



**UNIVERSITÀ DI BRESCIA**  
**FACOLTÀ DI INGEGNERIA**  
Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione

## **Laboratorio di Robotica Avanzata** **Advanced Robotics Laboratory**

Corso di Robotica Mobile  
(Prof. Riccardo Cassinis)

# Sistema di ancoraggio per ventosa

**Elaborato di esame di:**

**Sergiu Iulian Balan**

Consegnato il:

**13 luglio 2012**



# Sommario

*Il progetto assegnato ha portato alla realizzazione di un sistema di ancoraggio della ventosa, strumento utilizzato dal robot industriale Kawasaki. Insieme ad esso sono state scritte funzione che si occupano di depositare e di prendere la ventosa dal sistema realizzato.*

## 1. Introduzione

In questa relazione verrà esposto il lavoro fatto in laboratorio di robotica avanzata. Attraverso il progetto assegnato, sono entrato in contatto con il mondo pratico e soprattutto con quello della robotica. Ho “conosciuto” Kawasaki (il robot industriale) e il linguaggio AS, che serve per comandarlo. Ho imparato a trovare soluzione non solo in ambito di programmazione ma in quello della progettazione, meccanica ed informatica.

## 2. Kawasaki

Il Kawasaki RS03N è un piccolo robot industriale fisso di tipo articolato, con sei gradi di libertà ed è composto da tre parti fondamentali:

- Braccio
- Controller
- Teach pendant

## 2.1. Braccio



**Fig. 1 - Robot Kawasaki**

Il braccio rappresenta la parte più caratteristica di un robot industriale perché è la parte che si muove e interagisce direttamente con il mondo. Nel braccio del robot RS03N il numero di giunti è pari a sei, che permettono al polso del robot di raggiungere qualunque punto del suo spazio di lavoro con qualsiasi orientamento.

## 2.2. Controller

Il controller comprende l'interruttore generale di alimentazione e il pannello operativo dal quale si può scegliere una tra le tre modalità:

- 100%: modalità di verifica rapida del programma impostato per la ripetizione automatica;
- TEACH: modalità di insegnamento;
- REPEAT: modalità di ripetizione automatica di programmi.

### 2.3. Teach pendant

Il teach pendant è collegato al controller ed è composto da:

- Schermo touchscreen
- Tastiera hardware
- Pulsante arresto emergenza
- Pulsante blocco insegnamento (T. LOCK)
- Interruttori di sicurezza

Per maggiori informazioni è possibile consultare il manuale operativo oppure una guida sintetica messa a disposizione da un'altro studente [1][2].

## 3. Analisi dei requisiti

Il robot Kawasaki è dotato di una **pinza** in grado afferrare oggetti, tramite comandi di *presa* e di *rilascio*.

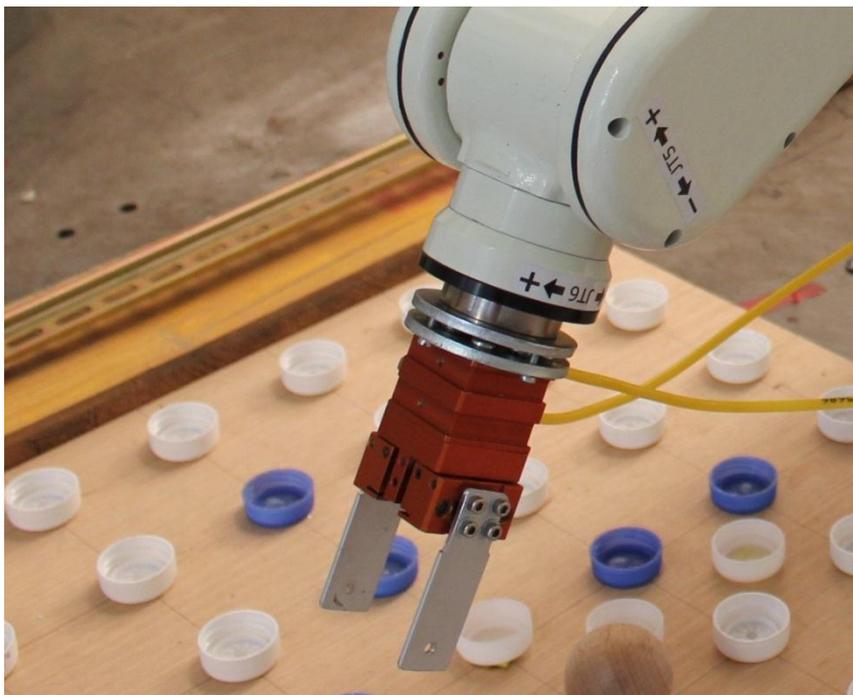
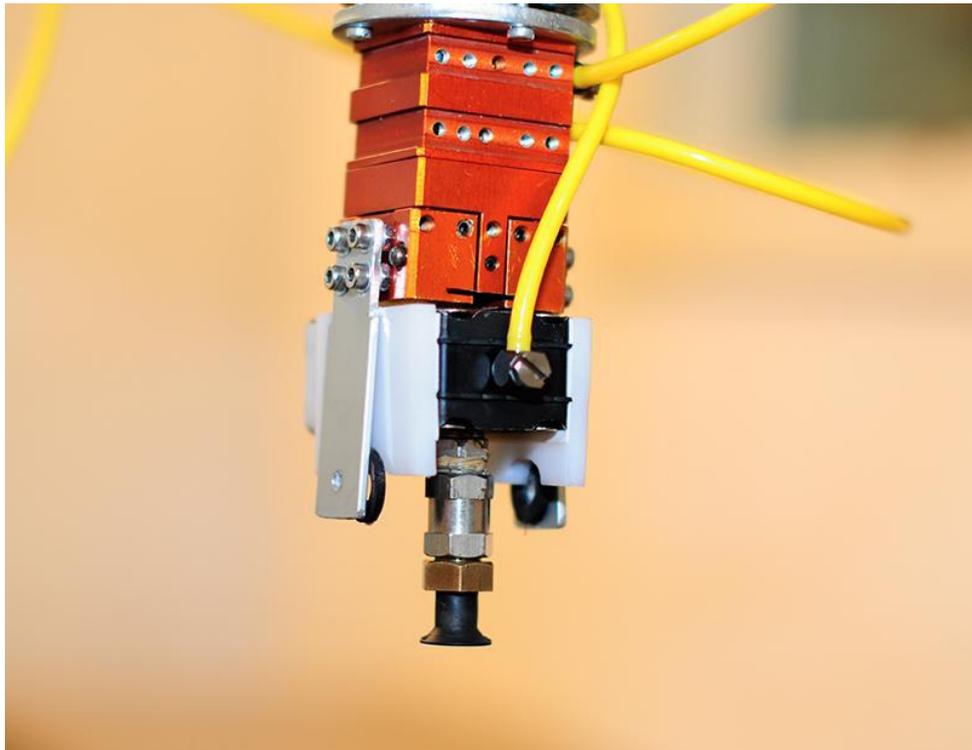


Fig. 2 - La pinza, attrezzo di Kawasaki

La pinza viene controllata tramite un'elettrovalvola che a sua volta è collegato ad un compressore. L'elettrovalvola è essenzialmente un rubinetto che consente il passaggio dell'aria compressa grazie alla quale si può attivare o meno il funzionamento di alcune parti meccaniche.

Oltre alla pinza, il robot è stato attrezzato anche di una **ventosa**, anch'essa controllata da un'elettrovalvola. In realtà la ventosa è sostenuta dalla pinza stessa senza avere un'attacco solido al braccio tramite viti; è stato quindi ideato un sistema di bloccaggio della ventosa in modo da renderla stabile e fissa, ovvero annullando un'eventuale possibilità che la ventosa si muova tra un utilizzo e un altro.



**Fig. 3 - La ventosa**

Tutto questo però ha introdotto un vincolo abbastanza grande nell'uso del robot. Una volta sistemata la ventosa non era più possibile utilizzare la pinza e questo rappresentava un grosso impedimento, in quanto la pinza aveva bisogno di molta meno precisione nell'afferrare oggetti rispetto alla ventosa.

*La cosa interessante sarebbe riuscire a utilizzare entrambi gli attrezzi senza dover intervenire manualmente per ciascuna installazione/rimozione. Si potrebbe pensare ad un sistema di ancoraggio che porti la ventosa in uno spazio (non utilizzato in precedenza) nel piano di lavoro, la depositi in quel luogo e la riprenda in seguito quando si ha la necessità e poterla utilizzare: tutto questo ovviamente in modo automatico.*

## **4. Progettazione**

### **4.1. Forma della ventosa**

Tutto il sistema che compone la ventosa ha una forma particolare (la si può notare in Figura 3) non regolare di sicuro, che rende la progettazione non facilissima. L'unico sistema che è stato valutato realizzabile è un sistema a incastro del tipo maschio/femmina in maniera tale che la ventosa non si sposti in modo involontario dal sistema. Per stabilire ciò è stato deciso di implementare la base piatta in modo che riesca ad appoggiare bene sul tavolo e di trovare dei "perni" per rendere la ventosa ferma qualora ci fosse una forza esterna applicata in una delle direzioni.

### **4.2. Bozze dell'ancoraggio**

Inizialmente si è pensato di costruire semplicemente un parallelepipedo con un foro grande quando l'ugello di aspirazione, ma poi, notando due forellini sulla base inferiore del blocco della ventosa lungo gli estremi dell'asse si è pensato di aggiungere due spine da attaccare al parallelepipedo di ancoraggio per dare ancora più stabilità.

Una volta misurato il sistema della ventosa era facile ricavare anche le dimensioni del pezzo da costruire. Di seguito riporto i disegni fatti in CAD.

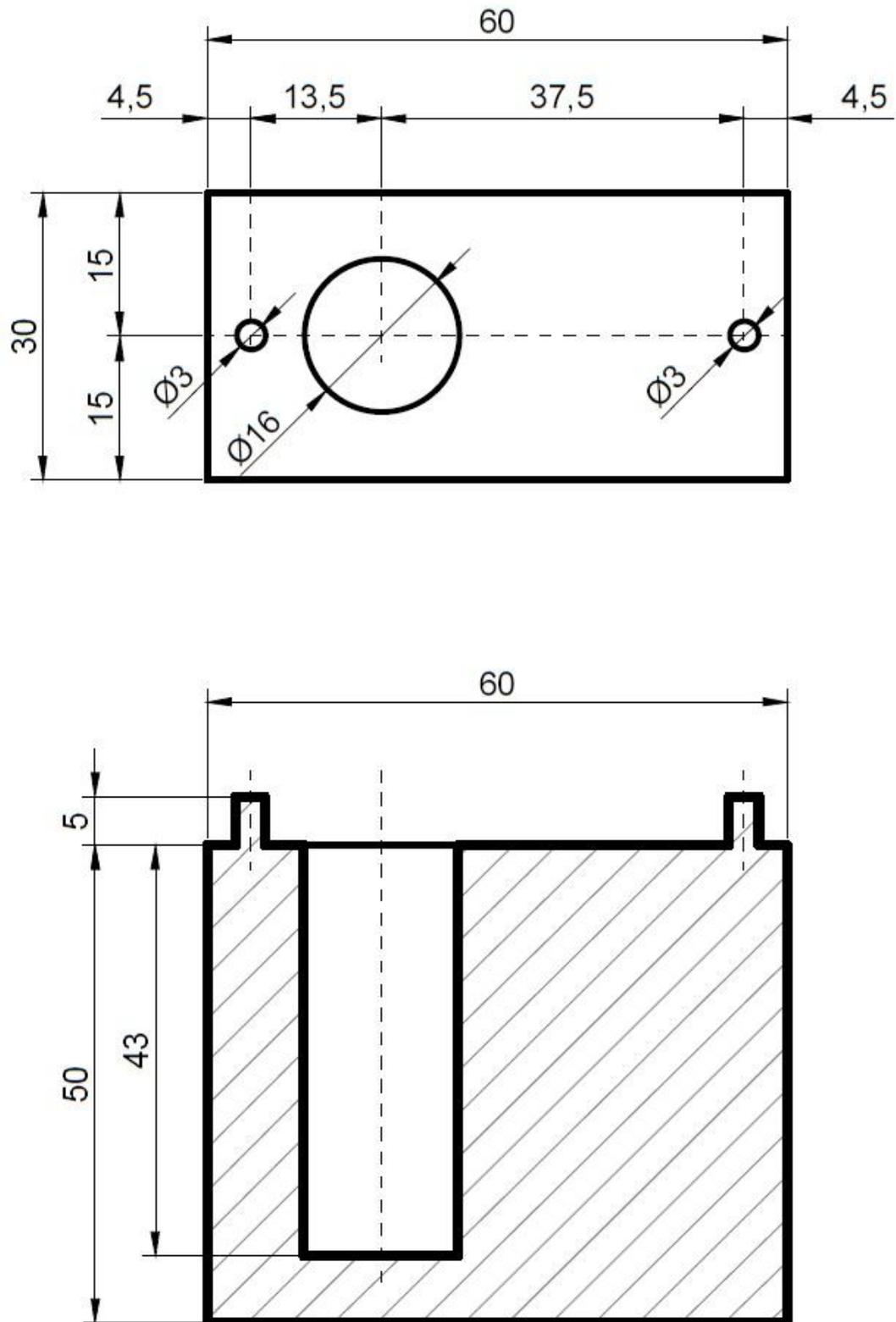


Fig. 4 - Disegno CAD

### 4.3. Materiale

#### 4.3.1. Legno

Un'altra scelta fondamentale era la tipologia del materiale da usare. Non avendo a disposizione in laboratorio niente altro che legno si è deciso di procedere con questo, ma ben presto ci sono state difficoltà. Per cercare di rispettare minimamente le misure era indispensabile avere degli strumenti professionali con cui lavorare perchè il legno, quando si lavora a dimensioni così ridotte, si rovina facilmente. Di seguito riporto un elenco dei problemi riscontrati:

- Punta da legno per trapano da 16 non disponibile
- Seghetto elettrico, utile per avere un po' di precisione, non disponibile
- Fragilità legno
- Precisione ridotta sotto il minimo

Di seguito viene riportato il pezzo costruito in legno e poi abbandonato.



Fig. 5 - Modello in legno del prodotto finito

#### 4.3.2. Alluminio

Visti i problemi nella lavorazione del legno si è presa la decisione di portare il disegno in una ditta munita di tornio e fresa (la ditta dove lavora mio padre), e farlo da terzi. Siccome non avevo accesso a nessun macchinario per poterlo fare da solo, sono stato “costretto” a passare il disegno a chi di competenza.

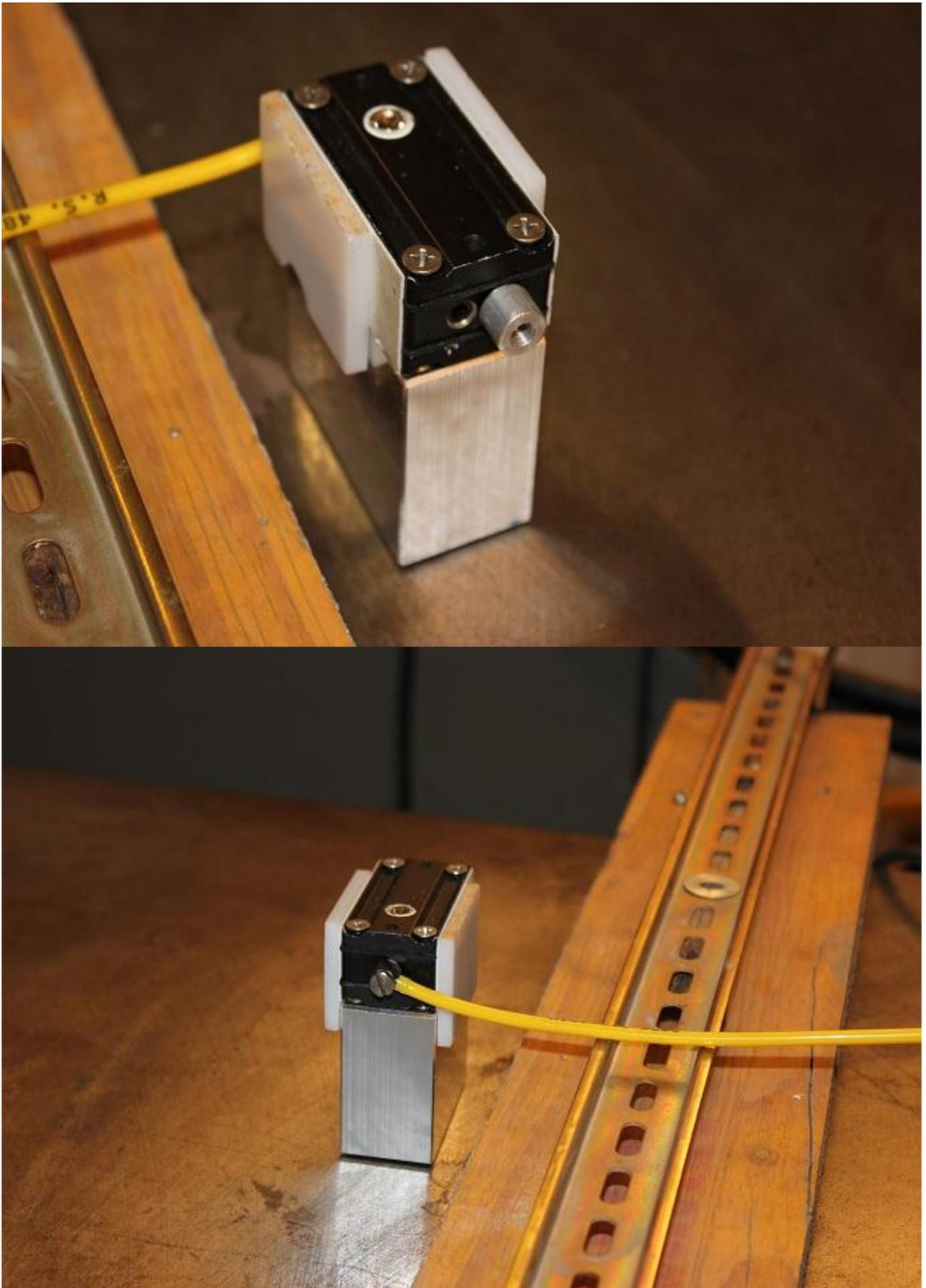
### 5. Prodotto finito

Il prodotto finito risulta come mostrato nelle foto presenti di seguito.



**Fig. 6 - Pezzo alluminio, prodotto finito**

Le misure sono state rispettate con la tolleranza richiesta e soprattutto le misure risultano essere prese in maniera molto precisa così che la ventosa si incastra in maniera perfetta con il prodotto, senza creare attrito. La base è fissata al piano di lavoro tramite nastro doppio adesivo di modo che, se nel futuro ci fosse bisogno di modificare la posizione, questo possa essere fatto con estrema facilità fino a trovare la posizione definitiva e fissarlo in maniera adeguata al tavolo.



**Fig. 7 - Prodotto finito con ventosa**

## 6. Programmazione

È stato utilizzato il linguaggio AS per programmare Kawasaki in modo che utilizzi adeguatamente questo nuovo sistema

### 6.1. Posizione ancoraggio

Come detto anche nel capitolo 2 riguardo all'analisi dei requisiti, la posizione del sistema di ancoraggio dovrebbe essere nel piano di lavoro da qualche parte dove non potesse essere ingombrante. Si è scelto un spazio libero in mezzo tra SCARA e Kawasaki.

Per quanto riguarda le coordinate esatte su come piazzare la ventosa in modo che si incastri perfettamente con il pezzo in alluminio è stato scelto di guidare manualmente il braccio verso la posizione finale e salvare tutte le coordinate. Ho salvato alcune coordinate intermedie per riuscire a fare entrare l'ugello della ventosa in maniera perfettamente verticale.

### 6.2. Funzioni

Le funzioni implementate sono 2, una che si occupa di andare a prendere la ventosa e utilizzarla e l'altra di depositare la ventosa nel sistema di ancoraggio.

La funzione che si occupa di prendere la ventosa segue i passi:

- Salva lo stato in cui ti trovi
- Sposta il braccio sopra il sistema dove si trova la ventosa (una trentina di centimetri sopra)
- Abbassa il braccio appena sopra la ventosa
- Rallenta la velocità fino al 10%
- Abbassa il braccio (con velocità ridotta) in modo da avvolgere con la pinza la ventosa
- Chiude la pinza
- Solleva (sempre a velocità ridotta) il braccio con la ventosa quanto basta per uscire dalla possibilità di urto
- Alza a velocità 100% il braccio nella posizione intermedia
- Ritorna nel punto di partenza prima di invocare la funzione

La funzione che si occupa di depositare la ventosa, sostanzialmente fa le stesse cose della funzione precedente, ovviamente invertendo l'ordine di qualcuna:

- Salva lo stato in cui ti trovi
- Sposta il braccio sopra il sistema dove si trova il sistema di ancoraggio della ventosa (una trentina di centimetri sopra)
- Abbassa il braccio appena sopra il pezzo di alluminio
- Rallenta la velocità fino al 10%
- Abbassa il braccio (con velocità ridotta) in modo che la ventosa si incastri perfettamente con il pezzo in alluminio
- Rilascia la pinza

- Solleva (sempre a velocità ridotta) il braccio quanto basta per uscire dalla possibilità di urto
- Alza a velocità 100% il braccio nella posizione intermedia
- Ritorna nel punto di partenza prima di invocare la funzione

È stata creata anche una funzione di prova che invoca entrambe le funzioni appena create e quindi verifica che in qualsiasi momento vengano invocate esse non provocano nessuna situazione di allarme. Passi che segue la funzione di prova:

- Invoca la funzione di presa della ventosa
- Sposta nella posizione sopra la pallina
- Abbassa il braccio in modo che il beccuccio di gomma della ventosa preme sulla pallina
- Attiva la ventosa (tramite la funzione creata appositamente)
- Alza il braccio con ventosa e pallina attaccata
- Sposta il braccio in un'altra posizione
- Abbassa il braccio
- Disattiva la ventosa (tramite la funzione creata appositamente) e la pallina viene rilasciata
- Alza il braccio
- Invoca funzione di deposito della ventosa

Le coordinate finali della posizione di presa della ventosa sono

- X: 433
- Y: 155.64
- Z: -107.499
- O: -17.312
- A: 179.54
- T: -61.673.

## 7. Appendice

### 7.1. Funzione prendi ventosa

```
.PROGRAM prendi_ventosa()#0
    POINT init = HERE
    POINT    home_ventosa_up    =    TRANS(433.5,155.640,137.184,-
17.312,179.540,-61.673)
    POINT    home_ventosa_down  =    TRANS(433.5,155.670,-108.112,-
17.267,179.540,-61.630)
    JMOVE home_ventosa_up
    LAPPRO home_ventosa_down, 50
    OPENI
    SPEED 40MM/S ALWAYS
    LMOVE home_ventosa_down
    CLOSEI
    LDEPART 50
    SPEED 100 ALWAYS
    LMOVE home_ventosa_up
    JMOVE init
.END
```

### 7.2. Funzione lascia ventosa

```
.PROGRAM lascia_ventosa()#0
    POINT init = HERE
    POINT    home_ventosa_up    =    TRANS(433.5,155.640,137.184,-
17.312,179.540,-61.673)
    POINT    home_ventosa_down  =    TRANS(433.5,155.670,-108.112,-
17.267,179.540,-61.630)
    JMOVE home_ventosa_up
    LAPPRO home_ventosa_down, 50
    SPEED 40MM/S ALWAYS
    LMOVE home_ventosa_down
    OPENI
    LDEPART 50
    SPEED 100 ALWAYS
    LMOVE home_ventosa_up
    JMOVE init
.END
```

## **8. Conclusioni e sviluppi futuri**

Sono state effettuate moltissime prove per vedere se tutto funziona bene per tutte le invocazioni. Funziona tutto in maniera perfetta se la ventosa rimane ferma nella pinza. Se per caso, in qualche modo la ventosa dovesse essere toccata, in modo sbagliato, da un qualsiasi oggetto e si muove all'interno della presa della pinza, il robot non è in grado di rendersene conto e questo potrebbe creare problemi nel deposito della ventosa.

Quindi l'unico sviluppo futuro che potrebbe essere implementato in realtà non è di natura informatica, bensì meccanica, ovvero di riuscire a rendere la presa delle pinze molto fissa in modo che non ci possa essere possibilità di errore soprattutto nel deposito della ventosa.

## **Bibliografia**

- [1] Stefano Saccani: “Guida all’utilizzo del robot Kawasaki RS03N”
- [2] Kawasaki Heavy Industries: “Operative Manual”
- [3] Kawasaki Heavy Industries: “AS Language Manual”

## Indice

<b>SOMMARIO .....</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUZIONE .....</b>	<b>1</b>
<b>2. KAWASAKI .....</b>	<b>1</b>
2.1. Braccio	2
2.2. Controller	2
2.3. Teach pendant	3
<b>3. ANALISI DEI REQUISITI .....</b>	<b>3</b>
<b>4. PROGETTAZIONE .....</b>	<b>5</b>
4.1. Forma della ventosa	5
4.2. Bozze dell'ancoraggio	5
4.3. Materiale	7
4.3.1. Legno.....	7
4.3.2. Alluminio .....	8
<b>5. PRODOTTO FINITO .....</b>	<b>8</b>
<b>6. PROGRAMMAZIONE .....</b>	<b>10</b>
6.1. Posizione ancoraggio	10
6.2. Funzioni	10
<b>7. APPENDICE .....</b>	<b>12</b>
7.1. Funzione prendi ventosa	12
7.2. Funzione lascia ventosa	12
<b>8. CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI .....</b>	<b>13</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>14</b>
<b>INDICE .....</b>	<b>15</b>