

5. Kết luận

Từ các kết quả mô phỏng hệ truyền động điện cơ cấu nâng hạ hàng sử dụng biến tần 4Q được thể hiện trên hình 5, ta rút ra các kết luận sau:

- Hệ số công suất gần bằng 1, điều này được chứng minh bằng kết quả là dòng áp lưới trùng pha nhau khi hệ thống làm việc ở chế độ nâng hàng (hình 5c);
- Điện áp một chiều sau chỉnh lưu cao hơn điện áp chỉnh lưu tự nhiên (hình 5f), cho phép điều khiển điện áp cấp cho động cơ có biên độ không đổi khi áp lưới dao động;
- Hệ truyền động điện cơ cấu nâng hạ hàng có khả năng làm việc tốt ở cả bốn góc phần tư và cho phép trả năng lượng về lưới trong chế độ hãm tái sinh với cường độ $p = -160$ kW (hình 5a,d), khi mômen cản $M_c = 2000$ Nm, kết quả đã chứng minh rằng hệ truyền động điện cơ cấu nâng hạ hàng cầu trục QC đã cho phép tiết kiệm năng lượng khoảng 10% đến 15% trong một chu kỳ nâng chuyển so với những hệ thống khác không thực hiện trả năng lượng về nguồn trong chế độ hạ hàng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bùi Quốc Khánh, Hoàng Xuân Bình, “*Trang bị điện - điện tử và tự động hóa cầu trục & cần trục*”, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2006.
- [2] PGS. TS. Hoàng Xuân Bình, KS. Phạm Văn Toàn, “*Phương pháp điều khiển bộ chỉnh lưu PWM ba pha nguồn áp*”, Tạp chí Khoa học – Công nghệ Hàng hải, Số 36 – 11/2013.
- [3] KS. Phạm Văn Toàn, “*Nghiên cứu hệ truyền động điện nhiều động cơ không đồng bộ của thiết bị nâng hạ cấp nguồn từ biến tần gián tiếp*”, Luận văn Thạc sỹ kỹ thuật, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam, 2014.
- [4] KS. Vũ Thị Thu, “*Nghiên cứu chế độ hãm tái sinh của cơ cấu nâng hạ hàng của cầu trục QC*”, Luận văn thạc sỹ kỹ thuật, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam, Hải Phòng – 2014.
- [5] Kada HARTANI, Yahia MILOUD - *Control Strategy for Three Phase Voltage Source PWM Rectifier Based on the Space Vector Modulation* – AECE - 2010.
- [6] Mitsui Engineering & ShipBuilding Company, *Elementary Diagram of Portainer*.

Người phản biện: TS. Đinh Anh Tuấn; TS. Đào Minh Quân

HỆ THỐNG MÔ PHỎNG TRẠM PHÁT ĐIỆN TÀU THỦY SHIP POWER PLANT SIMULATION SYSTEM

TS. ĐÀO MINH QUÂN

Khoa Điện – Điện tử, Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Việc nghiên cứu xây dựng trạm phát điện mô phỏng tàu thủy với đề xuất hệ truyền động điện Động cơ – Máy phát thay thế cho các tổ hợp diesel lai máy phát điện, và việc điều khiển động cơ điện sẽ góp phần giúp sinh viên ngành điện hiểu hơn về hệ thống truyền động này, ngoài ra đây là các giáo cụ, thiết bị dạy và học trực quan trong việc giảng dạy thợ điện hoặc sỹ quan điện.

Abstract

The researches about simulation system of a powership (ship power plant) with a proposed AC motor-Generator drive will replace an available Diesel-Generator (DG) drive system. And how to control speed of AC motor in this simulation system helps student understand more in detail about it. In addition, it is a necessary virtual instrument in teaching and training for electricians or electrical officers.

Từ khóa: Động cơ điện, máy phát, trạm phát điện.

1. Đặt vấn đề

Trên tàu thủy nguồn năng lượng được lấy từ trạm phát điện từ đó thông qua bảng điện chính phân phối tới các bảng điện phụ hoặc các phụ tải lớn. Các máy phát điện thông thường được lai bởi các diesel, gọi là các tổ hợp diesel lai máy phát điện [1, 2]. Tại các phòng thí nghiệm thực hành cho sinh viên ngành điện việc trang bị tổ hợp diesel - máy phát thì chưa phù hợp vì kinh phí và nguồn nhiên liệu chạy thường xuyên. Do đó, tác giả đề xuất về việc sử dụng động cơ điện không đồng bộ ba pha làm động cơ sơ cấp để lai các máy phát, tức là xây dựng hệ truyền động điện Động cơ - Máy phát thay thế cho các tổ hợp diesel lai máy phát điện, và việc điều khiển động cơ sẽ góp phần giúp sinh viên ngành điện hiểu hơn về hệ thống truyền động này. Một yếu tố có

tính thời sự đó là đến năm 2017 theo yêu cầu của IMO bắt buộc phải có thợ điện hoặc sỹ quan điện làm việc dưới tàu, do vậy việc đào tạo thợ điện hoặc sỹ quan điện hiện nay là vấn đề cấp thiết để đáp ứng cho nhu cầu làm việc trong nước và xuất khẩu thuyền viên. Các đơn vị đào tạo như Khoa Điện Điện tử cần xây dựng trạm phát điện mô phỏng, thiết bị dạy và học trực quan trong việc đào tạo thợ điện hoặc sỹ quan điện.

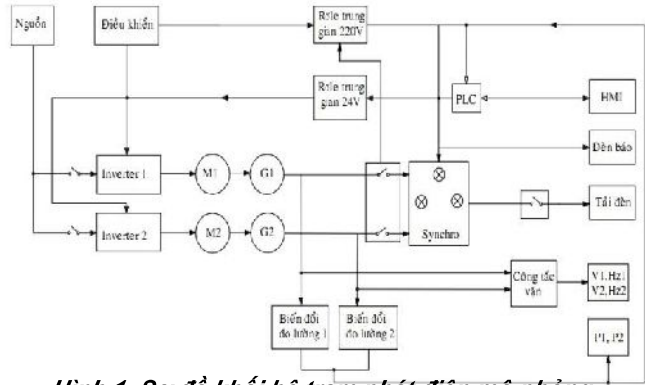
Trên thế giới đã có một số hãng chế tạo ra trạm phát điện mô phỏng để sử dụng cho đào tạo phổ biến với hai dạng sau: Dạng thứ nhất với các hệ thống mô phỏng hoàn toàn bằng đồ họa trên cơ sở máy vi tính, có thể mô phỏng được các chức năng của trạm phát điện nhưng lại thiếu sự tương tác thực và khả năng vận hành thực tế cho người học trong huấn luyện. Dạng thứ hai là các hệ thống mô phỏng bằng cả bằng mô hình vật lý với ưu điểm trực quan cao và khả năng thao tác vận hành tốt nhưng vẫn còn hạn chế trong các tình huống đặc biệt, hạn chế trong khả năng chủ động mở rộng các chức năng khác cho hệ và một yếu điểm tương đối quan trọng của các hệ thống này là giá thành thiết bị vẫn còn rất cao [3, 4]. Tại Việt Nam thì chưa có công trình nào nghiên cứu, chế tạo thiết bị này để đáp ứng được nhu cầu đào tạo trong ngành điện tự động tàu thủy, thiết bị thực hành thì được trang bị thông qua các dự án tài trợ không hoàn lại như dự án Jica của chính phủ Nhật bản. Tuy nhiên, số lượng có hạn nên chưa đáp ứng đủ cho nhu cầu của học viên. Trong khuôn khổ của bài báo tác giả muốn giới thiệu đến việc xây dựng trạm phát điện mô phỏng tàu thủy, là một bộ phận không thể tách rời của trạm năng lượng tàu thủy nơi cung cấp và phân phối điện năng tới tất cả các phụ tải trên tàu.

2. Nội dung

Dựa vào điều kiện thực tế ở phòng thực nghiệm Khoa Điện Điện tử, tác giả đề xuất trạm phát điện mô phỏng gồm có hai tổ hợp động cơ không đồng bộ lai máy phát điện. Hệ 2 động cơ điện 3 pha này được cung cấp điện từ lưới điện quốc gia và để mô phỏng thay thế cho động cơ diesel ở trạm phát tàu thủy thật. Trong hệ sử dụng công nghệ biến tần điều chỉnh tốc độ của các động cơ (như điều khiển tăng giảm nhiên liệu vào động cơ diesel). Để điều khiển 2 tổ hợp này trong trạm phát sử dụng bằng điện chính gồm 3 panel điều khiển trong đó có 2 panel dành cho máy phát thực hiện điều khiển 2 hệ động cơ lai máy phát và một panel điện quản lý nguồn. Các đại lượng dòng điện, điện áp, tần số, công suất của hai máy sẽ được các bộ đo dòng điện, điện áp, tần số, chuyển đổi sang tín hiệu chuẩn (4÷20) mA để đưa tới đầu vào PLC.

Sơ đồ khối trạm phát điện mô phỏng thể hiện trên hình 1, có các phần tử như sau:

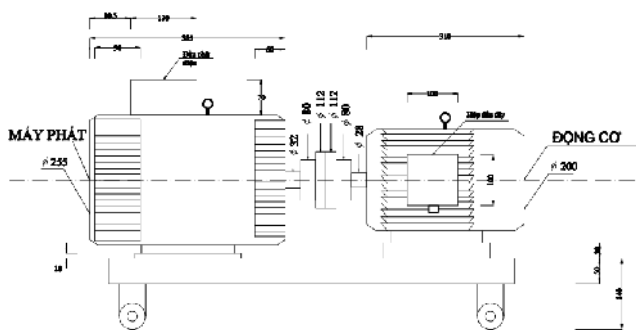
- + 3 phases 380V, 50 Hz: Nguồn cấp cho biến tần và hệ thống điều khiển.
- + Inverter 1, inverter 2: Các bộ biến tần cho động cơ số 1 và số 2.
- + M1, M2: Động cơ 1 và 2.
- + G1, G2: Máy phát 1 và 2.
- + Synchro: Bộ hòa đồng bộ.
- + Bus: nguồn chính cấp cho tải.
- + Hệ thống aptomat:
- + Transformer 220/24: Nguồn cấp cho các thiết bị HMI, PLC, rơle, ...
- + PLC: bộ điều khiển khả trình.
- + Rơ le trung gian: Làm nhiệm vụ đóng ngắt trung gian.
- + HMI: Màn hình giao diện tương tác người máy, hiển thị các thông số hệ thống và cài đặt.
- + Tải: Là các bóng đèn có công suất lớn và động cơ.
- + Biến đổi đo lường: Biến đổi các tín hiệu từ bus sang tín hiệu dòng và áp để hiển thị tại vôn kế (V), oát kế (P), ampe kế (A)...



Hình 1. Sơ đồ khối hệ trạm phát điện mô phỏng

2.1. Xây dựng các tổ hợp động cơ điện lai máy phát điện thay thế hệ DG

Ở đây trạm phát điện mô phỏng sử dụng hai tổ hợp động cơ lai máy phát điện giống hệ nhau. Việc lựa chọn tổ hợp biến tần động cơ, máy phát phải đảm bảo thực hiện được các thuật toán điều khiển trạm phát điện. Tuy nhiên, cũng cần lưu ý đến yếu tố hiệu quả sử dụng nguồn năng lượng. do đó tổng công suất của trạm phát được chọn khoảng 6 kW. Từ đó, chọn tổ hợp động cơ điện lai máy phát điện có thông số, kích thước trên hình 2 và động cơ lai máy phát được lắp bằng phương pháp đồng trục tức là trục khớp nối được lắp cứng bằng một rãnh then. Hệ động cơ lai máy phát sau khi lắp đặt như trên hình 3.



Hình 2. Hình chiếu đứng hệ động cơ lai máy phát



Hình 3. Hệ Động cơ lai máy phát

- Động cơ:**
- Kiểu 3KB112M4
 - Loại 3 pha
 - Tần số: 50 Hz
 - Công suất: 4 kW
 - Hiệu suất: 0,84%
 - Điện áp - Dòng điện ở chế độ Δ/Y: 220V/ 380V- 14,9A/8,6A
 - Cấp cách điện: F
 - Trọng lượng: 41 kg
- Máy phát:**
- Công suất: 4 kW
 - Tần số: 50 Hz
 - Tốc độ 1500 vg/ph
 - Loại 3 pha
 - Trọng lượng: 57 kg
 - Điện áp: 380 V
 - I = 6,1 A
 - cos φ = 0,8
 - Hiệu suất η = 0,8

Để điều khiển thay đổi tần số ra của các máy phát và phân chia tải tác dụng, và dựa vào các thông số động cơ ở trên, tác giả lựa chọn sử dụng biến tần SV040IG5A-4 để thay đổi tần số cấp vào động cơ lai.

Bảng 1. Thông số của biến tần SV040IG5A-4

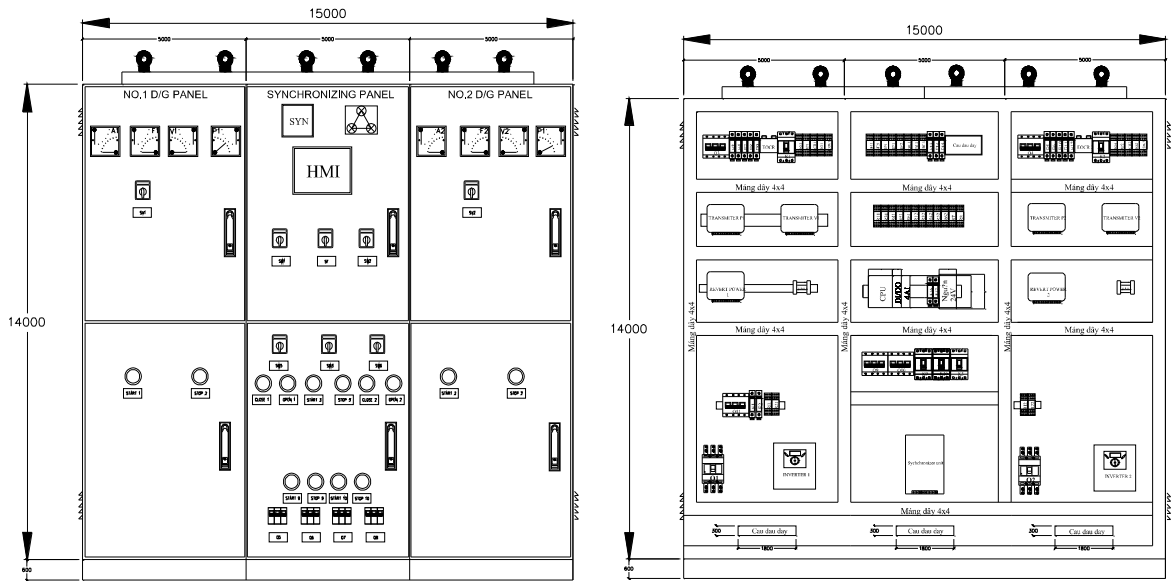
SV040IG5A-4		040
Công suất	(kW)	4.0
Đầu vào	Dòng định mức (A)	9
	Tần số max(Hz)	400
	Điện áp max (V)	3 pha 380±480
Đầu ra	Điện áp (V), Tần số (Hz)	3 pha 380±480 VAC (+10%, -15%); 50±60 Hz (± 5%)

2.2 Xây dựng các panel điều khiển

Các panel điều khiển được thiết kế và xây dựng có 2 panel máy phát và 01 panel hòa đồng bộ như hình 4 với lựa chọn tính toán thiết bị như sau (bảng 2):

Bảng 2. Các thiết bị điện trong bảng điều khiển

<p>Các thiết bị điều khiển</p> <p>Contactơ K₁, K₂: 240V AC, 13A, 3.5 KW. Rơ le: 24V DC, 5A – 240V AC. RBL₁, RBL₂, RBL₃: Rơle khống chế mất điện. K₁, K₂: Công tắc tơ chính cấp nguồn từ máy phát số 1, 2 lên lưới. Nút ấn kèm đèn: Điện áp là 220V AC, 24V DC. Nút ấn khởi động/ dừng động cơ lai số 1, 2. Bộ chuyển mạch ON-OFF-ON: 440V AC–15A.</p>	<p>Các thiết bị đo lường và chuyển đổi</p> <p>Ampe kế dùng để đo dòng điện của máy phát số 1, 2: A₁, A₂ (dải đo từ 0÷200 A). Vôn kế của máy phát số 1, 2 dùng để đo điện áp các pha của máy phát và điện áp lưới: V₁, V₂. Đồng hồ đo công suất máy phát 1,2: P₁, P₂. Tần số kế dùng để đo tần số của máy phát số 1, 2 và của lưới: Hz₁, Hz₂ (15÷65Hz). Transmitter P, I, U, f: các bộ chuyển đổi tín hiệu công suất, dòng điện, điện áp, tần số sang tín hiệu 4÷20mA gửi tới PLC. Bộ chuyển đổi dòng điện (Transmitter I). Bộ chuyển đổi tần số (Transmitter F). Bộ chỉ thị và chuyển đổi công suất. Thiết bị chỉ báo công suất. Bộ rơ le công suất ngược (RPR).</p>
<p>Các thiết bị bảo vệ</p> <p>Các aptomat cấp nguồn cho các phụ tải: Q₅÷Q₁₀. Aptomat Q₁₁ (3 pha và 2 cực). Cầu chì: F1÷F17. Aptomat cấp nguồn cho biến tần Q₁, Q₂. Aptomat cấp nguồn cho mạch điều khiển Q₃, Q₄. Cầu chì bảo vệ cho mạch điều khiển F₃, F₄. EOCR₁, EOCR₂: Rơle nhiệt bảo vệ cho máy phát số 1, 2. SW₁: Công tắc lựa chọn chế độ HAND/ AUTO.</p>	

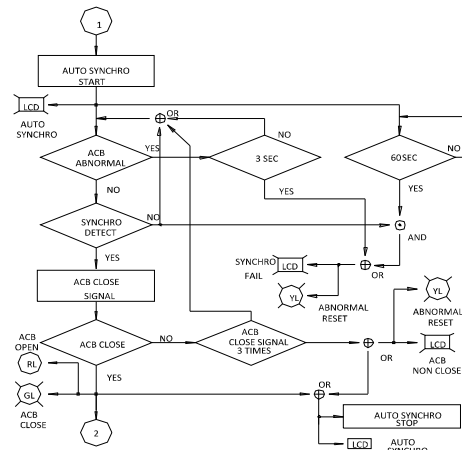


Hình 4. Mặt ngoài và bên trong bảng điều khiển

Ngoài ra ở panel hòa đồng bộ còn bố trí các thiết bị điện như sau (bảng 3):

Bảng 3. Các thiết bị điện trong panel hòa đồng bộ

<p>SYNCH: Thiết bị hòa đồng bộ. Đ₁, Đ₂, Đ₃: Hệ thống đèn quay dùng ở chế độ hòa bằng tay. SF: Công tắc chọn máy phát cần hòa. Close 1: Nút ấn để cấp nguồn từ MF1 lên lưới. Open 1: Nút ấn để dừng cấp nguồn MF1 lên lưới. AI/AO: Các đầu vào ra số của PLC. DI/DO: Các đầu vào ra tương tự của PLC. K1: Công tắc tơ dùng để cấp nguồn từ MF1 lên lưới. RBL, RSB, SF₂₁, R₄₁, RG₁, R₃₁: là các rơle trung gian. Đồng bộ kế dạng kim quay. Màn hình HMI giao diện người máy.</p>



Hình 5. Thuật toán hòa đồng bộ tự động

Để xây dựng trạm phát điện mô phỏng đòi hỏi phải tổng hợp rất nhiều các thuật toán cho từng chức năng cụ thể. Vì khuôn khổ báo cáo hạn, xin chỉ giới thiệu một thuật toán hòa đồng bộ tự động ở trên hình 5, Khi máy phát đã đủ các điều kiện cho việc hòa đồng bộ thì chương trình hòa đồng bộ tự động sẽ được kích hoạt. Màn hình hiển thị sẽ báo trạng thái và kiểm tra thời điểm hòa. Nếu sau 60s mà không thể xác định được thời điểm hòa thì sẽ báo động aptomat không được đóng lên lưới bằng đèn đỏ và báo trên màn hình HMI, dừng quá trình hòa đồng bộ. Nếu phát hiện được thời điểm hòa thì PLC sẽ phát lệnh đóng aptomat lên lưới, sau đó sẽ kiểm tra trạng thái của aptomat, nếu như chưa đóng thì sẽ lặp lại quá trình trên và hòa trong 3 lần. Nếu sau 3 lần phát lệnh đóng aptomat mà không thành thì sẽ báo động, tiếp đó là dừng quá trình hòa đồng bộ. Nếu aptomat đã đóng lên lưới thì đèn tín hiệu sẽ chỉ báo và kết thúc quá trình hòa đồng bộ.

2.3. Thục nghiệm xây dựng một số đặc tính của máy phát

Xây dựng đặc tính ngoài của máy phát: Đặc tính ngoài của máy phát là mối quan hệ giữa điện áp (U), và dòng phản ứng (I) khi tốc độ và dòng kích từ không đổi. Để xây dựng đặc tính ngoài của máy phát ta thay đổi tải với các giá trị 0,91; 1,87; 2,88; 3,9; 4,95 (A), ta đo được các giá trị điện áp 380, 370, 360, 355, 350 (V) tương ứng như bảng 4, từ đó xây dựng được đặc tính như hình 5. Trong quá trình thao tác đo đặc đảm bảo tốc độ và dòng kích từ không đổi, tải trong quá trình đo đặc là tải thuần trở. Đặc tính cơ của diesel và động cơ không đồng bộ tuy có sự khác nhau nhưng không nhiều, do đó không ảnh hưởng đến đặc tính của trạm phát điện.

Bảng 4. Bảng đo thông số máy phát

STT	Tải	I (A)	U (V)	Cos φ
1	Thuần trở	0,91	380	1
2	Thuần trở	1,87	370	1
3	Thuần trở	2,88	360	1
4	Thuần trở	3,9	355	1
5	Thuần trở	4,95	350	1

Ngoài ra, hệ thống trạm phát điện còn cho phép thực nghiệm kiểm tra hoạt động của trạm điện trong các chế độ làm việc khác nhau, các kết quả cho phép ta đánh giá và làm cơ sở khoa học cho các vấn đề nghiên cứu sau:

- Xây dựng các đặc tính của của máy phát điện từ đó cho phép phân tích tính chất động học của tổ hợp kích từ/máy phát phục vụ cho nghiên cứu, thiết kế bộ tự động điều chỉnh điện áp;
- Xây dựng các đặc tính của động cơ sơ cấp truyền động cho máy phát điện từ đó cho phép phân tích tính chất động học của diesel/động cơ lai phục vụ cho nghiên cứu, thiết kế bộ điều tốc/cải đặt biến tần;
- Thử các tình huống bảo vệ, các phản ứng của trạm phát trước các yếu tố thay đổi của tải làm nền tảng cho thiết kế các hệ thống bảo vệ, tự động hóa trạm phát như hòa đồng bộ tự động, phân chia tải tự động và hệ thống quản lý nguồn (PMS).

3. Kết luận

Mô hình mô phỏng trạm phát điện tàu thủy đã xây dựng thành công sử dụng các thuật toán, các yêu cầu để lập trình điều khiển hoạt động các thiết bị trong hệ năng lượng điện tàu thủy thật, đáp ứng nhu cầu của học viên và đã được kiểm chứng bằng các bài thực hành trong đào tạo, phù hợp với chương trình học và điều kiện phòng thực tập, thực hành, thí nghiệm.

Động cơ diesel được thay thế hoàn toàn bằng động cơ điện không đồng bộ ba pha thì việc phân bố tải tác dụng cũng như thay đổi tần số ra của các máy phát được thực hiện dễ dàng hơn bởi các biến tần. Ngoài ra với việc điều khiển hoàn toàn bằng điện thì rất thuận tiện và tiết kiệm hơn so với động cơ diesel chạy nhiên liệu dầu. Kết cấu của trạm phát điện mô phỏng rất gọn gàng, lắp đặt và vận chuyển dễ dàng có thể trở thành sản phẩm thương mại trên thị trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] GS. TSKH. Thân Ngọc Hoàn, TS. Nguyễn Tiến Ban, “*Trạm phát và lưới điện tàu thủy*”, Nhà xuất bản Khoa Học Và Kỹ Thuật Hà Nội, 2008.
- [2] Bùi Thanh Sơn, “*Trạm phát điện tàu thủy*”. Nhà xuất bản Hải Phòng, 2000.
- [3] Lê Quốc Tiến, “*Thiết kế hệ thống mô phỏng bằng điện chính tàu thủy phục vụ công tác đào tạo của Trường Đại học hàng hải VN*”, Tạp chí Giao thông vận tải, số 12 năm 2014.
- [4] Unitest Marine Training Software, 1997.

Người phản biện: TS. Hoàng Đức Tuấn; TS. Trần Sinh Biên

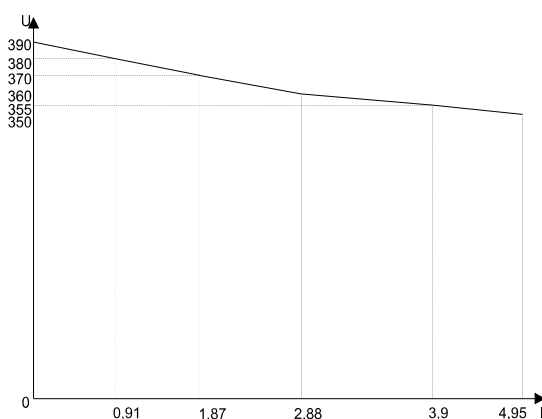
GIẢI PHÁP CUNG CẤP DƯỠNG KHÍ CHO HỆ ĐỘNG LỰC ĐẦY CỦA PHƯƠNG TIỆN LẶN SOLUTION TO SUPPLY INTAKE AIR FOR PROPULSION SYSTEM OF UNDERWATER VEHICLE

PHẠM HỮU TUYẾN, NGUYỄN DUY TIẾN, TRƯƠNG VIỆT ANH

Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

Tóm tắt

Phương tiện lặn ngày càng đóng vai trò quan trọng trong các hoạt động nghiên cứu diễn ra trên biển. Phương tiện này thường hoạt động dưới nước ở độ sâu nhất định, do đó hệ động lực đẩy để phương tiện di chuyển có nhiều điểm khác biệt so với phương tiện trên bộ và trên mặt biển. Để kéo dài thời gian hoạt động của phương tiện, cần cung cấp



Hình 5. Đồ thị đặc tính ngoài của máy phát