

# PHÂN TÍCH AN TOÀN VẬN HÀNH HỆ THỐNG ĐIỆN SỬ DỤNG PHẦN MỀM POWERWORLD

## AN ANALYSIS OF POWER SYSTEM OPERATION SAFETY USING POWERWORLD SOFTWARE

Th.S ĐẶNG MỸ NHỰT  
Khoa Điện & Tự động hóa

### Tóm tắt

Cùng với sự phát triển kinh tế của đất nước, hệ thống điện không ngừng cải tạo, nâng cấp hoặc xây dựng mới, đi kèm theo đó là sự phát triển nguồn và lưới điện để đáp ứng nhu cầu trên. Thực tế vận hành cho thấy, những lúc thay đổi phương thức để sửa chữa thiết bị hay trường hợp sự cố thì xảy ra mất ổn định tại một số nút có tải quan trọng, thậm chí có một số đường dây bị quá tải ở nơi này nhưng non tải ở nơi khác, làm cho hệ thống vận hành không đảm bảo an toàn làm gián đoạn việc cung cấp điện.

Trong giai đoạn hiện nay tốc độ phát triển nguồn điện rất nhanh nhằm đáp ứng đủ nhu cầu sử dụng điện ngày càng cao của phụ tải. Vì tốc độ tăng trưởng phụ tải vượt quá sự gia tăng công suất nguồn nên nhiều đường dây truyền tải vận hành ở giới hạn an toàn. Bởi vậy cần phải có những tính toán đánh giá và đề xuất các giải pháp hợp lý nhằm nâng cao tính an toàn vận hành trong hệ thống điện. Vì vậy bài báo này đi vào phân tích an toàn hệ thống điện sử dụng phần mềm Powerworld để đề xuất các giải pháp an toàn trong vận hành.

**Từ khóa:** Powerworld, an toàn hệ thống điện, hệ thống điện, phương pháp Newton-Raphson

### Abstract:

*Along with the economic development of the country, the power system is constantly being renovated, upgraded or built, and the power sources and grids are also developed to meet the needs. When coming into operation, it shows that instability occurs at some nodes with important loads, even some lines are overloaded in these places but insufficient load in others when changing methods to repair equipment or in case of breakdown, making the system unsafe to operate and disrupting the power supply.*

*In the current period, in order to meet the increasing demand for electricity of the load, the power source has been developing dramatically. Since the load growth exceeds the increase in power capacity, many transmission lines operate at their safe limits. Therefore, it is necessary to evaluate and propose reasonable solutions to improve operation safety in the power system. This article goes into the analysis of the power system safety using Powerworld software to propose safety solutions in operation.*

**Keywords:** Powerworld, electrical system safety, power system, Newton-Raphson method

1. Đặt vấn đề:

Dự báo tình trạng vận hành của hệ thống sau khi tách rời một phần tử hoặc sau một sự thay đổi trạng thái làm việc của hệ thống là một việc rất quan trọng và cần một sự đánh giá an toàn trong thời gian thực. Vấn đề là phải phát hiện nhanh chóng sự cố nguy hiểm và đưa ra giải pháp khắc phục kịp thời và phân tích được thực hiện một cách chu kỳ nhằm nhiệm vụ xác định những sự cố nguy hiểm và mức độ trầm trọng của nó.

Việc nghiên cứu được thực hiện chủ yếu dựa vào bài toán tính phân bố công suất. Đối với những hệ thống lớn, sự phân tích an toàn phải thực hiện một thủ tục tính toán đối với cỡ hàng trăm đến hàng ngàn sự cố. Vì vậy vấn đề đặt ra là phân tích tất cả các sự cố với thời gian bé nhất. Điều này yêu cầu tốc độ thực hiện tính toán, độ chính xác và tính thích nghi của phương pháp đối với mỗi loại sự cố. Vì vậy bài báo này đi vào phân tích an toàn hệ thống điện sử dụng phần mềm Powerworld để đề xuất các giải pháp an toàn trong vận hành

2. Phương pháp nghiên cứu

Bài báo này tác giả nghiên cứu lý thuyết về phần mềm *Powerworld* và ứng dụng phần mềm để phân tích và đề xuất các giải pháp an toàn trong vận hành hệ thống điện

3. Kết quả nghiên cứu

Phân tích các chế độ vận hành của lưới điện, từ đó đưa ra các giải pháp phù hợp nhằm nâng cao vận hành an toàn, ổn định và tin cậy, đảm bảo khả năng cung cấp điện liên tục, đáp ứng nhu cầu sử dụng điện ngày càng cao của phụ tải hiện tại và trong tương lai.

4. Nội dung nghiên cứu

4.1. Nghiên cứu dòng công suất

Các thông số về điện áp trước sự cố là cần thiết để nghiên cứu ổn định hệ thống. Các thông số về dòng công suất như: điện áp, góc pha của điện áp tại thanh cái; công suất tác dụng và công suất phản kháng trên đường dây; công suất tác dụng và công suất phản kháng máy phát tại thanh cái. Các điều kiện trước sự cố có thể thực hiện được bằng cách sử dụng phương pháp Newton-Raphson từ phân tích dòng tải.

Phương pháp Newton-Raphson là một phương pháp hữu ích và không bị ảnh hưởng bởi mạng điện lớn với nhiều thanh cái. Phương pháp này bắt đầu bằng cách đoán tất cả các biến thay đổi như: điện áp, góc điện áp của tải và máy phát tại thanh cái. Sau này chuỗi Taylor sẽ bỏ qua số hạng bậc cao hơn trong hệ phương trình cho mọi phương trình cân bằng công suất. [3]

$$P_i = \sum_{k=1}^n |V_i| \cdot |V_k| |Y_{ik}| \cos(\theta_{ik} + \delta_k - \delta_i) = P_i(|V|, \delta)$$
$$Q_i = \sum_{k=1}^n |V_i| \cdot |V_k| |Y_{ik}| \sin(\theta_{ik} + \delta_k - \delta_i) = Q_i(|V|, \delta)$$
$$|V| = (|v_1|, |v_2|, \dots, |v_n|)'$$
$$P_i(|V|) = P_i(x)$$
$$Q_i(|V|) = Q_i(x)$$
$$x = \frac{\delta}{|V|}$$
$$P_i - P_i(x) = 0$$

$$Q_i - Q_i(x) = 0$$

$$f(x) = \begin{bmatrix} P(\text{scheduled}) - P(x) \\ Q(\text{scheduled}) - Q(x) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta P(x) \\ \Delta Q(x) \end{bmatrix} = 0$$

$$f(x) = \begin{bmatrix} \Delta P(x) \\ \Delta Q(x) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -J_{11}(x) - J_{12}(x) \\ -J_{21}(x) - J_{22}(x) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta \delta \\ \Delta |V| \end{bmatrix}$$

$$\Delta \delta = (\Delta \delta_2, \dots, \Delta \delta_n)^T$$

$$\Delta |V| = (\Delta |V_2|, \dots, \Delta |V_n|)^T$$

$$J(x) = \begin{bmatrix} -J_{11}(x) - J_{12}(x) \\ -J_{21}(x) - J_{22}(x) \end{bmatrix}$$

$$-J_{11}(x) = \frac{\partial P(x)}{\partial \delta}$$

$$-J_{12}(x) = \frac{\partial P(x)}{\partial |V|}$$

$$-J_{21}(x) = \frac{\partial Q(x)}{\partial \delta}$$

$$-J_{22}(x) = \frac{\partial Q(x)}{\partial |V|}$$

$$\frac{\partial P_i(x)}{\partial \delta k}, \frac{\partial P_i(x)}{\partial |V_k|}, \frac{\partial Q_i(x)}{\partial \delta k}, \frac{\partial Q_i(x)}{\partial |V_k|}$$

$$\frac{\partial P_i(x)}{\partial \delta k} = |V_i| |V_k| |Y_{ik}| \sin(\theta_{ik} + \delta k - \delta i) (i = k)$$

$$\frac{\partial P_i(x)}{\partial \delta k} = \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^n |V_i| |V_k| |Y_{ik}| \sin(\theta_{ik} + \delta k - \delta i) (i = k)$$

$$\frac{\partial Q_i(x)}{\partial \delta k} = |V_i| |V_k| |Y_{ik}| \sin(\theta_{ik} + \delta k - \delta i) (i \neq k)$$

$$\frac{\partial Q_i(x)}{\partial \delta k} = \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^n |V_i| |V_k| |Y_{ik}| \sin(\theta_{ik} + \delta k - \delta i) (i = k)$$

$$\frac{\partial P_i(x)}{\partial |V_k|} = |V_i| |Y_{ik}| \sin(\theta_{ik} + \delta k - \delta i) (i \neq k)$$

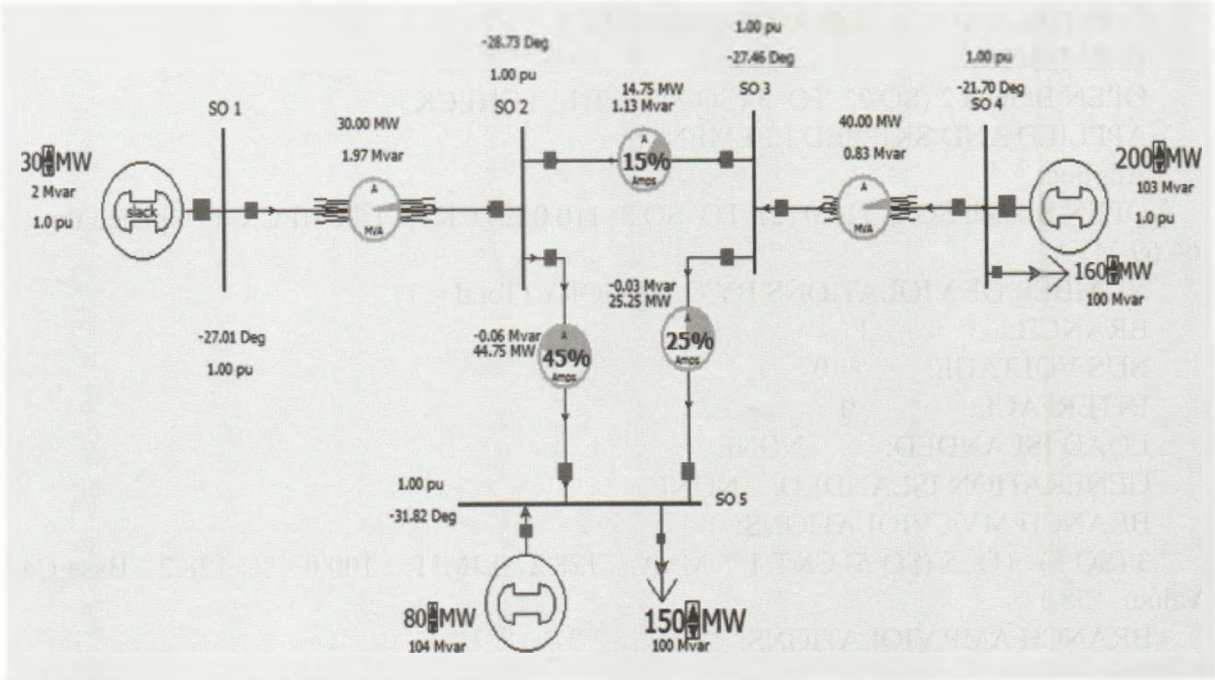
$$\frac{\partial Q_i(x)}{\partial |V_k|} = 2 |V_i| |Y_{ik}| \sin \theta_{ii} + \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^n |V_k| |Y_{ik}| \sin(\theta_{ik} + \delta k - \delta i) (i = k)$$

#### 4.2 Phương pháp xây dựng sơ đồ hệ thống điện trên phần mềm powerworld

Các sự cố đứt một đường dây, hai đường dây hoặc tăng giảm nguồn điện máy phát ảnh hưởng đến ổn định hệ thống điện vì vậy phải phân tích ổn định hệ thống điện sau sự cố bằng cách sử dụng phần mềm powerworld và các bước phân tích được đưa ra như sau: [3]

- Bước 1: Tìm hiểu, thu thập sơ đồ và các thông số hệ thống điện.
- Bước 2: Nhập các giá trị tham số điện áp, tần số và góc lệch pha tại thanh cái. Góc rotor, công suất phát của máy phát và công suất tiêu thụ của tải
- Bước 3: Bằng cách áp dụng nhiều trường hợp sự cố khác nhau vào các thời điểm khác nhau kết quả phân tích đưa ra trên phần mềm powerworld.
- Bước 4: Tính toán và đưa ra giải pháp kỹ thuật nào ưu việt nhất sau khi so sánh các kết quả của ba bước trên.

**5. Phân tích an toàn vận hành cho hệ thống điện có 5 thanh cái.**  
[4] thiết kế hệ thống điện có 5 thanh cái như sau:



Hình 1 Mô hình hệ thống điện có 5 thanh cái.

**5.1 Trường hợp N-1**  
**a. Đứt đường dây**  
CONTINGENCY T\_00001SO1-00002SO2C1  
ELEMENTS:  
OPEN Branch 1 (SO 1) TO 2 (SO 2) CKT 1 | | CHECK |  
APPLIED AND SKIPPED ELEMENTS:  
Applied:  
OPEN Branch SO 1\_110.0 (1) TO SO 2\_110.0 (2) CKT 1 | | CHECK | | Opened flow of 8.59 MVA  
NUMBER OF VIOLATIONS BY CATEGORY (Total = 0)  
BRANCH: 0  
BUS VOLTAGE: 0  
INTERFACE: 0  
LOAD ISLANDED: NONE  
GENERATION ISLANDED: NONE  
BRANCH MVA VIOLATIONS:

None.

BRANCH AMP VIOLATIONS:

None.

BUS LOW VOLTAGE VIOLATIONS:

None.

BUS HIGH VOLTAGE VIOLATIONS:

None.

INTERFACE VIOLATIONS:

None.

\*-----\*-----\*-----\*-----\*-----\*-----\*-----\*-----\*

CONTINGENCY L\_00002SO2-00003SO3C1

ELEMENTS:

OPEN Branch 2 (SO 2) TO 3 (SO 3) CKT 1 | | CHECK |

APPLIED AND SKIPPED ELEMENTS:

Applied:

OPEN Branch SO 2\_110.0 (2) TO SO 3\_110.0 (3) CKT 1 | | CHECK | | Opened flow of

64.69 MVA

NUMBER OF VIOLATIONS BY CATEGORY (Total = 1)

BRANCH: 1

BUS VOLTAGE: 0

INTERFACE: 0

LOAD ISLANDED: NONE

GENERATION ISLANDED: NONE

BRANCH MVA VIOLATIONS:

3 (SO 3) TO 5 (SO 5) CKT 1 MVA: 128.2 LIMIT: 100.0 %: 128.2 Base Case

Value: 58.1

BRANCH AMP VIOLATIONS:

None.

BUS LOW VOLTAGE VIOLATIONS:

None.

BUS HIGH VOLTAGE VIOLATIONS:

None.

INTERFACE VIOLATIONS:

None.

\*-----\*-----\*-----\*-----\*-----\*-----\*-----\*-----\*

CONTINGENCY L\_00002SO2-00005SO5C1

ELEMENTS:

OPEN Branch 2 (SO 2) TO 5 (SO 5) CKT 1 | | CHECK |

APPLIED AND SKIPPED ELEMENTS:

Applied:

OPEN Branch SO 2\_110.0 (2) TO SO 5\_110.0 (5) CKT 1 | | CHECK | | Opened flow of

64.05 MVA

NUMBER OF VIOLATIONS BY CATEGORY (Total = 1)

BRANCH: 1

BUS VOLTAGE: 0

INTERFACE: 0  
LOAD ISLANDED: NONE  
GENERATION ISLANDED: NONE  
BRANCH MVA VIOLATIONS:  
3 (SO 3) TO 5 (SO 5) CKT 1 MVA: 125.4 LIMIT: 100.0 %: 125.4 Base Case  
Value: 58.1  
BRANCH AMP VIOLATIONS:  
None.  
BUS LOW VOLTAGE VIOLATIONS:  
None.  
BUS HIGH VOLTAGE VIOLATIONS:  
None.  
INTERFACE VIOLATIONS:  
None.  
\*-----\*  
CONTINGENCY T\_00003SO3-00004SO4C1  
ELEMENTS:  
OPEN Branch 3 (SO 3) TO 4 (SO 4) CKT 1 | | CHECK |  
APPLIED AND SKIPPED ELEMENTS:  
Applied:  
OPEN Branch SO 3\_110.0 (3) TO SO 4\_110.0 (4) CKT 1 | | CHECK | | Opened flow of  
123.32 MVA  
NUMBER OF VIOLATIONS BY CATEGORY (Total = 0)  
BRANCH: 0  
BUS VOLTAGE: 0  
INTERFACE: 0  
LOAD ISLANDED: 160.00  
GENERATION ISLANDED: 280.00  
BRANCH MVA VIOLATIONS:  
None.  
BRANCH AMP VIOLATIONS:  
None.  
BUS LOW VOLTAGE VIOLATIONS:  
None.  
BUS HIGH VOLTAGE VIOLATIONS:  
None.  
INTERFACE VIOLATIONS:  
None.  
\*-----\*  
CONTINGENCY L\_00003SO3-00005SO5C1  
ELEMENTS:  
OPEN Branch 3 (SO 3) TO 5 (SO 5) CKT 1 | | CHECK |  
APPLIED AND SKIPPED ELEMENTS:  
Applied:  
OPEN Branch SO 3\_110.0 (3) TO SO 5\_110.0 (5) CKT 1 | | CHECK | | Opened flow of

58.12 MVA

NUMBER OF VIOLATIONS BY CATEGORY (Total = 2)  
BRANCH: 2  
BUS VOLTAGE: 0  
INTERFACE: 0  
LOAD ISLANDED: NONE  
GENERATION ISLANDED: NONE  
BRANCH MVA VIOLATIONS:  
2 (SO 2) TO 3 (SO 3) CKT 1 MVA: 122.9 LIMIT: 100.0 %: 122.9 Base Case  
Value: 64.7  
2 (SO 2) TO 5 (SO 5) CKT 1 MVA: 122.6 LIMIT: 100.0 %: 122.6 Base Case  
Value: 64.1  
BRANCH AMP VIOLATIONS:  
None.  
BUS LOW VOLTAGE VIOLATIONS:  
None.  
BUS HIGH VOLTAGE VIOLATIONS:  
None.  
INTERFACE VIOLATIONS:  
None.

Giải pháp để vận hành an toàn: Công suất của phụ tải tại nút số 5 (P= 200MW, Q = 100Mvar) được cung cấp từ hai đường dây (số 2 – số 5, số 3 – số 5) nên khi cắt đường dây số 2 – số 5 hoặc cắt đường dây số 3 – số 5 dẫn đến công suất cấp cho phụ tải tại nút số 5 không đủ và gây quá tải cho đường dây đường dây nối số 3 – số 5 hoặc đường dây nối số 2- số 5. Vì vậy để cho hệ thống vận hành an toàn thì trước khi cắt đường dây ta phải giảm phụ tải tại nút số 5 xuống khoảng (P = 150 MW, Q = 100Mvar).

b. Sự cố máy phát

CONTINGENCY G\_00001SO1U1  
ELEMENTS:  
OPEN Gen 1 (SO 1) #1 | | CHECK |  
APPLIED AND SKIPPED ELEMENTS:  
Applied:  
OPEN Gen SO 1\_110.0 (1) #1 | | CHECK | | Opened 59.95 MW  
NUMBER OF VIOLATIONS BY CATEGORY (Total = 0)  
BRANCH: 0  
BUS VOLTAGE: 0  
INTERFACE: 0  
LOAD ISLANDED: NONE  
GENERATION ISLANDED: NONE  
BRANCH MVA VIOLATIONS:  
None.  
BRANCH AMP VIOLATIONS:  
None.

BUS LOW VOLTAGE VIOLATIONS:

None.

BUS HIGH VOLTAGE VIOLATIONS:

None.

INTERFACE VIOLATIONS:

None.

\*-----\*

CONTINGENCY G\_00004SO4U1

ELEMENTS:

OPEN Gen 4 (SO 4) #1 | | CHECK |

APPLIED AND SKIPPED ELEMENTS:

\*\*\* UNSOLVABLE \*\*\*

\*-----\*

CONTINGENCY G\_00005SO5U1

ELEMENTS:

OPEN Gen 5 (SO 5) #1 | | CHECK |

APPLIED AND SKIPPED ELEMENTS:

Applied:

OPEN Gen SO 5\_110.0 (5) #1 | | CHECK | | Opened 80.00 MW

NUMBER OF VIOLATIONS BY CATEGORY (Total = 4)

BRANCH: 1

BUS VOLTAGE: 3

INTERFACE: 0

LOAD ISLANDED: NONE

GENERATION ISLANDED: NONE

BRANCH MVA VIOLATIONS:

2 (SO 2) TO 5 (SO 5) CKT 1 MVA: 199.1 LIMIT: 100.0 %: 199.1 Base Case

Value: 79.3

BRANCH AMP VIOLATIONS:

None.

BUS LOW VOLTAGE VIOLATIONS:

5 (SO 5) LOW V VOLT: 0.6303 LIMIT: 0.9000 Base Case Value: 1.0002

3 (SO 3) LOW V VOLT: 0.8070 LIMIT: 0.9000 Base Case Value: 0.9927

2 (SO 2) LOW V VOLT: 0.8082 LIMIT: 0.9000 Base Case Value: 0.9958

BUS HIGH VOLTAGE VIOLATIONS:

None.

INTERFACE VIOLATIONS:

None.

Giải pháp để vận hành an toàn: Để hệ thống vận hành an toàn ta giảm phụ tải tại nút số 2 còn (P = 610MW, Q = 280Mvar) khi đó ta có:  
+ Công suất nhánh nối giữa nút số 3 và nút số 4 giảm còn 68,9%

- + Điện áp tại nút số 2 tăng lên 0,872 (pu)
- + Điện áp tại nút số 5 tăng lên 0,974 (pu)
- + Điện áp tại nút số 1 tăng lên 0,974 (pu)

5.2 Trường hợp N-2

\*-----\*

CONTINGENCY G\_00001SO1U1&L\_00002SO2-00003SO3C1  
ELEMENTS:

OPEN Gen 1 (SO 1) #1 | | CHECK |  
OPEN Branch 2 (SO 2) TO 3 (SO 3) CKT 1 | | CHECK |  
APPLIED AND SKIPPED ELEMENTS:

Applied:

OPEN Gen SO 1\_110.0 (1) #1 | | CHECK | | Opened 59.95 MW  
OPEN Branch SO 2\_110.0 (2) TO SO 3\_110.0 (3) CKT 1 | | CHECK | | Opened flow of  
19.16 MVA

NUMBER OF VIOLATIONS BY CATEGORY (Total = 1)

BRANCH: 1  
BUS VOLTAGE: 0  
INTERFACE: 0  
LOAD ISLANDED: NONE  
GENERATION ISLANDED: NONE

BRANCH MVA VIOLATIONS:

3 (SO 3) TO 5 (SO 5) CKT 1 MVA: 128.2 LIMIT: 100.0 %: 128.2 Base Case  
Value: 41.3

BRANCH AMP VIOLATIONS:

None.

BUS LOW VOLTAGE VIOLATIONS:

None.

BUS HIGH VOLTAGE VIOLATIONS:

None.

INTERFACE VIOLATIONS:

None.

\*-----\*

CONTINGENCY G\_00001SO1U1&L\_00002SO2-00005SO5C1  
ELEMENTS:

OPEN Gen 1 (SO 1) #1 | | CHECK |  
OPEN Branch 2 (SO 2) TO 5 (SO 5) CKT 1 | | CHECK |  
APPLIED AND SKIPPED ELEMENTS:

Applied:

OPEN Gen SO 1\_110.0 (1) #1 | | CHECK | | Opened 59.95 MW  
OPEN Branch SO 2\_110.0 (2) TO SO 5\_110.0 (5) CKT 1 | | CHECK | | Opened flow of  
79.32 MVA

NUMBER OF VIOLATIONS BY CATEGORY (Total = 1)

BRANCH: 1

BUS VOLTAGE: 0

INTERFACE: 0

LOAD ISLANDED: NONE

GENERATION ISLANDED: NONE

BRANCH MVA VIOLATIONS:

3 (SO 3) TO 5 (SO 5) CKT 1 MVA: 128.2 LIMIT: 100.0 %: 128.2 Base Case Value: 41.3

BRANCH AMP VIOLATIONS:

None.

BUS LOW VOLTAGE VIOLATIONS:

None.

BUS HIGH VOLTAGE VIOLATIONS:

None.

INTERFACE VIOLATIONS:

None.

\*-----\*-----\*-----\*-----\*-----\*-----\*-----\*

CONTINGENCY G\_00001SO1U1&L\_00003SO3-00005SO5C1

ELEMENTS:

OPEN Gen 1 (SO 1) #1 | | CHECK |

OPEN Branch 3 (SO 3) TO 5 (SO 5) CKT 1 | | CHECK |

APPLIED AND SKIPPED ELEMENTS:

Applied:

OPEN Gen SO 1\_110.0 (1) #1 | | CHECK | | Opened 59.95 MW

OPEN Branch SO 3\_110.0 (3) TO SO 5\_110.0 (5) CKT 1 | | CHECK | | Opened flow of 41.30 MVA

NUMBER OF VIOLATIONS BY CATEGORY (Total = 2)

BRANCH: 2

BUS VOLTAGE: 0

INTERFACE: 0

LOAD ISLANDED: NONE

GENERATION ISLANDED: NONE

BRANCH MVA VIOLATIONS:

2 (SO 2) TO 5 (SO 5) CKT 1 MVA: 127.1 LIMIT: 100.0 %: 127.1 Base Case Value: 79.3

2 (SO 2) TO 3 (SO 3) CKT 1 MVA: 122.1 LIMIT: 100.0 %: 122.1 Base Case Value: 19.2

BRANCH AMP VIOLATIONS:

None.

BUS LOW VOLTAGE VIOLATIONS:

None.

BUS HIGH VOLTAGE VIOLATIONS:

None.

INTERFACE VIOLATIONS:

None.

\*-----\*-----\*-----\*-----\*-----\*-----\*-----\*

CONTINGENCY G\_00004SO4U1&L\_00002SO2-00003SO3C1  
ELEMENTS:

OPEN Gen 4 (SO 4) #1 | | CHECK |

OPEN Branch 2 (SO 2) TO 3 (SO 3) CKT 1 | | CHECK |

APPLIED AND SKIPPED ELEMENTS:

\*\*\* UNSOLVABLE \*\*\*

\*-----\*-----\*-----\*-----\*-----\*-----\*-----\*

CONTINGENCY G\_00004SO4U1&L\_00002SO2-00005SO5C1  
ELEMENTS:

OPEN Gen 4 (SO 4) #1 | | CHECK |

OPEN Branch 2 (SO 2) TO 5 (SO 5) CKT 1 | | CHECK |

APPLIED AND SKIPPED ELEMENTS:

\*\*\* UNSOLVABLE \*\*\*

\*-----\*-----\*-----\*-----\*-----\*-----\*-----\*

CONTINGENCY G\_00004SO4U1&L\_00003SO3-00005SO5C1  
ELEMENTS:

OPEN Gen 4 (SO 4) #1 | | CHECK |

OPEN Branch 3 (SO 3) TO 5 (SO 5) CKT 1 | | CHECK |

APPLIED AND SKIPPED ELEMENTS:

\*\*\* UNSOLVABLE \*\*\*

\*-----\*-----\*-----\*-----\*-----\*-----\*-----\*

CONTINGENCY G\_00005SO5U1&L\_00002SO2-00003SO3C1  
ELEMENTS:

OPEN Gen 5 (SO 5) #1 | | CHECK |

OPEN Branch 2 (SO 2) TO 3 (SO 3) CKT 1 | | CHECK |

APPLIED AND SKIPPED ELEMENTS:

Applied:

OPEN Gen SO 5\_110.0 (5) #1 | | CHECK | | Opened 80.00 MW

OPEN Branch SO 2\_110.0 (2) TO SO 3\_110.0 (3) CKT 1 | | CHECK | | Opened flow of

19.16 MVA

NUMBER OF VIOLATIONS BY CATEGORY (Total = 4)

BRANCH: 1

BUS VOLTAGE: 3

INTERFACE: 0

LOAD ISLANDED: NONE

GENERATION ISLANDED: NONE

BRANCH MVA VIOLATIONS:

2 (SO 2) TO 5 (SO 5) CKT 1 MVA: 196.7 LIMIT: 100.0 %: 196.7 Base Case Value: 79.3

BRANCH AMP VIOLATIONS:

None.

BUS LOW VOLTAGE VIOLATIONS:

5 (SO 5) LOW V VOLT: 0.6297 LIMIT: 0.9000 Base Case Value: 1.0002

3 (SO 3) LOW V VOLT: 0.8034 LIMIT: 0.9000 Base Case Value: 0.9927

2 (SO 2) LOW V VOLT: 0.8092 LIMIT: 0.9000 Base Case Value: 0.9958

BUS HIGH VOLTAGE VIOLATIONS:

None.

INTERFACE VIOLATIONS:

None.

\*-----\*

CONTINGENCY G\_00005SO5U1&L\_00002SO2-00005SO5C1

ELEMENTS:

OPEN Gen 5 (SO 5) #1 | | CHECK |

OPEN Branch 2 (SO 2) TO 5 (SO 5) CKT 1 | | CHECK |

APPLIED AND SKIPPED ELEMENTS:

\*\*\* UNSOLVABLE \*\*\*

\*-----\*

CONTINGENCY G\_00005SO5U1&L\_00003SO3-00005SO5C1

ELEMENTS:

OPEN Gen 5 (SO 5) #1 | | CHECK |

OPEN Branch 3 (SO 3) TO 5 (SO 5) CKT 1 | | CHECK |

APPLIED AND SKIPPED ELEMENTS:

Applied:

OPEN Gen SO 5\_110.0 (5) #1 | | CHECK | | Opened 80.00 MW

OPEN Branch SO 3\_110.0 (3) TO SO 5\_110.0 (5) CKT 1 | | CHECK | | Opened flow of 41.30 MVA

NUMBER OF VIOLATIONS BY CATEGORY (Total = 4)

BRANCH: 1

BUS VOLTAGE: 3

INTERFACE: 0

LOAD ISLANDED: NONE

GENERATION ISLANDED: NONE

BRANCH MVA VIOLATIONS:

2 (SO 2) TO 5 (SO 5) CKT 1 MVA: 264.9 LIMIT: 100.0 %: 264.9 Base Case Value: 79.3

BRANCH AMP VIOLATIONS:

None.

#### BUS LOW VOLTAGE VIOLATIONS:

5 (SO 5) LOW V VOLT: 0.4484 LIMIT: 0.9000 Base Case Value: 1.0002

2 (SO 2) LOW V VOLT: 0.7446 LIMIT: 0.9000 Base Case Value: 0.9958

3 (SO 3) LOW V VOLT: 0.8292 LIMIT: 0.9000 Base Case Value: 0.9927

#### BUS HIGH VOLTAGE VIOLATIONS:

None.

#### INTERFACE VIOLATIONS:

None.

#### **Giải pháp:**

- Giảm công suất của phụ tải tại nút số 5 còn (  $P = 50 \text{ MW}$ ,  $Q = 30 \text{ Mvar}$ )
- Giảm công suất của phụ tải tại nút số 4 còn ( $P = 150 \text{ MW}$ ,  $Q = 100 \text{ Mvar}$ )

#### **Khi đó ta được:**

- Công suất giữa hai nút số 2 và số 5 giảm còn 64%
- Điện áp tại nút số 2 tăng lên 0,95 (pu)
- Điện áp tại nút số 3 tăng lên 0,95 (pu)
- Điện áp tại nút số 5 tăng lên 0,9 (pu)

#### **6. Kết luận**

Ngày nay, hệ thống điện ngày càng phát triển, lưới điện thì phức tạp, quy mô rộng lớn, thì việc ứng dụng những tiến bộ khoa học kỹ thuật, những thiết bị ngày càng hiện đại, tiện ích. Hiệu quả để đánh giá phân tích kỹ thuật một hệ thống điện là điều rất cần thiết. Vì vậy, bài báo này chú trọng xây dựng hướng nghiên cứu đó là ứng dụng phần mềm Powerworld để đánh giá, mô phỏng và phân tích an toàn hệ thống lưới điện với đầy đủ các trường hợp, tình huống đặt ra. Mô phỏng, phân tích an toàn rất quan trọng không chỉ trong vận hành quản lý mà còn rất cần thiết trong lĩnh vực thiết kế và công tác quản lý.

#### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

##### **❖ Tiếng Việt**

[1] GS.TS Lê Kim Hùng (2006), “Phân tích vấn đề điều khiển và an toàn Hệ thống điện”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Đại học Đà Nẵng*, số 14.

##### **❖ Tiếng Anh**

[2] Manish Parihar<sup>1</sup>, M.K. Bhaskar<sup>2</sup>, Dharmendra Jain<sup>3</sup>, Digvijay Sarvate<sup>4</sup>, Deepak Bohra<sup>5</sup> (2017), Voltage Stability Analysis of Power System using Power World Simulator, *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology*

[3] Shreya Balapure, Assistant Professor Vaishali Chavhan (2021), *Transient Stability on Power Flow using 9 Bus System*, *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*.

[4] <http://www.powerworld.com>