

1-5-3-7 Các máy phát và biến áp đơn vị tại các trạm phát điện đơn vị:

Trong trường hợp này cần phải đưa thêm vào hệ số hiệu chỉnh cho tổng trở của các máy phát và các máy biến áp trong trạm phát điện đơn vị :

$$\underline{Z}_{G.PSU} = K_{G.PSU} \underline{Z}_G \quad (39)$$

với hệ số hiệu chỉnh :

$$K_{G.PSU} = \frac{C_{\max}}{1 + x''_d \sin \varphi_{rG}} \quad (40)$$

$$\underline{Z}_{T.PSU} = K_{T.PSU} + \underline{Z}_{TLV} \quad (41)$$

$$\text{với hệ số hiệu chỉnh : } K_{T.PSU} = C_{\max} \quad (42)$$

trong đó :

$\underline{Z}_{G.PSU}$, $\underline{Z}_{T.PSU}$	= các tổng trở đã hiệu chỉnh của máy phát (G) và máy biến áp (T) của các trạm phát điện đơn vị
\underline{Z}_G	= tổng trở của máy phát $\underline{Z}_G = R_G + j X''_d$ (xem điểm 11.5.3.6)
\underline{Z}_{TLV}	= tổng trở của máy biến áp đơn vị quy về phía hạ áp (xem điểm 8.3.2.2)
x''_d , φ_{rG}	= (xem điểm 11.5.3.6)

Điều cần thiết là các tổng trở $\underline{Z}_{G.PSU}$ và $\underline{Z}_{T.PSU}$ đều phải quy về phía cao áp theo hệ số biến đổi giả định t_f (xem điểm 12.2.2)

Khi tính dòng ngắn mạch tại điểm ngắn mạch giữa máy phát và máy biến áp đơn vị ta cần phải đưa thêm nguồn điện áp tương đương $cU_n\sqrt{3}$ vào điểm ngắn mạch. Trong trường hợp này điện áp cho máy phát phải được chọn trước, bởi vì điện áp định mức của hệ thống không có trị số xác định. Những trường hợp như vậy sẽ được xử lý theo điểm 12.2.3.1.

Chú thích:

1- Các công thức (40) và (42) sẽ được áp dụng nếu như $U_Q = U_{nQ}$ và $U_G = U_{rG}$. Đặc biệt cần phải lưu ý xem xét trường hợp sau đây: Đối với trạm phát điện đơn vị có máy biến áp loại chỉnh áp, điện áp vận hành $U_{Q.min}$ thường cao hơn U_{nQ} ($U_{Q.min} > U_{nQ}$) và (hoặc) U_G sai khác so với U_{rG} ($U_G < U_{rG}$) * còn đối với trạm phát điện đơn vị có máy biến áp loại không chỉnh áp, điện áp U_G thường xuyên cao hơn U_{rG} ($U_G > U_{rG}$).

2- Giá trị của các hệ số hiệu chỉnh tổng trở thứ tự nghịch và thứ tự không trong trường hợp ngắn mạch không cân bằng hiện đang được xem xét.

11.5.3.8 Các trạm phát điện đơn vị

Đối với các trạm phát điện đơn vị, khi tính toán các dòng ngắn mạch về phía cao áp ta không cần dùng các hệ số hiệu chỉnh ở điểm 11.5.3.7. Trong trường hợp này ta dùng công thức sau đây để hiệu chỉnh tổng trở cho toàn trạm phát điện đơn vị (PSU) :

$$\underline{Z}_{PSU} = K_{PSU} (t_f^2 \underline{Z}_G + \underline{Z}_{THV}) \quad (43)$$

với hệ số hiệu chỉnh :

$$K_{PSU} = \left(\frac{t_f}{t_t} \right)$$

trong đó:

- \underline{Z}_{PSU} = tổng trở đã hiệu chỉnh của trạm phát đơn vị bên phía cao áp
 \underline{Z}_G = tổng trở của máy phát $\underline{Z}_G = R_G + j X''_d$ (xem điểm 11.5.3.6)
 \underline{Z}_{THV} = tổng trở của máy biến áp đơn vị bên phía cao áp (xem điểm 8.3.2.2) U_{nQ}
 = điện áp lưới danh định tại điểm nối Q của trạm phát điện đơn vị
 t_r = tỉ số biến đổi định mức ứng với vị trí chính của bộ chỉnh áp
 t_f = tỉ số biến đổi giả định $t_f = U_n / U_{rG} = U_{nQ} / U_{rG}$
 X''_d, φ_{rG} = (xem điểm 11.5.3.6)
 X_T = điện kháng của máy biến áp đơn vị trong công thức U^2_{1T} / S_{1T}
 $X_T = X_T / (U^2_{1T} / S_{1T})$

Chú thích :

1- Công thức (44) được áp dụng nếu như $U_Q = U_{nQ}$ và $U_G = U_{rG}$. Đặc biệt cần phải lưu ý xem xét trường hợp sau đây: Đối với trạm phát điện đơn vị có máy biến áp loại chỉnh áp, điện áp vận hành $U_{Q.min}$ thường cao hơn U_{nQ} ($U_{Q.min} > U_{nQ}$) và (hoặc) U_G sai khác so với U_{rG} ($U_G \neq U_{rG}$) * còn đối với trạm phát điện đơn vị có máy biến áp loại không chỉnh áp, điện áp U_G thường xuyên cao hơn U_{rG} ($U_G > U_{rG}$).

2- Giá trị của các hệ số hiệu chỉnh tổng trở thứ tự nghịch và thứ tự không trong trường hợp ngắn mạch không cân bằng hiện đang được xem xét.

11-6 Quy đổi các tổng trở, dòng điện và điện áp

Các chi tiết cho trong điểm 8.4 vẫn giữ nguyên giá trị. Cần lưu ý những ngoại lệ ở các điểm 12.2.2.1 và 12.2.3.1.

12 - Tính toán dòng ngắn mạch

12-1 Tổng quát

Để tính toán dòng ngắn mạch đối xứng ban đầu I''_k , dòng ngắn mạch ngắt máy đối xứng I_b và dòng ngắn mạch ổn định I_k tại điểm ngắn mạch, ta có thể chuyển đổi hệ thống thành một tổng trở ngắn mạch tương đương \underline{Z}_k . Phương pháp này không được phép áp dụng để tính dòng ngắn mạch đỉnh i_p . Trong trường hợp này cần phải phân biệt hai loại hệ thống: loại không có và loại có các nhánh rẽ song song (xem điểm 9.1.1.2, 9.1.2.2 và 9.1.3.2.)

12-2 Phương pháp tính ngắn mạch cân bằng

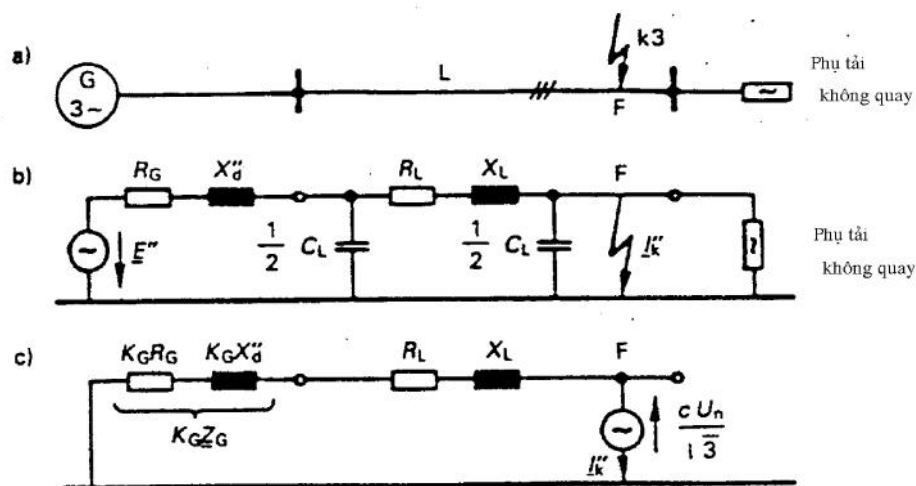
12-2-1 Ngắn mạch được cấp điện từ một máy phát

12-2-1-1 Dòng ngắn mạch đối xứng ban đầu I''_k

Dòng ngắn mạch đối xứng ban đầu trong các ví dụ ở mục 1, hình 13a trang và hình 15, trang được tính toán bằng nguồn điện áp tương đương $cU_n\sqrt{3}$ tại điểm ngắn mạch và tổng trở ngắn mạch $\underline{Z}_k = R_k + j X_k$:

Để tính dòng ngắn mạch cực đại, ta chọn giá trị của hệ số điện áp c theo bảng I.

Chú thích: Thông thường, có thể giả thiết rằng điện áp định mức U_{rG} của máy phát cao hơn 5% so với điện áp danh định U_n của hệ thống.



a) Sơ đồ hệ thống

b) Mạch tương đương (trong hệ thứ tự thuận) với điện áp cận quá độ E'' của máy phát.

c) Mạch tương đương dùng để tính toán với nguồn điện áp tương đương (xem điều khoản 6 và điểm 11.4) và các tổng trở tính theo điểm 11.5.3, đặc biệt là theo điểm 11.5.3.6.

Hình 15 : Ví dụ về tính toán dòng ngắn mạch đối xứng ban đầu I''_k trong trường hợp ngắn mạch được cấp điện từ một máy phát.

12-2-1-2 Dòng ngắn mạch đỉnh i_p

Việc tính toán dòng ngắn mạch đỉnh i_p đã được trình bày ở điểm 9.1.1.2. Đối với máy phát, ta dùng điện trở đã hiệu chỉnh $K_G R_G$ và điện kháng đã hiệu chỉnh $K_G X''_d$

12.2.1.3 Dòng ngắn mạch ngắt điện đối xứng I_b

Hiện tượng suy giảm trong dòng ngắn mạch ngắt điện đối xứng được ghi nhận bằng hệ số μ

$$I_b = \mu I''_k \quad (46)$$

trong đó μ phụ thuộc vào độ trễ thời gian tối thiểu t_{\min} (xem điểm 3.23) và tỉ số I''_k / I_{rG} .

Các giá trị của μ trong những công thức sau đây được dùng đối với các máy phát trung áp kiểu tua bin, máy phát cực lõi và với các máy bù đồng bộ được kích từ bằng bộ kích thích kiểu quay hoặc bộ kích thích kiểu chỉnh lưu tĩnh (với điều kiện là thời gian chậm trễ tối thiểu của nó nhỏ hơn 0,25s và điện áp kích thích tối đa của nó nhỏ hơn 1,6 lần điện áp kích thích phụ tải định mức. Còn trong tất cả các trường hợp khác, nếu giá trị chính xác của nó chưa biết, ta lấy μ bằng một ($\mu = 1$)

$$\begin{aligned} \mu &= 0,84 + 0,26 e^{-0,26 I''_k G / I_{rG}} && \text{đối với } t_{\min} = 0,02 \text{ s} \\ \mu &= 0,71 + 0,51 e^{-0,30 I''_k G / I_{rG}} && \text{đối với } t_{\min} = 0,05 \text{ s} \\ \mu &= 0,62 + 0,72 e^{-0,32 I''_k G / I_{rG}} && \text{đối với } t_{\min} = 0,10 \text{ s} \\ \mu &= 0,56 + 0,94 e^{-0,38 I''_k G / I_{rG}} && \text{đối với } t_{\min} = 0,25 \text{ s} \end{aligned} \quad (47)$$

Các giá trị I''_{kG} (dòng ngắn mạch riêng tại các đầu cực của máy phát) và I_{rG} đều qui đổi về cùng một điện áp. Trong trường hợp các động cơ không đồng bộ, ta thay I''_{kG} / I_{rG} bằng I''_{kM} / I_{rM} (xem bảng II)

Nếu $I''_{kG} / I_{rG} \leq 2$, dùng $\mu = 1$ cho tất cả các độ trễ thời gian tối thiểu t_{min} .

Hệ số μ cũng có thể tìm được từ hình 16 với trục hoành dùng cho ngắn mạch ba pha. Đối với các độ chậm trễ thời gian tối thiểu khác, cho phép sử dụng phương pháp nội suy tuyến tính giữa các đường cong.

Hình 16: Hệ số μ dùng để tính toán dòng ngắn mạch ngắt điện I_b

Hình 16 cũng có thể dùng cho các máy phát hạ áp kích thích tổ hợp có độ trễ thời gian $t_{min} > 0,1$ s. Việc tính toán các dòng ngắn mạch hạ áp sau thời gian chậm trễ $t_{min} > 0,1$ s không đề cập đến trong tài liệu này; các nhà chế tạo máy phát có thể có khả năng cung cấp những thông tin đó.

12-2-1-4 Dòng ngắn mạch ổn định I_k

Bởi vì độ lớn của dòng ngắn mạch ổn định I_k phụ thuộc vào các ảnh hưởng bão hoà và tính đa dạng của hiện tượng ngắt mạch trong hệ thống cho nên việc tính toán đại lượng này không được chính xác như đối với dòng ngắn mạch đối xứng ban đầu I''_k . Các phương pháp tính toán nêu ra ở đây chỉ có thể xem như những ước tính sơ bộ các giới hạn trên của chúng – trong trường hợp ngắn mạch được cấp điện từ một máy phát, và giới hạn dưới – trong trường hợp cấp điện từ một máy đồng bộ.

a) Dòng ngắn mạch ổn định cực đại I_{kmax}

Công thức sau đây có thể dùng để tính dòng ngắn mạch ổn định cực đại khi máy phát đồng bộ ở mức kích thích cao nhất :

$$I_{kmax} = \lambda_{max} I_{rG} \quad (48)$$

Trị số λ_{max} có thể tìm được từ hình 17 hoặc hình 18. ở đây $x_{d,sat}$ là số nghịch đảo của tỉ số ngắn mạch (chữ "sat" là viết tắt của chữ "saturated", có nghĩa là bão hoà)

Các đường cong λ_{max} của Nhóm Một được thiết lập ứng với điện áp kích thích lớn nhất có thể, hoặc bằng 1,3 lần mức kích thích định mức ở phụ tải và hệ số công suất định mức, đối với các máy phát kiểu tua bin (xem hình 17a) hoặc bằng 1,6 lần mức kích thích định mức, đối với các máy cực lồi (xem hình 18a)

Các đường cong λ_{max} của Nhóm Hai được thiết lập ứng với điện áp kích thích lớn nhất có thể, hoặc bằng 1,6 lần mức kích thích định mức ở phụ tải và hệ số công suất định mức, đối với các máy phát kiểu tua bin (xem hình 17b) hoặc bằng 2,0 lần mức kích thích định mức, đối với các máy cực lồi (xem hình 18b)

a) Nhóm Một

b) Nhóm Hai

Ngắn mạch ba pha $I''_{kG} / I_{rG} \rightarrow$

Ngắn mạch ba pha $I''_{kG} / I_{rG} \rightarrow$

Hình 17 : Các hệ số λ_{\max} và λ_{\min} dùng cho máy phát kiểu tua bin
(Định nghĩa về nhóm Một và nhóm Hai đã nói trong tài liệu)

b) Dòng ngắn mạch ổn định cực tiểu $I_{k.\min}$

Dòng ngắn mạch ổn định cực tiểu được xác định với giả thiết là máy đồng bộ có kích thích không tải không đổi.

$$I_{k.\min} = \lambda_{\min} I_{rG} \quad (49)$$

Trị số λ_{\min} có thể tìm được từ hình 17 hoặc 18 đối với các máy phát kiểu tua bin hoặc các máy cực lỗi.

Chú thích: Đối với các bộ kích thích tĩnh không có dòng cưỡng bức, dòng ngắn mạch ổn định tối thiểu trong trường hợp ngắn mạch thanh cái ba pha là bằng không.

a) Nhóm Một

b) Nhóm Hai

Ngắn mạch ba pha $I''_{kG} / I_{rG} \rightarrow$

Ngắn mạch ba pha $I''_{kG} / I_{rG} \rightarrow$

Hình 18 : Các hệ số λ_{\max} và λ_{\min} dùng cho các máy cực lõi
(Định nghĩa về nhóm Một và nhóm Hai đã nói trong tài liệu)

12-2-2 Ngắn mạch được cấp điện từ một trạm phát đơn vị

12-2-2-1 Dòng ngắn mạch đối xứng ban đầu I''_k

Như các ví dụ ở mục 2, hình 13a, trang và hình 19, dòng điện ngắn mạch đối xứng ban đầu được xác định bằng cách đặt nguồn điện áp tương đương $cU_n\sqrt{3}$ vào tại điểm ngắn mạch và sử dụng các tổng dẫn đã hiệu chỉnh của máy phát và máy biến áp của trạm phát đơn vị (xem điểm 11.5.3.7 hoặc 11.5.3.8) đầu nối tiếp với tổng dẫn đường dây $\underline{Z}_L = R_L + jX_L$ theo cách tính ở điểm 8.3.2.3.

- a) Sơ đồ hệ thống
- b) Sơ đồ mạch tương đương trong hệ thứ tự thuận dùng để tính toán với nguồn điện áp tương đương tại điểm ngắn mạch và các tổng trở đã hiệu chỉnh của máy phát và máy biến áp của trạm phát đơn vị

Hình 19 : Ví dụ về cách tính toán dòng ngắn mạch đối xứng ban đầu I''_k được cấp điện từ một trạm phát đơn vị

Để tính dòng ngắn mạch đối xứng ban đầu ta cần phải dùng đến công thức (45)

Tổng trở ngắn mạch của ví dụ ở hình 19 được tính bằng công thức sau đây, theo hướng dẫn ở điểm 11.5.3.7.

$$\underline{Z}_k = R_k + j X_k = t_f^2 \underline{Z}_{G.PSU} + t_f^2 \underline{Z}_{T.PSU} + \underline{Z}_L \quad (50)$$

$\underline{Z}_{G.PSU}$ được lấy từ công thức (39) và $\underline{Z}_{T.PSU}$ từ công thức (41). Cả hai tổng trở đều được qui về phía cao áp bằng tỉ số biến đổi giả định $t_f = U_n / U_{rG}$

Theo điểm 11.5.3.8, tổng trở ngắn mạch trong ví dụ ở hình 19 được cho bởi công thức:

$$\underline{Z}_k = R_k + j X_k = \underline{Z}_{PSU} + \underline{Z}_L \quad (51)$$

\underline{Z}_{PSU} được lấy từ công thức (43).

12.2.2.2. Dòng ngắn mạch đỉnh i_p

Cách tính được chỉ dẫn ở điểm 9.1.1.2. Đối với các trạm phát đơn vị, dùng các điện trở và điện kháng đã hiệu chỉnh theo điểm 11.5.3.7 và 11.5.3.8.

12.2.2.3 Dòng ngắn mạch ngắt điện đối xứng I_b

Việc tính toán dòng ngắn mạch ngắt điện đối xứng được chỉ dẫn ở điểm 12.2.1.3 với μ tính theo công thức (47) hoặc hình 16, trang . Thay trị số đã chuyển đổi $I''_{kPSU_t} = t_r I''_{kPSU}$ vào I''_{kG} .

12.2.2.4 Dòng ngắn mạch ổn định I_k

Cách tính toán có thể được tiến hành như chỉ dẫn ở điểm 12.2.1.4 nếu như ngắn mạch được cấp điện từ một trạm phát điện đơn vị. Thay trị số đã chuyển đổi $I''_{kPSU_t} = t_r I''_{kPSU}$ vào I''_{kG} .

12.2.3 Ngắn mạch ba pha được cấp điện từ các nguồn không nối đất vông

12-2-3-1 Tổng quát

Bên cạnh các trường hợp ngắn mạch được cấp điện từ các nguồn không nối đất vông ra (xem hình 13b, trang), tất cả những trường hợp ngắn mạch được cấp điện trực

tiếp thông qua một tổng trở chung Z đều có thể được tính toán theo trình tự cho trong điểm này, nếu điều kiện $Z < 0,05 U_{nB} / (\sqrt{3} I''_{kB})$ được thoả mãn (xem hình 13c, trang)

Nói chung, nguồn điện áp tương đương $cU_n\sqrt{3}$ phải được đặt vào điểm ngắn mạch (xem hình 20c). U_n là điện áp định mức của hệ thống tại nơi mà ngắn mạch xảy ra. Các máy phát cấp điện trực tiếp cho điểm ngắn mạch (không qua biến áp) đều phải được xử lí như đã hướng dẫn ở điểm 11.5.3.6 – các trạm phát điện đơn vị, theo điểm 11.5.3.7, hoặc 11.5.3.8 và 12.2.2 – và các động cơ không đồng bộ, theo điểm 11.5.3.5, có lưu ý đến các điều ở hạng mục 13.

- a) Sơ đồ hệ thống
- b) Sơ đồ mạch tương đương trong hệ thứ tự thuận với điện áp cận quá độ E''
- c) Sơ đồ mạch tương đương trong hệ thứ tự thuận dùng để tính toán với nguồn điện áp tương đương $cU_n\sqrt{3}$ tại điểm ngắn mạch

Hình 20 : Ví dụ về cách tính toán dòng ngắn mạch đối xứng ban đầu I''_k được cấp điện từ các nguồn không nối đất võng

Hình 21: Các dòng ngắn mạch và các dòng ngắn mạch riêng trong trường hợp ngắn mạch ba pha giữa máy phát và máy biến áp của một trạm phát đơn vị và trong trường hợp ngắn mạch tại thanh cái tụ dòng A (xem thêm điểm 12.2.4.1)

Để tính toán các dòng ngắn mạch riêng I''_{kG} và I''_{kT} tại điểm ngắn mạch F1 trong hình 21, các dòng ngắn mạch đối xứng ban đầu được cho bởi công thức:

$$I''_{kG} = \frac{c U_{rG}}{\sqrt{3} |Z_{G,PSU}|} = \frac{c U_{rG}}{\sqrt{3} K_{G,PSU} |Z|} \quad (52)$$

Trong đó :

- $Z_{G,PSU}$ = trị số tính theo điểm 11.5.3.7, công thức (39)
- $Z_{T,PSU}$ = trị số tính theo điểm 11.5.3.7, công thức (41)
- $t_f = U_{nQ} / U_{rG}$ = tỉ số biến đổi giả định, điểm 11.6
- Z_{Qmin} = giá trị cực tiểu của tổng trở tuyến dây lưới điện, tương ứng với $S''_{kQ,max}$

Đối với thông số $S''_{kQ,max}$, cần sử dụng giá trị dự kiến tối đa trong suốt thời gian tuổi thọ của trạm phát.

Khi tính dòng ngắn mạch I''_k tại điểm ngắn mạch F2 – ví dụ tại điểm đấu nối vào phía cao áp của máy biến áp tụ dòng AT trong hình 21 – chỉ cần dùng công thức sau:

Dòng ngắn mạch I''_{kAT} tại điểm ngắn mạch F3 cần được xử lý theo điểm 12.2.4.1.

12.2.3.2 Dòng ngắn mạch đối xứng ban đầu I''_k

Dòng ngắn mạch đối xứng ban đầu tại điểm ngắn mạch F có thể được tính từ tổng của các dòng ngắn mạch riêng như mô tả trên hình 22. Các động cơ cũng được xét đến bằng cách áp dụng điều khoản 13.

$$I''_k = I''_{kPSU} + I''_{kT} + I''_{kM} + \dots \quad (55)$$

Một kết quả khác đơn giản hơn, lại còn có tính chất dự phòng an toàn, đó là cộng đại số tất cả các thành phần trên lại thay cho cách cộng vec tơ.

Hình 22 : Giải trình cách tính toán I''_k , i_p , I_b và I_k trong trường hợp ngắn mạch ba pha được cấp điện từ các nguồn không nối đất võng theo công thức (55) và (58)

12-2-3-3 Dòng ngắn mạch đỉnh i_p , dòng ngắn mạch ngắt điện đối xứng I_b và dòng ngắn mạch ổn định I_k

Nếu như ngắn mạch ba pha được cấp điện từ một vài nguồn không nối đất võng như hình 22, các thành phần của dòng ngắn mạch đỉnh i_p và dòng ngắn mạch ngắt điện đối xứng I_b tại điểm ngắn mạch F sẽ được bổ sung thêm:

$$i_p = i_{pPSU} + i_{pT} + i_{pM} + \dots \quad (56)$$

$$I_b = I_{bPSU} + I''_{kT} + I_{bM} + \dots \quad (57)$$

$$I_k = I_{bPSU} + I''_{kT} + \dots \quad (58)$$

Các công thức (57) và (58) cho ta những kết quả có tính dự phòng an toàn .
Các dòng ngắn mạch riêng được tính toán như sau:

- Các tuyến dây lưới điện được tính theo điểm 8.3.2.1.
- Các máy phát không có biến áp giữa máy phát và điểm ngắn mạch, được tính theo điểm 12.2.1
- Các trạm phát đơn vị, theo điểm 12.2.2, lưu ý thêm điểm 11.5.3.7 và 11.5.3.8
- Các động cơ, theo điểm 11.1.3.5 và điều khoản 13.

Phần hướng dẫn này không áp dụng cho việc tính toán dòng ngắn mạch ổn định I_k . Giả thiết rằng các máy phát tách khỏi chế độ vận hành bình thường và sản ra dòng ngắn mạch ổn định $I_{kG} \approx I_{bG}$ hoặc $I_{kPSU} \approx I_{bPSU}$. Đối với các tuyến dây trên lưới vẫn dùng $I_k = I_b = I''_k$. Không có thành phần đóng góp của động cơ trong dòng ngắn mạch ổn định ba pha (xem bảng II).

12-2-4 Ngắn mạch ba pha trong các lưới mắt võng

12-2-4-1 Dòng ngắn mạch đối xứng ban đầu I''_k

Dòng ngắn mạch đối xứng ban đầu được tính toán với nguồn điện áp tương đương $cU_n\sqrt{3}$ tại điểm ngắn mạch. Công thức (45) vẫn được sử dụng. Các tổng trở của thiết bị điện được tính toán theo điểm 11.5.3 (xem thêm điểm 12.2.2). Để tính dòng ngắn mạch riêng I''_{kAT} trên hình 21, trang (điểm ngắn mạch F3), cho phép sử dụng trị số Z_{rs1} từ công thức (54) và chuyển đổi tổng trở này bằng t^2_{rAT} .

Các tổng trở trong những hệ thống khác nối với hệ thống có ngắn mạch thông qua các máy biến áp, cần phải được chuyển đổi bằng cách nhân với bình phương tỉ số biến đổi định mức của các máy biến áp đó. Nếu như có một số biến áp nào đó có tỉ số biến đổi định mức khác nhau ít nhiều giữa hai hệ thống $t_{r1}, t_{r2}, \dots, t_{rm}$, ta lấy giá trị trung bình số học của chúng.

Hình 13d, trang và hình 23 trình bày những ví dụ về các lưới nối mắt võng có nhiều nguồn.

12-2-4-2 Dòng ngắn mạch đỉnh i_p

Có thể tính toán theo cách đã nêu ở điểm 9.1.3.2.

QUANPHAM.VN

- a) Sơ đồ hệ thống
- b) Sơ đồ mạch tương đương dùng để tính toán với nguồn điện áp tương đương $cU_n\sqrt{3}$ tại điểm ngắn mạch.
- * Tổng trở của một động cơ hoặc của một động cơ tương đương (với một nhóm động cơ)

Hình 23 : Ví dụ về cách tính toán dòng ngắn mạch đối xứng ban đầu I''_k trong một lưới mắt võng có nhiều nguồn.

12-2-4-3 Dòng ngắn mạch ngắt điện đối xứng I_b

Công thức sau đây có thể dùng cho dòng ngắn mạch ngắt điện trong các lưới mắt võng:

$$I_b = I''_k \quad (59)$$

Dòng điện tính theo công thức (59) có giá trị lớn hơn dòng ngắn mạch ngắt điện đối xứng thực tế.

Chú thích: Có thể tính theo một cách khác chính xác hơn bằng công thức sau đây:

$$\Delta U''_{Gi} = j X''_{di} I''_{kGi} \quad (61)$$

$$\Delta U''_{Mj} = j X_{Mj} I''_{kMj} \quad (62)$$

trong đó :

$\frac{cU_n}{\sqrt{3}}$	=	nguồn điện áp tương đương tại điểm ngắn mạch
I''_k, I_b	=	Dòng ngắn mạch đối xứng ban đầu, dòng ngắn mạch ngắn điện đối xứng chịu ảnh hưởng của tất cả các tuyến dây của lưới điện
$\Delta U''_{Gi}, \Delta U''_{Mj}$	=	Độ lệch điện áp ban đầu tại điểm đấu nối i của máy đồng bộ và điểm đấu nối j của máy không đồng bộ
I''_{kGi}, I''_{kMj}	=	Những phần của dòng ngắn mạch đối xứng ban đầu của máy đồng bộ i và động cơ không đồng bộ j.
μ	=	(xem điểm 12.2.1.3) với I''_{kGi} / I_{rGi} (và hình 16, trang) với I''_{kMj} / I_{rMj}
q	=	(xem điểm 13.2.1 và hình 25, trang)

Các giá trị của công thức (61) và (62) đều được quy về cùng một điện áp.

12-2-4-4 Dòng ngắn mạch ổn định I_k

Dòng ngắn mạch ổn định I_k có thể được tính bằng :

$$I_k = I''_{kM} \quad (63)$$

Trong đó I''_{kM} là dòng ngắn mạch đối xứng ban đầu

12-3 Phương pháp tính toán ngắn mạch dây-và-dây và dây-và-đất

Các hướng dẫn chi tiết cho trong điểm 9.2 vẫn giữ nguyên giá trị.

12-4 Các dòng ngắn mạch tối thiểu

12-4-1 Tổng quát

Các chi tiết cho trong điểm 9.3 vẫn giữ nguyên giá trị. Ngoài ra còn xem thêm các điểm từ 12.4.2 đến 12.4.4. Cần thiết phải cân nhắc kỹ về những hệ số hiệu chỉnh tổng trở trong các công thức (36), (40), (42) và (44), đặc biệt là trong trường hợp vận hành kích thích non tải.

12-4-2 Dòng ngắn mạch đối xứng ban đầu I''_k

12-4-2-1 Ngắn mạch được cấp điện từ một máy phát

Nếu ngắn mạch được cấp điện từ một máy phát như trình bày ở hình 15, trang , sẽ áp dụng điểm 12.2.1 và đưa thêm vào hệ số điện áp c_{min} trong bảng I, tức là bảng dùng để tính toán dòng ngắn mạch cực tiểu.

Trình tự tính toán này cũng được áp dụng đối với những trường hợp ngắn mạch được cấp điện bởi một vài máy phát tương tự nhau, đấu song song và cấp vào cùng một điểm.

12-4-2-2 Ngắn mạch trong các lưới mắt võng

Để tính toán, ta áp dụng điểm 12.2.4 và một hệ số điện áp c_{min} cho trong bảng I.

12-4-3 Dòng ngắn mạch ổn định $I_{k.min}$ được cấp điện từ các máy phát có kích thích hỗn hợp

Việc tính toán dòng ngắn mạch ổn định tối thiểu trong trường hợp ngắn mạch gần máy phát và điểm ngắn mạch được cấp điện từ một hay nhiều máy phát tương tự ghép song – được thực hiện bởi công thức sau đây:

Điện kháng hiệu dụng của các máy phát được tính theo công thức:

$$X_{dp} = \frac{U_{rG}}{\sqrt{3} I_{kp}} \quad (65)$$

I_{kp} là dòng ngắn mạch ổn định của máy phát trong trường hợp ngắn mạch ba pha tại đầu cực.

Trị số I_{kp} này có thể nhận được từ nhà chế tạo.

12-4-4 Dòng ngắn mạch ban đầu trong trường hợp ngắn mạch ba pha không cân bằng

Dòng ngắn mạch ban đầu trong trường hợp ngắn mạch ba pha không cân bằng được tính theo các điểm 9.2 và 12.3. Dùng hệ số điện áp theo bảng I.

13 - ảnh hưởng của các động cơ

13-1 Các động cơ đồng bộ và các máy bù không đồng bộ

Khi tính toán dòng ngắn mạch đối xứng ban đầu I''_k , dòng ngắn mạch đỉnh i_p , dòng ngắn mạch ngắt điện đối xứng I_b và dòng ngắn mạch ổn định I_k , các động cơ đồng bộ và các máy bù đồng bộ được xử lý theo phương pháp giống như các máy phát đồng bộ.

Các ngoại lệ là : không cần chỉnh lí lại điện áp trong, các động cơ có thể có cấp điện áp không đổi và không cần các bộ điều chỉnh. Các động cơ và máy bù có mạch kích thích tĩnh lấy điện từ đầu cực không làm tăng thêm dòng I_k .

13-2 Các động cơ không đồng bộ

13-2-1 Tổng quát

Các động cơ cao áp và hạ áp góp phần làm tăng thêm dòng ngắn mạch đối xứng ban đầu I''_k , dòng ngắn mạch đỉnh i_p , dòng ngắn mạch ngắt điện đối xứng I_b – và trong trường hợp ngắn mạch không cân bằng – còn làm tăng thêm dòng ngắn mạch ổn định I_k .

Các động cơ cao áp bắt buộc phải xét đến trong tính toán ngắn mạch. Các động cơ hạ áp cũng phải được xem xét để tính, như trong số các thiết bị phụ của các trạm phát và trong các thiết bị công nghiệp hoặc các thiết bị tương tự, ví dụ như trong các mạng điện của công nghiệp hoá chất và luyện thép và trong các trạm bơm.

Những động cơ trong các mạng điện hạ áp công cộng thì có thể bỏ qua.

Trong khi tính dòng ngắn mạch, những động cơ hạ áp và cao áp mà theo sơ đồ mạch (liên động) hoặc theo qui trình vận hành (điều khiển đảo chiều) không hoạt động cùng thời điểm với lúc xảy ra ngắn mạch, cũng có thể bỏ qua.

Các động cơ cao áp và hạ áp nối với lưới điện bị ngắn mạch thông qua các biến áp hai cuộn dây, cũng có thể bỏ qua khi tính các dòng ngắn mạch tại điểm đấu nối tuyến dây Q (xem hình 24). Nếu như :

trong đó :

- ΣP_{rM} = tổng công suất tác dụng định mức của các động cơ cao áp và hạ áp cần xét.
- ΣS_{rT} = tổng công suất biểu kiến định mức của tất cả các máy biến áp dùng để cấp điện trực tiếp cho các động cơ
- S''_{kQ} = công suất ngắn mạch đối xứng ban đầu tại điểm đấu nối tuyến dây Q, không tính ảnh hưởng của động cơ

Các ước định ở công thức (66) không được phép áp dụng trong trường hợp máy biến áp ba cuộn dây.

Hình 24 : Ví dụ về cách ước định tỉ lệ đóng góp của các động cơ không đồng bộ vào dòng ngắn mạch tổng

QUANPHAM.VN

Hình 25 : Hệ số q dùng để tính toán dòng ngắn mạch ngắt điện đối xứng của các động cơ không đồng bộ

Hệ số q dùng để tính toán dòng ngắn mạch ngắt điện đối xứng của các động cơ không đồng bộ có thể biểu thị dưới dạng một hàm số của thời gian chậm trễ t_{\min} .

$$\left. \begin{array}{l} q = 1,03 + 0,12 \ln m \text{ đối với } t_{\min} = 0,02 \text{ s} \\ q = 0,79 + 0,12 \ln m \text{ đối với } t_{\min} = 0,05 \text{ s} \\ q = 0,57 + 0,12 \ln m \text{ đối với } t_{\min} = 0,10 \text{ s} \\ q = 0,26 + 0,12 \ln m \text{ đối với } t_{\min} = 0,25 \text{ s} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{với } m = \text{ công suất tác dụng} \\ \text{định mức của các động cơ} \\ \text{(MW) ở mỗi đôi cực} \end{array} \quad (67)$$

Nếu như công thức (67) cho ta giá trị của q lớn hơn 1, giả dụ : $q = 1$.
Hệ số q lúc đó có thể tìm được cách khác từ hình 25.

Các động cơ hạ áp thường được nối với thanh cái bằng cáp có chiều dài và tiết diện khác nhau. Để đơn giản việc tính toán, các nhóm động cơ, kể cả các cáp nối của nó có thể gom lại thành một động cơ tương đương, xem động cơ M4 trên hình 24.

Để tính các động cơ không đồng bộ tương đương, kể cả cấp nối của nó, ta có thể dùng các qui định sau :

$$\begin{aligned} Z_M &= (\text{tính theo công thức 34}) \\ I_{rM} &= \text{tổng dòng điện định mức của tất cả các động cơ trong một} \\ &\quad \text{nhóm động cơ (động cơ tương đương)} \\ I_{LR} / I_{rM} &= 5 \\ R_M / X_M &= 0,42, \text{ suy ra } \chi = 1,3 \\ m &= 0,05 \text{ MW, nếu không có số liệu xác định} \end{aligned}$$

Đối với trường hợp ngắn mạch tại thanh cái B trên hình 24, trang , dòng ngắn mạch riêng của nhóm động cơ hạ áp M4 có thể bỏ qua nếu bảo đảm điều kiện sau:

$$I_{rM4} < 0,01 I''_{kM4} \quad (68)$$

I_{rM} là dòng định mức của động cơ tương đương M4. Trị số I''_{kM4} là dòng ngắn mạch đối xứng ban đầu tại điểm ngắn mạch B không có tỉ lệ đóng góp của động cơ tương đương M4.

Trong trường hợp ngắn mạch về phía cao áp (tức điểm ngắn mạch Q hoặc A trên hình 24) có thể giản lược việc tính toán Z_M theo công thức (34) bằng cách dùng dòng định mức của máy biến áp T3 ($I_{rT3,LV}$) để thay cho dòng định mức I_{rT4} của động cơ tương đương M4.

13-2-2 Ngắn mạch đầu cực của các động cơ không đồng bộ

Trong trường hợp ngắn mạch dây-và-dây cân bằng tại các đầu cực của động cơ không đồng bộ, các dòng điện I''_k , I_p , I_b và I_k được xác định như trên bảng II. Đối với các hệ thống nối đất trực tiếp, ảnh hưởng của các động cơ đến dòng điện ngắn mạch dây và đất có thể bỏ qua.

13-2-3 Ngắn mạch phía bên kia một tổng trở

Để tính dòng ngắn mạch ban đầu theo điểm 12.2.3 và 12.2.4, các động cơ không đồng bộ được thay thế bằng tổng trở Z_M của chúng theo công thức (34) tính theo hệ thứ tự thuận và thứ tự nghịch.

bảng ii

Tính toán dòng ngắn mạch của các động cơ không đồng bộ
trong trường hợp ngắn mạch tại đầu cực

Ngắn mạch	Ngắn mạch cân bằng	Ngắn mạch dây-và-dây
Dòng ngắn mạch đối xứng ban đầu		
Dòng ngắn mạch đỉnh	Các động cơ cao áp: $\chi_M = 1,65$ (tương đương với $R_M / X_M = 0,15$) đối với các công suất động cơ theo từng đôi cực < 1MW $\chi_M = 1,75$ (tương đương với $R_M / X_M = 0,10$) đối với các công suất động cơ theo từng đôi cực ≥ 1 MW Các nhóm động cơ hạ áp có cấp nối $\chi_M = 1,3$ (tương đương với $R_M / X_M = 0,42$)	
Dòng ngắn mạch ngắt điện đối xứng	μ tính theo công thức (47) hoặc hình 16, trang với I''_{kM} / I_{rM} q tính theo công thức (67) hoặc hình 25, trang	
Dòng ngắn mạch ổn định	$I_{k3M} = 0$ (72)	$I_{k2M} = 1/2 I''_{k3M}$ (76)

13-3 Điều khiển cấp điện cho chỉnh lưu tĩnh

Các mạch điều khiển cấp điện cho chỉnh lưu tĩnh (ví dụ như điều khiển các máy nghiền bi) chỉ được khảo sát trong trạng thái ngắn mạch ba pha nếu như các thiết bị tĩnh và khối lượng quay của các động cơ cung cấp năng lượng ngược chiều để giảm tốc (tác động biến đổi chuyển tiếp) tại đúng thời điểm ngắn mạch.

Trong trường hợp này chúng chỉ góp phần thêm vào dòng ngắn mạch đối xứng ban đầu I''_k và dòng ngắn mạch đỉnh i_p . Chúng không làm gia tăng dòng ngắn mạch ngắt điện đối xứng I_b

Hãy áp dụng điểm 11.5.3.5 khi tính động cơ tương đương của mạch điều khiển chỉnh lưu tĩnh.

14 - Khảo sát các phụ tải không quay và tụ điện

Các phương pháp tính được cho trong các điểm 12.2 và 12.3. Như đã nói ở điều khoản 6, các công thức này cho phép ta bỏ qua các điện dung đường dây và tổng dẫn song song của các phụ tải không quay.

4-1 Các tụ điện nối song song

Không kể đến thời gian xảy ra ngắn mạch, dòng điện phóng của các tụ điện có thể được bỏ qua khi tính các dòng ngắn mạch đỉnh.

4-2 Các tụ điện đấu nối tiếp

ảnh hưởng của các tụ điện đấu nối tiếp có thể bỏ qua khi tính toán dòng ngắn mạch, nếu chúng được trang bị các bộ giới hạn điện áp đấu song song nhằm tác động khi có ngắn mạch xảy ra.

QUANPHAM.VN