



UNIVERSITÀ DI BRESCIA
FACOLTÀ DI INGEGNERIA
Dipartimento di Elettronica per l'Automazione

Laboratorio di Robotica Avanzata **Advanced Robotics Laboratory**

Corso di Robotica
(Prof. Riccardo Cassinis)

Guida all'utilizzo del robot Kawasaki RSo3N

Elaborato di esame di:

Stefano Saccani

Consegnato il:

19 giugno 2012

Sommario

Questo documento è una guida necessaria all'utilizzo del robot Kawasaki RS03N che si trova nel laboratorio di robotica avanzata dell'Università degli Studi di Brescia. Dopo una breve introduzione descrittiva del robot, vengono proposti due tutorial completi passo per passo per la programmazione tramite teach pendant e tramite linguaggio AS. In allegato al documento è presente inoltre un dvd con i video dei tutorial. Per maggiori informazioni, dettagli e procedure più avanzate è necessario fare riferimento al manuale operativo e al manuale del linguaggio AS presente in laboratorio.

1. Introduzione

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

1. Braccio;
2. Controller;
3. Teach pendant.

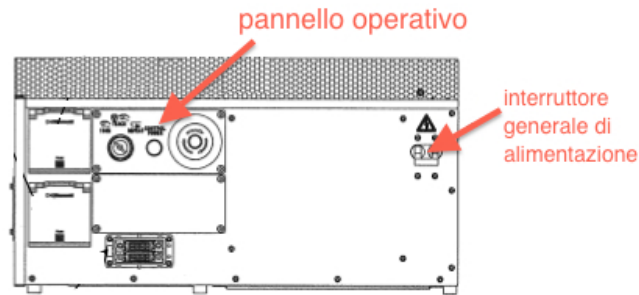
1.1. Braccio

Il braccio rappresenta la parte più caratteristica di un robot industriale perché è la parte che si muove e interagisce direttamente con il mondo fisico eseguendo vari compiti. Nel braccio del robot RS03N il numero di giunti è pari a sei, così come i gradi di libertà.



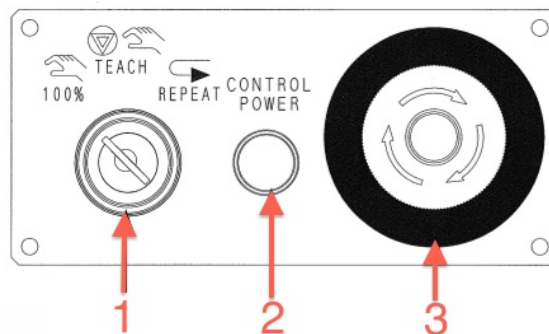
Il carico massimo utile, cioè il peso massimo manipolabile a livello del polso, è di 3 Kg, utensile compreso.

1.2. Controller



Nel controller è presente l'**interruttore generale di alimentazione** e il **pannello operativo**, che è composto da:

1. **Interruttore a chiave per la selezione delle modalità:**
 - **100%:** modalità di verifica rapida del programma impostato per la ripetizione automatica;
 - **TEACH:** modalità di insegnamento;
 - **REPEAT:** modalità di ripetizione automatica e indipendente di programmi.
2. **CONTROL POWER:** la luce si accende quando l'alimentazione è su ON.
3. **Pulsante rosso:** da utilizzare in caso di emergenza, interrompe l'alimentazione dei motori e attiva i freni, bloccando il robot. Per sbloccarlo ruotare il pulsante in direzione oraria fino al suo rilascio.



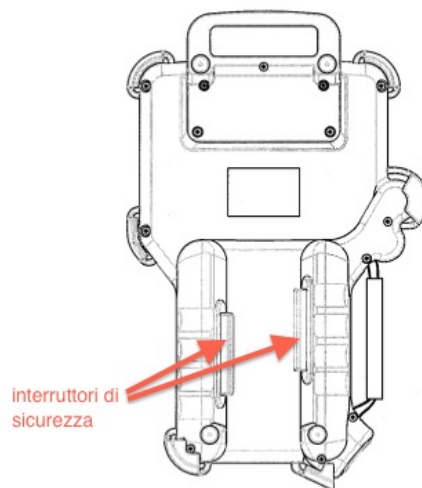
1.3. Teach pendant

Al controller è collegato il teach pendant che è composto da:

1. **Schermo touchscreen;**
2. **Tastiera hardware;**
3. **Pulsante arresto di emergenza:** interrompe l'alimentazione dei motori e attiva i freni, bloccando il robot;
4. **Pulsante blocco insegnamento (T. LOCK):** in modalità TEACH è da posizionare su ON per abilitare le operazioni manuali e le operazioni di verifica, in modalità REPEAT è da posizionare su OFF per eseguire le operazioni di ripetizione automatica;



5. **Interruttori di sicurezza:** sono interruttori di abilitazione del robot, tenere premuto (ma non fino a finecorsa) uno dei due interruttori di sicurezza presenti sul retro per sbloccare i freni e azionare il robot.



Il teach pendant rappresenta il principale sistema di programmazione del robot.

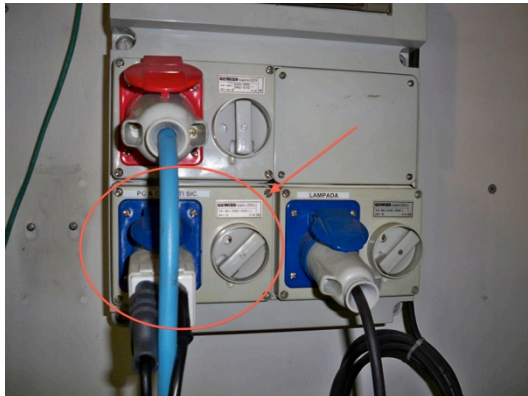
2. Programmazione tramite teach pendant

2.1. Alimentazione

1. Attivare l'interruttore di alimentazione blu 220V presente nel quadro elettrico in basso a destra, necessario per accendere la luce sopra lo spazio di lavoro:



2. Attivare l'interruttore di alimentazione blu 220V presente nel quadro elettrico in basso a sinistra, necessario per alimentare il calcolatore e i circuiti di sicurezza:



3. Togliere il lucchetto e attivare l'interruttore di alimentazione rosso 380V presente nel quadro elettrico, necessario per alimentare il robot:



4. Aprire il rubinetto rosso e poi quello giallo contro il muro per poter utilizzare l'aria compressa, necessaria per poter aprire e chiudere la pinza del robot:



5. Premere il pulsante verde nel pannello a sinistra della postazione di lavoro per uscire dalla modalità di emergenza del robot:



6. A questo punto luce verde è accesa ed è possibile iniziare a lavorare:



2.2. Accensione

1. Selezionare la modalità **TEACH** sul pannello operativo del controller:



2. Attivare l'interruttore dell'alimentazione sul pannello operativo del controller:



3. Assicurarsi che i pulsanti di emergenza sul pannello operativo e sul teach pendant siano entrambi disattivati:

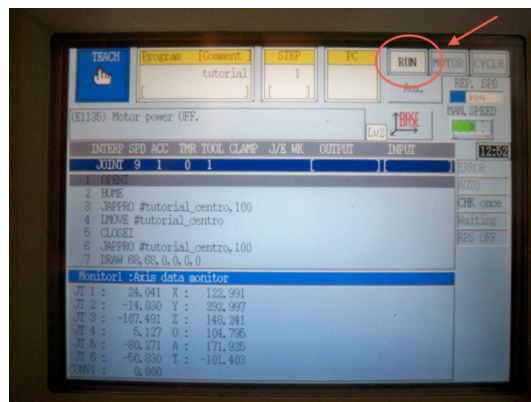




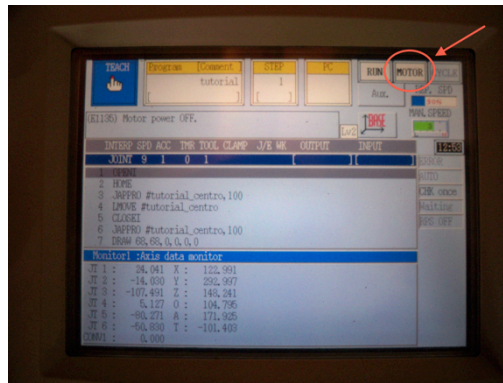
4. Attendere il caricamento del sistema operativo sul teach pendant:



5. Verificare che il robot sia in stato **RUN**:



6. Accendere i motori premendo **A + Motor ON**:



7. Spostare l'interruttore **T. LOCK** su **ON**:



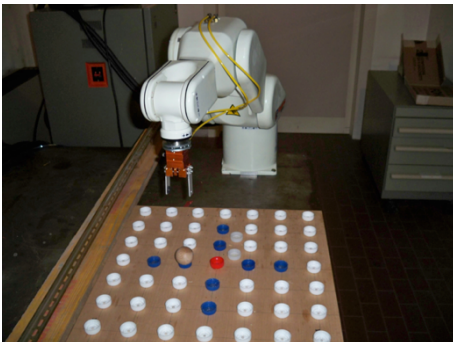
8. A questo punto il robot è pronto a ricevere i comandi, tenere premuto (ma non fino a finecorsa) uno dei due interruttori di sicurezza presenti sul retro del teach pendant per sbloccare i freni e azionare il robot:



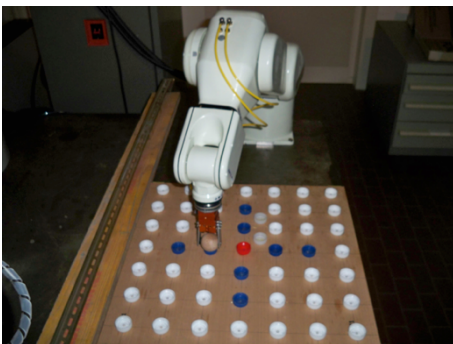
2.3. Programmazione

Viene ora descritta una procedura per la creazione di un semplice programma nel quale il robot svolge le seguenti istruzioni:

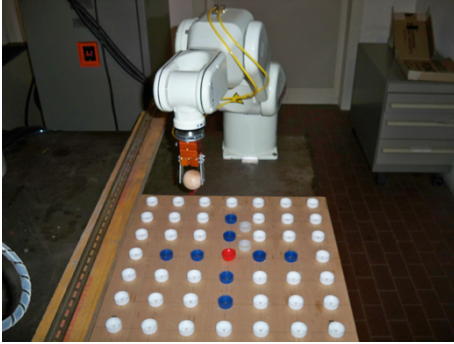
- si porta in una posizione iniziale sopra la pallina:



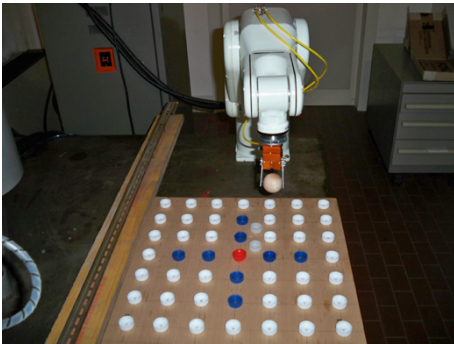
- scende e prende la pallina:



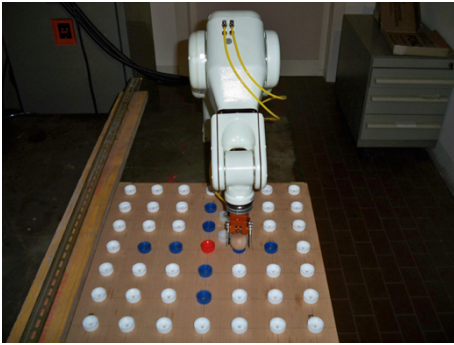
- risale:



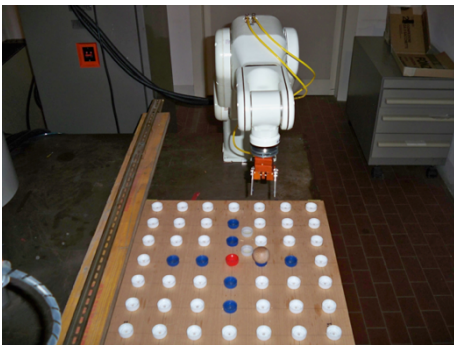
- si porta nella posizione finale:



- scende e deposita la pallina:



- risale:

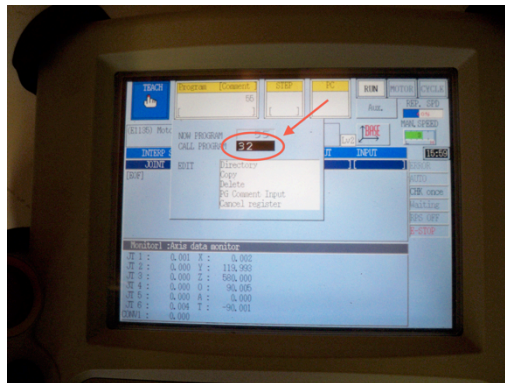


I punti da seguire per la realizzazione sono i seguenti:

1. Per creare un nuovo programma premere **A + PROGRAM**:



2. Inserire un valore tra **0** e **999** e premere **ENTER**¹:



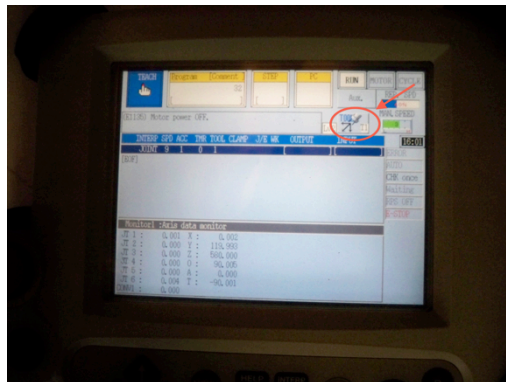
3. Portare il robot² nella posizione iniziale³, cioè sopra la pallina, con i comandi + e - , selezionando sul touchscreen uno dei sistemi di riferimento **BASE**, **JOINT**, **TOOL**⁴:

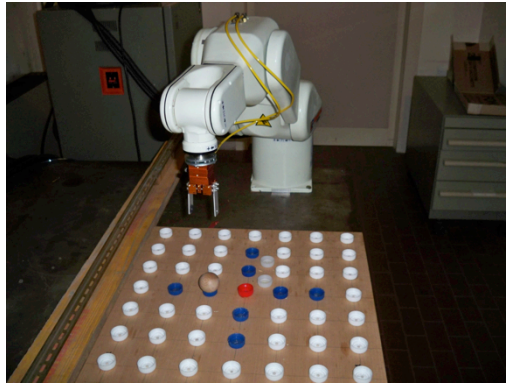
¹ Se in quella posizione della memoria è già salvato un programma, verrà caricato e mostrato sullo schermo. Salvare quindi il nuovo programma inserendo un numero diverso.

² Assicurarsi sempre che i motori siano accessi, è consigliabile muovere inizialmente il robot con il sistema di riferimento **JOINT** per evitare errori.

³ Se compare il segnale di errore (perché un giunto è a fine corsa) premere **Reset**.

⁴ Vedi capitolo **4. Approfondimenti**.





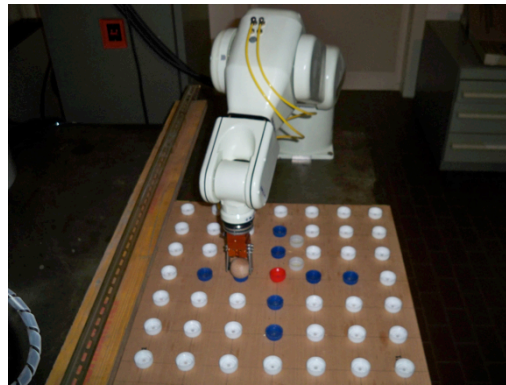
4. Salvare l'istruzione premendo il tasto **REC**⁵:



5. Abbassare il robot lungo l'asse **z** (selezionando come sistema di riferimento **BASE** e premendo **-**) in modo che le dita si trovino ai lati della pallina (assicurarsi prima che la pinza sia aperta premendo **A + CL1**):



⁵ In caso l'istruzione salvata sia sbagliata è possibile cancellarla anche successivamente, selezionandola e premendo **A + DEL**.



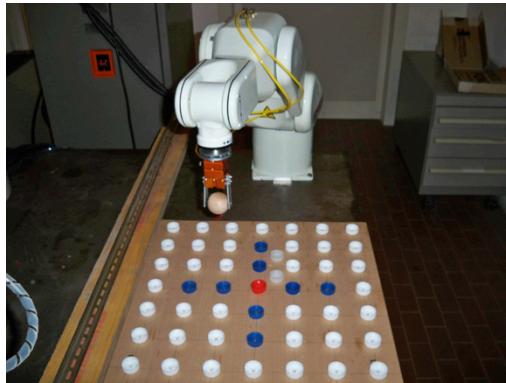
6. Chiudere la pinza e assicurarsi la corretta presa della pallina con **A + CL1**:



7. Salvare l'istruzione premendo il tasto **REC**:



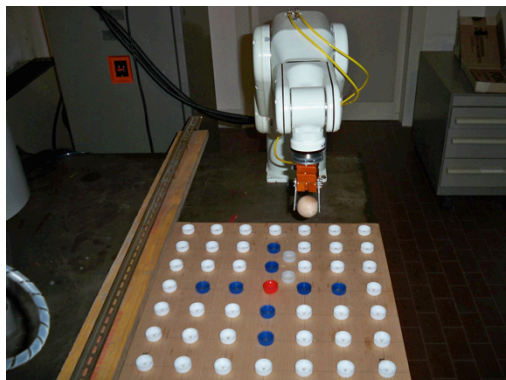
- Alzare il robot lungo l'asse **z** (selezionando come sistema di riferimento **BASE** e premendo +) di una certa quantità:



- Salvare l'istruzione premendo il tasto **REC**:



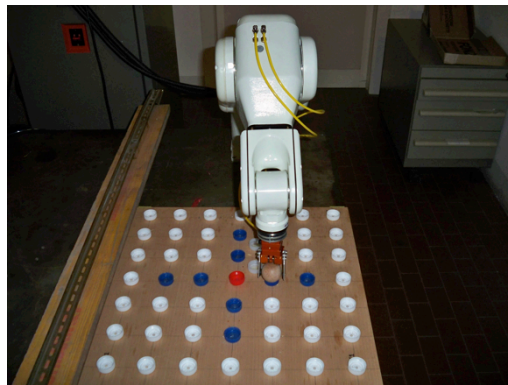
- Spostare il robot nella posizione finale muovendosi lungo l'asse **x** (selezionando come sistema di riferimento **BASE** e premendo -):



11. Salvare l'istruzione premendo il tasto **REC**:



12. Abbassare il robot lungo l'asse **z** (selezionando come sistema di riferimento **BASE** e premendo -) in modo che la pallina appoggi leggermente sul piano:



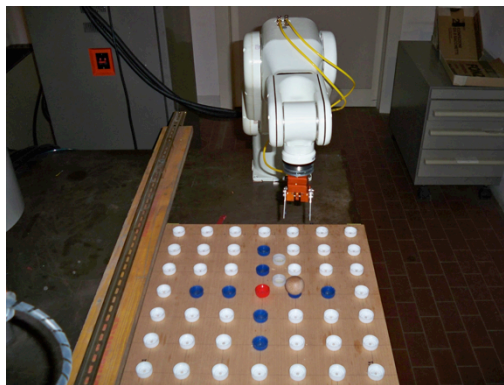
13. Verificare il corretto rilascio della pallina con **A + CL1**:



14. Salvare l'istruzione premendo il tasto **REC**:



15. Alzare il robot lungo l'asse z (selezionando come sistema di riferimento **BASE** e premendo +) di una certa quantità:



16. Salvare l'istruzione premendo il tasto **REC**:



17. A questo punto il programma è completato e tutte le istruzioni sono state salvate.

2.4. Esecuzione programma passo-passo

Per verificare che il programma realizzato è di corretta implementazione rispetto alle intenzioni originali è possibile procedere passo-passo (cioè eseguire un'istruzione alla volta), per evitare situazioni di rischio a persone o cose.

1. Selezionare (se non è già selezionata) la modalità **TEACH** sul pannello operativo del controller:



2. Spostare (se non è già spostato) l'interruttore **T. LOCK** su **ON**:



3. Selezionare il programma da eseguire con **A + PROGRAM**:



4. Selezionare **Directory** sul touchscreen e premere **ENTER**:



5. Selezionare il programma che si vuole eseguire dall'elenco con **↑** oppure **↓** e poi premere **ENTER**:



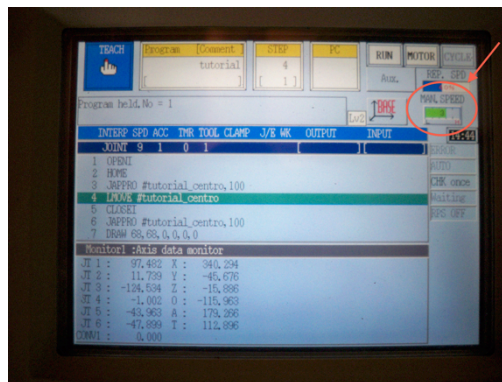
6. Automaticamente verrà selezionata la prima istruzione del programma:



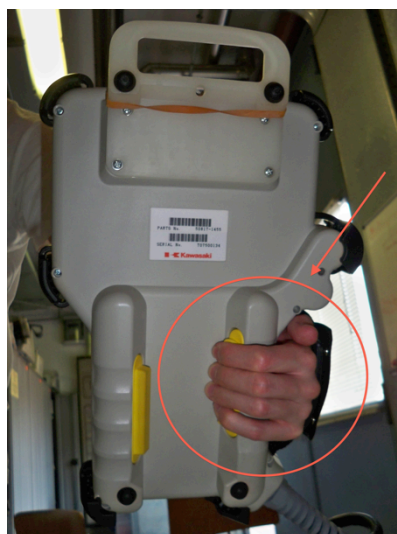
7. Se non si vuole partire dalla prima istruzione è possibile selezionare l'istruzione da cui si vuole partire per la verifica (evidenziata in verde) con A + \uparrow oppure A + \downarrow :



8. Controllare che la velocità impostata (**MAN. SPEED**) sia adeguatamente bassa (minore di 4):



9. Tenere premuto (ma non fino a fincorsa) uno dei due interruttori di sicurezza presenti sul retro del teach pendant per sbloccare i freni e procedere alla verifica dei passi del programma:



10. Tenere premuto **A + GO** per eseguire in tempo reale un'istruzione alla volta e tenerli premuti fino alla fine dell'istruzione, finito di eseguirla si evidenzierà automaticamente di verde l'istruzione successiva, lasciare quindi **A + GO** e poi ripremerli per eseguirla⁶:



2.5. Esecuzione programma completo

1. Selezionare la modalità **REPEAT** sul pannello operativo del controller:



2. Spostare l'interruttore **T. LOCK** su **OFF**:

⁶ È possibile rifare un'istruzione (cioè tornare all'indietro) premendo **A + BACK**.



3. Selezionare il programma da eseguire con **A + PROGRAM**:



4. Selezionare **Directory** sul touchscreen e premere **ENTER**:



5. Selezionare il programma che si vuole eseguire dall'elenco con \uparrow oppure \downarrow e poi premere **ENTER**:



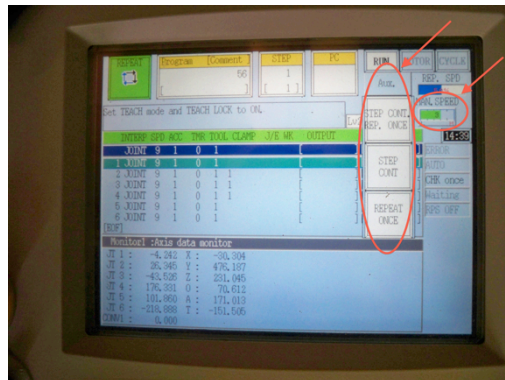
6. Automaticamente verrà selezionata la prima istruzione del programma:



7. Se non si vuole partire dalla prima istruzione è possibile selezionare l'istruzione da cui si vuole partire per la verifica (evidenziata di verde) con $A + \uparrow$ oppure $A + \downarrow$:



8. Impostare, in base alla necessità: velocità (**MAN. SPEED**), continuità degli step (**STEP**), continuità della ripetizione del programma (**REPEAT**)⁷:



9. Premere A + Cycle Start:



2.6. Spegnimento

1. Premere il pulsante rosso nel pannello a sinistra della postazione di lavoro per entrare nella modalità di emergenza del robot:



⁷ Vedi capitolo 4. Approfondimenti

2. Disattivare l'interruttore dell'alimentazione sul pannello operativo del controller:



3. Programmazione tramite console e linguaggio AS

3.1. Alimentazione

Fare riferimento al capitolo 2.1. Alimentazione.

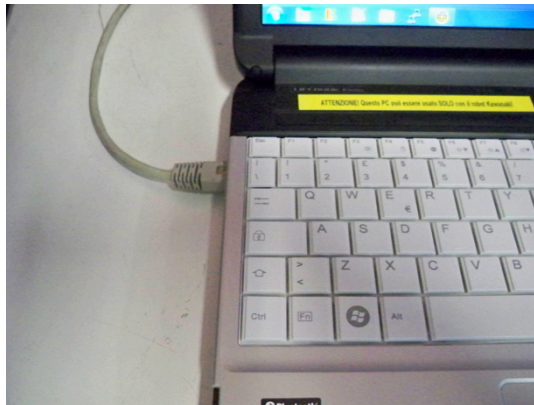
3.2. Accensione

Fare riferimento al capitolo 2.2. Accensione fino all'istruzione numero 5 e poi proseguire con le seguenti istruzioni:

6. Accendere il PC portatile presente in laboratorio predisposto per il robot⁸:



7. Collegare il cavo ethernet al PC portatile:



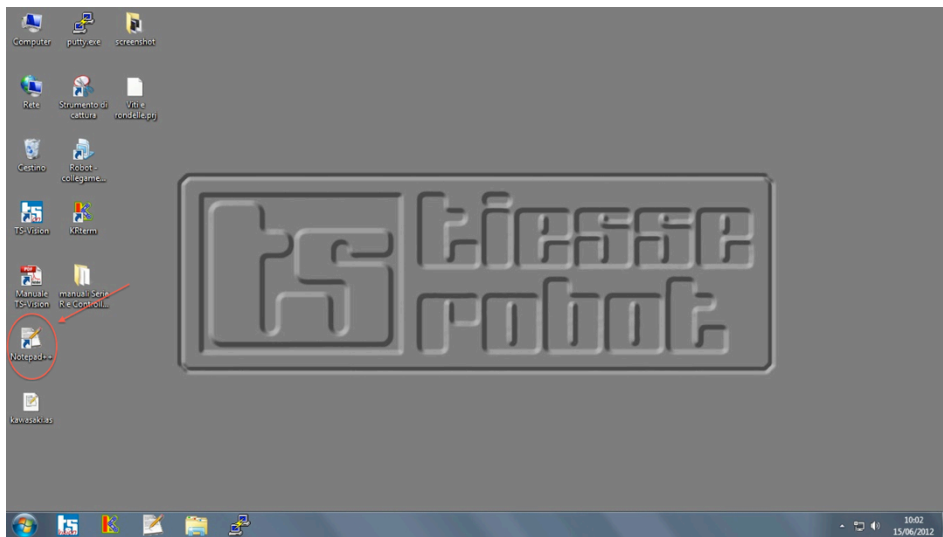
3.3. Programmazione

Viene ora descritta una procedura per la creazione di un semplice programma⁹, i punti da seguire per la realizzazione sono i seguenti:

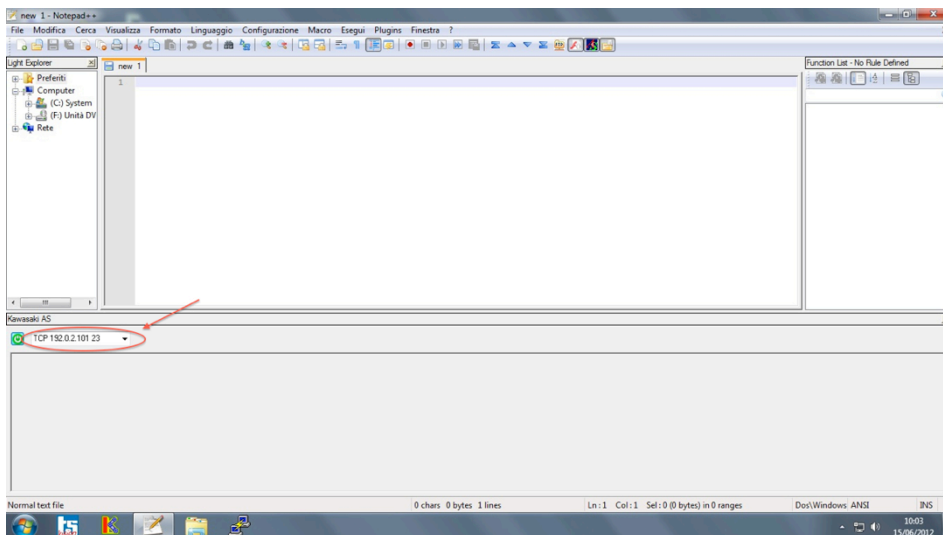
1. Aprire Notepad++:

⁸ Fujitsu LIFEBOOK A530.

⁹ Per facilitare la comprensione si è deciso di realizzare lo stesso programma proposto nella programmazione tramite teach pendant (vedi capitolo 2.3. Programmazione).

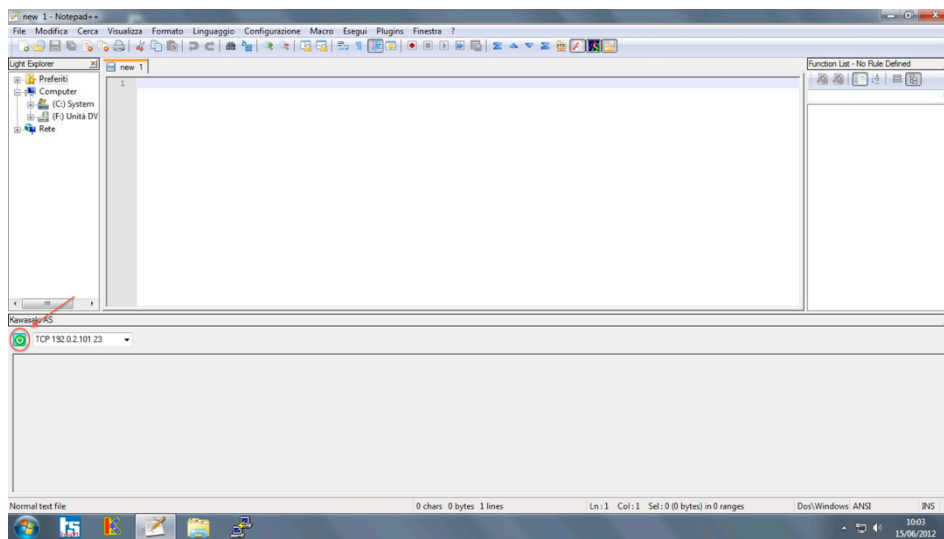


2. Controllare che l'indirizzo TCP sia quello del robot¹⁰.

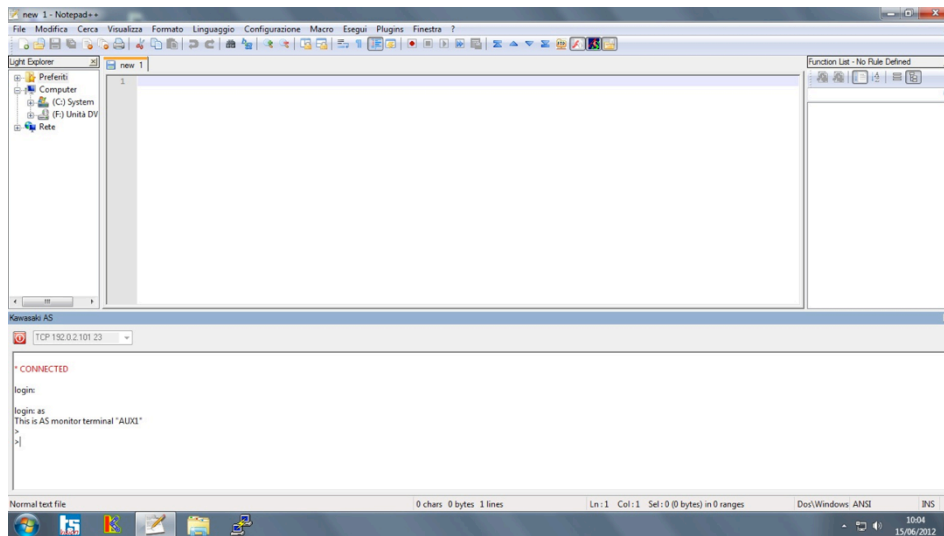


3. Cliccare sul pulsante verde per connettersi:

¹⁰ Alla stesura della seguente guida l'indirizzo TCP corretto è 192.0.2.101

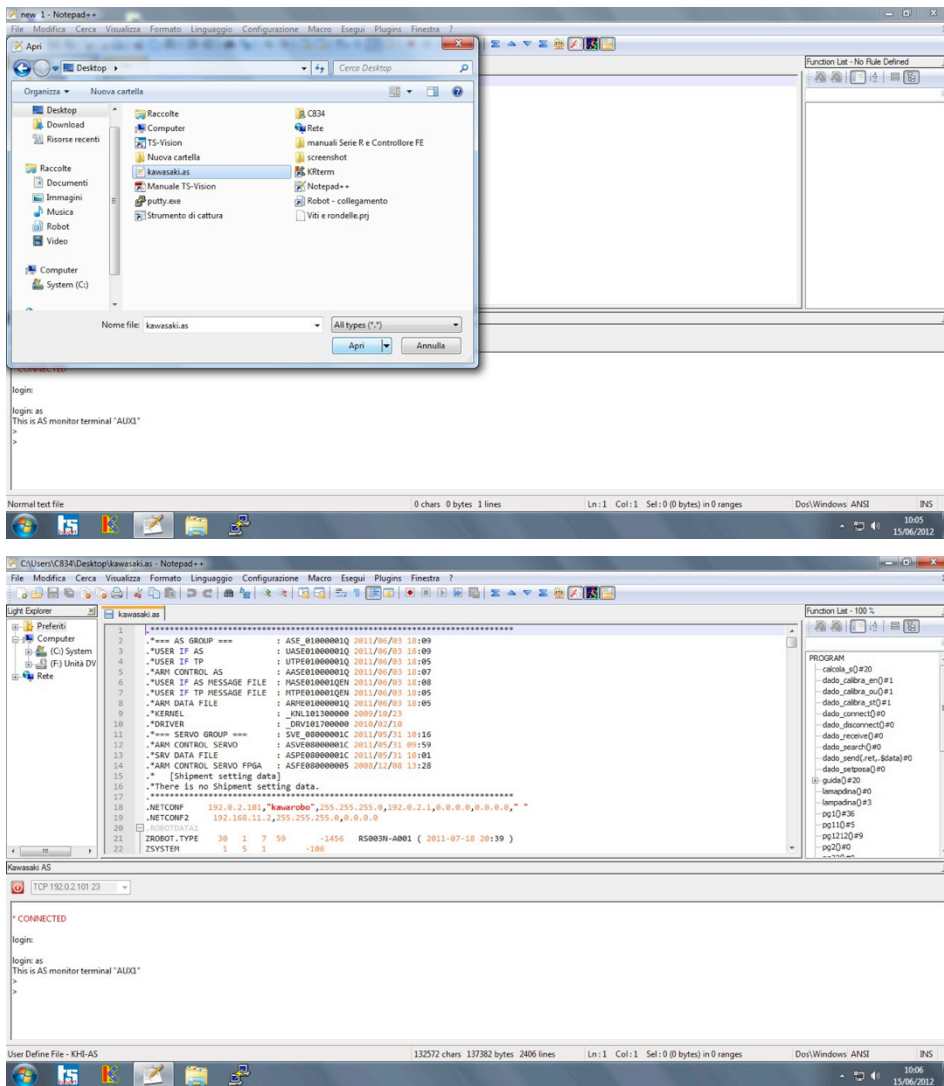


4. A questo punto il PC portatile è connesso al robot ed è possibile iniziare a lavorare:



5. Aprire il file *kawasaki.as*¹¹ che contiene l'ambiente di programmazione, con definizioni di variabili e altri programmi che erano presenti precedentemente nella memoria del controllore del robot:

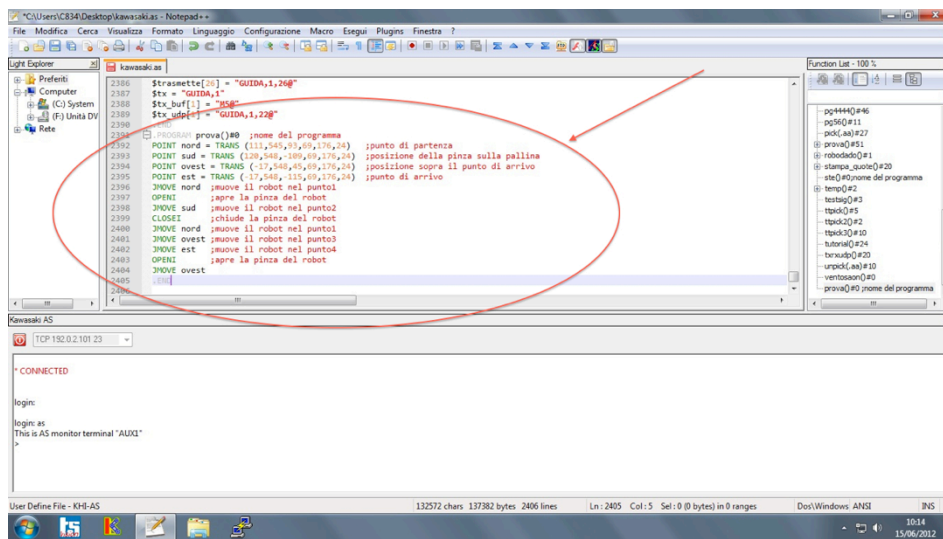
¹¹ Dovrebbe essere presente sul desktop, in caso contrario cercarlo in C:\.



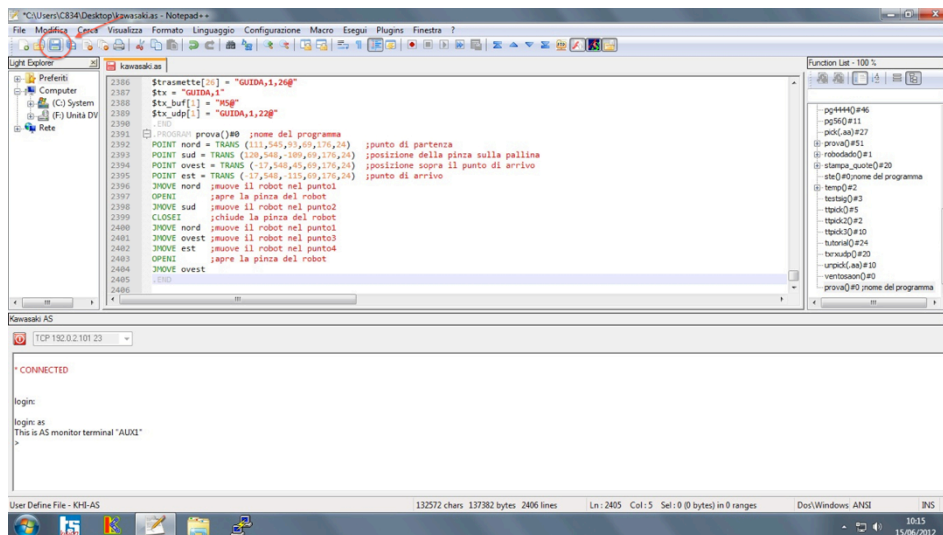
6. Scrivere nella parte superiore dell'editor di testo il programma¹²:

```
.PROGRAM prova()#0          ;nome del programma
POINT nord = TRANS (111,545,93,69,176,24) ;punto di partenza
POINT sud = TRANS (120,548,-109,69,176,24) ;posizione della pinza sulla pallina
POINT ovest = TRANS (-17,548,45,69,176,24) ;posizione sopra il punto di arrivo
POINT est = TRANS (-17,548,-115,69,176,24) ;punto di arrivo
JMOVE nord          ;muove il robot nel punto1
OPENI                ;apre la pinza del robot
JMOVE sud           ;muove il robot nel punto2
CLOSEI              ;chiude la pinza del robot
JMOVE nord          ;muove il robot nel punto1
JMOVE ovest         ;muove il robot nel punto3
JMOVE est           ;muove il robot nel punto4
OPENI                ;apre la pinza del robot
JMOVE ovest         ;muove il robot nel punto3
.END
```

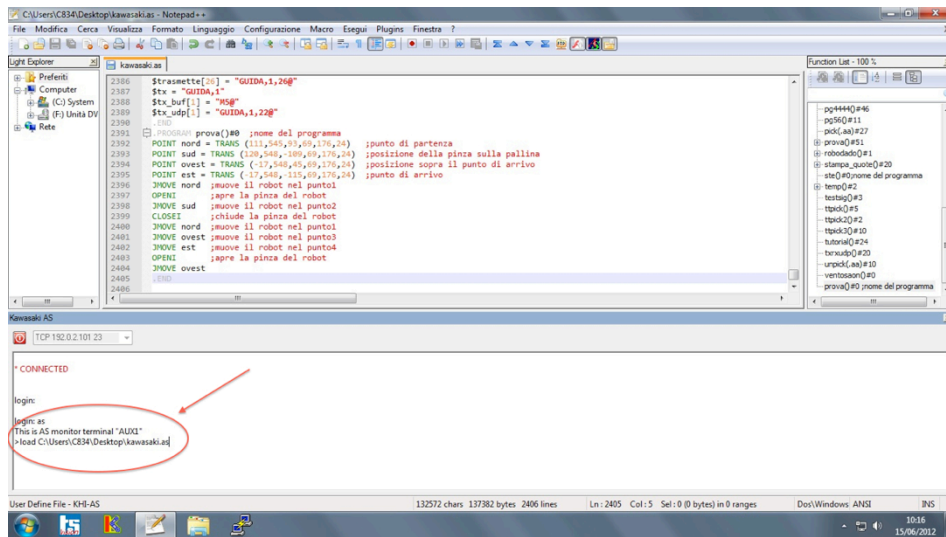
¹² Scriverlo in coda (dopo l'ultimo .END) oppure tra la fine di un qualsiasi programma (.END) e l'inizio del programma successivo (.PROGRAM <nome programma()#versione>).



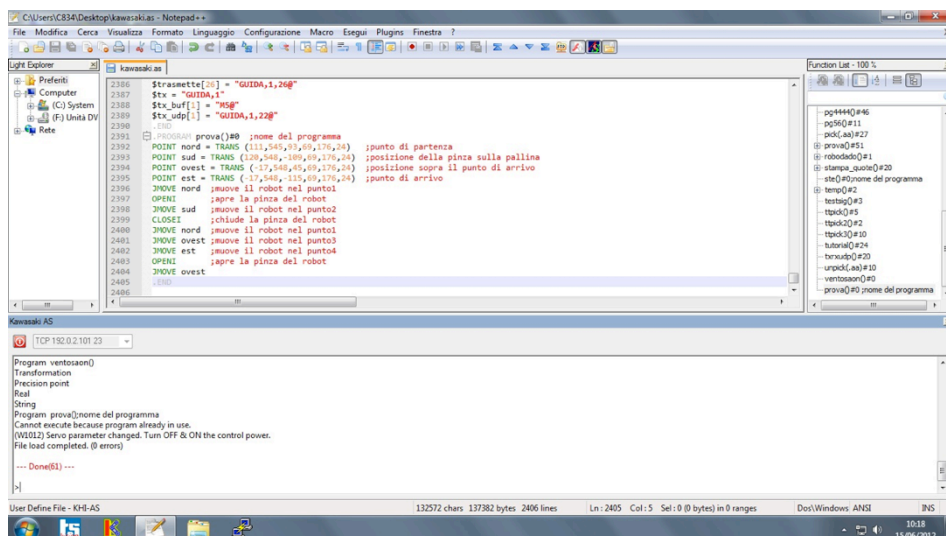
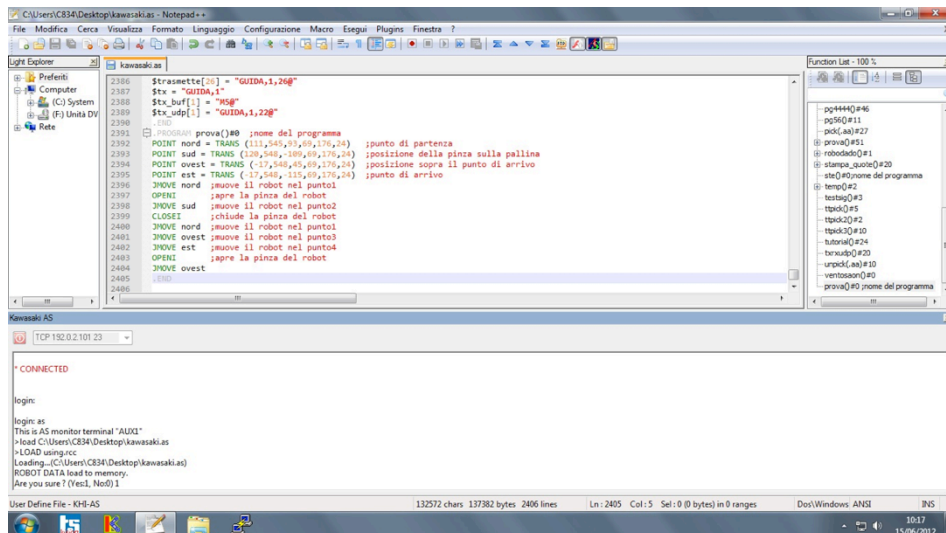
7. Salvare:



8. Scrivere nella parte inferiore dell'editor di testo **load C:\Users\C834\Desktop\kawasaki.as** e poi ENTER per caricare l'intero ambiente di programmazione presente sul PC portatile (con il nuovo programma appena scritto) nella memoria del controllore del robot:



9. Alla domanda **Are you sure (Yes:1,No:0)** scrivere **1** e poi ENTER:



3.4. Esecuzione programma passo-passo

1. Selezionare la modalità **REPEAT** sul pannello operativo del controller:



2. Spostare l'interruttore **T. LOCK** su **OFF**:



3. Accendere i motori premendo **A + Motor ON**:



4. Scrivere nella parte inferiore dell'editor di testo **step <nome programma>, <cicli eseguiti>, <numero passo>** per far eseguire un numero di cicli del programma e il numero di passo¹³ che si vuole, poi premere ENTER:

```

2386 $tstrasnetta[20] = "GUIDA,1,200"
2387 $t = "GUIDA,1"
2388 $t_x_buf[1] = "MS0"
2389 $t_x_udp[1] = "GUIDA,1,220"
2390
2391 ;PROGRAM prova()#0 ;nome del programma
2392 POINT nord = TRANS (111,545,91,69,170,24) ;punto di partenza
2393 POINT sud = TRANS (120,540,-100,69,170,24) ;posizione della pinza sulla pallina
2394 POINT ovest = TRANS (-17,540,40,69,170,24) ;posizione sopra il punto di arrivo
2395 POINT est = TRANS (17,540,115,69,170,24) ;punto di arrivo
2396 MOVE nord ;muove il robot nel punto1
2397 OPENI ;apre la pinza del robot
2398 MOVE sud ;muove il robot nel punto2
2399 CLOSEI ;chiude la pinza del robot
2400 MOVE nord ;muove il robot nel punto1
2401 MOVE ovest ;muove il robot nel punto3
2402 MOVE est ;muove il robot nel punto4
2403 OPENI ;apre la pinza del robot
2404
2405
2406
  
```

Kawasaki AS

TCP 192.0.2.101 23

Program ventosaon()

Transformation

Precision point

Real

String

Program prova();nome del programma

Cannot execute because program already in use.

(W012) Servo parameter changed. Turn OFF & ON the control power.

File load completed. (0 errors)

--- Done(S) ---

>step prova.1,5

User Define File - KH-AS 132572 chars 137382 bytes 2406 lines Ln: 2405 Col: 6 Sel: 0 (0 bytes) in 0 ranges Dos/Windows ANSI INS 10:26 15/06/2012

3.5. Esecuzione programma completo

1. Selezionare la modalità **REPEAT** sul pannello operativo del controller:



2. Spostare l'interruttore **T. LOCK** su **OFF**:

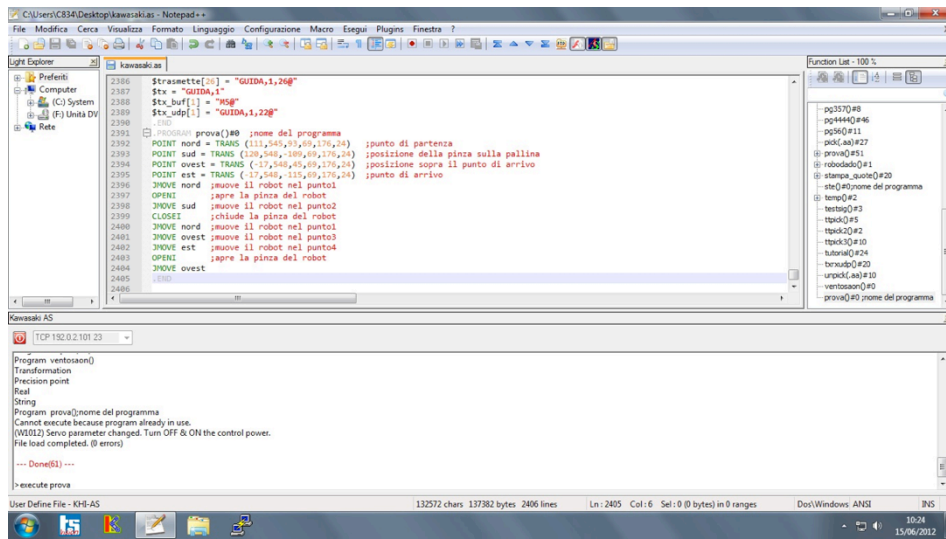
¹³ Ogni passo corrisponde ad una riga di codice, il passo numero 1 corrisponde alla riga di codice dopo **.PROGRAM <nome programma>(#versione)**.



3. Accendere i motori premendo **A + Motor ON**:



4. Scrivere nella parte inferiore dell'editor di testo **execute <nome programma>** e poi ENTER per far eseguire il programma completo:



3.6. Spegnimento

Fare riferimento al capitolo 2.6. Spegnimento e poi proseguire con le seguenti istruzioni:

3. Scollegare il cavo ethernet dal PC portatile:



4. Spegnere il PC portatile:



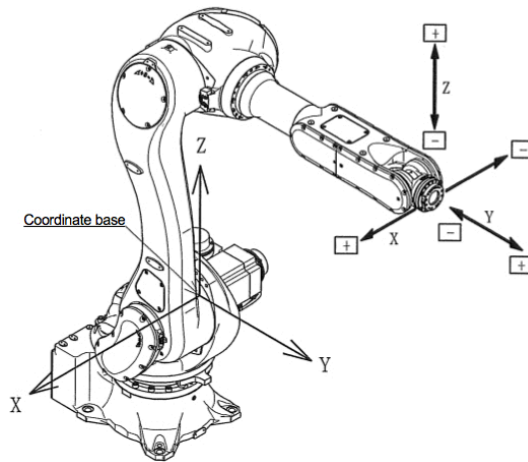
4. Approfondimenti

4.1. Sistemi di coordinate

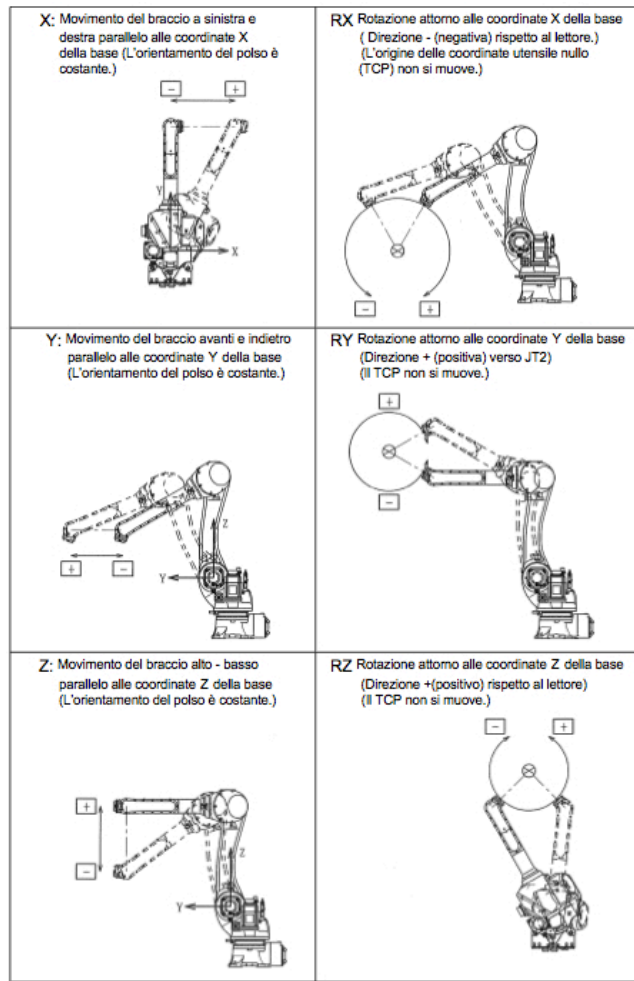
I sistemi di riferimento del robot sono tre: **BASE**, **JOINT**, **TOOL**.

4.1.1. BASE

Quando la modalità **BASE** è selezionata, gli assi del robot possono essere mossi manualmente in riferimento al sistema di coordinate base. Le operazioni saranno diverse in direzione di movimento secondo la trasformazione delle coordinate in riferimento a quella base nulla come indicato nella figura seguente:

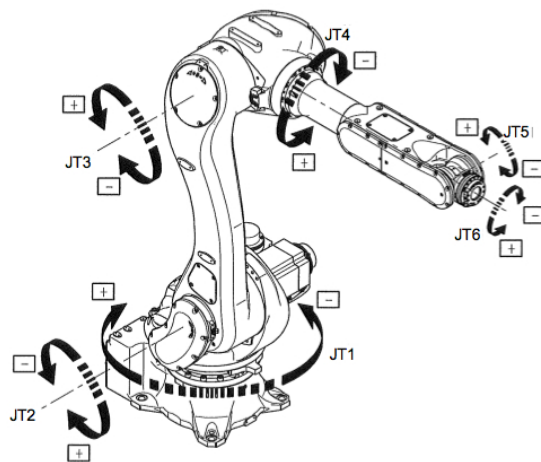


Movimento composto basato sulle coordinate base:

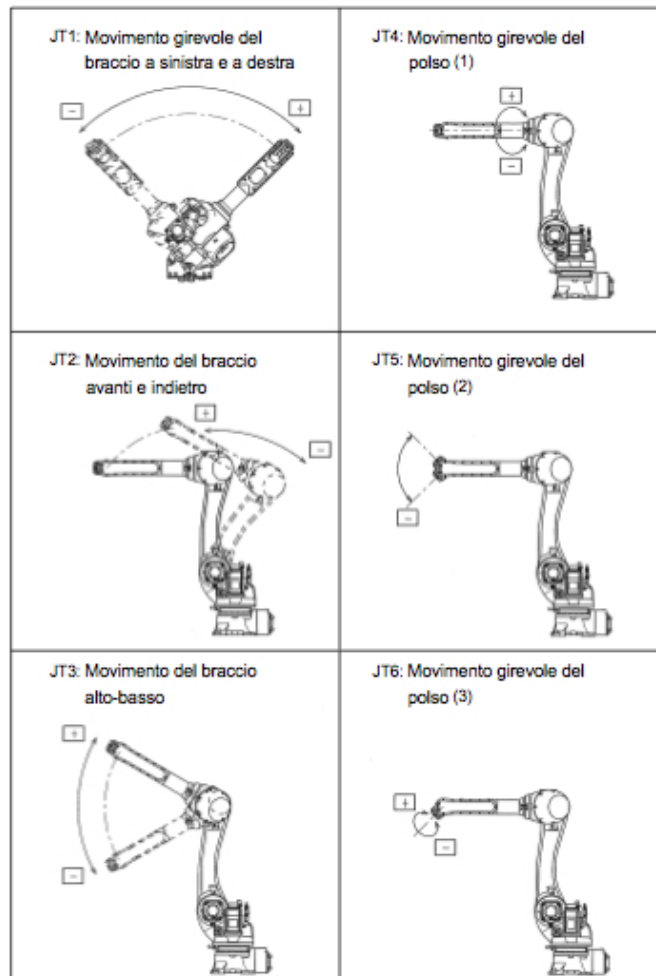


4.1.2. JOINT

Quando la modalità **JOINT** è selezionata, gli assi del robot possono essere mossi manualmente singolarmente come indicato nella figura seguente:



Movimento di ciascun asse basato sulle coordinate giunto:

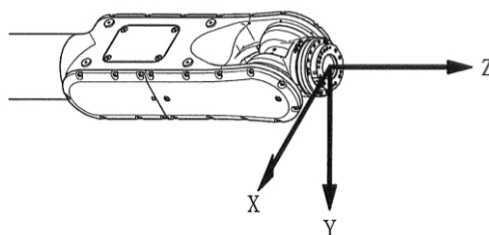


4.1.3. TOOL

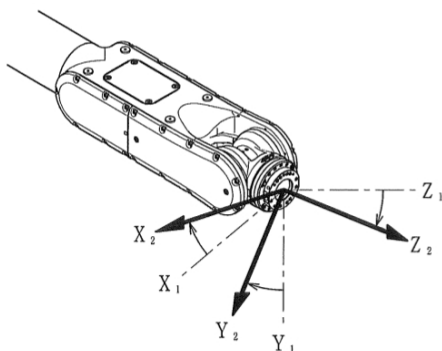
Quando la modalità **TOOL** è selezionata, gli assi del robot possono essere mossi manualmente in riferimento al sistema di coordinate utensile installato sul JT6. Le coordinate utensile cambiano ogni volta che varia la posa del robot, le operazioni basate su questo sistema saranno diverse in direzione di movimento secondo la trasformazione delle coordinate in riferimento a quelle utensile nulla.

Le coordinate utensile cambiano anche quando l'orientamento del polso cambia come indicato nelle figure sottostanti, sebbene si muova solo l'avambraccio senza movimento dell'asse del polso.

Quando l'avambraccio è orizzontale:



Quando l'avambraccio s'inclina all'ingiù:

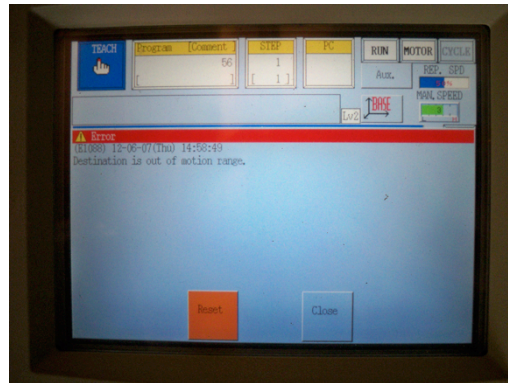


Movimento composto basato sulle coordinate utensile:

<p>x: Movimento del braccio parallelo alle coordinate X dell'utensile (L'orientamento del polso è costante.)</p>	<p>rx: Rotazione attorno alle coordinate X dell'utensile (Direzione - (negativa) rispetto al lettore) (Il TCP non si muove.)</p>
<p>y: Movimento del braccio parallelo alle coordinate Y dell'utensile (L'orientamento del polso è costante.)</p>	<p>ry: Rotazione attorno alle coordinate Y dell'utensile (Direzione - (negativa) rispetto al lettore) (Il TCP non si muove.)</p>
<p>z: Movimento del braccio parallelo alle coordinate Z dell'utensile (L'orientamento del polso è costante.)</p>	<p>rz: Rotazione attorno alle coordinate Z dell'utensile (Direzione + (positiva) verso JT2) (Il TCP non si muove.)</p>

4.2. Segnalazione di errore

L'errore più comune è quello di tentare di far muovere il robot al di fuori dell'area di lavoro, in casi del genere verrà visualizzato sullo schermo del teach pendant un messaggio d'errore con la seguente descrizione:



Per continuare a questo punto è obbligatorio premere sul touchscreen **Reset**, nel caso si preme **Close**, l'errore verrà messo da parte, ma sarà comunque necessario premere **Reset** per ricominciare a muovere il robot. La soluzione per non incorrere più nell'errore è di passare dal sistema di riferimento **BASE** a quello **JOINT** e muovere i giunti necessari a far tornare il robot nello spazio di lavoro.

4.3. Campi teach pendant

Di seguito verranno analizzati i campi di maggior interesse del teach pendant.

4.3.1. Interpolazione (INTERP)

Indica quale percorso il robot debba far seguire al polso muovendosi dalla posa di partenza a quella di arrivo. Le opzioni più utilizzate sono:

- **JOINT**, il robot si muove verso la destinazione nel modo in cui la differenza dei valori di ciascun asse fra due punti insegnati decresca nella stessa proporzione in tutti gli assi. Selezionare questa modalità quando si dà la priorità al tempo che ci vuole per muoversi fra due punti, piuttosto che il percorso che il robot segue;
- **LINEAR**, il movimento sarà una linea retta tra le due pose;
- **CIRCULAR**, specificando una terza posa si identifica una singola traiettoria circolare possibile che passa dalla posa iniziale e porta in quella finale.

4.3.2. Velocità (SPD)

Indica a quale velocità viene spostato il polso lungo il percorso scelto, con due possibili metriche:

- **Valore costanti**: da 0 a 9, le cui velocità effettive sono impostate nelle opzioni del robot¹⁴;
- **Valore diretto**: inserendo 10 viene successivamente chiesto il valore di velocità effettivamente desiderato. Questo può essere in unità di secondo¹⁵, in caso di interpolazione JOINT, oppure in mm/s, nel caso LINEAR.

4.3.3. Precisione (TOOL)

Indica qual è la tolleranza con cui il polso viene considerato nella posa insegnata per il passo corrente. Così come per la velocità viene utilizzato un valore fittizio da 0 a 4, il cui reale valore di precisione è impostato nelle opzioni. Salvo particolari necessità è generalmente consigliato il valore 0 di default.

¹⁴ Attenzione le velocità potrebbero non essere in ordine crescente.

¹⁵ Esempio: se si vuole una velocità di 9 mm/s, si scriverà come 9 secondi in caso di interpolazione JOINT.

4.3.4. Timer (TMR)

Indica qual è il tempo che deve passare successivamente al raggiungimento della posa per considerare questa corretta e proseguire quindi con l'istruzione successiva. Anche in questo caso il valore è fittizio, con impostazione nelle opzioni e può essere valorizzato da 0 a 9.

4.3.5. Serraggio (CLAMP)

Indica quale operazione di serraggio effettuare quando il robot si trova nella posa di arrivo. Il robot in laboratorio, al momento, è dotato di pinza a due dita, quindi l'unico serraggio possibile consiste nell'apertura e chiusura delle dita ed è impostato sul serraggio numero 1 (CL1). Il valore 2 sta per pinza aperta, mentre il valore 12 sta per pinza chiusa.

Bibliografia

- [1] Kawasaki Heavy Industries, Ltd.: *90203-1104DIA Manuale operativo*.
- [2] Kawasaki Heavy Industries, Ltd.: *90201-1163DIB Manuale di istruzioni*.
- [3] Kawasaki Heavy Industries, Ltd.: *90209-1022DIA Manuale di riferimento del linguaggio AS*.

Sitografia

- [1] http://www.ing.unibs.it/~arl/docs/documentation/Kawasaki_folder/Controllori/E%20controller/Italiano/90203-1104DIA%20Manuale%20operativo.pdf
- [2] [http://www.ing.unibs.it/~arl/docs/documentation/Kawasaki_folder/Controllori/E%20controller/Italiano/90201-1163DIB%20Instruction%20Manual%20\(E%20series\)_Italian.pdf](http://www.ing.unibs.it/~arl/docs/documentation/Kawasaki_folder/Controllori/E%20controller/Italiano/90201-1163DIB%20Instruction%20Manual%20(E%20series)_Italian.pdf)
- [3] http://www.ing.unibs.it/~arl/docs/documentation/Kawasaki_folder/Controllori/E%20controller/Italiano/90209-1022DIA%20Linguaggio%20AS.pdf

Indice

SOMMARIO	1
1. INTRODUZIONE.....	1
1.1. Braccio	1
1.2. Controller	2
1.3. Teach pendant	2
2. PROGRAMMAZIONE TRAMITE TEACH PENDANT	4
2.1. Alimentazione	4
2.2. Accensione	6
2.3. Programmazione	9
2.4. Esecuzione programma passo-passo	18
2.5. Esecuzione programma completo	21
2.6. Spegnimento	24
3. PROGRAMMAZIONE TRAMITE CONSOLE E LINGUAGGIO AS	26
3.1. Alimentazione	26
3.2. Accensione	26
3.3. Programmazione	26
3.4. Esecuzione programma passo-passo	32
3.5. Esecuzione programma completo	33
3.6. Spegnimento	35
4. APPROFONDIMENTI.....	36
4.1. Sistemi di coordinate	36
4.1.1. BASE	36
4.1.2. JOINT	37
4.1.3. TOOL	38
4.2. Segnalazione di errore	40
4.3. Campi teach pendant	40
4.3.1. Interpolazione (INTERP)	40
4.3.2. Velocità (SPD)	40
4.3.3. Precisione (TOOL)	40
4.3.4. Timer (TMR)	41
4.3.5. Serraggio (CLAMP)	41
BIBLIOGRAFIA	42
SITOGRAFIA	42
INDICE	43