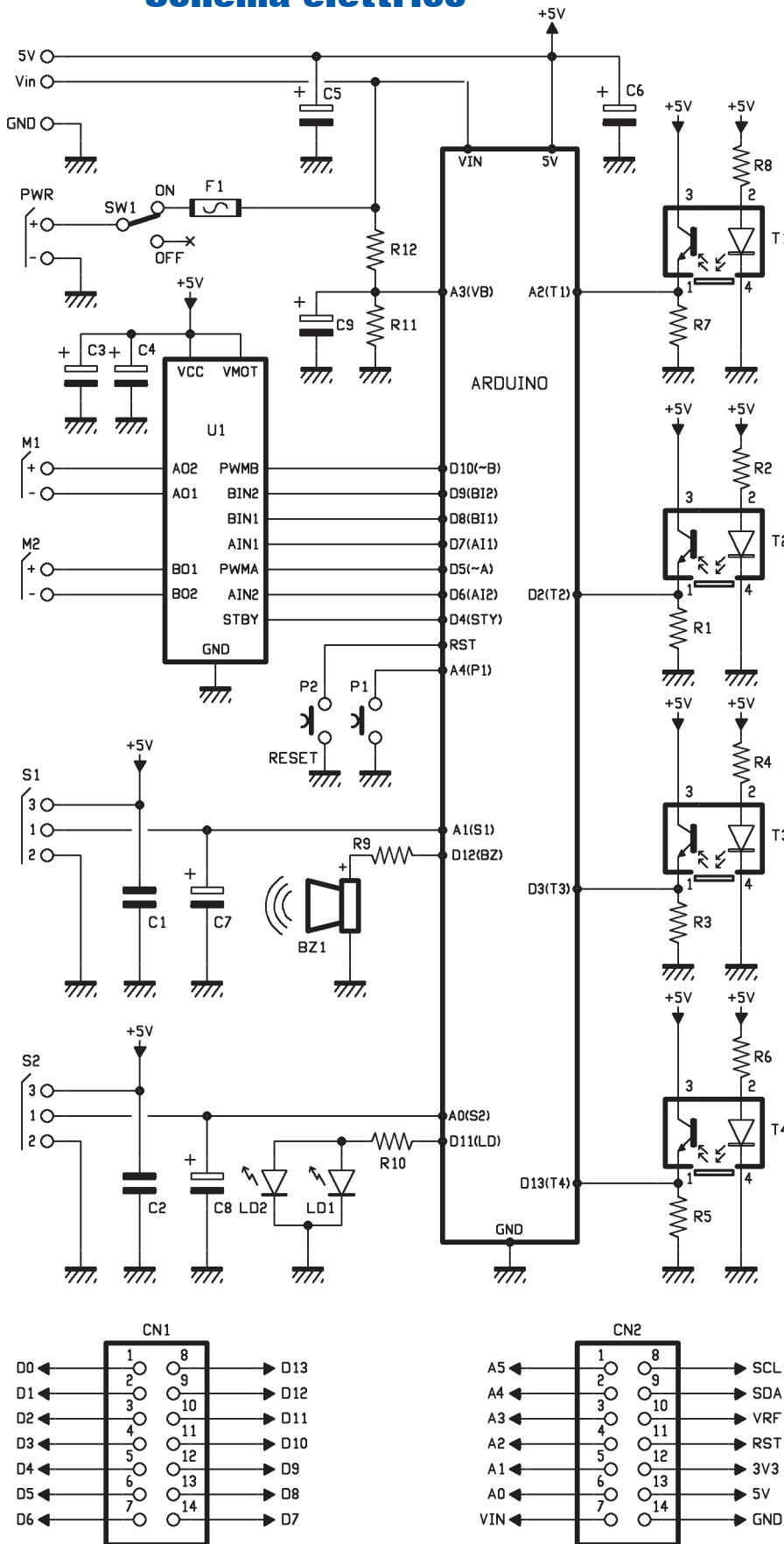
sensori ed attuatori di vario genere e che magari si sposti su ruote azionate mediante motori elettrici. Il tutto dovrebbe avere un cervello elettronico pronto a ricevere ogni volta un nuovo software in modo da realizzare svariati compiti.

La piattaforma qui descritta è un valido compromesso ed è nata per fornire a quanti si occupano di Robotica Educativa come l'Associazione DiScienza (vedi riquadro) un prodotto già ingegnerizzato per le gare di Sumo, le competizioni tra robot lottatori che devono spingersi fuori dal ring; una nuova piattaforma che

fosse più performante ed economica di quelle utilizzate in passato e che presenta ulteriori funzionalità quali il line-follower da sfruttare per altre esercitazioni didattiche.

Per ArduSumo abbiamo pensato ad una potente piattaforma sempre basata su Arduino, ma composta da un unico stampato che è insieme telaio meccanico e circuito elettronico e che si presta a varie soluzioni di assemblaggio, grazie alla modularità e alla versatilità delle connessioni previste. In queste pagine potete vedere il risultato del nostro lavoro. Il circuito elettronico del robot per

Schema elettrico



Ardusumo è molto semplice: al centro si trova Arduino UNO, che può essere eventualmente corredato di uno o più shield; ad esso possono essere interfacciati quattro sensori ottici, che è previsto siano montati tre davanti ed uno dietro, oltre a due radar a infrarossi della Sharp. I sensori ottici sono puntati in basso e servono per seguire tracce segnate sul suolo, quindi percorsi nei labirinti, ma anche riconoscere quando il robot sta uscendo da un perimetro delimitato da una riga ben distinguibile; abbiamo deciso di metterne tre davanti e uno solo dietro perché il movimento in avanti deve essere più vario di quello all'indietro. In altre parole, i sensori ottici costano ognuno di un diodo emettitore di luce puntato verso il suolo ed un detector che ne rileva la luce riflessa, in modo da distinguere il colore (chiaro=più luce rilevata dal detector; scuro=poca luce riflessa sul detector) della traccia da seguire; i tre anteriori sono allineati, cosicché quello centrale può seguire una traccia mentre quelli laterali permettono di rilevare se il robot sta uscendo a sinistra o a destra, quindi consentono al microcontrollore di rilevare il movimento e impartire i comandi per correggerlo. L'unico sensore posteriore è stato pensato per la competizione Ardusumo e serve a far percepire al microcontrollore quando il robot, spinto indietro dall'avversario, si approssima al bordo del ring; in questo caso il firmware prevede il comando di moto in avanti, per uscire dall'impasse. I due radar ad infrarossi sono invece puntati in avanti, leggermente inclinati lateralmente, e fanno da occhi, consentendo al robot di percepire gli ostacoli e aggirarli o, in base al firmware caricato, di andar loro incontro per ingaggiare un combattimento (questo è tipico della competizione Ardusumo). Alla scheda Arduino sono collegati anche due LED, usati per illuminare

la scena davanti al robot, un cicalino per dare gli avvisi acustici, ed un controller doppio per motori che serve a pilotare i due motoriduttori, ognuno dei quali comanda una ruota di trazione; le ruote sono poste sullo stesso asse virtuale e, variandone la velocità, il microcontrollore di Arduino fa “sterzare” il robot.

Anteriormente, un supporto a sfera di tipo “ball-caster” fa da terza ruota e tiene in equilibrio il robot; un secondo ball-caster si trova dal lato opposto e contribuisce all’equilibrio. Servono due supporti perché altrimenti, se ce ne fosse uno solo disposto anteriormente come una terza ruota (ossia realizzando una struttura a triciclo), il peso della batteria, che va montata posteriormente, farebbe sollevare il robot davanti.

Particolare cura è stata prestata alla realizzazione meccanica della base, giacché abbiamo previsto che con la stessa traccia dello stampato realizzate sia la basetta che ospita l’elettronica di base (e che fa essa stessa da base) ma anche i quattro pezzi di c.s. che fanno da sostegno meccanico e connessione elettrica per i sensori ad infrarossi, nel caso decidiate di montarli.

Più esattamente, dopo aver inciso e tagliato lo stampato, spezzate le appendici laterali ed otterrete i sostegni; spiegheremo meglio la cosa quando parleremo della realizzazione pratica del robot.

Un altro particolare riguarda la collocazione di Arduino: abbiamo progettato la scheda base in modo che possa ospitare Arduino con il lato componenti sia rivolto verso l’alto, sia in basso: nel primo caso la scheda si innesta nei pin strip appositamente previsti, mentre nel secondo si avvita su colonnine esagonali per il cui fissaggio abbiamo previsto fori appositamente distribuiti; in questo tipo di montaggio Arduino si connette a due connettori di tipo pin strip appositamente previsti, uno dei quali consente il collegamento dei segnali, mentre l’altro porta le alimentazioni.

Realizzazione pratica

Inserite e saldate sul circuito stampato gli elementi in ordine di altezza (quindi prima le resistenze e i pulsanti da c.s., poi il cicalino, le morsettiere, il portafusibile con fusibile) seguendo, per l’orientamento degli elementi polarizzati, il piano di montaggio illustrato in queste pagine.

Per montare Arduino, dovete scegliere tra le due possibilità e provvedere di conseguenza: se volete inserire la scheda nello stampato del robot, quindi con il lato componenti in giù, disponete un pin strip da 6 contatti, uno da 10 e due da otto nelle piazzole riservate ad Arduino; diversamente, montate un pin strip da 17 contatti ed uno a tre nelle rispettive piazzole dedicate alle connessioni ausiliarie. In questo caso dovete montare nei fori della zona riservata ad Arduino quattro colonnine esagonali alte almeno 10 mm, avvitandole con viti da 3MA.

Per il montaggio su pin strip fate attenzione a un particolare: la configurazione a 10+8+6+6 contatti è stata pensata per montare Arduino UNO Rev. 3, che sul lato opposto a quello degli strip da 6 contatti ha un connettore da 10 vie invece che da 8; se adottate Arduino Duemilano-ve o Arduino UNO prima versione, dovete montare solo due file di pin strip da 6 contatti e due da otto, altrimenti montando le file lunghe le punte toccherebbero i condensatori della UNO e della Duemilanove facendo fare cortocircuito alle linee VIO ed RST del circuito stampato base.

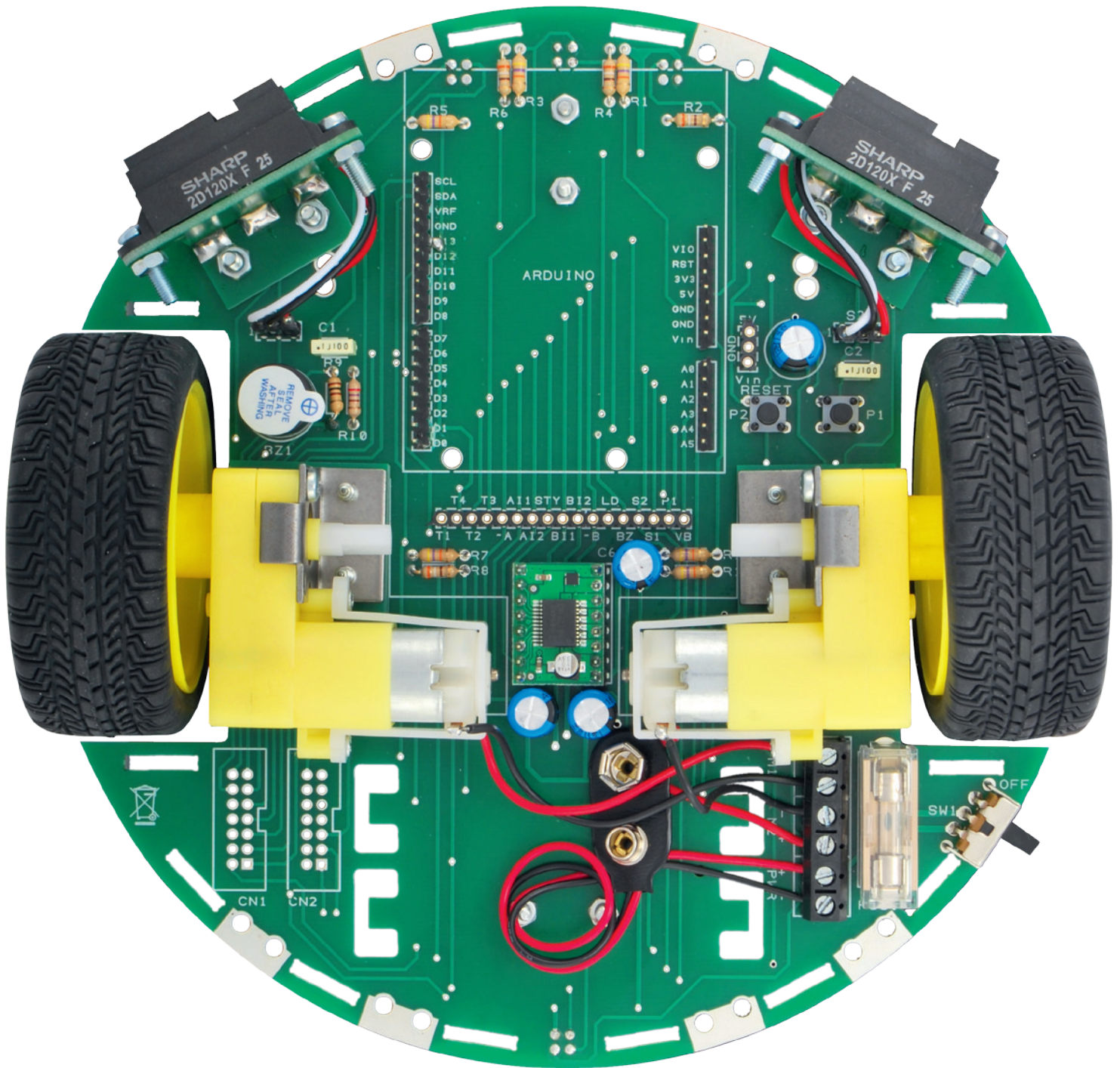
Non dimenticate di inserire e saldare nello stampato anche i pin strip per montare il modulo controller dei motori, che dovrà essere orientato come mostrato nel piano di montaggio visibile in queste pagine.

Particolare attenzione deve essere prestata nella saldatura dei sensori di linea, che devono prendere posto sul lato saldature della scheda e che vanno stagnati nelle rispettive piazzole, ma dal lato componenti (i

fori metallizzati lo permettono). Affinché funzionino correttamente, i sensori devono essere distanziati ugualmente dalla superficie inferiore del circuito stampato; meglio sarebbe, allo scopo, che i pin dei CNY70 non entrassero nei fori passanti previsti nello stampato, ma rimanessero a livello del piano dello stampato stesso. In alternativa, usate un pezzo di sughero o legno come spessore per posizionare i quattro sensori.

Quanto ai LED, dovete piegarne i terminali ad angolo retto e poi infilarli nei rispettivi fori, badando alla polarità indicata; anche il deviatore SW1 deve avere i piedini piegati a 90° in modo da essere montato in orizzontale sul bordo del circuito stampato. A questo punto l’elettronica è più o meno completata; passate quindi alla meccanica, inserendo i ball-caster (con entrambi gli spessori forniti nella confezione) ed i supporti per i motoriduttori. Per questi ultimi ricordatevi di allargare i due fori utilizzati per fissarli allo stampato, perché sono troppo piccoli; lo scopo è raggiungere un diametro di 3 mm per permettere il fissaggio tramite due viti 3MA. Le ruote entrano perfettamente nel mozzo del motore; vi servirà una piccola vite autofilettante per fissare la ruota al mozzo in modo sicuro. I due motoriduttori usati nel robot sono i MOTORID24WD distribuiti da Futura Elettronica che si abbinano alle ruote in gomma modello 2RUOTE24WD (anche queste reperibili presso Futura Elettronica); il supporto per fissare i motoriduttori allo stampato (codice GM28SUPP Futura Elettronica) che ne facilita il fissaggio al circuito stampato interponendo tra questi due elementi tre particolari meccanici in vetronite (identificati con la lettera “A”) sovrapposti. Per ridurre i disturbi generati dai motori durante il loro funzionamento, quando saldate i fili sui loro contatti a lamella saldate anche due piccoli condensatori ceramici da 100 nF tra il contatto del motore e la carcassa.

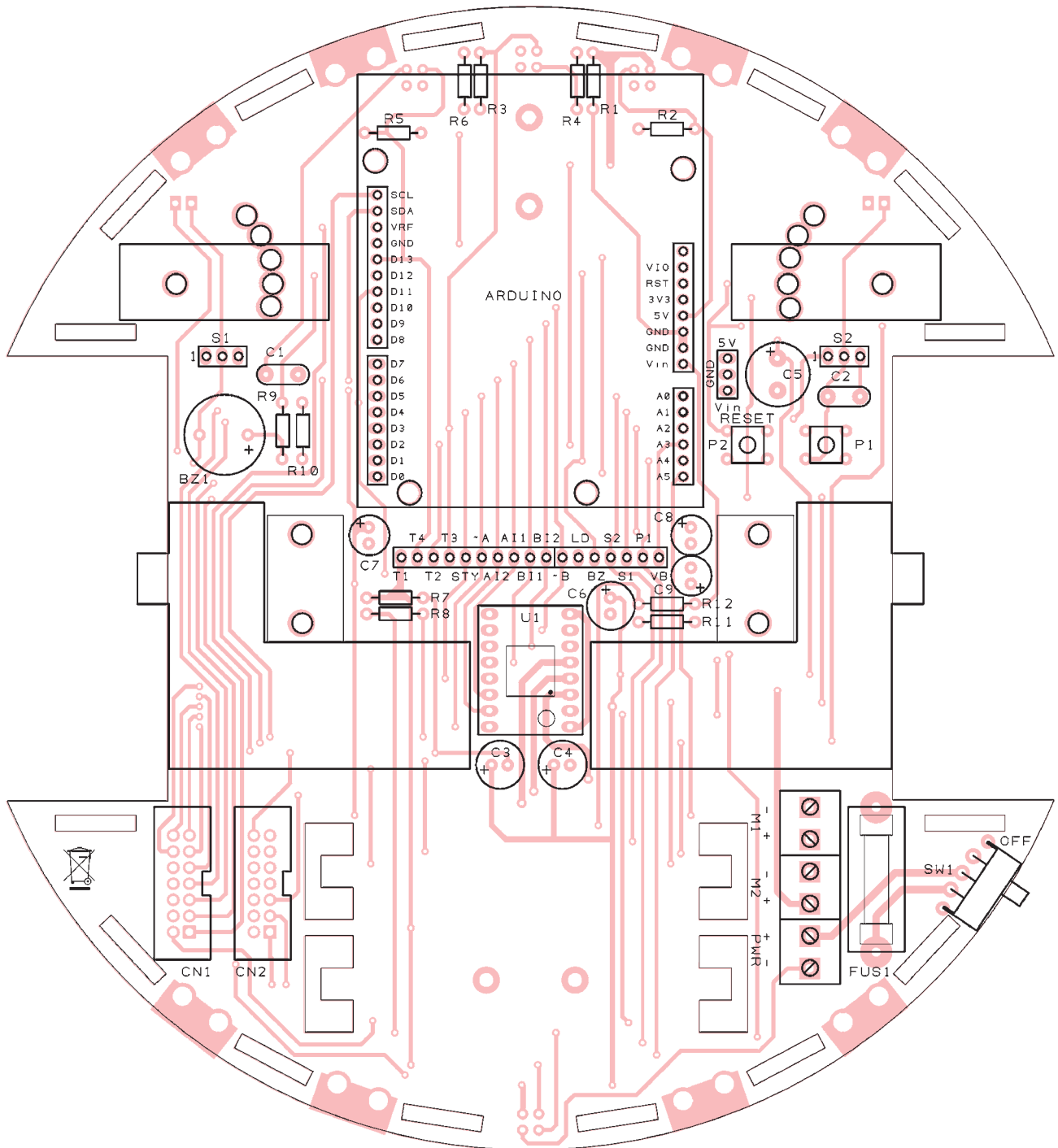
Piano di montaggio



Ora spieghiamo come realizzare i sostegni ad L per i sensori GP2D12: prendete le parti in vetronite a T ("B") e quelle rettangolari con due fori ("D") e saldatele a due a due dopo averle poste perpendicolarmente ed aver fatto combaciare

le piazzole ramate; prima di farlo, potrebbe essere necessario limare i bordi per asportare le sbavature dovute al distacco dalla piastra in vetronite, altrimenti non riuscirete a fare in modo che le parti disposte ad angolo aderiscano alla perfezio-

ne. Ora appoggiate le squadrette dalla parte più piccola sulla scheda base e fissatele con una vite 3MA (anche in teflon) in uno dei fori di ancoraggio singoli, quindi orientatele con l'angolazione voluta e fissatele inserendo l'altra vite.

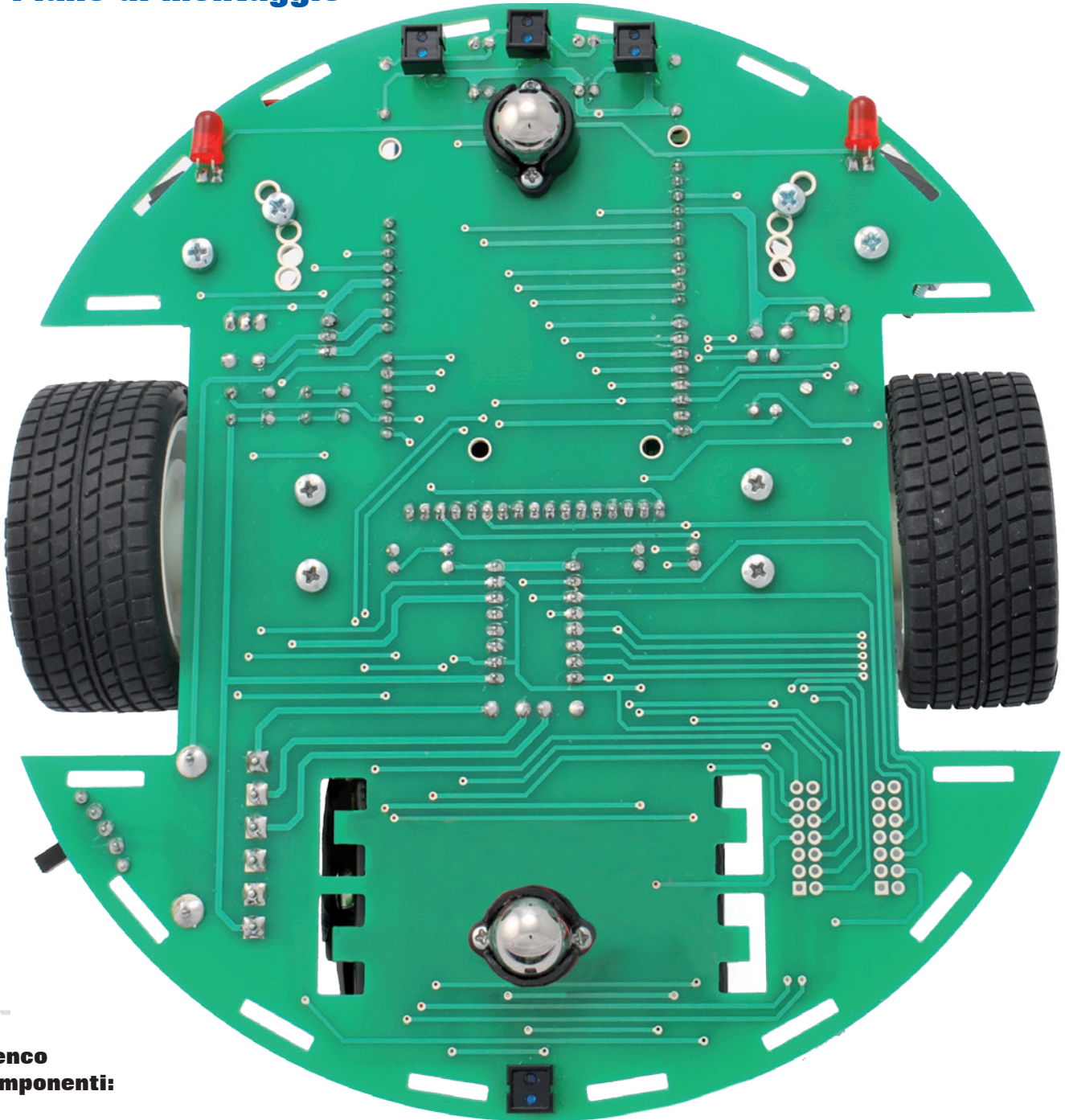


Le fotografie in queste pagine descrivono meglio le operazioni da fare. Posizionate e fissate le squadrette, montate nella parte alta, fissandoli con apposite viti 2,5MA o 3MA, i sensori GP2D12, quindi inserite e saldate i fili di questi ul-

timi nei relativi fori dello stampato base. Per finire, vediamo come montare la batteria, composta da due portapile stilo da tre posti ciascuno collegati tra loro in serie (il positivo di una sul negativo dell'altra, lascian-

do liberi gli estremi) e accatastati l'uno sull'altro; il pacco, eventualmente unito da un giro di nastro adesivo, va posizionato nell'apposita sede e fissato alla scheda molto semplicemente con degli elastici fermati nelle apposite cave poste

Piano di montaggio



Elenco componenti:

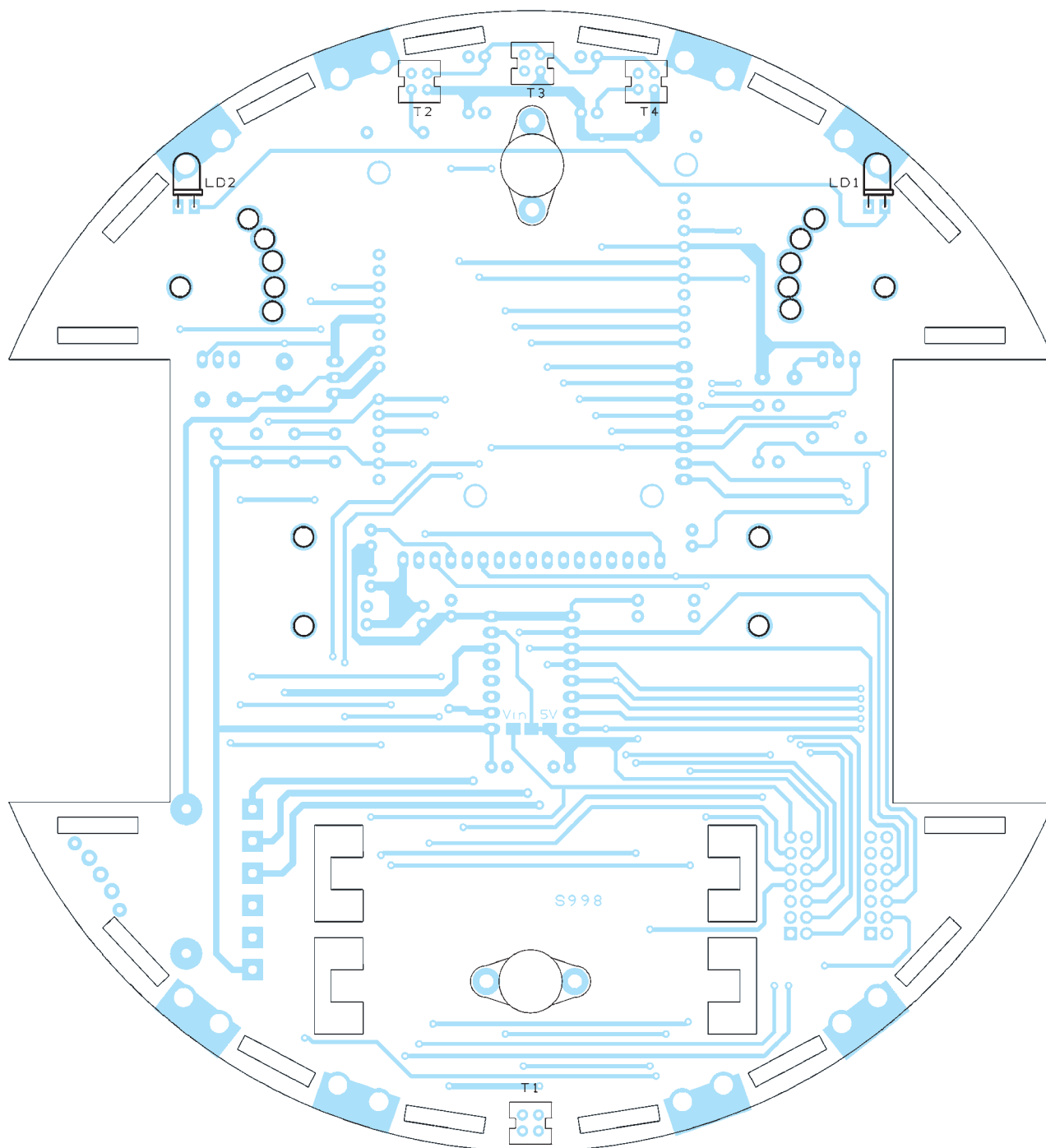
R1, R3, R5, R7, R11,
R12: 47 kohm
R2, R4, R6, R8: 390 ohm
R9: 100 ohm
R10: 270 ohm
C1, C2: 100 nF 63 VL poliestere
C3 - C6: 470 μ F 16 VL
elettrolitico
C7, C8: 1 μ F 35 VL elettrolitico
C9: 100 μ F 35 VL elettrolitico
T1 - T4: CNY70
P1, P2: Microswitch

BZ1: Buzzer passivo da CS
passo 7,5 mm
SW1: Deviatore a slitta 90°
U1: Driver motori (TB6612FNG)
LD1: LED 5 mm rosso
LD2: LED 5 mm rosso

Varie:
- Morsetti 2 poli (3 pz.)
- Fusibile 1 A
- Portafusibile da CS
- Porta batterie 6xAA

- Ball Caster mod. PBCASTER12
(2 pz.)
- Motoriduttore mod. BCM601
(2 pz.)
- Sensore IR GP2D120 (2 pz.)
- Supporto per Motoriduttore
mod. GM28SUPP (2 pz.)
- Ruota 60 mm mod.
RUOTABCM (2 pz.)
- Strip maschio 3 poli (2 pz.)
- Strip maschio 6 poli
- Strip maschio 8 poli (2 pz.)

- Strip maschio 10 poli
- Strip femmina 3 poli (2 pz.)
- Strip femmina 8 poli (2 pz.)
- Strip femmina 17 poli
- Vite 12 mm 3 MA (8 pz.)
- Vite autofilettante 3x13 mm
(4 pz.)
- Vite autofilettante 3x9 mm
(2 pz.)
- Dado 3 MA (8 pz.)
- Circuito stampato



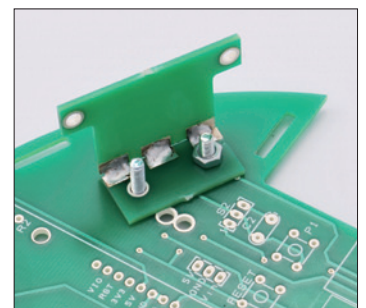
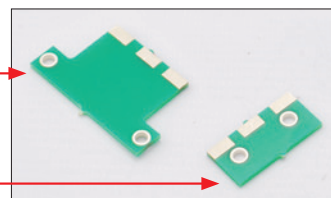
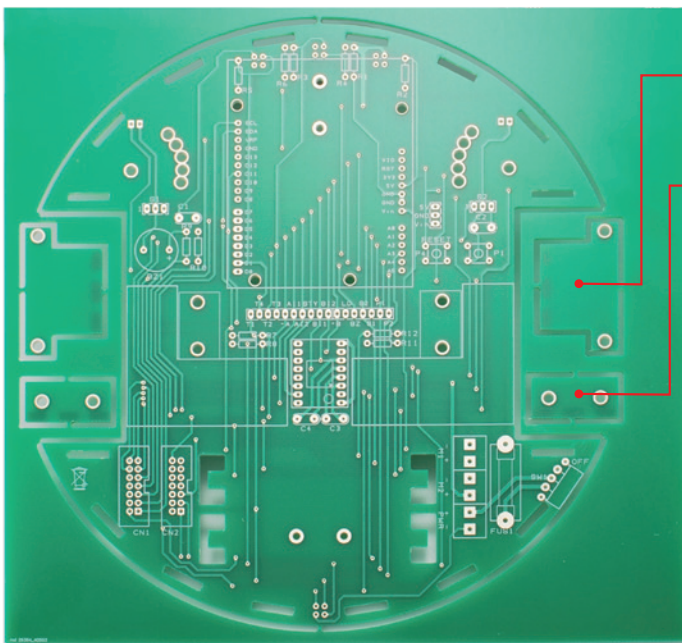
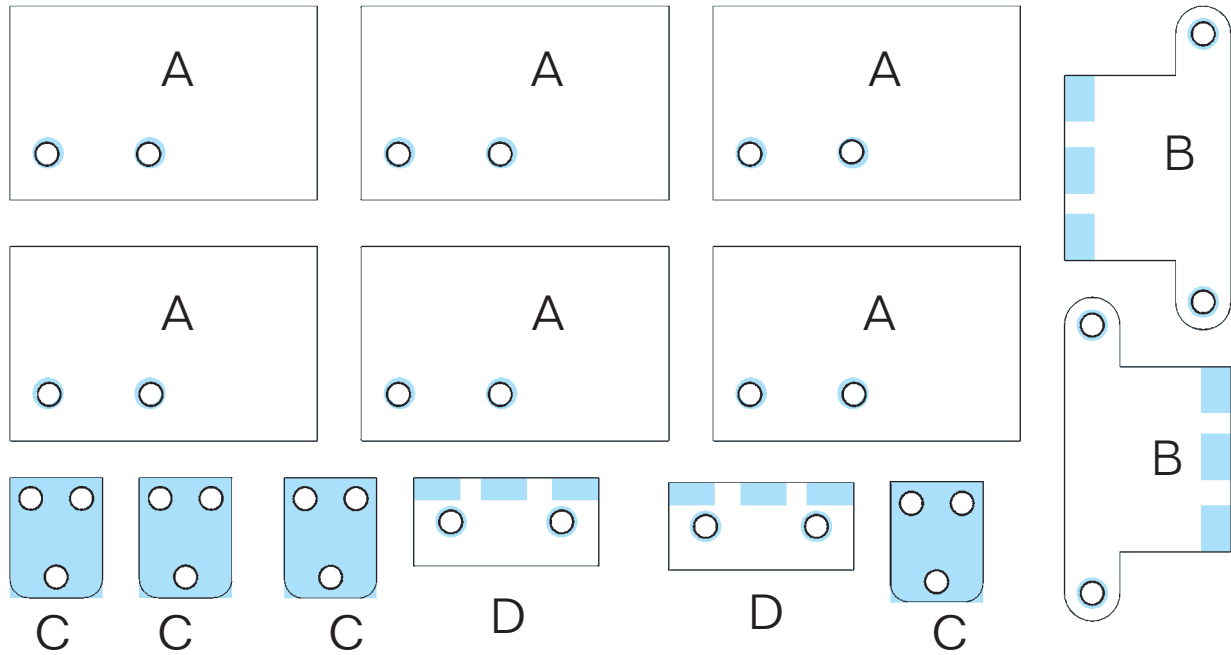
alle estremità. Per il collegamento al circuito stampato, positivo e negativo della batteria vanno stagnati rispettivamente nelle piazzole + e - PWR. Per completare il robot possiamo tranquillamente pensare ad una calotta o in generale a una copertura fatta a piacimento: ma-

gari con una faccia da lottatore di sumo...

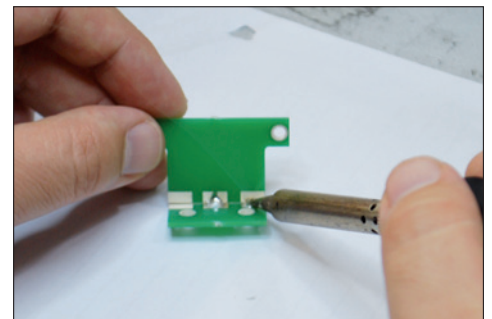
La sagoma può essere di spugna, polistirolo, plastica ma anche, più semplicemente, ottenuta da un cartoncino o un foglio di plastica ritagliato e assemblato con dello scotch, quindi dipinto a piacere.

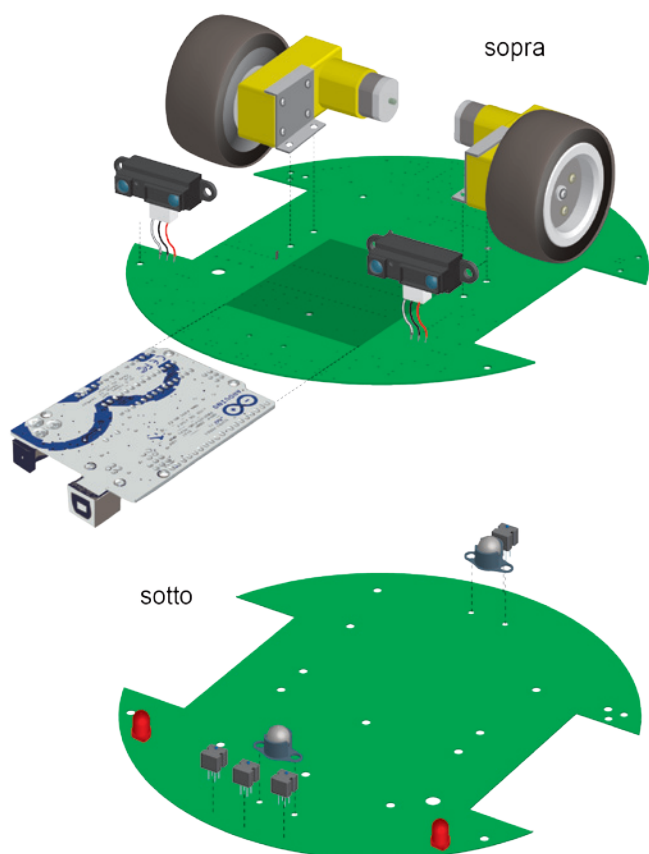
Per facilitare il fissaggio della calotta, notate che il circuito stampato prevede 6+6 cave rettangolari lungo la circonferenza e 2+2 nelle cavità che ospitano le ruote.

Particolari meccanici



Lo stampato ottenuto dalla nostra traccia include i pezzi che compongono i sostegni dei sensori IR (particolari B e D): staccateli ed assemblateli col saldatore come mostrato, poi fissateli al c.s. base mediante una vite, posizionateli con l'angolazione voluta e bloccateli inserendo la seconda vite nel foro più vicino.





Assemblaggio delle parti principali del SumoRobot sui due lati del circuito stampato, che fa da telaio meccanico: notate i sensori luminosi posti anteriormente e posteriormente sul fondo per rilevare le tracce al suolo e i supporti ball-caster. Non sono mostrate le squadrette di sostegno dei sensori IR.

Realizzazione della scocca

Una volta completata la parte elettronica del robot, bisogna pensare a costruirgli una veste, cioè una scocca che, in base all'uso, può essere corredata di accessori di "rinforzo" da fissare meccanicamente al circuito stampato che fa da base. Per le competizioni ArduSumo, il robot sarebbe meglio venisse dotato di spuntori detti "rostri", in grado di incunearsi sotto il robot avversario per sollevarlo, ovvero di una sorta di spoiler o di un paraurti realizzabile con vari materiali e fissato al telaio del robot. In queste pagine vediamo sia come realizzare la carrozzeria del robot nel caso

sia dedicato alla "lotta", sia in che modo rinforzarla e dotarla di mezzi di difesa e attacco. Partiamo dalla carrozzeria, che può essere comodamente realizzata seguendo i disegni in queste pagine, i quali sono tre perché altrettante sono le caratterizzazioni del SumoRobot; ognuna può essere costruita molto semplicemente utilizzando del cartoncino pesante da 100 a 200



g/m², quindi plastificandolo per renderlo più resistente. Basta stampare il disegno desiderato, plastificare il foglio con una plastificatrice (se ne trovano a buon mercato, ma se non ne avete una potete farvi plastificare il foglio da una copisteria o cartoleria attrezzata)

I cartamodelli delle tre calotte in scala 1:2

Stampare e plastificare la calotta che rappresenta la configurazione scelta per il proprio Ardusumo.

 **Tonzura**

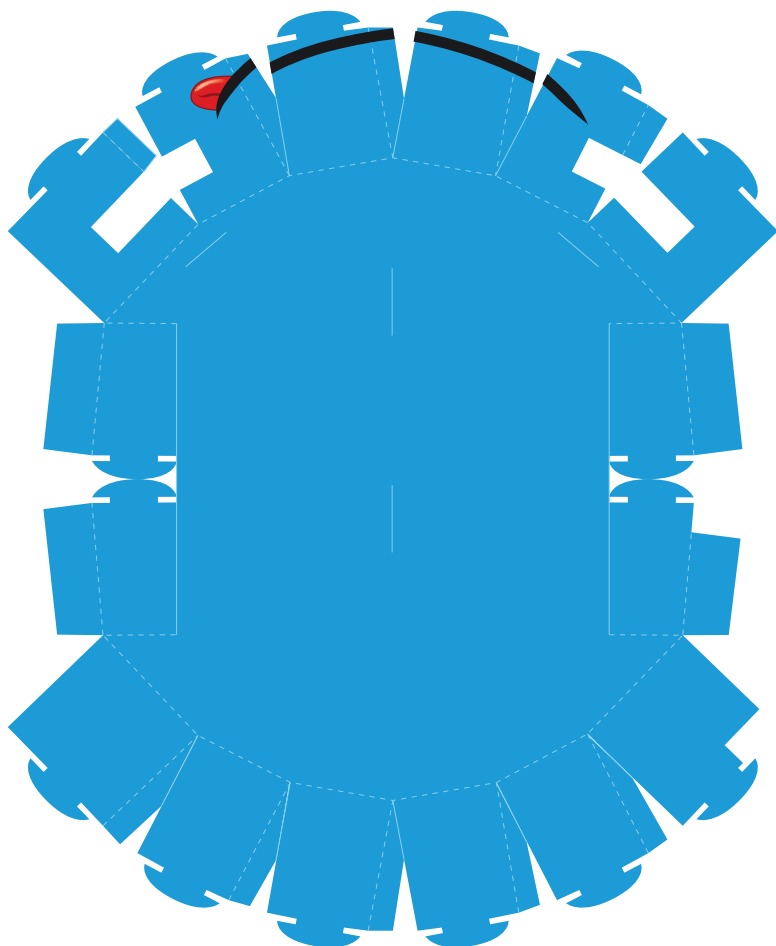
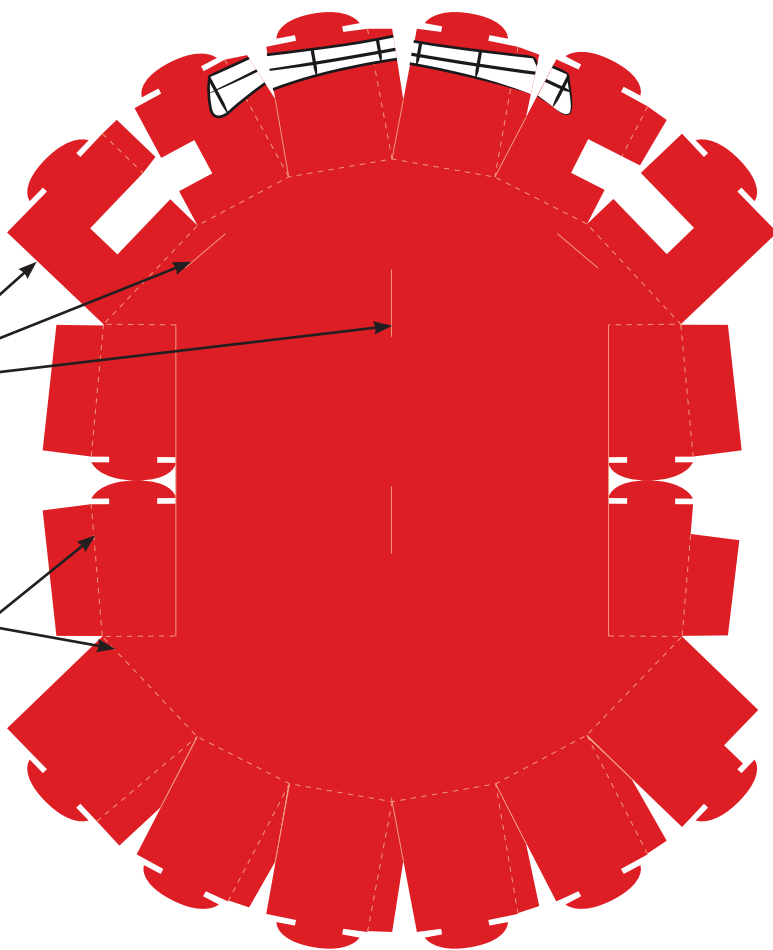
 **Dokurobe**

 **Boyacky**

Tagliare il profilo e lungo le linee continue.



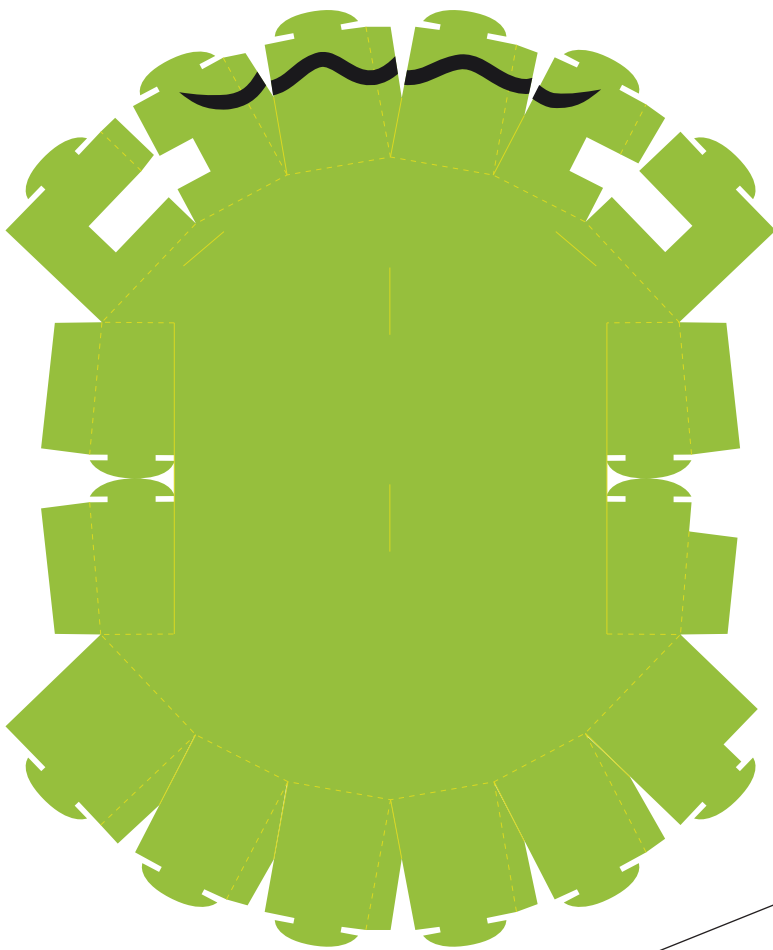
Piegare lungo le linee tratteggiate.



Esempio di una calotta plastificata, tagliata e piegata. Con le sopracciglia e la cresta inserite nelle asole.



In queste foto possiamo notare le alette da inserire negli appositi fori presenti sulla basetta.

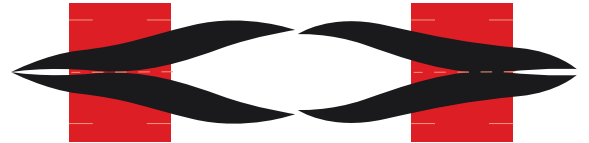


Le sopracciglia

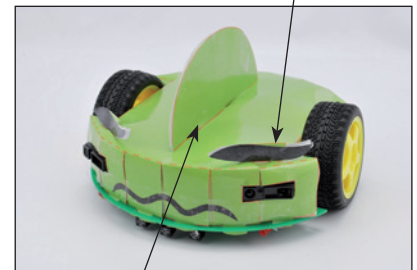
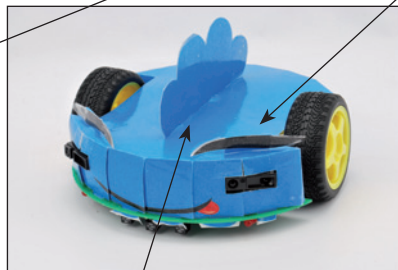
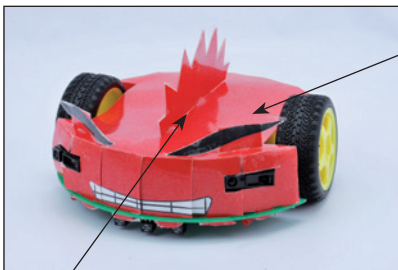
Tagliare i profili e lungo le linee continue.



Piegatele su se stesse.

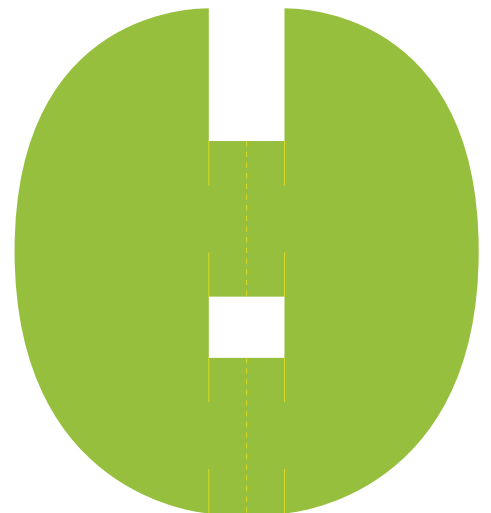
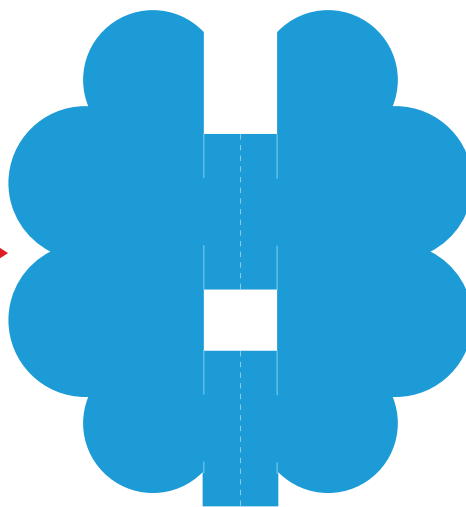
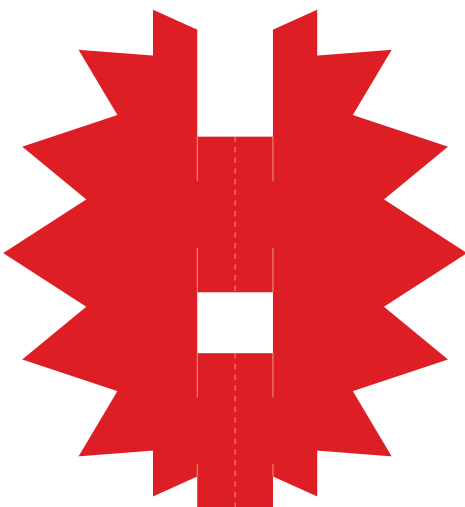


Inseritele nelle asole sopra agli occhi.



Le creste

Tagliare il profilo lungo le linee continue. Piegarlo su se stesso e inserirlo nelle asole in mezzo al dorso.



Listato 1

```

//funzione test sensori
void testsens() {
  readSir();
  readTele();

  Serial.print("linS=");Serial.print(sir_stimL);
  Serial.print(" linD=");Serial.print(sir_stimR);
  Serial.print(" lin_off=");Serial.print(sir_offset);
  Serial.print(" sir_warn=");Serial.println(sir_warn);

  Serial.print("teleS=");Serial.print(tele_stimL);
  Serial.print(" teleD=");Serial.print(tele_stimR);
  Serial.print(" tele_off=");Serial.print(tele_offset);
  Serial.print(" tele_w=");Serial.println(tele_warn);
  Serial.println("");
}

//funzione test motri
int incomingByte;

void testmot() {
  Serial.println("1 FF");
  Serial.println("2 BB");
  Serial.println("3 PL");
  Serial.println("4 PR");
  Serial.println("5 FL");
  Serial.println("6 FR");
  Serial.println("7 stop");

  while(true) {
    if (Serial.available() > 0) {
      incomingByte = Serial.read();
      Serial.println(char(incomingByte));

      switch(incomingByte) {
        case '1': Serial.println("FF");
                  motorSet("FF",30);
                  break;
        case '2': Serial.println("BB");
                  motorSet("BB",30);
                  break;
        case '3': Serial.println("LP");
                  motorSet("LP",30);
                  break;
        case '4': Serial.println("RP");
                  motorSet("RP",30);
                  break;
        case '5': Serial.println("LF");
                  motorSet("LF",30);
                  break;
        case '6': Serial.println("RF");
                  motorSet("RF",30);
                  break;
        case '7': Serial.println("stop");
                  motorSet("XX",0);
                  break;
      }
    }
  }
}

```

quindi ritagliare la sagoma con un paio di forbici. Ciascuna delle sagome è in realtà composta da più particolari: quattro, per l'esattezza, ossia una scocca, due "sopracciglia" e una "cresta". Dopo aver ritagliato la carrozzeria, praticate i tagli per infilarvi cresta e sopracciglia, che dovrete piegare in modo da ricavare le linguette di fissaggio. Piegati i particolari, infilate le linguette nei rispettivi tagli, apritele e fissatele

con della colla o del nastro adesivo, come appare nelle foto dei prototipi. A questo punto, servendovi delle linguette della scocca potete infilare quest'ultima nelle apposite cave del circuito stampato del robot; per fissare la scocca usate della colla a caldo o del comune mastice.

I rostri

In previsione delle competizioni di Sumo, abbiamo previsto la possibi-

lità di dotare il robot di un paraurti o scudo anteriore, che può assumere varie sagome: ad esempio quella di uno spoiler tipo spazzaneve inclinato in avanti e verso il basso, in grado di incunearsi sotto l'avversario per sollevarlo. Dunque, potete dotare il vostro robot di un oggetto del genere nella parte anteriore e di un paraurti in quella posteriore.

Per il fissaggio della parte anteriore potete usare gli appositi fori (quattro coppie) in cui avvitate delle placchette fatte di plastica o vetro-nite non ramata (identificati con la lettera "C").

Una volta fissate le placchette, diventa facile applicare qualsiasi oggetto simile a un paraurti, un respingente o una sorta di rostro, che può essere ottenuto con una lamina opportunamente ripiegata verso il basso ed inclinata in avanti, purché rimanga, nel punto più basso, sollevata quanto basta a non disturbare l'avanzamento del robot. Sappiate comunque che già le quattro placchette, montate all'altezza opportuna, permettono di realizzare dei rostri in grado, quando il robot incontra l'avversario, di andargli sotto e sollevarlo; quindi potete provare anche solo con questi.

Il firmware in tre versioni

Sono previsti tre firmware (scaricabili dal nostro sito www.elettronica.in.it) da installare in alternativa l'uno all'altro, in Arduino) ognuno dei quali permette al robot di tenere un comportamento diverso; in realtà, il firmware è composto da una base uguale per tutti e da tre routine diverse da un robot all'altro, che permettono di ottenere l'attacco, l'arretramento e il comportamento intermedio.

In queste pagine descriviamo il firmware e vi mostriamo le routine specifiche destinate al comportamento del SumoRobot quando incontra l'avversario; più esattamente, del programma, tra le varie funzioni disponibili, ri-

Listato 2

```

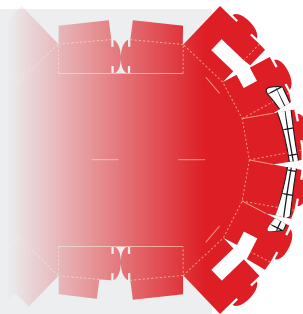
int dly_partenza = 5000; //ritardo iniziale per la partenza (in ms)

int FFvel = 60; //velocità avanti ricerca tra 60 e 80
int XFvel = 60; //velocità gira in ricerca tra 60 e 80
int BBvel = 80; //velocità indietro tra 60 e 80
int FFvel_att = 210; //velocità di attacco in avanti
int Pvel = 130; //velocità pan usata in attacco

int dly_pan = 100; //delay per il pan in attacco (in ms)

int tele_soglia1=60; //soglia per passare allo stato avvicinamento avversario tra 40 e 60
int tele_soglia2=180; //soglia per passare allo stato di attacco tra 160 e 180
int sir_soglia=350; //soglia per riconoscimento line

```



Listato 3

```

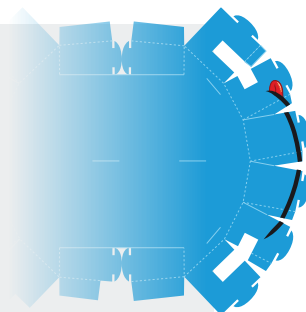
int dly_partenza = 5000; //ritardo iniziale per la partenza (in ms)

int FFvel = 100; //velocità avanti ricerca
int XFvel = 100; //velocità gira in ricerca
int BBvel = 100; //velocità indietro
int FFvel_att = 200; //velocità di attacco in avanti
int Pvel = 100; //velocità pan usata in attacco

int dly_pan = 50; //delay per il pan in attacco (in ms)

int tele_soglia1=40; //soglia per passare allo stato avvicinamento avversario
int tele_soglia2=170; //soglia per passare allo stato di attacco
int sir_soglia=350; //soglia per riconoscimento linea

```



ciario; il **Listato 3** mostra le impostazioni del caso. Infine, per quanto il robot Boyacky (quello meno aggressivo) il comportamento è impostato dalle variabili descritte nel **Listato 4**.

Listato 4

```

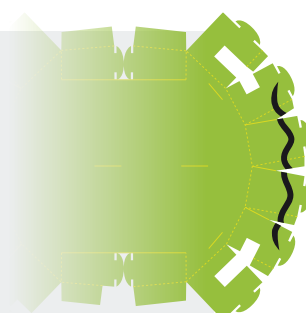
int dly_partenza = 5000; //ritardo iniziale per la partenza (in ms)

int FFvel = 120; //velocità avanti ricerca tra 100 e 120
int XFvel = 120; //velocità gira in ricerca tra 100 a 120
int BBvel = 130; //velocità indietro tra 120 e 150
int FFvel_att = 200; //velocità di attacco in avanti tra 160 e 200
int Pvel = 110; //velocità pan usata in attacco tra 90 e 110

int dly_pan = 50; //delay per il pan in attacco (in ms)

int tele_soglia1=65; //soglia per passare allo stato avvicinamento avversario tra 60 e 80
int tele_soglia2=160; //soglia per passare allo stato di attacco tra 150 e 170
int sir_soglia=350; //soglia per riconoscimento linea

```



A tutti i residenti nell'Unione Europea. Importanti informazioni ambientali relative a questo prodotto



Questo simbolo riportato sul prodotto o sull'imballaggio, indica che è vietato smaltire il prodotto nell'ambiente al termine del suo ciclo vitale in quanto può essere nocivo per l'ambiente stesso. Non smaltire il prodotto (o le pile, se utilizzate) come rifiuto urbano indifferenziato; dovrebbe essere smaltito da un'impresa specializzata nel riciclaggio. Per informazioni più dettagliate circa il riciclaggio di questo prodotto, contattare l'ufficio comunale, il servizio locale di smaltimento rifiuti oppure il negozio presso il quale è stato effettuato l'acquisto.

portiamo quella che permette di verificare se l'hardware funziona correttamente: la funzione si chiama "testfun" e serve per testare tutte le diverse funzioni del robot (**Listato 1**).

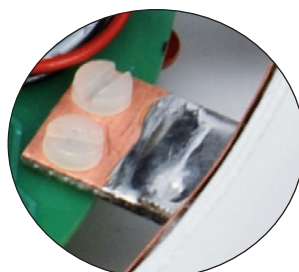
Per quanto riguarda il main e le altre funzioni che lo riguardano, i firmware dei 3 robot sono praticamente identici; la differenza di

comportamento è data da come vengono impostati alcuni parametri definiti nel MAIN. In particolare, Tonzura (il robot dal comportamento più aggressivo) ha i parametri elencati nel **Listato 2**.

Le stesse variabili sono invece impostate per il robot Dokurobe, che sarebbe quello dal comportamento a metà tra l'aggressivo e il rinun-



Il robot dotato di paraurti anteriore in lamina d'alluminio.



Il paraurti si può fissare applicando ai rostri fissati al c.s. delle squadrette, quindi saldandolo o avvitandolo a queste ultime.

Prodotto e distribuito da:
FUTURA ELETTRONICA SRL
 Via Adige, 11 - 21013
 Gallarate (VA)
 Tel. 0331-799775
 Fax. 0331-778112
 Web site: www.futurashop.it
 Info tecniche: supporto@futurel.com

Gli articoli completi del progetto sono stati pubblicati su:
 Elettronica In n. 169 e 170