

# BÀI THÍ NGHIỆM 1

## VẬN HÀNH ROBOT CÔNG NGHIỆP

### 1. MỤC ĐÍCH THÍ NGHIỆM

Trong bài thí nghiệm này, sinh viên sẽ học cách vận hành các chức năng cơ bản của một cánh tay robot công nghiệp như điều khiển bằng tay, lập trình chuyển động và đọc ghi I/O.

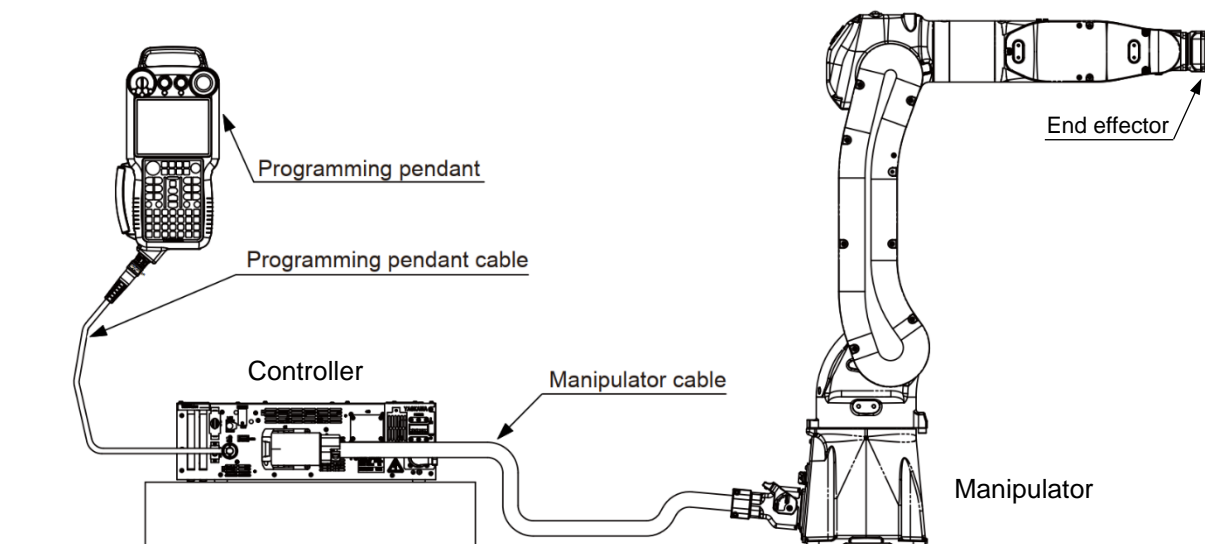
Sau khi hoàn thành bài thí nghiệm, sinh viên có thể:

- Hiểu cấu trúc hệ thống và hoạt động thực tế của robot MotoMINI.
- Biết điều khiển robot bằng tay di chuyển trong các hệ tọa độ.
- Biết lập trình chương trình robot gấp thả vật tự động kết hợp đọc ghi I/O.
- Biết các quy tắc an toàn khi sử dụng robot.

### 2. MÔ TẢ THIẾT BỊ

#### 2.1. Tổng quan hệ thống robot Motoman

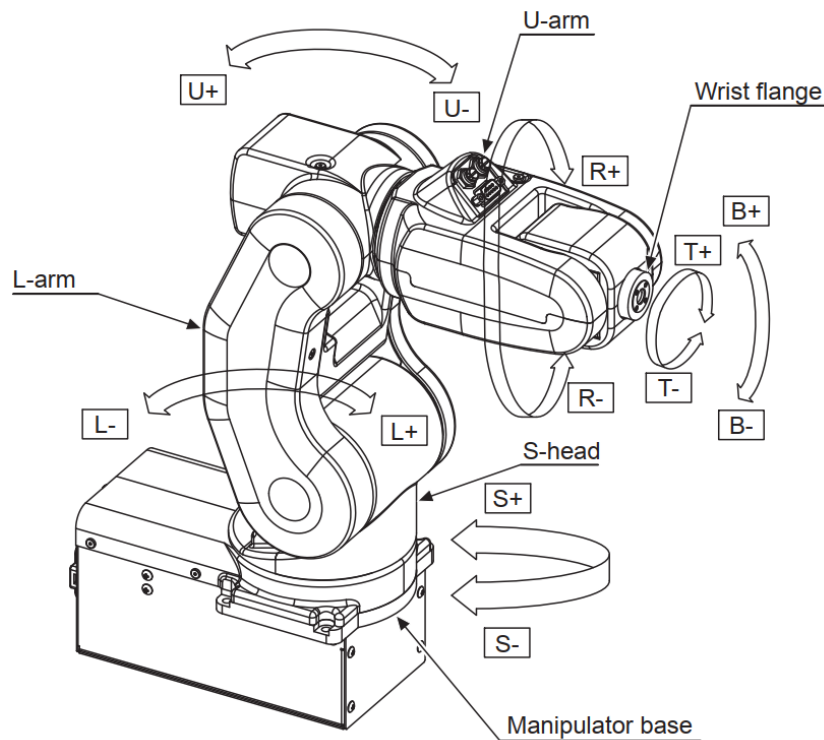
Hệ thống robot Motoman bao gồm 3 thành phần chính: cánh tay robot (manipulator), bộ điều khiển (controller) và bộ lập trình (programming pendant) như Hình 1. Cánh tay robot gồm 6 khớp xoay nối tiếp, tạo ra chuyển động 6 bậc tự do tại đầu công tác (end effector). Động năng các khớp được cung cấp bởi động cơ AC servo, điều khiển bởi các mạch drive nằm trong bộ điều khiển. Giá trị đặt vào drive được tính toán bởi mạch xử lý trung tâm sao cho đầu công tác đạt được quỹ đạo mong muốn. Bộ lập trình chứa các nút nhấn và màn hình, cho phép người vận hành điều khiển và giám sát hoạt động của robot.



Hình 1. Các thành phần trong hệ thống robot Motoman

#### 2.2. Cánh tay robot MotoMINI

Cánh tay robot MotoMINI có cấu tạo mô phỏng theo cánh tay người với các bộ phận: chân đế (base), bả vai (shoulder, S-head), cánh tay dưới (lower-arm, L-arm), cánh tay trên (upper-arm, U-arm) và cổ tay (wrist). Các khớp xoay được đặt tên lần lượt là S, L, U, R, B, T theo chiều từ đế đến đầu công tác. Chiều dương các khớp được quy ước như Hình 2.

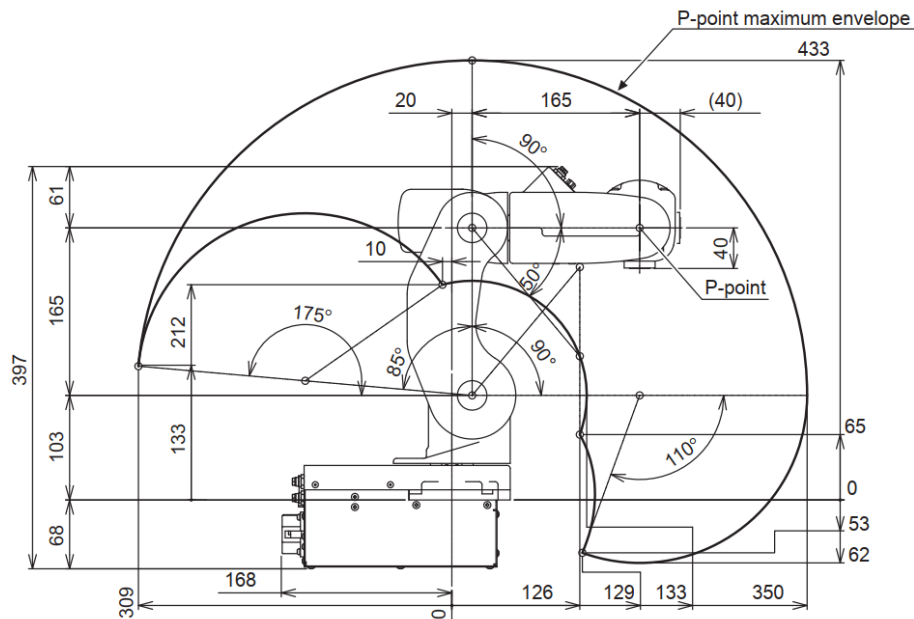


Hình 2. Hình dạng và khớp xoay cánh tay robot MotoMINI

Các thông số kỹ thuật cơ bản của robot được trình bày trong Bảng 1, các thông số khác có thể tìm thấy trong tài liệu [1]. Không gian làm việc của robot có dạng hình cầu bán kính 350mm, giới hạn bởi chiều dài các khâu và tầm chuyển động các khớp như trong Hình 3.

Bảng 1. Thông số kỹ thuật cánh tay robot MotoMINI

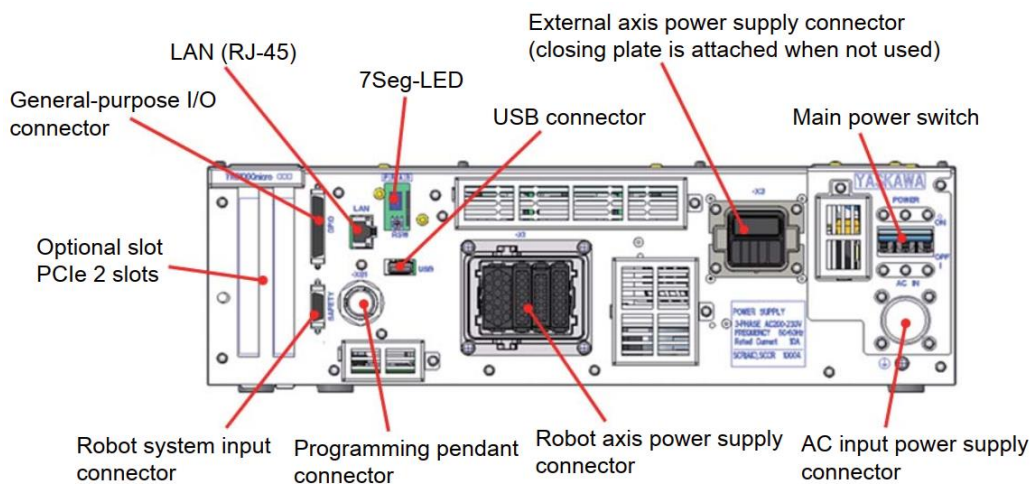
Thông số		Giá trị
Cấu hình robot		Khớp xoay thẳng đứng
Số bậc tự do		6
Tải trọng		0.5 kg
Độ chính xác lặp lại		$\pm 0.02$ mm
Tầm chuyển động	Trục S	$-170^\circ \rightarrow +170^\circ$
	Trục L	$-85^\circ \rightarrow +90^\circ$
	Trục U	$-50^\circ \rightarrow +90^\circ$
	Trục R	$-140^\circ \rightarrow +140^\circ$
	Trục B	$-30^\circ \rightarrow +210^\circ$
	Trục T	$-360^\circ \rightarrow +360^\circ$
Vận tốc tối đa	Trục S	5.5 rad/s, 315°/s
	Trục L	5.5 rad/s, 315°/s
	Trục U	7.3 rad/s, 420°/s
	Trục R	10.5 rad/s, 600°/s
	Trục B	10.5 rad/s, 600°/s
	Trục T	10.5 rad/s, 600°/s
Công suất tiêu thụ		0.5 kVA
Bộ điều khiển tương thích		YRC1000micro



Hình 3. Không gian làm việc cánh tay robot MotoMINI

### 2.3. Bộ điều khiển YRC1000micro

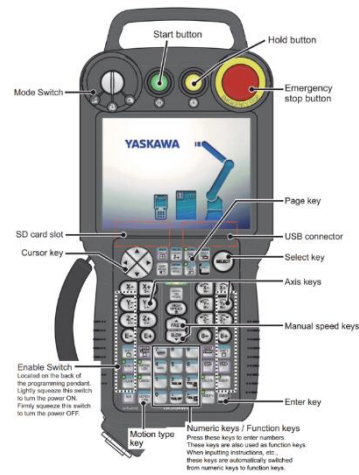
YRC1000micro là bộ điều khiển chuyên dụng cho cánh tay robot MotoMINI, có chức năng điều khiển chuyển động, thực thi chương trình, kiểm soát trạng thái robot và xử lý giao tiếp với các thiết bị bên ngoài. Mặt trước bộ điều khiển được bố trí công tắc nguồn (phía trên-bên phải), đèn báo, các cổng kết nối với cánh tay robot, bộ lập trình cầm tay, GPIO, Ethernet, USB, PCIe,... như Hình 4.



Hình 4. Bộ điều khiển YRC1000micro

### 2.4. Bộ lập trình




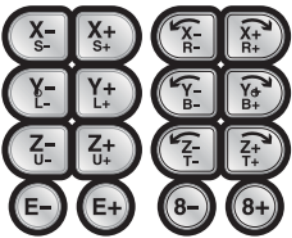

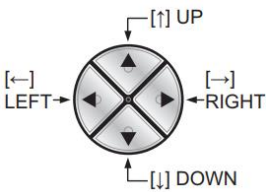




Bộ lập trình là dụng cụ để người vận hành thực hiện các thao tác điều khiển, lập trình và giám sát hoạt động của robot. Như Hình 5, bộ lập trình gồm tập hợp các nút nhấn chức năng và một màn hình cảm ứng kích thước 5.7 inch hỗ trợ hiển thị và nhập liệu. Chức năng cụ thể các nút nhấn được giải thích trong Bảng 2.















Hình 5. Bộ lập trình

Bảng 2. Các nút nhấn trên bộ lập trình

Tên và hình ảnh nút nhấn	Chức năng
<b>Nhóm nút vận hành</b>	
<b>Mode Switch</b>  REMOTE      TEACH PLAY	<b>Chọn chế độ vận hành</b> TEACH: dạy học bằng tay và lập trình. PLAY: chạy chương trình tự động. REMOTE: vận hành bằng tín hiệu ngoài.
<b>[START]</b> 	<b>Bắt đầu chương trình</b> Trong chế độ vận hành tự động, nhấn nút này để bắt đầu chạy chương trình. Đèn trên nút giữ sáng khi chương trình đang chạy.
<b>[HOLD]</b> 	<b>Dừng tạm thời chuyển động robot</b> Trong mọi chế độ vận hành, nhấn nút này để dừng tạm thời chuyển động của robot. Đèn trên nút sáng lên khi robot vào trạng thái dừng.
<b>[EMERGENCY STOP]</b> 	<b>Ngắt khẩn cấp nguồn servo</b> Nhấn để ngắt ngay lập tức nguồn các động cơ servo. Khi nhấn, đèn "SERVO ON" tắt đi, bản tin dừng khẩn cấp hiện ra trên màn hình. Xoay nút sang phải để thoát.
<b>[SERVO ON READY]</b> 	<b>Sẵn sàng bật nguồn servo</b> Khi điều khiển bằng tay, nhấn nút này để vào trạng thái sẵn sàng bật nguồn servo, đèn "SERVO ON" nhấp nháy. Nhấn tiếp Enable Switch để thực sự bật nguồn servo, đèn "SERVO ON" giữ sáng. Khi vận hành tự động, nhấn nút này để bật ngay nguồn servo.
<b>Enable Switch</b> 	<b>Bật nguồn servo</b> Khi điều khiển bằng tay mà đèn "SERVO ON" đang nhấp nháy, nhấn và giữ nhẹ nút này để bật nguồn servo. Khi servo đang bật, nhả hoặc nhấn mạnh nút này để ngắt nguồn servo.

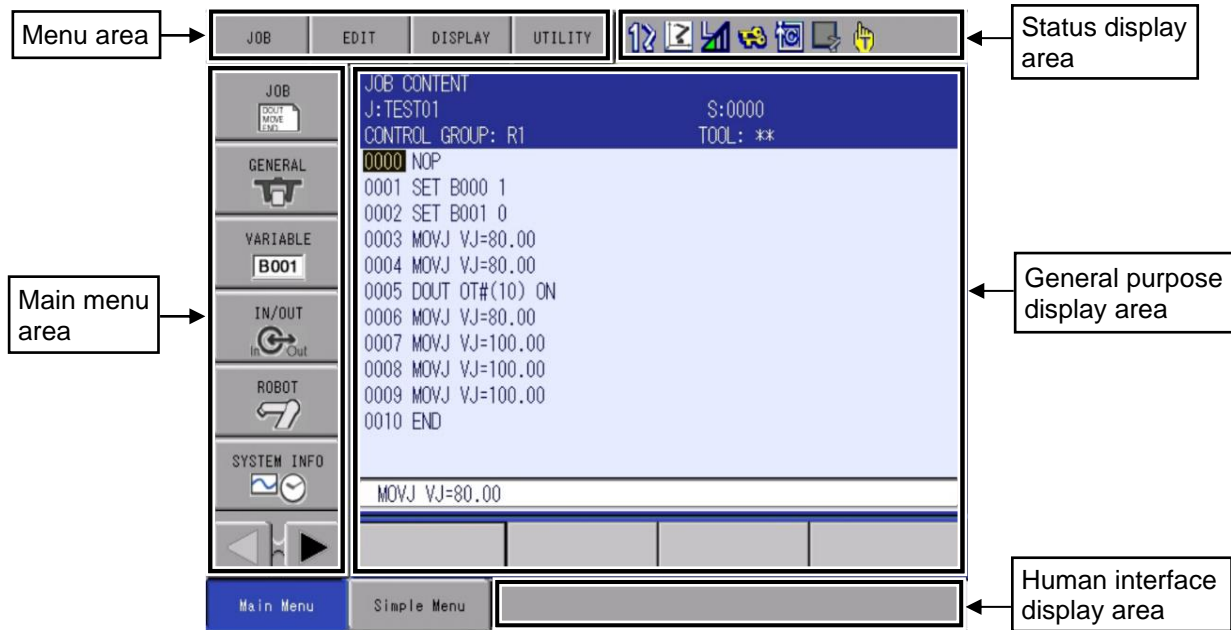
<p><b>[MANUAL SPEED]</b></p> 	<p><b>Thay đổi tốc độ robot khi điều khiển bằng tay</b>          Nhấn [FAST] để tăng dần tốc độ robot khi điều khiển bằng tay theo 4 mức: INCH → LOW → MED → HIGH.          Nhấn [SLOW] để giảm dần tốc độ robot.</p>
<p><b>[HIGH SPEED]</b></p> 	<p><b>Tăng tốc tức thời robot khi điều khiển bằng tay</b>          Nhấn nút này đồng thời với các nút di chuyển trục để tăng tốc robot tức thời, nhấn nút để trở lại tốc độ ban đầu.</p>
<p><b>[COORD]</b></p> 	<p><b>Chọn hệ tọa độ hoạt động khi điều khiển bằng tay</b>          Nhấn để chuyển hệ tọa độ tham chiếu của robot theo thứ tự: JOINT → CARTESIAN → TOOL → USER</p>
<p><b>[Axis Key]</b></p> 	<p><b>Di chuyển robot khi điều khiển bằng tay</b>          Giữ 1 nút để di chuyển 1 trục robot theo chiều tương ứng. Giữ cùng lúc nhiều nút để di chuyển đồng thời nhiều trục. Chuyển động của robot tùy thuộc vào hệ tọa độ tham chiếu đang chọn.          Các nút [E-], [E+], [8-], [8+] chỉ dùng khi robot được gắn thêm trục ngoài.</p>
<b>Nhóm nút điều hướng</b>	
<p><b>[MAIN MENU]</b></p> 	<p><b>Hiển thị menu chính</b>          Nhấn để hiện hoặc ẩn menu chính.          Nhấn [MAIN MENU] + UP/DOWN để tăng hoặc giảm độ sáng màn hình</p>
<p><b>Cursor Key</b></p> 	<p><b>Di chuyển con trỏ</b>          Nhấn [UP], [DOWN], [LEFT], [RIGHT] để di chuyển con trỏ trên màn hình theo chiều lên, xuống, trái, phải.          Nhấn [SHIFT] đồng thời để cuộn màn hình.</p>
<p><b>[SELECT]</b></p> 	<p><b>Chọn một nội dung</b>          Nhấn để chọn nội dung đang được trỏ vào.</p>
<p><b>[CANCEL]</b></p> 	<p><b>Thoát nội dung đang chọn</b>          Nhấn để thoát nội dung đang được chọn.</p>
<p><b>[AREA]</b></p> 	<p><b>Thay đổi vùng hoạt động của con trỏ</b>          Nhấn để thay đổi vùng hoạt động của con trỏ trên màn hình theo thứ tự: Main Menu → Menu Bar → General Purpose → Human Interface.</p>
<p><b>[PAGE]</b></p> 	<p><b>Chuyển trang</b>          Nhấn để chuyển đến trang tiếp theo nếu có. Đèn trên nút sáng khi mục đang hiển thị có nhiều trang.          Nhấn [SHIFT] + [PAGE] để quay về trang trước.</p>

<b>[DIRECT OPEN]</b> 	<b>Mở nội dung liên quan đến dòng lệnh</b> Nhấn nút này để mở nội dung liên quan đến dòng lệnh trong chương trình. Đèn trên nút sáng khi nội dung liên quan đang được mở. Nhấn [SHIFT] + [DIRECT OPEN] để quay lại dòng lệnh ban đầu.
<b>Nhóm nút lập trình</b>	
<b>[SHIFT]</b> 	<b>Thay đổi chức năng của nút khác</b> Nhấn nút này đồng thời với những nút khác để dùng chức năng kết hợp. Xem mô tả của từng nút.
<b>[INTERLOCK]</b> 	<b>Thay đổi chức năng của nút khác</b> Nhấn nút này đồng thời với những nút khác để dùng chức năng kết hợp. Xem mô tả của từng nút.
<b>[INFORM LIST]</b> 	<b>Hiển thị tập lệnh lập trình</b> Nhấn để hiện danh sách các lệnh có thể dùng trong chương trình.
<b>[TEST START]</b> 	<b>Chạy thử chương trình</b> Nhấn giữ nút này đồng thời với [INTERLOCK] để chạy thử toàn bộ chương trình.
<b>[FWD]</b> 	<b>Di chuyển robot đến vị trí tiếp theo</b> Nhấn giữ nút này để di chuyển robot đến vị trí tiếp theo trong chương trình. Chỉ có tác dụng tại các dòng lệnh MOV. Tốc độ di chuyển của robot bằng với tốc độ điều khiển bằng tay đang chọn.
<b>[BWD]</b> 	<b>Di chuyển robot đến vị trí trước đó</b> Nhấn giữ nút này để di chuyển robot đến vị trí trước đó trong chương trình. Chỉ có tác dụng tại các dòng lệnh MOV. Tốc độ di chuyển của robot bằng với tốc độ điều khiển bằng tay đang chọn.
<b>[DELETE]</b> 	<b>Xóa một câu lệnh</b> Nhấn [DELETE] + [ENTER] để xóa câu lệnh tại vị trí con trỏ.
<b>[INSERT]</b> 	<b>Chèn một câu lệnh</b> Nhấn [INSERT] + [ENTER] để chèn câu lệnh từ ô soạn thảo vào dòng ngay dưới con trỏ.
<b>[MODIFY]</b> 	<b>Chỉnh sửa câu lệnh</b> Nhấn [MODIFY] + [ENTER] để thay thế câu lệnh tại vị trí con trỏ bằng câu lệnh trên ô soạn thảo.
<b>[ENTER]</b> 	<b>Xác nhận ghi nội dung</b> Nhấn kết hợp với các phím khác để xác nhận ghi một nội dung.
<b>[Numeric Key]</b> 	<b>Phím số</b> Nhấn để nhập các giá trị dạng số. Một số phím dùng để nhập nhanh các hàm khi lập trình.



Màn hình bộ lập trình được chia thành 5 khu vực như Hình 6, bao gồm:

- **Main menu area:** Bảng chọn chính, dùng để vào các mục chức năng của robot.
- **General purpose display area:** Khu vực chung, hiển thị nội dung chương trình, giá trị các biến hay thông số cài đặt của robot.
- **Menu area:** Thanh công cụ, chứa các công cụ quản lý và chỉnh sửa nội dung đang hiển thị trên khu vực chung.
- **Status area:** Thanh trạng thái, cho biết trạng thái hiện tại của robot thông qua các biểu tượng như Bảng 3.
- **Human interface area:** Ô chứa các thông báo đến người dùng.



Hình 6. Các khu vực hiển thị trên màn hình bộ lập trình

Bảng 3. Các biểu tượng trạng thái của robot

Hệ tọa độ	Tốc độ điều khiển bằng tay	Trạng thái hoạt động
: Hệ tọa độ Joint : Hệ tọa độ Cartesian : Hệ tọa độ Tool : Hệ tọa độ User	: Tốc độ rất chậm : Tốc độ thấp : Tốc độ trung bình : Tốc độ cao	: Dừng : Tạm dừng : Dừng khẩn cấp : Cảnh báo : Đang hoạt động
Cấp bảo mật	Chế độ vận hành	Chỉ số dụng cụ
: Cấp hoạt động : Cấp chỉnh sửa : Cấp quản lý	: Vận hành bằng tay : Vận hành bằng chương trình	: Chỉ số của dụng cụ đang chọn. 

## 2.5. Quy tắc an toàn khi sử dụng robot

Trong tất cả các bài thí nghiệm, sinh viên cần tuân thủ các quy tắc sau để giữ an toàn cho bản thân cũng như bảo quản robot:

- Không đưa cơ thể vào vùng làm việc của robot, không tác động lực ngoài vào robot.
- Luôn đi giày có đế cách điện, tránh chạm vào bề mặt kim loại của các thiết bị.
- Đọc kĩ tài liệu hướng dẫn, không sử dụng robot khi chưa hiểu rõ cách vận hành.
- Chỉnh tốc độ di chuyển của robot ở mức vừa phải, luôn quan sát robot và không gian xung quanh để tránh va chạm khi đang vận hành.

Sinh viên tự chịu trách nhiệm nếu làm hư hỏng robot do không tuân thủ các quy tắc và lưu ý trong bài thí nghiệm.



Hình 7. Cảnh báo an toàn khi sử dụng robot

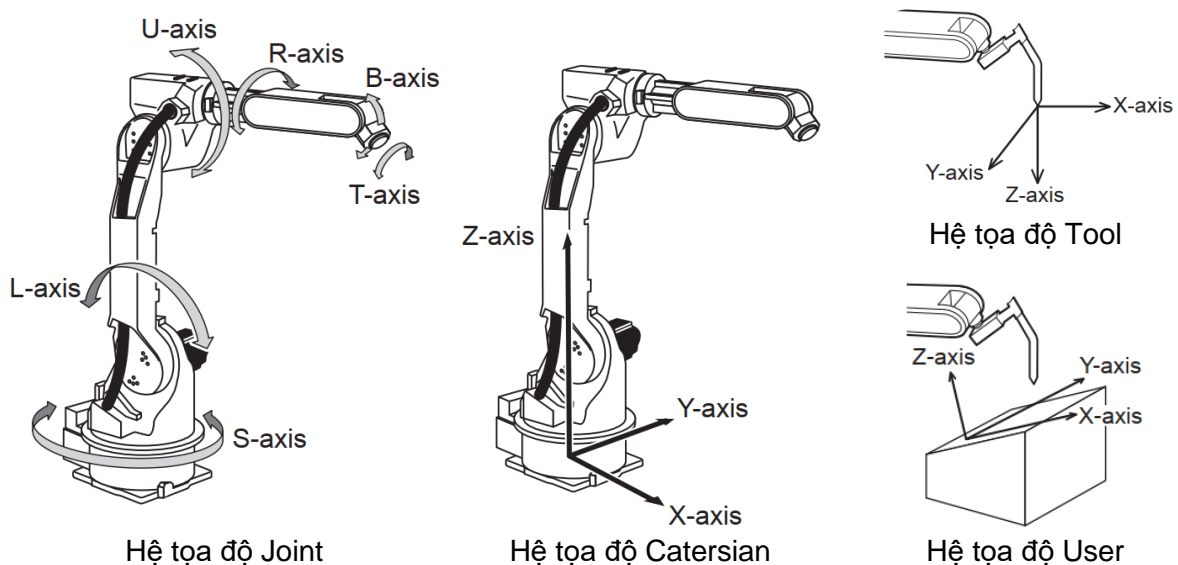
## 3. CHUẨN BỊ THÍ NGHIỆM

Đọc phần 2. MÔ TẢ THIẾT BỊ và phần 4. THỰC HIỆN THÍ NGHIỆM, viết chương trình robot thực hiện các yêu cầu 2.1 và 2.2.

## 4. THỰC HIỆN THÍ NGHIỆM

### 4.1. Điều khiển robot bằng tay

Trong phần này, sinh viên sẽ học cách điều khiển robot bằng tay (manual operation) thông qua các nút nhấn trên bộ lập trình. Việc điều khiển bằng tay nhằm mục đích đưa robot đến các điểm cần nhớ trong không gian, phục vụ cho chương trình tự động.



Hình 8. Các hệ tọa độ hoạt động của robot



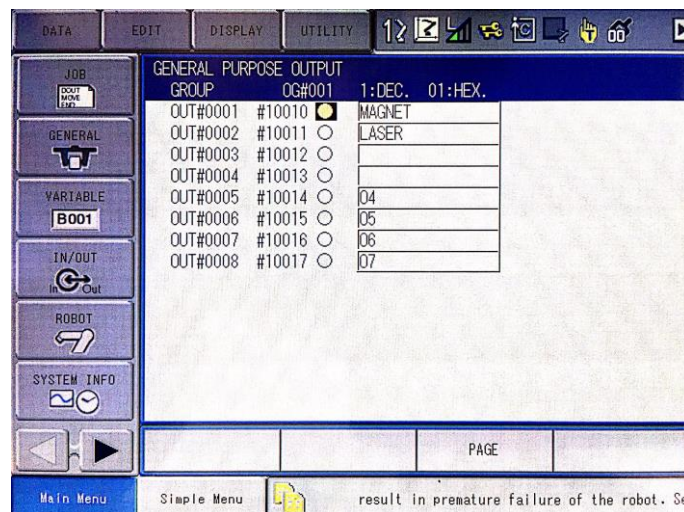
Các bước điều khiển robot bằng tay:

- 1) **Chọn chế độ Dạy học:** Gạt Mode Switch sang “Teach”. Chế độ Teach cho phép người dùng điều khiển bằng tay, lập trình chương trình, cài đặt thông số robot.
- 2) **Chọn hệ tọa độ:** Nhấn nút [COORD] để chuyển giữa các hệ tọa độ Joint → Cartesian → Tool → User như Hình 8. Trong hệ tọa độ Joint, robot di chuyển theo từng khớp riêng lẻ. Trong hệ tọa độ Cartesian, các khớp được điều khiển phối hợp để đầu công tác di chuyển theo hệ tọa độ XYZ cố định tại chân đế robot. Trong hệ tọa độ Tool, đầu công tác di chuyển theo hệ tọa độ XYZ gắn với dụng cụ. Hệ tọa độ User dành cho người dùng tự định nghĩa.
- 3) **Chọn tốc độ:** Nhấn nút [FAST]/[SLOW] để tăng/giảm tốc độ điều khiển bằng tay qua các mức: Rất chậm (INCH) → Chậm (LOW) → Trung bình (MED) → Nhanh (HIGH).
- 4) **Bật nguồn servo:** Nhấn [SERVO ON READY], chờ đèn SERVO ON nhấp nháy, đè nhẹ và giữ Enable Switch để bật nguồn servo, đèn SERVO ON sáng đều. Khi buông hoặc đè mạnh đè mạnh Enable Switch, nguồn servo ngắt, đèn SERVO ON tắt.



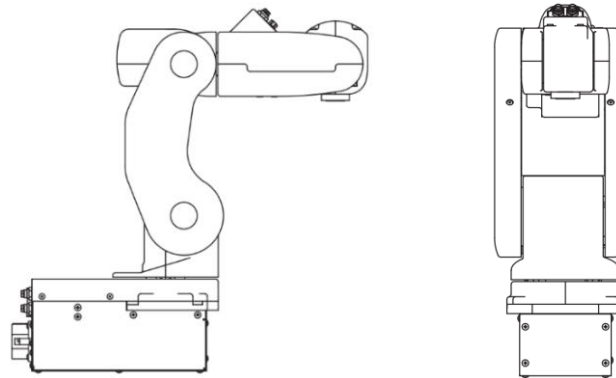
Hình 9. Ba trạng thái của công tắc Enable Switch

- 5) **Điều khiển các trục:** Nhấn các nút [Axis Key] để di chuyển các trục robot đến điểm cần thao tác. Chuyển động của robot tùy thuộc vào hệ tọa độ, tốc độ và dụng cụ đang chọn.
- 6) **Bật/tắt dụng cụ:** Các dụng cụ được bật/tắt thông qua digital output của robot. Trên Main menu, chọn mục IN/OUT → General Purpose Output. Di chuyển con trỏ đến ô trạng thái của OUT#1 (nam châm) như Hình 10. Nhấn [INTERLOCK] + [SELECT] để ON/OFF output.



Hình 10. Mục điều khiển output của robot

- 7) **Về vị trí home:** Home là góc  $0^\circ$  của tất cả các góc khớp robot. Khi bắt đầu hoặc kết thúc một thao tác, robot cần được đưa về vị trí home. Trên Main menu, chọn mục ROBOT → Work Home Pos, nhấn giữ nút [FWD] đến khi giá trị tất cả các khớp về 0, robot có tư thế như Hình 11.



Hình 11. Vị trí home của robot

**Yêu cầu 1.1:** Thực hành điều khiển robot bằng tay như sau:

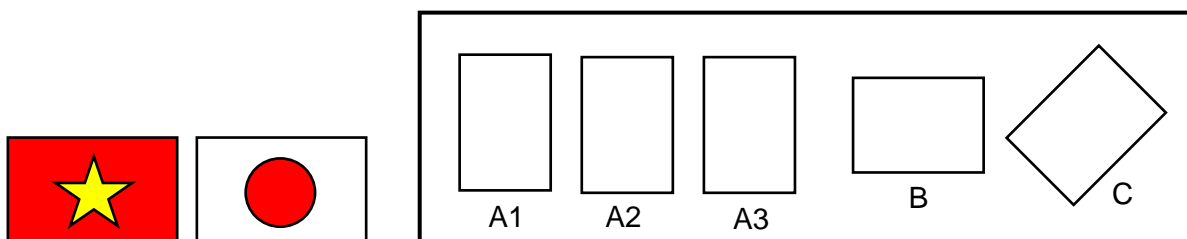
- Chọn hệ tọa độ Joint, tốc độ Trung bình. Điều khiển robot theo từng khớp S, L, U, R, B, T. Quan sát và vẽ lại sơ đồ liên kết động học (sơ đồ DH) của robot.
- Chọn hệ tọa độ Cartesian. Điều khiển robot theo từng trục X, Y, Z và Rx, Ry, Rz. Nhận xét vị trí của TCP (Tool Center Point) khi tác động vào các trục xoay, và hướng của TCP khi tác động vào các trục tịnh tiến.
- Chọn hệ tọa độ Tool. Điều khiển robot theo từng trục. So sánh sự khác nhau về phương và chiều chuyển động của TCP giữa hệ tọa độ Tool và hệ tọa độ Cartesian.

**Lưu ý:** Khi điều khiển robot, không xoay các khớp B và T quá mức vì sẽ làm đứt dây nối từ cánh tay trên robot (U-arm) đến dụng cụ.

**Yêu cầu 1.2:** Sử dụng các vật thể và palette như Hình 12. Palette được đặt song song với mặt đất và mặt phẳng XY của robot. Trên palette chia thành các ô A1, A2, A3, B, C để đặt vật. Chọn hệ tọa độ Cartesian cho robot, hãy:

- Đặt trước 2 vật ở A1 và A2. Điều khiển robot gấp vật từ A1 thả vào B, từ A2 thả vào C.
- Đặt trước 3 vật ở A1, A2 và A3. Điều khiển robot gấp từng vật theo thứ tự A1, A2, A3 thả chồng lên nhau ở B.

**Lưu ý:** Khi đưa robot đến gần các vật thể và palette, giảm tốc độ di chuyển xuống Chậm hoặc Rất chậm để tránh va chạm gây hư hỏng robot.



Hình 12. Các vật thể và palette thao tác

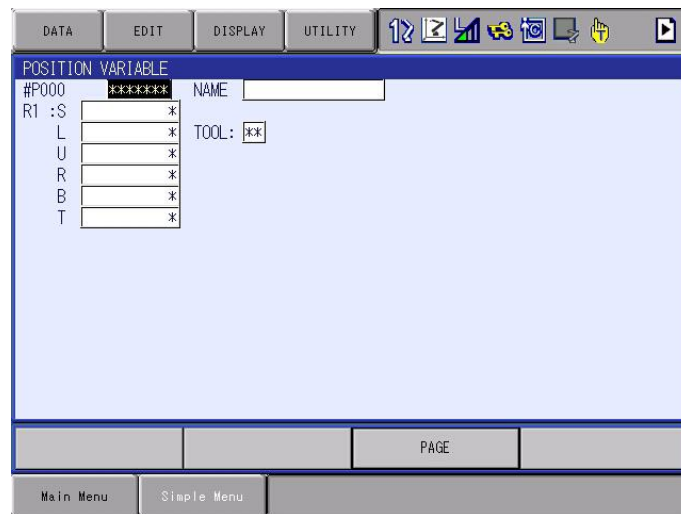
## 4.2. Lập trình robot

Trong phần này, sinh viên sẽ học cách lập trình chương trình tự động (job) cho robot, bao gồm 4 bước cơ bản: teach (dạy điểm), program (viết chương trình), test (chạy thử) và play (chạy tự động).

### Bước 1: Teach – Dạy điểm

Để di chuyển tự động, robot cần biết giá trị điểm đầu và điểm cuối của quỹ đạo. Các điểm này sẽ do người dùng nhập vào thông qua bước dạy điểm. Khái niệm “điểm” ở đây bao gồm cả vị trí và hướng của robot.

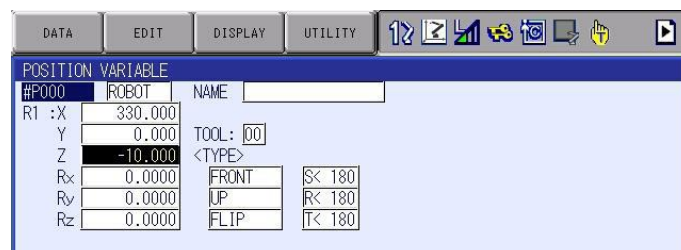
Trên Main menu, chọn VARIABLE → Position Variable để truy cập mục dữ liệu điểm của robot. Dùng nút [PAGE] và [SHIFT] + [PAGE] để chuyển trang đến điểm cần chỉnh sửa.



Nhấn [SELECT] vào kiểu dữ liệu của điểm, di chuyển con trỏ và chọn ROBOT.



Điều khiển bằng tay, di chuyển robot đến điểm mục tiêu cần nhớ trong không gian. Nhấn [MODIFY] và [ENTER] để lưu điểm đó vào dữ liệu.



Để xóa dữ liệu một điểm, trên thanh Menu chọn Data → Clear data.

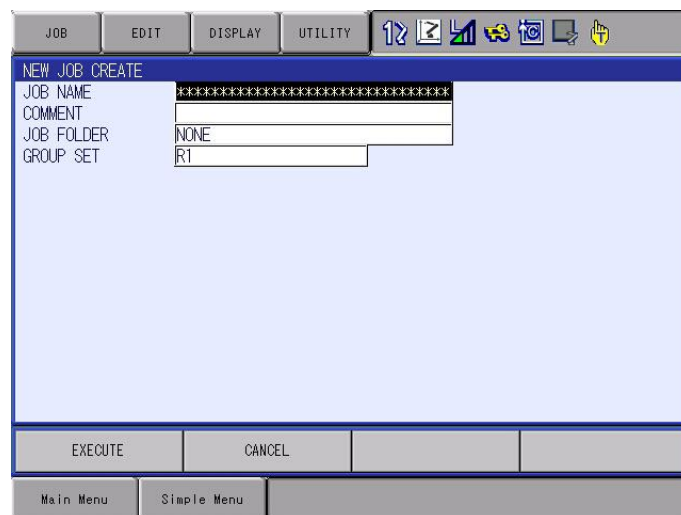


Để di chuyển robot đến một điểm đã lưu, chuyển trang đến điểm đó và nhấn [FWD] khi servo đang bật.

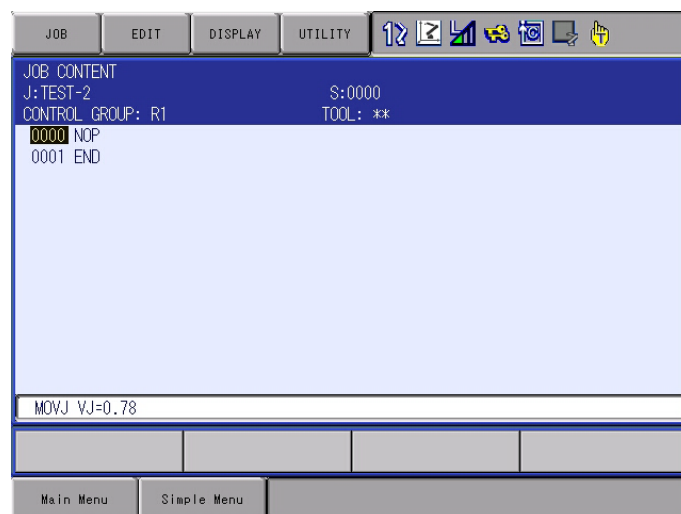
### Bước 2: Program – Viết chương trình

Chương trình cho robot MotoMINI được viết theo ngôn ngữ lập trình INFORM, bao gồm các lệnh di chuyển, đọc ghi I/O, cấu trúc, tính toán,... như Bảng 4, các lệnh nâng cao có thể tham khảo trong tài liệu [3] và [4].

Để tạo chương trình mới, trên Main menu ta chọn JOB → Create new job

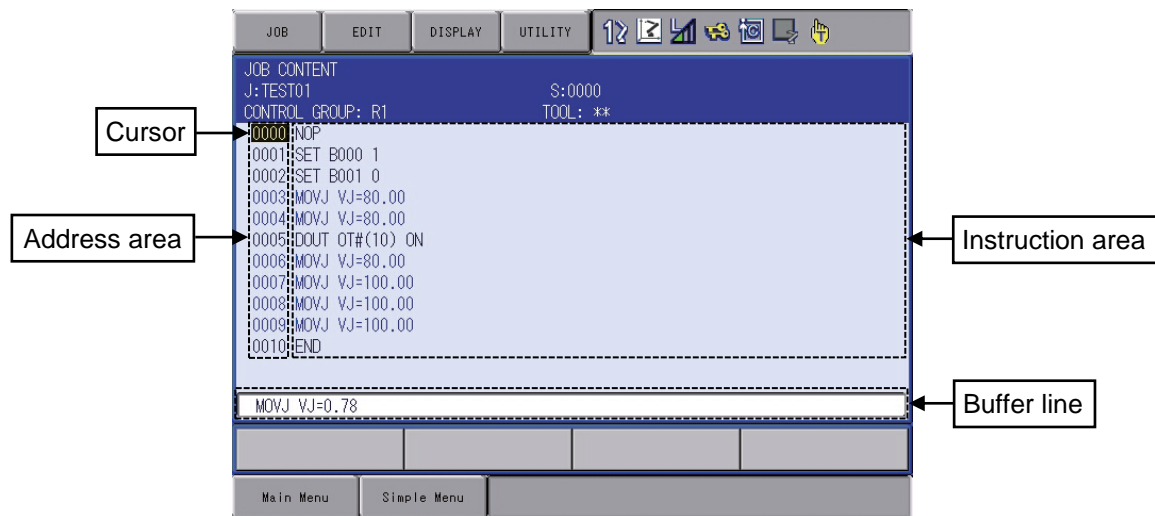


Di chuyển con trỏ đến JOB NAME, nhấn [SELECT]. Nhập tên job bằng bàn phím ảo hiện ra trên màn hình. Nhấn [ENTER] và EXECUTE, một job trống được tạo ra.

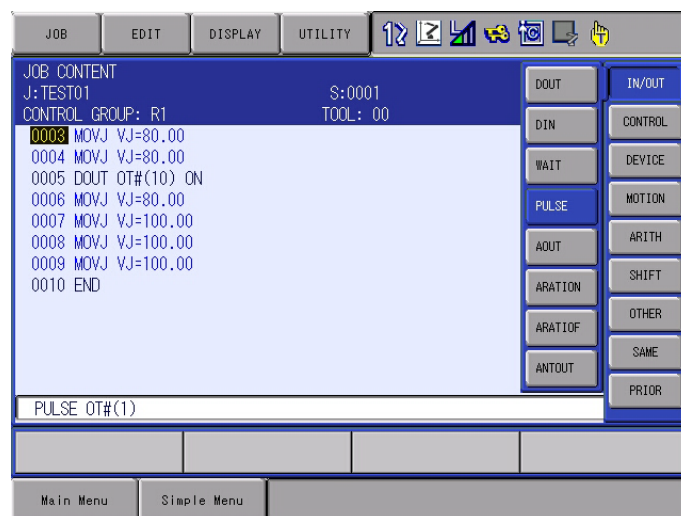


Cửa sổ chỉnh sửa job có cấu trúc như hình dưới. Cột bên trái (address area) chứa địa chỉ và cột bên phải (instruction area) chứa nội dung các câu lệnh. Con trỏ (cursor) được di chuyển

bằng các nút phím tên trên bàn phím. Dòng đệm (buffer line) chứa câu lệnh sắp được thêm vào hoặc đang được chỉnh sửa trên chương trình.



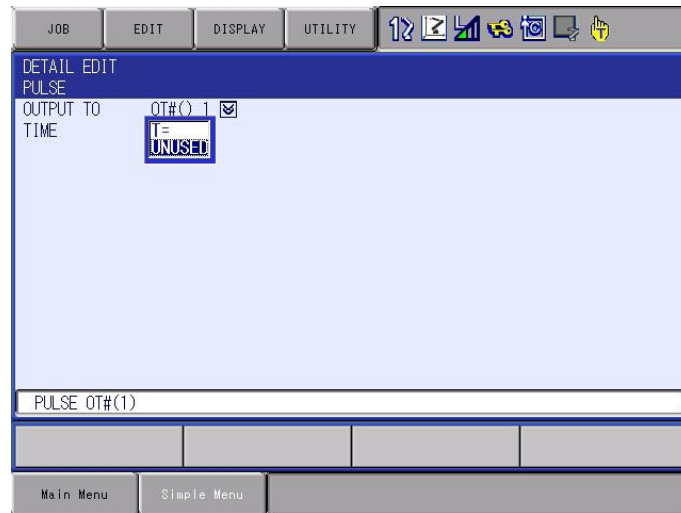
Để thêm một câu lệnh vào chương trình. Di chuyển con trỏ đến địa chỉ cần thêm lệnh. Nhấn nút [INFORM LIST] để hiện danh sách chọn lệnh. Di chuyển con trỏ trên tập lệnh, nhấn [Select] vào nhóm lệnh và câu lệnh cần dùng. Câu lệnh được chọn sẽ hiện ra trên dòng buffer. Ví dụ lệnh PULSE (phát xung) được chọn trong hình dưới:



Để cài đặt nhanh một thông số trong câu lệnh, di chuyển con trỏ trên dòng buffer đến thông số đó, nhấn [SELECT]. Nhập thông số mới bằng bàn phím và nhấn [ENTER].



Để cài đặt đầy đủ các thông số trong câu lệnh, di chuyển con trỏ trên dòng buffer đến mã lệnh, nhấn Select. Cửa sổ cài đặt chi tiết hiện ra:



Sau khi cài đặt xong. Nhấn [INSERT] và [ENTER] để chèn lệnh từ dòng buffer vào chương trình tại địa chỉ liền sau con trỏ. Ví dụ nếu con trỏ đang ở địa chỉ 0003 thì lệnh PULSE sẽ được chèn vào địa chỉ 0004 như hình dưới:

```
0003 MOVJ VJ=80.00
0004 PULSE OT#(1)
0005 MOVJ VJ=80.00
0006 DOUT OT#(10) ON
```

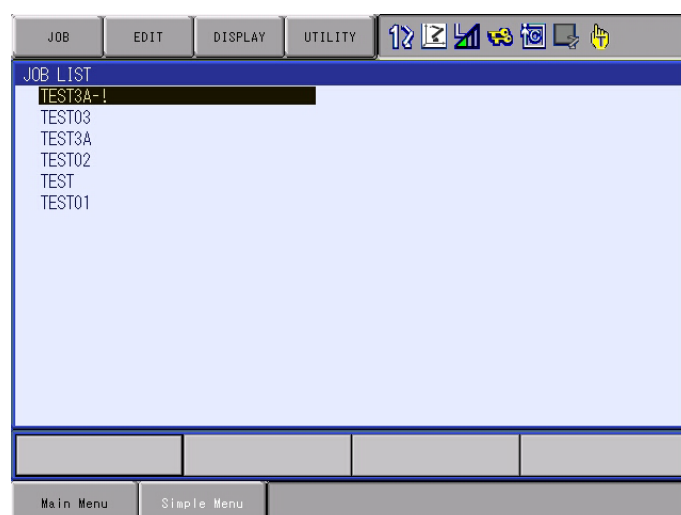
Để thay thế lệnh tại vị trí con trỏ bằng câu lệnh trên dòng buffer, nhấn [MODIFY] và [ENTER]. Để xóa câu lệnh tại vị trí con trỏ, nhấn [DELETE] và [ENTER].

### Bước 3: Test – Chạy thử

Ta cần chạy thử để kiểm tra chương trình trước khi đưa vào chạy thực. Trên cửa sổ chương trình, nhấn [INTERLOCK] + [TEST START] để bắt đầu chạy thử. Chương trình chỉ chạy khi hai phím trên được giữ cùng lúc, và dừng ngay khi buông nút [TEST START].

### Bước 4: Play – Chạy tự động

Trên Main menu, chọn JOB → Select Job để vào danh sách các job. Mở job cần chạy.



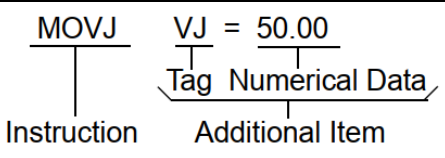
Xoay Mode Switch sang “Play” để vào chế độ chạy tự động.

Nhấn [SERVO ON READY] để bật nguồn servo (không cần chờ Enable Switch).



Nhấn [START] để bắt đầu chạy chương trình. Nhấn [HOLD] để tạm dừng chương trình. Khi có sự cố, nhấn [EMERGENCY STOP] để dừng khẩn cấp.

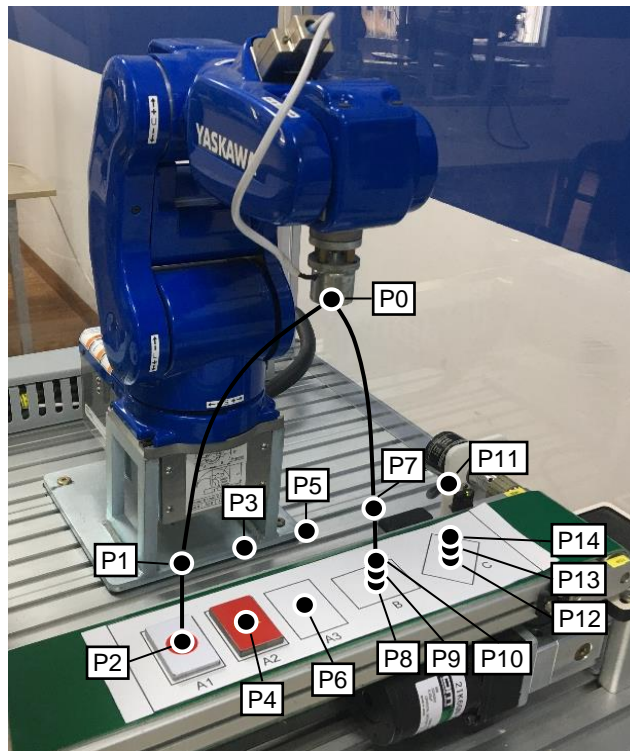
Bảng 4. Tập lệnh INFORM cơ bản

Cú pháp chung		
		Instruction : Lệnh Additional Item : Tham số lệnh Tag : Tên tham số Numerical Data : Giá trị tham số
Lệnh	Chức năng	Ví dụ
<b>Nhóm lệnh di chuyển (MOTION)</b>		
<b>MOVJ</b>	Di chuyển nội suy theo khớp	MOVJ P001 VJ=5.00
<b>MOVL</b>	Di chuyển nội suy theo đường thẳng	MOVL P001 V=20.00 PL=0
<b>MOVC</b>	Di chuyển nội suy theo đường tròn	MOVC P001 V=20.00 PL=0
<b>MOVS</b>	Di chuyển nội suy theo đường spline	MOVL P001 VL=20.00 PL=0
<b>SPEED</b>	Cài đặt tốc độ di chuyển	SPEED VJ=10.00
<b>Nhóm lệnh in-out (INOUT)</b>		
<b>DOUT</b>	Bật tắt output ngoài	DOUT OT#(1) ON
<b>PULSE</b>	Xuất một xung ra output ngoài	PULSE OT#(5) T=0.500
<b>DIN</b>	Đọc input ngoài vào biến	DIN B016 IN#(6)
<b>WAIT</b>	Chờ đến khi tín hiệu input ngoài khớp với một giá trị xác định	WAIT IN#(2)=ON T=10.000 WAIT IN#(2)=B002
<b>Nhóm lệnh cấu trúc (CONTROL)</b>		
<b>JUMP</b>	Nhảy đến một nhãn hoặc một job	JUMP *LABEL JUMP JOB:TEST1 IF IN#(4)=OFF
<b>*(label)</b>	Nhãn đánh dấu địa chỉ đến nhảy đến	*LB1
<b>CALL</b>	Gọi một job	CALL JOB:TEST1 IF IN#(5)=ON
<b>RET</b>	Quay lại job trước	RET IF IN#(12) =OFF
<b>END</b>	Kết thúc một job	END
<b>NOP</b>	Không thực hiện gì	NOP
<b>TIMER</b>	Trì hoãn chương trình một thời gian	TIMER T=2.000
<b>IF statement</b>	Thực hiện lệnh chỉ khi một điều kiện được thỏa	CALL JOB:TEST1 IF IN#(5)=ON
<b>UNTIL statement</b>	Thực hiện lệnh đến khi một điều kiện được thỏa	MOVL V=30 UNTIL IN#(1)=ON
<b>IF THEN ELSEIF ELSE ENDIF</b>	Lệnh thực thi có điều kiện	IF ( B001=1 ) THEN SET B004=1 ELSEIF ( B001=2) THEN SET B004=2 ENDIF
<b>PAUSE</b>	Tạm dừng chương trình	PAUSE IF IN#(12)=OFF
<b>'(comment)'</b>	Chú thích	'Draws 100mm diameter circle

Nhóm lệnh tính toán (ARITH)		
<b>ADD</b>	Cộng giá trị hai biến, lưu vào biến 1	ADD I001 I002
<b>SUB</b>	Trừ giá trị hai biến, lưu vào biến 1	SUB D011 D012
<b>SET</b>	Gán giá trị biến 2 vào biến 1	SET P004 P005
<b>AND</b>	AND giá trị hai biến, lưu vào biến 1	AND B000 B010
<b>OR</b>	OR giá trị hai biến, lưu vào biến 1	OR B000 B010

**Yêu cầu 2.1:** Lập trình chương trình gấp thả vật như Yêu cầu 1.2.

**Hướng dẫn:** Dạy robot các điểm như Hình 13. Trong đó P0 là điểm home của robot. P2, P4, P6, P8, P9, P10, P12, P13, P14 là các điểm tiếp xúc và xếp chồng vật trên palette. P1, P3, P5, P7, P11 là các điểm trung gian ở phía trên, cách điểm tiếp xúc vật khoảng 50 mm.



Hình 13. Các điểm dừng trong chương trình và dạng quỹ đạo di chuyển của robot

Viết chương trình gấp thả vật từ ô A1 thả vào ô B như dưới đây, gồm job MAIN (chương trình chính), job PICK-A1 (gấp vật tại A1) và job PLACE-B (thả vật tại B). Sinh viên tự viết thêm các job PICK-... và PLACE-... gấp thả vật tại các điểm còn lại để hoàn thành yêu cầu.

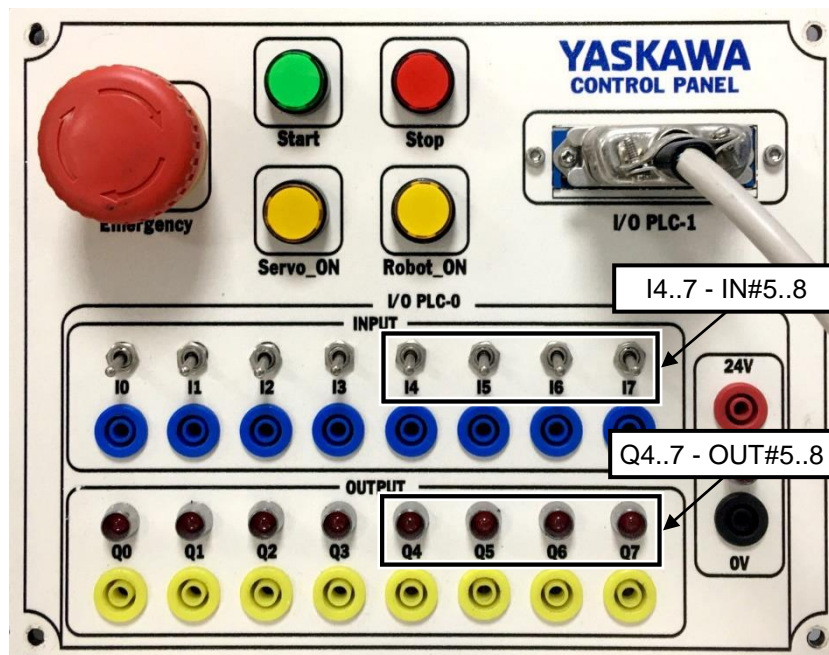
JOB: PICK-A1	
0000	NOP
0001	MOVJ P000 VJ=10.00
0002	MOVJ P001 VJ=10.00
0003	MOVJ P002 VJ=5.00 PL=0
0004	DOUT OT#(1) ON
0005	MOVJ P001 VJ=10.00
0006	END

JOB: PLACE-B	
0000	NOP
0001	MOVJ P000 VJ=10.00
0002	MOVJ P007 VJ=10.00
0003	MOVJ P008 VJ=5.00 PL=0
0004	DOUT #OT(1) OFF
0005	MOVJ P007 VJ=5.00
0006	END

JOB: MAIN	
0000	NOP
0001	CALL JOB: PICK-A1
0002	CALL JOB: PLACE-B
0003	END

**Yêu cầu 2.2:** Lập trình chương trình gấp thả vật kết hợp với I/O của robot. Biết rằng có 4 input và 4 output của robot được kết nối với Control Panel của bộ thí nghiệm như Hình 14. Trong đó, IN#5 đến IN#8 của robot nối với công tắc I4 đến I7 của panel, và OUT#5 đến OUT#8 của robot nối với đèn Q4 đến Q7 của panel.

- Đặt trước 3 vật vào A1, A2, A3. Gạt tắt cả công tắc về OFF (gạt xuống). Lập trình robot sao cho khi người dùng bật ngẫu nhiên I4, I5, I6, robot gấp vật tương ứng ở A1, A2, A3, thả chồng lên nhau ở B. Sau khi thả 1 vật ở B, robot xuất 1 xung dài 1s ra đèn Q4.
- Tương tự như câu a và bổ sung thêm đầu vào I7. Lập trình robot sao cho khi I7 OFF thì robot thả vật vào B, khi I7 ON thì robot thả vật vào C. Sau khi thả vật ở B, C, robot xuất 1 xung dài 1s tương ứng ra đèn Q4, Q5.



Hình 14. Control Panel và kết nối với các I/O của robot

## 5. BÁO CÁO

Trình bày việc thực hiện các yêu cầu trong bài: chương trình robot, hình ảnh/video kết quả, trả lời câu hỏi, nhận xét, kết luận.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] MotoMINI Instructions, Yaskawa Electric Corp, 2018.
- [2] YRC1000micro Instructions, Yaskawa Electric Corp, 2017.
- [3] YRC1000micro Operator's Manual, Yaskawa Electric Corp, 2018.
- [4] YRC1000micro Options Instructions for INFORM language, Yaskawa Electric Corp, 2017.