

**TÍNH TOÁN DÒNG ĐIỆN NGẮN MẠCH VÀ LỰA CHỌN ÁPTÔMAT
CHO CÁC MÁY PHÁT ĐIỆN TÀU THỦY**
**CALCULATION OF SHORT CIRCUIT CURRENT AND SELECTION OF
AIR CIRCUIT BREAKER FOR MARINE ELECTRICAL GENERATORS**

TS. HOÀNG ĐỨC TUẤN
Khoa Điện - ĐTTB, Trường ĐHHH

Tóm tắt

Tính toán dòng điện ngắn mạch và lựa chọn aptômat cho các máy phát điện tàu thủy khi thiết kế ở bước ban đầu là một nhiệm vụ quan trọng trong quy trình thiết kế hệ thống cung cấp điện năng tàu thủy. Việc tính toán và lựa chọn này quyết định đến chi phí đầu tư ban đầu, cũng như đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật trong khai thác vận hành trạm phát điện tàu thủy. Bài báo giới thiệu phần mềm tính toán dòng điện ngắn mạch và lựa chọn aptômat cho các máy phát điện tàu thủy khi thiết kế ban đầu nhằm nâng cao hiệu quả trong quá trình thiết kế.

Abstract

Short circuit current calculation and selection of air circuit breaker for the marine electrical generators in the initial design steps is an important task in the process of designing marine power systems. The calculation and selection decides to the initial investment costs, as well as ensuring the technical requirements in the operation of marine power stations. This paper presents the short circuit current calculation software and selection of air circuit breaker for the marine electrical generators when the original design to improve efficiency in the design process.

Key words: Short circuit current calculation, marine power systems, the initial design steps.

1. Giới thiệu

Ngắn mạch là một trạng thái sự cố của hệ thống năng lượng điện. Đó là sự nối kín mạch giữa các cực, các pha trong hệ thống năng lượng điện. Nguyên nhân cơ bản gây ra ngắn mạch là do sự hư hỏng các chất cách điện của hệ thống hoặc các thiết bị điện. Chất cách điện bị hư hỏng vì sự già hoá vật liệu cách điện theo thời gian công tác, sự quá điện áp, sự tác động cơ khí gây nên hoặc do sự thao tác nhầm lẫn của người sử dụng, vận hành thao tác không đúng các qui trình kỹ thuật [1, 2, 3].

Khi xảy ra ngắn mạch thì dòng điện ngắn mạch rất lớn, giá trị của chúng phụ thuộc vào công suất của trạm phát điện, có khi dòng ngắn mạch đạt tới hàng trăm, hàng nghìn ampe. Dòng điện ngắn mạch này sẽ nhanh chóng đốt nóng các phần tử mang điện, nhiệt độ của chúng vượt quá nhiệt độ định mức của các thiết bị, vì vậy có thể gây cháy thiết bị. Hơn nữa khi có dòng điện lớn chạy qua sẽ gây ra một lực điện động lớn giữa các phần dẫn điện như thanh cái, dây dẫn điện và lực đó sẽ làm hư hỏng các vật liệu cách điện, làm vỡ trụ đỡ hoặc các thiết bị cố định khác. Ngoài ra, khi ngắn mạch gây ra sự sụt áp lớn đột ngột, làm xấu đi đặc tính công tác của trạm và có thể dẫn đến mất ổn định các thông số điện áp và tần số của hệ thống điện năng tàu thủy.

Trong hệ thống ba pha có thể có ba dạng ngắn mạch cơ bản là ngắn mạch ba pha, ngắn mạch hai pha và ngắn mạch một pha. Việc tính toán tính toán ngắn mạch nhằm xác định các thông số cho trước trong việc lựa chọn các thiết bị bảo vệ ngắn mạch cho trạm phát điện, đó là lựa chọn các Aptômat cho máy phát điện. Hơn nữa còn để nghiệm lại sức bền chịu tác dụng của lực điện động hay nghiệm lại sức chịu đựng tác dụng nhiệt của tất cả các thiết bị có dòng điện ngắn mạch đi qua như thanh cái trên bảng điện chính... Vì vậy việc tính toán ngắn mạch là rất quan trọng, cần thiết cho việc thiết kế chế tạo cũng như khai thác trạm phát điện tàu thủy. Trong trạm phát điện việc trang bị các thiết bị bảo vệ ngắn mạch là bắt buộc đối với mọi trạm phát điện.

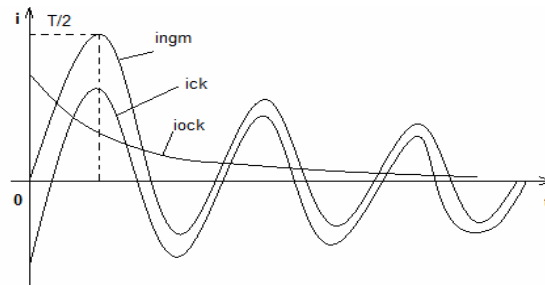
Bài báo đề cập đến phần mềm tính toán dòng điện ngắn mạch và lựa chọn aptômat cho các máy phát điện tàu thủy khi thiết kế ban đầu nhằm nâng cao hiệu quả trong quá trình thiết kế đóng mới tàu thủy. Kết quả nghiên cứu được trình bày trong các phần sau.

2. Cơ sở toán học của phương pháp tính toán dòng điện ngắn mạch trạm phát điện tàu thủy

Để tính toán ngắn mạch cho trạm phát điện tàu thủy hiện nay được sử dụng phổ biến là phương pháp IEC vì phương pháp này vận dụng và cho phép tính dòng ngắn mạch ngay tại thời điểm mới chỉ xuất hiện một vài nửa chu kỳ dòng điện ngắn mạch [1, 2, 3].

Khi xảy ra ngắn mạch 3 pha có cuộn ổn định lúc đó quá trình biến đổi dòng điện ngắn mạch được biểu thị trên đặc tính như hình 1.

Khi xảy ra ngắn mạch thì dòng điện xung kích xuất hiện sau một nửa chu kỳ dao động của dòng điện ngắn mạch. Do đó sau 0,01giây thì xuất hiện dòng điện xung kích với mạch điện có tần số 50 (Hz) kể từ lúc bắt đầu xảy ra ngắn mạch.



Hình 1. Quá trình biến đổi của dòng điện khi xảy ra ngắn mạch.

Nhiệm vụ chính của tính toán ngắn mạch là xác định giá trị dòng điện xung kích. Dòng điện xung kích bao gồm hai thành phần là thành phần dòng điện chu kỳ và thành phần dòng điện không chu kỳ, sau đó tổng hợp hai thành phần đó lại ta sẽ nhận được dòng điện xung kích.

Khi xảy ra ngắn mạch trên trụ đầu dây của máy phát sự thay đổi độ lớn hiệu dụng thành phần chu kỳ dòng ngắn mạch trên trụ đầu dây máy phát hầu như không đổi trong một vài chu kỳ đầu, không phụ thuộc vào tính chất của hệ thống tự động ổn định điện áp, nên dòng điện siêu quá độ của máy phát trong chế độ không tải được tính như sau:

$$I''_F = \frac{U_{dmF}}{X''_d} = \frac{I_{dmF}}{x''_d} \quad (A) \quad (1)$$

Trong đó: U_{dmF} là điện áp pha của máy phát, X''_d là trở kháng dọc trục trong thời kỳ siêu quá độ, x''_d là trở kháng dọc trục trong thời kỳ siêu quá độ ở đại lượng tương đối, I_{dmF} là dòng điện định mức của máy phát.

Nếu xảy ra ngắn mạch tại thời điểm công tác có tải định mức thì $I''_{Ft} = 1,1I''_F$, thành phần này sẽ nhanh chóng nhỏ dần vì sự nhỏ dần của thành phần siêu quá độ. Thành phần dòng điện quá độ khi máy phát điện không tải sẽ là:

$$I'_F = \frac{U_{dm}}{X'_d} = \frac{I_{dm}}{x'_d} \quad (A) \quad (2)$$

Trong đó: x'_d là trở kháng dọc trục của máy phát trong thời kỳ quá độ ở đại lượng tương đối.

Nếu ngắn mạch xảy ra tại thời điểm công tác có tải định mức thì $I'_{Ft} = 1,1I'_F$.

Độ lớn hiệu dụng trong thành phần chu kỳ quá độ cũng nhỏ dần theo sự nhỏ dần của thành phần quá độ và được tính theo công thức (3).

$$I_{CKF} = (I''_F - I'_F)e^{-\frac{t}{T''_d}} + I'_F \quad (A) \quad (3)$$

Trong đó T''_d là hằng số thời gian của thành phần siêu quá độ dòng điện ngắn mạch.

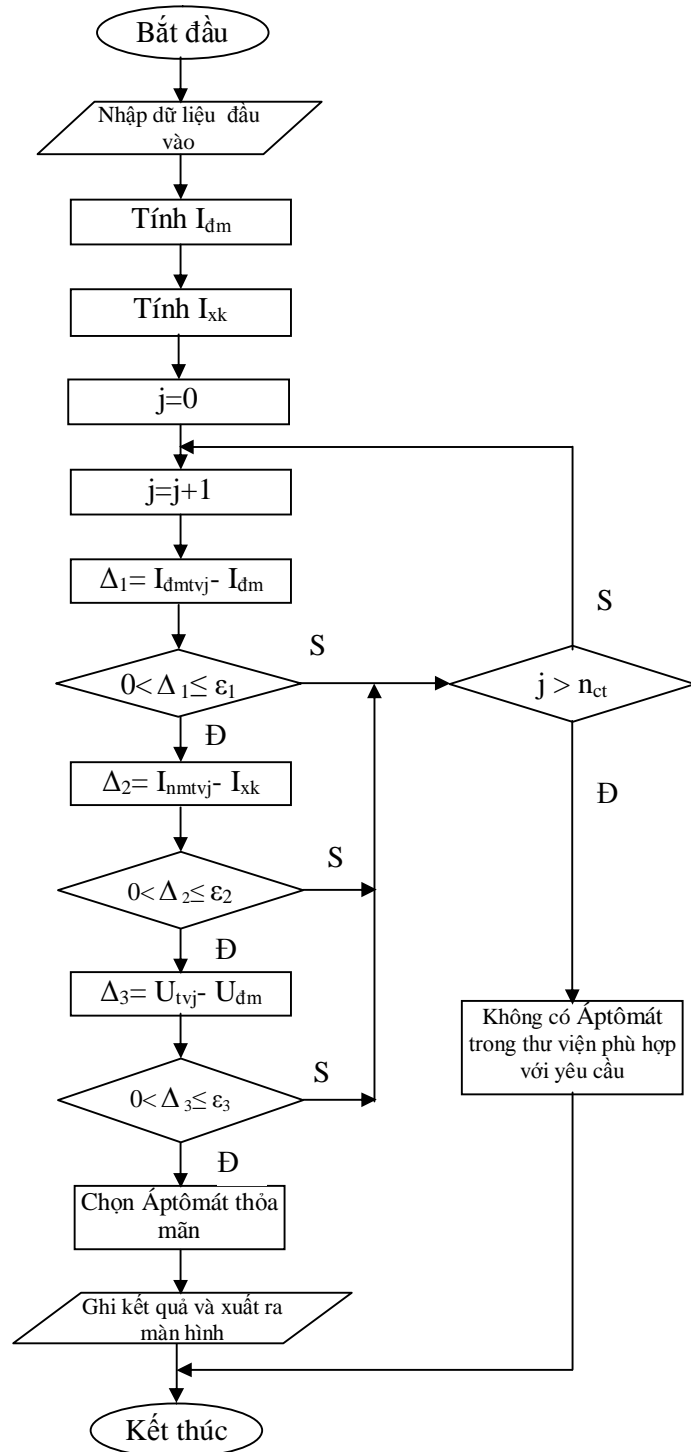
Dòng điện ngắn mạch lớn nhất gọi là dòng điện xung kích, giá trị dòng điện xung kích thuộc vào I''_F , tỷ số x''_d/x'_d , hằng số thời gian T''_d , $\cos\varphi$ ngắn mạch và được tính theo công thức (4).

$$I_{xk} = \sqrt{2} \left[(I''_F - I'_F)e^{-\frac{T}{2T''_d}} + I'_F \right] + \sqrt{2}I''_F \cdot e^{-\frac{T}{2T_{ok}}} \quad (A) \quad (4)$$

3. Xây dựng phần mềm tính toán dòng điện ngắn mạch và lựa chọn áp tô mát cho các máy phát điện tàu thủy

3.1. Xây dựng lưu đồ thuật toán tính toán dòng điện ngắn mạch và lựa chọn áp tô mát cho các máy phát điện tàu thủy

Thuật toán tính toán dòng điện ngắn mạch và lựa chọn áp tô mát cho các máy phát điện tàu thủy trong thư viện được trình bày trên hình 2.



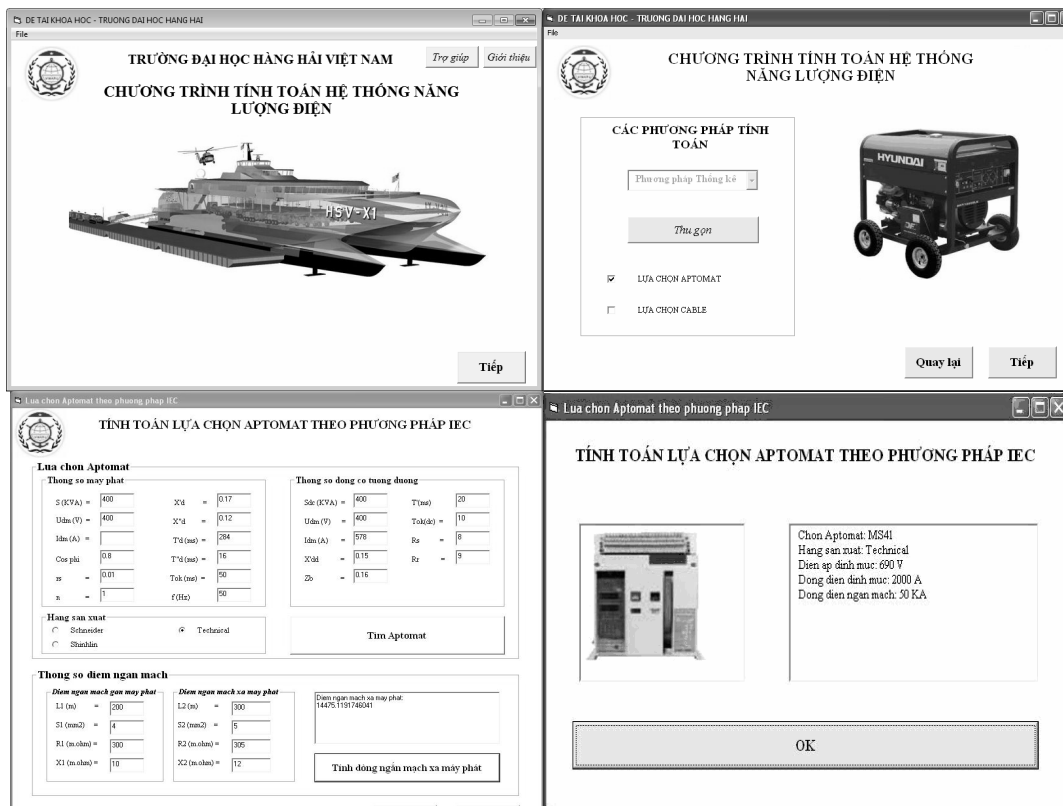
Hình 2. Lưu đồ thuật toán tính toán và lựa chọn áptômát trong thư viện.

3.2. Xây dựng phần mềm tính toán dòng điện ngắn mạch và lựa chọn áp tô mát cho các máy phát điện tàu thủy

Trên cơ sở toán học, thuật toán tính toán dòng điện ngắn mạch và lựa chọn áptômát cho các máy phát điện tàu thủy đã được trình bày ở trên, tiến hành xây dựng phần mềm trên ngôn ngữ

Visual Basic. Phần mềm bao gồm chương trình chính và các chương trình con tính toán dòng điện ngắn mạch và lựa chọn aptômat cho các máy phát điện tàu thủy.

Một số hình ảnh giao diện của phần mềm được trình bày trên hình 3.



Hình 3. Giao diện của phần mềm tính toán tải và lựa chọn tổ hợp máy phát điện.

Phần mềm cho phép tính toán dòng điện ngắn mạch chính xác và lựa chọn áp tô mát cho các máy phát điện tàu thủy nhanh chóng, xuất kết quả ra dạng file Excel, có thể lưu trữ dữ liệu và phù hợp với các hệ điều hành hiện có.

4. Kết luận

Phần mềm tính toán dòng điện ngắn mạch và lựa chọn áp tô mát cho các máy phát điện tàu thủy, cho phép người thiết kế nhanh chóng tính toán dòng điện ngắn mạch và tìm ra aptômat thỏa mãn yêu cầu kỹ thuật cho các máy phát điện tàu thủy ở bước thiết kế ban đầu khi biết các thông số của hệ thống, nhằm nâng cao hiệu quả trong quá trình thiết kế đóng mới tàu thủy và là tiền đề để xây dựng chương trình tự động hóa thiết kế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] GS. TSKH Thân Ngọc Hoàn, TS. Nguyễn Tiến Ban, *Trạm phát và lưới điện tàu thủy*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà nội, 2008.
- [2] Bùi Thanh Sơn, *Trạm phát điện tàu thủy*, NXB Giao thông Vận tải, Hà nội, 2000.
- [3] Баранов А. П., *Судовые автоматизированные электроэнергетические системы*, Судостроение, Санкт – Петербург, 2005.
- [4] Богомолов В.С. *Судовые электроэнергетические системы и их эксплуатация*. - М.: Мир, 2006.

Người phản biện: TS. Trần Anh Dũng