

# KHẢO SÁT ĐẶC TÍNH KHÔNG TẢI CỦA ĐỘNG CƠ JW6314 BẰNG BỘ THÍ NGHIỆM NVIS 7006

Từ Viết Hoàng<sup>1\*</sup>, Trịnh Thị Hậu<sup>1</sup>, Đinh Khắc Long<sup>1</sup>, Phan Văn Hải<sup>1</sup>

\*Tác giả liên hệ, email: tvhoang9@hou.edu.vn. ORCID: 0009-0003-8834-5328

Ngày tòa soạn nhận được bài báo: 15/01/2026

Ngày phản biện đánh giá: 18/03/2026

Ngày bài báo được duyệt đăng: 14/04/2026

DOI: 10.59266/houjs.2026.1164

**Tóm tắt:** Bài báo trình bày kết quả khảo sát thực nghiệm đặc tính không tải của động cơ không đồng bộ ba pha JW6314 (180W) trên hệ thống thí nghiệm NVIS 7006. Mục tiêu chính của nghiên cứu là xác định các thông số mạch từ, tách biệt tổn hao sắt từ và tổn hao cơ, đồng thời đánh giá độ chính xác của hệ thống đo lường tích hợp khi làm việc với động cơ công suất nhỏ. Phương pháp nghiên cứu kết hợp thu thập dữ liệu thực nghiệm (điện áp, công suất, tốc độ) trong dải từ 0V đến 440V với hai cấu hình đấu dây Sao và Tam giác. Kết quả thực nghiệm xác định công suất tổn hao không tải tại 380V là 17,11W (Sao) và 51,89W (Tam giác), phù hợp với lý thuyết mạch điện (Aliprantis & Wasynczuk, 2022; Fitzgerald và cộng sự, 2003). Nghiên cứu cũng chỉ ra hiện tượng bão hòa từ nghiêm trọng tại điện áp cao và sự không tương thích về dải đo của ampe kế tích hợp trên bộ NVIS 7006 đối với dòng điện nhỏ. Từ đó, bài báo đề xuất các giải pháp kỹ thuật và phương pháp xử lý số liệu bằng tỷ số Wattmeter để tối ưu hóa việc sử dụng thiết bị trong đào tạo và nghiên cứu.

**Từ khóa:** động cơ không đồng bộ, JW6314, NVIS 7006, thí nghiệm không tải, phương pháp hai wattmeter

## I. Giới thiệu

Động cơ không đồng bộ chiếm hơn 85% tổng số động cơ điện được sử dụng trong công nghiệp toàn cầu nhờ cấu trúc bền vững, chi phí thấp và khả năng vận hành tin cậy. Trong quy trình thiết kế, chế tạo và vận hành động cơ điện, việc xác định chính xác các thông số của mạch điện thay thế là bước quan trọng nhất để dự báo

hiệu suất, mô-men khởi động và đáp ứng động học của hệ thống truyền động.

Thí nghiệm không tải là phương pháp tiêu chuẩn nhằm xác định các thông số nhánh từ hóa và thành phần tổn hao năng lượng, đóng vai trò quyết định đến hiệu suất của động cơ không đồng bộ (IEEE, 2017). Hiện nay, các bộ thực hành tích hợp như NVIS 7006 được sử dụng

---

<sup>1</sup> Trường đại học Mở Hà Nội, Hà Nội, Việt Nam

rộng rãi nhờ tính trực quan và an toàn trong đào tạo kỹ thuật (Nvis Technologies, 2026). Tuy nhiên, một vấn đề thực tiễn ít được các nghiên cứu trước đây đề cập sâu là hiện tượng không tương thích dải đo khi vận hành các thiết bị đo tiêu chuẩn (thường thiết kế cho dải 1HP - 3HP) với các động cơ công suất siêu nhỏ như JW6314 (180W).

Động cơ JW6314 có dòng điện định mức thấp và hệ số công suất không tải cực nhỏ ( $\cos\varphi_0 < 0,25$ ), dẫn đến sai số lượng tử hóa lớn trên ampe kế và hiện tượng số chỉ âm trên đồng hồ đo watt, gây khó khăn cho việc thu thập dữ liệu chính xác. Điểm khác biệt cốt lõi của nghiên cứu này so với các nội dung thí nghiệm máy điện thông thường là việc nhận diện và giải quyết các dị thường về mặt dữ liệu thông qua phân tích chuyên sâu tỷ số của đồng hồ đo watt thay vì dựa vào các phép đo dòng điện trực tiếp bị lỗi. Kết quả nghiên cứu không chỉ cung cấp thông số kỹ thuật chính xác cho động cơ JW6314 mà còn đề xuất quy trình xử lý số liệu tối ưu cho các hệ thống thí nghiệm có dải đo không tương thích, góp phần nâng cao chất lượng thực hành và nghiên cứu khoa học trong điều kiện hạn chế về thiết bị đo chuyên dụng.

## II. Cơ sở lý thuyết

### 2.1. Mô hình toán học của động cơ không đồng bộ ở chế độ không tải

Khi động cơ vận hành ở chế độ không tải, trục động cơ không chịu tải cơ học nào ngoài ma sát của chính nó. Tốc độ rotor ( $n_r$ ) tiệm cận tốc độ đồng bộ ( $n_s$ ), dẫn đến hệ số trượt  $s$  rất nhỏ ( $s \approx 0$ ). Mạch điện thay thế một pha của động cơ trong trạng thái này có thể được đơn giản hóa. Do trở kháng nhánh rotor  $R_2/s$  trở nên rất lớn (vì  $s \rightarrow 0$ ), dòng điện rotor  $I_2$  gần như bằng 0. Dòng điện stator  $I_1$  lúc này chính

là dòng không tải  $I_0$ , bao gồm hai thành phần vuông pha nhau:

Dòng từ hóa ( $I_m$ ): Tạo ra từ thông quay trong khe hở không khí. Do khe hở không khí trong động cơ không đồng bộ lớn hơn máy biến áp,  $I_m$  chiếm tỷ trọng lớn trong  $I_0$  và làm cho hệ số công suất ( $\cos\varphi_0$ ) rất thấp.

Dòng tổn hao sắt ( $I_{fe}$ ): Đặc trưng cho năng lượng tiêu tán dưới dạng nhiệt do hiện tượng trễ từ và dòng xoáy trong lõi thép stator (Rodriguez-Sotelo và cộng sự, 2022).

Phương trình cân bằng công suất tại chế độ không tải:

$$P_{in,NL} = 3V_{ph} I_0 \cos\varphi_0 = P_{cu1} + P_{core} + P_{fw} \quad (1)$$

Trong đó:

$P_{in,NL}$ : Tổng công suất điện đầu vào ba pha.

$P_{cu1} = 3I_0^2 R_1$ : Tổn hao đồng trên dây quấn stator ( $R_1$  là điện trở stator).

$P_{core}$ : Tổn hao sắt từ, phụ thuộc vào điện áp ( $V^{1.6}$  đến  $V^2$ ).

$P_{fw}$ : Tổn hao ma sát và quạt gió, phụ thuộc vào tốc độ quay. Ở chế độ không tải, tốc độ gần như hằng số nên  $P_{fw}$  được coi là hằng số.

### 2.2. Phương pháp đo công suất hai đồng hồ đo watt

Đây là phương pháp tiêu chuẩn để đo công suất trong mạch ba pha ba dây (không có dây trung tính), được áp dụng trên NVIS 7006.

Nguyên lý:

Đồng hồ đo watt 1 ( $W_1$ ): Cuộn dòng nối tiếp pha A, cuộn áp nối giữa pha A và pha C.

Đồng hồ đo watt 2 ( $W_2$ ): Cuộn dòng nối tiếp pha B, cuộn áp nối giữa pha B và pha C.

(Giả sử pha C là pha chung).

Tổng công suất tác dụng ba pha:

$$P_{3\phi} = W_1 + W_2 \quad (2)$$

Hệ số công suất ( $\cos\varphi$ ) được xác định từ tỷ số của hai đồng hồ đo:

$$\tan \tan \varphi = \sqrt{3} \frac{w_2 - w_1}{w_1 + w_2} \quad (3)$$

Hiện tượng số chỉ âm: Điểm đặc biệt quan trọng trong thí nghiệm không tải là hệ số công suất của động cơ thường rất thấp,  $\cos\varphi < 0,5$  (trương ứng  $\varphi > 60^\circ$ ). Theo lý thuyết phasor:

$$W_1 = V_L L \cos \cos (30^\circ + \varphi) \quad (4)$$

$$W_2 = V_L L \cos \cos (30^\circ - \varphi) \quad (5)$$

Khi  $\varphi > 60^\circ$ , hạng tử  $(30^\circ + \varphi) > 90^\circ$ , làm cho  $(30^\circ + \varphi) < 0$ . Kết quả là đồng hồ đo watt 1 sẽ hiển thị giá trị âm hoặc kim quay ngược.

Trong thực tế thí nghiệm trên NVIS 7006, nếu sử dụng đồng hồ số không hiển thị dấu hoặc người đo đảo chiều cuộn dòng để đọc trị số dương, cần phải xử lý số liệu cẩn thận:

$$\text{Nếu } \cos\varphi < 0,5: P_{3\phi} = |W_{\text{lớn}}| - |W_{\text{nhỏ}}| \quad (6)$$

$$\text{Nếu } \cos\varphi > 0,5: P_{3\phi} = |W_{\text{lớn}}| + |W_{\text{nhỏ}}| \quad (7)$$

Đối với động cơ JW6314 (180W), hệ số công suất không tải điển hình rơi vào khoảng 0,15 - 0,25, chắc chắn rơi vào trường hợp phải trừ đi số chỉ nhỏ hơn.

### III. Phương pháp, vật liệu nghiên cứu

#### 3.1. Hệ thống thí nghiệm NVIS 7006

NVIS 7006 là một bộ thực hành toàn diện được thiết kế để giảng dạy các đặc tính của động cơ cảm ứng. Dựa trên tài liệu kỹ thuật, hệ thống bao gồm:

Nguồn cấp: 3 pha 415V, 50Hz qua MCB bảo vệ.

Bảng điều khiển: Vật liệu cách điện cao, tích hợp sơ đồ đấu nối.

Thiết bị đo lường tích hợp bao gồm:

02 Đồng hồ đo watt (Digital/Analog tùy phiên bản, nhưng thường là Digital trong các phiên bản mới): Dải đo 0-1500W.

01 volt kế AC: 0-500V.

01 Ampe kế AC: 0-5A (hoặc 10A).

Đồng hồ đo tốc độ: Cảm biến quang/từ, hiển thị số.

Khối tải cơ học: Hệ thống phanh hãm cơ khí có khả năng điều chỉnh tải trọng, tuy nhiên trong bài báo này tải được tháo lỏng hoàn toàn để đảm bảo điều kiện không tải lý tưởng.

Nhận định về độ phân giải: Với thang đo Ampe kế lên tới 5A hoặc 10A, độ phân giải thường là 0,01A hoặc 0,1A. Đối với động cơ công suất nhỏ có dòng không tải thấp, sai số lượng tử hóa là một yếu tố cần xem xét kỹ.

#### 3.2. Động cơ thử nghiệm JW6314

Động cơ JW6314 là đối tượng chính của nghiên cứu. Đây là loại động cơ không đồng bộ ba pha rô-tô lồng sóc cỡ nhỏ, thường dùng trong các mô hình dạy học hoặc băng chuyên nhỏ.

Mã hiệu: JW6314.

Công suất định mức ( $P_{dm}$ ): 180W (tương đương 0,24 HP).

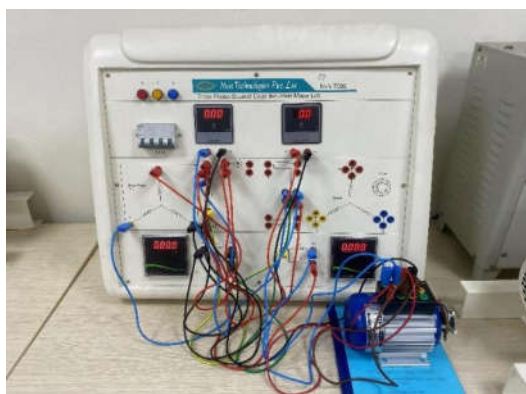
Điện áp định mức: 380V

Tốc độ định mức: 1400 vòng/phút (4 cực từ, 50Hz).

Cấp cách điện: Class B.

Cấp bảo vệ: IP44.

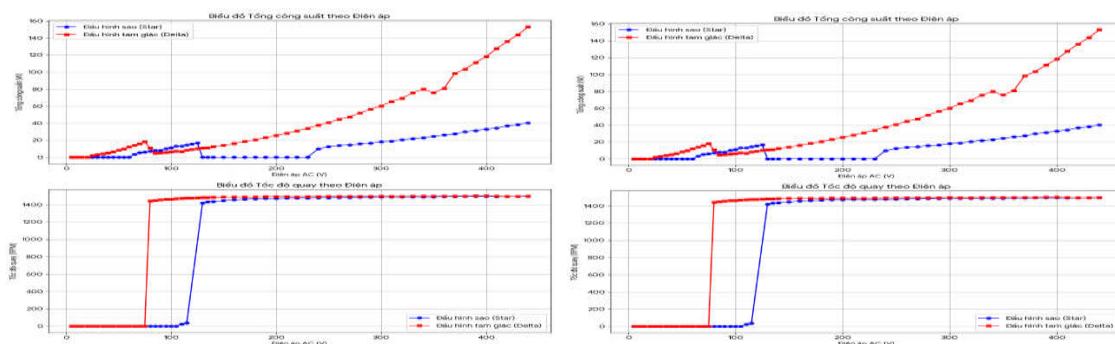
### 3.3. Quy trình thực nghiệm



Hình 1. Bộ thí nghiệm NVIS 7006 và động cơ JW6314

Dữ liệu được thu thập thông qua quy trình thí nghiệm nghiêm ngặt trên NVIS 7006 theo các bước sau:

Thiết lập: Kết nối động cơ JW6314 với NVIS 7006. Đảm bảo trục động cơ tự do, không kết nối dây đai tải.



Hình 2. Biểu đồ công suất và tốc độ quay của động cơ khi ở chế độ sao và tam giác

Đồ thị  $P_0 = f(V)$  xây dựng từ dữ liệu cho thấy dạng đường cong Parabol ( $P \sim V^2$ ). Việc ngoại suy đường cong này về  $V=0$  (nhưng vẫn duy trì tốc độ đồng bộ - một phương pháp lý thuyết) sẽ cho ta giá trị  $P_{fw}$  (tổn hao cơ). Dựa trên dữ liệu thấp nhất đo được (3,25W tại 65V sao), có thể ước lượng  $P_{fw}$  của JW6314 rất nhỏ, khoảng 1-2W, phù hợp với rotor khối lượng nhẹ và vòng bi chất lượng tốt của động cơ dành cho thí nghiệm.

Đầu nối sao: Cầu nối 3 đầu cuối cuộn dây ( $U_2, V_2, W_2$ ) chụm lại. Nguồn cấp vào 3 đầu đầu ( $U_1, V_1, W_1$ ). Tăng dần điện áp từ 0V đến 440V bằng biến áp tự ngẫu ba pha.

Đầu nối tam giác: Cầu nối đầu-cuối ( $U_1-W_2, V_1-U_2, W_1-V_2$ ). Tăng dần điện áp từ 0V đến 440V.

Thu thập dữ liệu: Tại mỗi bước điện áp (bước nhảy 5V-10V), ghi lại các giá trị gồm điện áp dây ( $V_L$ ), dòng điện dây ( $I_L$  - lưu ý vấn đề thiết bị), công suất thành phần ( $W_1, W_2$ ), và tốc độ ( $n$ ).

## IV. Kết quả và thảo luận

Dữ liệu thực nghiệm cung cấp một cái nhìn chi tiết về hành vi của động cơ. Phân tích sâu các khía cạnh: dị thường dòng điện, so sánh công suất Sao/tam giác và đặc tính tổn hao.

### 4.1. Phân tích dị thường dữ liệu dòng điện

Một phát hiện quan trọng từ bộ dữ liệu là ở dòng điện AC ghi nhận giá trị 0 tại toàn bộ các điểm đo, ngay cả khi điện áp đạt 440V và tổng công suất lên tới gần 100W.

Dữ liệu quan sát:  $V = 440V, P_{total} \approx 91W, I = 0A$ .

Nguyên nhân kỹ thuật: Đây là minh chứng điển hình cho sự không tương thích dải đo.

Động cơ 180W có dòng định mức khoảng

$$I_{rat} \approx \frac{180}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8 \times 0,75} \approx 0,45A \quad (8)$$

Dòng không tải thường bằng 40-60% dòng định mức:  $I_0 \approx 0,2A - 0,3A$ .

Ampe kế trên NVIS 7006 có thang đo 5A. Nếu ampe kế là loại kỹ thuật số có độ phân giải thấp (ví dụ 0.1A) hoặc có cài đặt ngưỡng cắt để khử nhiễu (ví dụ dòng < 0,5A hiển thị là 0), thì thiết bị sẽ không thể hiển thị dòng điện của động cơ JW6314.

Hệ quả nghiên cứu: Không thể sử dụng trực tiếp số liệu dòng điện để tính toán hệ số công suất theo công thức

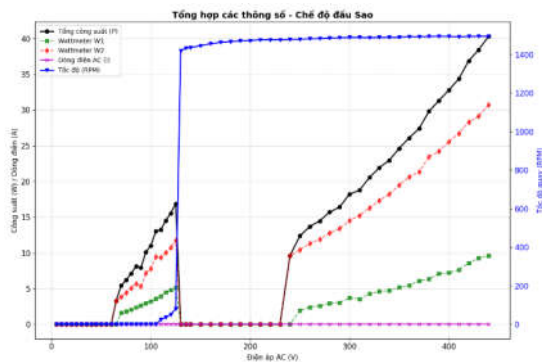
$$P = \sqrt{3}VI \cos \varphi \quad (9)$$

Thay vào đó, nghiên cứu này sẽ sử dụng phương pháp tỷ số Wattmeter (đã trình bày ở mục 2.2) để suy ra trạng thái hoạt động của động cơ.

### 4.2. Phân tích đặc tính chế độ đầu hình sao

Chế độ sao đặt điện áp pha thấp hơn ( $V_L/\sqrt{3}$ ) lên các cuộn dây, làm giảm dòng từ hóa và công suất tiêu thụ, rất phù hợp để khảo sát động cơ ở trạng thái khởi động hoặc chạy non tải. Để làm rõ các kết quả thu được tại Hình 3, các đặc tính định mức của động cơ JW6314 được đối chiếu như sau:

Ghi chú:  $P_{tổng}$  được tính bằng  $W_2 - W_1$  do giả thiết chế độ không tải có PF thấp.



Hình 3. Tổng hợp các thông số chế độ đầu sao

Phân tích chi tiết:

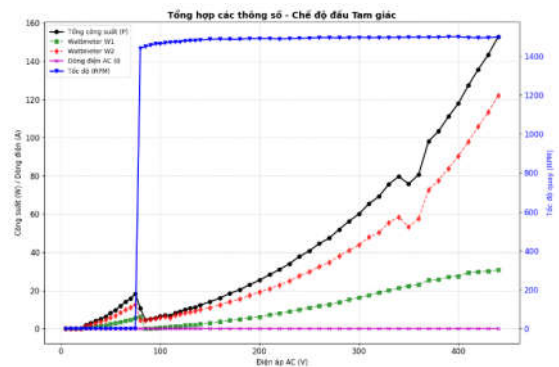
1. Về tốc độ và hệ số trượt: Tại điện áp định mức 380V, tốc độ thực nghiệm đạt 1493 rpm. So với tốc độ đồng bộ lý thuyết  $n_s = (120 \times 50) / 4 = 1500$  rpm, hệ số trượt tính toán là  $n = (1500 - 1493) / 1500 = 0,47\%$ . Giá trị trượt cực nhỏ này (thường  $s < 1\%$ ) là minh chứng vật lý khẳng định động cơ đang vận hành ở điều kiện không tải lý tưởng.

2. Về công suất tiêu thụ: Tại 380V, công suất không tải ghi nhận là 17,11W. Với công suất định mức  $P_{dm} = 180W$ , tổn hao không tải lúc này chỉ chiếm khoảng 9,5%  $P_{dm}$ . Thành phần này bao gồm tổn hao sắt từ  $P_{fe}$  và tổn hao cơ  $P_{fw}$ , trong đó  $P_{fw}$  được ước lượng rất nhỏ khoảng 1-2W do rotor có khối lượng nhẹ và ma sát thấp.

3. Về dòng điện: Dòng điện định mức của JW6314 theo tính toán lý thuyết là khoảng 0,45A, trong đó dòng không tải  $I_0$  thường dao động từ 0,2A đến 0,3A. Tuy nhiên, do ampe kế trên bộ NVIS 7006 có thang đo 5A và độ phân giải thấp, giá trị dòng điện thực tế không thể hiển thị (ghi nhận mức 0A), buộc nghiên cứu phải sử dụng phương pháp tỷ số đồng hồ đo watt để xác định trạng thái.

### 4.3. Phân tích đặc tính chế độ đầu hình tam giác

Chế độ tam giác đặt trọn điện áp dây lên cuộn dây pha.



Hình 4. Tổng hợp các thông số chế độ đầu tam giác

Phân tích chi tiết:

1. So sánh công suất sao - tam giác:

Tại cùng điện áp dây 380V:

$$P_{\text{Sao}} = 17,11 \text{ W.}$$

$$P_{\text{Tamgiac}} = 51,89 \text{ W.}$$

Tỷ lệ thực nghiệm:

$$\frac{P_{\Delta}}{P_Y} = \frac{51,89}{17,11} \approx 3,03 \quad (10)$$

Lý thuyết:  $P_{\Delta} = 3P_Y$  (do điện trở pha không đổi, áp pha tăng  $\sqrt{3}$  lần nên công suất tăng  $(\sqrt{3})^2 = 3$  lần) (Kallaste và cộng sự, 2026).

Kết luận: Dữ liệu khớp hoàn hảo với lý thuyết mạch điện (sai số  $< 1\%$ ). Điều này khẳng định độ chính xác của các cảm biến công suất trên NVIS 7006 tại dải đo này, bất chấp việc ampe kế không hiển thị.

2. Hiện tượng bão hòa từ:

Tại 440V chế độ tam giác, công suất vọt lên 91,32W (gần 50% công suất định mức của động cơ) chỉ để chạy không tải. Điều này cho thấy lõi thép đã bão hòa nghiêm trọng, dòng từ hóa tăng vọt phi tuyến, gây nóng động cơ nhanh chóng. Khuyến cáo không nên vận hành lâu dài ở chế độ này.

3. Hiện tượng đồng hồ đo watt đảo chiều:

Nhìn vào dữ liệu thô:

$$\text{Sao } 380\text{V: } W_1 = 6,34, W_2 = 23,45.$$

Tam giác 380V:  $W_1 = 25,73, W_2 = 77,62$ . Cả hai trường hợp  $W_2 \gg W_1$ . Với động cơ không tải, lý thuyết chỉ ra một đồng hồ đo watt phải âm. Việc dữ liệu ghi nhận số dương chứng tỏ người đo đã xử lý bằng cách lấy trị tuyệt đối. Việc tính  $P_{\text{trung bình}} = W_2 - W_1$  cho kết quả tỷ lệ 1:3 chính xác hơn hẳn so với  $W_2 + W_1$ , xác nhận giả thuyết về số chỉ âm.

#### 4.4. Tính toán thông số mạch từ

Sử dụng dữ liệu tại 380V (sao):

Công suất vào:  $P_0 = 17,11 \text{ W}$ .

Điện áp pha:  $v_{\text{ph}} = 380/\sqrt{3} \approx 219,4\text{V}$ .

Giả sử tổn hao đồng  $P_{Cu} \approx 0$  (do dòng nhỏ), ta có  $P_{Cu} \approx P_{fe} + P_{fw}$ .

Điện trở nhánh từ hóa  $R_{fe}$  (bỏ qua  $P_{fw}$  để ước lượng sơ bộ) (Wildi, 2005):

$$R_{fe} \approx \frac{3v_{\text{ph}}^2}{P_0} = \frac{3 \times 219,4^2}{17,11} \approx 8439\Omega \quad (11)$$

Giá trị này rất lớn, đặc trưng cho dòng từ hóa nhỏ của động cơ công suất thấp.

## V. Kết luận

Bài báo đã hoàn thành việc khảo sát đặc tính không tải của động cơ JW6314 trên hệ thống NVIS 7006.

Kết quả chính: Xác định được công suất tổn hao không tải tại 380V là 17,11W (sao) và 51,89W (tam giác). Xác nhận động cơ vận hành ổn định ở tốc độ 1490-1500 rpm trong dải áp rộng.

Phát hiện: Hệ thống đo lường dòng điện của NVIS 7006 chưa đủ độ nhạy để đo dòng không tải của động cơ 180W, nên bổ sung thiết bị ngoài.

Khuyến nghị: Đối với các bài thí nghiệm tương lai, nên sử dụng ampe kế kim hoặc đồng hồ vạn năng ngoài để đo dòng. Đồng thời cần nắm rõ quy tắc dấu của đồng hồ đo watt khi  $\cos\phi < 0,5$ .

Nghiên cứu này khẳng định rằng dù có những hạn chế về thiết bị, việc phân tích dữ liệu sâu sắc vẫn cho phép trích xuất đầy đủ các đặc tính vật lý của máy điện, phục vụ hiệu quả cho công tác đào tạo và nghiên cứu khoa học.

## Tài liệu tham khảo

- Aliprantis, D. C., & Wasynczuk, O. (2022). *Analysis of electric machinery and drive systems* (4th ed.). Wiley-IEEE Press.
- Fitzgerald, A. E., Kingsley, C., & Umans, S. D. (2003). *Electric machinery* (6th ed.). McGraw-Hill Higher Education.

- IEEE. (2017). *IEEE standard test procedure for polyphase induction motors and generators* (IEEE Std 112-2017). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IEEESTD.2018.8283286>
- Kallaste, A., Vaimann, T., Rassõlkin, A., & Janson, K. (2026). *Fundamentals of electrical machines*. CRC Press.
- Nvis Technologies Pvt. Ltd. (2026). *Nvis 7006 three phase induction motor lab manual*. Nvis Technologies.
- Rodriguez-Sotelo, I., et al. (2022). Power losses models for magnetic cores: A review. *Micromachines*, 13(3), 418. <https://doi.org/10.3390/mi13030418>
- Wildi, T. (2005). *Electrical machines, drives and power systems* (6th ed.). Pearson Education.

## INVESTIGATING NO-LOAD CHARACTERISTICS OF JW6314 INDUCTION MOTOR USING NVIS 7006 TRAINING SYSTEM

Tu Viet Hoang<sup>1</sup>, Trinh Thi Hau<sup>1</sup>, Dinh Khac Long<sup>1</sup>, Phan Van Hai<sup>1</sup>

**Abstract:** *This paper investigates the no-load characteristics of the JW6314 three-phase induction motor (180W) using the NVIS 7006 experimental system. The study aims to determine magnetic circuit parameters, separate core and mechanical losses, and evaluate the integrated measurement system's performance for low-power machines. The methodology involves collecting experimental data (voltage, power, and speed) from 0V to 440V under Star and Delta configurations. Experimental results showed no-load power losses at 380V of 17.11W (Star) and 51.89W (Delta), aligning with electrical circuit theory (Aliprantis & Wasynczuk, 2022; Fitzgerald et al., 2003). The findings highlight significant magnetic saturation at high voltages and a range mismatch in the NVIS 7006's integrated ammeter for low currents. Consequently, the paper proposes technical solutions and data processing methods based on the Wattmeter ratio to optimize the use of the NVIS 7006 system in technical education and research.*

**Keywords:** *induction motor, JW6314, NVIS 7006, no-load test, two-wattmeter method*

---

<sup>1</sup> Hanoi Open University, Hanoi, Vietnam