

NGHIÊN CỨU SỰ PHÁT SINH NHIỀU TRONG QUÁ TRÌNH ĐIỀU CHỈNH CÔNG SUẤT BÙ CỦA THIẾT BỊ ĐIỀU TỐC TẢI GIẢ TRONG CÁC TRẠM THỦY ĐIỆN NHỎ BẰNG PHƯƠNG PHÁP MÔ PHỎNG

PGS.TS THÁI DUY THỨC

Bộ môn Tự động hóa – ĐH Mỏ Địa chất

KS. NGÔ THỊ THANH NGÀ

Viện Thủy điện và Năng lượng tái tạo – Viện KHTL Việt Nam

Tóm tắt: Bài báo giới thiệu phương pháp mô phỏng bằng Matlab để xác định nhiều phát sinh khi điều chỉnh Công suất bù tải giả bằng phương pháp điều chỉnh điện áp xoay chiều ở các trạm thủy điện nhỏ và rất nhỏ. Đồng thời phân tích các phương pháp đấu tải giả để hạn chế nhiều đến mức thấp nhất, đưa ra kết luận về bậc của các loại nhiễu có thể xuất hiện khi điều chỉnh tải giả bằng phương pháp điều chỉnh điện áp xoay chiều.

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, ở những vùng sâu, vùng xa nơi mà điện lưới chưa đến được người ta thường xây dựng các trạm thủy điện nhỏ hoặc cực nhỏ để phục vụ đời sống và tưới tiêu...

Tại những trạm mà công suất của tuabin không đổi, để đảm bảo chất lượng của điện áp, khi mà tải thực tiêu thụ của máy phát thay đổi người ta thường dùng điều tốc điều chỉnh tải giả bù vào để trong bất cứ thời điểm nào thì tải của máy phát cũng không đổi.

Để điều khiển công suất bù trong bộ tải giả, người ta thường sử dụng một trong ba giải pháp:

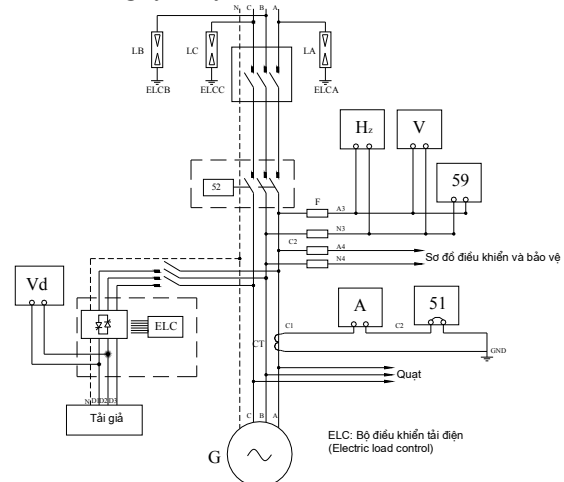
- Điều chỉnh điện áp xoay chiều ba pha.
- Điều chỉnh điện áp một chiều.
- Điều chỉnh công tắc đóng ngắt tải nhị phân.

Do phương thức thứ ba có nhược điểm do sử dụng các rơ le đóng cắt sẽ tăng giá trị kinh tế của bộ điều tốc, hơn nữa, để điều khiển “êm” thì các khối tải phải có trị số thật chính xác. Với số khối tải ít, số tổ hợp công suất thấp, bước thay đổi giữa chúng sẽ cao, khó có thể điều khiển “êm” được. Yêu cầu trong mỗi công tắc đóng cắt cần phải có một mạch điều khiển riêng nên công kênh. Do vậy, người ta hay sử dụng hai phương pháp đầu. Trong phạm vi của bài báo này, tác giả muốn đề cập đến vấn đề phát sinh nhiễu khi điều chỉnh điện áp xoay chiều ba pha cho các khối tải giả, đồng thời phân tích các

phương pháp đấu tải giả để hạn chế nhiễu đến mức thấp nhất, đưa ra kết luận về bậc của các loại nhiễu có thể xuất hiện khi điều chỉnh tải giả bằng phương pháp điều chỉnh điện áp xoay chiều bằng mô phỏng Matlab.

2. Nguyên lý điều khiển tải của điều tốc tải giả bằng phương pháp điều chỉnh điện áp xoay chiều ba pha

Sơ đồ nguyên lý như hình 1:



Hình 1: Sơ đồ nguyên lý của trạm thủy điện nhỏ

Để điều chỉnh công suất tiêu thụ của tải giả người ta tiến hành điều chỉnh các góc mở alpha (α) của các Thyristor trên ba pha. Khi góc mở $\alpha=0$, công suất tiêu thụ tải giả là lớn nhất, khi góc $\alpha=180^0$, công suất tiêu thụ tải giả bằng không.

Công suất tác dụng cấp cho một pha tải giả theo biểu thức:

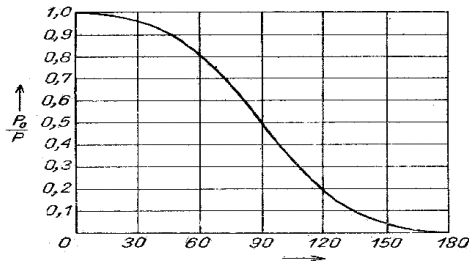
$$P_0 = U_{hd} I_{hd} = R I_{hd}^2 \quad [1]$$

Trong đó I_{hd} là giá trị hiệu dụng của dòng qua tải giả:

$$I_{hd} = \frac{U_{hd}}{R} = \frac{U_2}{R} \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi}} \quad [2]$$

Công suất tác dụng trên tải giả cực đại

$$\text{(khi } \alpha=0\text{): } P = \frac{U_2^2}{R} \quad [3]$$



Hình 2: Quan hệ góc mở và công suất tải giả

Từ các biểu thức [1, 2, 3] ta có:

$$\frac{P_0}{P} = 1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{\pi} \quad [4]$$

Khi thêm điện cảm L, thì dòng và áp qua tải có giá trị là:

$$I_{hd} = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\lambda'} i_0^2 d\omega t}; U_{hd} = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\lambda'} (\sqrt{2}U_2 \sin \omega t)^2 d\omega t} \quad [5]$$

Với:

$$i_0 = \frac{\sqrt{2}U_2}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}} \left[\sin(\omega t + \alpha - \varphi) - \sin(\alpha - \varphi) e^{-\frac{\omega t}{T_{lg\varphi}}} \right] \quad [6]$$

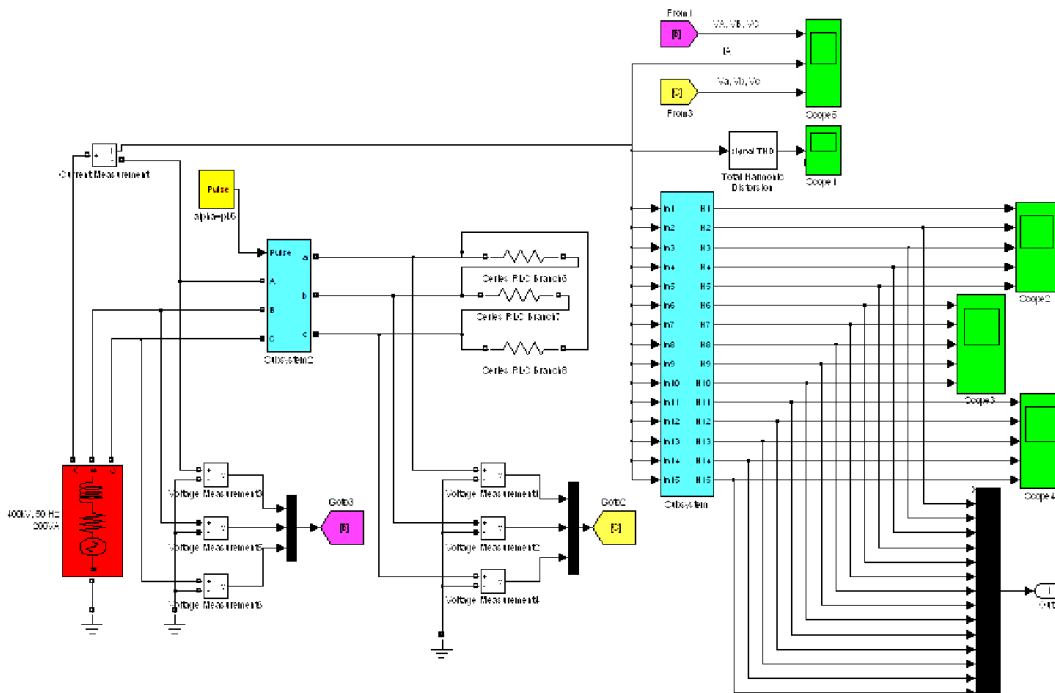
(φ là góc lệch pha, λ' là góc dẫn của Thyristor trong trường hợp tải R-L)

Khi đó, công suất tác dụng là: $P_0 = I_{hd}^2 R$

Đồ thị của hàm [4] theo góc mở α cho trên hình 2, từ đó có thể xác định được giá trị công suất ra trên tải giả khi điều chỉnh góc α . Công suất ra tải giả có thể điều chỉnh được từ 0 đến cực đại P.

3. Nghiên cứu luật phát sinh của nhiều khi điều chỉnh công suất bù theo phương pháp điều chỉnh điện áp xoay chiều:

Để nghiên cứu nhiều phát sinh cần dựa vào mô phỏng hệ thống. Sơ đồ cấu trúc Matlab mô phỏng điều khiển công suất bù theo phương pháp băm xung áp xoay chiều cho trên hình 3.



Hình 3: Sơ đồ cấu trúc Matlab mô phỏng phương pháp xác định nhiều khi điều chỉnh điện áp xoay chiều ba pha

Sơ đồ được thiết lập dựa trên các khối đo sau :

- Nguồn là một máy phát công suất 728kW với điện áp dây là 400V, tần số 50Hz.
- Khối phát xung (Pulse) : ở đó các góc phát xung lệch nhau một góc là $\pi/3$.
- Khối băm xung áp (Subsystem2) gồm 6 thyristor, trên mỗi pha đầu hai thyristor ngược nhau.
- Khối tải giả được đấu sao trung tính (không trung tính) hoặc đấu tam giác, có thể là tải thuần

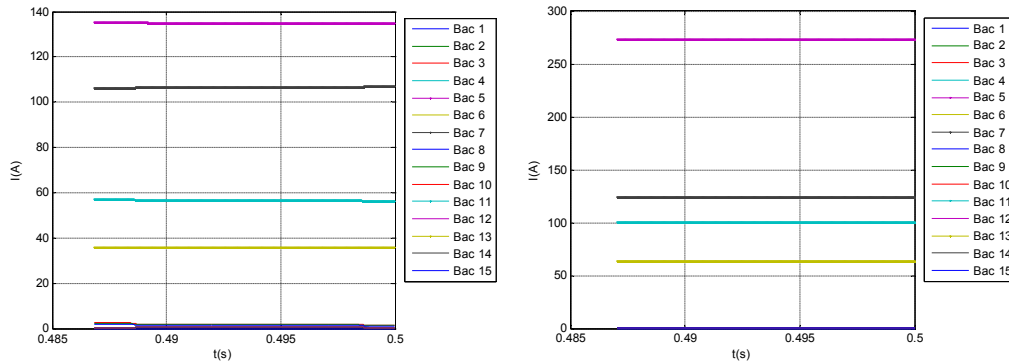
trở hoặc tải R-L.

- Khối phân tích các sóng hài (Subsystem) từ bậc cơ bản (bậc 1) đến bậc 15.

- Khối THD (total harmonic distortion) đo tổng các méo của các sóng hài bậc cao.

Đối với mỗi loại sơ đồ khác nhau (đấu sao hay tam giác) thì cho ra các kết quả khác nhau. Khi thay đổi góc mở alpha thì phổ nhiều các sóng hài như sau :

Khi tải thuần trở ($R=0,44\Omega$), thay đổi các góc alpha bằng $\pi/6, \pi/2$ cho ở hình 4 (a, b):



a) Khi $\alpha = \pi/6$

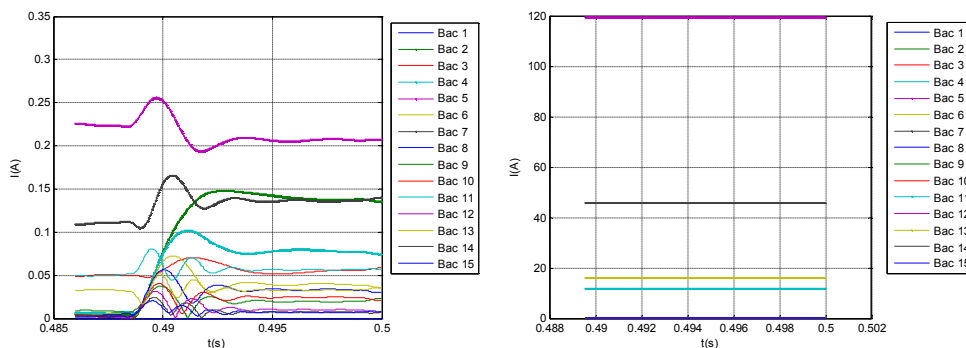
b) Khi $\alpha = \pi/2$

Hình 4: Kết quả mô phỏng

Kết quả mô phỏng cho thấy, khi tải thuần trở đấu tam giác, tại góc mở $\alpha = \pi/6, \pi/2$ thì xuất hiện sóng bậc 5, 7, 11 và 13 với biên độ lớn, biên độ lớn nhất của sóng hài bậc 5 là 138Ampe

(hình 4.a) và 275Ampe (hình 4.b).

Trong quá trình nghiên cứu, nếu tải có thêm L ($R=0.15\Omega, L=0.0006H$) thì kết quả như sau:



a) Khi $\alpha = \pi/6$

b) Khi $\alpha = \pi/2$

Hình 5: Kết quả mô phỏng

Như vậy, khi thêm tính chất cảm L vào thì tại $\alpha = \pi/6$, các sóng hài bậc cao đã giảm chỉ còn lại sóng hài bậc 5 và 7 với biên độ tương ứng là 0.2Ampe và 120Ampe. Tại $\alpha = \pi/2$, biên độ các

sóng hài đã giảm 2,5 lần.

Tổng hợp các kết quả mô phỏng ở trên khi thay đổi các góc alpha với các giá trị khác nhau, ta có bảng kết quả bảng 1:

Bảng 1: Kết quả mô phỏng

Trường hợp tải R nội sao Trung tính									
α	H1	H3	H5	H7	H9	H11	H13	H15	THD
0	1332	1.37	0.8	0.55	0.4	0.32	0.25	0.2	0
$\pi/6$	1300	100	90	72	54	37	24	18	0.15
$\pi/4$	1230	210	153	94	52	42	41	33	0.24
$\pi/3$	1120	314	178	84	74	64	43	38	0.35
$\pi/2$	790	420	135	134	74	73	47	47	1.3384
$2\pi/3$	412	320	178	85	70	63	41	37	0.96
$5\pi/6$	111.5	105	90	73	53	36	24	19	1.582
π	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trường hợp tải R, L nội sao Trung tính									
0	1280	0.39	0.22	0.16	0.138	0.025	0.04	0.014	0.0107
$\pi/6$	1280	0.55	0.19	0.09	0.06	0.044	0.03	0.02	0.0088
$\pi/4$	1280	0.55	0.22	0.09	0.06	0.044	0.025	0.025	0.0082
$\pi/3$	1200	40	23.5	16.6	12.5	10	8	6.5	0.045
$\pi/2$	792	182	72	20.5	8.45	12.2	10	5	0.25
$2\pi/3$	354	185	18	31.5	33	12.5	2.25	6.5	0.053
$5\pi/6$	62.5	55	37	12	3.75	4.2	5.5	2.8	1.063
π	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trường hợp tải R nội sao Không Trung tính									
α	H1	H3	H5	H7	H9	H11	H13	H15	THD
0	1332	0.006	0.8	0.55	0.006	0.32	0.255	0.0044	0
$\pi/6$	1285	1.45	134.25	108	1.4	56	36.4	1.4	0.15
$\pi/4$	1195	1.14	229	140	1	62	62	0.8	0.245
$\pi/3$	1120	134.25	273.5	124	0.42	100	63.5	0.4	0.32
$\pi/2$	167.2	2.25	1.35	110	2	53.8	35	0.8	1.32
$2\pi/3$	167	2	135	110	2	54	36	165	0.85
$5\pi/6$	0.04	0.01	0.075	0.076	0.011	0.075	0.075	0.011	1.435
π	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trường hợp tải R, L nội sao Không Trung tính									
0	1280	0.2	0.1	0.1	0.01	0.05	0.025	0.02	0.02
$\pi/6$	718	1.3	7.5	5	0.6	3.5	27.5	0.5	0.01
$\pi/4$	1280	0.1	0.2	0.1	0.01	0.04	0.03	0.01	0.014
$\pi/3$	1155	0.01	30.15	31	0.02	15	11	0.02	0.04
$\pi/2$	640	115	50	5	0.02	6.5	13	0.04	0.2
$2\pi/3$	97.7	0.5	0.025	27.5	0.1	6.6	8.1	0.04	0.65
$5\pi/6$	0.425	0.01	0.08	0.08	0.01	0.07	0.08	0.01	7.25
π	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trường hợp tải R nội tam giác									
α	H1	H3	H5	H7	H9	H11	H13	H15	THD
0	1332	0.0047	0.8	0.56	0.006	0.32	0.25	0.002	0.0055
$\pi/6$	1283.4	2.5	135	108	2	55	36	1.1	0.15
$\pi/4$	1200	1	225	140	1	62.5	62	1	0.244
$\pi/3$	1050	0.5	275	124	0.5	100	64	0.4	0.32
$\pi/2$	612	0.27	268	125	0.3	96	60	0.3	0.54
$2\pi/3$	167	2	135	110	2	54	35	1.7	1.15
$5\pi/6$	0.04	0.011	0.076	0.08	0.011	0.07	0.073	0.011	7.2
π	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trường hợp tải R, L nội tam giác									
α	H1	H3	H5	H7	H9	H11	H13	H15	THD
0	1332	0.4	0.32	0.1	0.04	0.05	0.04	0.025	0.022
$\pi/6$	1267	0.03	0.2	0.1	0.01	0.04	0.04	0.005	0.012
$\pi/4$	1267	0.04	0.2	0.1	0.0065	0.05	0.04	0.005	0.0075
$\pi/3$	1117	0.01	47	34	0.025	19	15	0.03	0.06
$\pi/2$	612.5	0.025	120	46	0.04	12	16	0.02	0.212
$2\pi/3$	98.5	0.6	57	29.5	0.12	6.2	8.2	0.05	0.68
$5\pi/6$	0.0425	0.001	0.079	0.08	0.01	0.075	0.07	0.01	7.2
π	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Dựa vào kết quả trên cho thấy, khi sử dụng các sơ đồ đấu tải khác nhau thì kết quả mô phỏng các sóng hài cũng khác nhau. Khi tải chỉ là thuần trở thì các sóng hài bậc lẻ từ bậc 3 đến bậc 15 đều xuất hiện tại các sơ đồ đấu với biên độ lớn (cao nhất là biên độ của sóng hài bậc 3 của sơ đồ đấu sao trung tính, 420A). Nếu thêm điện cảm (giá trị rất nhỏ, 0.6mH) thì nhiễu phát sinh đã giảm rõ rệt, cụ thể:

- Khi tải giả đấu sao trung tính, các sóng hài vẫn tồn tại nhưng với biên độ đã giảm rõ rệt (từ 420A xuống còn 182A).

- Khi tải đấu sao không trung tính đã loại trừ được sóng hài bậc 9 và 13. Biên độ các sóng hài còn lại đã giảm.

- Khi tải giả đấu tam giác, các sóng hài còn lại là 5, 7, 11 và 13 với biên độ giảm đi nhiều, từ 267A xuống còn 120A.

Các sóng hài bậc ($2n+1$, $n>7$) có biên độ rất nhỏ nên không được xét đến. Như vậy, khi đấu

tải giả có thể chọn sơ đồ đấu sao không trung tính hoặc đấu tam giác. Tuy nhiên, nếu đấu tam giác thì giá trị điện trở và điện cảm gấp ba lần khi đấu sao.

4. Kết luận

- Dùng phương pháp điều chỉnh tải giả bằng băm xung áp xoay chiều sẽ điều chỉnh liên tục công suất bù nên giữ được chất lượng điện áp của các trạm thủy điện nhỏ.

- Dùng phương pháp băm xung áp sẽ làm xuất hiện nhiễu trong hệ thống. Đặc biệt cần quan tâm là các nhiễu bậc 5, 7, 11 và 13.

Phổ tần nhiễu là loại phổ vạch, phụ thuộc loại sơ đồ đấu của các tải giả (sao trung tính, sao không trung tính, tam giác...) và quan hệ R-L của tải.

Vì vậy, khi thiết kế các trạm thủy điện nhỏ cần quan tâm đến vấn đề lọc nhiễu và chọn sơ đồ đấu của tải.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Phùng Quang (2004), *Matlab & Simulink dành cho kỹ sư điều khiển tự động*, Nhà xuất bản Khoa học & kỹ thuật.
2. Thái Duy Thức (2005), *Giáo trình Điện tử công suất dành cho học viên cao học ngành điện – tự động hóa*, Trường ĐH Mỏ địa chất, Hà nội.
3. Viện Quy hoạch và Quản lý nước, *Chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật các trạm thủy điện nhỏ có công suất từ 200 kw đến 5.000 kw ở Việt Nam*, Đề tài NCKH 10-02-02-02.
4. John G.Kassakian (chủ biên), *Principles of Power Electronic*, Addison-Wesley- United States of America, 1999.

Abstract

RESEARCHING HARMONIC GENERATING IN COMPENSATION POWER ADJUSTING PROCESS OF DUMMY LOAD BY SIMULATION AT SMALL HYDRO POWER STATION

This article introduces simulating in Matlab to definite harmonics generating when adjusting compensation power of dummy load by AC voltage regulating at small hydro power station. Analyse simultaneous connection method of dummy load to limit harmonics at least, and provide the conclusion about degree of harmonics may be occur during regulating dummy load by AC voltage regulating.