

Đánh Giá Hoạt Động Của Động Cơ Diesel SKL 6NVD36 Sau Khi Thay Thế Bộ Điều Tốc

Nguyễn Duy Trinh

Viện Hàng hải

Trường Đại học Giao thông vận tải

Thành phố Hồ Chí Minh

Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

trinh.nguyen@ut.edu.vn

Trần Hồng Thanh

Viện Hàng hải

Trường Đại học Giao thông vận tải

Thành phố Hồ Chí Minh

Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

hongthanh.tran@ut.edu.vn

Tóm tắt-Bài viết tóm tắt việc thử nghiệm hoạt động của động cơ diesel SKL 6NVD36 sau khi thay thế bộ điều cơ khí thủy lực Woodward UG8L, trên cơ sở đó, khẳng định việc thay thế bộ điều tốc cơ khí đã cũ của động cơ bằng một bộ điều tốc mới là hoàn toàn cần thiết. Ngoài ra đây cũng là cơ sở để có thể nghiên cứu, tính toán việc thay thế, hoán cải bộ điều tốc hoạt động không ổn định và khó bảo dưỡng trên các động cơ đã quá cũ kỹ bằng các bộ điều tốc thông dụng nhằm tăng tính ổn định và tin cậy của hệ thống.

Từ khóa-Động cơ Diesel, bộ điều tốc, Woodward.

I. GIỚI THIỆU

Căn cứ vào điều kiện thực tế, bộ điều tốc (BDT) cơ khí của các động cơ SKL 6NVD36 đã hoạt động từ những năm 1981. Đến nay việc tìm kiếm vật tư chính hãng để bảo trì, bảo dưỡng rất khó khăn, cùng với đó là quá trình làm việc không đáng tin cậy do thay đổi điều kiện làm việc từ máy phát điện thành mô hình hệ động lực đẩy gắn chân vịt lắp đặt phòng thí nghiệm. Chính vì vậy, việc nghiên cứu đánh giá mức độ đáp ứng, tính hiệu quả cũng như tính kinh tế khi thay thế hệ thống để lắp đặt một bộ điều tốc cơ thủy lực thông dụng cho động cơ 6NVD36 là rất cần thiết.

Dựa trên kinh nghiệm nhiều năm của đội ngũ các giảng viên, kỹ sư đã từng vận hành, khai thác, bảo dưỡng và sửa chữa các hệ thống điều chỉnh vòng quay nói chung và bộ điều tốc nói riêng, có thể nhận thấy bộ điều tốc của hãng Woodward – USA vẫn là đáng tin cậy nhất. Căn cứ vào bảng so sánh thông số làm việc phía dưới của các bộ điều tốc thì bộ điều tốc UG8-L được chọn vì đó là loại tương đương, thích hợp nhất với bộ điều tốc cơ khí hiện đang lắp trên động cơ SKL 6NVD.

Bộ điều tốc Woodward UG8L được dùng khá phổ biến trong các hệ động lực Diesel tàu thủy. UG8L là một bộ điều tốc cơ khí – thủy lực có góc dịch chuyển tối đa của trục ra là 42° , trục ra là loại trục then hoa nên có thể dễ dàng lắp đặt cơ cấu nơi với thanh răng nhiên liệu của động cơ. Đây là bộ điều tốc có hoạt động điều khiển Tỷ lệ + Tích phân (P+I) với sự tham gia của nôm cơ cấu bù và van kim bù nên rất dễ hiệu chỉnh đáp ứng phù hợp với động cơ SKL 6NVD36 của phòng thực hành.

Bảng I. BẢNG SO SÁNH THÔNG SỐ HAI BỘ ĐIỀU TỐC.

Thông số	Bộ điều tốc cơ khí động cơ 6NVD36	Bộ điều tốc Woodward UG8L
n (vòng quay)	210-1500	311-1232
δ (%) Hệ số sai tĩnh	0-10% (không hiệu chỉnh được)	0-10% (hiệu chỉnh được)
ε (%) (Hệ số vùng không nhảy)	0-20%	<3%
$T_{đ/c}$ (Thời gian điều chỉnh)	Không điều chỉnh được	Điều chỉnh được
$N_{truyền}$ động	3H/P	1/4HP
$M_{trục}$ ra	10 Nm	13.2 Nm
Khớp nối	Then vuông 20 mm	Then hoa 0.620-36
$L \times W \times H$ (mm) Kích thước	300 x 400 x 500	190.6 x 146.1 x 330.5

Ngoài ra cơ cấu đặt tốc độ của BĐT UG8-L và cơ cấu tắt máy từ xa cũng rất phù hợp cho việc chuyển đổi công năng của động cơ từ loại động cơ diesel lai máy phát thành động cơ diesel lai chân vịt.

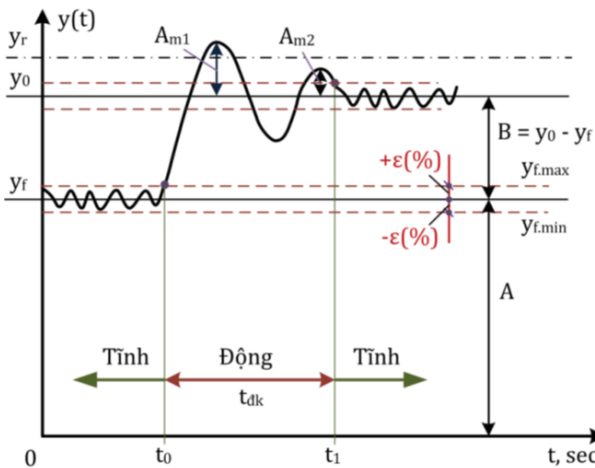
II. CÁC CHỈ TIÊU ĐÁNH GIÁ HOẠT ĐỘNG ĐIỀU CHỈNH SỐ VÒNG QUAY

Để đánh giá hoạt động của hệ điều khiển, bao gồm bộ điều khiển và đối tượng được điều khiển, người ta thường đánh giá đáp ứng đầu ra của hệ (tức là đáp ứng ra của đối tượng được điều khiển), thông qua hai đại lượng cơ bản sau đây:

Hệ số sai tĩnh $\delta(\%)$ biểu thị giá trị tính theo phần trăm của lượng sai tĩnh so với giá trị trung bình của biến được điều khiển khi hệ ở trạng thái toàn tải (hay trạng thái làm việc định mức). Nó được xác định theo công thức sau:

$$\delta(\%) = \frac{y_0 - y_f}{y_f} \times 100(\%) = \frac{B}{A} \times 100(\%) \quad (1)$$

Hệ số sai tĩnh $\delta(\%)$ cho phép đối với các hệ thống điều chỉnh vòng quay là **từ 0-10%**.



Hình 1. Các đại lượng đánh giá hoạt động hệ điều khiển.

Hệ số vùng không nhạy $\varepsilon(\%)$ là dải giá trị của biến được điều khiển, được tính theo phần trăm của giá trị định mức ổn định của nó, với điều kiện là nếu

biến được điều khiển dao động trong dải đó nhưng bộ điều khiển vẫn không có tác động điều khiển tích cực. Thông thường, hệ số vùng không nhạy có giá trị cho phép khoảng **$\pm 1,5(\%)$ cho một nửa dải, 3% cho toàn dải** và thường được xác định ở chế độ làm việc ổn định toàn tải của đối tượng được điều khiển và được tính bằng công thức sau:

$$\begin{aligned} +\varepsilon(\%) &= \frac{y_{f,max} - y_f}{y_f} \times 100(\%) \\ -\varepsilon(\%) &= \frac{y_{f,min} - y_f}{y_f} \times 100(\%) \end{aligned} \quad (2)$$

Thời gian điều khiển, t_{dk}: Thời gian tính bằng giây của giai đoạn chuyển tiếp từ trạng thái cân bằng tĩnh thứ nhất sang trạng thái cân bằng kế tiếp được gọi là thời gian điều khiển, t_{dk}. Theo tiêu chuẩn Mỹ, thời gian điều khiển có chuẩn cho phép là **5 giây** cho các hệ có quán tính nhỏ, **20 giây** cho các hệ có quán tính lớn.

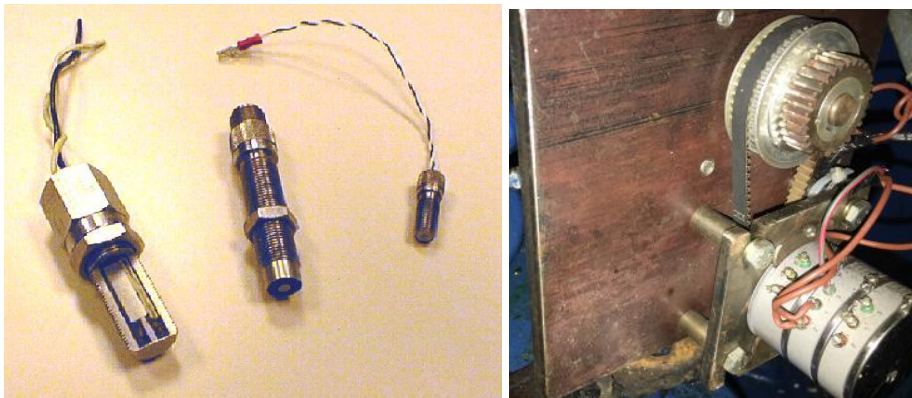
Độ quá điều khiển: Tỷ số giữa biên độ của đỉnh dao động đầu tiên A_{m1} của biến được điều khiển $y(t)$ so với giá trị cân bằng tĩnh của biến được điều khiển ở trạng thái cân bằng đầy tải (y_f) tính theo phần trăm của (y_f) được gọi là độ quá điều khiển (Overshoot), $A_m(\%)$, và được tính bằng công thức sau:

$$A_m(\%) = \frac{A_{m1}}{y_f} \times 100(\%) \quad (3)$$

Độ quá điều khiển cho phép có thể tới 20%, tuy nhiên trong thực tế ta cần giảm thiểu độ quá điều chỉnh để bảo đảm cho thiết bị hoạt động an toàn khi có sự thay đổi tải.

III. LẮP ĐẶT HỆ THỐNG ĐO VÀ THU THẬP SỐ LIỆU

Lựa chọn và lắp đặt cảm biến tốc độ: Thiết bị đo tốc độ động cơ ta chọn loại Omron E2A của Nhật với các tính năng phù hợp sau: Tần số đáp ứng đến 1000 Hz; Đo tốc độ không tiếp xúc, bền vững, dễ lắp đặt.



Hình 2. Cảm biến tốc độ MPU và cảm biến thanh răng nhiên liệu.

Lựa chọn lắp đặt cảm biến vị trí thanh răng: Để có thể đo kiểm tra được vị trí chuyển vị của thanh răng nhiên liệu, ta lắp thêm một cơ cấu truyền động bánh đai lai một chiết áp phản hồi như trên hình, khi thanh răng thay đổi, chiết áp quay, qua mạch khuếch đại chuyển đổi tín hiệu thành tín hiệu điện áp có giá trị từ 0-10 VDC tương ứng với chuyển vị của thanh răng từ 0 tới cao nhất là 30 vạch.

Lựa chọn bộ điều khiển tiếp nhận xử lý tín hiệu: PLC là thiết bị tính toán, điều khiển trung tâm, PLC được chọn là loại S7-200 của Siemens với các tính năng chính phù hợp với công việc cần thực hiện, cấu hình cụ thể của PLC như sau:

- Xử lý số 32 bit, dấu phẩy động;
- Thời gian xử lý 1 lệnh: 22 μ s;
- Tích hợp sẵn High Speed counter để đo tốc độ cao và đo vị trí góc quay;
- Độ phân giải của các tín hiệu analog đến 1/216.

IV. KHẢO SÁT ĐÁP ỨNG CỦA ĐỘNG CƠ KHI DỪNG BỘ ĐIỀU TỐC CƠ KHÍ HIỆN HỮU

A. Thực nghiệm ở chế độ tăng tốc từ 350 vòng/phút lên 350 vòng/phút

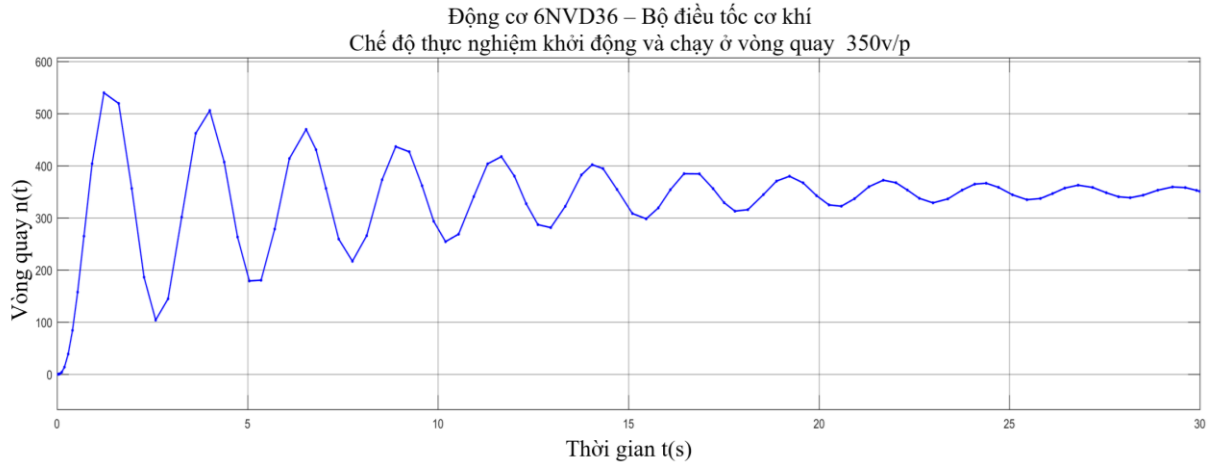
Ở chế độ này, quay cơ cấu đặt tốc độ đến vị trí tương ứng vòng quay 350 vòng/phút, tiến hành khởi động động cơ và thu thập số liệu, các số liệu thu được được ghi nhận trong bảng II.

BẢNG II. THÔNG SỐ THỰC NGHIỆM Ở CHẾ ĐỘ 350V/P VỚI BỘ ĐIỀU TỐC CƠ KHÍ.

t(s)	n(t)	t(s)	n(t)	t(s)	n(t)	t(s)	n(t)
0.00	0.0	3.27	301.2	12.62	286.9	22.02	367.2
0.00	0.0	3.64	461.7	12.96	281.1	22.32	353.2
0.00	0.0	4.01	505.6	13.34	321.9	22.64	337.2
0.00	0.0	4.39	406.8	13.76	382.1	23.00	328.6
0.00	0.0	4.74	263.1	14.05	401.8	23.38	336.2
0.00	0.0	5.05	179.0	14.33	394.3	23.76	353.0
0.00	0.0	5.36	180.3	14.70	354.3	24.09	364.5
0.00	0.0	5.71	278.4	15.10	308.1	24.39	366.2
0.00	0.0	6.10	413.5	15.47	298.0	24.71	358.3
0.00	0.0	6.54	469.4	15.79	319.0	25.08	344.0
0.01	0.0	6.80	430.5	16.10	353.7	25.46	334.6
0.02	0.0	7.06	356.3	16.46	384.5	25.81	336.9
0.04	0.2	7.39	259.2	16.86	384.2	26.13	346.4
0.07	0.9	7.75	216.7	17.22	355.9	26.45	356.9
0.12	4.1	8.13	265.6	17.51	329.0	26.81	362.5
0.19	13.8	8.53	372.8	17.79	312.7	27.19	358.2
0.29	38.8	8.89	436.4	18.14	315.5	27.55	348.0
0.40	84.1	9.25	426.4	18.54	344.5	27.86	340.3
0.54	157.5	9.58	361.4	18.89	370.3	28.17	338.4
0.70	264.7	9.89	293.3	19.23	379.7	28.51	343.3
0.92	403.7	10.20	254.2	19.59	366.9	28.90	352.9
1.23	539.6	10.54	268.7	19.94	342.5	29.28	359.1
1.62	519.1	10.94	340.5	20.26	324.6	29.62	357.8
1.96	356.2	11.30	403.3	20.59	322.2	29.91	352.4

t(s)	n(t)	t(s)	n(t)	t(s)	n(t)	t(s)	n(t)
2.28	186.1	11.66	417.3	20.94	336.6	30.00	350.5
2.59	103.9	12.01	379.8	21.31	359.5		
2.91	144.7	12.32	327.0	21.69	372.1		

Căn cứ vào số liệu trong bảng và tiến hành vẽ đồ thị đáp ứng vòng quay của động cơ theo thời gian trong phần mềm MATLAB, đồ thị như hình 3:



Hình 3. Đồ thị biến thiên vòng quay theo thời gian ở chế độ thử 350 vòng/phút với bộ điều tốc cơ khí của động cơ.

Căn cứ trên kết quả thực nghiệm này ta có thể đánh giá hoạt động của hệ thống như sau:

- Khi khởi động động cơ, vòng quay của động cơ thay đổi, tăng cần và dao động quanh giá trị vòng quay đặt là 350 vòng/phút sau 20 giây;
- Khoảng dao động quanh giá trị vòng quay đặt 350 vòng/phút nhỏ nhất là -10 và lớn nhất là 11 vòng/phút. Như vậy vùng không nhạy xác định theo công thức (2) là 6,5%;
- Thời gian điều chỉnh xác định được tối thiểu là 20 giây;
- Vòng quay động cơ đạt cao nhất là 540 ở xung dao động đầu tiên, như vậy ta có thể tính được độ quá

điều chỉnh xác định theo công thức (3) là 54% là quá lớn so với tiêu chuẩn áp dụng cho các hệ thống này.

Dựa vào các đánh giá này, ta có thể kết luận hệ thống hoạt động không ổn định và không đáp ứng được một tiêu chí nào trong mục II.

B. Thực nghiệm ở chế độ tăng tốc từ 350 vòng/phút lên 500 vòng/phút

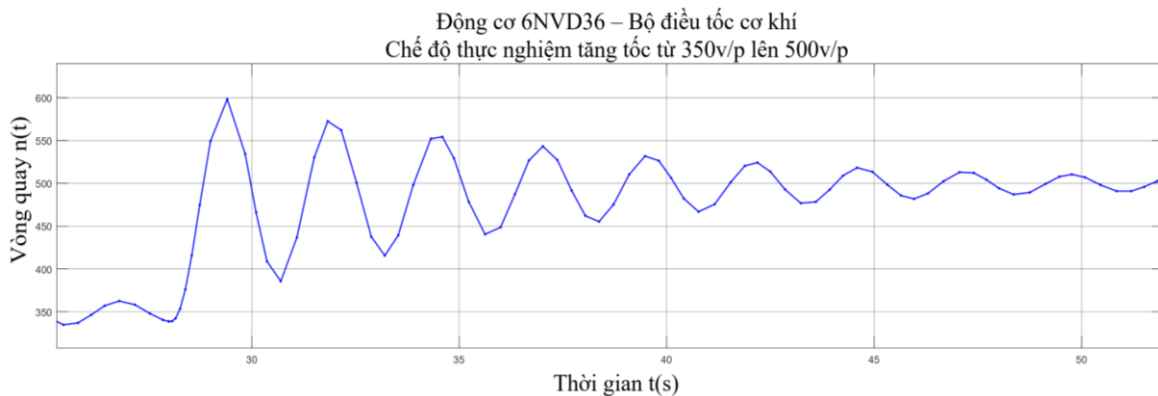
Sau khi động cơ làm việc ổn định ở chế độ vòng quay 350 vòng/phút, đến giây thứ 25, tiến hành tăng tốc nhanh động cơ lên 500 vòng/phút, thu thập số liệu, các số liệu thu được được ghi nhận trong bảng III.

BẢNG III. BẢNG THÔNG SỐ THỰC NGHIỆM KHI TĂNG TỐC ĐỘNG CƠ TỪ 350 VÒNG/PHÚT LÊN 500 VÒNG/PHÚT VỚI BỘ ĐIỀU TỐC CƠ KHÍ.

t(s)	n(t)	t(s)	n(t)	t(s)	n(t)	t(s)	n(t)
28.00	338.7	36.00	448.7	45.32	498.4	54.66	505.3
28.00	338.7	36.35	487.6	45.65	485.7	55.00	505.4
28.08	338.9	36.68	526.7	45.96	481.8	55.30	502.5
28.16	342.2	37.02	543.3	46.30	488.3	55.60	498.3
28.27	353.4	37.37	527.3	46.67	502.5	55.95	494.9
28.40	376.2	37.71	491.6	47.06	513.0	56.36	495.5
28.55	415.6	38.04	462.2	47.40	512.2	56.74	499.5
28.75	474.9	38.37	455.3	47.71	504.3	57.06	503.0

t(s)	n(t)	t(s)	n(t)	t(s)	n(t)	t(s)	n(t)
29.01	549.3	38.72	475.3	48.01	494.2	57.35	504.4
29.41	598.4	39.10	510.4	48.36	487.0	57.67	503.3
29.84	534.4	39.48	531.9	48.75	489.4	58.06	499.7
30.10	466.1	39.81	526.5	49.13	499.5	58.46	496.4
30.37	408.9	40.10	506.5	49.46	507.8	58.80	496.2
30.70	385.5	40.41	482.3	49.76	510.5	59.10	498.0
31.09	437.0	40.77	466.9	50.08	507.0	59.40	500.7
31.51	530.3	41.16	475.6	50.45	498.2	59.76	503.0
31.83	572.7	41.54	501.2	50.84	490.9	60.00	503.2
32.16	562.2	41.88	520.5	51.20	490.9		
32.53	500.8	42.19	524.2	51.51	496.0		
32.88	437.6	42.50	513.7	51.82	502.6		
33.21	415.6	42.85	492.9	52.17	507.5		
33.53	439.3	43.23	476.8	52.56	506.2		
33.89	498.2	43.59	478.4	52.93	500.0		
34.32	552.2	43.93	492.6	53.25	494.7		
34.59	554.4	44.25	508.9	53.55	492.6		
34.87	529.4	44.59	518.3	53.88	494.6		
35.23	478.5	44.96	513.4	54.26	500.4		

Căn cứ vào số liệu trong bảng, thực hiện dựng đồ thị đáp ứng vòng quay của động cơ theo thời gian trong phần mềm MATLAB, thu được đồ thị như hình 4.



Hình 4. Đồ thị biến thiên vòng quay theo thời gian ở chế độ tăng tốc từ 350 vòng/phút lên 500 vòng/phút với bộ điều tốc cơ khí của động cơ.

Căn cứ trên kết quả thực nghiệm này ta có thể đánh giá hoạt động của hệ thống như sau:

- Ở giây thứ 28, khi tiến hành tăng nhanh vòng quay từ 350 vòng/phút lên 500 vòng/phút, vòng quay thực của động cơ sẽ thay đổi và tăng dần lên, dao động

quanh điểm vòng quay đặt 500 vòng/phút ở giây thứ 43, tức là sau 15 giây;

- Khoảng dao động quanh giá trị vòng quay đặt 500 vòng/phút nhỏ nhất là -11 và lớn nhất là 16 vòng/phút. Như vậy vùng không nhạy xác định theo công thức (2) là 5,4%;

• Thời gian điều chỉnh xác định được tối thiểu là 15 giây;

• Vòng quay động cơ đạt cao nhất là 598 ở xung dao động đầu tiên, như vậy ta có thể tính được độ quá điều chỉnh xác định theo công thức (3) là 19.6% là quá lớn so với tiêu chuẩn áp dụng cho các hệ thống này.

Dựa vào các đánh giá này, ta có thể kết luận hệ thống hoạt động không ổn định và không đáp ứng

được một tiêu chí nào trong các tiêu chuẩn đã nêu tại mục II.

V. ĐÁNH GIÁ HOẠT ĐỘNG CỦA HỆ THỐNG SAU KHI THAY THẾ BỘ ĐIỀU TỐC UG8L

Sau khi lắp đặt hoàn chỉnh hệ thống với bộ điều tốc mới, ta tiến hành chạy thử động cơ, đánh dấu vị trí cơ cấu đặt tốc độ và giá trị áp suất gió đặt tốc độ ở vòng quay 350 vòng/phút và 500 vòng/phút để tiến hành chạy động cơ và thu thập dữ liệu.

A. Thực nghiệm ở chế độ khởi động và chạy với vòng quay 350 v/phút – Bộ điều tốc UG8L

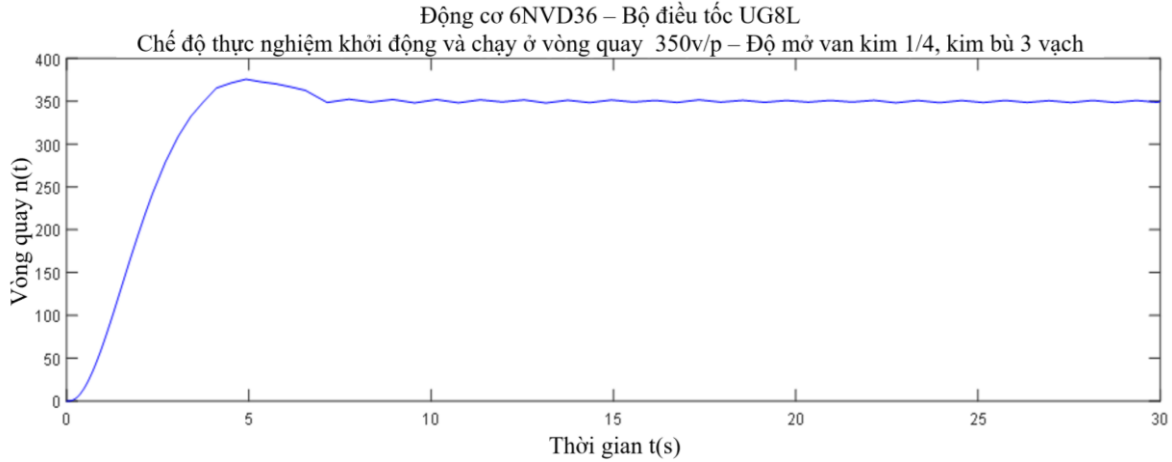
Ta đặt tốc độ động cơ ở vòng quay 350 vòng/phút, tiến hành khởi động động cơ và thu thập số liệu, các số liệu thu được được ghi nhận trong bảng IV.

BẢNG IV. BẢNG THÔNG SỐ THỰC NGHIỆM Ở CHẾ ĐỘ 350V/P VỚI BỘ ĐIỀU TỐC UG8L.

t(s)	n(t)	t(s)	n(t)	t(s)	n(t)	t(s)	n(t)
0.00	0.0	0.10	0.3	2.16	218.6	15.55	349.0
0.00	0.0	0.11	0.4	2.36	242.3	16.15	350.9
0.00	0.0	0.13	0.5	2.71	278.8	16.75	348.6
0.00	0.0	0.14	0.7	3.06	308.8	17.35	351.6
0.00	0.0	0.18	1.4	3.41	332.2	17.95	348.9
0.00	0.0	0.22	2.2	3.76	349.5	18.55	351.0
0.00	0.0	0.25	3.3	4.11	365.3	19.15	348.8
0.00	0.0	0.29	4.6	4.52	371.4	19.75	350.8
0.00	0.0	0.33	6.1	4.92	375.7	20.35	348.9
0.00	0.0	0.37	7.9	5.33	372.6	20.95	351.0
0.00	0.0	0.40	9.9	5.73	370.3	21.55	349.0
0.00	0.0	0.47	14.0	6.14	366.7	22.15	351.1
0.00	0.0	0.54	18.9	6.55	362.7	22.75	348.2
0.00	0.0	0.60	24.3	7.15	348.5	23.35	350.8
0.00	0.0	0.67	30.2	7.75	352.3	23.95	348.3
0.01	0.0	0.74	36.7	8.35	349.0	24.55	350.9
0.01	0.0	0.80	43.6	8.95	352.0	25.15	348.4
0.01	0.0	0.87	50.9	9.55	348.1	25.75	351.0
0.01	0.0	0.95	60.2	10.15	351.9	26.35	348.6
0.02	0.0	1.03	70.0	10.75	348.1	26.95	350.6
0.02	0.0	1.11	80.1	11.35	351.6	27.55	348.5
0.03	0.0	1.19	90.5	11.95	349.1	28.15	351.0
0.03	0.0	1.27	101.1	12.55	351.6	28.75	348.5
0.04	0.0	1.35	111.9	13.15	347.9	29.35	350.9
0.05	0.0	1.55	139.4	13.75	351.2	29.95	348.6

t(s)	n(t)	t(s)	n(t)	t(s)	n(t)	t(s)	n(t)
0.07	0.1	1.75	166.7	14.35	348.3	30.00	350.6
0.08	0.2	1.96	193.3	14.95	351.4		

Căn cứ vào số liệu trong bảng và vẽ đồ thị đáp ứng vòng quay của động cơ theo thời gian trong phần mềm MATLAB, đồ thị thu được như hình 5.



Hình 5. Đồ thị biến thiên vòng quay theo thời gian ở chế độ thử 350 vòng/phút với bộ điều tốc UG8L.

Căn cứ trên kết quả thực nghiệm này ta có thể đánh giá hoạt động của hệ thống như sau:

- Khi khởi động động cơ, vòng quay của động cơ thay đổi, tăng dần và dao động quanh giá trị vòng quay đặt là 350 vòng/phút sau xấp xỉ 8 giây.
- Khoảng dao động quanh giá trị vòng quay đặt 350 vòng/phút nhỏ nhất là -3 và lớn nhất là 2 vòng/phút. Như vậy vùng không nhảy xác định theo công thức (2) là 1,5%.
- Thời gian điều chỉnh xác định được tối thiểu là 8 giây

- Vòng quay động cơ đạt cao nhất là 376 ở xung dao động đầu tiên, như vậy ta có thể tính được độ quá điều chỉnh xác định theo công thức (3) là 7,4%.

Dựa vào các đánh giá này, ta có thể kết luận hệ thống hoạt động ổn định và đáp ứng được đầy đủ các tiêu chí trong các tiêu chuẩn đã nêu ở mục II.

A. Thực nghiệm ở chế độ tăng tốc từ 350 vòng/phút lên 500 vòng/phút - Bộ điều tốc UG8L

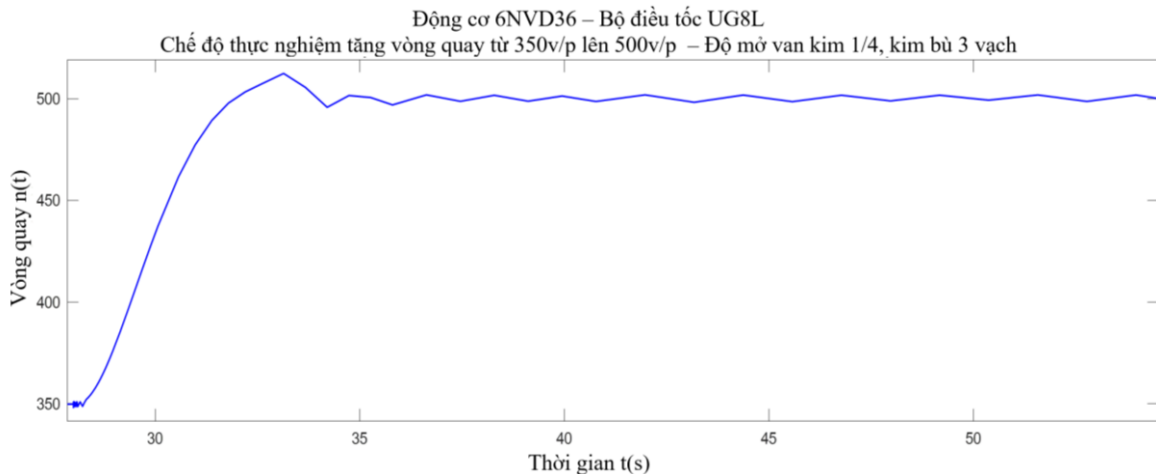
Sau khi động cơ làm việc ổn định ở chế độ vòng quay 350 vòng/phút, đến giây thứ 28, tiến hành tăng tốc nhanh động cơ lên 500 vòng/phút, thu thập số liệu, các số liệu thu được được ghi nhận trong bảng V.

BẢNG V. BẢNG THÔNG SỐ THỰC NGHIỆM KHI TĂNG TỐC ĐỘNG CƠ TỪ 350 VÒNG/PHÚT LÊN 500 VÒNG/PHÚT VỚI BỘ ĐIỀU TỐC CƠ KHÍ.

t(s)	n(t)	t(s)	n(t)	t(s)	n(t)	t(s)	n(t)
28.00	348.3	30.07	437.4	49.07	498.8	57.77	498.7
28.00	350.9	30.57	461.7	50.18	501.4	58.97	501.9
28.01	348.4	30.98	477.4	50.38	498.7	58.17	498.1
28.02	351.0	31.38	489.4	50.79	502.0	58.37	501.9
28.02	348.6	31.79	497.9	51.00	498.4	58.57	498.4
28.04	350.6	32.20	503.4	51.10	501.4	59.77	501.6
28.06	348.5	32.60	507.4	51.14	498.5	59.97	498.8
28.08	351.0	32.14	512.5	51.67	505.6	60.00	500.8
28.11	348.5	33.67	505.6	51.98	495.8		
28.16	350.9	33.20	495.8	52.03	501.6		

t(s)	n(t)	t(s)	n(t)	t(s)	n(t)	t(s)	n(t)
28.22	348.6	33.73	501.6	52.27	500.6		
28.27	350.6	34.27	500.6	52.80	497.0		
28.32	352.1	34.80	497.0	52.83	502.0		
28.36	353.0	35.63	502.0	53.46	498.8		
28.41	354.1	35.46	498.8	53.68	501.7		
28.46	355.3	36.28	501.7	53.81	498.8		
28.54	357.9	39.11	498.8	53.94	501.4		
28.62	360.8	39.94	501.4	54.77	498.7		
28.71	364.1	40.77	498.7	54.97	502.0		
28.79	367.7	41.97	502.0	55.17	498.3		
28.87	371.5	43.17	498.3	55.37	501.9		
28.96	375.6	44.37	501.9	55.57	498.6		
29.14	385.4	45.57	498.6	56.77	501.8		
29.33	395.7	46.77	501.8	56.97	499.0		
29.51	406.3	47.97	499.0	56.17	502.8		
29.70	417.0	49.17	501.8	57.37	499.4		
29.88	427.4	49.37	499.4	57.57	501.9		

Căn cứ vào số liệu trong bản và vẽ đồ thị đáp ứng vòng quay của động cơ theo thời gian trong phần mềm MATLAB, đồ thị thu được như hình 6.



Hình 6. Đồ thị biến thiên vòng quay theo thời gian ở chế độ tăng tốc từ 350 vòng/phút lên 500 vòng/phút với bộ điều tốc UG8L.

Căn cứ trên kết quả thực nghiệm này ta có thể đánh giá hoạt động của hệ thống như sau:

- Ở giây thứ 28, khi tiến hành tăng nhanh vòng quay từ 350 vòng/phút lên 500 vòng/phút, vòng quay thực của động cơ sẽ thay đổi và tăng dần lên, dao động quanh điểm vòng quay đặt 500 vòng/phút ở giây thứ 34, tức là sau 6 giây;

- Khoảng dao động quanh giá trị vòng quay đặt 500 vòng/phút nhỏ nhất là -3 và lớn nhất là 3 vòng/phút. Như vậy vùng không nhạy xác định theo công thức (2) là 1,3%;

- Thời gian điều chỉnh xác định được tối thiểu là 6 giây;

- Vòng quay động cơ đạt cao nhất là 513 ở xung dao động đầu tiên, như vậy ta có thể tính được độ quá điều chỉnh xác định theo công thức (3) là 2.6% là trong tiêu chuẩn áp dụng cho các hệ thống này.

VI. KẾT LUẬN

Qua quá trình lắp đặt và vận hành thử hệ thống bộ điều tốc UG8L trên động cơ 6NVD36 nhận thấy hệ thống vận hành đạt đầy đủ yêu cầu đặt ra của người sử dụng. Bên cạnh đó, các thông số điều khiển và của hệ thống được hiển thị trên các thiết bị chỉ báo nên quá trình làm việc dễ dàng và trực quan hơn.

Sau thời gian chạy thử nghiệm, ta thấy hệ thống hoạt động tin cậy, mở rộng được các chức năng điều khiển của bộ điều tốc. Có thể điều chỉnh các chế độ của động cơ ở các chế độ tốc độ khác nhau của động cơ. Đánh giá được các đáp ứng của các chế độ của hệ thống một cách trực quan sinh động.

Các kết quả chính đạt được:

- Đánh giá được hoạt động của hệ thống điều chỉnh vòng quay động cơ 6NVD-36 bằng phương pháp thực nghiệm kết hợp với sự hỗ trợ của các công cụ hiện đại như: máy tính, bộ điều khiển lập trình được (PLC) và phần mềm tính toán mô phỏng MATLAB.

- Tìm ra được bộ điều tốc thay thế cho các động cơ trung tốc cỡ vừa, là cơ sở để chứng minh việc thay thế các bộ điều tốc cơ khí bằng các bộ điều tốc cơ khí-thủy lực, nhằm làm tăng tính tin cậy, và hiệu năng sử dụng trong quá trình khai thác động cơ.

- Hệ thống sau khi được thay thế bộ điều tốc, tính năng sử dụng đã được mở rộng, có thể được dùng cho sinh viên, kỹ sư ngành máy tàu thủy trong việc học tập, thực hành các bài tập về hiệu chỉnh đáp ứng của hệ thống điều khiển vòng quay cũng như bộ điều tốc.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Woodward Governor, “UG Dial Governor, UG-5.7/UG-8/UG-10 Dial”, Manual 03040 (Revision D), Colorado, USA, 1982.
- [2] B. H. Dương, “Bài giảng Cơ sở điều khiển tự động và cảm biến”, Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam, 2013.
- [3] S. T. Karris, “Introduction to Simulink with Engineering Applications”, Orchard Publications, Texas, USA, 2006.
- [4] VEB Schwermaschinenbau, “SKL 6NVD6 Instruction manual”, Magdeburg, Germany, 1983.