



Entra anche tu nell'affascinante mondo della robotica e scopri le tecnologie di base, realizzando un prototipo di braccio meccanico dotato di cinque motori e cinque articolazioni.

# BRACCIO ROBOT A 5 MOVIMENTI

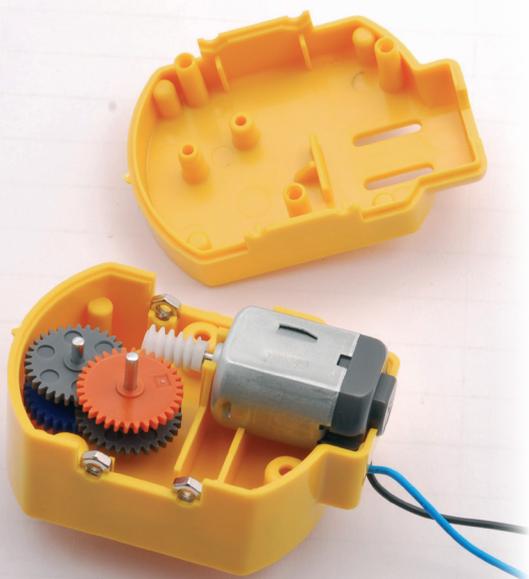
Il KSR10 è un braccio robotizzato, capace di compiere ben cinque movimenti e di sollevare un peso di 100 grammi, stringendolo tra le sue "dita" artificiali; ma non solo: sul vertice, ossia dove sono collocate le pinze (o dita, se preferite...) è situato un led a luce bianca che serve ad illuminare la zona che gli sta davanti e quindi aiuta a localizzare il punto dal quale afferrare gli oggetti. Insomma, il braccio può lavorare anche al buio, dato che il led utilizzato come proiettore ha un angolo di emissione abbastanza ristretto ed emette perciò luce concen-

trata, anche in virtù del fatto che è del tipo ad alta efficienza. Il prodotto è realizzato dalla belga Velleman e commercializzato in Italia dalla ditta Futura Elettronica di Gallarate (VA) – [www.futurashop.it](http://www.futurashop.it). Per come è costruito, per i materiali impiegati e le sue capacità, può essere considerato un giocattolo tecnologico, ma definirlo giocattolo è un po' una limitazione; prescindendo dal peso e dalle finiture, che sono rapportate al target e al prezzo del prodotto, il braccio è costruito con tutti i canoni ed ha una struttura meccanica che rispecchia in tutto



**Fig. 1** - Tutte le parti del kit. Gli elementi meccanici sono raggruppati e numerati.

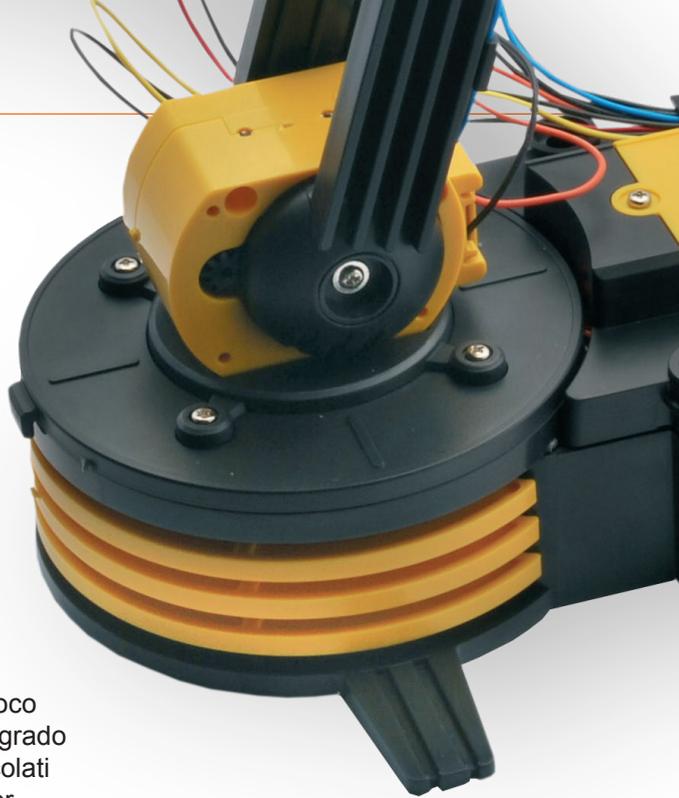
e per tutto quella dei bracci robot usati, ad esempio, nelle catene di montaggio delle industrie. Certo, qui si tratta di una versione miniatura e costruita con materiali idonei a sollevare o muovere oggetti di piccola massa. Ma lo scopo del kit non è certo montare un'automobile o saldare una rete metallica per edilizia; il kit ha una duplice utilità: innanzi tutto addestrare il giovane alla realizzazione di modelli meccanici, cosa che certo piacerà agli amanti del modellismo, diciamo, animato. Poi, montare da sé il braccio robotizzato e vederlo in funzione, scoprire le sue notevoli possibilità, potrà essere motivo di divertimento, incentivo per intraprendere, più grandi, lo



**Fig. 2** - Vista del gruppo motore con motoriduttore a quattro ingranaggi e due alberi ausiliari.

studio della robotica. Infatti, come già accennato, pur trattandosi di qualcosa di poco impegnativo, il braccio è in grado di compiere movimenti articolati e complessi, snodandosi per assumere praticamente qualsiasi posizione; le sue "dita" prensili gli consentono, inoltre, di afferrare un oggetto, una volta posizionatosi per raggiungerlo. L'insieme è simile a quello di un nostro arto superiore: la base è la spalla, il primo segmento corrisponde alla zona dell'omero e il suo snodo all'articolazione scapolo-omeroale; il secondo pezzo è l'avambraccio, che si muove su un motore che permette la piega del gomito. Infine, la testa è la mano e il suo punto di unione, comprendente il motore che la piega in alto e in basso è assimilabile al polso. La pinza simula le dita. I cinque movimenti previsti (rotazione sul piano orizzontale, avanti e indietro del braccio base, sollevamento e abbassamento del secondo pezzo di braccio, abbassamento e sollevamento delle pinze, apertura/chiusura delle pinze) possono essere comandati simultaneamente, grazie a una scatola di comando dotata di altrettante levette; a realizzarli, provvedono cinque motori elettrici a bassa

**Fig. 3**  
Base tonda di sostegno: gli anelli gialli contengono il motore che fa ruotare il braccio, sostenuto dal piatto nero

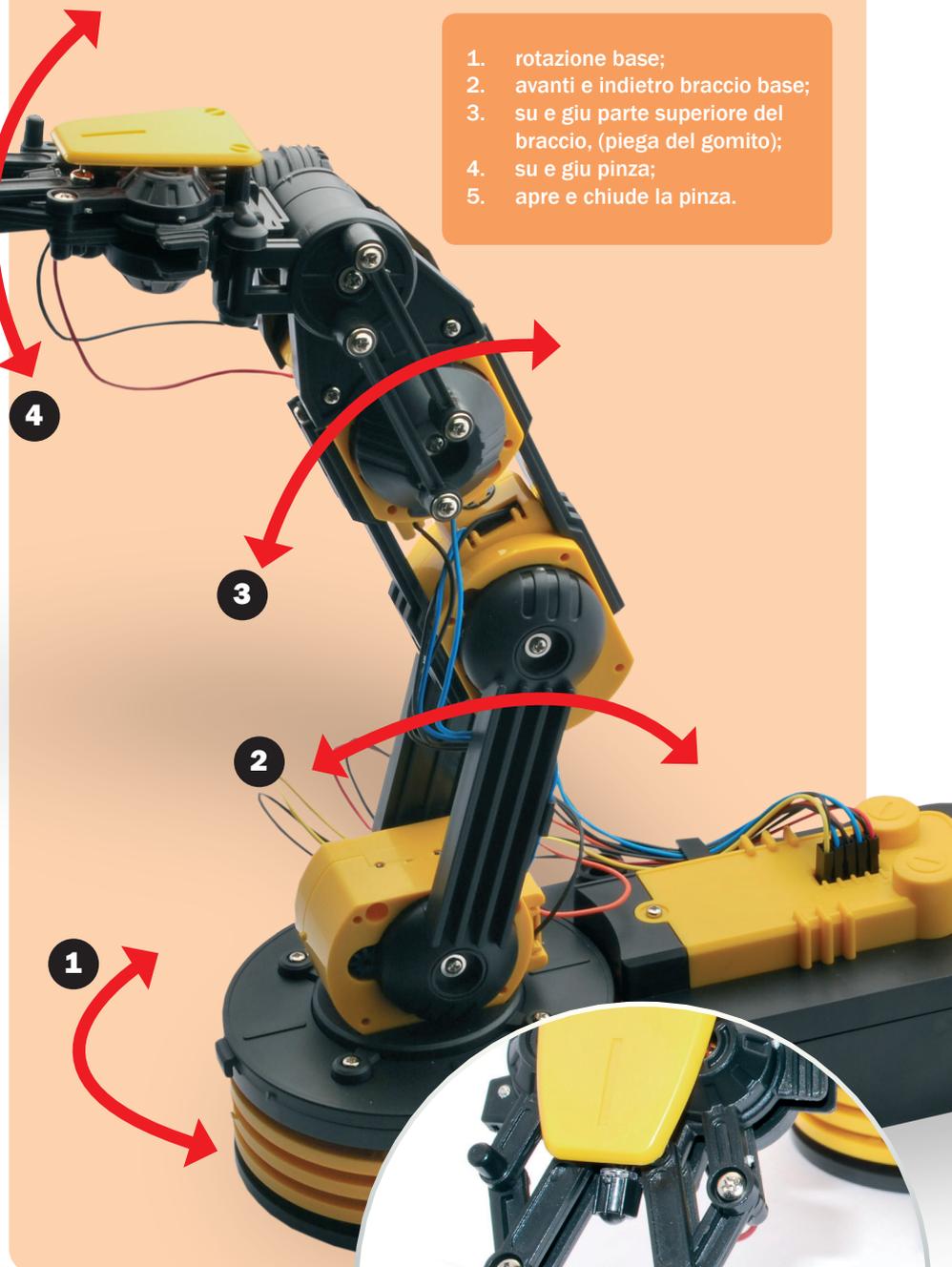


tensione (per cui il tutto funziona a pile) ciascuno dotato di motoriduttore che conferisce forza e fa muovere le parti con la velocità adatta, ma che, oltretutto, mantiene la posizione impedendo il ritorno quando al motore viene tolta corrente. Inoltre, ogni motoriduttore ha, sull'ingranaggio dell'alberino del motore, un sistema a frizione che evita il sovraccarico quando il motore stesso non regge lo sforzo richiesto dal movimento. Insomma, come abbiamo accennato, nella progettazione del braccio sono state adottate soluzioni che tipicamente si trovano in apparati robotizzati di tutt'altra fattezza. Per conoscere e farvi conoscere meglio il prodotto, ne abbiamo preso e montato uno, seguendo le istruzioni (peraltro estremamente dettagliate e chiarissime fornite nel manuale in dotazione al kit) di montaggio ed anche il nostro intuito, così da scoprire trucchi e problematiche pratiche. In queste pagine descriviamo i punti salienti della realizzazione e le prove in campo. Si parte togliendo dalla confezione tutti i componenti, ben ripartiti in buste divise per tipologia (ingranaggi,

# I movimenti del braccio

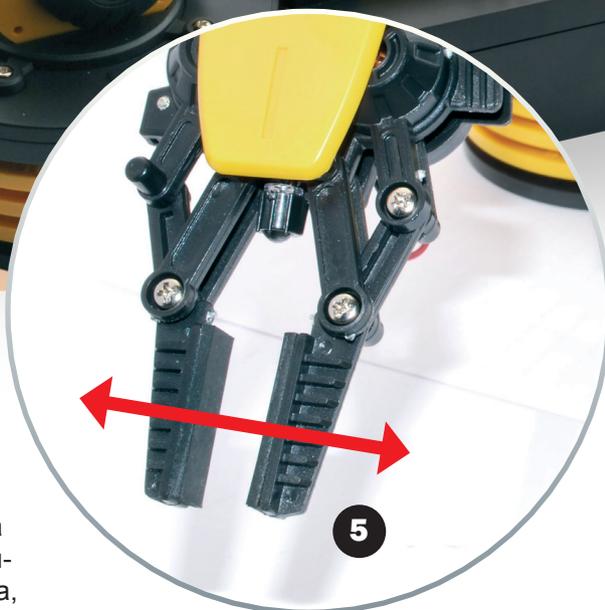
Grazie all'opportuna collocazione dei cinque motori di cui dispone e alla struttura meccanica che riflette, semplificata, quella del braccio dell'uomo, il braccio robot Velleman può compiere diversi movimenti, che lo rendono molto flessibile e adatto ad afferrare e posizionare oggetti entro un ampio campo d'azione.

motori ecc.) e facilmente identificabili (Fig. 1). Per mettere insieme il braccio robot bisogna innanzi tutto assemblare i cinque gruppi-motore con motoriduttore, che hanno ciascuno un involucro in plastica contenente un certo numero di ingranaggi (Fig. 2); ciascuno va chiuso con tre viti autofilettanti, che sono quelle previste dal manuale, dopo aver introdotto i due alberini ed aver infilato su questi i quattro ingranaggi richiesti. Infine si devono inserire i motori, facendo entrare la vite senza fine posta all'estremità dell'albero nell'ingranaggio vicino. Notate che le ruote dentate non sono tutte uguali, ma nessun problema: si distinguono in base al colore che hanno e il manuale di istruzioni dice quali usare. Montati i motori, occorre preparare la base, che contiene il vano delle pile di alimentazione (quattro elementi torcia) da un lato e il basamento di rotazione dall'estremità opposta; nella scatola base (vano pile) bisogna collocare i contatti a molla per le pile, quindi portare i fili sopra al coperchio, dove va fissata la scheda che realizza le connessioni con la scatola dei comandi e tutti i motori, oltre al led che sta sul vertice del braccio. Notate che le clip delle pile devono essere posizionate in modo che quella più grande stia dal lato opposto a quello della base rotante (base del braccio) mentre gli altri due, ciascuno con i fili, stanno dalla parte opposta; di questi due, quello con la molla va inserito in modo che si affacci alla parte piatta del contatto grande, mentre quello piatto deve rivolgersi alla molla dello stesso contatto grande. Altrimenti diventa difficile bloccare le pile. Il supporto rotante è composto, oltre che dalla



1. rotazione base;
2. avanti e indietro braccio base;
3. su e giù parte superiore del braccio, (piega del gomito);
4. su e giù pinza;
5. apre e chiude la pinza.

base, da alcuni anelli da impilare, all'interno dei quali trova posto il primo motore con motoriduttore (Fig.3); va chiuso superiormente dopo aver applicato il coperchio alla scatola delle batterie. Per chiudere questo coperchio bisogna,





**Fig. 4 -** Scatola dei comandi aperta: alla base si trova il circuito stampato che contiene i contatti fissi; quelli mobili sono in una busta a parte e vanno avvitati in modo da sovrapporsi, ma senza toccare le piazzole.

coperchio circolare della base rotante, sulla quale bisogna poi applicare l'ultimo ingranaggio del motoriduttore.

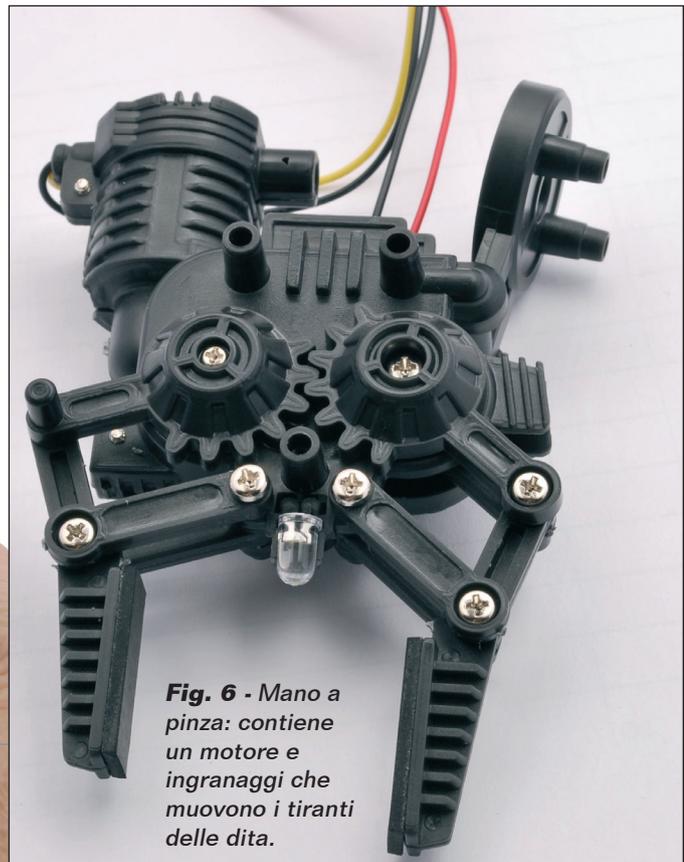
A parte, bisogna assemblare il braccio vero e proprio, iniziando dal pezzo più in basso, secondo le istruzioni; alla sua parte più bassa deve essere collocato il pezzo tondo che va sulla base rotante, incastrato nell'ingranaggio del motore di quest'ultima. Questo pezzo contiene una sua ruota dentata fissa, sulla quale deve essere calettato l'ingranaggio del secondo motore, che trova collocazione nell'apposito vano alla base del braccio; questo motore permetterà l'inclinazione in avanti o indietro del braccio robot. Ora è il momento di mettere insieme il secondo segmento del braccio, che si compone di due motori con

motoriduttore, uniti da due liste esterne da avvitare per realizzare un insieme compatto (Fig. 5); a fine montaggio, l'ingranaggio di un motore entrerà nella ruota dentata della prima parte del braccio, in modo da permettere il sollevamento e l'abbassamento del secondo segmento (il motore fa ruotare l'ingranaggio su quello fisso del pezzo base). L'altro ingranaggio si incastrerà in quello della testa prensile, quella con le pinze e il led, in modo da permetterne il sollevamento e l'abbassamento e dare, così, un ulteriore movimento di flessione; questo snodo rende ancor più "elastico" il braccio robotizzato e consente l'esecuzione di movimenti molto precisi simili a quelli della mano. La testa prensile (Fig. 6) si assembla con l'ultimo motore, il cui motoriduttore va introdotto nel basamento (da fissare al vertice del secondo segmento del braccio e inserire nell'ingranaggio corrispondente)

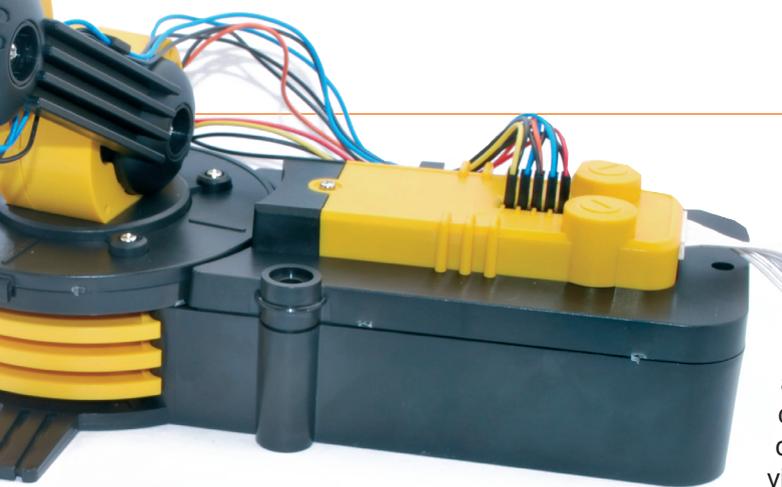
prima, collegare al circuito stampato delle connessioni il cavo in arrivo dalla scatola dei comandi; quest'ultima va assemblata avvitando sullo stampato le mollette che realizzano i contatti (Fig. 4) e che, ad assemblaggio completato, verranno premute contro i contatti stagnati della bassetta ramata dalle cinque leve di comando. Collegata la scatola comandi e chiuso il coperchio del vano batterie, si può chiudere anche il



**Fig. 5 -** Assemblaggio della parte superiore del braccio: nella cava del motore va un ingranaggio che ingrani con quello della parte inferiore.



**Fig. 6 -** Mano a pinza: contiene un motore e ingranaggi che muovono i tiranti delle dita.



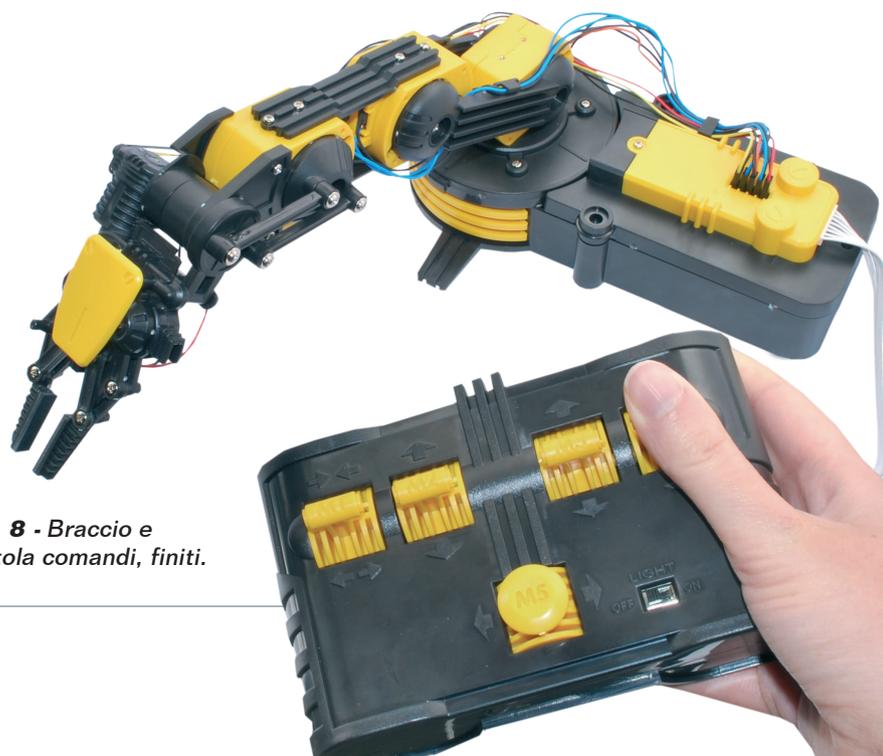
**Fig. 7** - La coda della base contiene il vano batterie, chiuso da un coperchio che alloggia il circuito cui connettere i cavi in arrivo dai motori e dal led.

e collegato con gli appositi ingranaggi ai tiranti che azionano le dita o pinze; sempre sulla testa, in un'apposita sede va collocato il led bianco, i cui fili, insieme a quelli del motore, devono scorrere sul secondo segmento del braccio e poi sul primo, fino a raggiungere il circuito stampato che realizza le connessioni, dove vanno inseriti negli appositi connettori (Fig. 7). Notate che ogni connettore femmina volante, corrispondente a un motore o al led, deve andare nella relativa coppia di punte, altrimenti le leve di comando non corrisponderanno alla nostra descrizione. Anche i fili dei due motori della seconda parte del braccio devono scorrere su questa e sul primo segmento, per poi arrivare al solito stampato. Per evitare che i collegamenti finiscano con l'intralciare i movimenti, bisogna fissare i fili mediante delle clip, peraltro fornite nel kit di montaggio. Ecco, assemblate tutte queste parti non resta che verificare se manca qualcosa e poi mettere subito alla prova il braccio, che a montaggio completato appare come in Fig. 8. Per azionare il robot bisogna agire sui rispettivi comandi, che sono dei semplici interruttori elettromeccanici che danno o tolgono l'alimentazione ai motori; si tratta di comandi senza posizione

stabile azionati dalle levette, che, una volta rilasciate, tornano a riposo e aprono i circuiti. Osservate come non sia previsto alcun comando di accensione/

spegnimento generale, perché non ci sono circuiti che restano accesi a riposo, quindi anche lasciando le pile inserite non c'è rischio che si consumino; l'unico interruttore vero e proprio, a posizione stabile, è quello che accende e spegne il led sulla pinza. Per prima cosa proviamo a far ruotare il braccio sulla sua base: spingendo la leva corrispondente (quella centrale) a destra per ottenere la rotazione in senso orario e a sinistra per quella in senso antiorario. Ora abbassiamo l'intero braccio: per farlo, spingiamo indietro la terza leva da sinistra; se vogliamo alzare il braccio, spingiamo la stessa leva in avanti. Per abbassare o alzare la seconda porzione del braccio, ossia quella con i due motori, portiamo rispettivamente indietro o avanti la seconda leva da sinistra. Se desideriamo far piegare in basso o in alto la testa

con le pinze, agiamo sulla leva di destra, spostandola, rispettivamente, indietro o in avanti. Non ci resta che provare il movimento della pinza: per chiudere le sue "dita" basta spingere in avanti la prima leva da sinistra, mentre per chiuderla occorre tirare indietro la stessa leva. Bene, imparati i movimenti base, perché non provare a fare qualcosa di più complesso? Ad esempio andare a prendere un oggetto a destra sul piano di appoggio del sistema robot? Allora, per prima cosa usiamo la leva centrale spostandola a destra fino a posizionare il braccio in modo che la pinza sia verticale al pezzo da prendere, poi abbassiamo l'intero braccio mediante la terza leva da sinistra. Per affinare il movimento, pieghiamo il gomito, cosa che otteniamo abbassando la seconda porzione del braccio (usiamo la seconda leva da sinistra) ed eventualmente anche la pinza, agendo sulla prima leva a sinistra. Poco prima di toccare l'oggetto, apriamo la pinza e stringiamola quando è in posizione per afferrarlo.



**Fig. 8** - Braccio e scatola comandi, finiti.