PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ CÁC THÔNG SỐ CỦA HỆ THỐNG NĂNG LƯỢNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP MÔ HÌNH LƯỠNG TUYẾN

Trần Như Hồng – Lê Khánh Hưng
Trường Đại học Kỹ thuật
Nguyễn Bê
Trường Đại học Bách khoa Đà Nẵng
(Bài nhận ngày 22/11/1999)

TÓM TẮT *: Các thông số của hệ thống (điện áp, dòng điện...) và các phần tử kết nối của hệ thống liên quan trực tiếp đến chất lượng của hệ thống năng lượng. Bài toán nhận dạng và chuẩn định các thông số của mô hình hệ thống năng lượng đã và đang được các nhà khoa học trên thế giới quan tâm [1 ÷ 4].*

Trong phạm vi bài báo này chúng ta đề xuất một phương pháp phát triển tiếp các phương pháp đã có [1 ÷ 4] nhằm để giải quyết bài toán nhận dạng các thông số của mô hình hệ thống năng lượng trong điều kiện thiếu thông tin và có tín hiệu nhiễu quan sát bằng phương pháp mô hình lưỡng tuyến.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm gần đây người ta dùng máy tính để trợ giúp trong công việc xác định và đánh giá các thông số của hệ thống năng lượng. Việc xác định này thực chất là đo các thông số và các thành phần liên kết của hệ thống. Từ những thông số đó, được phân tích để xác định đánh giá hệ thống. Nên việc đánh giá chính xác các thông số này sẽ giúp ích rất nhiều cho việc đưa ra cách thức vận hành phù hợp nhất cho một hệ thống năng lượng; bảo vệ và điều khiển hệ thống một cách thuận tiện và chính xác (xác định loại sự cố, cài đặt chế độ làm việc,dò tìm và cách ly sự cố...)

Việc phân tích và đánh giá các thông số của mô hình hệ thống đã có rất nhiều cách và được rất nhiều nhà khoa học trên thế giới quan tâm như đã nêu trong các tài liệu [1÷4].Ở đây từ tài liệu [1] chúng ta thử đề xuất một phương pháp phát triển tiếp việc đánh giá các thông số của mô hình hệ thống năng lượng bằng phương pháp mô hình lưỡng tuyến.

II. QUY TRÌNH ĐÁNH GIÁ CÁC THÔNG SỐ CỦA MÔ HÌNH

Dựa theo tài liệu [1] mô hình lưỡng tuyến của hệ thống động trong dạng gián đoạn theo thời gian có thể được biểu diễn như sau :

$$\begin{aligned}\hat{y}(k) &= -a_1y(k-1)-a_2y(k-2)-....-a_ny(k-n)+b_0u(k)+b_1u(k-1)+b_2u(k-2)+....+b_mu(k-m)\\ &+c_{01}u(k)y(k-1)+c_{02}u(k)y(k-2)+....+c_{mn}u(k-m)y(k-n)+g \qquad (1)\end{aligned}$$

Với $\hat{y}(k)$: đầu ra của mô hình hệ thống ở thời điểm k.

$u(k-i)$: tập đầu vào của mô hình hệ thống thời điểm (k-i).

$y(k-i)$: tập đầu ra của mô hình hệ thống thời điểm (k-i).

(i = 0,1,2,....,m).

g : đặc tính tĩnh của phụ tải.

Và $[-a_1,-a_2,.....,-a_n]$

$[b_0,b_1,b_2,.....,b_m]$ là các thông số của mô hình.

$[c_{01},c_{02}....,c_{mn}, g]$

Thì sai số dự báo đầu ra ở thời điểm k sẽ là : $e(k) = y(k) - \hat{y}(k)$ (2)

Ở đây y(k) là đầu ra thực của hệ thống cần trắc nghiệm.

Để khảo sát (1) ta ký hiệu:

* Vectơ thông số $\theta^T = [-a_1,-a_2,...,-a_n|b_0,b_1,b_2,...,b_m|c_{01},c_{02},...,c_{mn},g]$.

* Vectơ quan sát đầu ra , đầu vào :

$$x^T(k-1) = [y(k-1),y(k-2),....,y(k-n)|u(k),u(k-1),u(k-2),....,u(k-m)|$$
$$u(k)y(k-1),u(k)y(k-2),....,u(k-m)y(k-n),1]$$

Từ đây ta có thể viết lại sai số dự báo (2) như sau :

$$e(k) = y(k) - \hat{\theta}^T x(k-1) = y(k) - \hat{y}(k) \qquad (3)$$

Như vậy quy trình đánh giá thông số của mô hình hệ thống là cần tìm $\hat{\theta}$ của

$$\hat{\theta}^T = [-\hat{a}_1,-\hat{a}_2,....,-\hat{a}_n|\ \hat{b}_0,\hat{b}_1,\hat{b}_2,....,\hat{b}_m\ |\hat{c}_{01},\hat{c}_{02},...,\hat{c}_{mn},\hat{g}]$$

vectơ thông số θ:

Để tìm $\hat{\theta}$ của vectơ thông số θ ,ta cần phải tối thiểu hóa phiếm hàm $E_N(\theta, Z^N)$;

$Z^N = \{u(k) ; y(k)\}^N{}_k$:

$$\min_{\hat{\theta}} E_N(\hat{\theta}, Z^N) = E(\lim_{n\to\infty} \sum_{k=1}^{N} \left[y(k) - \hat{\theta}^T x(k-1) \right]^2) \to \min_{\hat{\theta}} \quad (4)$$

Với: $Z^N = \{U(k), y(k)\}^N{}_k$

N : số lượng quan sát đầu ra đầu vào và N >> h

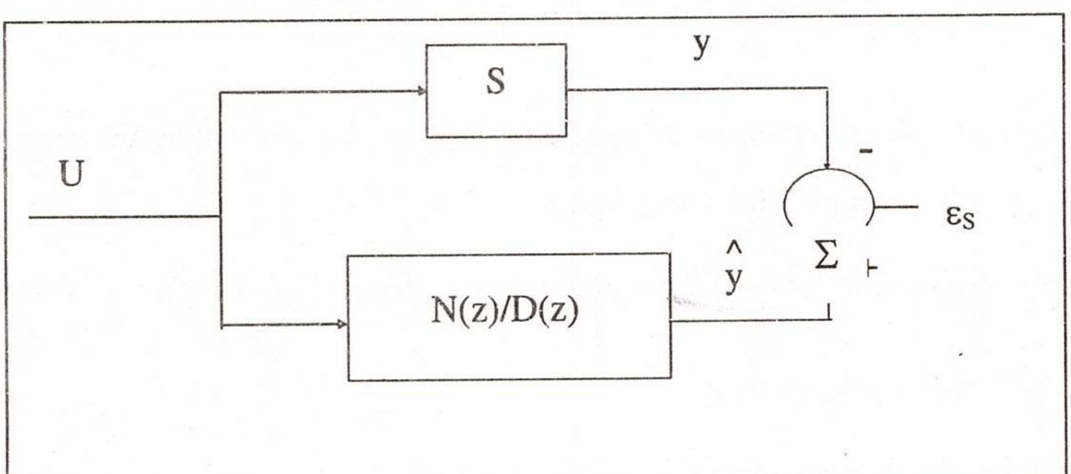
h = n + (m+1) + (m+1)n + 1

III. THUẬT TOÁN NHẬN DẠNG, ĐÁNH GIÁ CÁC THÔNG SỐ MÔ HÌNH

Xét mô hình hệ thống động S (hình vẽ) với các tín hiệu đầu vào u(k), tín hiệu đầu ra y(k). Thì phương trình đạo hàm trong dạng gián đoạn được mô tả như sau (xét trường hợp riêng tuyến tính khi cho các hệ số $c_{ij} = 0$, i = 0,1,...,n:; j = 1,2,...,m; g = 0)

$$y(k) = -\beta_1 y(k-1) - \beta_2 y(k-2) - \cdots - \beta_n y(k-n) + \alpha_0 u(k) + \alpha_1 u(k-1) + \cdots + \alpha_n u(k-n) \quad (5)$$

Với n là bậc của hệ thống.



Từ (5) ta có thể thu được hàm truyền trong dạng quen thuộc (nhờ phép biến đổi Z) của hệ thống:

$$H(z) = \frac{N(z)}{D(z)} = \frac{\sum_{i=0}^{n} \alpha_i Z^{-1}}{1 + \sum_{i=1}^{n} \beta_i Z^{-1}} \tag{6}$$

$$\hat{H}(z) = \frac{\hat{N}(z)}{\hat{D}(z)} = \frac{\sum_{i=0}^{n} \hat{\alpha}_i Z^{-i}}{1 + \sum_{i=1}^{n} \hat{\beta}_i Z^{-i}} \tag{7}$$

Và của mô hình là:

Từ điều kiện cần thiết để tối thiểu hóa (4). Ta thu được thuật toán đánh giá tối ưu sau đây (theo tài liệu [4]):

$$\hat{\theta}_{n}(N) = E\left[\lim_{n\to\infty} \sum_{k=1}^{N} x(k-1).x^{T}(k-1)\right]^{-1} E\left[(\lim_{n\to\infty} \sum_{k=1}^{N} x(k-1).y(k)\right] \tag{8}$$

$$\hat{\theta}_{n}(N) = [R(N)]^{-1} f(N) \quad \hat{\theta}_{n}(N) = \left[-\hat{\beta}_1, -\hat{\beta}_2, \ldots, -\hat{\beta}_n \middle| \hat{\alpha}_0, \hat{\alpha}_1, \ldots, \hat{\alpha}_n\right] \tag{9}$$

Với $R(N) = E\left[\lim_{n\to\infty}\left(\sum_{k=1}^{N} x(k-1)x^{T}(k-1)\right)\right]$

$$f(N) = E\left[\lim_{n\to\infty}\left(\sum_{k=1}^{N} x(k-1)y(k)\right)\right] \tag{10}$$

Bây giờ ta xét hàm quan sát ở dạng:

$$Z(k) = y(k) + v(k) \tag{11}$$

Ở đây v(k) là nhiễu đầu ra có phân bổ chuẩn. $E\{v(k)\} = 0$;

$$E\{v^{T}(k)v(k)\} = \sigma_v^2 < \infty \quad E\{v(k)v^{T}(k)\} = \sigma_v^2 < \infty \tag{12}$$

Đặt (11) vào (1) sau khi biến đổi ta được biểu thức sau đây đối với hệ thống năng lượng được mô tả bởi mô hình lưỡng tuyến:

$$Z(k) = -\sum_{i=1}^{n} a_i y(k-i) + \sum_{i=0}^{m} b_i u(k-i) + \sum_{j=1}^{m}\sum_{i=0}^{n} C_{ij} u(k-i) y(k-j) + g + w(k) = \theta^{T} x(k-1) + w(k) \tag{13}$$

Trong (13) nhiễu w(k) có dạng:

$$w(k) = v(k) + \sum_{i=1}^{n} a_i v(k-1) + \sum_{j=1}^{m}\sum_{i=0}^{n} C_{ij} u(k-i) v(k-j) \tag{14}$$

Vì v(k) là nhiễu đầu ra có phân bổ chuẩn – Giả thuyết trong trường hợp phổ biến nhiễu w(k) có phân bổ chuẩn:

$$E\{w(k)\} = 0; E\{w^T(k)w(k)\} = \sigma_w^2 < \infty \tag{15}$$

Tương tự như (2) ta viết được sai số dự báo

$$\varepsilon(k) = Z(k) - \hat{y}(k) = Z(k) - \hat{\theta}^T x(k-1) \tag{16}$$

Để tìm và đánh giá $\hat{\theta}$ của vectơ thông số θ ta cần tối thiểu hóa phiếm hàm $E_N(\theta, Z^N); Z^N = \{u(k), Z(k)\}_{k=1}^N$:

$$\min_{\hat{\theta}} E_N(\hat{\theta}, Z^N) = E\left(\lim_{n\to\infty}\sum_{k=1}^{N}\frac{\left[Z(k) - \hat{\theta}^T x(k-1)\right]^2}{\hat{\sigma}_w^2(k)}\right) \to \min_{\hat{\theta}} \tag{17}$$

Ở đây đánh giá phương sai $\hat{\sigma}_w^2(k)$ được tính dựa vào thuật toán thích nghi

$$\hat{\sigma}_w^2(k) = \hat{\sigma}_w^2(k-1) - \frac{1}{k}\left[\hat{\sigma}_w(k-1) - \frac{\left(Z(k) - \hat{\theta}^T(k-1)x(k-1)\right)^2}{\hat{\sigma}_w(k-1)}\right] \tag{18}$$

Từ điều kiện cần thiết để tối thiểu hóa (17) ta tìm được đánh giá $\hat{\theta}$:

$$\hat{\theta}(k) = \hat{\theta}(k-1) - \left(\frac{\partial^2 E_N\left(\hat{\theta}(k-1), Z^N\right)}{\partial^2\hat{\theta}(k-1)}\right)^{-1}\left(\frac{\partial E_N\left(\hat{\theta}(k-1), Z^N\right)}{\partial\hat{\theta}(k-1)}\right)$$

Để tránh trường hợp suy biến, hàm $\hat{\theta}$ trên được viết ở dạng cải biến sau:

$$\hat{\theta}(k) = \beta\hat{\theta}(k-1) - \left(\frac{\partial^2 E_N\left(\hat{\theta}(k-1), Z^N\right)}{\partial^2\hat{\theta}(k-1)} + \alpha I\right)^{-1}\left(\frac{\partial E_N\left(\hat{\theta}(k-1), Z^N\right)}{\partial\hat{\theta}(k-1)}\right) \tag{19}$$

Với: $0 << \beta < 1$

$0 << \alpha < 1$ là thông số bé Chikhônốp

I là ma trận đơn vị

Từ (9) và (19) ta dễ dàng thu được các kết quả đã công bố trong tài liệu [1] như là một trường hợp riêng. Áp dụng các thuật toán đánh giá (6) và (7) để thử nghiệm và điều khiển các thông số của mô hình hệ thống năng lượng cho trường hợp các quan sát có dạng phân bổ Gausse và khác Gausse sẽ được đề cập đến trong các công trình tiếp theo.

THE PARAMETER DIAGNOSIS OF POWER SYSTEM WITH BILINEAR SIMULATOR METHOD

Tran Nhu Hong - Nguyen Be - Le Khanh Hung

ABSTRACT: *The system parameters (voltage, current...) and system conjunction elements effect directly to power system. The problem of identification and diagnosis of all parameters of system is interested by many scientists in the world [1 ÷ 4].*

This paper proposes a method which is proved by known method to solve identification problem for power system simulator under nonstandard conditions, with obvious noise remained in system. This method is illustrated by bilinear simulator method.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] H. Ookamoto, A. Kurita, JJ. Sanchez – Gasca, K. Clark, N. W. Miller and J. H. Chow. "*Identification of Low – Orderlinear Power System Models from EMTP Simulations Using The Steiglitz – McBride Algorithm*" IEEE Transactions on Power Systems – Vol.13 – No2. May 1998.

[2] Rik Pintelon and Johan Schoukens. "*Frequency – Domain Identification of Linear Time – Invariant System Under Nonstandard Conditions*". IEEE Transactions on Instrumentation and Measuement – Vol.46 – No.1. February 1997.

[3] T.M. Peng, N.F. Hubele and G.G. Karady. "*An adaptive Neural Network approach to one-week ahead load forecasting*". IEEE Transactions on Power Systems – Vol.6 – No.3. August 1993.

[4] Aldo Baccigalupi, Andra Bernieri, and Antonio Pietrosanto. "*A digital – Signal – Proccessor – Based Measurement System For on-line Fault Detection*". IEEE Transactions on Instrumentation and Measuement – Vol.46 – No.3. June 1997.