



- Điện áp nút U bị dao động rất mạnh khi mất cân bằng công suất phản kháng, do tiêu chuẩn năng lượng xác định như sau:  $\frac{d\Delta Q}{dU} < 0$

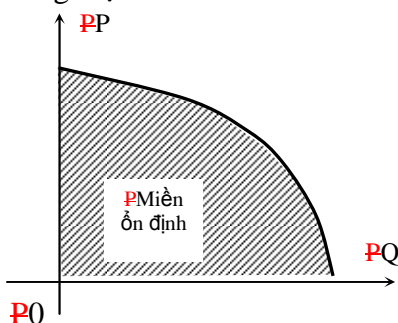
Trong đó:  $\Delta Q = Q_F + Q_D - Q_t$  với  $Q_F$  là công suất phản kháng phát của máy phát,  $Q_D$  là công suất phản kháng truyền tải trên lưới điện nhận từ các nguồn xa và  $Q_t$  là công suất phản kháng của phụ tải.

$$\text{Do đó: } \frac{d\Delta Q}{dU} = \frac{dQ_F}{dU} + \frac{dQ_D}{dU} - \frac{dQ_t}{dU} \approx \frac{dQ_D}{dU} < 0$$

- Giới hạn công suất tác dụng truyền tải trên đường dây cung cấp cho hệ thống phụ thuộc rất mạnh vào công suất phản kháng. Theo tiêu chuẩn  $\frac{dQ}{dU}$ , sẽ tồn tại một miền giới hạn ổn định trên mặt phẳng công suất truyền tải như trên hình 1. Khi công suất tác dụng truyền tải trên đường dây tăng thì công suất phản kháng giới hạn truyền tải giảm đáng kể, do đó khi phụ tải của hệ thống điện dao động theo chiều tăng thì sẽ mất cân bằng công suất phản kháng trong hệ thống dẫn đến mất ổn định tĩnh.

- Khả năng điều chỉnh công suất phản kháng phát tại chỗ của hệ thống điện có ảnh hưởng nhiều đến khả năng nhận công suất tác dụng từ nguồn xa cung cấp cho phụ tải. Công suất phản kháng phát tại chỗ tăng làm tăng nhanh giới hạn nhận công suất tác dụng từ nguồn xa, dẫn đến hệ thống nâng cao được khả năng ổn định theo tiêu chuẩn  $\frac{dP}{d\delta}$ .

Bù công suất phản kháng tại phụ tải là biện pháp hữu hiệu để nâng cao công suất tác dụng và phản kháng nhận từ nguồn xa, từ đó cân bằng công suất phản kháng dẫn đến nâng cao điện áp và khả năng ổn định tĩnh của hệ thống điện.

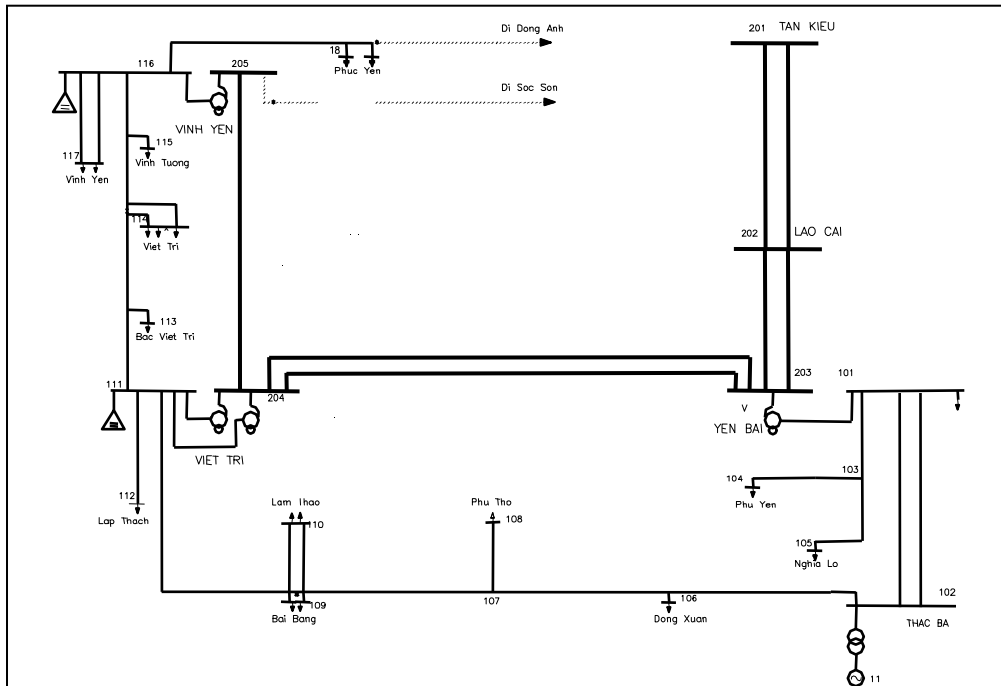


Hình 1: Miền ổn định trên mặt phẳng công suất

#### 4. Cấu trúc và thông số chế độ của hệ thống điện (110-220)kV Lào Cai, Yên Bái, Phú Thọ và Vĩnh Phúc giai đoạn nhận điện từ Trung Quốc

##### 4.1 Cấu trúc và thông số chế độ của hệ thống điện

Hệ thống điện gồm đường dây 220kV Tân Kiêu - Vĩnh Yên dài 296.6 km cung cấp cho lưới điện 110 kV của khu vực Lào Cai, Yên Bái, Phú Thọ và Vĩnh Phúc. Tổng chiều dài truyền tải của đường dây 110 kV là 303.86 km với tổng công suất cao điểm là 372.3 MW và công suất thấp điểm là 229.0 MW. Sơ đồ hệ thống điện trên hình 2 và phụ tải điện tại các thanh cái trên bảng 1.



Hình 2: Sơ đồ hệ thống điện

Bảng 1: Thông số phụ tải

Trạm	Việt Trì	Lâm Thao	Bãi Bằng	Đông Xuân	Phú Thọ	Lập Thạch	B.Việt Trì	Vinh Tường	Vinh Yên	Phúc Yên	Nghĩa Lộ	Phù Yên	Yên Bái
$P_{max}$ (MW)	58	14	10	22	7.8	6.7	50	9.5	84.5	56.7	12.4	8.1	32.8
$Q_{max}$ (MW)	17	6.5	4.5	5.3	3.8	3.3	14	4.3	35.8	20.8	4.5	2.5	11.3
$P_{min}$ (MW)	44.5	9.9	8	16.5	6.2	5.3	39.5	7.2	66.4	45.9	9.9	6.4	26.2
$Q_{min}$ (MW)	16.9	6.3	4.3	5.1	3.2	3.2	13.3	3.9	31.3	20.4	4.2	2.3	10.6

Hệ thống điện đã sử dụng thiết bị bù tĩnh tại trạm biến áp 220kV Việt Trì và Vĩnh Yên với công suất bù là 65 MVAR.

#### 4.2 Chất lượng điện áp và khả năng ổn định của hệ thống điện

Kết quả tính toán thông số chế độ của hệ thống điện khi bù tĩnh tại thanh cái 110kV trạm biến áp 220kV Việt Trì và Vĩnh Yên 65 MVAR bằng phần mềm CONUS khi phụ tải cực đại và cực tiểu trên bảng 2 và bảng 3.

Bảng 2: Điện áp tại các nút phụ tải khi phụ tải cực đại

Thanh cái	Việt Trì	Lâm Thao	Bãi Bằng	Đông Xuân	Phú Thọ	Lập Thạch	B.Việt Trì	Vinh Yên	Phúc Yên	Vinh Tường	Nghĩa Lộ	Phù Yên	110Yên Bái
U (kV)	98.4	99.8	100.1	99.9	99.5	100.5	100.0	98.5	96.4	98.5	98.8	98.9	102.3
$\Delta U$ (%)	-10.55	-9.27	-9.00	-9.18	-9.55	-8.64	-9.09	-10.4	-12.3	-10.4	-10.2	-10.1	-7.00

Bảng 3: Điện áp tại các nút phụ tải khi phụ tải cực tiểu

Thanh cái	Việt Trì	Lâm Thao	Bãi Bằng	Đông Xuân	Phú Thọ	Lập Thạch	B.Việt Trì	Vinh Yên	Phúc Yên	Vinh Tường	Nghĩa Lộ	Phù Yên	110Yên Bái
U (kV)	118.8	118.5	118.7	118.0	118.1	119.1	118.8	118.0	116.4	118.0	116.3	116.4	116.8
$\Delta U$ (%)	8.00	7.73	7.91	7.27	7.36	8.27	8.00	7.27	5.82	7.27	5.73	5.82	6.18

Từ bảng 2 và bảng 3 thấy rằng, điện áp tại các nút phụ tải ở chế độ phụ tải cực đại tại một số nút có độ lệch điện áp lớn hơn trị số cho phép nên không thỏa mãn yêu cầu như tại thanh cái Phúc Yên, độ lệch điện áp là -12.3%. Tại chế độ phụ tải cực tiểu độ lệch điện áp tại các nút phụ tải đều nằm trong giới hạn cho phép với độ lệch lớn nhất là 8.0% tại thanh cái Việt Trì.

Vậy, hệ thống điện hiện nay sử dụng thiết bị bù tĩnh tại thanh cái 110kV trạm biến áp 220kV Vĩnh Yên và Việt Trì với dung lượng là 65 MVAR có thể tồn tại được chế độ xác lập. Tuy nhiên, khi phụ tải cực đại độ lệch điện áp tại một số nút phụ tải vượt quá giá trị cho phép, do đó không đảm bảo yêu cầu vận hành trong mọi chế độ của hệ thống điện.

### 5. Giải quyết vấn đề chất lượng điện áp và ổn định tĩnh của hệ thống điện

Từ kết quả tính toán trên mục 4 thấy rằng, trong chế độ phụ tải cực tiểu độ lệch điện áp lớn nhất là 8% và khi phụ tải cực đại là -12.3%, do đó có thể điều chỉnh tăng dung lượng bù để giảm độ lệch điện áp khi phụ tải cực đại và tăng độ lệch điện áp khi phụ tải cực tiểu thỏa mãn độ lệch cho phép là  $\pm 10\%$ . Kết quả tính toán với phần mềm CONUS thấy rằng, khi điều chỉnh dung lượng bù tại thanh cái 110kV trạm biến áp 220kV Vĩnh Yên và Việt Trì với dung lượng là 100 MVAR đồng thời sử dụng khả năng điều chỉnh đầu phân áp của máy biến áp, độ lệch điện áp của phụ tải thỏa mãn yêu cầu trong mọi trường hợp với độ lệch điện áp lớn nhất là 8.8% tại thanh cái Bắc Việt Trì. Thông số điện áp tại các nút phụ tải trên bảng 4 và 5.

Bảng 4: Điện áp tại các nút phụ tải khi phụ tải cực đại

Thanh cái	Việt Trì	Lâm Thao	Bãi Bằng	Đồng Xuân	Phú Thọ	Lập Thạch	B.Việt Trì	Vĩnh Yên	Phúc Yên	Vĩnh Tường	Nghĩa Lộ	Phù Yên	110Yên Bái
U (kV)	116.6	117.8	118.0	116.4	116.9	118.7	118.2	115.9	114.2	116.3	113.5	113.6	116.4
$\Delta U$ (%)	6.0	7.1	7.3	5.8	6.3	7.9	7.5	5.4	3.8	5.7	3.2	3.3	5.8

Bảng 5: Điện áp tại các nút phụ tải khi phụ tải cực tiểu

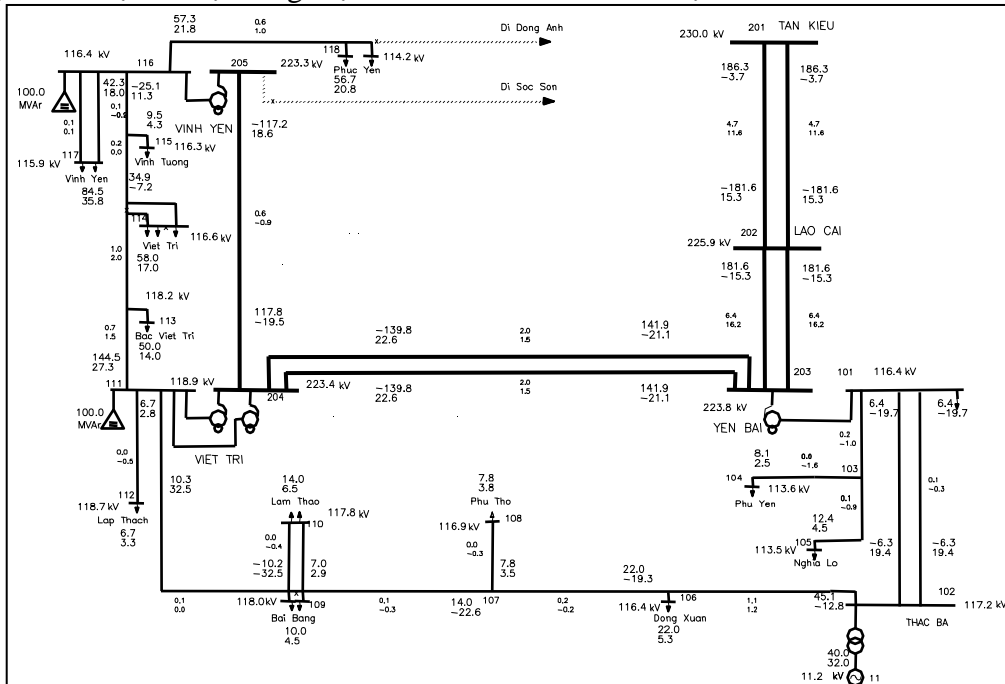
Thanh cái	Việt Trì	Lâm Thao	Bãi Bằng	Đồng Xuân	Phú Thọ	Lập Thạch	B.Việt Trì	Vĩnh Yên	Phúc Yên	Vĩnh Tường	Nghĩa Lộ	Phù Yên	110Yên Bái
U (kV)	117.8	118.7	119.0	116.6	117.5	119.7	119.2	116.7	115.1	117.2	112.4	112.5	114.8
$\Delta U$ (%)	7.1	7.9	8.2	6.0	6.8	8.8	8.4	6.1	4.6	6.5	2.2	2.3	4.4

Ổn định là điều kiện đủ để hệ thống điện có thể làm việc lâu dài, do đó ổn định nói chung và ổn định tĩnh nói riêng là một chỉ tiêu đặc biệt quan trọng cần phải nghiên cứu tính toán kỹ lưỡng trong thiết kế cũng như vận hành hệ thống điện. Theo tiêu chuẩn về ổn định tĩnh, hệ thống điện sẽ có khả năng ổn định khi hệ số dự trữ ổn định của hệ thống điện lớn hơn 20%. Tuy nhiên, trong điều kiện khắc khe hệ thống điện có khoảng cách truyền tải lớn, cấu trúc khá đơn giản thì hệ số dự trữ ổn định tĩnh cho phép đảm bảo khi lớn hơn 15%.

Xác định hệ số dự trữ ổn định tĩnh của hệ thống điện, sử dụng phương pháp làm nặng thông số chế độ khi tăng công suất của phụ tải với bước tăng là 1.0% đến chế độ giới hạn ổn định, kết quả tính toán cho thấy công suất lớn nhất hệ thống điện có thể nhận từ các nguồn điện khi có thiết bị bù ở chế độ giới hạn ổn định tĩnh là 483.03MW, cùng với công suất có thể nhận ở chế độ xác lập đã tính toán là 417.45MW. Hệ số dự trữ ổn định tĩnh của toàn hệ thống điện là:

$$K_T = \frac{P_{gh} - P_0}{P_0} 100 = \frac{483.03 - 417.45}{417.45} \cdot 100 = 15.71\%$$

Vậy, khi bù tĩnh với dung lượng bù là 100.0 MVAR tại hai điểm là thanh cái 110kV Trạm biến áp 220kV Vĩnh Yên và Việt Trì, hệ thống điện khu vực tách lưới sẽ đảm bảo chất lượng điện áp và hệ số dự trữ ổn định tĩnh để có thể làm việc trong mọi chế độ vận hành. Sơ đồ và thông số chế độ của hệ thống điện sau khi điều chỉnh thể hiện trên hình 3.



Hình 3: Sơ đồ và thông số hệ thống điện

## 6. Kết luận

Kết quả tính toán hệ thống điện (110-220)kV khu vực Lào Cai, Yên Bái, Phú Thọ và Vĩnh Phúc giai đoạn nhận điện từ Trung Quốc bằng phần mềm CONUS có thể đưa ra kết luận:

- Hệ thống điện nhận công suất từ các nguồn xa luôn thiếu hụt và mất cân bằng công suất phản kháng do giới hạn truyền tải của đường dây truyền tải từ nguồn xa giảm, công suất của máy phát tại chỗ nhỏ không đáp ứng được yêu cầu của phụ tải, dẫn đến sụp đổ điện áp trên toàn hệ thống điện và mất ổn định tĩnh.

- Bù công suất phản kháng là phương pháp hữu hiệu để cân bằng công suất phản kháng, giảm dao động điện áp khi phụ tải dao động từ chế độ phụ tải cực đại sang chế độ phụ tải cực tiểu, nâng cao được khả năng ổn định tĩnh của hệ thống điện

## Tóm tắt

Bài báo giới thiệu và phân tích chế độ của hệ thống điện nhận công suất từ nguồn xa là lưới điện (110-220)kV khu vực Lào Cai, Yên Bái, Phú Thọ và Vĩnh Phúc giai đoạn nhận điện từ

Trung Quốc, đánh giá hiệu quả các phương pháp điều chỉnh đảm bảo chất lượng điện áp và ổn định tĩnh của hệ thống điện, đồng thời đề xuất các biện pháp điều chỉnh mới nhằm nâng cao chất lượng điện áp và khả năng ổn định tĩnh của hệ thống điện trên.

### Summary

#### **SMALL SIGN STABILITY AND VOLTAGE STABILITY OF POWER SYSTEM**

This article introduces and analyses the limitation of measures applied for Small sign stability and Voltage stability in power system (110-220) kV that supply power for Lao Cai, Yen Bai, Phu Tho and Vinh Phuc when it is get power from China.

### Tài liệu tham khảo

- [1] Lã Văn Út (2000), *Phân tích và điều khiển ổn định Hệ thống điện*, Nxb Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội.
- [4] Trần Bách (2001), *Ổn định của Hệ thống điện*, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội.
- [5] Ngô Văn Dưỡng (2001), *Phân tích nhanh tính ổn định và xác định giới hạn truyền tải công suất trong Hệ thống điện hợp nhất có các đường dây siêu cao áp*, Luận án Tiến sĩ kỹ thuật, Hà Nội,
- [6] Tổng sơ đồ phát triển điện lực Việt Nam giai đoạn 2001 - 2010 có xét triển vọng đến năm 2020 (TSĐ V - đề án hiệu chỉnh), Viện Năng lượng, 2002.
- [7] Đề án đường dây 220kV Hà Khẩu - Lào Cai (đề án hiệu chỉnh), Công ty Tư vấn Thiết kế điện 1, 2006.
- [8] Edward Wilson Kimbark, *Power System Stability Vol1&2*, Mc.Graw-Hill,Inc
- [9] P. Kundur, *Power System Stability and Control*, Mc.Graw-Hill,Inc B. Gao
- [10] Voltage Stability Analysis of Large Power System, *University of Canada,1992.*