# ĐIỀU KHIỂN TỰ THÍCH NGHI HỆ ĐỘNG LỰC TUYẾN TÍNH CÓ CẤU TRÚC VÀ THÔNG SỐ KHÔNG THAY ĐỔI

Vũ Chấn Hưng

Viện Công nghệ thông tin

## I. Mở đầu

Khi xây dựng các hệ thống điều khiển tự động trong công nghiệp, nhiều khi người ta gặp khó khăn trong việc thiết kế các bộ điều chỉnh, do đặc tính động học của hệ thống không biết trước hoặc đặc tính nhiễu thay đổi trong quá trình điều khiển. Như vậy cần phải đánh giá thông số của hệ thống và cần một bộ điều chỉnh có khả năng tự định chỉnh thông số trong quá trình điều khiển. Các hệ thống điều khiển được xây dựng theo cách này gọi là các hệ thống điều khiển thích nghi tự chỉnh định [1]. Bộ điều chỉnh tự chỉnh được xem như là một tổ hợp ba thành phần: bộ đánh giá thông số hệ thống, bộ xác định thông số điều chỉnh và bộ điều chỉnh. Một trong những điều kiện để thông số được đánh giá hội tụ đến thông số thật là phải biết trước được bậc của hệ thống [1,2]. Trong nhiều tình huống thực tế, bậc của hệ thống không biết trước. Vấn đề đánh giá thông số và điều khiển thích nghi các hệ thống có bậc không biết trước đã được một số tác giả đề cập và giải quyết trong thời gian gần đây [9,10]. Trong bài báo này, bằng việc phát triển phương pháp biến phân [4,5] lên một bước để đánh giá thông số các đối tượng có bậc không biết trước và chọn phương pháp thiết kế bộ điều chỉnh một cách thích hợp, chúng tôi đưa ra một thuật toán điều khiển tự thích nghi mới cho các hệ có bậc và thông số không biết trước.

## 2. Phương pháp biến phân

Phương pháp biến phân lần đầu tiên được Marchuc đề xuất để giải bài toán ngược toán lí [3], được phát triển thành phương pháp đánh giá thông số hệ thống động học [4,5].

Cho $\Phi(k)$ là một quá trình thoả mãn phương trình viết ở dạng toán tử sau:

$$L\Phi(k) = f(k), \ \Phi(0) = \Phi_0, \ k \in D \subset \mathbf{R}^n \tag{1}$$

trong đó $L$ là một toán tử tuyến tính, $k$ là biến thời gian, $f(k)$ là kích thích nguồn.

Xây dựng phương trình liên hợp với (1):

$$L^* \Phi_g^*(k) = g(k) \tag{2}$$

trong đó $g(k) \in L_n^2$ và $L^*$ là toán tử tuyến tính liên hợp với $L$, thỏa mãn phương trình sau:

$$< L\tau, \mu > = < \tau, L^* \mu > \tag{3}$$

với mọi $\tau, \mu \in H$.

Ký hiệu $< ., . >$ biểu thị tích vô hướng trong không gian Hilbert $H = L_n^2(D)$.

Cho một phép đo được xác định bởi một một phiếm hàm đo

$$J_g[\Phi] \equiv < \Phi, g >_H . \tag{4}$$

Cho $D = \{0, \pm 1, \pm 2, ...\}$, sẽ không mất tính tổng quát nếu định nghiã

$$< \tau, \mu > = \sum_{-\infty}^{+\infty} \tau(l)\mu(l) = \sum_{l=1}^{k} \tau(l)\mu(l)$$

với $\tau(0) = 0$ và $\mu(l) = 0$ với mọi $l \leq 0$ và $l > k$.

**Định lý 1** [5]. *Cho $\Phi'$ là nghiệm của (1) với $L \equiv L'$ và $f \equiv f'$. Khi đó quan hệ giữa các biến phân $\delta J_g$, $\delta L$ và $\delta f$ là như sau:*

$$\delta J_g = - < \Phi_g^*, \delta L \Phi' > + < \Phi_g^*, \delta f > \tag{5}$$

*trong đó $\delta J_g = J_g' - J_g$, $\delta L = L' - L$, $\delta f = f' - f$.*

## 3. Đánh giá thông số hệ động học tuyến tính có cấu trúc (bậc) không biết trước

Phương pháp đánh giá thông số mới dựa trên công thức (5) là một phương pháp có hiệu quả [4,5]. Một trong các điều kiện để thông số đánh giá hội tụ về thông số thật là phải biết rõ cấu trúc (bậc) cuả đối tượng được điều khiển. Điều này không phải bao giờ cũng được thoả mãn khi ta xây dựng các hệ điều khiển tự thích nghi trong thực tiễn.

Trong bài này chúng tôi cải biến phương pháp biến phân nói trên để đánh giá thông số các hệ động học tuyến tính có bậc không biết trước.

a. Hệ tiền định

Cho hệ tuyến tính được mô tả dưới dạng quá trình ARMA

$$\sum_{j=0}^{p_0} a_j y'(k-j) = \sum_{j=1}^{q_0} b_j u(k-j) \tag{6}$$

trong đó $a_0 = 1$, $a_j$ và $b_j$ là các thông số cần đánh giá, $(p_0, q_0)$ là bậc chưa biết trước của hệ thống, $u(k)$ là tín hiệu đầu vào, $y'(k)$ là tín hiệu đầu ra của hệ thống.

Ký hiệu véc tơ thông số thực

$$\theta^* = [a_1, a_2, ..., a_{p_0}, b_1, b_2, ..., b_{p_0}]^T.$$

Để sử dụng công thức (5) nhận dạng hệ thống (6), trước tiên cần xây dựng mô hình đánh giá. Giả thiết bậc của mô hình đánh giá $(p_m, q_m)$ được chọn như sau:$p_m \geq p_0$, $q_m \geq q_0$. Khi đó mô hình đánh giá sẽ có dạng

$$\sum_{j=0}^{p_m} \hat{a}_j y_M(k-j) = \sum_{j=1}^{q_m} \hat{b}_j u(k-j),\ \hat{a}_0 = 1. \tag{7}$$

Điều đó có nghĩa là thay vì nhận dạng hệ (6), hệ thống có không gian thông số mở rộng sẽ là đối tượng của nhận dạng:

$$\sum_{j=0}^{p_m} a_j y'(k-j) = \sum_{j=1}^{q_m} b_j u(k-j),\ a_0 = 1. \tag{6-a}$$

Ký hiệu véc tơ thông số thực mở rộng

$$\theta^{*\prime} = [a_1, a_2, ..., a_{p_m}, b_1, b_2, ..., b_{q_m}]^T.$$

Để thông số được đánh giá hội tụ về thông số thực, ta đưa một kích thích ngoại vào hệ thống cũng như mô hình đánh giá. Kích thích ngoại cần thoả mãn điều kiện kích thích thường trực [12].

Sử dụng định lý 1 có thể chứng minh:

**Hệ quả.** Cho $\Phi'$ là nghiệm của $L'\Phi' = f'$ với $f' \equiv f_0' + v$. Cho $\Phi$ là nghiệm của $L\Phi = f$ với $f \equiv f_0 + v$, trong đó $v$ là kích thích ngoài, $f_0'$ và $f_0$ là các kích thích chính. Khi đó quan hệ giữa các biến phân $\delta J_g$, $\delta L$ và $\delta f$ là như sau:

$$\delta J_g = -<\Phi_g^*, \delta L \Phi'> + <\Phi_g^*, \delta f> \tag{8}$$

trong đó $\delta J_g = J_g' - J_g$, $\delta f = f' - f$.

Hệ thống trong điều kiện có kích thích ngoài tác động được viết lại dưới dạng sau:

$$1 + \sum_{j=1}^{p_m} a_j B^j y'(k) = \sum_{j=1}^{q_m} b_j B^j u(k) + v(k), \ a_0 = 1 \tag{9}$$

trong đó $B^j y(k) = y(k-j)$, $v(k)$ là kích thích ngoài.

Mô hình đánh giá tương ứng sẽ là

$$1 + \sum_{j=1}^{p_m} \hat{a}_j B^j y_M(k) = \sum_{j=1}^{q_m} \hat{b}_j B^j u(k) + v(k). \tag{10}$$

Trên cơ sở hệ quả có thể dẫn ra phương trình nhận dạng hệ thống ở dạng cụ thể sau [8]

$$\delta J_{gj} = \sum_{l=1}^{K} y^*_{gl}(l) \sum_{j=1}^{p_m} y'(l-j)\delta a_j(k) + \sum_{l=1}^{K} y^*_{gl}(l) \sum_{j=1}^{p_m} u(l-j)\delta b_j(k) \tag{11}$$

trong đó $y^*_{gj}(l)$ là nghiệm cuả phương trình liên hợp với (10):

$$[1 + \sum_{l=1}^{P_m} \hat{a}_j(k-1)F^j] y^*_{gj}(l) = g_j(l), \ F^j y^*(l) = y^*(l+j) \tag{12}$$

và $\delta a_j(k) = a_j - \hat{a}_j(k-1)$; $\delta b_j(k) = b_j(k-1)$.

Các phiếm hàm đo $J'_{gj}$ và $J_{gj}$ sẽ là

$$J'_{gj} = < g_j, y' > = \sum_{l=1}^{K} g_j(l) y'(l), \ J'_{gj} = < g_j, y_M > = \sum_{l=1}^{K} g_j(l) y_M(l),$$
$$\delta J_{gj} = J'_{gj} - J_{gj}, \quad j = 1, 2, ..., m; \ m = p_m + q_m \tag{13}$$

Bằng cách này ta có thể xây dựng một hệ phương trình nhận dạng hệ thống.

Ký hiệu

$$\delta J = [\delta J_{g1}, \delta J_{g2}, ..., \delta J_{gm}]^T$$
$$\delta\theta = [\delta a_1(k), \delta a_2(k), ..., \delta a_{p_m}(k), \delta b_1(k), \delta b_2(k), ..., \delta b_{q_m}(k)]^T.$$

Ta có thể mô tả hệ phương trình nhận dạng ở dạng ma trận

$$\delta J = R\delta\theta \tag{14}$$

trong đó $R$ là ma trận $m * (p_m + q_m)$ mà các phần tử cuả nó là

$$r_{j,i} = \sum_{l=1}^{K} y^*_{gj}(l) y'(l-i), \ r_{j,p_m+s} = \sum_{l=1}^{K} y^*_{gj}(l) u(l-s),$$
$$j = 1, ..., m; \ i = 1, ..., p_m; \ s = 1, ..., q_m.$$

Giải (14) bằng phương pháp bình phương cực tiểu [1], hoặc lọc tối ưu [6] ta nhận được véc tơ biến phân thông số $\delta\theta(k)$.

Véc tơ thông số được đánh giá như sau:

$$\hat{\theta} = \hat{\theta}(k-1) + \delta\theta(k) \tag{15}$$

b. Hệ tuyến tính ngẫu nhiên:

Cho hệ tuyến tính ngẫu nhiên:

$$\sum_{l=0}^{p_0} a_j y'(k-j) = \sum_{j=l}^{q_0} b_j u(k-j) + w(k) \tag{16}$$

trong đó các thông số $a_j, b_j$, bậc $(p_0.q_0)$ là chưa biết, $a_0 = 1, w(k)$ là nhiễu dạng ồn trắng chuẩn.

Trong trường hợp này không thể dùng trực tiếp những kết quả nhận được ở phần 3-a để đánh giá thông số hệ (16), vì không tính được vế trái của hệ (11). Vấn đề nàu đã được trình bày trong [4,5] và được giải quyết bằng phương pháp lọc tối ưu.

Trong phần này chúng tôi trình bày một phương pháp đơn giản hơn để giải quyết bài toán bằng sử dụng bộ dự báo tối ưu một bước như một mô hình đánh giá cho hệ (16).

Với cách tiếp cận đã được trình bày trong phần 3-a, ta xét hệ ngẫu nhiên có không gian thông số mở rộng và được kích thích bởi tín hiệu ngoài

$$\sum_{l=0}^{p_m} a_j y'(k-j) = \sum_{j=l}^{q_m} b_j u(k-j) + w(k). \tag{16-a}$$

Mô hình đánh giá tương ứng với (16-a) sẽ là

$$\sum_{l=0}^{p_m} a_j y_M(k-j) = \sum_{j=l}^{q_m} b_j(k-l)u(k-j) + w(k). \tag{17}$$

Ký hiệu

$$y_k = [y'(1), \ldots, y'(k)].$$

Giả thiết $w(k)$ và $y_{k-1}$ là các quá trình độc lập.

**Bổ đề.** *Bộ dự báo tối ưu một bước cho mô hình đánh giá (17) có dạng sau:*

$$\hat{y}_M(k) = \sum_{j=0}^{p_m} \hat{a}_j(k-1)y'(k-j) + \sum_{j=l}^{q_m} \hat{b}_j(k-1)u(k-j). \tag{18}$$

*Chứng minh.*

$$
\begin{aligned}
y_M(k) &= E\Big[y_M(k)|y_{k-1}\Big]\\
&= E\Big[(\sum_{j=1}^{p_m}a_j(k-1)y_M(k-j) + \sum_{j=l}^{q_m}b_j(k-1)u(k-j)+w(k))|y_{k-1}\Big]\\
&= \sum_{j=1}^{p_m}a_j(k-1)E\Big[y_M(k-j)|y_{k-1}\Big] + \sum_{j=l}^{q_m}b_j(k-1)E\Big[u(k-j)|y_{k-1}\Big]+E\Big[(w(k))|y_{k-1}\Big]\\
&= \sum_{j=1}^{p_m}a_j(k-l)y'(k-j) + \sum_{j=l}^{q_m}b_j(k-l)u(k-j)
\end{aligned}
$$

**Định lý 2.** *Cho hệ tuyến tính ngẫu nhiên*

$$\sum_{j=1}^{p_m}a_j(k-l)y'(k-j) = \sum_{j=l}^{q_m}\hat{b}_j(k-l)u(k-j)+w(k) \tag{19}$$

*trong đó $w(k)$ là nhiễu dạng ồn trắng chuẩn. Phương trình nhận dạng cho hệ (19) có dạng sau*

$$y'(k)-y_M(k) = \sum_{j=1}^{p_m}y'(k-j)\delta a_j(k) + \sum_{j=l}^{q_m}u(k-j)\delta b_j(k)+w(k) \tag{20}$$

*trong đó $y_M(k)$ được tính theo công thức (18).*

*Chứng minh.* Để xây dựng phương trình (20), ta viết lại hệ (19) ở dạng toán tử

$$L'\Phi' = f'$$

trong đó

$$L'=1,\ \Phi'=y'(k),\ f'=\sum_{j=1}^{p_m}a_jy'(k-j) + \sum_{j=l}^{q_m}b_ju(k-j)+w(k).$$

Ta xây dựng mô hình dự báo một bước cho hệ (20) bằng công thức (18) và bằng cách chọn

$$L=1,\ \Phi=y_M(k),\ f=\sum_{j=1}^{p_m}a_j(k-l)y'(k-j) + \sum_{j=l}^{q_m}b_j(k-l)u(k-j).$$

Phương trình liên hợp tương ứng sẽ là

$$y^*(l) = g(l).$$

Bằng cách chọn $g(l) = 1$ khi $l = k$, $g(l) = 0$ khi $l \neq k$, vế trái của (20) được tính như sau

$$J'_g = \sum_{l=1}^{k} g(l)y'(l) = y'(k), \quad J_g = \sum_{l=1}^{k} g(l)\hat{y}_M(l) = \hat{y}_M(k).$$

$$\delta J_g = J'_g - J_g = y'(k) - y_M(k).$$

Vế phải của (20) sẽ là

$$< y^*, \delta f > = \sum_{l=1}^{k} y^*(l)(\sum_{j=1}^{p_m} y'(k-j)\delta a_j(k) + \sum_{j=l}^{q_m} u(k-j)\delta b_j(k) + w(l))$$

$$= \sum_{j=1}^{p_m} y'(k-j)\delta a_j(k) + \sum_{j=l}^{q_m} u(k-j)\delta b_j(k) + w(k).$$

## 4. Thiết kế bộ điều chỉnh thích nghi tự chỉnh định

Bộ điều chỉnh tự thích nghi tự chỉnh định được thiết kế trên cơ sở đặt cực hệ thống kín. Lựa chọn phương pháp thiết kế này là phù hợp, vì quá trình tính toán đơn giản, mềm dẻo, đáp ứng được yêu cầu điều khiển các đối tượng được mô tả bởi một quá trình có bậc $(p_m, q_m)$ tùy chọn.

Viết lại hệ (16) ở dạng sau

$$A(s^{-1})y'(k) = B(s^{-1})u(k) + w(k)$$

trong đó

$$A(s^{-1}) = 1 + a_1 + \dots + a_{p_m}s^{-p_m}$$
$$B(s^{-1}) = 1 + b_1 + \dots + b_{q_m}s^{-q_m}$$

$s^{-1}$ là toán tử dịch ngược.

Xét bộ điều chỉnh

$$L(k-1, s^{-1})u(k) = -G(k-1, s^{-1})y'(k) + M(s^{-1})r(k) \tag{21}$$

trong đó $r(k)$ là tín hiệu mẫu

$L(k-1, s^{-1}) = l_0(k-1) + \dots + l_l(k-1)s^{-l}; \ l \geq q_m - 1$

$G(k-1, s^{-1}) = g_0(k-1) + \dots + g_g(k-1)s^{-g}; \ g \geq p_m - 1$

$M(s^{-1})$ là đa thức tùy chọn.

Chỉ số thời gian $k$ chỉ rõ các hệ số của đa thức có thể thay đổi theo thời gian.

Để có được điều khiển tự thích nghi theo đặt cực, cần giải phương trình Diophantin

$$\hat{A}(k-1, s^{-1})L(k-1, s^{-1}) + \hat{B}(k-1, s^{-1})G(k-1, s^{-1}) = T(s^{-1}) \tag{22}$$

trong đó

$T(s^{-1})$ là đa thức phản ánh các cực của mạch kín, được đặt theo yêu cầu.

$\hat{A}(k-1,s^{-1})$, $\hat{B}(k-1,s^{-1})$ là các đa thức có các hệ số là các thông số hệ thống đang được đánh giá.

Giải phương trình (22) ta được các đa thức $L(k-1,s^{-1})$, $G(k-1,s^{-1})$. Kết quả này được đưa vào phương trình (21) để tính tín hiệu điều khiển $u(k)$. quá trình tính toán thông số của bộ điều chỉnh (21) trong hệ điều khiển tự thích nghi yêu cầu giải phương trình Diophantin on-line bằng phương pháp truy hồi. Quá trình này được thực hiện như sau [11]:

Coi vế phải của hệ (22) là một quá trình động học cần đánh giá, vế trái của (22) là mô hình đánh giá tương ứng. Định nghĩa hai biến ra phụ $z(k)$ và $\hat{z}(k)$

$$z(k) = T(k)h(k) \tag{23}$$

$$\hat{z}(k) = \Big(\hat{A}(k-1,s^{-1})L(k-1,s^{-1}) + \hat{B}(k-1,s^{-1})G(k-1,s^{-1})\Big)h(k) \tag{24}$$

trong đó $h(k)$ là biến vào phụ.

Ta nhận thấy, nếu $z(k) = \hat{z}(k)$ với mọi chuỗi $h(k)$ thì các hệ số của $L(k-1,s^{-1})$, $G(k-1,s^{-1})$ khi đó là nghiệm của (22).

Ký hiệu

$$\begin{aligned}
\Phi(k-1) &= [\hat{A}(k-1,s^{-1})h(k-1), \ldots, \hat{A}(k-1,s^{-1})h(k-l), \\
&\qquad \hat{B}(k-1,s^{-1})h(k), \ldots, \hat{B}(k-1,s^{-1})h(k-g)]^T \\
\theta_r(k-1) &= [\hat{f}_l(k-1)h(k-1), \ldots, \hat{f}_l(k-1)h(k-l), \hat{g}_0(k-1), \ldots, \hat{g}_g(k-1)]^T
\end{aligned}$$

Viết lại (24) ở dạng sau

$$\hat{z}(k) = \Phi^T(k-1)\hat{\theta}_r(k-1) + \hat{A}(k-1,s^{-1})h(k). \tag{24-a}$$

Thực hiện đánh giá quá trình (23) với mô hình đánh giá (24-a) bằng phương pháp bình phương cực tiểu truy hồi, ta nhận được véc tơ thông số của bộ điều chỉnh $\hat{\theta}_r(k-1)$.

Như vậy, để xây hệ điều khiển tự thích nghi, cần hai bộ đánh giá thông số. Bộ thứ nhất gọi là bộ đánh giá thông số hệ thống, cung cấp các thông số của $\hat{A}(k-1,s^{-1})$, $\hat{B}(k-1,s^{-1})$. Bộ thứ hai gọi là bộ đánh giá phụ, được sử dụng để tính các hệ số của bộ điều chỉnh tự thích nghi.

## 5. Thuật toán điều khiển tự thích nghi

Chọn các giá trị ban đầu $\hat{\theta}(0), \hat{\theta}_r(0)$.

*Bước 1*

xây dựng phương trình nhận dạng (14) nhờ công thức (11) cho hệ tiền định, hoặc nhờ công thức (20) cho hệ ngẫu nhiên.

*Bước 2*

Giải (14) bằng phương pháp bình phương cực tiểu [1], hoặc lọc tối ưu [6].

*Bước 3*

Tính

$$\hat{\theta}(k) = \hat{\theta}(k-1) + \delta\theta(k).$$

*Bước 4*

Đánh giá thông số quá trình (23) với mô hình (24-a) bằng phương pháp bìn h phương cực tiểu để nhận được $\hat{\theta}_r(k)$.

*Bước 5*

Tính tín hiệu điều khiển $u(k)$ bằng công thức (21).

*Bước 6*

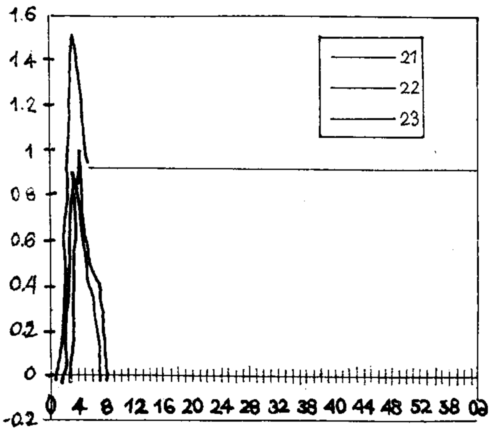
Quay trở lại bước 1.

## 6. Mô phỏng quá trình điều khiển thích nghi tự chỉnh định

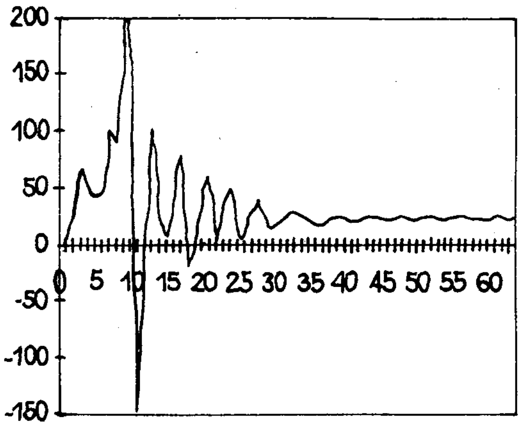
Giả sử cần điều khiển tốc độ động cơ một chiều. Mô hình toán học của nó có dạng sau

$$y(k) + a_2 y(k-2) = b_1 u(k-1) + b_2 u(k-2) .$$

trong đó véc tơ thông số $\theta^* = (0;0.919;3.45;3.308)$ và bậc (2,2) giả sử không biết trước.



**Hình 1: Các thông số của A (k)**



**Hình 3: Đáp ứng y (k)**

Đặc tính động học cần có của hệ kín thể hiện qua đa thức đặc trưng $T(s^{-1}) = 1 - 0.25s^{-2}$.

Giả thiết ta chọn mô hình đánh giá (10) với bậc $(p_m, q_m) = (3,3)$. Bộ điều chỉnh thích nghi được chọn có cấu trúc tương ứng

$$\hat{L}(k-1, s^{-1}) = 1 + \hat{l}_1 s^{-1} + \hat{l}_2 s^{-2} + \hat{l}_3 s^{-3}$$
$$\hat{G}(k-1, s^{-1}) = \hat{g}_0 + \hat{g}_1 s^{-1} + \hat{g}_2 s^{-2}$$

Kích thích ngoài được chọn có dạng ồn trắng có cường độ $\sigma^2 = 0.1$, $h(k)$ là một chuỗi có biên độ bị chặn.

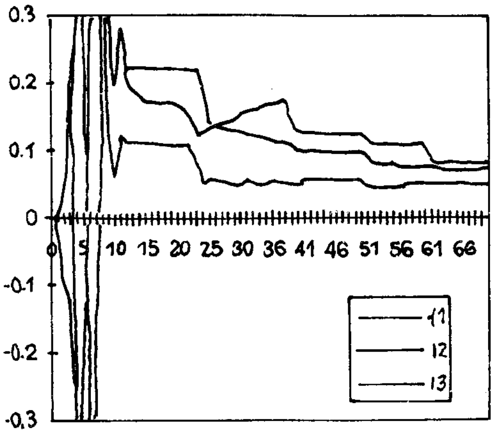
Hình 1 chỉ ra quá trình đánh giá thông số hệ thống. Các thông số được đánh giá hội tụ nhanh về các về các thông số thật của động cơ.

$\hat{\theta} = [\hat{a}_1, \hat{a}_2, \hat{a}_3, \hat{b}_1, \hat{b}_2, \hat{b}_3]^T = [0.000, 0.9190, 0.0000, 3.4500, 3.3079, 0.0000]^T$

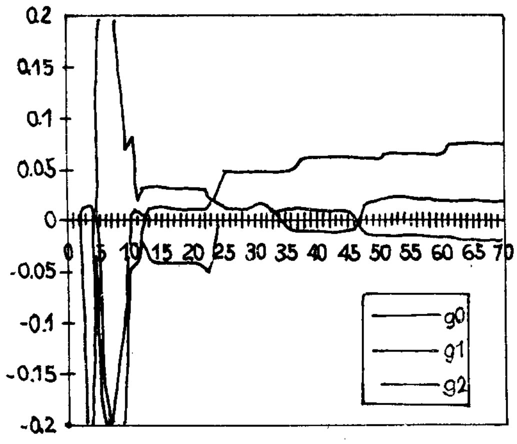
Hình 2-a và hình 2-b chỉ ra quá trình tự chỉnh định thông số của bộ điều chỉnh. Các thông số của bộ điều chỉnh sau quá trình tự chỉnh có giá trị sau:

$\hat{\theta}_r = [f_1, f_2, f_3, g_0, g_1, g_2]^T = [0.0720, 0.0423, 0.0767, 0.0113, 0.0777, -0.0151]^T$

Hình 3 biểu diễn đầu ra của quá trình điều khiển tự thích nghi, với tín hiệu mẫu $r(k) = 10$. Quá trình điều khiển ổn định sau 60 bước tự chỉnh định.




**Hình 2-a: Quá trình tự chỉnh định các thông số l**




**Hình 2-b: Quá trình tự chỉnh định cácthông số g**

## Tài liệu tham khảo


1. Astrom K.J. & Eykhoff P., *A survey*, Automatica v.7, 1971
2. Iserman R., *Digital Control Systems,* New York, 1981.
3. Marchuc G. I., *Methods of computational Mathematics,* Moscow, Nauka 1977.
4. Loan N. T. and Son H. H., *Adaptive Parameter Identification Method in Controlled Contamination Industries System,* Proc. $5^{th}$ Wold Filtration Congres, Vol,3 Nice, France.
5. Thoa P. H. and Son H. H., *Self-tuning adaptive control based on a new parameter estimation method,* Proc. IFAC Int. Symposium on intelligent tuning and adaptive control, Singapor, 1991.
6. Loan N. T. and Son H. H.,*On optimal filtering with correlated noise and singular correlation matrices,* Automation and remove control, n. 5, 1982.
7. Allidin A. Y., *Explicit pole-assigment self-tuning controller design,* IEEE Trans. AC, v. 34, 1988.
8. Vũ Chấn Hưng & Son H.H, *Parameter and Order Estimation of Linear System based on Variational Method,* Proced. of $16^{th}$ National Symposium on Theoretical Physics, 1991.
9. Chen H. F. and Zhang J. F., *Identification and adaptive control for system with unknown order, delay, and coeficient,* IEEE Trans. AC, v. 35, 1990.
10. Xia l. and Moor J. B., *Recurcive identification of overparametrized system,* IEEE Trans. Ac, v. 34, 1989.
11. LiMo and Bayoumi M. M., *A novel approach to the explicite pole assigment self-tuning controller design,* IEEE Trans. AC, v. 34, 1989.
12. Goodwin G. C., *Persistency of exitation in the presence of possibly unbounded signal,* IEEE Trans. Ac v. 30, 1985.


## Abstract


Self-tuning adaptive control for system with unknown order and coeeficient

*A self-tuning adaptive control algarithm based on the modified variational method and the choosing an appropriate regulator is proposed for system with unknown order and coeeficient.*