

## ĐIỀU KIỆN SỬ DỤNG BIỂU THỨC TOÁN HỌC CỦA DẠNG XUNG ĐIỆN ÁP THAO TÁC.

Nguyễn Quân, Hồ Văn Nhật Chương

Trường Đại Học Kỹ thuật

(Nhận được ngày 08/04/1998)

### Tóm tắt:

Xác định điều kiện tồn tại của biểu thức toán học đặc trưng dạng của xung điện áp thao tác không chu kỳ trong lĩnh vực kỹ thuật điện áp cao.

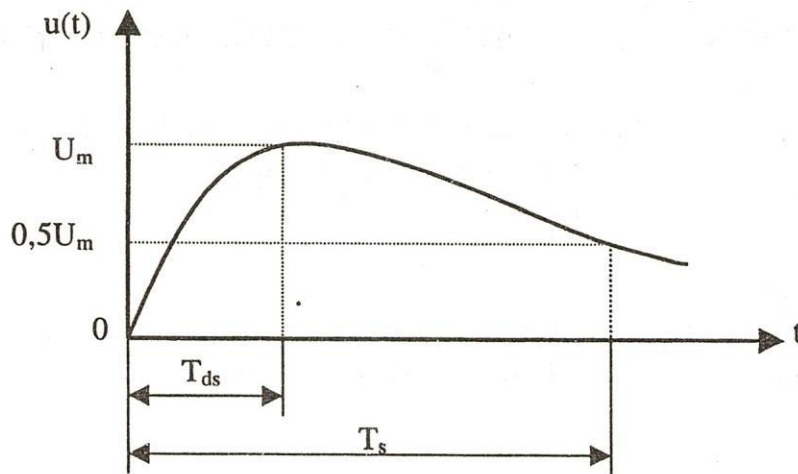
### 1. Mở đầu:

Xung điện áp thao tác không chu kỳ chuẩn là một trong những dạng xung cơ bản cần thiết cho việc thử nghiệm cách điện của trang thiết bị điện điện áp cao [1]. Trong lĩnh vực đo lường điện áp cao, đặc biệt là khi đo lường với độ chính xác cao, người ta thường quan tâm đến thông số thời gian của chúng. Bởi vì những thông số này đặc trưng dạng của xung và xác định chính xác các thông số này có ảnh hưởng trực tiếp đến độ chính xác cho phép đo dạng xung trên [3]. Biểu thức toán học của dạng xung điện áp thao tác không chu kỳ đã được sử dụng rộng rãi trong lĩnh vực điện áp cao và có dạng [2]:

$$u(t) = U \left[ e^{-\frac{t}{\tau_1}} - e^{-\frac{t}{\tau_2}} \right] \quad (1)$$

Ở đây:  $U$  – hằng số có thứ nguyên là điện áp;  
 $\tau_1, \tau_2$  – hằng số thời gian, với  $\tau_1 > \tau_2$ .

Các hằng số thời gian  $\tau_1, \tau_2$  có liên quan đến các thông số của xung điện áp thao tác  $T_{ds}$  (thời gian đầu sóng)  $T_s$  (thời gian sóng). Giá trị định mức của các thông số này, theo [1] là  $T_{ds} = 250 \mu s$  và  $T_s = 2500 \mu s$ . Dạng và các thông số của xung điện áp thao tác không chu kỳ được vẽ như trong hình H1.



Hình H.1. Dạng và thông số của xung thao tác

Tuy nhiên, những giá trị định mức của các thông số của xung điện áp thao tác không chu kỳ theo [1] thì không những chỉ các giá trị đã nêu trên mà còn là một khoảng giá trị  $T_{ds} = 250 \pm 50 \mu s$ ,  $T_s = 2500 \pm 1500 \mu s$ .

Do đó, cần thiết phải nghiên cứu quan hệ giữa các thông số của xung điện áp thao tác không chu kỳ chuẩn trong khoảng thay đổi của các thông số đó. Các quan hệ này đã được nghiên cứu và mô tả bằng một quan hệ đồ thị [2] hoặc bằng một biểu thức giải tích [4]. Khi quan hệ giữa các thông số thời gian của xung được xác lập, thì với  $T_{ds}$ ,  $T_s$  đã biết có thể dễ dàng xác định được  $\tau_1$ ,  $\tau_2$ .

## 2. Xác định điều kiện để sử dụng biểu thức đặc trưng xung điện áp thao tác:

Nghiên cứu biểu thức (1) dưới dạng cực trị, ta nhận được :

$$T_{ds} = \frac{\tau_1 \tau_2}{\tau_1 - \tau_2} \ln \frac{\tau_1}{\tau_2} \quad (2)$$

Thay thế giá trị  $t = T_{ds}$  vào phương trình (1) và sau khi biến đổi, tìm được:

$$u(T_{ds}) = U_{max} = U \left( e^{-\frac{\tau_2}{\tau_1 - \tau_2} \ln \frac{\tau_1}{\tau_2}} - e^{-\frac{\tau_1}{\tau_1 - \tau_2} \ln \frac{\tau_1}{\tau_2}} \right) \quad (3)$$

Hoặc dưới dạng khác:

$$\frac{U_{max}}{U} = \left( \frac{\tau_2}{\tau_1} \right)^{\frac{\tau_2}{\tau_1 - \tau_2}} - \left( \frac{\tau_2}{\tau_1} \right)^{\frac{\tau_1}{\tau_1 - \tau_2}} \quad (4)$$

Giả sử rằng, khi  $t = T_s = k T_{ds}$  với  $k > 1$  thì giá trị điện áp xung bằng  $\alpha U_{max}$  với  $0 < \alpha < 1$ . Như vậy, tại thời điểm  $t = T_s$  ta sẽ nhận được phương trình sau đây:

$$\left( \frac{\tau_2}{\tau_1} \right)^{\frac{k\tau_2}{\tau_1 - \tau_2}} - \left( \frac{\tau_2}{\tau_1} \right)^{\frac{k\tau_1}{\tau_1 - \tau_2}} = \alpha \left[ \left( \frac{\tau_2}{\tau_1} \right)^{\frac{\tau_2}{\tau_1 - \tau_2}} - \left( \frac{\tau_2}{\tau_1} \right)^{\frac{\tau_1}{\tau_1 - \tau_2}} \right] \quad (5)$$

Đặt  $x = \frac{\tau_2}{\tau_1}$  với  $0 < x < 1$  và biến đổi (5), nhận được:

$$x^{\frac{x}{1-x}} \left[ x^{\frac{Mx}{1-x}} - \alpha \right] - x^{\frac{1}{1-x}} \left[ x^{\frac{M}{1-x}} - \alpha \right] = 0 \quad (6)$$

Trong đó :  $M = k - 1 = \frac{T_s}{T_{ds}} - 1$  và  $\alpha = 0,5$  khi  $t = T_s$ . Dĩ nhiên phương trình (6)

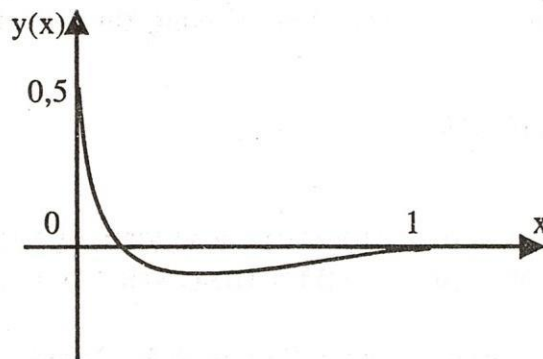
có thể sử dụng trong phạm vi rộng hơn với  $0 < \alpha < 1$ .

(6) là một phương trình siêu việt và trong trường hợp bài toán cụ thể, nó xác định nghiệm của  $x$  trong khoảng  $0 < x < 1$  theo các thông số  $M, \alpha$  đã cho.

Sau đây, sẽ nghiên cứu phương trình (6) khi  $\alpha = 0,5$ .

$$y(x) = x^{\frac{x}{1-x}} \left[ x^{\frac{Mx}{1-x}} - 0,5 \right] - x^{\frac{1}{1-x}} \left[ x^{\frac{M}{1-x}} - 0,5 \right] \quad (7)$$

Khảo sát (7) trong khoảng  $0 \leq x \leq 1$ , nhận thấy rằng hàm  $y(x)$  có một giá trị là hằng số khi  $x = 0$  đối với bất kỳ  $M$ :  $y(0) = 0,5$ . Tương tự như thế, khi  $x = 1$  thì  $y(1) = 0$ . Dạng chung của (7) được vẽ trên hình H2.



Hình H2: Dạng chung của phương trình (7)

Nghiên cứu đạo hàm của phương trình (7)

$$\frac{dy}{dx} = (-\ln x - 1 + x) \frac{-x^{\frac{1+M}{1-x}} + 0,5x^{\frac{1}{1-x}} - Mx^{\frac{1+M}{1-x}}}{(1-x)^2} - (-x \ln x - 1 + x) \frac{-x^{\frac{1+M}{1-x}} + 0,5x^{\frac{1}{1-x}} - Mx^{\frac{1+M}{1-x}}}{x(1-x)^2} \quad (8)$$

Chứng tỏ rằng: khi  $x \rightarrow 0$ ,  $\frac{dy}{dx} \rightarrow -\infty$  và khi  $x \rightarrow 1$ ,  $\frac{dy}{dx} > 0$  ứng với các giá trị

$M > M_0$ , ở đây  $M_0 = 1,67834699$ . Giá trị này được xác định từ việc lấy giới hạn của đạo hàm (8) khi  $x \rightarrow 1$ :

$$\frac{dy}{dx_{x \rightarrow 1}} = \frac{0,5}{e} - \frac{1+M}{e^{(1+M)}}$$

và  $M_0$  chính là lời giải của phương trình có nghiệm duy nhất sau đây:



$$\frac{0,5}{e} - \frac{1+M}{e^{(1+M)}} = 0 \quad (9)$$

Như vậy, trong khoảng  $0 < x < 1$  khi điều kiện  $M > M_0$  thỏa mãn thì phương trình (6) có 1 nghiệm duy nhất ( xem hình H2) và biểu thức (1) sẽ được xác lập. Ngược lại, khi  $M \leq M_0$  thì phương trình (6) sẽ không tồn tại nghiệm và điều này dẫn đến một kết luận là : trong lĩnh vực kỹ thuật điện áp cao, biểu thức toán học chung để đặc trưng cho dạng xung điện áp thao tác không chu kỳ  $u(t) = U \left[ e^{-\frac{t}{\tau_1}} - e^{-\frac{t}{\tau_2}} \right]$  chỉ được sử dụng

khi tỉ số  $\frac{T_s}{T_{ds}} > M_0 + 1$ , có nghĩa là:

$$\frac{T_s}{T_{ds}} > 2,67834699 \quad (10)$$

### 3. Kết luận:

Từ những kết quả phân tích trên đây, nhận thấy rằng: trong lĩnh vực kỹ thuật điện áp cao, biểu thức toán học chung để đặc trưng cho dạng xung điện áp thao tác không chu kỳ  $u(t) = U(e^{-t/\tau_1} - e^{-t/\tau_2})$  chỉ được sử dụng khi tỉ số giữa thời gian sóng  $T_s$  và thời gian đầu sóng  $T_{ds}$  :

$$\frac{T_s}{T_{ds}} > 2,67834699$$

#### APPLICABLE CONDITION OF ANALYTICAL EXPRESSION FOR NONPERIODIC SWITCHING VOLTAGE IMPULSE

Nguyễn Quân, Hồ Văn Nhật Chương

#### Abstract:

Determined condition for the existence of analytical expression which represents the form of nonperiodic switching voltage impulse on high voltage engineering.

#### Tài liệu tham khảo

- [1]. Standard GOST 1516.2-76.
- [2]. Manfred Beyer, Wonfram Boeck, Klaus Moller, Waltz Zaengl. Hochspannungs – technik Theoretische und Parktische Grundlagen. Springer – Verlag, 555p., (1986).
- [3]. Brzhezitsky V.A. Frequency characteristics method research. Proc. 8-th Intern. Symp. On high voltage eng., Rep.53 g., Yokohama. (1993).
- [4]. Brzhezitsky V.A., Ho Van Nhat Chuong. To the calculation of commutative voltage impulse parameters. Technical Electrodynamics. N<sub>o</sub>1, pp. 29 – 30,(1996).