

**HỘI NGHỊ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ ĐIỆN LỰC TOÀN QUỐC
NĂM 2017**

**PHÂN BỐ CÔNG SUẤT TỐI ƯU TRONG HỆ
THỐNG ĐIỆN CÓ THIẾT BỊ FACTS SỬ DỤNG
THUẬT TOÁN LAI DE-HS**

Võ Ngọc Điều

Bộ môn Hệ Thống Điện

Trường ĐH Bách Khoa TP.HCM

Huỳnh Tiến Sỹ

Tổng Công ty Điện lực Miền Nam

Tập Đoàn Điện lực Việt Nam

Lý Phúc Lạc

Công ty Truyền tải điện 4

Tổng Công ty Truyền tải điện Quốc Gia

Hà Nội, 11/2017

NỘI DUNG

1. Giới thiệu.
2. Thiết bị FACTS.
3. Phương pháp lựa chọn vị trí đặt FACTS.
4. Kết quả tính toán.
5. Kết luận.

1. GIỚI THIỆU:

Giải pháp vận hành an toàn các phần tử trong hệ thống điện, đặc biệt là các đường dây và trạm biến áp có cấp điện áp 220kV trở lên?

GIẢI PHÁP?

Đầu tư các thiết bị bù linh hoạt để giải quyết các điểm nghẽn cục bộ trong hệ thống, cải thiện độ ổn định điện áp, độ lệch điện áp, giảm tổn hao trong hệ thống điện là lựa chọn tối ưu.

ĐẢM BẢO VẬN HÀNH TỐI ƯU?

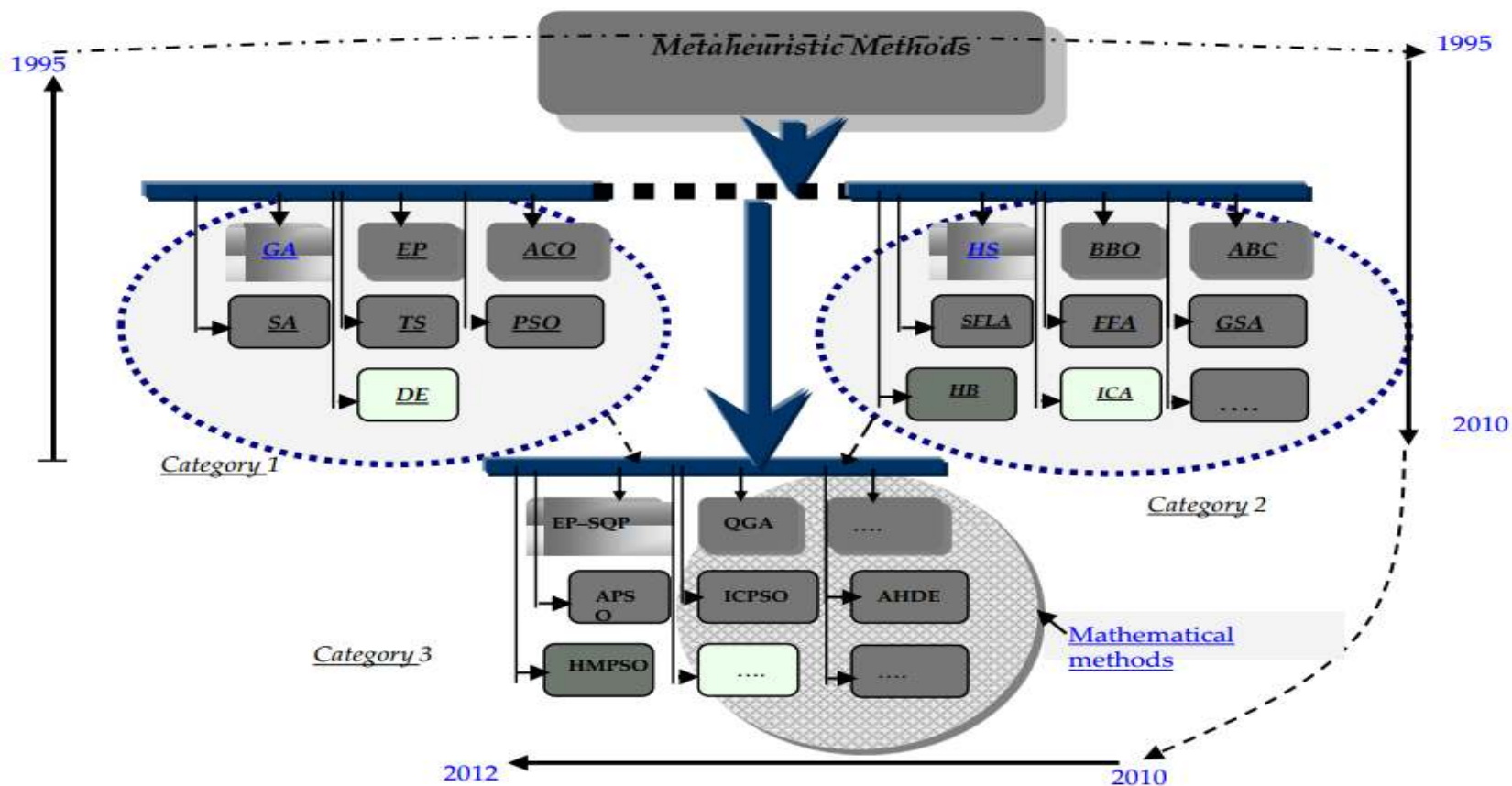
- Có rất nhiều thuật toán được đưa ra để giải quyết bài toán OPF như: GA, DE, HS...
- Với hệ thống năng lượng được quản lý thông qua thị trường kinh tế hiện nay đã làm bài toán OPF trở nên phức tạp

ĐỀ XUẤT?

Sử dụng thuật toán lai DE-HS, là cách kết hợp các cơ chế của DE và HS giúp giải bài toán OPF với hàm mục tiêu cực tiểu hóa các hàm phi tuyến, không khả vi trong không gian liên tục.

HỘI NGHỊ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ ĐIỆN LỰC TOÀN QUỐC NĂM 2017

Tiến trình phát triển của các phương pháp tối ưu hóa:



Phương pháp DE cải tiến DEHS:

Giới thiệu về DE

Giải thuật DE tạm dịch là tiến hóa vi phân. Phương pháp này rất hiệu quả trong những bài toán tối ưu không tuyến tính với nhiều ràng buộc.

Trên cơ sở ý tưởng của thuật toán GA, vào năm 1995, Rainer Storn và Kenneth Price đã hoàn thiện cơ chế đột biến và lai ghép để tạo ra một thuật toán mới tin cậy, hiệu quả hơn.

Phương pháp DE cải tiến DEHS:

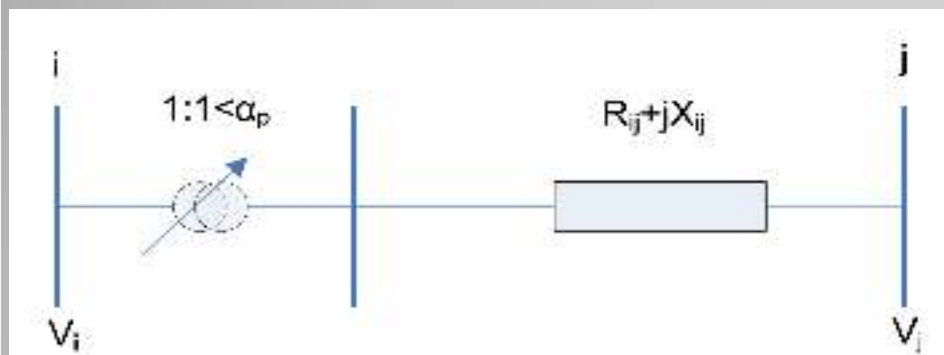
Giới thiệu về HS

Harmony Search là một thuật toán dựa trên mô phỏng âm nhạc. Nó được lấy cảm hứng từ việc xem xét mục đích của âm nhạc là để tìm kiếm một trạng thái hoàn hảo của sự kết hợp.

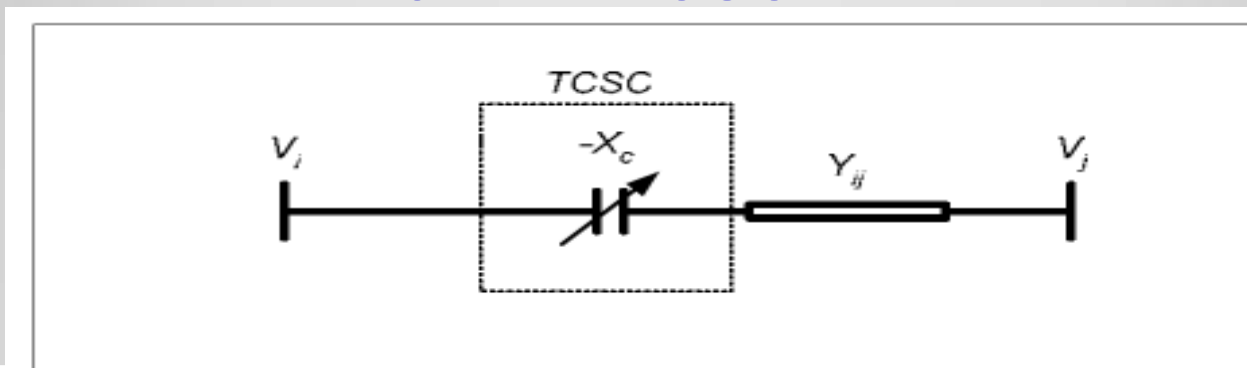
Harmony Search được tìm ra năm 2001 bởi Zong Woo Geem, mặc dù là một thuật toán mới nhưng hiệu quả và lợi thế đã được chứng minh trong nhiều ứng dụng khác nhau.

2. Thiết bị FACTS :

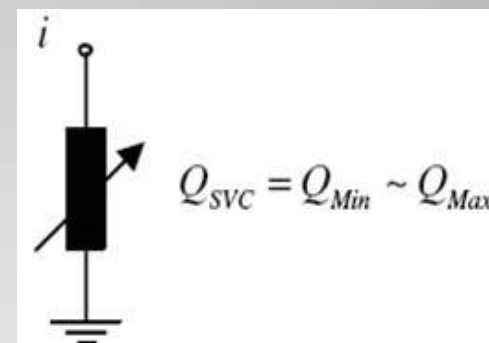
Mô hình của TCSC.



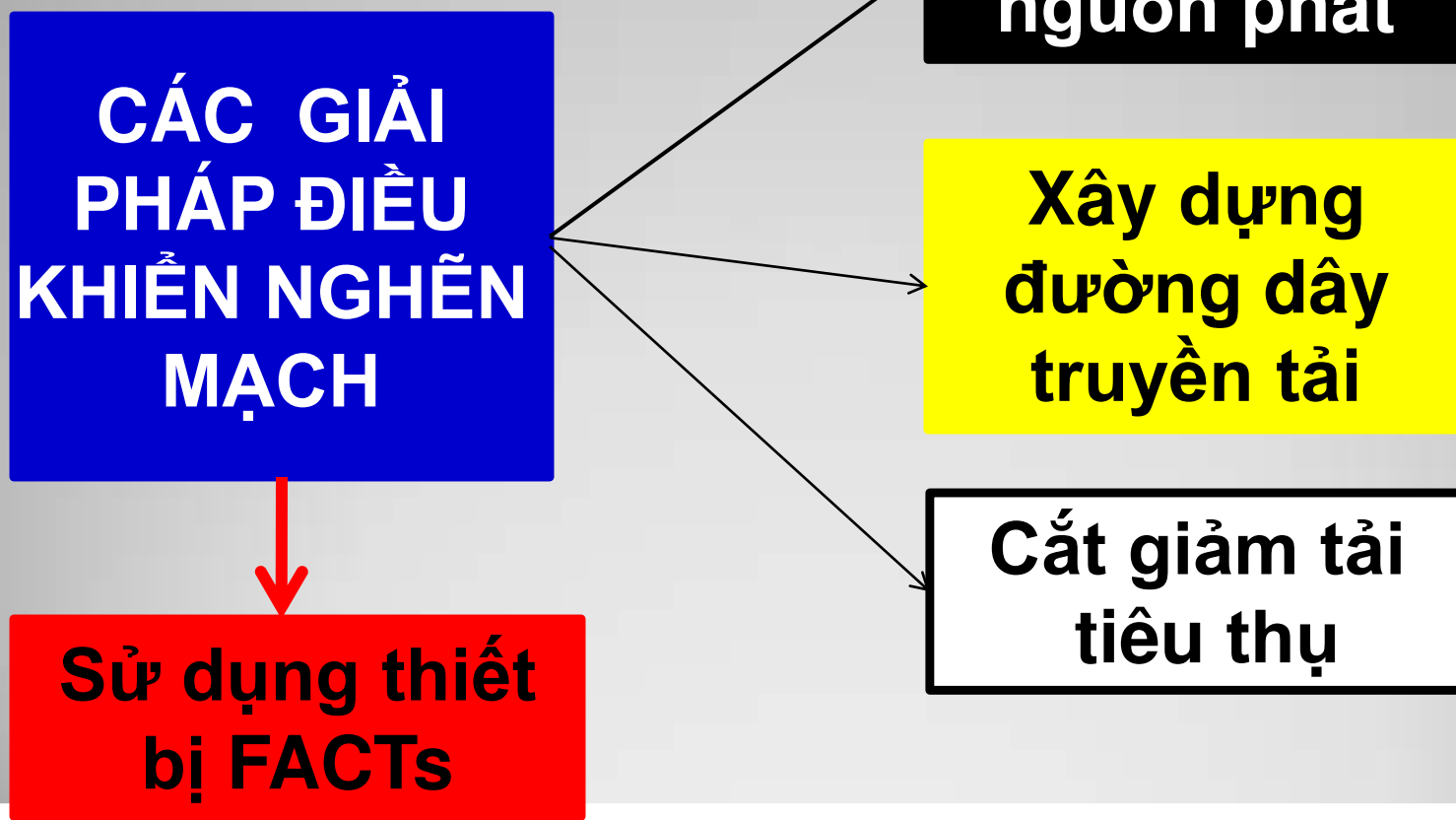
Mô hình TCSC



Mô hình SVC



2. Thiết bị FACTS :



2. Phương pháp lựa chọn vị trí đặt FACTS:

Trước đây:

- Sử dụng giải thuật Gen kết hợp với các phương pháp PSO, DE hoặc TS/SA để tìm kiếm lời giải tối ưu với sự hỗ trợ của phần mềm máy tính. Thời gian tính toán lâu.
 - Sử dụng các phương pháp như phân tích độ nhạy LI (loss senssivity index), hệ số PI (performace index), Contingency Capacity Index (CCI), Thermal Capacity Index (TCI).
 - Sử dụng “phương pháp thử sai” (trial and error method) để tìm vị trí tối ưu của thiết bị FACTS ví dụ như sử dụng thiết bị UPFC đặt từng nhánh, phân bố lại công suất.
- * Tuy nhiên, các phương pháp nêu trên chưa có cơ sở lập luận rõ ràng của việc nâng cao khả năng truyền tải.

2. Phương pháp lựa chọn vị trí đặt FACTS:

Do đó nội dung Xác định trước vị trí và áp dụng giải thuật xác định thông số điều khiển của TCSC để chống nghẽn mạch trên đường dây truyền tải trong các điều kiện vận hành khác nhau.

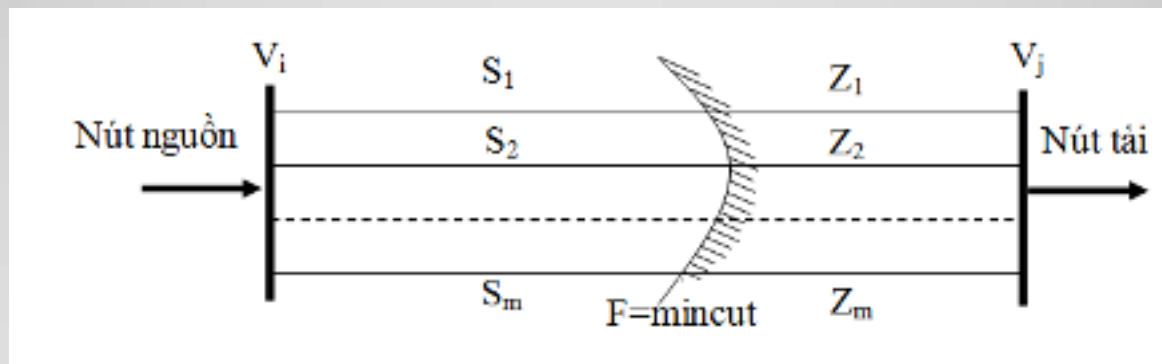
Áp dụng ý tưởng của phương pháp mặt cắt tối thiểu min-cut [3]

Giảm không gian tìm kiếm và nâng cao khả năng truyền tải.

Giảm chi phí sản xuất điện năng và hạn chế các nhược điểm của các công trình nghiên cứu trước đây

Phương pháp min cut:

Trong một hệ thống điện hiện hữu hoặc vừa thiết kế luôn tồn tại tập hợp các nhánh xung yếu có khả năng dẫn đến quá tải trong hệ thống điện khi có bất kỳ sự tăng tải nào của phụ tải. Tập hợp các nhánh có khả năng quá tải được gọi là nút cổ chai của hệ thống điện và mặt cắt tối thiểu sẽ chỉ ra nút cổ chai này như hình

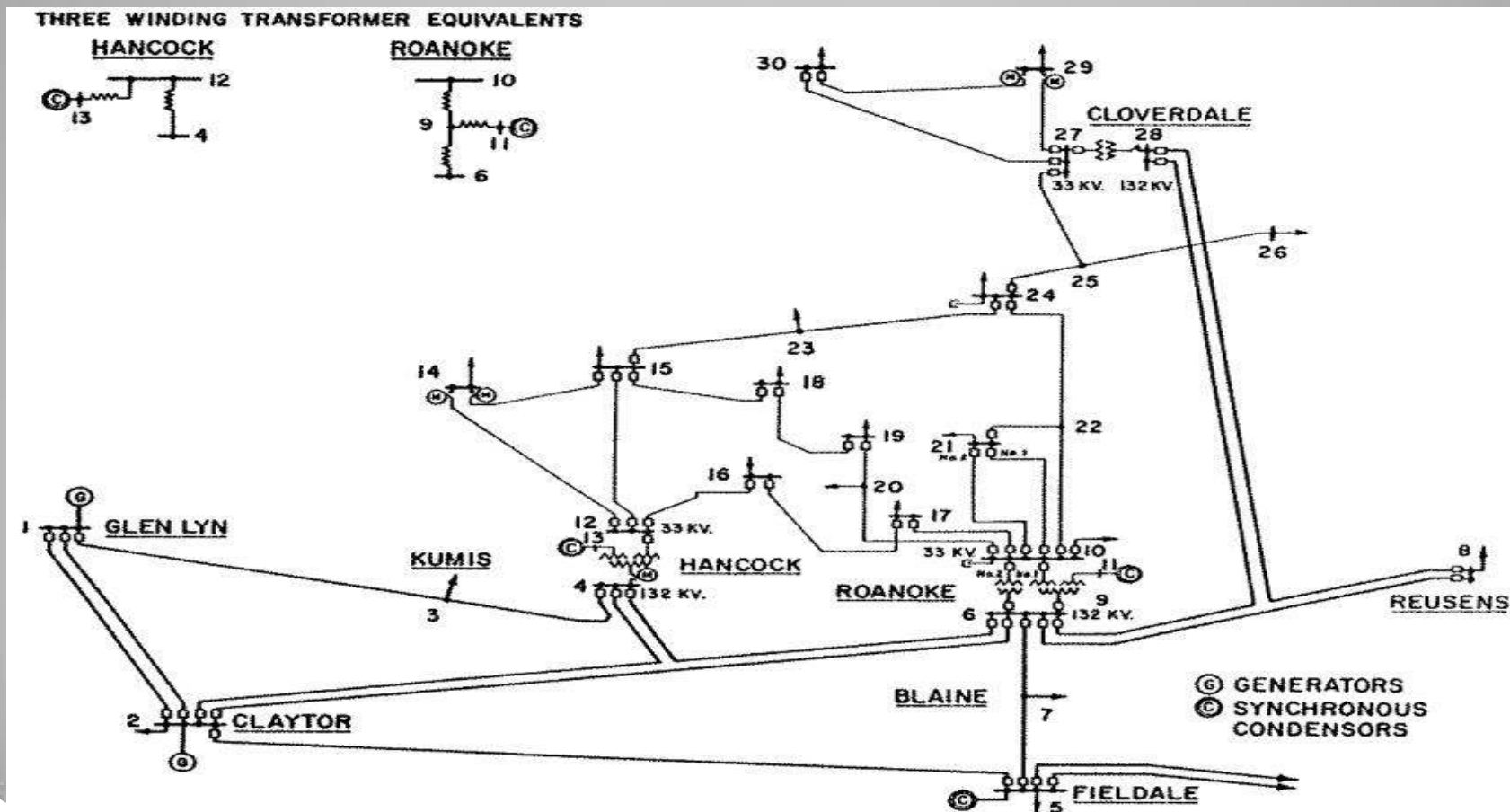


Tập hợp nhánh xung yếu tìm được từ chương trình max-flow

2. Phương pháp lựa chọn vị trí đặt FACTS:

Luật đặt TCSC : Vị trí đặt tối ưu TCSC để giải quyết tình trạng tắt nghẽn trong hệ thống điện là đặt trên các nhánh thuộc lát cắt cực tiểu nhưng lân cận với nhánh bị tắt nghẽn nhằm điều động luồng công suất đi theo nhánh khác, giảm sức ép trên nhánh bị tắt nghẽn.

4. Kết quả tính toán hệ thống IEEE 30 nút



*** Bài toán OPF của lưới điện IEEE30 nút hiệu chỉnh với vị trí lắp đặt TCSC thích hợp**

Hệ thống mạng IEEE 30 nút hiệu chỉnh được thay đổi bao gồm 6 máy phát đặt tại nút 1, 2, 22, 27, 23, 13; 41 đường dây truyền tải và tại các nút 5, 24 có đặt các tụ bù công suất phản kháng. Nút 5 không có tải, các thông số chi tiết về dữ liệu nút, dữ liệu đường dây được lấy giống như hệ thống IEEE30 chuẩn.

* Khảo sát vị trí lắp đặt thích hợp TCSC

Để tìm điểm tắt nghẽn và giải quyết tình trạng tắt nghẽn trong hệ thống sẽ xem xét các bài toán OPF trong các trường hợp sau :

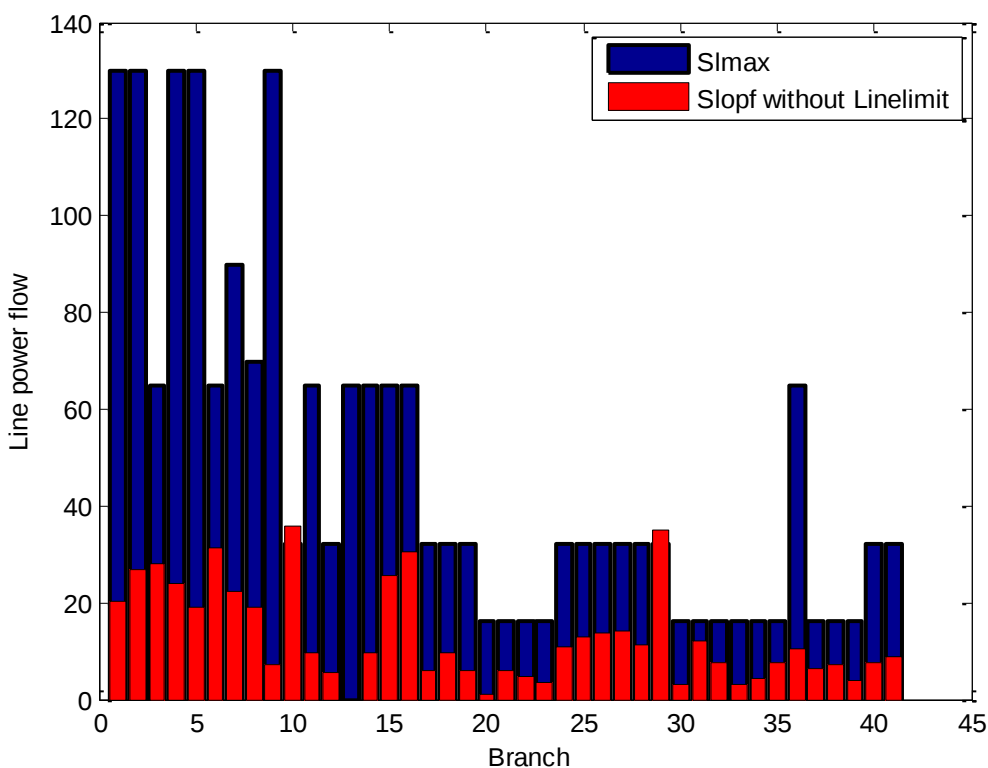
- Giải bài toán OPF không FACTS bỏ qua giới hạn công suất truyền tải.
- Giải bài toán OPF không có FACTS, có giới hạn công suất truyền tải.
- Giải bài toán OPF với TCSC với vị trí thích hợp theo luật đặt đã xác định

* **Khảo sát vị trí lắp đặt thích hợp TCSC**

Thực hiện các bước như sau :

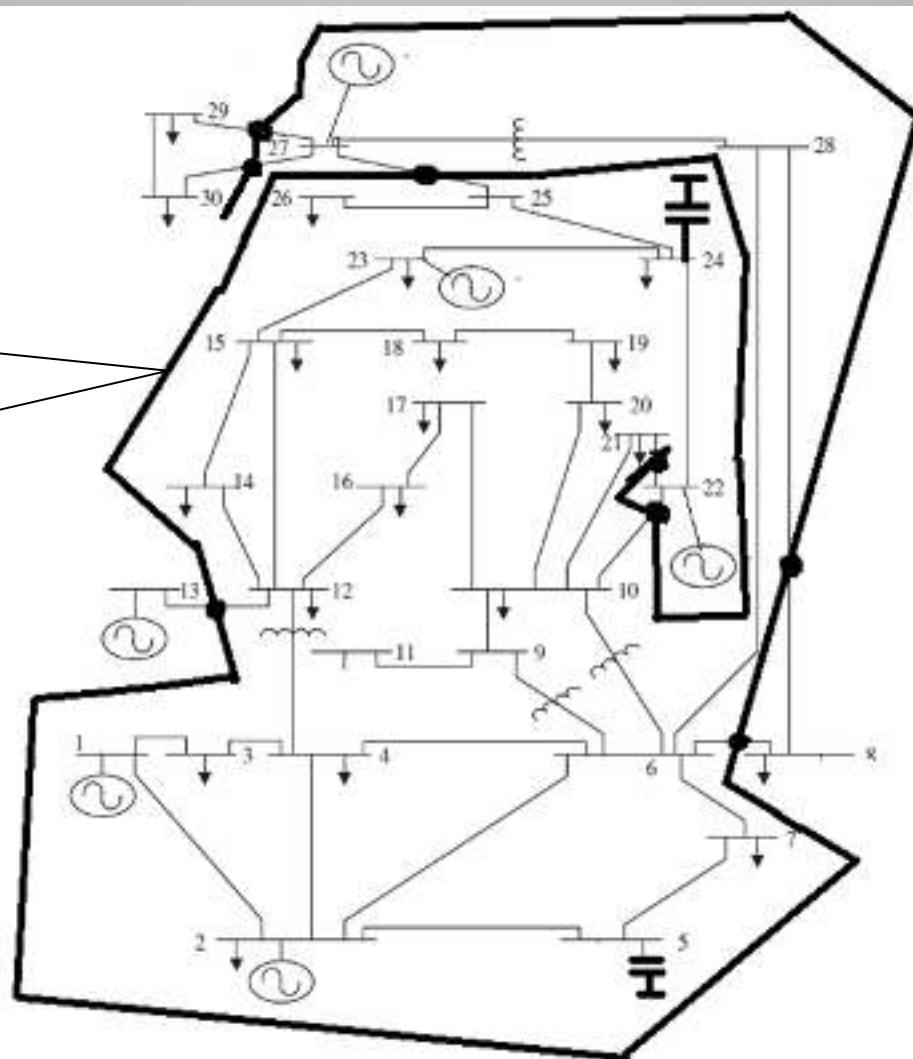
- Bước 1 : Xác định đường dây quá tải từ lời giải OPF không có FACTS bỏ qua giới hạn công suất truyền tải.
- Bước 2 : Xác định tập hợp đường dây lân cận với đường dây quá tải.
- Bước 3 : Xác định tập hợp hữu hạn các đường dây theo lát cắt min-cut.
- Bước 4 : Tìm các đường dây lân cận với đường dây quá tải có trong tập hợp các đường dây của lát cắt min-cut để đặt TCSC.
- Bước 5 : Áp dụng DEHS giải bài toán OPF với vị trí đặt đã được xác định.
- Bước 6 : Đối chiếu và so sánh

*** Công suất truyền tải qua các nhánh không xét đến giới hạn công suất truyền tải đường dây**



HỘI NGHỊ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ ĐIỆN LỰC TOÀN QUỐC NĂM 2017

Lát
cắt
min-
cut



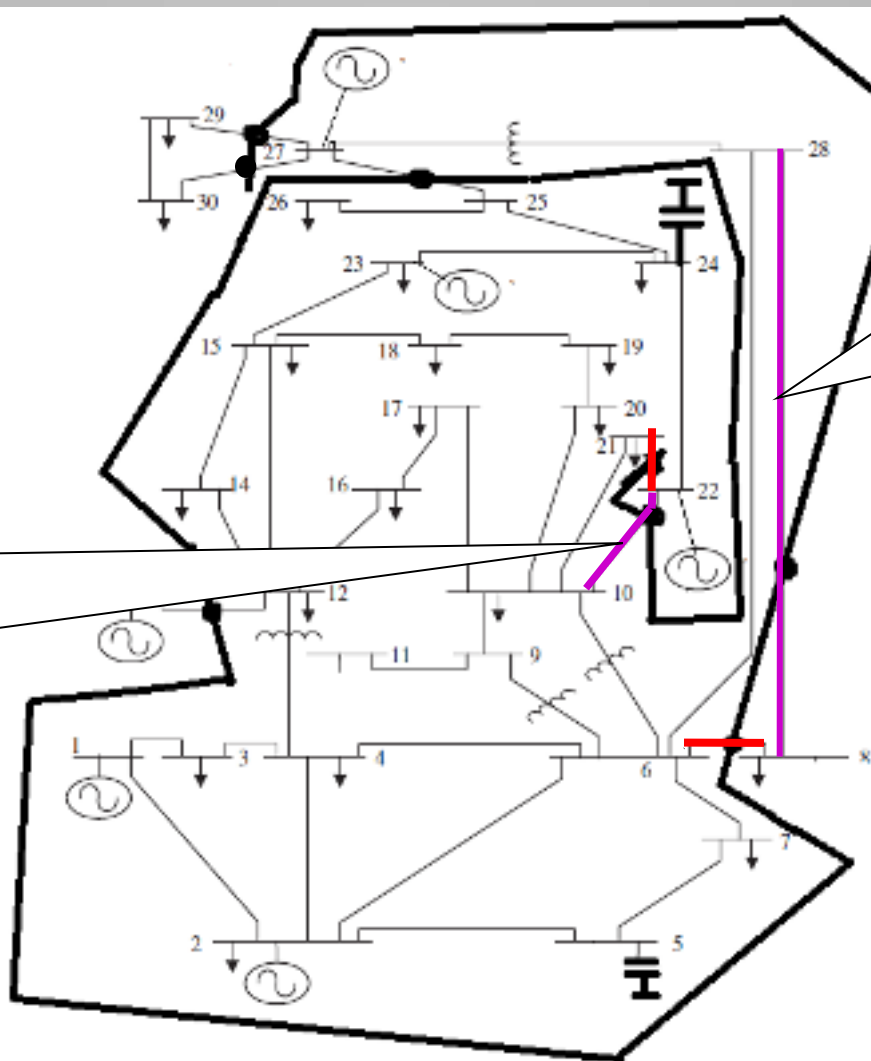
HỘI NGHỊ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ ĐIỆN LỰC TOÀN QUỐC NĂM 2017

* Khảo sát vị trí lắp đặt thích hợp TCSC

Line	Tập hợp các nhánh theo min-cut [3]	Nhánh quá tải	Nhánh được xem xét đặt TCSC
38	27-30	6-8	Nhánh lân cận với nhánh 6-8 bị quá tải
37	27-29		
10	6-8		
40	8-28		
16	13-12		
35	25-27	21-22	Nhánh lân cận với nhánh 21-22 bị quá tải
28	10-22		
29	21-22		

HỘI NGHỊ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ ĐIỆN LỰC TOÀN QUỐC NĂM 2017

Vị trí
thích
hợp đặt
TCSC



Vị trí
thích
hợp đặt
TCSC

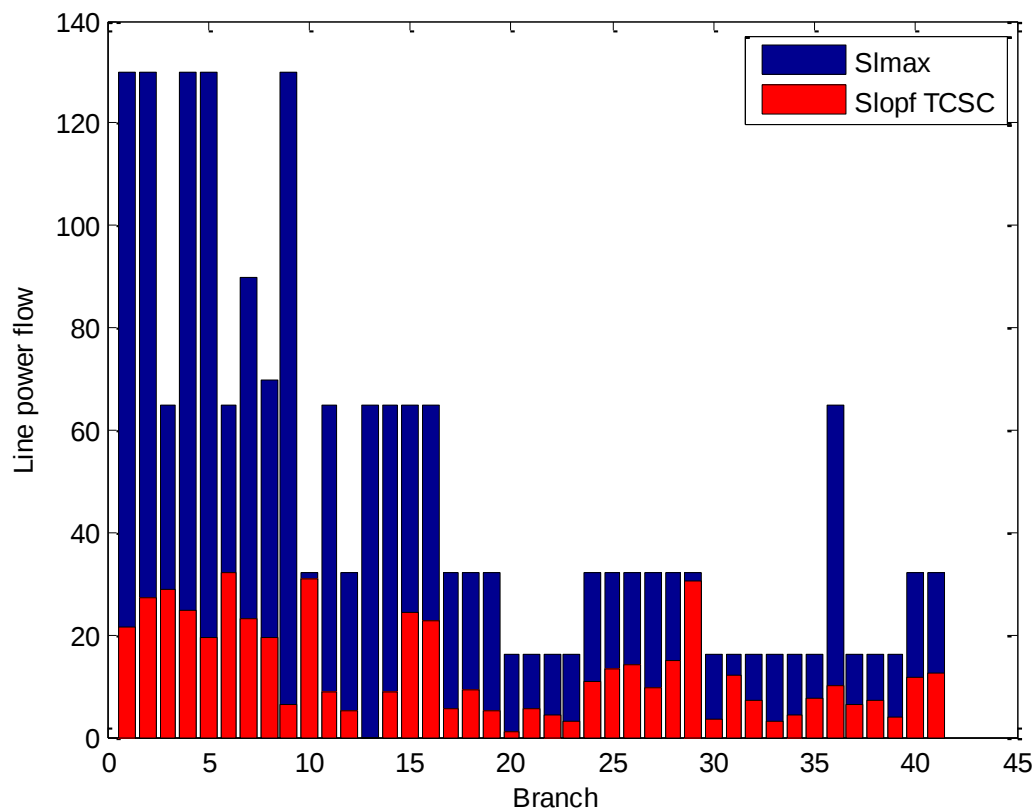
HỘI NGHỊ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ ĐIỆN LỰC TOÀN QUỐC NĂM 2017

* Kết quả lời giải:

Máy phát	OPF không line limit	OPF bình thường	OPF với TCSC tại line 8-28 và line 10-22
1	46.1623	22.9432	45.9355
2	80.0000	80.0000	80.0000
22	50.0000	35.3390	50.0000
23	16.2808	40.8224	16.5270
27	0.0000	13.3500	0.0000
13	0.0000	0.0000	0.0000
Total (\$/h)	1700.0729	1795.1791	1700.4088
TCSC8-28			56.4256%
TCSC10-22			46.2261%

HỘI NGHỊ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ ĐIỆN LỰC TOÀN QUỐC NĂM 2017

* Công suất truyền tải qua các nhánh hệ thống IEEE30 ở trạng thái OPF có TCSC:



HỘI NGHỊ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ ĐIỆN LỰC TOÀN QUỐC NĂM 2017

* Công suất truyền qua các đường dây trường hợp bỏ qua giới hạn công suất truyền tải đường dây với N-1:

Line i-j	MVA limit	Nhánh outage				
		2-4	23-24	4-6	15-18	2-6
1 2	130	10.8667	20.023	24.3564	20.3891	12.6914
...	...	...	...	...	...	...
6 7	130	6.15796	7.2415	4.7337	7.23974	6.60403
6 8	32	35.4605	35.4567	35.066	35.6774	35.1731
6 9	65	10.5931	9.28829	9.75367	9.82195	9.59665
6 10	32	6.09532	5.3387	5.62175	5.64325	5.52285
9 11	65	0	0	0	0	0
...	...	...	...	...	...	...
10 22	32	11.5524	12.7646	12.7372	12.2082	11.7018
21 22	32	35.5296	37.6236	37.4117	36.5827	35.7942
No line OL						

HỘI NGHỊ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ ĐIỆN LỰC TOÀN QUỐC NĂM 2017

*** Công suất truyền tải đường dây ở OPF khi có TCSC với N-1:**

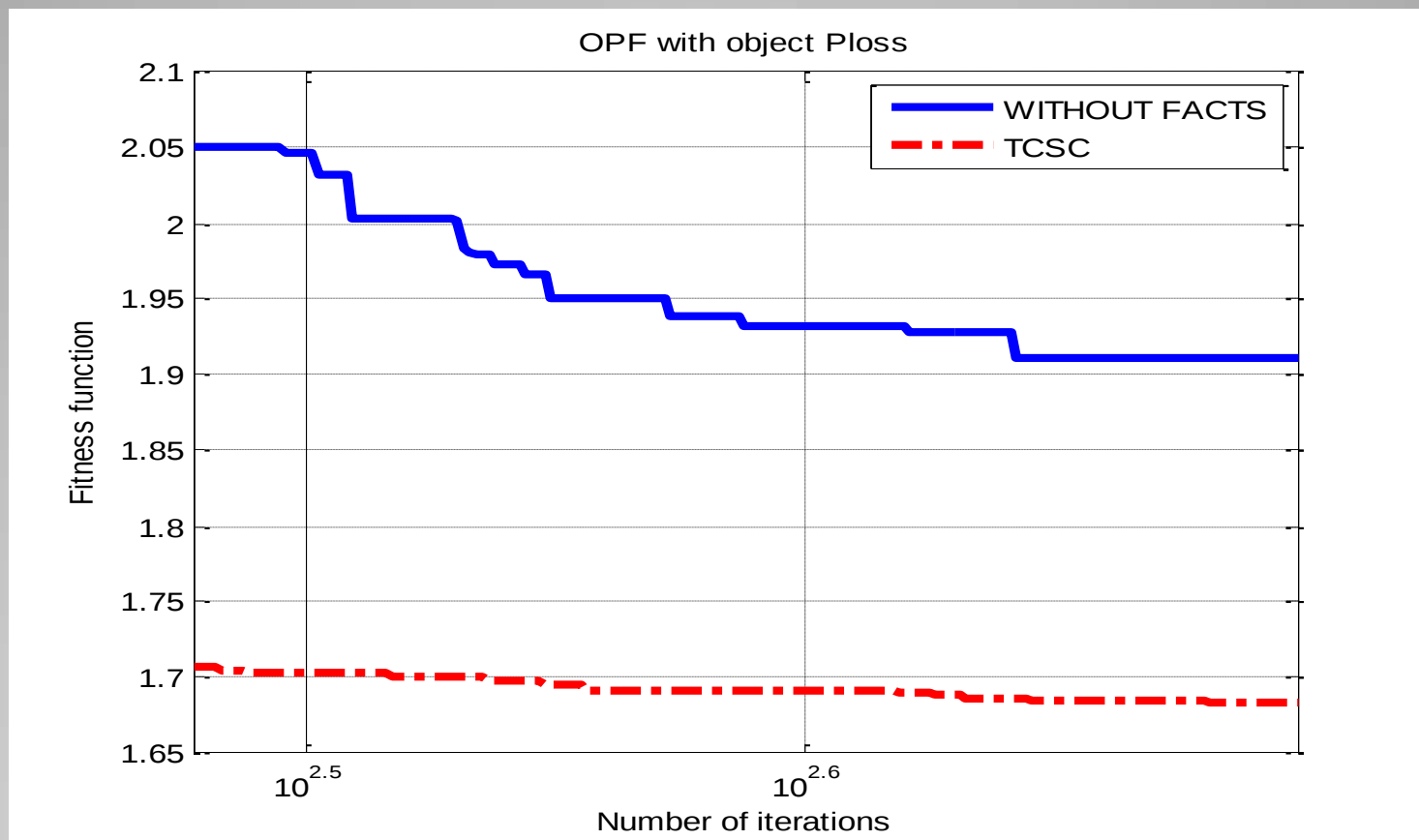
Line i-j	MVA limit	Nhánh outage				
		2-4	23-24	4-6	15-18	2-6
1 2	130	11.1406	20.0056	25.4791	20.5276	11.4494
...	...	...	...	...	...	...
6 7	130	6.00431	6.33052	4.52439	6.80909	7.01091
6 8	32	31.9482	31.0467	31.4197	31.5447	31.8063
6 9	65	10.1886	7.44844	8.79604	9.03194	10.0332
...	...	...	...	...	...	...
10 22	32	14.5597	16.4561	16.9862	16.1187	16.776
21 22	32	31.9922	31.7347	31.9307	31.9473	31.9937
No line OL						

HỘI NGHỊ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ ĐIỆN LỰC TOÀN QUỐC NĂM 2017

* Kết quả lời giải OPF với N-1:

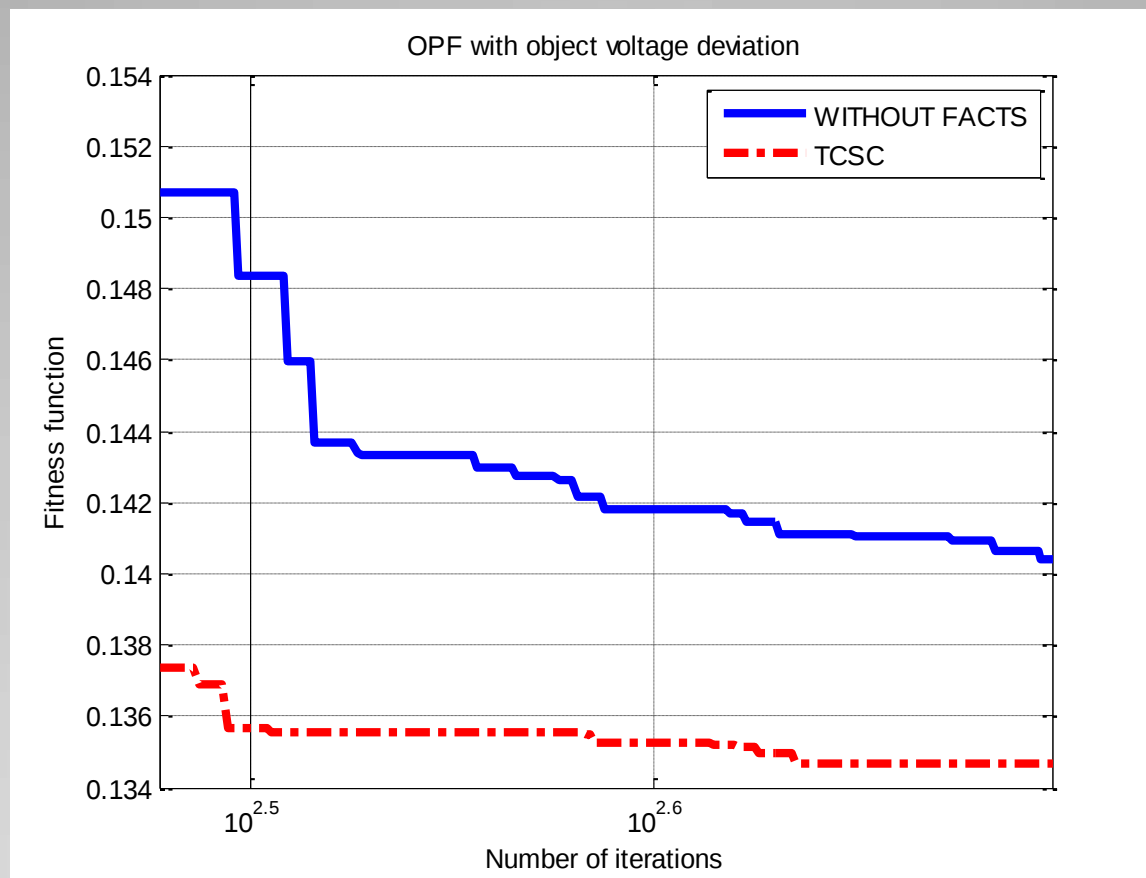
Nhánh outage	2-4	23-24	4-6	15-18	2-6
TCSC ₁₀₋₂₂	45.064%	58.9342%	58,5373%	54.084%	56.8439%
TCSC ₈₋₂₈	55.0543%	67.0822%	52,6972%	63.2006%	51.6477%
Tổng chi phí (\$/h)	1707.9501	1702.6463	1703.2668	1701.5198	1709.476
Tổng chi phí OPF without FACTS (\$/h)	1995.5612	1937.3675	1808.86	1941.01	1912.34
Tiết kiệm %	14,41%	12,13%	5,83%	12,33%	10,6%

HỘI NGHỊ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ ĐIỆN LỰC TOÀN QUỐC NĂM 2017



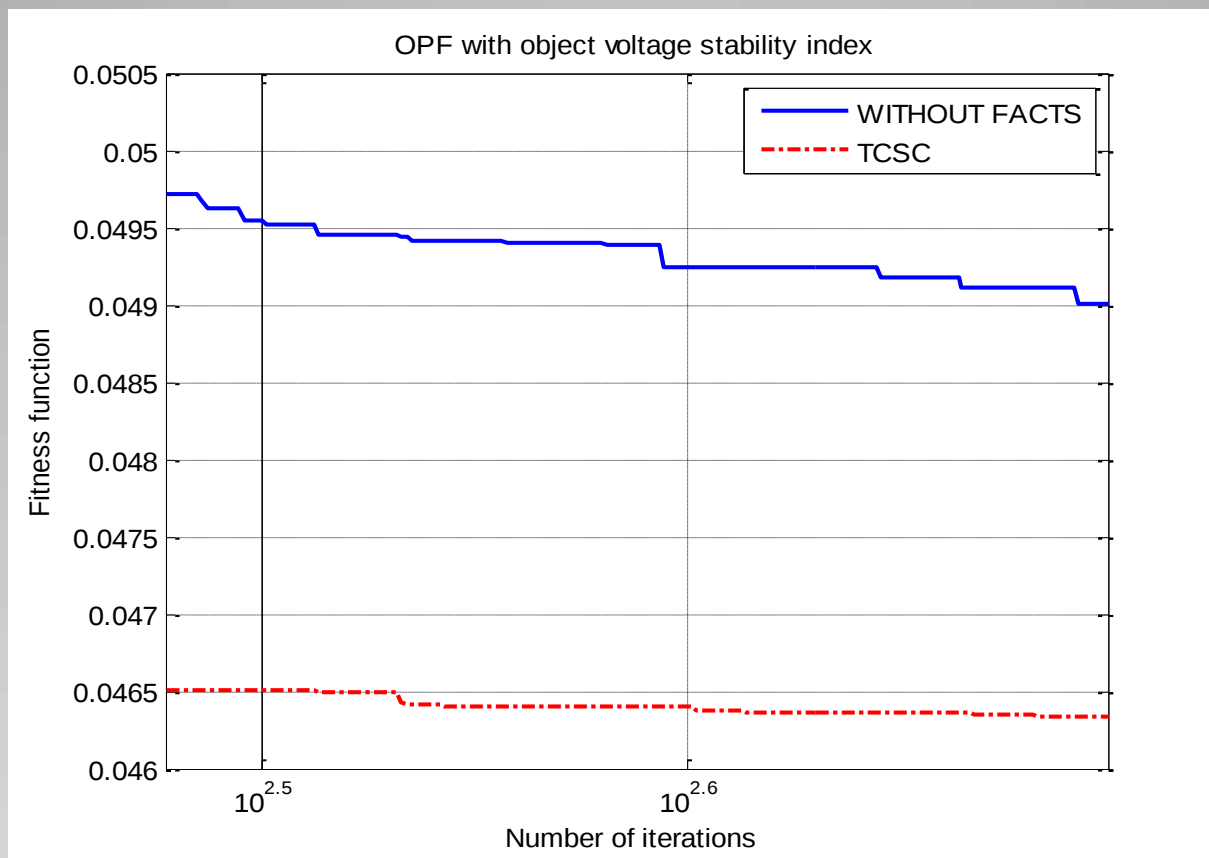
Đặc tuyến hội tụ của hàm mục tiêu theo hình và kết quả lời giải khi có TCSC đặt tại vị trí 8-28 và 10-22 làm cho tổng tổn hao của hệ thống giảm đi khoảng **11.924%**.

HỘI NGHỊ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ ĐIỆN LỰC TOÀN QUỐC NĂM 2017



- Đặc tuyến hội tụ của hàm mục tiêu theo hình và kết quả lời giải khi có TCSC tại vị trí 8-28 và 10-22 làm cho tổng độ lệch điện áp của hệ thống giảm đi khoảng **4.068%**.

HỘI NGHỊ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ ĐIỆN LỰC TOÀN QUỐC NĂM 2017



- Đặc tuyến hội tụ của hàm mục tiêu theo hình và kết quả lời giải ta thấy khi có TCSC tại vị trí 8-28 và 10-22 làm cho độ ổn định điện áp được cải thiện hơn **5.455%**.

5. Kết luận:

- Qua xem xét phân tích hệ thống IEEE30 hiệu chỉnh có bố trí lại vị trí các máy phát, thay đổi lại giới hạn truyền tải công suất của đường dây thì xảy ra điểm tắt nghẽn của hệ thống nên việc huy động các nhà máy có mức chi phí rẻ hơn sẽ bị hạn chế dẫn đến tổng chi phí nhiên liệu máy phát sẽ tăng cao để đáp ứng nhu cầu công suất của phụ tải.
- khi có thiết bị FACTS - TCSC đặt ở vị trí thích hợp trong hệ thống ta sẽ loại bỏ tình trạng tắt nghẽn của các đường dây không những trong điều kiện bình thường mà còn trong điều kiện khi có sự cố mất điện 01 đường dây (N-1), do việc điều phối luồng công suất của nhà máy được thực hiện dễ dàng, thuận lợi hơn

5. Kết luận:

- Tăng cường an ninh hệ thống điện bằng cách phân bố công suất tối ưu trong trường hợp vận hành bình thường và trong trường hợp tình trạng khẩn cấp với thông số điều khiển FACTS thích hợp giúp làm giảm dòng công suất của đường dây quá tải, loại bỏ tình trạng quá tải, nâng cao hiệu suất hệ thống
- Tuy nhiên, thuật toán đề DEHS có nhược điểm giống như các phương pháp dựa vào trí tuệ nhân tạo khác là chưa có cơ sở toán học vững chắc (chủ yếu dựa vào lý thuyết xác suất)

XIN CHÂN THÀNH CẢM ƠN.