áp Stator: **690V, 50 Hz; Điện trở Stator: 0.0107Ω;** Điện trở Rotor: 0.0264Ω; Hỗ cảm: 0.0163 H ; Điện cảm Rotor: 0.0005 H ; Điện cảm Stator: 0.0003 H .

3. Kết luận

Điều khiển DFIG với chức năng SG trong trạm phát tàu thủy theo nguyên lý hệ phẳng đã có những kết quả khá khả quan thông qua việc xây dựng mô hình hệ thống. Điều khiển công suất (tác dụng và kháng) thông qua việc can thiệp từ rotor sẽ mang lại tính chủ động trong khai thác khi tốc độ máy lai (ME) thay đổi trong phạm vi rộng. Với mô hình điều khiển đề xuất không những giữ ổn định tần số và điện áp để cung cấp cho lưới từ máy phát đồng trục mà còn mở ra hướng chủ động nâng cao chất lượng cho lưới điện tàu thuỷ trong tương lai, vì thực chất càng ngày trên lưới điện tàu thuỷ càng sử dụng nhiều và rất nhiều các phụ tải chứa các bộ biến đổi công suất tĩnh. Việc sử dụng các bộ biến đổi công suất tĩnh là nguồn gây nên các sóng hài làm thay đổi rất lớn hình dạng sóng ở lưới điện không có biến áp cách ly như lưới điện tàu thuỷ. Điều khiển tựa phẳng cho DFIG cũng là đề xuất để mở ra hướng nghiên cứu về điều khiển trong lĩnh vực điện tàu thuỷ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Hai, N.H.: *Nghiên cứu đặc tính phẳng của máy phát rotor nguồn kép (rotor dây quấn) và đề xuất cấu trúc điều khiển trên cơ sở nguyên lý hệ phẳng*. Đồ án tốt nghiệp đại học, ĐHBK Hà Nội, 2010.

[2]. Quang, N.P.; Dittrich, J.A.: *Vector Control of Three-Phase AC Machines*. Springer, 2008.

[3]. GS.TSKH Thân Ngọc Hoàn; TS. Nguyễn Tiến Ban ‘’*Trạm phát và lưới điện tàu thuỷ*” Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật – Hà Nội. 2008

[4]. Petersson, A.(2005): Analysis, Modeling and Control of Doubly-fed Induction Generators for Wind Turbines Chalmers University of Technology.

[5]. Marvik, J.; Bjorgum, T.; Underland, T.; Gjenedal, T.: Control of a wind turbine with a double-fed Induction generator after tranisient failures www.ntnu.no

Người phản biện: GS.TSKH. Thân Ngọc Hoàn

XÂY DỰNG BIẾN TẦN VÉC TƠ CHO TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN THAY ĐỔI TỐC ĐỘ

DESIGN AND IMPLEMENT OF THE VECTOR FREQUENCY CONVERTER FOR AVALIABLE DRIVE

GS. TSKH. THÂN NGỌC HOÀN
Đại học Dân lập Hải phòng
ThS. VŨ NGỌC MINH
Đại học Hàng hải

Tóm tắt

Điều khiển vector là một phương pháp điều khiển động cơ điện xoay chiều ba pha hiện đại, với ưu điểm gắn liền một cách rõ ràng các phương pháp mô tả toán học chính xác các mối quan hệ vật lý của động cơ với các công nghệ điều khiển mới, nó có khả năng vợt trội về áp đặt dòng điện, momen. Để thực hiện hệ thống Tđđ này bộ biến tần véc tơ là mọt bộ phận không thể thiếu

Abstract

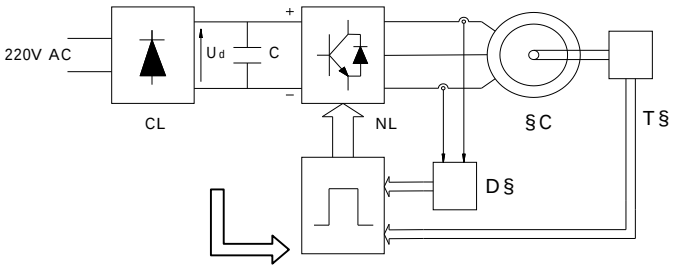
Control vector is a method morden control for the induction motror in which there need a frequency converter. The article deal with the design and implement of a frequency converter using element and devices being in Vietnam. Experiment results are presented in the article

1. Mở đầu

Hiện nay có nhiều công trình nghiên cứu về biến tần vector, các công trình nghiên cứu nước ngoài đã tương đối hoàn thiện, đã xuất hiện các sản phẩm thương mại. Điểm cơ bản là các bộ biến tần vector thường sử dụng các bộ vi xử lý mạnh nên dễ dàng điều khiển, khống chế động cơ.

Ở nước ta có một số công trình nghiên cứu biến tần vector [3] nhưng mới dừng lại ở lý thuyết. Các bộ biến tần thương phẩm của thế giới thường sử dụng các vi điều khiển cấp cao, yêu cầu tốc độ tính toán lớn, rất khó mua được tại thị trường Việt nam và giá thành rất cao. Từ nhu cầu thực tế trên, bài báo trình bày việc xây dựng bộ biến tần vector dựa trên những phần cứng có

sẵn tại thị trường Việt Nam, khảo sát đánh giá các tham số thu nhận được từ thực nghiệm, đề xuất các hướng nghiên cứu và phát triển tiến tới chế tạo biến tần với chi phí thấp tại Việt Nam.



Hình 1. Sơ đồ nguyên lí biến tần.

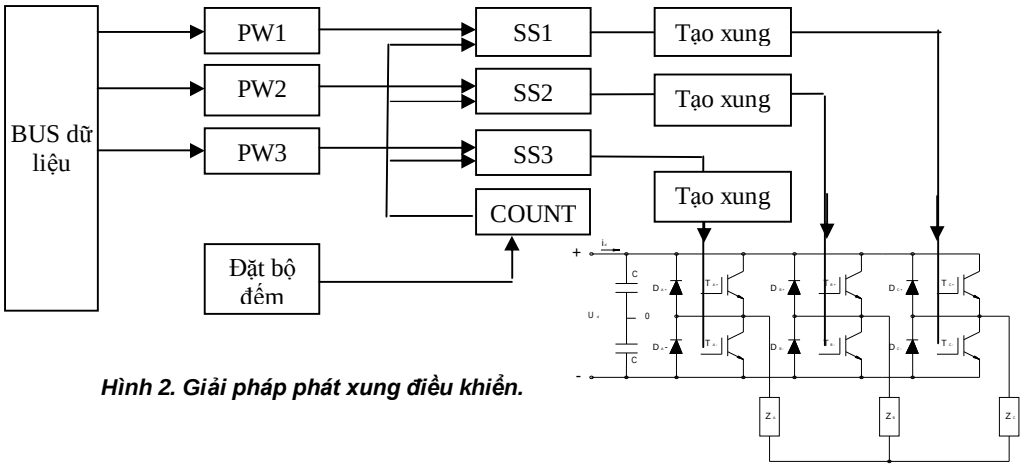
2. Điều chế véc tơ không gian

Trên Hình 1 là sơ đồ nguyên lý bộ biến tần. Bản chất của biến tần vector là tính toán theo một thuật toán nhất định để xác định modul và góc pha của vector υu_s, sau đó tìm cách thực hiện vector điện áp này thông qua tám vector điện áp chuẩn. Dựa vào biểu thức tính toán các véc tơ của biến tần véc tơ [3] xây dựng thuật toán và thực hiện thiết kế và thi công phần cứng biến tần này trong phòng thí nghiệm.

3. Thiết kế phần cứng

3.1. Tạo xung điều khiển các van bán dẫn công xuất

Để tạo xung điều khiển các van công suất, sử dụng vi điều khiển 30F4011. Vi điều khiển 30f4011 do hãng Microchip sản suất với mục đích áp dụng cho các bài toán điều khiển quá trình hay điều khiển động cơ. Tính năng cơ bản của vi điều khiển DSPIC30f4011 có thể tham khảo tài liệu của hãng. Ap dụng thuật toán điều chế véc tơ không gian trên phần cứng có sẵn của 30F4011 (H.2).



Hình 2. Giải pháp phát xung điều khiển.

Mạch công suất sử dụng MOSFET là một loại van bán dẫn có khả năng đóng cắt nhanh, trong công thức tính sẽ không cần quan tâm đến bù tổn thất do thời gian trễ đóng, cắt van bán dẫn vì sai số gây nên do bỏ qua bù tổn thất là đủ nhỏ và không ảnh hưởng tới chất lượng hệ thống. DSPIC30F4011 có một thanh ghi đếm COUNT, có 3 thanh ghi PWM là PW1..PW3, độ phân giải tối đa của mỗi thanh là 16 bit. Sử dụng ở chế độ điều chế đối xứng thanh ghi COUNT hoạt động đếm tiến/ lùi. Sau mỗi chu trình đếm tiến và lùi về không, ba thanh ghi PWM được cập nhật giá trị mới từ bộ đệm. Hoạt động đếm của COUNT diễn ra theo chu kỳ tuần hoàn, phụ thuộc xung nhịp vi điều khiển. DSPIC30F4011 có 3 bộ so sánh độc lập SS1..SS3, mỗi chu kỳ xung nhịp SS1..SS3 sẽ so sánh PW1..PW3 với COUNT, mỗi giá trị bằng nhau giữa PW1..PW3 với COUNT đầu ra tương ứng điều khiển MOSFET được đảo trạng thái. Khối tạo xung có nhiệm vụ điều khiển hai van tương ứng trong một nhánh của mạch cầu công suất.

3.2. Bộ chuyển đổi ADC

Bộ chuyển đổi ADC của 30F4011 cho phép biến đổi tín hiệu tương tự thành tín hiệu số 10 bit với tốc độ cao (500ksps), toàn bộ 9 kênh đầu vào tương tự được phân chia thành 4 nhóm, mỗi nhóm được đưa tới một khâu lấy mẫu với ba chức năng: khuếch đại, lấy mẫu và lưu giữ (còn gọi là kênh S/H). Đầu ra của các khâu lấy mẫu này được đưa tới bộ phận chuyển đổi tương tự/ số thông qua khâu dồn kênh tương tự. Có hai cách đặt chương trình cho khâu dồn kênh tương tự

MUXA và MUXB. Bộ biến đổi ADC có thể chuyển đổi qua lại giữa MUXA và MUXB để có các cấu hình đọc đầu vào khác nhau, có thể chọn thêm cấu hình đọc tuần tự các đầu vào tương tự

Modul ADC được thiết kế thêm bộ đệm 16 word để lưu trữ kết quả đầu ra, là bộ đệm hai hướng và chỉ có thể đọc. Bộ đệm được đánh số thứ tự từ ADCBUF0 tới ADCBUFF. Độ rộng thực tế của mỗi word trong bộ đệm là 10 bit tương ứng với khả năng chuyển đổi của ADC, tuy nhiên khi đọc kết từ quả bộ đệm thì 30F4011 tự động chuyển thành định dạng 16 bit.

Thời gian để chuyển đổi một mẫu **A/D** được chia làm hai phần: Thời gian lấy mẫu và thời gian biến đổi. 30F4011 được thiết kế 4 bộ lấy mẫu S/H cho phép tại một thời điểm bất kỳ có thể lấy mẫu đồng thời 4 kênh đầu vào tương tự, chuyển đổi tín hiệu tương tự thành tín hiệu số sau thời điểm lấy mẫu vẫn được tiến hành tuần tự vì chỉ có một khâu chuyển đổi ADC.

3.3. Giao tiếp Encoder (QEI, quadrature encoder interface).

Encoder là thiết bị được gắn với trục roto để đo tốc độ và vị trí roto. Với các bộ Encoder thông dụng thường có 3 tín hiệu Pha**A(QEA)**, Pha**B(QEB)** và **Index(IND)** cho phép xác định chiều quay, tốc độ quay và vị trí roto.

Tín hiệu pha A được so sánh với pha B để xác định chiều quay. Khi tín hiệu xung pha A vượt trước pha B 90^o tương ứng với động cơ quay thuận. Khi động cơ quay ngược lại tín hiệu pha B sẽ vượt trước pha A. Số xung đếm được từ đầu **A**, **B** dùng để tính toán vị trí và tốc độ của roto. Tín hiệu trên kênh **Index** dùng xác định vị trí của roto, mỗi vòng quay **Index** sẽ phát ra một xung. *Các thành phần của modul giao tiếp Encoder:* Ba chân tín hiệu vào cho 2 pha **A**, **B** và kênh **Index,** Bộ lọc nhiễu tín hiệu số cho Pha**A**, **B** và **ndex**, có thể lập trình được; Bộ giải mã xung thành tín hiệu đếm xung và tín hiệu chiều quay; Bộ đếm xung 16 bit để tính toán vị trí và vận tốc; Bộ xác định chiều đếm (tiến hoặc lùi); Bộ phận nhân 2, nhân 4 xung; Bộ phận tạo ngắt cho các sự kiện QEI ; Bộ lọc số cho tín hiệu đầu vào.Bộ lọc số đầu vào dùng để lọc nhiễu ở đầu vào **Index** và 2 kênh **A**, **B**. Bộ lọc số được thiết kế với đầu vào trigơ Schmitt và bộ lọc trễ 3 chu kỳ xung nhịp cho phép lọc các nhiễu tần số thấp và tần số cao. Bộ lọc sẽ xác định chắc chắn rằng tín hiệu đã được lọc ở đầu vào số không bị thay đổi trong 3 chu kỳ lọc.

3.4. Cấu trúc phần cứng

Cấu trúc phần cứng của bộ biến tần được thiết kế có dạng như trong hình 1. Trong đó:

- Nguồn xoay chiều 220V của lưới được đưa vào bộ chỉnh lưu CL để tạo thành điện áp một chiều. CL là bộ cầu chỉnh lưu một pha không điều khiển.

- Điện áp một chiều từ bộ chỉnh lưu được đưa tới bộ tụ C tác dụng của bộ tụ là để san điện áp một chiều đầu vào trước khi cấp cho bộ nghịch lưu. Có thể coi đây là bộ nguồn áp khi bộ tụ có điện dung khá lớn, trong bản thiết kế sử dụng bộ tụ có dung lượng 1320uF, điện áp tụ là 450V.

- Điện áp một chiều sau bộ chỉnh lưu sau khi đã được san ở bộ tụ được đưa vào Bộ nghịch lưu NL. Tại đây điện áp một chiều sẽ được nghịch lưu theo phương pháp điều khiển Vector. Đầu ra của bộ nghịch lưu là điện áp xoay chiều ba pha cấp cho động cơ xoay chiều.

- Tín hiệu điều khiển bộ nghịch lưu cấp cho mạch nghịch lưu được đưa đến từ mạch điều khiển (ĐK). Đây là một tổ hợp các thiết bị logic lập trình để tạo xung điều khiển các MOSFET công suất đồng thời còn thực hiện các chức năng như đo hiển thị tốc độ, tần số, dòng điện, điện áp, các bảo vệ như quá áp, quá dòng, quá nhiệt..

- Tốc độ được phản hồi về mạch điều khiển qua phần tử TĐ đây có thể là máy phát tốc hay Encorder, trong bản thiết kế dùng Encorder 200 xung/vòng. Mạch phản hồi tốc độ dùng để bảo vệ, tính toán và hiển thị thông tin về tốc độ động cơ.

- Dòng điện của động cơ được đưa về là dòng của hai pha và dòng tổng. Dòng hai pha được chuyển đổi và đưa về mạch điều khiển nhờ các cảm biến dòng theo nguyên tắc Hall. Trong đồ án sử dụng cảm biến dòng loại ALS20A.

3.4.1. Mạch công suất

Các van công suất sử dụng để chế tạo biến tần là MOSFET - 20N60S5, đây là các van điện áp cao, và tần số hoạt động lớn. Các van công suất mắc theo sơ đồ cầu ba pha. Chúng được chia thành ba nhóm van A, B, C và mỗi nhóm lại được chia ra thành hai phía phía cao(AH, BH, CH) và phía thấp(AL, BL, CL).

3.4.2. Các mạch bảo vệ.

Trong thiết kế bộ biến tần có thực hiện thiết kế các mạch bảo vệ sau:

+ *Bảo vệ quá dòng mạch xoay chiều*: dòng xoay chiều của động cơ qua cảm biến dòng IC. IC biến dòng xoay chiều thành điện áp và sẽ được xử lí trong mạch điều khiển.

+ *Bảo vệ quá dòng mạch một chiều*: bằng cách đo sụt áp trên điện trở $R_1 = 0.05\Omega$. Khi sụt áp trên điện trở R_1 vượt quá ngưỡng đặt trong mạch điều khiển thì sụt áp này sau khi qua mạch khuyếch đại sẽ cho tín hiệu quá dòng một chiều đến vi điều khiển để bảo vệ động cơ.

+ *Bảo vệ quá tốc*: tốc độ của động cơ được đưa về mạch điều khiển qua Encoder. Tốc độ được xử lí bằng phần mềm và mạch điều khiển sẽ tác động khi tốc độ động cơ vượt quá ngưỡng.

+ *Bảo vệ quá nhiệt*: Nhiệt độ từ cánh tản nhiệt của mạch cầu công suất được đo bằng cảm biến nhiệt LM335 gửi về mạch điều khiển để xử lý. Khi quá nhiệt mạch điều khiển ngừng cấp xung mở van công suất .

+ *Bảo vệ quá áp, thấp áp* : Điện áp nguồn một chiều cấp vào cầu MOSFET đo thông qua điện trở phân áp. Khi điện áp > 360V hoặc < 180V mạch điều khiển sẽ ngừng cấp xung điều khiển.

Hệ thống bảo vệ được thiết kế 2 mức: *Bộ bảo vệ riêng:* bao gồm các mạch điện tử nhận tín hiệu từ các cảm biến sẽ tác động ngắt xung điều khiển MOSFET và đưa tín hiệu báo động qua các led chỉ thị tương ứng khi tín hiệu từ cảm biến vượt quá trị số cho phép và *Bộ bảo vệ trung tâm:* Tín hiệu từ các cảm biến được gửi về vi điều khiển để trực tiếp xử lý và thông báo bằng màn hình hiển thị. Ngoài ra toàn bộ biến tần còn được bảo vệ ngắn mạch bằng cầu chì.

3.4.3. Mạch điều khiển

Trong mạch điều khiển sử dụng dsPIC30F4011 làm vi điều khiển trung tâm điều khiển hoạt động cho biến tần. Các chân của vi điều khiển làm các chức năng như [1].

3.4.4. Sơ đồ mạch hiển thị và giao tiếp

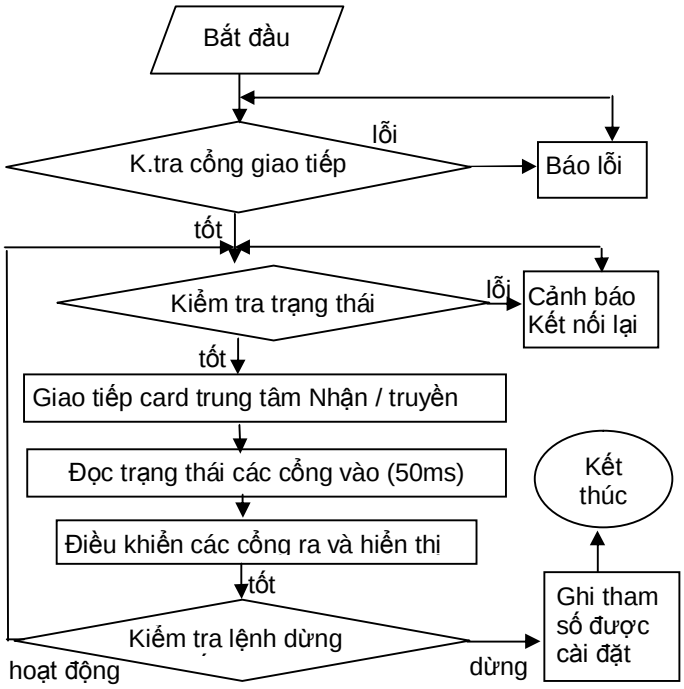
Điều khiển quá trình hiển thị và giao tiếp là vi điều khiển ATMEGA8. Tín hiệu điều khiển đưa vào biến tần có thể là tín hiệu tương tự thông qua biến trở hoặc tín hiệu số thông qua các nút ấn. Màn hình hiển thị là led 7 thanh.

3.4.5. Mạch cấp nguồn

Có 3 loại nguồn được sử dụng: 5V, 5V cách ly và 15V. Nguồn 5V cấp cho mạch vi điều khiển và các IC, còn nguồn 15V cấp cho mạch điều biến độ rộng xung.

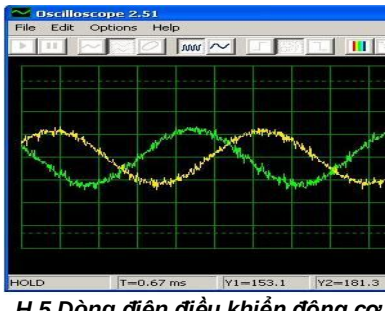
Bản vẽ 4/8, 5/8, 8/8 bao gồm các mạch hỗ trợ quá trình đo các tham số và gỡ rối cho chương trình điều khiển nên không được đề cập đến trong khuôn khổ đồ án.

5. Phần mềm lập trình



H.3. Điều khiển hiển thị và giao tiếp ngoại vi.

H.4. Dòng điện điều khiển động cơ.



H.5.Dòng điện điều khiển động cơ ở tần số 50 Hz không tải.

Để viết chương trình cần xây dựng lưu đồ thuật giải điều khiển chung. Hình 3 là lưu đồ thuật giải điều khiển hiển thị và giao tiếp ngoại vi. Mỗi vi điều khiển đều được đi kèm với nó là một số phần mềm hỗ trợ lập trình và các chương trình ứng dụng, các chương trình này được nhà thiết kế viết sẵn và có thể tìm thấy trên trang WEB chính thức của nhà sản xuất. DSPIC30F là loại vi điều khiển tích hợp cao và có thể lập trình được bằng ngôn ngữ bậc cao C, hoặc lập trình trực tiếp trên bằng mã ngữ.

Có nhiều công cụ hỗ trợ lập trình C cho vi điều khiển DSPIC ví dụ : MPLAB IDE, HTPIC, CCS v.v. Phần mềm MPLAB IDE là phần mềm rất hiệu quả dùng lập trình cho tất cả các vi điều khiển của hãng MICROCHIP đồng thời còn hỗ trợ cả chức năng mô phỏng, gỡ rối. Ở đây sử dụng phần mềm MPLAP IDE. Ngoài ra MPLAP IDE do chính hãng sản xuất chip phát hành nên được cập nhật thường xuyên và miễn phí phần mềm. Phần mềm HTPIC rất mạnh cho lập trình C nhưng muốn mô phỏng vẫn phải kết hợp với MPLAP. CCS mạnh về lập trình hướng đối tượng với cấu trúc đơn giản, dễ giao tiếp nhưng giá thành phần mềm tương đối cao, hỗ trợ mô phỏng ít. Do những lý do này tác giả đã sử dụng phần mềm MPLAP IDE để lập trình cho hệ thống.

5. Các đặc tính thực nghiệm

Bộ biến tần được thiết kế dạng ghép nối các modul, mỗi modul làm một nhiệm vụ khác nhau để dễ gỡ rối và nâng cấp. Biến tần được thiết kế chạy tốt và ổn định, dải điều chỉnh rộng, kết quả đo được của dòng điện pha trên động cơ ứng với các tần số và dạng tải khác nhau được thể hiện qua các hình chụp Osiloscope (Hình 4; 5).

6. Kết luận

- Biến tần vector được chế tạo thành công trên những linh kiện có sẵn và thông dụng tại Việt Nam hiện nay. Kinh phí chế tạo biến tần thấp hơn so với các biến tần cùng công suất hiện có trên thị trường, chỉ bằng 30% các biến tần ngoại nhập. Dòng điện điều khiển biến tần rất gần với hình sin.

- Dải tần số điều khiển động cơ được thiết kế rộng, từ 0,5Hz tới 125Hz phù hợp để điều khiển động cơ điện xoay chiều 3 pha rotor lồng sóc thông dụng. Độ phân dải tần số điều khiển đạt được là 0,1Hz.

Thông số của bộ biến tần đã xây dựng.

Nguồn điện áp đầu vào: 1 pha 220VAC, 50HZ; Công suất ra: 1.5Kw;Dải tần số ra: 0 ~ 125Hz; Độ phân dải điều chỉnh: ~ 0.1Hz; Đối tượng điều khiển là động cơ 3 pha rotor lồng sóc U_Y = 200V

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Vũ Ngọc Minh, *"Nghiên cứu thiết kế biến tần véc tơ",* Luận văn Thạc sĩ, Trường ĐHHH, 2007

[2] Nguyễn Văn Liễn, Nguyễn Mạnh Tiến, Đoàn Quang Vinh, *"Điều khiển động cơ xoay chiều ba pha cấp từ biến tần bán dẫn"*, NXB Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội. 2005

[3] Nguyễn Phùng Quang, *"Về một phương pháp điều khiển động cơ xoay chiều ba pha không cần đo tốc độ quay (Speed Sensorless Control)"*, *Tự động hóa ngày nay*, 22(số tháng 5), Tr.28-32. 2002

[4] Joachim Holtz (2002), *"Sensorless Control of Induction Motor Drives"*, IEEE, Vol. 90, No. 8, pp.1359 -1394

Người phản biện: PGS.TS. Hoàng Xuân Bình

CHẾ ĐỘ LÁI TỰ ĐỘNG THEO HÀNH TRÌNH TRONG HỆ THỐNG LÁI SỐ *(HÃNG ANCHUTZ-RAYTHEON – ĐỨC)*

Track control operating on auto pilot system which used digital control of Raytheon

ThS. BÙI VĂN DŨNG

Khoa Điện – Điện tử tàu biển, Trường ĐHHH

Tóm tắt

Hiện nay trong vận hành khai thác hệ thống lái tự động trên tàu thuỷ, một số Sỹ quan, Thuỷ thủ hàng hải và một số người sử dụng hệ thống lái tự động vẫn còn chưa hiểu sâu sắc về chức năng của chế độ lái theo hành trình hướng đi ''Track Control Mode''. Bài báo giới thiệu về khái niệm, cũng như việc sử dụng chế độ lái theo hành trình của hệ thống lái tự động hãng Raytheon- Sperry (Đức) được trang bị trên tàu thuỷ.

Abstract

At present, when operating auto pilot system on ships, some of officers, saillors and users of auto pilot system still has not understands fully the funtion of Track Control Mode. The article introduced the concept, structure and using Track Control Mode of auto pilot on ships by made in Raytheon- Sperry (Đức).