

# NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ, CHẾ TẠO MÔ HÌNH TAY MÁY 6 BẬC TỰ DO DẠNG SELF-STUDY ROBOT

RESEARCH OF DESIGNING AND CREATING SEFT- STUDY ROBOT MECHANICAL ARM MODEL WITH 6 FREEDOM JOINTS

Vũ Đức Thắng<sup>1\*</sup>, Lê Quốc Trung<sup>2</sup>, Trần Ngọc Dũng<sup>3</sup>,  
Mai Thành Tôn<sup>4</sup>, Nguyễn Thị Nga<sup>5</sup>, Ngô Mạnh Tùng<sup>6</sup>

## TÓM TẮT

Bài báo trình bày việc mô hình hóa một tay máy Robot 6 bậc tự do có khả năng học theo tác của người vận hành và thực hiện lặp đi lặp lại các thao tác đã được dạy. Sử dụng phần mềm Autodesk Inventor, Altium Designer, Arduino IDE cho việc thiết kế, gia công chi tiết cơ khí, mạch điều khiển và thuật toán điều khiển của tay máy Robot. Phương pháp điều khiển ở đây là sử dụng Arduino Mega 2560 (Atmega 2560) kết hợp với Driver Drv8825, TB6600 để điều khiển đồng thời 6 động cơ bước trên 6 khớp của tay máy Robot

**Từ khoá:** Autodesk Inventor, Altium Designer, Arduino IDE, Arduino Mega 2560 (Atmega 2560), Drv8825, TB6600.

## ABSTRACT

The article presents the modeling process of a six freedom joints mechanical arm having the ability of learning operator's actions and perform the learned actions in a loop. The Autodesk Inventor, Altium Designer, Arduino IDE softwares are used for designing and machining the components. The controlling method is using Arduino Mega 2560 (Atmega 2560) combined with driver of Drv8825, TB6600 in order to control 6 stepper motors in 6 joints of the arm simultaneously.

**Keywords:** Autodesk Inventor, Altium Designer, Arduino IDE, Arduino Mega 2560 (Atmega 2560), Drv8825, TB6600.

<sup>1</sup>Lớp CĐ Điều khiển tự động 04 - K12, Khoa Điện, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

<sup>2</sup>Lớp ĐH Điều khiển tự động 05 - K12, Khoa Điện, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

<sup>3</sup>Lớp ĐH Điều khiển tự động 01- K13, Khoa Điện, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

<sup>4</sup>Lớp ĐH Điều khiển tự động 03- K13, Khoa Điện, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

<sup>5</sup>Lớp ĐH Điều khiển tự động 03- K14, Khoa Điện, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

<sup>6</sup>Khoa Điện, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

\*Email: vuducthangtdhau@gmail.com

## 1. GIỚI THIỆU

Trên thế giới, Robot ngày càng được sử dụng rộng rãi trong các ngành công nghiệp và cả giáo dục. Các nhà khoa học đang ngày đêm nghiên cứu để có thể phát minh ra các loại Robot chuyên dụng có thể thay thế con người trong những vấn đề lớn của nhiều quốc gia trên thế giới. Tuy nhiên, việc chế tạo và điều khiển một robot thực tế không đơn giản. Để hiểu được cấu trúc bên trong, các bước để chế tạo nên một tay máy robot cần phải có những nghiên cứu

kỹ lưỡng từ những mô hình Robot đơn giản nhất. Như mô hình các tay máy Robot mini phân loại sản phẩm, nâng gắp vật,... Đây cũng chính là nội dung mà bài báo hướng tới, đó là xây dựng một mô hình tay máy Robot học lệnh sau đó lưu lại vị trí và tay máy Robot có thể thực hiện lại các động tác đã được dạy.

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu, thiết kế để đi đến gia công lắp ráp các chi tiết cơ khí, đi dây và lập trình dựng nên mô hình thực của tay máy Robot 6 bậc tự do. Nội dung chính của bài báo gồm 3 mục: Tính toán thiết kế các chi tiết, cơ cấu cơ khí của tay máy Robot; Lựa chọn thiết bị, thiết kế xây dựng mạch điều khiển tay máy Robot; Nghiên cứu chương trình thuật toán điều khiển tay máy Robot.

## 2. PHƯƠNG PHÁP VÀ NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

### 2.1. Thiết kế và xây dựng chi tiết cơ khí mô hình tay máy 6 bậc tự do

Thông qua các quá trình thực nghiệm, đo moment xoắn của động cơ trong việc kéo tải, so sánh với các thông số về trọng lượng của từng khớp nhóm nghiên cứu đã lựa chọn và đưa ra được các thông số của hệ số truyền từng khớp  $K_i$ , từ thông số của hệ số truyền  $K_i$  nhóm tính toán ra bán kính của bánh răng chủ động  $R_1$  và bán kính bánh răng bị dẫn  $R_2$

$$R_1 = \frac{(Z_1 + 2) * \lambda}{2\pi} \quad (1)$$

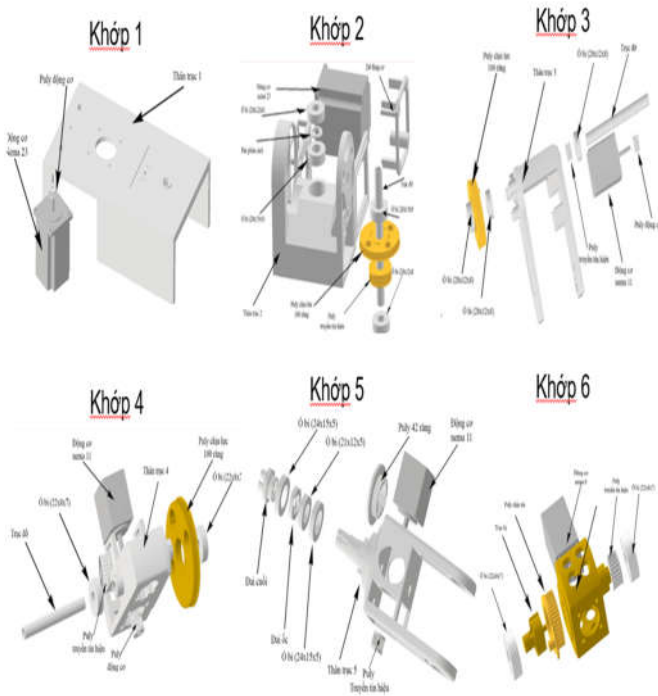
Trong đó:  $R_1$  là bán kính bánh đai chủ động;  $Z_1$  (răng) là số răng của bánh đai chủ động;  $\lambda$  (mm) là bước răng của dây đai GT2.

$$R_2 = \frac{(Z_2 + 2) * \lambda}{2\pi} \quad (2)$$

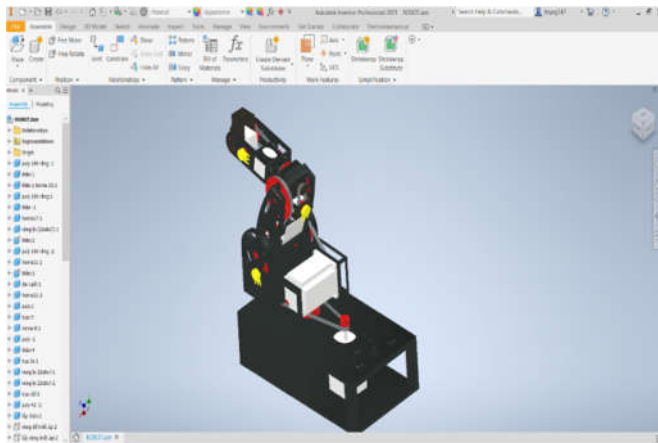
Trong đó:  $R_2$  là bán kính bánh đai bị dẫn;  $Z_2$  (răng) là số răng của bánh đai bị dẫn;  $\lambda$  (mm) là bước răng của dây đai GT2.

Từ đó thiết kế ra chi tiết bánh đai truyền động của tay máy, sau khi có số liệu của chi tiết bánh đai nhóm nghiên cứu dựa vào kích thước của loại dây đai GT2 để tính ra khoảng cách giữa hai tâm của bánh đai. Cuối cùng khi đã tính toán được các thông số cơ bản như kích thước của các bánh đai và khoảng cách giữa hai bánh đai, nhóm nghiên

cứ tiến hành dựng mô hình 3D của từng khớp tay trên phần mềm Autodesk Inventor.



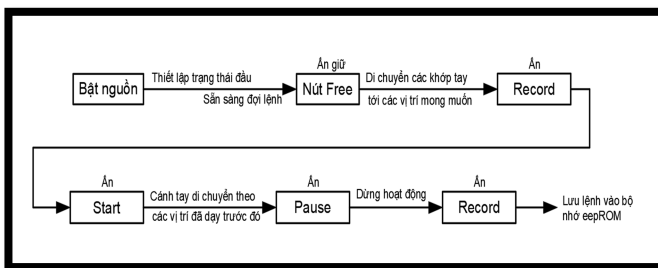
Hình 1. Các chi tiết cơ khí của tay máy Robot



Hình 2. Hình ảnh mô hình 3D tay máy robot trên Autodesk Inventor

**2.2. Thiết kế hệ điều khiển mô hình tay máy robot 6 bậc tự do**

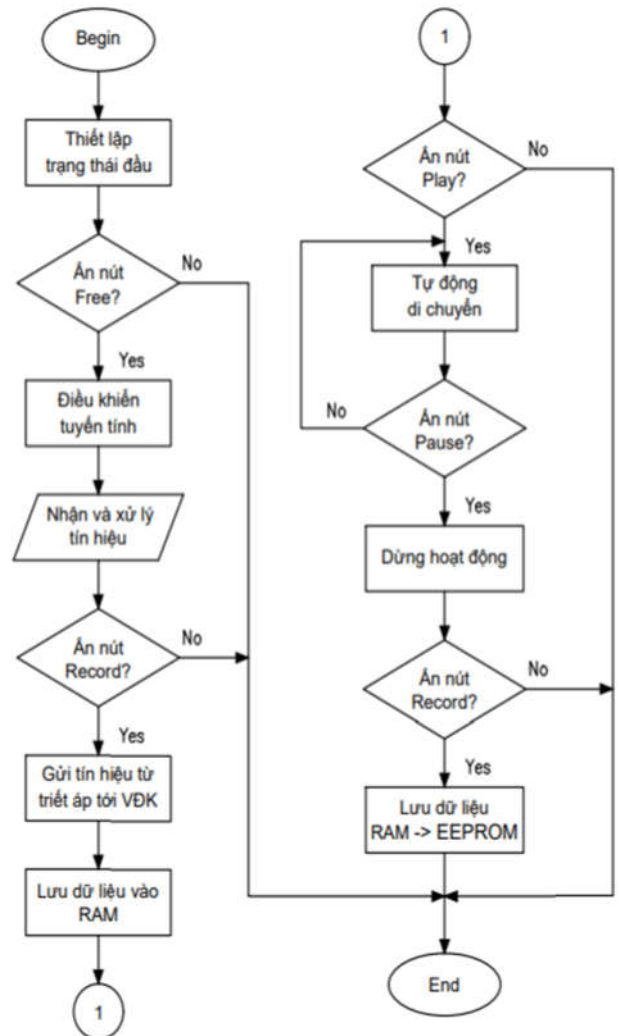
**2.2.1. Thiết kế bo mạch điều khiển mô hình tay máy Robot**



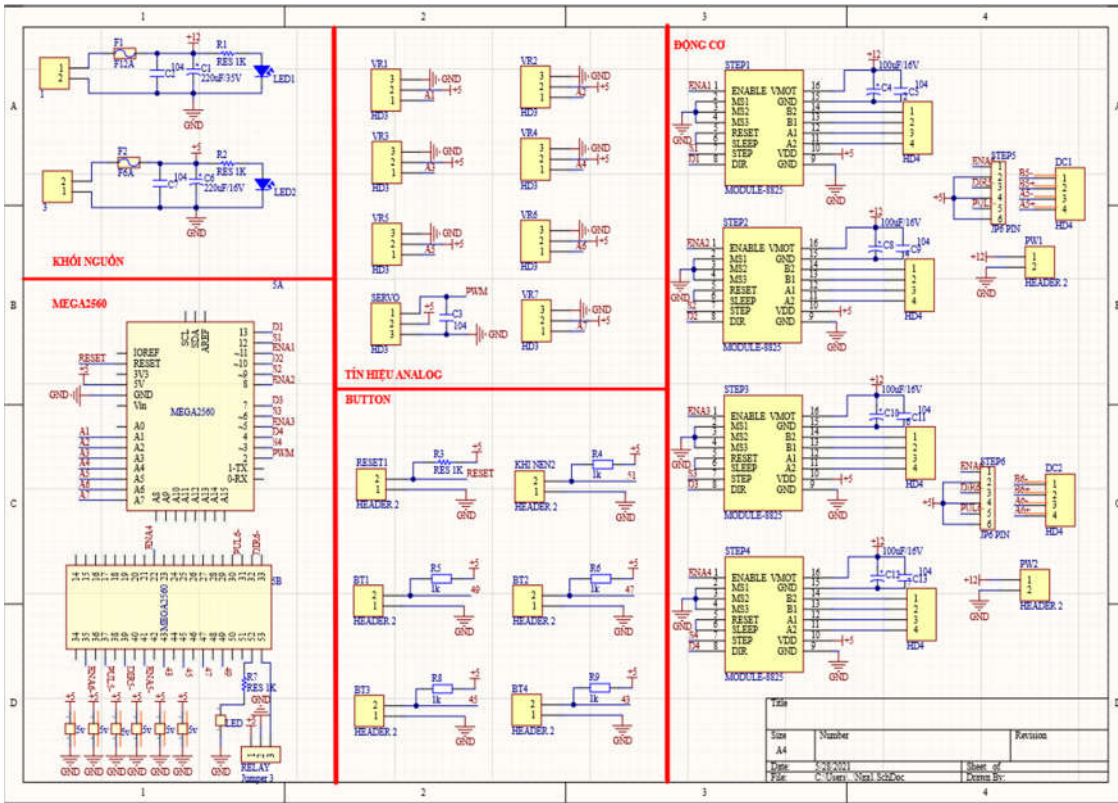
Hình 3. Nguyên lý vận hành tay máy Robot học lệnh

Sau khi nắm được yêu cầu công nghệ của mô hình tay máy robot nhóm nghiên cứu bước đầu đi vào phân tích yêu cầu công nghệ của mô hình tay máy và dựng nên sơ đồ nguyên lý vận hành và lưu đồ thuật toán nguyên lý điều khiển của tay máy robot.

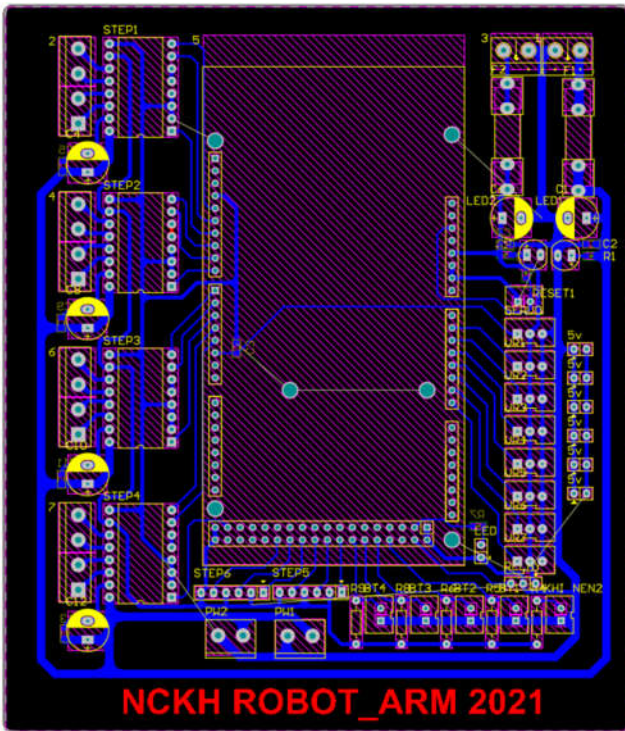
Tay máy robot tự học lệnh hoạt động nhờ vào khả năng ghi nhớ các điểm, vị trí của tay máy trong không gian. Cụ thể hơn là khả năng ghi nhớ số vòng quay, số xung của động cơ trong khoảng thời gian dạy lệnh. Để biết được số vòng quay hay số xung mà động cơ vừa thực hiện ta sẽ sử dụng các triết áp. Bằng việc chia tín hiệu điện áp thành các tín hiệu analog trong dải từ 0 - 1023 ứng với góc quay từ 0 đến 270 độ của triết áp (biến trở xoay). Tín hiệu này sẽ được lưu lại và được vi điều khiển xử lý để thực hiện lại các vị trí của tay máy trong không gian đã được lưu. Dữ liệu này được lưu lại ngay cả khi nguồn điện bị mất nếu người vận hành nhấn nút EEPROM. Khi nhấn nút Start vi điều khiển sẽ lấy giá trị được lưu trong quá trình học lệnh để điều khiển động cơ đúng với giá trị được lưu số xung, số vòng, vị trí cánh tay.



Hình 4. Hình ảnh lưu đồ thuật toán điều khiển tay máy Robot



Hình 5. Sơ đồ nguyên lý của tay máy Robot được thiết kế trên phần mềm Altium Designer



Hình 6. Hình ảnh bo mạch được layout 2D trên phần mềm Altium Designer

**2.2.2. Chương trình điều khiển của tay máy robot**

Tay máy Robot 6 bậc tự do sử dụng Arduino cho bài toán điều khiển 6 step motor (6 khâu) với cùng một bộ điều

khiển. Bài toán đặt ra là trong 1 chuyển động của cánh tay, 6 step motor cùng hoạt động và kết thúc với thời gian của step có góc quay lớn nhất của cánh tay robot. Thực hiện điều chế xung cho các driver điều khiển step motor.

Giải sử: xét trong 1 chuyển động của cánh tay Robot, số bước của từng khâu (step\_roll) phải quay với số bước như sau:

- Khâu 1: 50 bước (số bước mà step motor phải quay)
- Khâu 2: -100 bước
- Khâu 3: -200 bước
- Khâu 4: 200 bước
- Khâu 5: 50 bước
- Khâu 6: 100 bước

Lúc này vi điều khiển sẽ tính toán và lựa chọn khâu có số bước dài nhất ( $step\_roll_{max} = |200|$ ) và định chiều quay của từng ( $step\_roll > 0$  thì quay thuận và ngược lại thì quay lại quay nghịch). Biến Count sẽ đếm từ 0 đến  $2 * step\_roll_{max}$ . Mỗi lần biến count tăng lên 1 giá trị thì VĐK sẽ xuất ra tín hiệu xung tương ứng cho từng step motor cho đến khi step motor đó quay đủ số bước đặt theo giá trị tính toán.

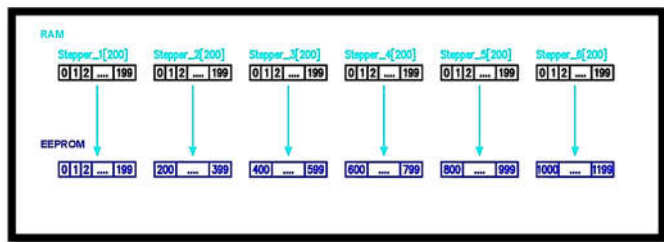
**Một số trạng thái làm việc tay máy Robot**

Trạng thái bắt đầu: khi bắt đầu robot sẽ có hai cách để hoạt động: học lệnh và lấy dữ liệu trong EEPROM để vận hành. Khi robot đã được lưu dữ liệu từ lần hoạt động trước, ta có thể trực tiếp lấy dữ liệu EEPROM ra để trực tiếp vận hành.

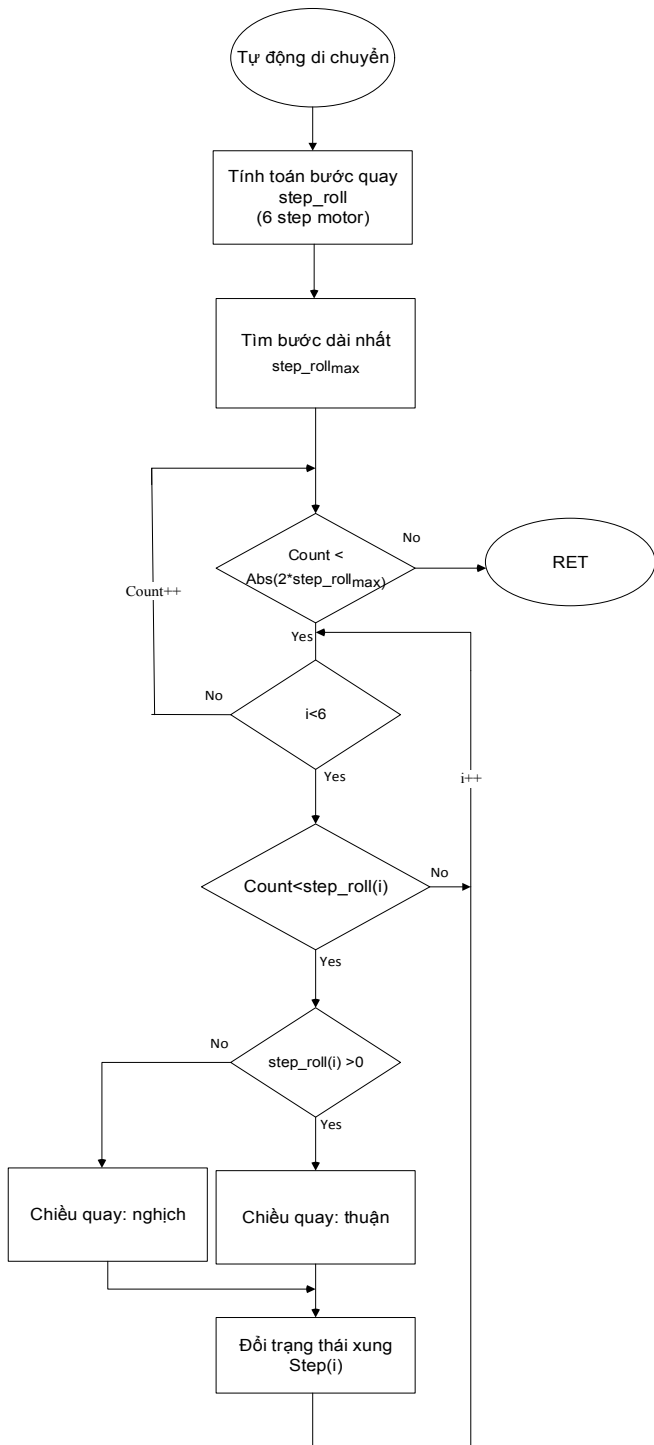
Chế độ học lệnh: di chuyển cánh tay đến vị trí điểm cuối yêu cầu rồi ấn RECORD để ghi nhớ trạng thái.

Chế độ vận hành tự động: khi hoàn tất việc lấy dữ liệu cho các khâu. Nhấn START/PAUSE để vận hành.

Nạp EEPROM: Muốn lưu lại giá trị các khâu của hiện tại ta chuyển trạng thái robot sang chế độ dừng bằng cách nhấn START/PAUSE. Sau đó chúng ta nhấn EEPROM để ghi dữ liệu.



Hình 7. Mô tả quá trình lưu dữ liệu từ RAM vào EEPROM



Hình 8. Lưu đồ thuật toán điều khiển Step Motor

### 3. MÔ HÌNH THỰC NGHIỆM CỦA TAY MÁY ROBOT

Sau khi thiết kế, dựng lên được mô hình tay máy Robot trên phần mềm Autodesk Inventor và in 3D các chi tiết cơ khí của tay máy robot. Mô hình thực tay máy Robot sau khi được lắp ráp hoàn thiện như hình 9.

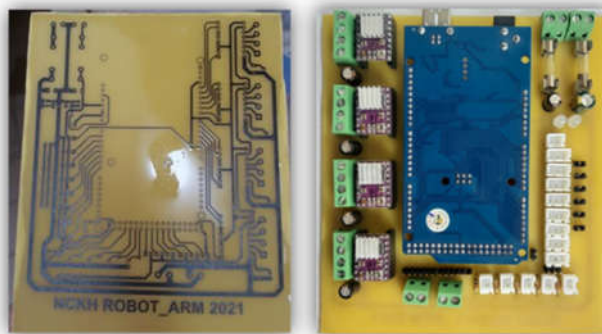


Hình 9. Hình ảnh mô hình thực tay máy Robot sau khi được lắp ráp hoàn thiện

Mô hình tay máy robot sử dụng vật liệu là nhựa ABS để gia công và được lắp ráp các chi tiết gồm 6 khớp tay máy và các phím chức năng. Ngoài ra tay máy cũng được thiết kế phần khớp thứ 6 với khả năng có thể thay được cơ cấu tay gấp, mô hình cơ cấu tay gấp là tay gấp cơ cấu kẹp và tay gấp hút khí nén.



Hình 10. Người vận hành đang tiến hành dạy thao tác cho tay máy Robot



Hình 11. Hình ảnh bo mạch điều khiển tay máy Robot sau khi được gia công thủ công

#### 4. KẾT LUẬN

Bài báo này đã trình bày kết quả nghiên cứu thiết kế và chế tạo mô hình tay máy robot 6 bậc tự do dạng Self-Study để đáp ứng được phần nào yêu cầu được đặt ra ở phần mở đầu. Nhóm tác giả đã xây dựng được mô hình thực nghiệm của tay máy Robot. Đây chính là bước đầu để tiến tới hoàn thiện nâng cấp, cải tiến độ bền công nghiệp và độ chính xác hơn để đáp ứng được các tiêu chuẩn kỹ thuật phục vụ được trong các dây truyền sản xuất, và trong công tác giảng dạy hỗ trợ cho các bạn sinh viên khối ngành kỹ thuật tiếp cận tìm hiểu về các mô hình tay máy Robot.

---

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Trần Thế San (biên dịch), Nguyễn Tiến Dũng (hiệu đính), 2002. *Cơ sở nghiên cứu và sáng tạo Robot*. Nhà xuất bản Thống kê
- [2]. Trần Văn Địch, 2003. *Công nghệ chế tạo bánh răng*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
- [3]. <https://www.makerguides.com/tb6600-stepper-motor-driver-arduino-tutorial/>.
- [4]. <https://www.pololu.com/product/2133>.
- [5]. Phạm Quang Huy, Nguyễn Trọng Hiếu, 2018. *Vi điều khiển và ứng dụng - Hướng dẫn sử dụng Arduino*. Nhà xuất bản Bách khoa.