



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο  
Σχολή Ηλεκτρ. Μηχ/κών και Μηχ/κών Υπολογιστών  
Τομέας Σημάτων, Ελέγχου και Ρομποτικής

---

**« ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ »**  
**Άσκηση 3. Προγραμματισμός**  
**Ρομπότ Adept**

---

Υπεύθυνος Εργαστηρίου: Κ. Τζαφέστας  
Email: [ktzaf@cs.ntua.gr](mailto:ktzaf@cs.ntua.gr)  
Web: [robotics.ntua.gr/members/ktzaf/](http://robotics.ntua.gr/members/ktzaf/)

Μεταπτυχιακοί Συνεργάτες::

Δρ. Αθανάσιος Δομέτιος, Email: [athdom@mail.ntua.gr](mailto:athdom@mail.ntua.gr)

Παρατήρηση:

Η Άσκηση θα διεξαχθεί στο χώρο του Εργαστηρίου Ρομποτικής και Αυτοματισμού στο Κτήριο Β (Γενικές Έδρες), 2<sup>ος</sup> Όροφος, τηλ. 210-7721546.



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

**ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧ/ΚΩΝ & ΜΗΧ/ΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ, ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ**

**«Εργαστήριο Ρομποτικής»**

# **Άσκηση 3**

## **Προγραμματισμός Adept Robot**

## **ΜΕΡΟΣ Ι:**

### **Προγραμματισμός Ρομπότ Adept με χρήση Χειριστηρίου Manual Control Pendant (MCP)**

#### **Εισαγωγή**

Σκοπός της εργαστηριακής αυτής άσκησης είναι η εξοικείωση των φοιτητών με τη βασική μέθοδο "en λειτουργίας" (on-line) προγραμματισμού (ή αλλιώς "διδασκαλίας") του ρομπότ με χρήση χειριστηρίου τύπου "Teach Pendant" (Manual Control Pendant – MCP). Για το σκοπό της εργαστηριακής αυτής άσκησης θα χρησιμοποιηθεί ένα ρομπότ τύπου Adept (AdeptOne). Η κινηματική δομή του ρομπότ αυτού είναι επίπεδη (τύπου Scara), και είναι κατάλληλη για εργασίες τύπου "λήψη-και-εναπόθεση" (pick-and-place).

Οι φοιτητές θα εξοικειωθούν αρχικά με τις βασικές λειτουργίες του χειριστηρίου διδασκαλίας MCP. En συνέχεια θα εκτελέσουν τον προγραμματισμό μιας εργασίας τύπου pick-and-place. Για την τελική επιτυχή εκτέλεση της άσκησης, θα απαιτηθεί η σύνθεση όλων των βασικών λειτουργιών του χειριστηρίου, με τελικό σκοπό τη δημιουργία ενός ολοκληρωμένου προγράμματος ρομποτικής εργασίας χειρισμού.

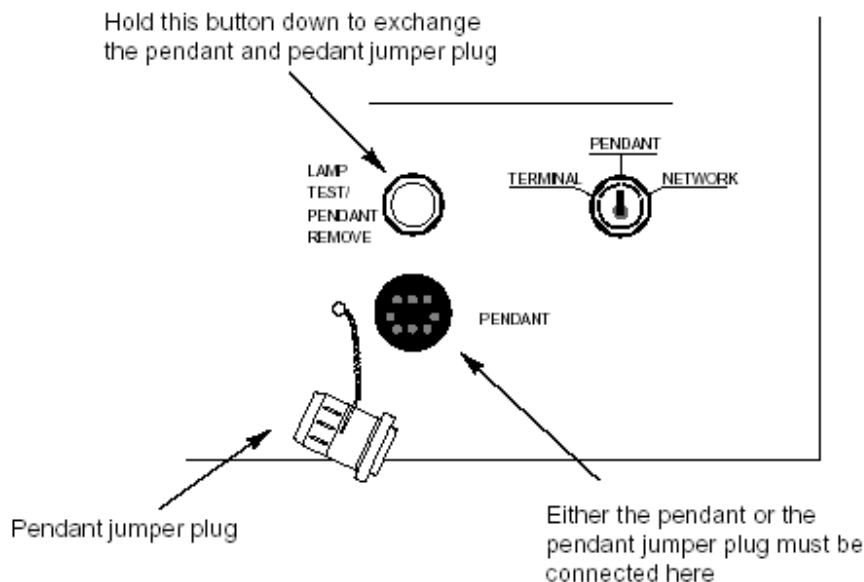
## Κεφάλαιο 1

### Χειριστήριο Ελέγχου του Ρομπότ Adept (Manual Control Pendant –MCP): Βασικές Λειτουργίες

---

#### 1.1. Συνδέοντας το MCP

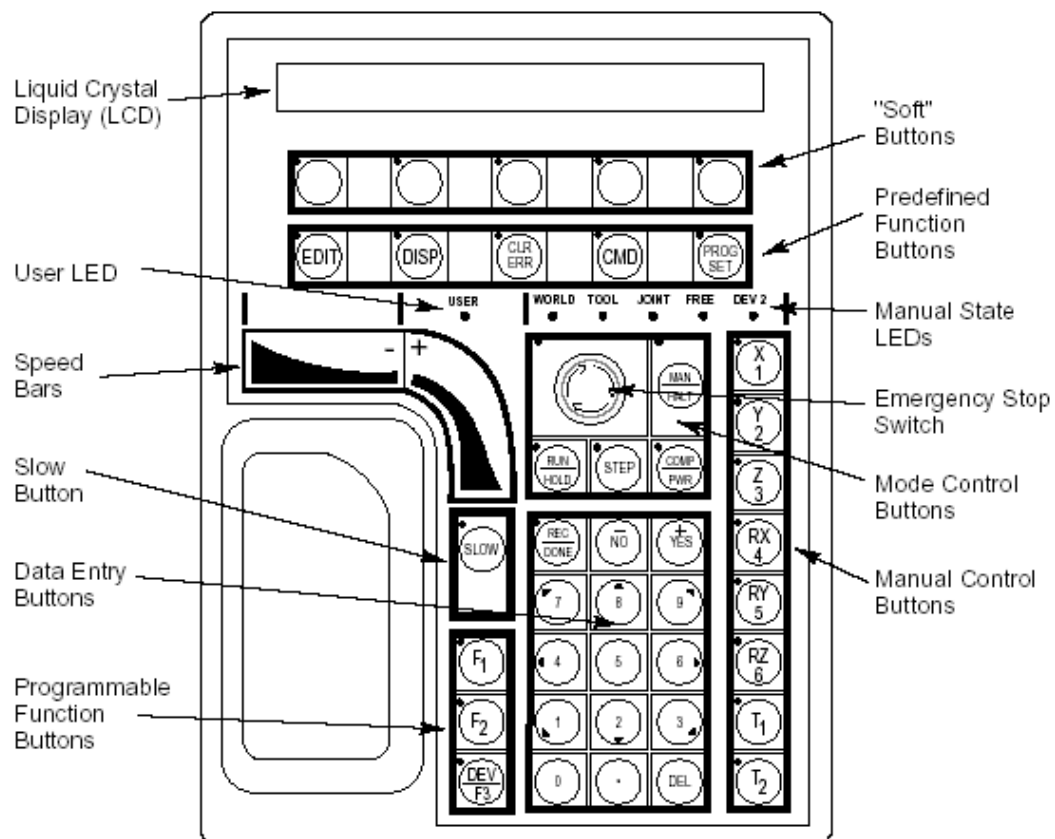
Το MCP συνδέεται σε υποδοχέα (connector) 14 pin , στον οποίο αναγράφεται η λέξη “PENDANT”. Το κουμπί ασφαλείας για αυτόματη απενεργοποίηση του βραχίονα καθώς και το κλείδωμα μέσω της παλάμης του βραχίονα είναι συνδεδεμένα στο κύκλωμα αυτόματου απενεργοποίησης του βραχίονα για λόγους ασφάλειας.Επομένως , είτε το ίδιο το pendant , είτε το pendant jumper plug πρέπει να είναι συνδεδεμένα στον υποδοχέα για να υπάρχει η δυνατότητα ενεργοποίησης του ρομπωτικού βραχίονα (“enable ARM POWER”).(βλ. Σχ.1.2).



**Σχήμα 1.2. Σύνδεση του MCP**

#### 1.2. MCP Layout

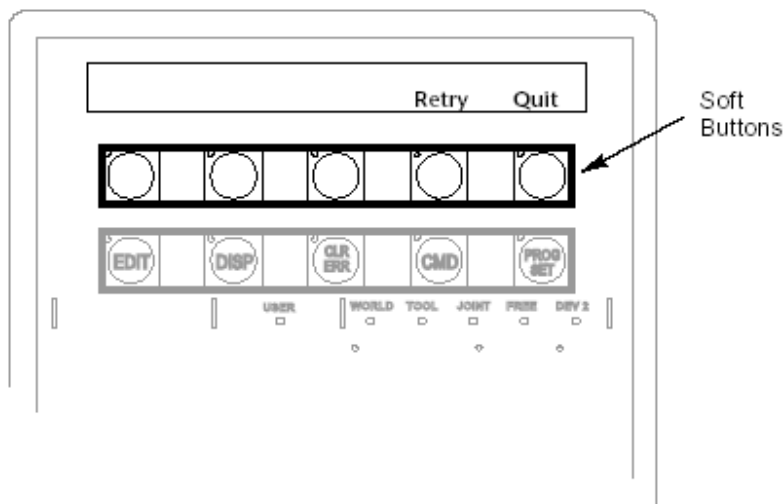
Οι βασικές περιοχές του MCP φαίνονται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 1.3. MCP Layout

## Soft Buttons

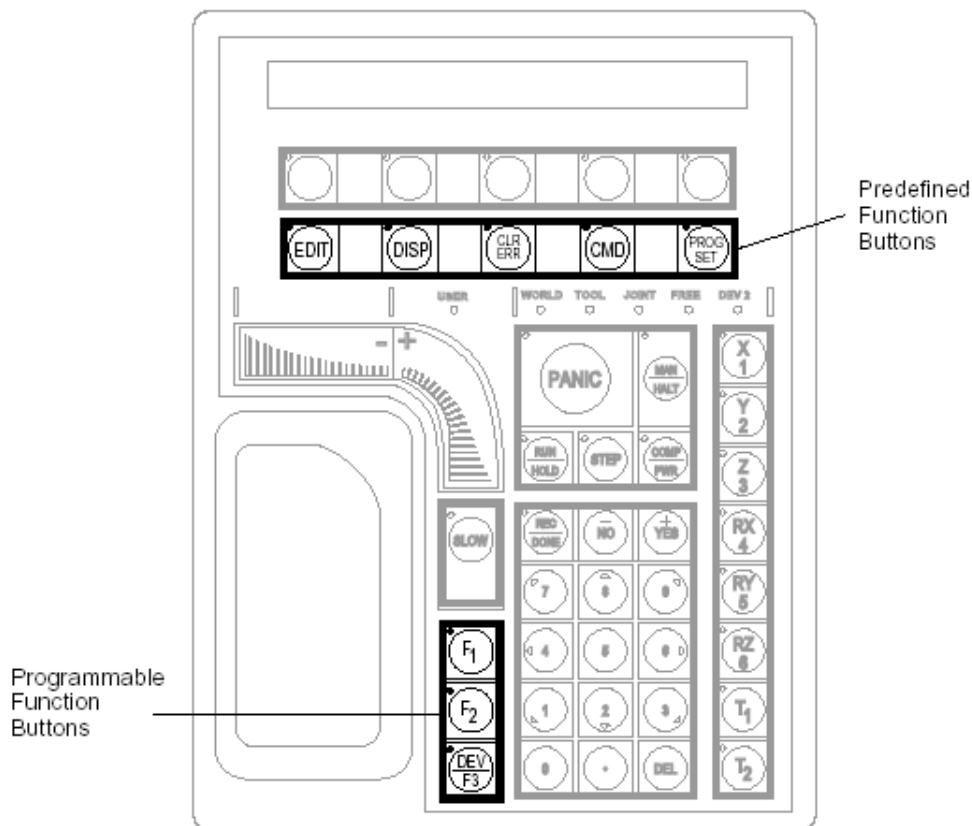
Τα “soft buttons” έχουν διαφορετικές λειτουργίες ανάλογα με το πρόγραμμα εφαρμογής που εκτελείται τη δεδομένη στιγμή ή από τη συγκεκριμένη επιλογή προκαθορισμένου προγράμματος από τα κουμπιά προκαθορισμένων λειτουργιών. Οποτεδήποτε ένα “soft button” ενεργοποιηθεί, η ονομασία της λειτουργίας του θα φαίνεται στη κάτω γραμμή την οθόνης του pendant. Στο σχήμα 1.4 τα δύο τελευταία “soft buttons” εκτελούν τις λειτουργίες “Retry” και “Quit”.



Σχήμα 1.4. Soft Buttons

## Function Buttons

Τα κουμπιά προκαθορισμένων λειτουργιών εκτελούν συγκεκριμένα προγράμματα εφαρμογών του συστήματος. Τα προγραμματίσιμα κουμπιά λειτουργιών χρησιμοποιούνται για την εκτέλεση προσωπικών προγραμμάτων εφαρμογής και η λειτουργικότητά τους εξαρτάται από το συγκεκριμένο πρόγραμμα που εκτελούν.



Σχήμα 1.5. MCP Function Buttons

## Data Entry Buttons

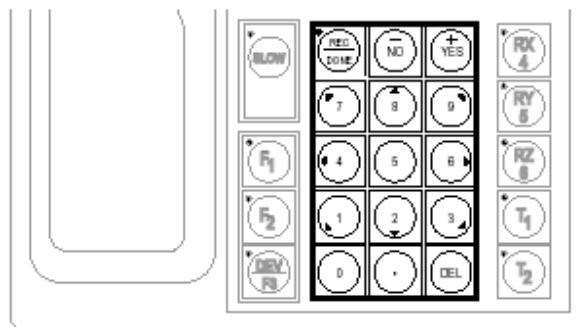
Τα κουμπιά εισαγωγής δεδομένων “data entry buttons” χρησιμοποιούνται για την εισαγωγή δεδομένων μετά από εμφάνιση κατάλληλου μηνύματος στην οθόνη του pendant. Τα κουμπιά εισαγωγής δεδομένων “data entry buttons” περιλαμβάνουν: +/YES , -/NO , DEL , τα αριθμητικά κουμπιά (0-9) , την υποδιαστολή του δεκαδικού συστήματος και το κουμπί REC / DONE.

### Το κουμπί REC/DONE

Το κουμπί REC/DONE συμπεριφέρεται όπως το Return ή το Enter Key στα συνηθισμένα πληκτρολόγια. Όταν ολοκληρωθεί η εισαγωγή δεδομένων το πάτημα του κουμπιού REC / DONE στέλνει την εισαγωγή στον ελεγκτή. Σε πολλές περιπτώσεις τα προγράμματα εφαρμογών προτρέπουν το χρήστη να πατήσουν το REC / DONE προκειμένου να στήλουν σήμα στον ελεγκτή ότι ολοκλήρωσαν μία συγκεκριμένη εργασία.

### Το κουμπί DEL

Το κουμπί DEL συμπεριφέρεται όπως το κουμπί backspace σε ένα συνηθισμένο πληκτρολόγιο. Όταν εισαχθούν δεδομένα μέσω του πληκτρολογίου αυτά φαίνονται στην οθόνη του pendant. Το DEL σβήνει τους χαρακτήρες από την οθόνη αν πρώτα δεν έχει πατηθεί το REC / DONE.



Σχήμα 1.5. Data Entry Keys

### 1.3. Απενεργοποίηση ασφάλειας από το MCP(Emergency Stop)

Προκειμένου να απενεργοποιήσουμε άμεσα την εκτέλεση κάποιου προγράμματος και του βραχίονα πατάμε το emergency stop στο MCP ή στο πάνελ ελέγχου του ελεγκτή. Αν κρατάμε το pendant μπορούμε απλά να αφήσουμε το πλαινό διακόπτη ασφάλειας.

Προκειμένου να ενεργοποιήσουμε ξανά το ARM POWER του ρομπότ πιέζουμε το πλαινό διακόπτη ασφάλειας του pendant και πατάμε “COMP / PWR”.



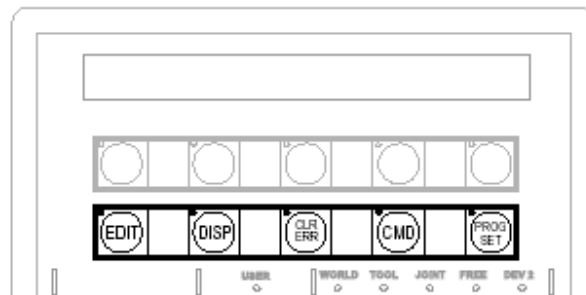
## Κεφάλαιο 2

### Οι προκαθορισμένες λειτουργίες του PENDANT

---

#### 2.1. Κουμπια Προκαθορισμένων Λειτουργιών

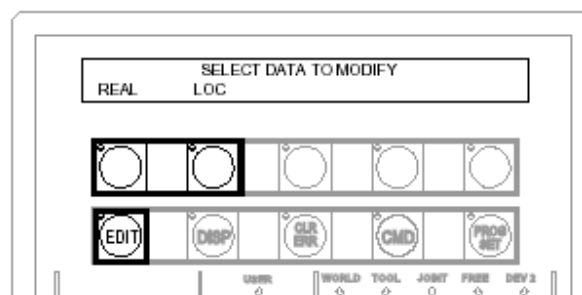
Το MCP διαθέτει 5 προκαθορισμένες λειτουργίες οι οποίες θα αναλυθούν παρακάτω.



Σχήμα 2.1. Προκαθορισμένες λειτουργίες του pendant.

#### Λειτουργία “EDIT”

Η λειτουργία “EDIT” επιτρέπει την επεξεργασία των μεταβλητών θέσης του ρομπότ και των πραγματικών μεταβλητών που υπάρχουν στα V ή V+ προγράμματα.



Σχήμα 2.2. Κουμπί Λειτουργίας “EDIT”

#### Real

Αν πατηθεί το soft button “real” στην οθόνη του pendant θα εμφανιστεί:

```
SELECT REAL VARIABLE TO EDIT  
var1   var2   var3   var4   <MORE>
```

“var1”, “var2”, κλπ, είναι global μεταβλητές. Κατόπιν μπορεί να πατηθεί το soft button κάτω από το όνομα της μεταβλητής που θέλουμε να επεξεργαστούμε. Η ένδειξη “<MORE>” εμφανίζεται μόνο στη περίπτωση υπάρχουν παραπάνω από πέντε μεταβλητές στη μνήμη του συστήματος. Όταν επιλεγθεί μία συγκεκριμένη μεταβλητή στην οθόνη του pendant φαίνεται:

```
var.name = xxx
CHANGE   TRUE   FALSE
```

Αν πατηθεί το soft button “TRUE” η αντίστοιχη Boolean μεταβλητή θα πάρει την τιμή true(-1). Αντίστοιχα αν πατηθεί το FALSE (0). Αν πατηθεί το soft button “CHANGE” στην οθόνη του pendant θα εμφανιστεί:

```
var.name = _
CHANGE   TRUE   FALSE
```

Ο cursor έχει αντικαταστήσει την αναγραφόμενη τιμή της μεταβλητής. Αν κατόπιν χρησιμοποιηθούν τα κουμπιά εισαγωγής δεδομένων και τέλος το “REC / DONE” αποθηκεύεται η νέα τιμή στη μνήμη του συστήματος.

## Loc

Αν πατηθεί το soft button “LOC” στην οθόνη του pendant θα εμφανιστεί:

```
SELECT LOCATION VARIABLE TO EDIT
loc1   loc2   loc3   loc4   <MORE>
```

Το soft button με την ένδειξη “<MORE>” θα εμφανιστεί μόνο στην περίπτωση που στη μνήμη του συστήματος είναι αποθηκευμένες παραπάνω από πέντε μεταβλητές. Αν πατηθεί το soft button κάτω από την αντίστοιχη μεταβλητή που θέλουμε να επεξεργαστούμε στην οθόνη του pendant θα εμφανιστεί:

```
loc.name: X = 500
CHANGE   NEXT   HERE
```

Αν η μεταβλητή ανήκει στο χώρο των αρθρώσεων (precision point) τότε στην οθόνη θα εμφανιστεί:

```
#loc.name: Jt1 = -210
CHANGE   NEXT   HERE
```

Αν πατηθεί το soft button “CHANGE”, η τιμή της μεταβλητής αντικαθίσταται με τον cursor εγγραφής. Χρησιμοποιώντας κατόπιν τα “data entry keys” εισάγεται μία

νέα τιμή στη μεταβλητή η οποία αποθηκεύεται αν χρησιμοποιηθεί το κουμπί “REC / DONE”.

Αν πατηθεί το soft button “NEXT” στη οθόνη του pendant θα εμφανιστεί το επόμενο στοιχείο της μεταβλητής θέσης. Οι καρτεσιανές μεταβλητές θέσης του στοιχείου δράσης X,Y,Z είναι σε millimeters ενώ οι μεταβλητές προσανατολισμού του στοιχείου δράσης γ,ρ,τ είναι σε μοίρες. Οι μεταβλητές θέσης των αρθρώσεων είναι σε μοίρες.

Αν πατηθεί το soft button “HERE” αποθηκεύεται η δεδομένη θέση του ρομπότ στη μεταβλητή που είναι υπό επεξεργασία.

### The Edit Function

The Edit function button allows editing of location variables and real variables that are used by V or V+ programs.

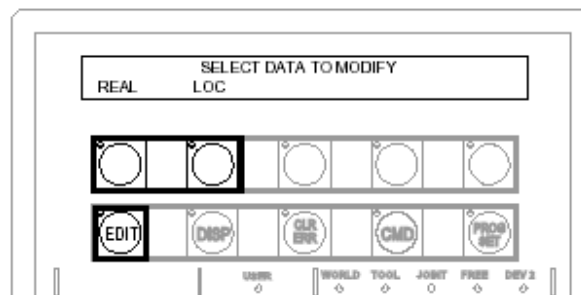


Figure 3-2. EDIT Function Button

### Real

Press the “real” soft button and the LCD will display:

```
SELECT REAL VARIABLE TO EDIT
var1   var2   var3   var4   <MORE>
```

“var1”, “var2”, etc., are global variable names. Press the soft button under the variable name to edit that variable. The “<MORE>” soft button is shown only when there are more than five global real variables in system memory. When a variable has been selected, the LCD will show:<sup>1</sup>

```
var.name = xxx
CHANGE    TRUE    FALSE
```

Press the “TRUE” soft button to set the variable to the boolean value of true (-1). Press “FALSE” to set the variable to false (0). To change the value of the variable press the “CHANGE” soft button. The LCD will display:

```
var.name = _
CHANGE    TRUE    FALSE
```

The typing cursor has replaced the variable value. Use the data entry buttons to input a new value, and complete the entry by pressing “REC/DONE”.

## ΜΕΡΟΣ II:

### Γλώσσα Προγραμματισμού V+ Ρομπότ Adept

---

#### Οδηγός γρήγορης ερμηνείας εντολών V+ (Λειτουργικού Συστήματος Ρομπότ Adept)

##### HERE

###### Σύνταξη

```
here #location_var
```

###### Λειτουργία

Θέτει την τιμή μιας μεταβλητής (π.χ. location\_var) ακριβού σημείου (#) ίση με την θέση του ρομποτικού βραχίονα την χρονική στιγμή της εκτέλεσης της.

##### HAND

###### Σύνταξη

```
hand
```

###### Λειτουργία

Επιστρέφει την τιμή 0 εάν η αρπάγη είναι κλειστή και 1 εάν είναι ανοιχτή.

##### DECOMPOSE

###### Σύνταξη

```
DECOMPOSE array_name[index] = location
```

###### Λειτουργία

Εξάγει τις (πραγματικές) τιμές των επί μέρους συνιστωσών μιας μεταβλητής θέσης του ρομποτικού βραχίονα.

###### Παράμετροι:

**array\_name** Το όνομα του πίνακα που περιέχει τις (πραγματικές) τιμές.

**Location** Η τιμή της θέσης, η οποία αποσυντίθεται στις επιμέρους συνιστώσες της.

### Παράδειγμα

```
here #loc  
decompose th[] = #loc
```

### **#PPOINT precision-point function**

#### *Σύνταξη*

```
#PPOINT (j1_value, j2_value, j3_value, j4_value, j5_value, j6_value,  
j7_value, j8_value, j9_value, j10_value, j11_value, j12_value)
```

#### *Λειτουργία*

Επιστρέφει με ακρίβεια την τιμή ενός σημείου, η οποία είναι η σύνθεση των επιμέρους δοσμένων τιμών. Οι δε τιμές αυτών είναι οι θέσεις των αρθρώσεων του ρομποτικού βραχίονα από την βάση του, έως το Τ.Σ.Δ.

### Παράδειγμα

Ας υποθέσουμε ότι θέλουμε να κινήσουμε συντονισμένα την δεύτερη και τρίτη άρθρωση ενός ρομποτικού βραχίονα 4 βαθμών ελευθερίας, ξεκινώντας από την τρέχουσα θέση του.

```
HERE #ref , Προσδιόρισε την τρέχουσα θέση.  
DECOMPOSE x[] = #ref  
//Γέμισε τον πίνακα με τις επιμέρους θέσεις  
//Μετακινείσου στο καινούργιο ακριβές σημείο προσδιορισμένο από  
//τις τροποποιημένες συνιστώσες  
MOVE #PPOINT(x[0], x[1]+a, x[2]-a/2, x[3]), 1
```

### **MOVET**

#### *Σύνταξη*

```
MOVET location, hand_opening
```

#### *Λειτουργία*

Θέτει σε κίνηση τον ρομποτικό βραχίονα σε θέση και προσανατολισμό που περιγράφονται από τη δοσμένη θέση (location) και ταυτόχρονα λειτουργεί την αρπάγη. Η περιγραφόμενη κίνηση είναι «joint-interpolated motion».

#### *Παράμετροι*

**location** ακριβές σημείο που προσδιορίζει την τελική θέση του βραχίονα.  
**hand\_opening** 0 αρπάγη κλειστή, 1 αρπάγη ανοιχτή

### Παράδειγμα

```
MOVET #PPOINT(x[0], x[1]+a, x[2]-a/2, x[3]), 1
```

## **TRANS**

### *Σύνταξη*

**TRANS** (X\_value, Y\_value, Z\_value, y\_value, p\_value, r\_value)

### *Λειτουργία*

Επιστρέφει τον μετασχηματισμό των δοσμένων X, Y και Z μετατοπίσεων και των y, p και r περιστροφών προσανατολισμού.

### *Παράδειγμα*

Μετασχηματίζουμε την θέση του Τ.Σ.Δ. σύμφωνα με τις δοθείσες τιμές και τον αποθηκεύουμε στην μεταβλητή θέσης location. Την μεταβλητή αυτή μπορούμε να την χρησιμοποιήσουμε με μία εντολή **MOVE** για την κίνηση του βραχίονα στην καινούργια θέση (αντίστροφο κινηματικό πρόβλημα).

SET location = TRANS (+100,+100,+100,0,180,0)

---



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

**ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧ/ΚΩΝ & ΜΗΧ/ΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ, ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ**

**«Εργαστήριο Ρομποτικής»**

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

### **ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ MANUAL CONTROL PENDANT ΤΟΥ ΡΟΜΠΟΤ ADEPT**

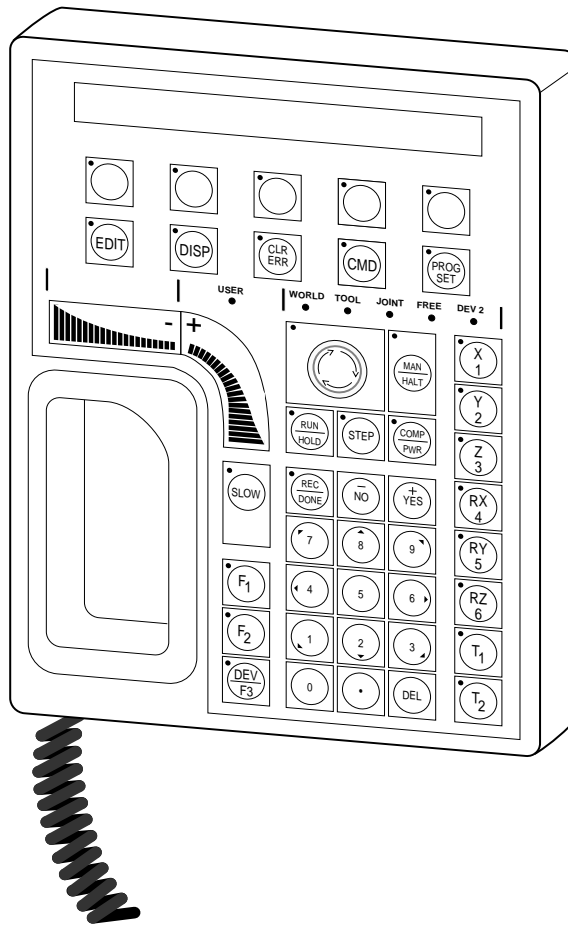
**(User's Guide)**

---

# Manual Control Pendant

## User's Guide

---



Part Number 00101-00010 Rev A  
June, 1991



150 Rose Orchard Way • San Jose, CA 95134 • USA • Phone (408) 432-0888 • Telex 171942 • Fax (408) 432-8707  
Otto-Hahn-Strasse 23 • 4600 Dortmund 50 • Germany • Phone (49) 231/75 89 40 • Fax (49) 231/75 89 450  
7, rue Victor Hugo • 92310 Sèvres • France • Phone 33 (1) 45 34 32 32 • Fax 33 (1) 45 34 76 16



# Chapter 4

## Moving a Robot or Motion Device With the MCP

---

### 4.1 Introduction

The MCP is used with a robot or motion device primarily to teach robot locations for use in application programs. The MCP is also used with custom applications that employ “teach routines” that pause execution at specified points and allow an operator to teach or re-teach the robot locations used by the program. The Adept AIM software system makes extensive use of the pendant for teaching robot locations.

When you move the robot using the MCP, motion will be in world state, tool state, joint state, or in free state.

When moving in world state, directions are sent from the MCP to move the robot in a Cartesian coordinate system centered at the base of the robot. When moving in tool state, directions are sent from the MCP to move the robot in a Cartesian coordinate system centered at the robot’s end-of-arm tooling location.

In joint state, directions are sent from the MCP to move individual robot joints. In free state, selected joints of the robot are “freed” from servo control so they can be moved by hand.

#### Mode Control Buttons

The mode control buttons change the state being used to move the robot, switch control of the robot between the MCP and application programs, and enable ARM POWER (when necessary). The buttons are labeled in red.

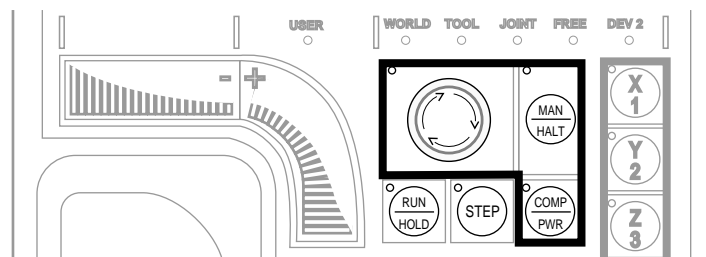


Figure 4-1. Mode Control Buttons

### Emergency Stop Button

The emergency stop button will stop program execution and turn off ARM POWER. In the AdeptOne, AdeptThree, and Adept PackOne, the friction brakes will be activated.

### COMP/PWR Button

If ARM POWER is enabled, the COMP/PWR button selects computer mode. If ARM POWER is disabled, the COMP/PWR button enables ARM POWER and selects computer mode. In computer mode, an executing program or the system terminal has control of the robot.<sup>1</sup>

### MAN/HALT Button

When there is no program executing, or a program has paused for a pendant teach routine, pressing the “MAN/HALT” button selects manual mode. In manual mode, the MCP has control of the robot. If a program is executing, the MAN/HALT button will stop program execution (without shutting off ARM POWER).

Manual mode cannot be entered if ARM POWER is off (panic button LED not illuminated). To enable ARM POWER, press the “COMP/PWR” button. The MCP is in manual mode when:

1. The LED on the “MAN/HALT” button is illuminated, and
2. One of the manual state LEDs is also illuminated (the “Manual state” LEDs indicate the type of manual motion that has been selected, either World, Tool, Joint, or Free).

The system will remain in manual mode until ARM POWER is turned off, or the “COMP/PWR” button is pressed. When you have finished moving the robot manually, press the “COMP/PWR” button to return control to the controller. If a program attempts to execute with the MCP in manual mode, the error “Comp mode disabled” will be generated.

When the “MAN/HALT” button is pressed the first time, the MCP will be in world state. Pressing the “MAN/HALT” button again selects the next state to the right (tool, joint, free), eventually wrapping back to the left-most state (world). If manual mode is terminated and re-entered (without turning off system power) the last active state is selected.

### Manual Control Buttons

The buttons on the far right side (outlined in blue) are the “Manual control” buttons. When the MCP is in manual mode, these buttons select

---

<sup>1</sup>. If the robot has not been calibrated and ARM POWER is turned on, the MCP emergency stop switch LED will be lit, and both the COMP/PWR and MAN/HALT LEDs will be off.

which robot joint will move, or the coordinate axis along which the robot will move. The X/1, Y/2, Z/3, RX/4, RY/5, and RZ/6 buttons are covered in section 4.2. (The MCP must be in manual mode before a manual control button can be selected.)

### Speed Bars

The “speed bars” are used to control the robot’s speed and direction. The joint(s) that will move when the speed bars are pressed depends on the “state” selected with the MAN/HALT button. Press the speed bars with your left thumb. Pressing the speed bar near the outer ends will move the robot faster, pressing the speed bar near the center will move the robot slower. See Section 4.2 for details on positive and negative directions.

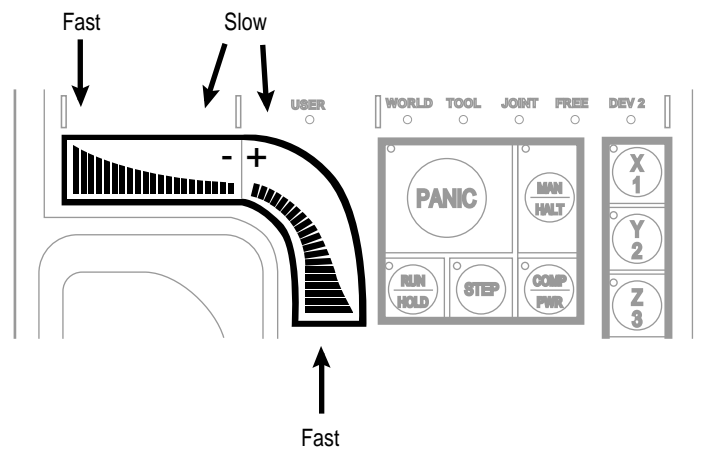


Figure 4-2. Speed Bars

### Slow Button

The slow button selects between the two different speed ranges of the speed bars. When the slow button LED is lit, the slower speed range is selected.

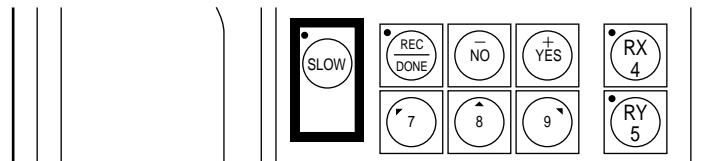


Figure 4-3. SLOW Button

## 4.2 Robot States

### World State

When “world” state is selected, movement in the X, Y, or Z direction is parallel to an axis of the world coordinate system. Before the speed bars will move the robot, an axis of motion must be selected from the manual control buttons. The world coordinate system for a SCARA robot is shown in Figure 4-4. If “X1” is selected, pressing the “+” speed bar will move the robot tool flange in the positive X direction. Pressing the “-” speed bar will move the flange in the negative X direction. The world coordinate system for a Cartesian robot is shown in Figure 4-5. If “X1” is selected, pressing the “+” speed bar will move the robot tool flange in the positive X direction. Pressing the “-” speed bar will move the flange in the negative X direction.

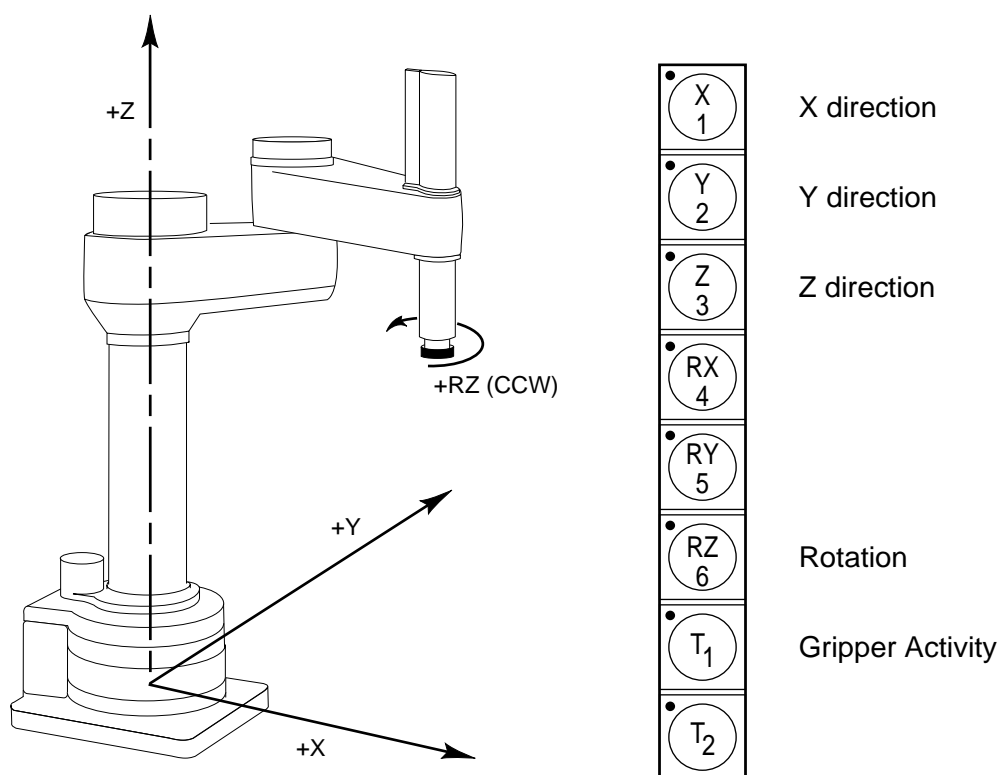
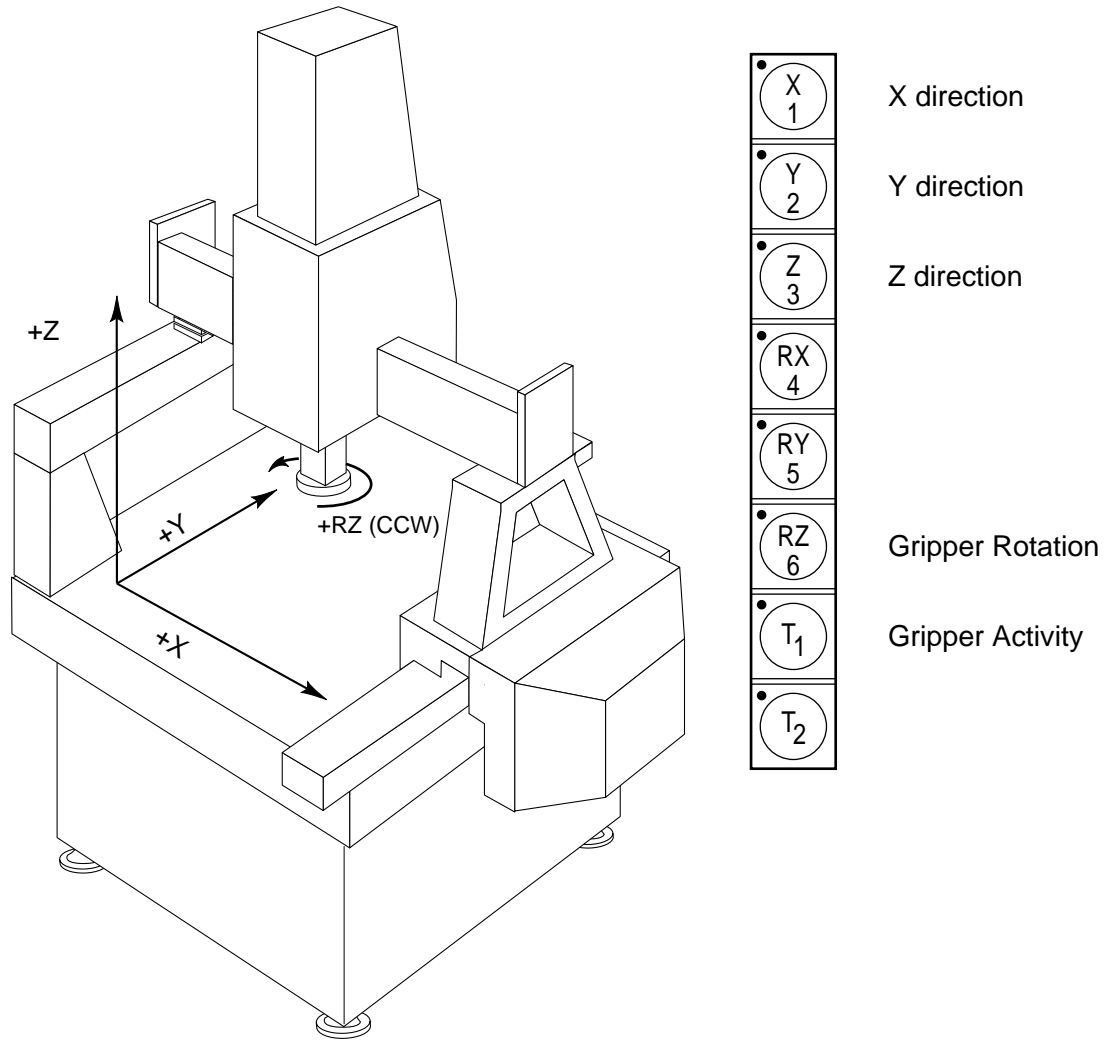


Figure 4-4. WORLD State (SCARA)



**Figure 4-5. WORLD State (Cartesian)**

The  $T_1$  button cycles the gripper solenoids. Press anywhere on the “+” side of the speed bar to open the gripper, on the “-” side to close the gripper.

**NOTE:** This is the most common gripper setup. The gripper solenoids may be configured so they operate differently (or they may not be configured at all). Place your robot in a safe location and cycle the gripper to verify which side of the speed bar opens the gripper.<sup>2</sup>

<sup>2</sup>. The utility CONFIG\_R is used to configure gripper activity. See the *Instructions for Adept Utility Programs*.

## Tool State

When “tool” state is selected, movement in the X, Y, or Z direction is along an axis of the tool coordinate system. The tool coordinate system is centered at the robot tool flange with the Z axis pointing away from the flange. The positive X axis is aligned with the center of the tool flange keyway. Before the speed bars will move the robot, an axis of motion must be selected from the manual control buttons. If “X1” is selected, pressing the “+” speed bar will move the robot tool flange in the positive X direction. Pressing the “-” speed bar will move the flange in the negative X direction.

In a four-axis robot, positive rotation of the gripper is clockwise as viewed from above. Figure 4-6 shows the tool state for a four-axis SCARA robot.

Figure 4-7 shows the tool coordinate system on a six-axis robot.

**NOTE:** Figure 4-6 and Figure 4-7 are drawn with the assumption that the TOOL transformation is set to NULL (all values are 0). If a TOOL transformation is in effect, the tool coordinate system will be offset and rotated by the value of the TOOL transformation. Any motion in tool state will now be relative to the offset coordinate system, and not the center of the tool flange. See the *V and V<sup>+</sup> Reference Guide* for details on TOOL transformations.

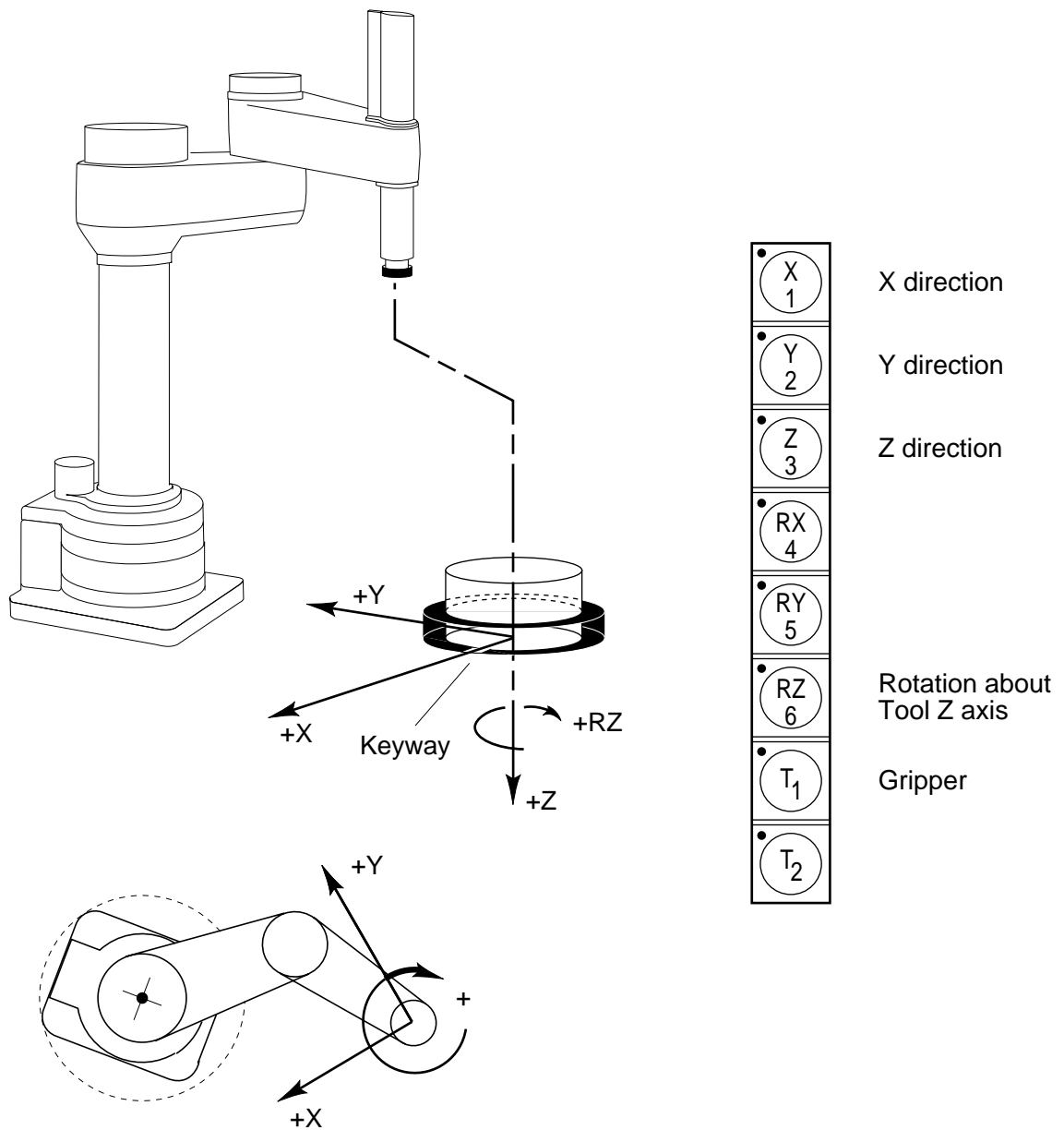


Figure 4-6. TOOL State

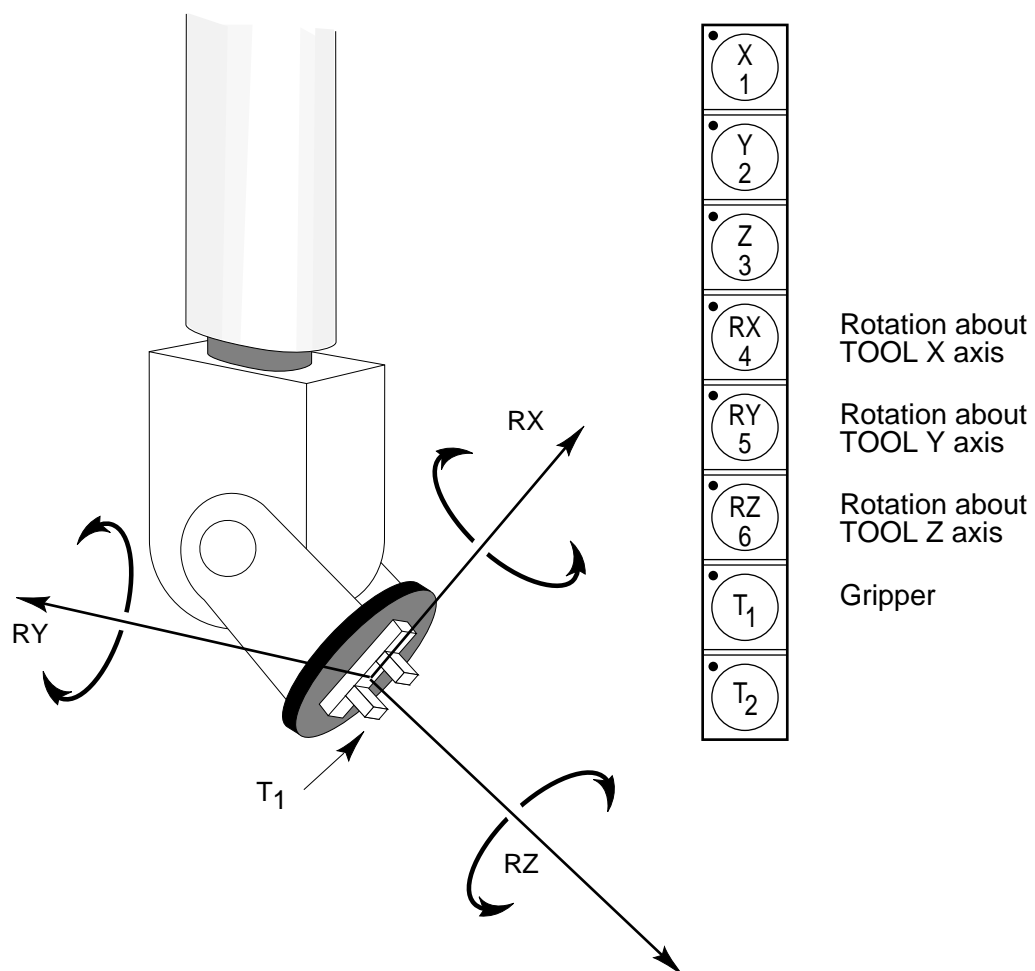


Figure 4-7. TOOL State (Six-Axis Robot)



## Joint State

When joint state is selected, movement is about the axis of the specified joint. Figure 4-8 shows an Adept SCARA robot with three rotational joints (joints 1, 2, and 4) and one translational joint (joint 3). Positive rotation of joints 1 & 2 is counter-clockwise as viewed from above. Positive rotation of joint 4 is clockwise as viewed from above. Positive movement of joint 3 is downward. Before the speed bars will move a joint, the correct joint must be selected from the manual control buttons.

Different types of motion devices will have the different joint numbers assigned to their joints. When you first move an unfamiliar robot using joint state, set the monitor speed to 10 or lower, put the robot in a safe area, and carefully move the robot using the different joint numbers to verify how the MCP moves the robot. See the documentation for the motion devices you are using for details on their joint assignments.

Figure 4-9 shows an Adept Cartesian robot with three translational joints and one rotational joint.

Figure 4-10 shows the joint assignments for a typical six-axis robot (as always, the first time you move a robot, carefully verify the joint assignments).

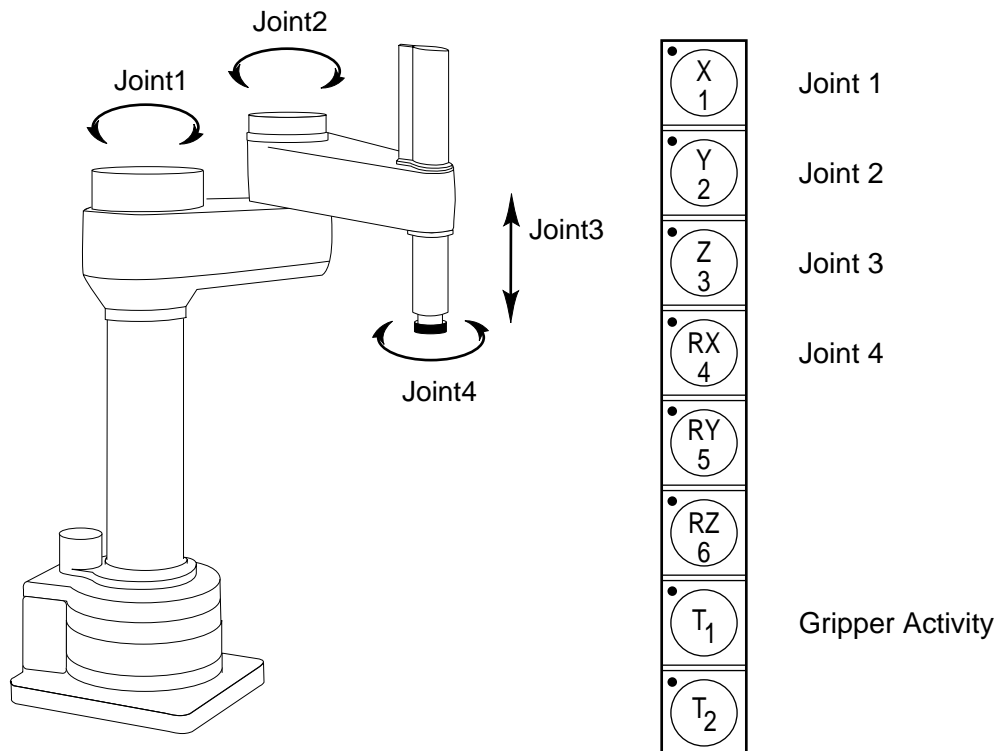


Figure 4-8. JOINT State (SCARA)

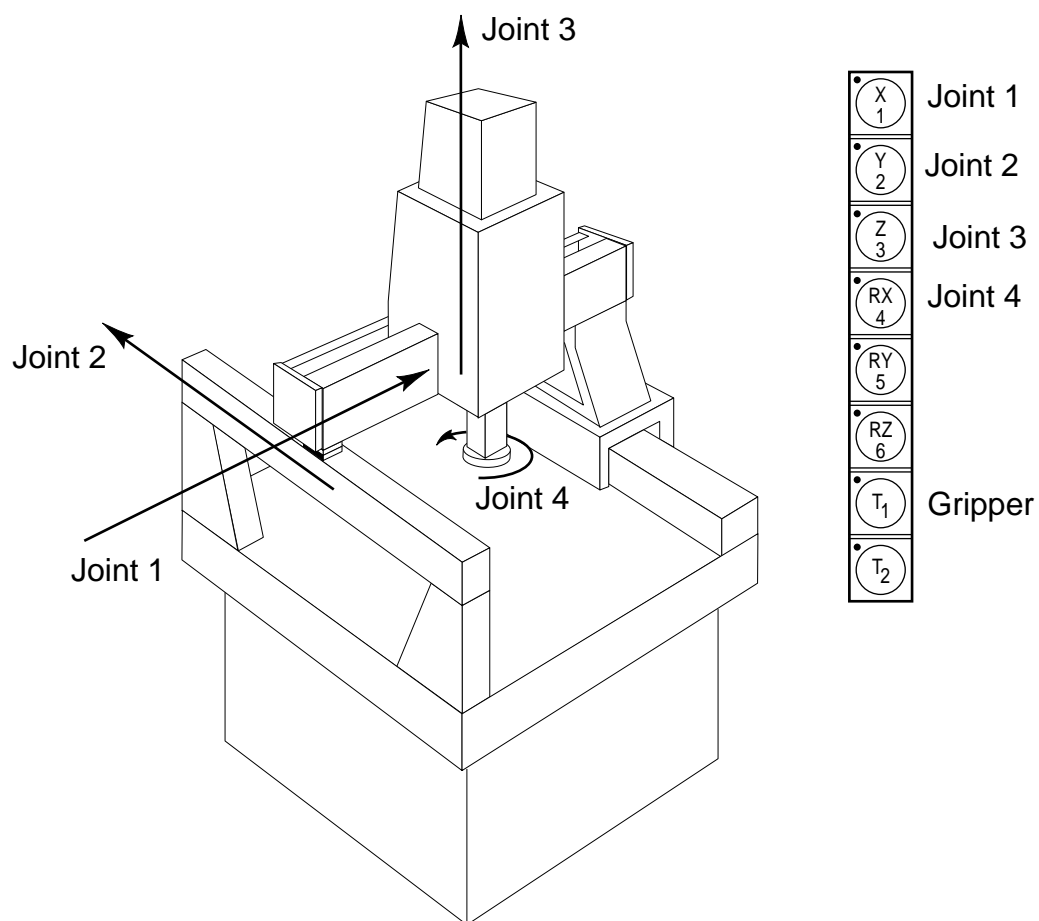


Figure 4-9. JOINT State (Cartesian)

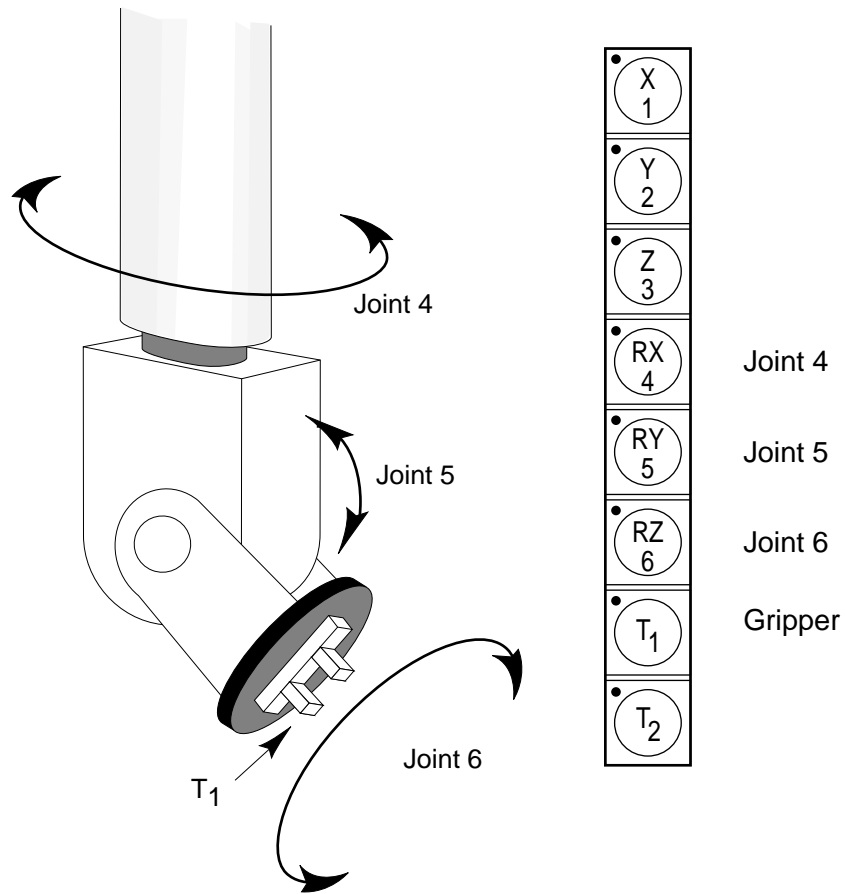


Figure 4-10. JOINT State (Six-Axis Robot)

## Free State

When free state is selected, individual joints are freed from servo control, and the robot brakes (if any) are released.<sup>3</sup> Unlike the other states, you can make multiple selections from the manual control buttons to free as many joints as required. In some cases, such as joints 1 & 2 on a SCARA robot, multiple joints are freed by selecting a single button. As soon as the “COMP/PWR” button is pressed, or another selection is made from the manual control buttons, all joints are placed back under servo control and will not move freely.

Figure 4-11 shows the free state for a four-axis SCARA robot.

The joint assignments in the free state are the same as the joint assignments in joint state. See Figure 4-7 for the joint assignments in a typical six-axis robot.



---

**WARNING:** As soon as a joint is selected from the manual control buttons, the related joint is free to move (in some cases, multiple joints may be freed up). In many cases the weight on the joint will be sufficient to move the joint and cause damage or harm. For example, when joint 3 on a SCARA or Cartesian robot is freed, the joint is free to fall to the end of its travel. In articulated robots, multiple links of the robot may be free to fall when a single joint is freed up. Be extremely careful when selecting a joint in free mode.

---

---

<sup>3</sup>. On the Adept 604-S robot, the joint 3 brake is never released. To move this joint in free state, you must use enough pressure to overcome the friction brake.

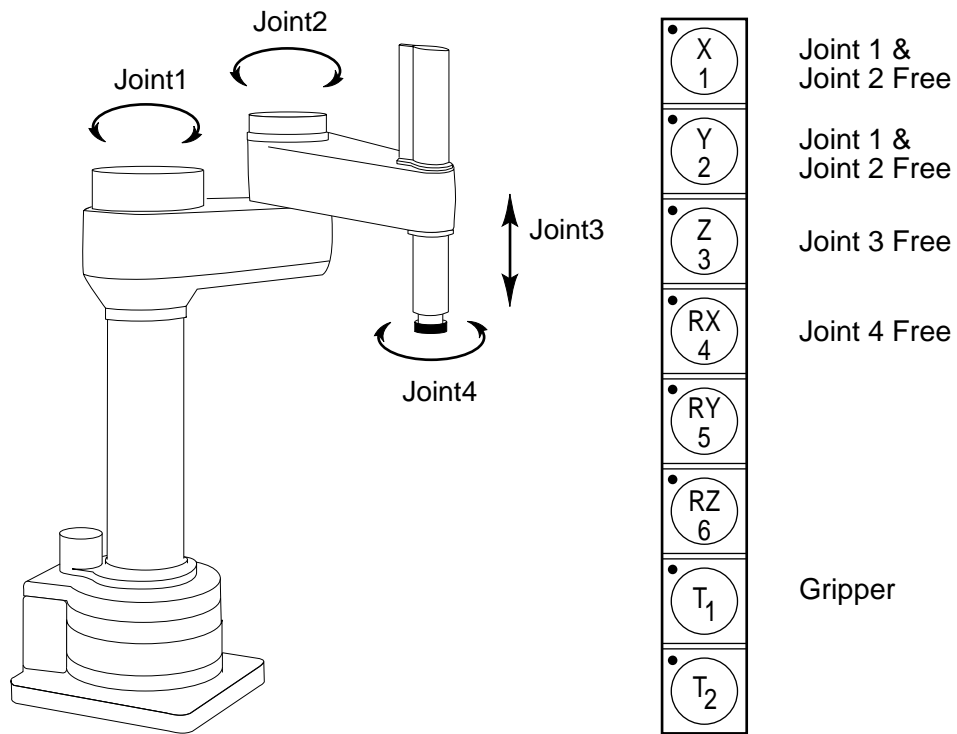


Figure 4-11. FREE State (Four-Axis SCARA)

### **4.3 Selecting Different Robots**

If your system is equipped with more than one robot or motion device, you can select which device the manual control buttons will affect. When manual mode is first entered, device 1 will be selected. To select device number 2, press the DEV/F3 button. Device number 2 will now be selected, and the "DEV 2" light in the manual state LED group will be lit. To select device number 3, press the DEV/F3 button again. Device 3 will be selected, and the "DEV 2" LED will blink. To re-select device 1, press the DEV/F3 button.

Remember: When the "DEV 2" LED is off, device 1 is selected; when it is lit continuously, device 2 is selected; when it flashes, device 3 is selected.