

**ỦY BAN NHÂN DÂN QUẬN 5  
TRƯỜNG TRUNG CẤP NGHỀ  
KỸ THUẬT CÔNG NGHỆ HÙNG VƯƠNG**



**GIÁO TRÌNH**

**TÊN MÔ ĐUN: VẬN HÀNH VÀ SỬA CHỮA BIẾN TẦN**

**NGÀNH, NGHỀ: ĐIỆN TỬ CÔNG NGHIỆP**

**TRÌNH ĐỘ: TRUNG CẤP**

*(Ban hành kèm theo Quyết định số: ...../QĐ-KTCNHV ngày ... tháng ... năm 2024 của  
Hiệu trưởng Trường Trung cấp nghề Kỹ thuật Công nghệ Hùng Vương)*

**Năm 2024**

## **TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN**

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo và tham khảo.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

## LỜI GIỚI THIỆU

Biên soạn giáo trình không chỉ là một hoạt động nghiên cứu khoa học, mà còn là một hành trình sáng tạo. Các giáo viên và giảng viên, dựa trên các phương pháp và nguyên tắc chung, đã khéo léo vận dụng vào điều kiện cụ thể để xây dựng nội dung giảng dạy hấp dẫn và thu hút người học.

Nhằm cung cấp tài liệu cơ sở cho đội ngũ giáo viên để tiến hành các buổi dạy học hiệu quả, cũng như hỗ trợ học sinh, sinh viên trong quá trình học tập, Khoa Điện tử đã tổ chức biên soạn cuốn giáo trình “**Sửa chữa thiết bị sóng siêu âm, sóng cao tần**”. Sản phẩm này là kết quả của sự đóng góp công sức từ nhóm giáo viên chuyên ngành tại trường Trung cấp nghề Kỹ thuật Công nghệ Hùng Vương.

Cuốn giáo trình được viết bởi đội ngũ giáo viên giàu kinh nghiệm, với sự hỗ trợ và phản biện từ các doanh nghiệp trong lĩnh vực liên quan. Dù đã cố gắng biên soạn một cách kỹ lưỡng, chúng tôi hiểu rằng cuốn sách khó tránh khỏi những khiếm khuyết. Vì vậy, chúng tôi mong nhận được ý kiến đóng góp từ bạn đọc để cuốn giáo trình này ngày càng hoàn thiện hơn trong các lần tái bản sau. Xin trân trọng giới thiệu cuốn giáo trình tới bạn đọc!

*Quận 5, ngày ... tháng ... năm .....*

*Tham gia biên soạn*

*1. Bùi Quốc Trường*

*2. Lê Huỳnh Quân*

*3. Nguyễn Hoàn Phú*

## MỤC LỤC

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN .....	2
LỜI GIỚI THIỆU.....	3
MỤC LỤC.....	4
Bài 1: Tổng quan về biến tần .....	6
1. Mục tiêu của bài học .....	6
2. Nội dung bài học.....	6
3. Thực hành (3 giờ) .....	7
Bài 2: Các phương pháp điều khiển biến tần .....	8
1. Mục tiêu của bài học .....	8
2. Nội dung bài học.....	8
3. So sánh các phương pháp điều khiển.....	9
4. Thực hành (6 giờ) .....	9
Bài 3: Phương pháp cài đặt biến tần .....	10
1. Mục tiêu của bài học .....	10
2. Nội dung bài học.....	10
3. Thực hành (6 giờ) .....	11
4. Tổng kết .....	11
Bài 4: Các thông báo lỗi thường gặp trên biến tần .....	12
1. Mục tiêu của bài học .....	12
2. Nội dung bài học.....	12
3. Thực hành (6 giờ) .....	12
4. Tổng kết .....	13
Bài 5: Sửa chữa phần nguồn biến tần .....	14
1. Mục tiêu của bài học .....	14
2. Nội dung bài học.....	14
3. Thực hành (9 giờ) .....	15
4. Tổng kết .....	15
Bài 6: Sửa chữa phần công suất chỉnh lưu, IGBT.....	16
1. Mục tiêu của bài học .....	16
2. Nội dung bài học.....	16
3. Thực hành (14 giờ) .....	17
4. Kiểm tra (1 giờ).....	17
5. Tổng kết .....	17
Bài 7: Sửa chữa phần Driver công suất.....	18
1. Mục tiêu của bài học .....	18
2. Nội dung bài học.....	18

3. Thực hành (14 giờ) .....	19
4. Kiểm tra (1 giờ) .....	19
5. Tổng kết.....	19
<b>Bài 8: Sửa chữa các chân giao tiếp bên ngoài .....</b>	<b>20</b>
1. Mục tiêu của bài học.....	20
2. Nội dung bài học .....	20
3. Thực hành (15 giờ) .....	21
4. Tổng kết.....	21
<b>Bài 9: Bảo trì biến tần.....</b>	<b>22</b>
1. Mục tiêu của bài học.....	22
2. Nội dung bài học .....	22
3. Thực hành (12 giờ) .....	23
4. Kiểm tra (3 giờ) .....	23
5. Tổng kết.....	23

# Bài 1: Tổng quan về biến tần

**Thời gian:** 4 giờ (Lý thuyết: 1 giờ, Thực hành: 3 giờ)

## 1. Mục tiêu của bài học

- Hiểu rõ khái niệm, cấu tạo, nguyên lý hoạt động của biến tần.
- Nắm vững vai trò của biến tần trong công nghiệp.
- Biết cách nhận diện các bộ phận chính của biến tần.
- Ứng dụng biến tần trong hệ thống điều khiển động cơ.

## 2. Nội dung bài học

### 2.1 Khái niệm cơ bản về biến tần

- **Biến tần (Inverter)** là thiết bị điện tử dùng để thay đổi tần số và điện áp ngõ ra, giúp điều khiển tốc độ động cơ xoay chiều.
- **Nguyên lý hoạt động:**
  - Chuyển đổi điện áp xoay chiều (AC) thành điện áp một chiều (DC) qua mạch chỉnh lưu.
  - Biến đổi DC thành AC có tần số và điện áp thay đổi qua bộ nghịch lưu (inverter).
  - Điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cách thay đổi tần số ngõ ra.
- **Lợi ích của biến tần:**
  - Tiết kiệm điện năng bằng cách điều chỉnh tốc độ động cơ theo tải thực tế.
  - Bảo vệ động cơ nhờ cơ chế khởi động mềm, giảm dòng khởi động.
  - Nâng cao hiệu suất hệ thống sản xuất với khả năng điều khiển linh hoạt.

### 2.2 Cấu tạo cơ bản của biến tần

- Một biến tần điển hình gồm các phần chính sau:
  1. **Mạch chỉnh lưu (Rectifier):**
    - Chuyển đổi điện áp xoay chiều (AC 1 pha hoặc 3 pha) thành điện áp một chiều (DC).
    - Sử dụng cầu diode hoặc mạch chỉnh lưu có điều khiển (SCR).
  2. **Mạch lọc DC (DC Link):**
    - Dùng tụ điện và cuộn cảm để làm phẳng điện áp DC, giảm nhiễu.
  3. **Mạch nghịch lưu (Inverter):**
    - Chuyển đổi dòng DC trở lại thành AC với tần số và điện áp thay đổi.
    - Sử dụng linh kiện bán dẫn công suất như IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) hoặc MOSFET.
  4. **Mạch điều khiển:**
    - Bao gồm vi xử lý hoặc vi điều khiển để điều chỉnh tần số, điện áp, bảo vệ hệ thống.
  5. **Mạch bảo vệ:**
    - Bảo vệ quá áp, quá dòng, quá nhiệt, mất pha.

### 2.3 Nguyên lý hoạt động của biến tần

- Các bước biến đổi dòng điện:
  1. Nhận điện áp AC (220V hoặc 380V).
  2. Chỉnh lưu thành DC thông qua cầu diode.
  3. Lọc nhiễu DC bằng tụ điện.
  4. Biến đổi DC thành AC với tần số thay đổi thông qua IGBT.
  5. Cung cấp AC điều khiển động cơ theo yêu cầu.

### 2.4 Sơ đồ khối cơ bản của biến tần

- Dưới đây là sơ đồ nguyên lý cơ bản của biến tần:  
Điện lưới AC --> Chỉnh lưu --> Mạch DC --> Nghịch lưu --> Động cơ  
(220V/380V) (Diode/SCR) (Tụ điện) (IGBT) (AC Motor)

### 2.5 Ứng dụng của biến tần

- **Trong công nghiệp:** Điều khiển băng tải, máy bơm, quạt gió, thang máy, máy CNC.

- **Trong dân dụng:** Hệ thống điều hòa, máy giặt, quạt điện, hệ thống bơm nước thông minh.

### **3. Thực hành (3 giờ)**

- Nhận diện các linh kiện bên trong biến tần.
- Vẽ sơ đồ nguyên lý của biến tần.
- Quan sát và đo thông số điện áp, tần số tại các khối mạch.

## Bài 2: Các phương pháp điều khiển biến tần

Thời gian: 8 giờ (Lý thuyết: 2 giờ, Thực hành: 6 giờ)

### 1. Mục tiêu của bài học

- Hiểu rõ các phương pháp điều khiển biến tần.
- Biết cách áp dụng từng phương pháp điều khiển cho các ứng dụng khác nhau.
- Nắm được ưu, nhược điểm của từng phương pháp.

### 2. Nội dung bài học

#### 2.1 Tổng quan về điều khiển biến tần

- Biến tần điều khiển động cơ bằng cách thay đổi **tần số (Hz)** và **điện áp (V)** của nguồn cấp.
- Các phương pháp điều khiển phổ biến:
  - Điều khiển U/f (V/f - Volts per Hertz).
  - Điều khiển vector (Vector Control).

#### 2.2 Phương pháp điều khiển U/f (V/f Control)

##### a) Nguyên lý hoạt động:

- Biến tần thay đổi điện áp và tần số theo tỷ lệ không đổi để duy trì mô-men xoắn ổn định.
- Công thức điều khiển:  $V=k \times fV = k \times f$  Trong đó:
  - **V**: Điện áp đầu ra
  - **f**: Tần số đầu ra
  - **k**: Hệ số tỷ lệ

##### b) Ưu điểm:

- Dễ cài đặt, phù hợp với tải có quán tính lớn.
- Giá thành rẻ, không yêu cầu cảm biến phản hồi.
- Đáp ứng tốt với quạt, bơm, băng tải.

##### c) Nhược điểm:

- Khả năng điều khiển mô-men xoắn kém, không phù hợp với tải nặng.
- Độ chính xác điều khiển thấp.

##### d) Ứng dụng:

- Máy nén khí, quạt công nghiệp, máy trộn, băng tải.

#### 2.3 Phương pháp điều khiển Vector (Vector Control – VC)

##### a) Nguyên lý hoạt động:

- Điều khiển dòng điện theo trục từ thông (d-axis) và trục mô-men xoắn (q-axis), tương tự động cơ DC.
- Sử dụng biến đổi tọa độ (Clark & Park) để tách biệt điều khiển từ thông và mô-men xoắn.

##### b) Các dạng điều khiển Vector:

#### 1. Vector vòng hở (Sensorless Vector Control - SVC)

- Không cần cảm biến phản hồi tốc độ.
- Tính toán mô-men xoắn dựa trên mô hình toán học của động cơ.
- Ưu điểm: Độ chính xác khá cao, giá thành thấp hơn vector vòng kín.
- Nhược điểm: Độ chính xác thấp hơn khi tải thay đổi nhanh.

#### 2. Vector vòng kín (Field-Oriented Control - FOC)

- Sử dụng encoder (cảm biến tốc độ) để đo tốc độ động cơ thực tế.
- Điều chỉnh chính xác từ thông và mô-men xoắn.
- Ưu điểm: Độ chính xác rất cao, phù hợp với tải nặng, yêu cầu mô-men lớn.
- Nhược điểm: Giá thành cao, phức tạp hơn.

##### c) Ưu điểm chung của điều khiển vector:

- Khả năng kiểm soát mô-men xoắn tốt.
- Đáp ứng nhanh với sự thay đổi tải.



- Phù hợp với ứng dụng đòi hỏi độ chính xác cao.

**d) Nhược điểm:**

- Cần hiệu chỉnh tham số động cơ chính xác.
- Giá thành cao hơn so với điều khiển U/f.

**e) Ứng dụng:**

- Máy CNC, robot công nghiệp, thang máy, cần trục.

**3. So sánh các phương pháp điều khiển**

Tiêu chí	U/f (V/f Control)	Vector vòng hở (SVC)	Vector vòng kín (FOC)
Độ chính xác tốc độ	Thấp	Trung bình	Cao
Khả năng kiểm soát mô-men	Kém	Tốt	Rất tốt
Đáp ứng tải thay đổi nhanh	Kém	Tốt	Rất tốt
Yêu cầu cảm biến	Không cần	Không cần	Cần Encoder
Ứng dụng phổ biến	Quạt, bơm, băng tải	Máy dệt, máy nén khí	Máy CNC, thang máy

**4. Thực hành (6 giờ)**

- **Bài 1:** Lập trình biến tần theo phương pháp U/f.
- **Bài 2:** Cài đặt điều khiển Vector vòng hở và so sánh với U/f.
- **Bài 3:** Cài đặt biến tần điều khiển Vector vòng kín cho động cơ servo.

## Bài 3: Phương pháp cài đặt biến tần

Thời gian: 8 giờ (Lý thuyết: 2 giờ, Thực hành: 6 giờ)

### 1. Mục tiêu của bài học

- Hiểu rõ các thông số cơ bản của biến tần.
- Biết cách cài đặt biến tần theo từng ứng dụng cụ thể.
- Cài đặt đúng các tham số bảo vệ và vận hành.
- Ứng dụng biến tần trong điều khiển động cơ hiệu quả.

### 2. Nội dung bài học

#### 2.1 Tổng quan về cài đặt biến tần

- Biến tần có nhiều tham số cần thiết lập trước khi vận hành.
- Việc cài đặt đúng giúp động cơ hoạt động ổn định, tránh hư hỏng.
- Các tham số cài đặt có thể chia thành **6 nhóm chính**:
  1. **Thông số động cơ**
  2. **Thông số hiển thị**
  3. **Thông số vận hành**
  4. **Thông số bảo vệ**
  5. **Thông số khởi động**
  6. **Cài đặt điều khiển nâng cao**

#### 2.2 Cài đặt thông số động cơ

Các thông số cơ bản:

Tham số	Ý nghĩa	Giá trị tham khảo
Công suất động cơ	Công suất danh định của động cơ	0.75kW, 1.5kW, 2.2kW...
Điện áp định mức	Điện áp đầu vào của động cơ	220V, 380V
Dòng điện định mức	Dòng điện danh định của động cơ	Theo nameplate
Tần số định mức	Tần số hoạt động danh định	50Hz, 60Hz
Tốc độ định mức	Tốc độ quay danh định	1400rpm, 2800rpm

- **Lưu ý:** Các thông số trên thường được ghi trên **nameplate** (nhãn động cơ), cần nhập chính xác.

#### 2.3 Cài đặt thông số hiển thị

- Chọn **đơn vị hiển thị tốc độ**: Hz, RPM, m/s...
- Cấu hình màn hình hiển thị **dòng điện, điện áp, công suất tiêu thụ**.
- Thiết lập **ngôn ngữ hiển thị**, nếu có.

#### 2.4 Cài đặt thông số vận hành

Tham số	Ý nghĩa	Giá trị phổ biến
Chế độ điều khiển	Chọn phương pháp điều khiển: <b>V/f, vector vòng hở, vector vòng kín</b>	V/f (quạt, bơm), Vector (thang máy, CNC)
Tần số tối đa	Giới hạn tần số đầu ra lớn nhất	50Hz, 60Hz, 120Hz
Tần số tối thiểu	Giới hạn tần số thấp nhất	0Hz, 5Hz
Tăng tốc (Accel)	Thời gian tăng tốc từ 0Hz đến tần số đặt	5s – 20s
Giảm tốc (Decel)	Thời gian giảm tốc từ tần số đặt về 0Hz	5s – 20s

- **Lưu ý:**

- **Tăng tốc quá nhanh** có thể làm sụt áp hoặc quá dòng.
- **Giảm tốc quá nhanh** có thể gây quá áp do hiện tượng **năng lượng phản hồi** từ động cơ.

## 2.5 Cài đặt thông số bảo vệ

Tham số	Ý nghĩa	Mức khuyến nghị
Quá dòng (Overcurrent)	Giới hạn dòng điện tối đa của biến tần	120% - 150% dòng định mức
Quá áp (Overvoltage)	Giới hạn điện áp DC Link tối đa	410V (cho 220V), 820V (cho 380V)
Quá nhiệt (Overheat)	Giới hạn nhiệt độ tối đa của biến tần	80°C - 100°C
Mất pha (Phase Loss)	Bảo vệ khi thiếu pha đầu vào hoặc đầu ra	Bật

### - Lưu ý:

- Cài đặt đúng giúp kéo dài tuổi thọ biến tần và động cơ.
- Nếu giá trị bảo vệ quá thấp, biến tần có thể ngắt không cần thiết.
- Nếu giá trị quá cao, có thể gây hỏng biến tần hoặc động cơ.

## 2.6 Cài đặt thông số khởi động

- **Chế độ khởi động mềm:** Giảm dòng khởi động, tránh sụt áp.
- **Chế độ điều khiển phanh:** Dùng khi cần dừng nhanh (thang máy, băng tải).
- **Chế độ khởi động lại:** Cho phép biến tần tự khởi động lại sau khi mất điện.

## 2.7 Cài đặt biến tần cho các ứng dụng cụ thể

### - Bơm và quạt gió:

- Dùng chế độ điều khiển V/f, tiết kiệm năng lượng khi tải nhẹ.
- Cài đặt thời gian tăng tốc 10s – 30s để tránh sốc cơ học.
- Cho phép tự động điều chỉnh tốc độ theo áp suất hoặc lưu lượng.

### - Băng tải, máy ép:

- Dùng điều khiển Vector vòng hở để duy trì mô-men xoắn ổn định.
- Cài đặt thời gian tăng tốc ngắn (5s – 10s) để đáp ứng nhanh.

### - Máy CNC, thang máy:

- Dùng điều khiển Vector vòng kín, kết hợp với encoder để kiểm soát tốc độ chính xác.
- Kích hoạt chế độ hãm tái sinh để tránh trượt khi dừng.

## 3. Thực hành (6 giờ)

- **Bài 1:** Cài đặt thông số cơ bản trên biến tần.
- **Bài 2:** Cài đặt tăng tốc, giảm tốc, bảo vệ quá tải.
- **Bài 3:** Ứng dụng biến tần điều khiển bơm, quạt, băng tải.

## 4. Tổng kết

- Cài đặt biến tần đúng giúp tăng tuổi thọ và đảm bảo an toàn.
- Mỗi ứng dụng yêu cầu các thông số cài đặt khác nhau.
- Hiểu rõ thông số động cơ là bước đầu tiên quan trọng.

## Bài 4: Các thông báo lỗi thường gặp trên biến tần

Thời gian: 8 giờ (Lý thuyết: 2 giờ, Thực hành: 6 giờ)

### 1. Mục tiêu của bài học

- Hiểu rõ nguyên nhân và cách xử lý các lỗi thường gặp trên biến tần.
- Biết cách nhận diện lỗi thông qua mã lỗi hiển thị.
- Thành thạo các phương pháp kiểm tra và sửa chữa lỗi cơ bản.

### 2. Nội dung bài học

#### 2.1 Nguyên nhân chung gây lỗi trên biến tần

##### - Lỗi về nguồn cấp:

- Điện áp quá cao hoặc quá thấp.
- Mất pha nguồn đầu vào.

##### - Lỗi do động cơ hoặc tải:

- Động cơ bị quá tải.
- Dây nối giữa biến tần và động cơ bị lỏng.

##### - Lỗi do linh kiện bên trong biến tần:

- Hư hỏng IGBT, diode chỉnh lưu, tụ điện.
- Hỏng mạch điều khiển hoặc driver công suất.

##### - Lỗi do môi trường vận hành:

- Quá nhiệt do môi trường quá nóng hoặc quạt làm mát hỏng.
- Độ ẩm cao gây chập mạch.

#### 2.2 Các lỗi thường gặp trên biến tần Delta

Mã lỗi	Nguyên nhân	Cách khắc phục
E	Quá tải động cơ	Kiểm tra tải, tăng thời gian tăng tốc, giảm tần số cài đặt
H	Quá nhiệt	Kiểm tra quạt làm mát, vệ sinh bộ tản nhiệt
OC	Quá dòng	Kiểm tra cấp động cơ, đo cách điện động cơ
OV	Quá áp	Giảm thời gian giảm tốc, kiểm tra điện áp nguồn
LU	Mất pha nguồn	Kiểm tra lại nguồn cấp đầu vào

#### 2.3 Các lỗi thường gặp trên biến tần Mitsubishi

Mã lỗi	Nguyên nhân	Cách khắc phục
E0	Lỗi EEPROM	Reset biến tần, nếu lỗi tiếp tục thì cần thay thế
E1	Quá dòng khi tăng tốc	Giảm tốc độ tăng tốc, kiểm tra dây nối động cơ
E3	Quá tải động cơ	Kiểm tra mô-men tải, tăng giới hạn dòng điện
E5	Quá nhiệt IGBT	Kiểm tra tản nhiệt, đảm bảo thông gió tốt
E6	Lỗi mất pha đầu ra	Kiểm tra dây động cơ, đo điện áp từng pha

#### 2.4 Phương pháp kiểm tra và sửa chữa lỗi

- **Bước 1:** Xác định lỗi trên màn hình hiển thị.
- **Bước 2:** Kiểm tra nguyên nhân lỗi bằng đồng hồ đo.
- **Bước 3:** Áp dụng biện pháp khắc phục phù hợp.
- **Bước 4:** Chạy thử biến tần để kiểm tra lỗi đã khắc phục chưa.

### 3. Thực hành (6 giờ)

- **Bài 1:** Chẩn đoán và xử lý lỗi quá dòng trên biến tần Delta.
- **Bài 2:** Kiểm tra và sửa chữa lỗi mất pha trên biến tần Mitsubishi.
- **Bài 3:** Sử dụng đồng hồ đo để kiểm tra các linh kiện bên trong biến tần.

#### 4. Tổng kết

- Nhận diện lỗi nhanh giúp **giảm thời gian dừng máy**.
- Hiểu nguyên nhân lỗi giúp **kéo dài tuổi thọ biến tần**.
- Kết hợp đo kiểm thực tế để **xác định chính xác lỗi**.

# Bài 5: Sửa chữa phần nguồn biến tần

**Thời gian:** 12 giờ (Lý thuyết: 3 giờ, Thực hành: 9 giờ)

## 1. Mục tiêu của bài học

- Hiểu nguyên lý hoạt động của mạch nguồn trong biến tần.
- Biết cách kiểm tra, đo đạc và sửa chữa các lỗi liên quan đến phần nguồn.
- Thành thạo phương pháp thay thế linh kiện như diode chỉnh lưu, tụ điện, MOSFET, IC nguồn.

## 2. Nội dung bài học

### 2.1 Chức năng của mạch nguồn trong biến tần

- Phần nguồn của biến tần có nhiệm vụ **cung cấp điện áp DC ổn định** cho mạch điều khiển và khối công suất.
- **Sơ đồ tổng quát của mạch nguồn biến tần:**  
Điện lưới AC → Mạch chỉnh lưu → Tụ lọc → Nguồn xung → Cấp nguồn cho mạch điều khiển

### 2.2 Cấu tạo của mạch nguồn biến tần

- Mạch nguồn biến tần gồm các khối chính sau:
  1. **Mạch chỉnh lưu (Rectifier):**
    - Chuyển đổi điện xoay chiều (AC 220V/380V) thành **điện áp một chiều (DC 300V/600V)**.
    - Sử dụng cầu **diode chỉnh lưu** hoặc **SCR điều khiển pha**.
  2. **Tụ lọc DC (DC Link Capacitor):**
    - Làm phẳng điện áp DC, giảm nhiễu và dao động điện áp.
    - Dùng **tụ điện cao áp (450V - 800V)**.
  3. **Mạch nguồn xung (Switching Power Supply):**
    - Biến đổi điện áp DC thành các **mức điện áp nhỏ hơn (5V, 12V, 24V)** cấp cho vi điều khiển, IGBT driver.
    - Sử dụng **IC nguồn (TOPSwitch, TNY, UC3842, KA7500)**.

### 2.3 Nguyên lý hoạt động của phần nguồn

1. **Bước 1:** Điện AC đầu vào được chỉnh lưu thành DC.
2. **Bước 2:** Tụ lọc giúp ổn định điện áp DC.
3. **Bước 3:** Mạch nguồn xung hạ áp DC xuống 5V, 12V, 24V.
4. **Bước 4:** Điện áp này cấp cho **mạch vi điều khiển, mạch driver IGBT, mạch bảo vệ**.

### 2.4 Các lỗi thường gặp ở phần nguồn biến tần

Lỗi	Nguyên nhân	Cách khắc phục
Mất nguồn hoàn toàn	Hỏng cầu diode, đứt cầu chì, cháy tụ lọc	Kiểm tra cầu chì, diode, thay thế nếu hỏng
Nguồn chập chờn	Tụ lọc suy giảm, lỗi IC nguồn	Đo kiểm tụ, kiểm tra IC nguồn
Nguồn xung không hoạt động	Hỏng MOSFET nguồn, đứt biến áp xung	Thay thế MOSFET, kiểm tra biến áp
Điện áp DC Link quá cao/thấp	Tụ lọc hỏng, điện áp lưới không ổn định	Kiểm tra điện áp lưới, đo tụ điện

### 2.5 Phương pháp kiểm tra và sửa chữa phần nguồn

- **Bước 1: Kiểm tra điện áp nguồn vào**
  - Dùng đồng hồ đo AC 220V/380V tại đầu vào.
- **Bước 2: Kiểm tra cầu diode chỉnh lưu**
  - Dùng chế độ đo diode trên đồng hồ vạn năng.
  - Nếu diode bị **ngắn mạch (0Ω)** hoặc **hở mạch (OL)** → **Thay thế**.

- **Bước 3: Đo kiểm tụ lọc DC**
  - Đo điện áp **DC Link (300V hoặc 600V)**.
  - Nếu tụ bị **phồng, rò rỉ** → **Thay thế tụ mới**.
- **Bước 4: Kiểm tra mạch nguồn xung**
  - Đo các mức điện áp 5V, 12V, 24V.
  - Nếu mất điện áp → Kiểm tra **IC nguồn, MOSFET, biến áp xung**.
- **Bước 5: Kiểm tra linh kiện và thay thế**
  - Nếu linh kiện hỏng, tiến hành **gỡ bỏ, thay thế linh kiện tương đương**.
  - Lưu ý **hàn cẩn thận**, tránh làm hỏng mạch PCB.

### 3. Thực hành (9 giờ)

- **Bài 1:** Kiểm tra và đo điện áp mạch nguồn biến tần.
- **Bài 2:** Thay thế cầu diode chỉnh lưu bị hỏng.
- **Bài 3:** Kiểm tra và thay thế tụ lọc DC.
- **Bài 4:** Kiểm tra IC nguồn và sửa chữa nguồn xung.
- **Bài 5:** Sửa lỗi mất nguồn hoàn toàn trên biến tần Delta.

### 4. Tổng kết

- **Mạch nguồn biến tần** cung cấp năng lượng cho toàn bộ hệ thống.
- Cần kiểm tra **điện áp đầu vào, tụ lọc, diode chỉnh lưu, IC nguồn** để xác định lỗi.
- Sử dụng **đồng hồ đo và máy hiện sóng** để kiểm tra chi tiết các tín hiệu điện.

# Bài 6: Sửa chữa phần công suất chỉnh lưu, IGBT

**Thời gian:** 20 giờ (Lý thuyết: 5 giờ, Thực hành: 14 giờ, Kiểm tra: 1 giờ)

## 1. Mục tiêu của bài học

- Hiểu rõ nguyên lý hoạt động của mạch chỉnh lưu và khối IGBT trong biến tần.
- Biết cách kiểm tra, đo đạc và sửa chữa các linh kiện công suất.
- Thành thạo phương pháp thay thế linh kiện hư hỏng như diode, thyristor, IGBT.

## 2. Nội dung bài học

### 2.1 Tổng quan về phần công suất chỉnh lưu và IGBT

- Phần công suất trong biến tần gồm hai khối chính:

#### 2.1.1 Mạch chỉnh lưu (Rectifier)

- Chuyển đổi điện xoay chiều (AC 220V/380V) thành điện một chiều (DC 300V/600V).
- Gồm cầu diode chỉnh lưu hoặc thyristor (SCR) điều khiển pha.
- Cung cấp điện áp DC ổn định cho mạch nghịch lưu.

#### 2.1.2 Mạch nghịch lưu (Inverter - IGBT)

- Chuyển đổi điện áp DC thành điện áp AC có tần số thay đổi.
- Sử dụng IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) để đóng cắt dòng điện nhanh, điều khiển tần số đầu ra.
- Tạo ra sóng PWM (Pulse Width Modulation) điều khiển động cơ.

### 2.2 Nguyên lý hoạt động của mạch công suất

#### - Giai đoạn 1: Chỉnh lưu AC thành DC

- Dòng điện xoay chiều AC (220V/380V) đi qua cầu diode để thành dòng một chiều DC.
- Tụ điện lọc giúp ổn định điện áp DC.

#### - Giai đoạn 2: Biến đổi DC thành AC có điều khiển

- IGBT đóng cắt theo tín hiệu điều khiển để tạo sóng điện áp xoay chiều với tần số thay đổi.
- Phương pháp điều chế PWM giúp điều khiển chính xác điện áp và tốc độ động cơ.

### 2.3 Cấu tạo và chức năng của IGBT

- IGBT là linh kiện bán dẫn công suất cao, kết hợp ưu điểm của MOSFET (điều khiển dễ) và BJT (chịu dòng lớn).
- Cấu tạo gồm 3 chân: G (Gate), C (Collector), E (Emitter).
- Chịu điện áp cao 600V – 1200V, dòng điện lớn 10A – 200A.
- Nguyên lý đóng cắt của IGBT:
  - Khi cấp xung +15V vào chân G → IGBT dẫn điện (bật).
  - Khi giảm xung về 0V hoặc -5V → IGBT ngắt (tắt).
  - Được điều khiển bằng mạch Driver IGBT để đóng cắt nhanh.

### 2.4 Các lỗi thường gặp của mạch chỉnh lưu và IGBT

Lỗi	Nguyên nhân	Cách khắc phục
Chập nguồn DC (nổ cầu chì)	Diode chỉnh lưu bị chập	Kiểm tra, thay diode hỏng
Mất điện áp DC	Tụ lọc DC hỏng, cầu diode hở	Đo kiểm tụ, kiểm tra diode
IGBT bị chập (quá dòng)	Quá tải động cơ, IGBT hỏng	Kiểm tra tải, đo IGBT, thay thế
IGBT không đóng cắt	Hỏng mạch Driver, mất xung điều khiển	Kiểm tra Driver, đo xung PWM

### 2.5 Phương pháp kiểm tra và sửa chữa

#### - Bước 1: Kiểm tra cầu diode chỉnh lưu

- Dùng đồng hồ vạn năng ở chế độ đo diode.



- Đo từng diode, nếu bị **ngắn mạch (0Ω)** hoặc **hở (OL)** → **Thay thế.**
- **Bước 2: Kiểm tra tụ lọc DC**
  - Dùng đồng hồ đo **điện áp DC Link (300V hoặc 600V).**
  - Nếu tụ bị **phồng, rò rỉ dầu** → **Thay thế tụ mới.**
- **Bước 3: Đo kiểm IGBT**
  - Rút IGBT ra khỏi mạch, đo điện trở giữa **G-C, G-E, C-E.**
  - Nếu IGBT bị **chập (0Ω)** hoặc **hở (OL)** → **Cần thay thế.**
- **Bước 4: Kiểm tra Driver IGBT**
  - Dùng **máy hiện sóng** để kiểm tra tín hiệu PWM điều khiển.
  - Nếu mất xung điều khiển → Kiểm tra **IC điều khiển (IR2110, HCPL-3120, A3120).**
- **Bước 5: Thay thế linh kiện hư hỏng**
  - Dùng **máy khò hàn** để gỡ IGBT, diode hỏng.
  - Hàn linh kiện mới, kiểm tra lại trước khi cấp nguồn.

### 3. Thực hành (14 giờ)

- **Bài 1:** Kiểm tra cầu diode chỉnh lưu bằng đồng hồ đo.
- **Bài 2:** Đo kiểm tụ lọc DC, xác định tụ hỏng.
- **Bài 3:** Kiểm tra, đo và thay thế IGBT.
- **Bài 4:** Kiểm tra tín hiệu xung PWM điều khiển IGBT bằng máy hiện sóng.
- **Bài 5:** Sửa chữa lỗi **quá dòng (OC)** trên biến tần Delta.

### 4. Kiểm tra (1 giờ)

- Học viên thực hành sửa chữa lỗi mạch chỉnh lưu hoặc IGBT hỏng.
- Đánh giá theo các tiêu chí: chẩn đoán chính xác, thao tác chuẩn, an toàn khi sửa chữa.

### 5. Tổng kết

- **Mạch chỉnh lưu và IGBT** là phần quan trọng nhất trong biến tần.
- **Kiểm tra cầu diode, tụ lọc, IGBT và Driver** để xác định lỗi.
- Sử dụng **đồng hồ đo, máy hiện sóng** để đo kiểm chính xác.

# Bài 7: Sửa chữa phần Driver công suất

**Thời gian:** 20 giờ (Lý thuyết: 5 giờ, Thực hành: 14 giờ, Kiểm tra: 1 giờ)

## 1. Mục tiêu của bài học

- Hiểu rõ chức năng và nguyên lý hoạt động của mạch Driver công suất trong biến tần.
- Biết cách kiểm tra, đo đạc và sửa chữa các lỗi liên quan đến mạch điều khiển IGBT.
- Thành thạo phương pháp thay thế linh kiện như IC Driver, transistor kích IGBT, tụ xung, diode bảo vệ.

## 2. Nội dung bài học

### 2.1 Tổng quan về phần Driver công suất

- Mạch **Driver công suất** là bộ phận quan trọng giúp điều khiển **IGBT** hoạt động đúng theo tín hiệu điều khiển.
- **Chức năng chính:**
  - Cấp **xung điều khiển** (+15V để mở, 0V hoặc -5V để tắt) cho IGBT.
  - Cách ly tín hiệu điều khiển với **mạch công suất cao áp** bằng **quang cách ly (Optocoupler)**.
  - Bảo vệ IGBT khỏi **quá dòng, quá áp, nhiễu xung cao tần**.
- **Sơ đồ khối cơ bản của mạch Driver công suất:**  
MCU/CPU → Bộ tạo xung PWM → **Quang cách ly** → Mạch đệm xung → IC Driver → IGBT

### 2.2 Cấu tạo của mạch Driver công suất

- Mạch Driver công suất gồm các khối sau:

#### 2.2.1 Bộ tạo xung điều khiển PWM

- Do vi điều khiển (MCU) hoặc IC điều khiển (IR2110, HCPL-3120, A3120) đảm nhiệm.
- Xuất tín hiệu điều chế độ rộng xung (PWM) để điều khiển tốc độ động cơ.

#### 2.2.2 Mạch cách ly quang (Optocoupler)

- Dùng IC cách ly quang (TLP250, HCPL-3120, A3120) để bảo vệ mạch điều khiển khỏi điện áp cao.

#### 2.2.3 Mạch đệm xung (Gate Driver)

- Khuếch đại dòng điều khiển để kích hoạt IGBT.
- Dùng transistor BJT (2SC1815, 2SA1015) hoặc MOSFET (IRF540, IRF9540).

#### 2.2.4 Nguồn xung cấp cho Driver

- Cung cấp **+15V, -5V, 24V DC** cho mạch điều khiển.
- Dùng **biến áp xung nhỏ và IC nguồn (KA7500, UC3842, TL494)**.

### 2.3 Nguyên lý hoạt động của mạch Driver công suất

- **Giai đoạn 1: Tạo xung điều khiển**
  - Vi điều khiển gửi xung PWM đến **IC Driver**.
  - IC Driver điều chỉnh điện áp **+15V (bật) và -5V (tắt) cho IGBT**.
- **Giai đoạn 2: Cách ly tín hiệu điều khiển**
  - **Optocoupler** tách biệt tín hiệu điều khiển với mạch công suất.
- **Giai đoạn 3: Điều khiển IGBT**
  - **Mạch đệm xung** khuếch đại tín hiệu để kích hoạt IGBT.
  - **IGBT mở/tắt nhanh** theo tần số biến tần (1kHz - 15kHz).

### 2.4 Các lỗi thường gặp của mạch Driver công suất

Lỗi	Nguyên nhân	Cách khắc phục
IGBT không đóng cắt được	Hỏng IC Driver, mất xung điều khiển	Kiểm tra IC, đo xung PWM, thay IC Driver
IGBT bị chập liên tục	Xung điều khiển không tắt	Kiểm tra transistor kích IGBT, thay thế nếu lỗi

Quá áp trên IGBT	Hỏng diode bảo vệ, mất tụ xung	Đo kiểm diode và tụ xung, thay nếu lỗi
Mất nguồn cấp cho Driver	Hỏng nguồn xung 15V, -5V	Kiểm tra IC nguồn, biến áp xung

## 2.5 Phương pháp kiểm tra và sửa chữa

- Bước 1: Kiểm tra nguồn cấp cho Driver
  - Dùng đồng hồ đo +15V, -5V, 24V cấp cho mạch Driver.
  - Nếu mất nguồn → Kiểm tra biến áp xung, IC nguồn (KA7500, UC3842).
- Bước 2: Đo kiểm IC Driver
  - Dùng máy hiện sóng để kiểm tra xung PWM đầu ra.
  - Nếu mất xung → Kiểm tra IC Driver (HCPL-3120, IR2110, A3120).
- Bước 3: Kiểm tra Optocoupler cách ly
  - Đo điện trở giữa chân đầu vào - đầu ra của optocoupler.
  - Nếu OL (hở mạch) hoặc 0Ω (ngắn mạch) → Thay TLP250, HCPL-3120.
- Bước 4: Đo kiểm transistor đệm xung
  - Đo điện áp chân GATE của IGBT khi chạy thử.
  - Nếu mất tín hiệu 15V/0V, kiểm tra BJT hoặc MOSFET kích IGBT.
- Bước 5: Thay thế linh kiện hư hỏng
  - Dùng máy khò hàn để thay IC Driver, optocoupler, transistor hỏng.
  - Hàn chắc chắn, kiểm tra trước khi cấp nguồn lại.

## 3. Thực hành (14 giờ)

- **Bài 1:** Kiểm tra nguồn cấp +15V, -5V cho mạch Driver.
- **Bài 2:** Đo kiểm và thay thế IC Driver (HCPL-3120, A3120).
- **Bài 3:** Kiểm tra xung điều khiển PWM bằng máy hiện sóng.
- **Bài 4:** Thay thế optocoupler cách ly TLP250.
- **Bài 5:** Sửa chữa lỗi mất xung điều khiển trên biến tần Mitsubishi.

## 4. Kiểm tra (1 giờ)

- Học viên thực hành **sửa chữa một lỗi thực tế** trên mạch Driver.
- Đánh giá dựa trên **chẩn đoán chính xác, kỹ năng sửa chữa, an toàn khi làm việc.**

## 5. Tổng kết

- **Mạch Driver công suất** giúp điều khiển IGBT chính xác.
- Kiểm tra **nguồn cấp, xung điều khiển, optocoupler, transistor kích** để xác định lỗi.
- Sử dụng **đồng hồ đo, máy hiện sóng** để kiểm tra chính xác.

## Bài 8: Sửa chữa các chân giao tiếp bên ngoài

Thời gian: 20 giờ (Lý thuyết: 5 giờ, Thực hành: 15 giờ)

### 1. Mục tiêu của bài học

- Hiểu rõ chức năng và nguyên lý hoạt động của các chân giao tiếp trên biến tần.
- Biết cách kiểm tra, đo đạc và sửa chữa các lỗi liên quan đến giao tiếp.
- Thành thạo phương pháp thay thế linh kiện như mạch bảo vệ, optocoupler, relay điều khiển, domino kết nối.

### 2. Nội dung bài học

#### 2.1 Tổng quan về các chân giao tiếp bên ngoài

- Các chân giao tiếp bên ngoài giúp biến tần kết nối và trao đổi tín hiệu với hệ thống điều khiển.
- Gồm hai nhóm chính:

##### 2.1.1 Chân tín hiệu điều khiển vào (Input - DI, AI):

- Nhận lệnh từ công tắc, cảm biến, PLC, nút nhấn.
- Ví dụ: Start/Stop, đảo chiều, chế độ điều khiển tốc độ.

##### 2.1.2 Chân tín hiệu điều khiển ra (Output - DO, AO, Relay):

- Xuất tín hiệu điều khiển đèn báo, còi báo, PLC, relay ngoài.
- Ví dụ: Báo lỗi, báo trạng thái chạy/dừng.

#### 2.2 Cấu tạo của các chân giao tiếp

##### - Nhóm 1: Chân vào số (Digital Input - DI)

- + Tiếp nhận tín hiệu 0V/24V từ công tắc, nút nhấn, PLC.
- + Đi qua mạch optocoupler để cách ly tín hiệu.
- + Xử lý bằng mạch vi điều khiển trước khi tác động lên biến tần.

##### - Nhóm 2: Chân vào tương tự (Analog Input - AI)

- + Nhận tín hiệu 0-10V DC hoặc 4-20mA từ cảm biến, chiết áp.
- + Đi qua mạch khuếch đại tín hiệu, sau đó vào bộ chuyển đổi ADC.

##### - Nhóm 3: Chân ra số (Digital Output - DO, Relay Output)

- + Xuất tín hiệu 0V/24V hoặc tiếp điểm relay NO/NC để báo trạng thái.
- + Dùng transistor cách ly hoặc relay để đóng cắt tải ngoài.

##### - Nhóm 4: Chân ra tương tự (Analog Output - AO)

- + Xuất tín hiệu 0-10V hoặc 4-20mA để điều khiển biến trở, thiết bị giám sát.

#### 2.3 Các lỗi thường gặp và cách sửa chữa

Lỗi	Nguyên nhân	Cách khắc phục
Không nhận tín hiệu Start/Stop	Nút nhấn lỗi, dây bị đứt, hỏng optocoupler	Kiểm tra nút nhấn, đo tín hiệu 24V, thay optocoupler
Không nhận tín hiệu từ cảm biến	Cảm biến hỏng, sai loại tín hiệu (PNP/NPN)	Kiểm tra dây nối, chọn đúng chế độ vào
Tín hiệu Analog Input sai	Cảm biến lỗi, nguồn nhiễu, sai chuẩn 0-10V hoặc 4-20mA	Đo kiểm cảm biến, kiểm tra chống nhiễu
Relay Output không đóng ngắt	Relay cháy tiếp điểm, transistor điều khiển hỏng	Đo kiểm relay, thay mới nếu cần

#### 2.4 Phương pháp kiểm tra và sửa chữa

##### - Bước 1: Kiểm tra dây tín hiệu

- Dùng đồng hồ đo điện áp 24V, 0-10V, 4-20mA tại chân giao tiếp.
- Nếu mất điện áp → Kiểm tra dây đứt, nguồn cấp.

##### - Bước 2: Đo kiểm optocoupler cách ly

- Đo điện trở giữa chân vào - ra của optocoupler.
- Nếu OL (hở mạch) hoặc  $0\Omega$  (ngắn mạch) → Thay mới.
- **Bước 3: Kiểm tra relay đầu ra**
  - Dùng đồng hồ đo điện trở để kiểm tra tiếp điểm relay.
  - Nếu tiếp điểm relay cháy hoặc không đóng ngắt → Thay relay.
- **Bước 4: Đo tín hiệu Analog Input/Output**
  - Dùng đồng hồ đo dòng 4-20mA hoặc điện áp 0-10V để kiểm tra.
  - Nếu tín hiệu sai → Kiểm tra mạch khuếch đại, IC ADC/DAC.

### 3. Thực hành (15 giờ)

- **Bài 1:** Kiểm tra tín hiệu **Start/Stop** từ nút nhấn vào biến tần.
- **Bài 2:** Kiểm tra và thay thế **optocoupler cách ly**.
- **Bài 3:** Đo kiểm tín hiệu **Analog Input/Output** bằng đồng hồ đo.
- **Bài 4:** Kiểm tra relay xuất tín hiệu báo lỗi.
- **Bài 5:** Sửa chữa lỗi **không nhận tín hiệu từ PLC**.

### 4. Tổng kết

- **Chân giao tiếp bên ngoài** giúp biến tần kết nối với hệ thống điều khiển.
- **Kiểm tra optocoupler, relay, transistor điều khiển** để xác định lỗi.
- Sử dụng **đồng hồ đo, máy hiện sóng** để kiểm tra chính xác tín hiệu.

## Bài 9: Bảo trì biến tần

**Thời gian:** 20 giờ (Lý thuyết: 5 giờ, Thực hành: 12 giờ, Kiểm tra: 3 giờ)

### 1. Mục tiêu của bài học

- Hiểu rõ tầm quan trọng của bảo trì trong quá trình sử dụng biến tần.
- Biết cách kiểm tra, vệ sinh và bảo trì định kỳ để kéo dài tuổi thọ biến tần.
- Thành thạo các phương pháp sửa chữa phòng ngừa và thay thế linh kiện khi cần.

### 2. Nội dung bài học

#### 2.1 Tổng quan về bảo trì biến tần

- Bảo trì biến tần giúp:
  - + Giảm nguy cơ hư hỏng, tăng tuổi thọ thiết bị.
  - + Tiết kiệm chi phí sửa chữa, tránh dừng máy đột ngột.
  - + Đảm bảo an toàn, tránh sự cố cháy nổ do quá nhiệt, chập điện.
- Các phương pháp bảo trì:

##### 2.1.1 Bảo trì phòng ngừa (Preventive Maintenance - PM)

- + Kiểm tra, vệ sinh và bảo trì theo lịch trình định kỳ.
- + Giúp phát hiện sớm các lỗi tiềm ẩn.

##### 2.1.2 Bảo trì dự đoán (Predictive Maintenance - PdM)

- + Sử dụng thiết bị đo kiểm (đồng hồ vạn năng, máy hiện sóng, camera nhiệt) để dự đoán lỗi.
- + Thay thế linh kiện trước khi hỏng hóc.

##### 2.1.3 Bảo trì khắc phục (Corrective Maintenance - CM)

- + Xử lý khi biến tần gặp sự cố hoặc ngừng hoạt động.
- + Gồm sửa chữa và thay thế linh kiện bị hỏng.

#### 2.2 Kiểm tra và vệ sinh biến tần định kỳ

##### - Bước 1: Kiểm tra tổng quan bên ngoài

- Kiểm tra biến tần có bị bám bụi, dầu mỡ không.
- Kiểm tra cáp điện, dây điều khiển có bị lỏng, cháy không.
- Kiểm tra quạt làm mát có quay bình thường không.

##### - Bước 2: Vệ sinh biến tần

- Tắt nguồn hoàn toàn trước khi vệ sinh.
- Dùng máy thổi khí để làm sạch bụi bám trên bo mạch.
- Lau chùi linh kiện bằng chổi mềm hoặc vải khô.
- Kiểm tra và vệ sinh quạt làm mát, nếu quạt bị kẹt thì thay mới.

##### - Bước 3: Kiểm tra hệ thống làm mát

- Đo nhiệt độ biến tần khi hoạt động bằng camera nhiệt.
- Nếu biến tần quá nóng → Kiểm tra quạt, bộ tản nhiệt, khe thông gió.
- Bôi lại keo tản nhiệt cho IGBT nếu cần.

##### - Bước 4: Kiểm tra nguồn điện cấp cho biến tần

- Dùng đồng hồ đo điện áp để kiểm tra nguồn cấp:
  - 220V/380V AC đầu vào.
  - 300V/600V DC Link sau chỉnh lưu.
  - +15V, -5V, 24V cấp cho mạch điều khiển.
- Nếu điện áp sai lệch → Kiểm tra nguồn cấp, tụ lọc, diode chỉnh lưu.

##### - Bước 5: Kiểm tra linh kiện bên trong biến tần

- Dùng đồng hồ đo và máy hiện sóng để kiểm tra:
  - IGBT, diode chỉnh lưu, cầu diode (đo điện trở, kiểm tra xung điều khiển).
  - Optocoupler, IC nguồn, relay bảo vệ.
- Nếu phát hiện linh kiện hỏng → Tiến hành thay thế.

## 2.3 Thay thế linh kiện hao mòn

Linh kiện	Dấu hiệu hư hỏng	Giải pháp thay thế
Quạt làm mát	Không quay, chạy yếu	Thay quạt mới cùng điện áp
Tụ lọc DC	Phồng, rò rỉ dầu	Thay tụ mới có cùng điện áp và dung lượng
IGBT	Chập mạch, mất xung điều khiển	Thay IGBT mới, kiểm tra driver
Optocoupler	Mất tín hiệu cách ly	Thay optocoupler tương đương
Relay	Không đóng/ngắt tiếp điểm	Thay relay mới

## 2.4 Ghi chép bảo trì và theo dõi hoạt động

- Lập **sổ theo dõi bảo trì** ghi lại:
  - Thời gian bảo trì.
  - Các lỗi phát hiện và cách khắc phục.
  - Linh kiện đã thay thế.
  - Tình trạng hoạt động sau bảo trì.
- Cài đặt **cảnh báo lỗi tự động** trên biến tần nếu có.

## 3. Thực hành (12 giờ)

- **Bài 1:** Vệ sinh biến tần bằng máy thổi khí và chổi mềm.
- **Bài 2:** Đo kiểm điện áp nguồn cấp 220V/380V.
- **Bài 3:** Kiểm tra quạt làm mát và thay thế nếu cần.
- **Bài 4:** Đo kiểm IGBT và thay keo tản nhiệt.
- **Bài 5:** Ghi chép báo cáo bảo trì sau khi kiểm tra.

## 4. Kiểm tra (3 giờ)

- Học viên thực hiện bảo trì một biến tần thực tế.
- Đánh giá theo các tiêu chí: **vệ sinh đúng quy trình, kiểm tra chính xác, ghi chép bảo trì đầy đủ.**

## 5. Tổng kết

- Bảo trì biến tần giúp giảm hỏng hóc, tiết kiệm chi phí sửa chữa.
- Kiểm tra nguồn cấp, quạt làm mát, IGBT, tụ lọc là các bước quan trọng.
- Vệ sinh định kỳ giúp biến tần hoạt động ổn định, kéo dài tuổi thọ.