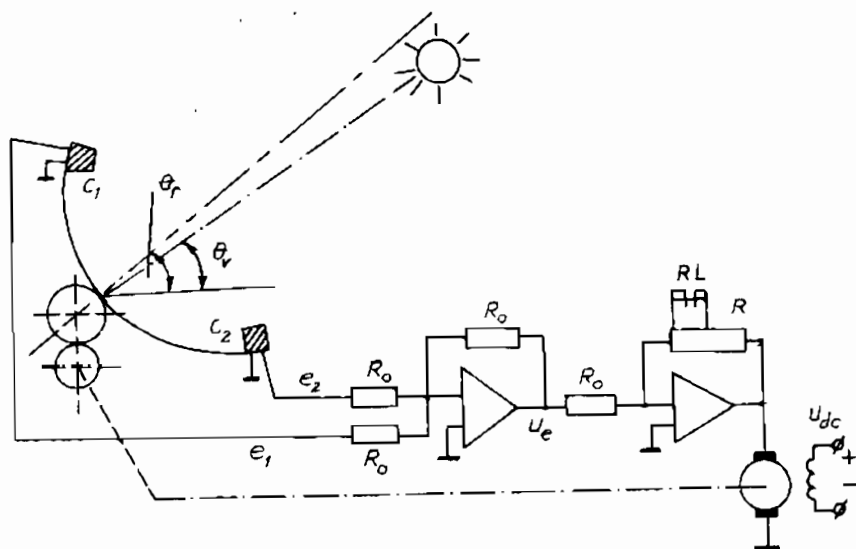


Điều khiển thích nghi

III.1. KHÁI NIỆM CHUNG

III.1.1. VÍ DỤ VỀ MỘT HỆ TỰ ĐỘNG THÔNG THƯỜNG

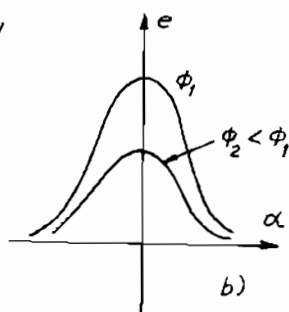
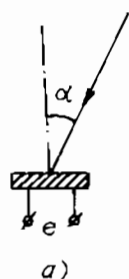
Trên h.3-1 có sơ đồ nguyên lý của một hệ tự động liên tục bám mặt trời ("Gương mặt trời"). Sức điện động của mỗi cảm biến C (tế bào quang điện) tùy thuộc vào quang thông của chùm ánh sáng mặt trời ϕ và góc chiếu α (như ở h.3-2).



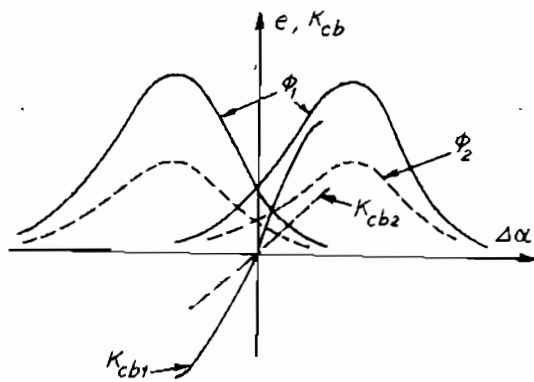
Hình 3-1.

Nếu C_1 , C_2 mắc kiểu vi sai, ở đầu ra của cơ cấu so sánh có điện áp $u_c = K_{ch} \Delta \alpha$ mà $K_{ch} = f(\phi)$ như ở h.3-3.

Tùy dấu và trị số của u_c mà sau khi được khuếch đại, điện áp u_{dc} đặt vào động cơ sẽ điều khiển gương quay theo hướng triệt tiêu sai lệch giữa trục quang học của gương và hướng của tia sáng mặt trời. Khi ánh sáng yếu, như



Hình 3-2.



Hình 3-3.

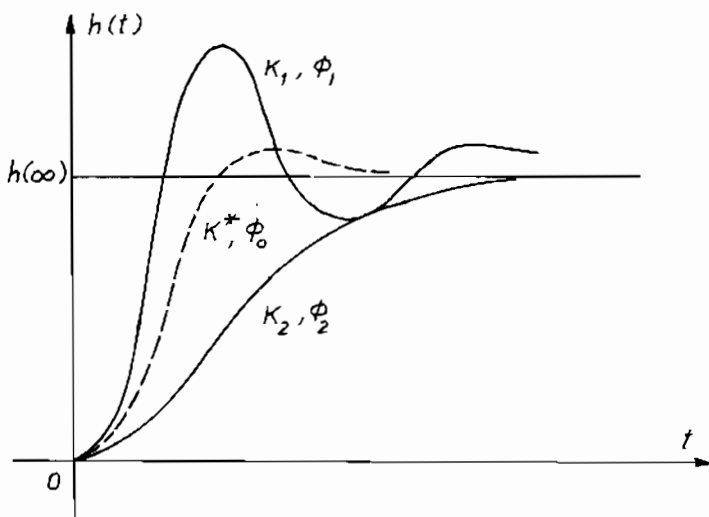
khi bị mây che khuất thì sự thay đổi của e và cùng với nó u_e làm cho điện áp u_{dc} đặt vào động cơ giảm. Ngược lại khi nắng gắt u_{dc} tăng và tốc độ quay của động cơ sẽ lớn. Hệ số khuếch đại của cả hệ thống được xác định bởi:

$$K = K_{ch} K_{kd} K_{\Sigma}, \quad (3-1)$$

trong đó K_{ch} - hệ số biến đổi của cảm biến, $K_{kd} = \frac{R}{R_0}$ hệ số khuếch đại

của khuếch đại điện tử, K_{Σ} các hệ số khuếch đại khác như của động cơ, hệ số truyền của biến tốc ... mà ta có thể xem là không thay đổi.

Khi K_{ch} thay đổi, K cũng sẽ thay đổi theo sự thay đổi ngẫu nhiên của lượng quang thông.



Hình 3-4.

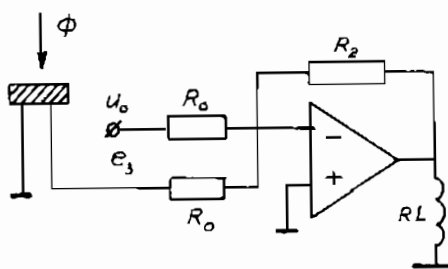
Do đó khi thiết kế không thể xác định được K^* để hệ làm việc ở trạng thái tối ưu (K^* chỉ được tính đúng với lượng quang thông ϕ_0 cố định). Khi

$K = K_1 > K^*$ hệ sẽ dao động có khi đến mất ổn định; ngược lại khi $K = K_2 < K^*$ hệ sẽ "l", độ chính xác kém. Trên h.3-4 biểu thị hàm quá độ của chuyển động gương với điều kiện là khi vượt quá vùng kém nhạy của hệ thống, gương mới bắt đầu chuyển động như có tín hiệu bậc thang ở đầu vào.

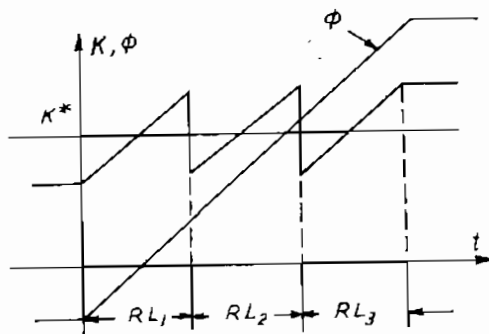
Như vậy, hệ tủy động thông thường nói trên sẽ không làm việc như mong muốn vì lượng quang thông Φ thay đổi một cách ngẫu nhiên với phạm vi biến đổi lớn.

III.1.2. ỨNG DỤNG PHẦN TỬ THÍCH NGHI TỐI GIẢN

Có thể có nhiều phương án cải thiện chế độ làm việc của gương mặt trời. Phương án giản đơn là dùng một cảm biến thứ ba C_3 , đo quang thông của mặt trời, so sánh với một ngưỡng điện áp u_0 , rồi điều khiển một rơle trung gian với mục đích thay đổi hệ số khuếch đại K_{kd} như ở h.3-5. Khi lượng quang thông tăng, K_{ch} tăng và rơle RL sẽ cắt một phần điện trở trong mạch phản hồi của khuếch đại K_{kd} . Hệ số khuếch đại của hệ thống K do đó mà sẽ được duy trì ở mức độ cần thiết. Nếu dùng nhiều rơle mắc song song và làm việc với những trị số ngưỡng u_{0i} khác nhau, có thể làm cho K biến đổi "trơn", gần với hệ số khuếch đại tối ưu K^* mà không phụ thuộc lượng quang thông Φ .



Hình 3-5.



Hình 3-6.

Trên h.3-6 là hàm biến thiên của Φ (giả sử là tuyến tính) và tác động của ba rơle có ngưỡng khác nhau cũng như hệ số khuếch đại tối ưu K^* đã tính trước. Thực tế cho thấy chỉ với một rơle, chế độ làm việc của hệ đã được cải thiện đáng kể [29]. Nếu trong mạch chỉnh định thông số của khuếch đại, dùng một động cơ con làm việc ở chế độ tủy động thay đổi vị trí con trượt thì ta có chế độ làm việc lý tưởng - K luôn là một hằng và bằng trị số tối ưu K^* .

III.1.3. ĐỊNH NGHĨA VÀ PHÂN LOẠI CÁC HỆ THÍCH NGHỊ

Trong ví dụ trên, vì sự thay đổi quang thông (nhiều) làm thay đổi hệ số biến đổi của cảm biến K_{ch} nên chất lượng của hệ thống ($\sigma\%$, t_{qd} , s) không giữ được trị số tối ưu (ứng với $K = K^*$). Mạch thích nghi có nhiệm vụ đo độ nhạy cảm của thông số K_{ch} đối với Φ và xác định đại lượng K_{kd} cần có để đảm bảo chất lượng của hệ luôn tối ưu. Do đó lý thuyết về thích nghi gắn liền với lý thuyết về nhạy cảm [30, 31].

Có nhiều định nghĩa về hệ thích nghi và nói chung không có sự khác nhau đáng kể.

"Thích nghi là quá trình thay đổi thông số và cấu trúc hay tác động điều khiển trên cơ sở lượng thông tin có được trong quá trình làm việc với mục đích đạt được một trạng thái nhất định, thường là tối ưu khi thiếu lượng thông tin ban đầu cũng như khi điều kiện làm việc thay đổi" [33] hay:

"Điều khiển thích nghi là tổng hợp các kỹ thuật nhằm tự động chỉnh định các bộ điều chỉnh trong mạch điều khiển nhằm hiện thực hay duy trì ở một mức độ nhất định chất lượng của hệ khi thông số của quá trình được điều khiển không biết trước hay thay đổi theo thời gian".

Tổng kết sớm nhất về các phương pháp thích nghi là của Donalson D.D. và Kishi F.H. [5, 22]. Từ những năm 50 - 60 những tiến bộ của lý thuyết điều khiển đã mở đường cho hướng điều khiển mới - điều khiển thích nghi. Hàng năm có hàng trăm công trình và nhiều sách báo về vấn đề này. Xuất hiện nhiều từ mới như "hệ tự học", "hệ tự tối ưu", "hệ tự tổ chức", "hệ tự điều hướng" v.v... Dưới ảnh hưởng của việc nghiên cứu về trí tuệ nhân tạo, một số khái niệm mới như "điều khiển mờ", "điều khiển nơ-ron", "điều khiển thông minh" ra đời và nhanh chóng được sử dụng trong thực tế.

Trong khoảng 40 năm trở lại đây, lý thuyết điều khiển thích nghi đã được hình thành như một môn khoa học, từ tư duy trở thành hiện thực nghiêm túc, từ cách giải quyết những vấn đề cơ bản trở thành bài toán tổng quát, từ vấn đề về sự tồn tại và khả năng có thể giải quyết đến những áp dụng định hướng xuất phát từ tính bền vững và chất lượng.

Hệ thích nghi có những ưu điểm sau về hiệu quả kinh tế kỹ thuật:

- Cải thiện chất lượng sản phẩm,
- Gia tăng sản lượng,
- Tiết kiệm năng lượng,

- Giảm thời gian bảo dưỡng,
- Phát hiện sớm hỏng hóc,
- Luận chứng kinh tế vững chắc.

Có thể phân loại các hệ thích nghi theo các tiêu chuẩn sau:

1. Tùy theo sự tồn tại hay không tồn tại trong hệ, tín hiệu phụ mà người ta đưa vào để "tìm" được chế độ làm việc tối ưu mà có *hệ có tín hiệu tìm* [14, 20, 37] hay *không có tín hiệu tìm* [15, 17, 23, 32], cổ khi được xem là phương pháp gây nhiễu thông số [5, 13].

2. Tùy thuộc vào đối tượng là tuyến tính hay phi tuyến tính, nhất là khi đặc tính tĩnh của đối tượng có cực trị (cực đại hay cực tiểu) rõ rệt mà có *hệ cực trị* [5, 6, 37] hay *hệ giải tích* [15, 16, 17, 21, 23]. Ở hệ cực trị, bản thân đối tượng có đặc tính cực đại hay cực tiểu, đó là lượng thông tin ban đầu có thêm được và trên cơ sở ấy hệ được tổng hợp giản đơn hơn. Do đó hệ cực trị phát triển sớm hơn và phương pháp khảo sát hoàn chỉnh hơn. Ở hệ giải tích, "cực trị của chất lượng", được hình thành gián tiếp cho nên gặp khó khăn trong quá trình tối ưu hóa vì mặt cực trị nhiều khi không như giả định. Do đó có những phương pháp kết hợp để tận dụng đặc điểm của chúng [14, 16, 33].

3. Điều khiển thích nghi được thực hiện trong điều kiện lượng thông tin ban đầu về đối tượng rất hạn chế. Trong nhiều trường hợp cần nhận dạng đối tượng, đó là *điều khiển gián tiếp*. Trường hợp điều khiển không qua nhận dạng là *điều khiển trực tiếp*. Kết hợp nhận dạng và điều khiển có khả năng tăng độ chính xác của hệ thống nên điều khiển gián tiếp còn được xem là điều khiển thích nghi tối ưu [22].

4. Tùy thuộc vào sự tồn tại hay không tồn tại trong hệ thích nghi, mô hình mẫu mà có *hệ có mô hình mẫu* [5, 21, 33, 34] và *không có mô hình mẫu*. Mô hình mẫu có thể nối tiếp hay song song.

5. Hệ thích nghi tiến đến trạng thái tối ưu một cách tuần tự, bước sau được thực hiện trên cơ sở đánh giá bước trước theo một chỉ dẫn nhất định. Tùy thuộc vào sự tồn tại hay không tồn tại "chỉ dẫn" mà có *hệ học* hay *hệ tự học*.

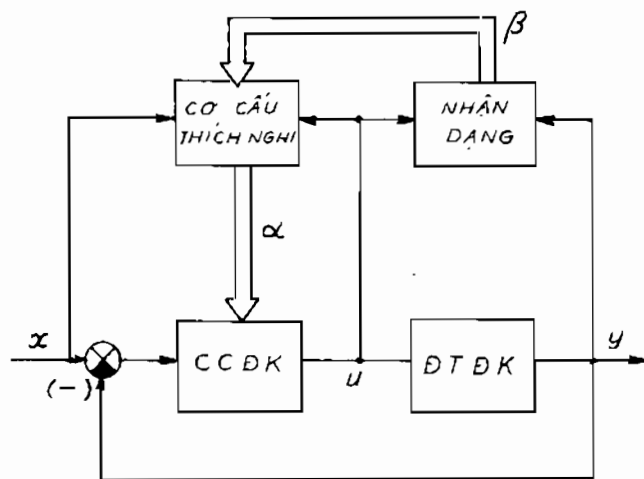
6. Ở hệ thích nghi, ngoài mạch vòng cơ bản của một hệ thống thường còn có mạch thích nghi. Tùy dạng của mạch thích nghi mà phân biệt *mạch thích nghi hở* và *kín*.

7. Tùy thuộc vào mức độ phức tạp của mạch chỉnh định - chỉ thay đổi thông số hay cả cấu trúc mà có *hệ tự chỉnh* hay *hệ tự tổ chức* [18, 23].

Ngoài ra, cũng như ở các hệ thống thường, tùy theo phương pháp tổng hợp là *tiền định* hay *thống kê* mà có *hệ tiền định* và *ngẫu nhiên* cũng như *liên tục* và *gián đoạn*.

Sơ đồ khối tổng quát của một hệ thích nghi như trên h.3-7. Ngoài cơ cấu điều khiển (CCĐK) và đối tượng điều khiển (ĐTĐK) của một hệ thống thường còn có cơ cấu nhận dạng và cơ cấu thích nghi

Có sự khác biệt rõ nét giữa hệ cực trị và hệ giải tích. Ở hệ giải tích thường không dùng tín hiệu tìm còn ở hệ cực trị thường dùng tín hiệu tìm.



Hình 3-7.

Các chương sau sẽ nghiên cứu theo hướng này. Ở mỗi loại chỉ đi sâu vào một hệ cụ thể và từ đó suy ra các phương pháp xây dựng các hệ khác.

Phương pháp tổng quát hóa các hệ thích nghi [34, 35] có ý nghĩa rất lớn [21] không những ở chỗ bao quát được một số lượng rất lớn các bài toán thích nghi, đơn giản được việc tìm hiểu nguyên lý cơ bản của ngay các hệ phức tạp mà còn trên cơ sở đó xây dựng các bài toán mới, các thiết bị cụ thể mới.

III.2. HỆ CỰC TRỊ

III.2.1. ĐỐI TƯỢNG CÓ ĐẶC TÍNH CỰC TRỊ

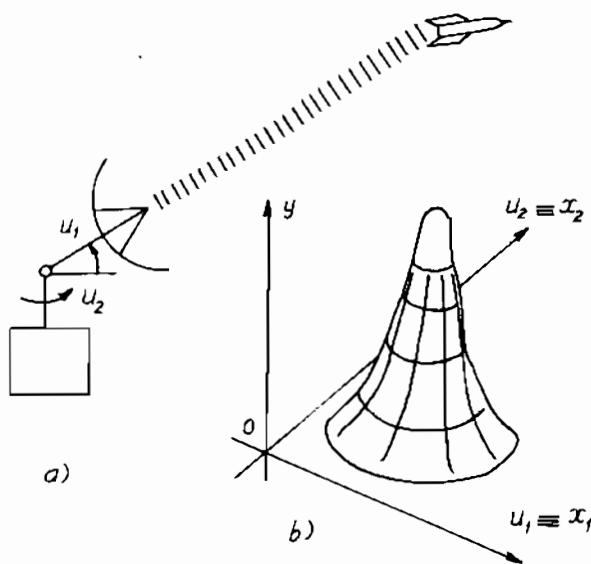
Trong lĩnh vực điều khiển tự động, thường gặp một số đối tượng có đặc tính cực trị (cực đại hay cực tiểu). Sau đây là một số ví dụ.

Ví dụ 1

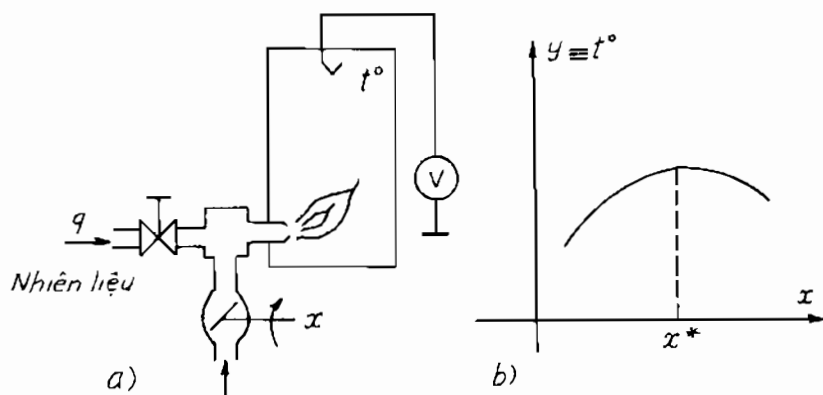
Ra đa băm mục tiêu di động như ở h.3-8a. Tín hiệu điều khiển góc tà và

góc phương vị u_1 , u_2 và cường độ thu y của rada có đặc tính như ở h.3-8b.

Đối với mục tiêu di động, đặc tính cực trị luôn thay đổi. Hình dạng của $y(u_1, u_2)$ thay đổi theo khoảng cách đến mục tiêu. Hơn nữa y còn thay đổi ngẫu nhiên do tác động của nhiễu tự nhiên hay nhiễu tích cực.



Hình 3-8.



Hình 3-9.

Ví dụ 2

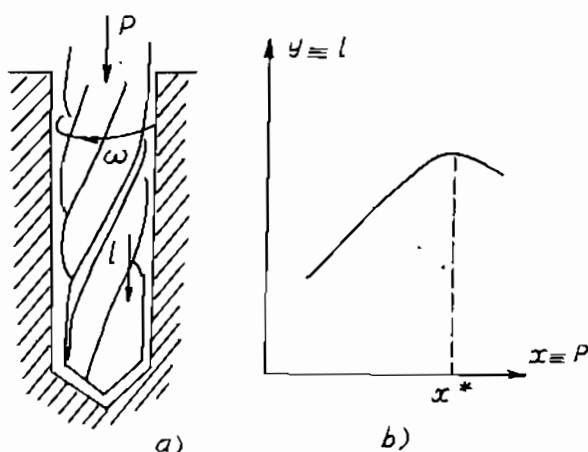
Trong các lò khí đốt, nhiệt độ t'' với lưu lượng khí đốt q nhất định phụ thuộc lưu lượng không khí theo đặc tính cực trị như trên h.3-9b. Nhiệt độ cực đại và hình dạng đặc tính $t''(u)$ phụ thuộc chất lượng khí đốt, nhiệt độ không khí và vật cần nung. Ở đối tượng này quá trình trộn lẫn không khí và khí đốt là có quán tính, vật cần nung cũng như dụng cụ đo cũng có quán

tính: đặc tính động học trong trường hợp này khác với đối tượng ở ví dụ 1.

Ví dụ 3

Quá trình khoan như khoan thăm dò vào lòng đất có đặc tính cực trị như trên h.3-10b. Áp lực của mũi khoan $P \equiv x$ và tốc độ tịnh tiến của nó $l \equiv y$ (xác định năng suất của quá

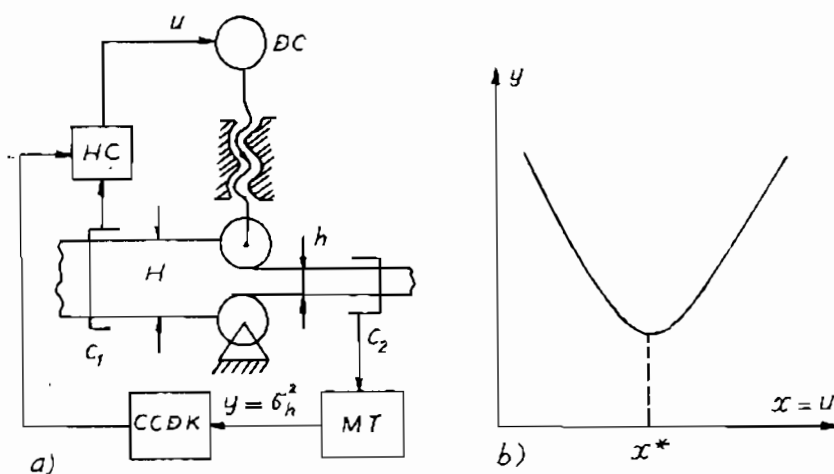
trình khoan) có cực đại vì khi tăng áp lực lớn hơn trị số tối ưu x^* thì mũi khoan bị nghẽn và tốc độ chậm lại. Hình dạng và trị số cực đại phụ thuộc vào tính chất của đất.



Hình 3-10.

Ví dụ 4

Trong thực tế thường gặp những bài toán mà đại lượng được điều khiển là chỉ tiêu chất lượng của hệ, còn lượng điều khiển là thông số chỉnh định như ở trường hợp cân thép lá (h.3-11a). Độ dày H của phôi trước trục cân

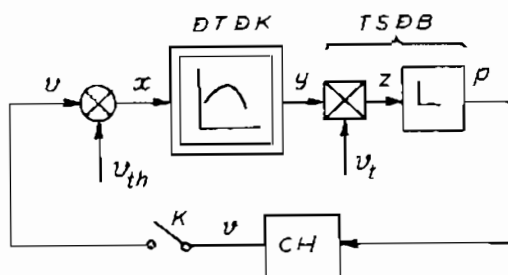


Hình 3-11.

được đo bằng cảm biến c_1 . Độ dày h ở đầu ra của trục cán được đo bằng cảm biến c_2 . Kết quả đo, được máy tính MT gia công để ở đầu ra là bình phương của sai lệch so với trị số mong muốn: $y = \sigma_h^2$. Đại lượng y qua cơ cấu điều khiển (CCDK) và mạch hiệu chỉnh (HC) để động cơ thay đổi vị trí trục cán. Đặc tính cực trị này có dạng cực tiểu. Trị số tối ưu x^* tùy thuộc tác động của nhiều (đặc tính cơ học, nhiệt độ, độ tán ban đầu σ_{11}^2 của phôi) và có thể thay đổi trong quá trình cán. Trong hệ này ngoài quán tính của động cơ, cần tính đến độ trễ phụ thuộc tốc độ của phôi.

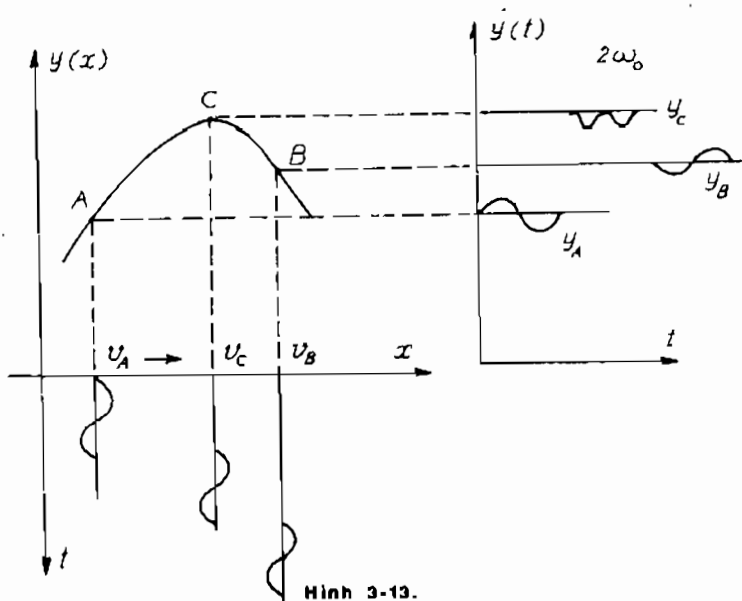
III.2.2 HỆ CỰC TRI XÂY DỰNG THEO PHƯƠNG PHÁP TÁCH SÓNG ĐỒNG BỘ

Ở hình 3.12 có sơ đồ khối của hệ cực trị xây dựng theo phương pháp tách sóng đồng bộ. Đối tượng là một khâu phi tuyến tính có cực đại chẳng hạn và không có quán tính trong trường hợp giản đơn. Cơ cấu tách sóng đồng bộ (TSDB) gồm có cơ cấu nhân và bộ lọc



Hình 3-12.

(L). Cơ cấu chấp hành (CH) được mô phỏng bằng khâu tích phân. Trên h.3-12 - v_{th} là tín hiệu thử (tín hiệu tìm) và v_l - tín hiệu tựa. Trong trường hợp không có quán tính ở ĐTDK, v_{th} và v_l là như nhau, ví dụ dùng sóng điều hòa:



Hình 3-13.

$$v_{th} = v_t = X_m \sin \omega_0 t \quad (3-2)$$

Nguyên tắc hoạt động được giải thích theo h.3-13.

Ở điểm làm việc A, tín hiệu $y(t)$ cùng pha với tín hiệu thử. Ở điểm làm việc B - ngược pha và điểm C (điểm cực đại) tín hiệu $y(t)$ có tần số gấp đôi $2\omega_0$. Đó là những thông tin quan trọng làm cơ sở để xây dựng hệ cực trị.

Theo chuỗi Taylo, tại điểm làm việc $x = v$ với biên độ X_m bé ta có

$$\begin{aligned} y(v + X_m \sin \omega_0 t) &= y(v) + \left. \frac{\partial y}{\partial x} \right|_{x=v} X_m \sin \omega_0 t + \\ &+ \frac{1}{2} \left(\left. \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} \right|_{x=v} \right) (X_m \sin \omega_0 t)^2 + \dots \end{aligned} \quad (3-3)$$

và biên độ của sóng bậc một ở đầu ra của đối tượng tỷ lệ với đạo hàm dy/dx ở điểm làm việc. Bộ lọc có chức năng dập tắt các sóng bậc cao, chỉ còn lại sóng bậc một, sóng bậc một tỷ lệ với $grady$.

Nếu đặc tính $y(x)$ là hàm bậc hai:

$$y(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2,$$

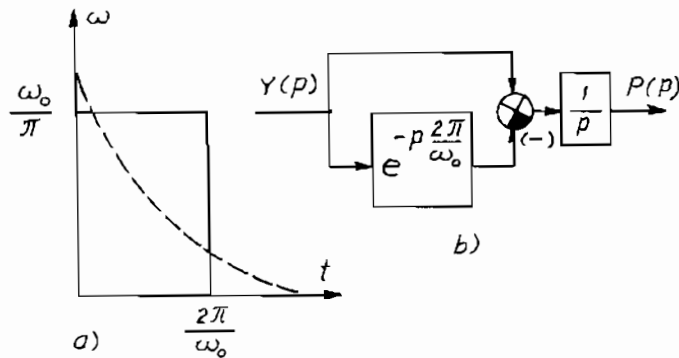
thì biên độ sóng bậc một ở đầu ra của đối tượng điều khiển:

$$\begin{aligned} Y_{1m} &= - \int_{-\frac{\pi}{2\omega_0}}^{\frac{\pi}{2\omega_0}} y(v + X_m \sin \omega_0 t) \sin \omega_0 t dt = \\ &= X_m (a_1 + 2a_2 v) = X_m \left. \frac{\partial y}{\partial x} \right|_{x=v} \dots \end{aligned} \quad (3-4)$$

tỷ lệ với $\nabla_x y$. Do đó phương pháp này gọi là phương pháp tách sóng đồng bộ.

Cơ cấu tách sóng đồng bộ là một bộ nhân để thực hiện nhân $y(t)$ với tín hiệu

tựa $v_t(t)$ và bộ lọc để lấy trị số trung bình. Bộ lọc lý tưởng có hàm trọng lượng như ở đường đậm nét trên h.3-14a, thực hiện theo sơ đồ khối ở h.3-14b. Độ trễ đơn thuần chỉ được thực



Hình 3-14.

hiện bằng kỹ thuật số. Đường đứt nét trên h.3-14a là hàm trọng lượng của bộ lọc được thực hiện bằng một khâu quán tính bậc 1.

Nguyên tắc hoạt động của hệ cực trị được giải thích như sau:

Ở điểm làm việc A (h.3-13) tín hiệu y_A cùng pha với tín hiệu tựa v_t , ở đầu ra của bộ nhân là hai nửa chu kỳ dương $Z(t)$, bộ lọc lý tưởng sẽ cho tín hiệu p là trị số hàng dương. Do đó cơ cấu chấp hành - một khâu tích phân - sẽ có tín hiệu ở đầu ra:

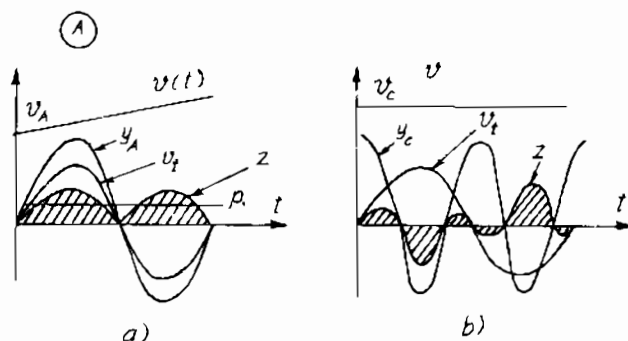
$$v(t) = \int_0^t p_0 dt = p_0 t \Big|_0^t,$$

và khi đóng công tắc K (h.3-12) thì $v(t)$ sẽ từ trị số v_A chuyển động theo hướng tiến đến cực trị - điểm C. Quá trình sẽ ngược lại nếu hệ làm việc ở điểm B.

Ở điểm làm việc C (h.3-15b) ở đầu ra của bộ nhân, tín hiệu $Z(t)$ sẽ tạo thành, cùng với trục thời gian, những diện tích bằng nhau và khác dấu từng đôi một (gạch sọc trên h.3-15), do đó trị số trung bình p bằng không và vị trí điểm làm việc vẫn không thay đổi khi đóng K vì đó là chế độ tối ưu của hệ cực trị.

Ở hệ cực trị có 2 quá trình xảy ra: *quá trình cơ bản* là quá trình tiến đến cực trị và *quá trình tìm* là quá trình xác định hướng phát triển của quá trình cơ bản. Ở đây quá trình xác định hướng phát triển được thực hiện theo phương pháp tách sóng đồng bộ còn quá trình tiến đến cực trị (khi đóng công tắc K) được thực hiện theo phương pháp gradient. Sau này, sẽ không đi sâu vào việc khảo sát từng hệ mà chỉ đề cập đến các phương pháp khác nhau để xác định grady và các phương pháp chuyển động đến cực trị. Kết hợp từng đôi một, ta có những hệ cực trị khác nhau.

Khi đôi tượng điều khiển ngoài đặc tính cực trị còn có thành phần quán



Hình 3-15.

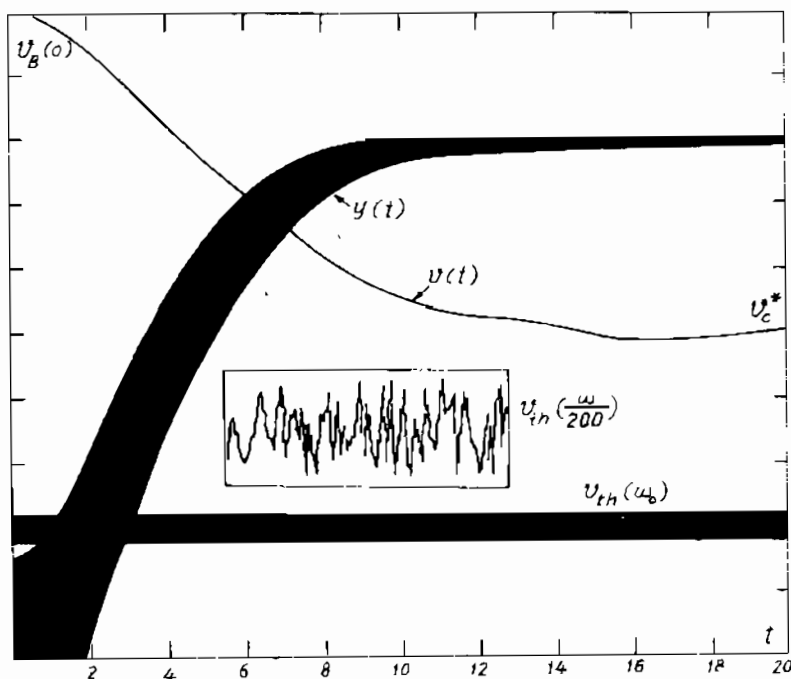
tính, tín hiệu đầu ra của đôi tượng $y(t)$ sẽ dịch pha so với tín hiệu thứ một góc $\varphi(\omega_0)$, do đó ở đầu ra của bộ lọc của bộ tách sóng:

$$p(t) = X_m \frac{\partial y}{\partial x} \cos \varphi(\omega_0). \quad (3-5)$$

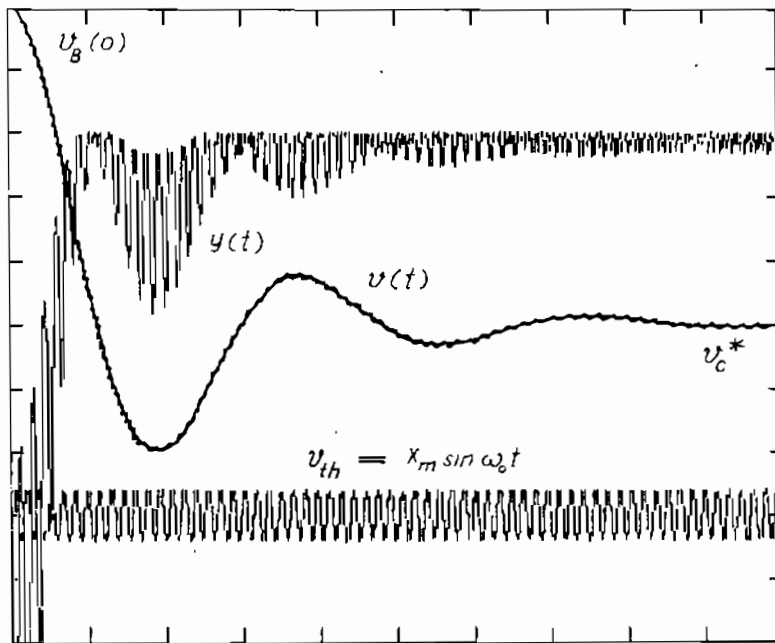
Nếu góc dịch pha ấy lớn hơn 45° thì chuyển động sẽ theo hướng ngược lại so với hướng đến cực trị và hệ sẽ không làm việc được. Do vậy khi có quán tính, trước khi đưa vào bộ tách sóng đồng bộ, tín hiệu từ máy phát sóng tìm sẽ qua cơ cấu dịch pha để tín hiệu tựa cũng có góc dịch pha như tín hiệu $y(t)$ tốt nhất là bằng $\varphi(\omega_0)$. Trong trường hợp góc dịch pha không thể xác định được, người ta dùng một mạch thích nghi khác, xây dựng theo phương pháp giải tích chẳng hạn để nhận dạng và tự động chỉnh định góc dịch pha.

Trong ví dụ trên, bộ tách sóng đồng bộ, tín hiệu phát sóng tìm đều có thông số tối ưu của nó như biên độ, tần số của sóng thử, hệ số khuếch đại và hằng số thời gian của bộ lọc. Những mạch thích nghi có thể được xây dựng để tự động chọn thông số tối ưu của chúng nhằm nâng cao hiệu ứng của hệ [32]

Tín hiệu
phụ (tín
hiệu tìm, tín
hiệu thử) ở
hệ cực trị có
thể là
những dạng
sóng khác
nhau như
các xung
rang cửa,
xung chữ
nhật v.v...
và cũng có
thể là
những nhiễu
ngẫu nhiên
đo được
trong quá



Hình 3-16.

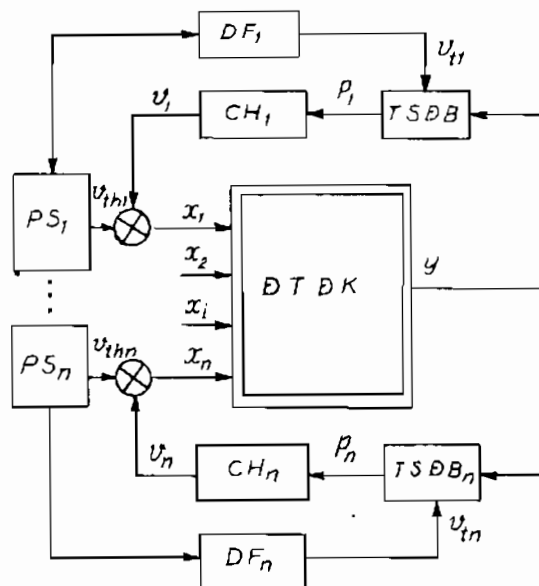


Hình 3-17.

trình làm việc. Trong trường hợp ấy máy phát sóng đồng bộ sẽ thực hiện chức năng của cơ cấu xác định hàm tương quan của sóng đầu vào và đầu ra của đối tượng:

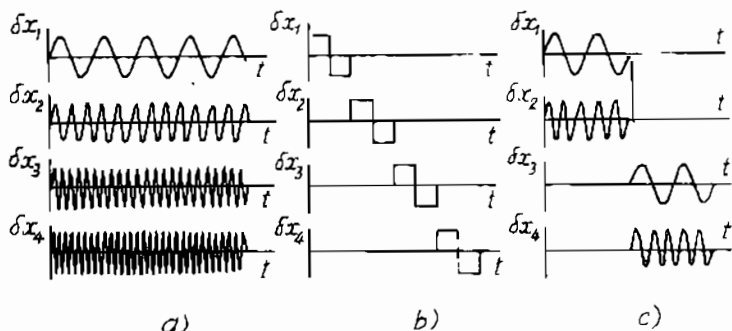
$$\partial y / \partial x = k R_{xy}(\tau) \quad (3-6)$$

Trên h.3-16 là kết quả mô hình hóa hệ cực trị trên máy tính với sóng tìm v_{th} là ngẫu nhiên. Để dễ quan sát, ở h.3-16 còn có tín hiệu ngẫu nhiên với "tần số"



Hình 3-18.

trung bình giảm đi 200 lần. Trên h.3-16 còn có tín hiệu $v(t)$ từ vị trí ban đầu ở điểm B (bên phải cực trị) tiến đến cực trị - điểm C (so sánh với h.3-13). Ở h.3-17 có các đặc tính trên với tín



Hình 3-19.

hiệu tìm là sóng điều hòa (3-2). So sánh $y(t)$ với v_{th} có thể thấy phạm vi cùng pha, ngược pha và tần số gấp đôi của $y(t)$ so với sóng tìm v_{th} .

Phương pháp tách sóng đồng bộ có khả năng chống nhiễu tốt nên thông dụng. Phương pháp này có thể dùng để chỉnh định thông số tối ưu cho hệ nhiều thông số đầu vào như ở h.3-18. Mỗi kênh sẽ làm việc với tần số riêng với máy phát sóng PS_i tạo sóng tương ứng và bộ dịch pha DF tương ứng. Cũng có thể dùng tín hiệu lệch nhau theo thời gian (h.3-19b) hay kết hợp cả 2 phương pháp (hình 3-19c) nhằm giảm số lượng nguồn phát sóng. Do đó nếu sử dụng được nhiều ngẫu nhiên thì hệ sẽ được đơn giản nhiều nhưng tốc độ tìm được cực trị sẽ chậm.

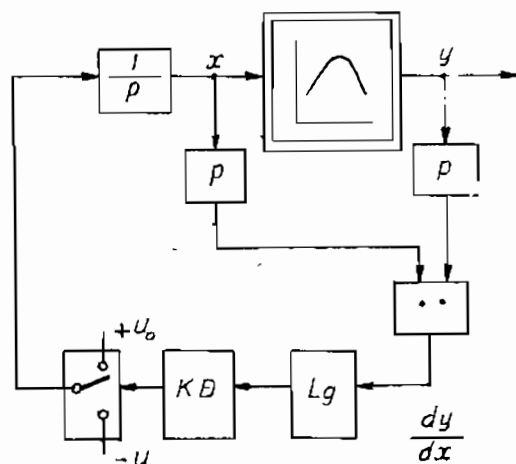
III.2.3. CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH GRADIENT VÀ CHUYỂN ĐỘNG ĐẾN CỰC TRỊ

III.2.3.1. Các phương pháp xác định gradient của hàm mục tiêu

1. Phương pháp đạo hàm theo thời gian

Gradient của hàm mục tiêu có thể xác định theo:

$$\text{grad}_y = \frac{dy}{dx} = \frac{dy/dt}{dx/dt}, \quad (3-7)$$



Hình 3-20.

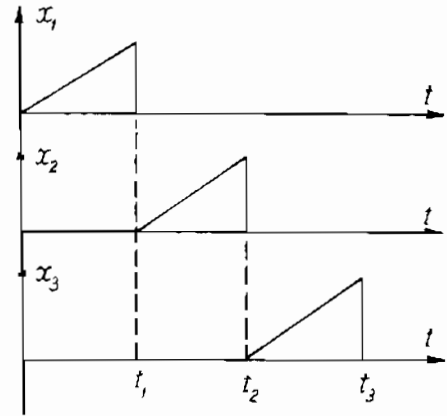
bằng cách dùng các bộ vi phân ở đầu vào x và đầu ra y của đối tượng. Phần tử logic L_p (h.3-20) xác định dấu của đạo hàm, từ khuếch đại KD và cơ cấu chuyển đổi sẽ đưa tín hiệu $\pm u_0$ vào cơ cấu chấp hành.

Nếu có nhiều đầu vào có thể dùng các hàm tuyến tính lần lượt đưa vào từng kênh như trên h.3-21

Dao hàm toàn phân có dạng:

$$\frac{dy}{dt} = \frac{\partial y}{\partial x_1} \frac{dx_1}{dt} + \dots + \frac{\partial y}{\partial x_n} \frac{dx_n}{dt}$$

Ở mỗi thời điểm chỉ có một kênh có giá trị vi dụ ở:



Hình 3-21.

$t_1 \leq t \leq t_2$ có

$$\frac{dx_1}{dt} = \frac{dx_3}{dt} = 0 ; \frac{dx_2}{dt} = b_2 \quad (3-8)$$

Thay thế (3-8) vào (3-7):

$$\frac{dy}{dt} = \left(\frac{\partial y}{\partial x_2} \right) b_2 \quad (3-9)$$

Như vậy bằng cách đo đạo hàm theo thời gian của hàm mục tiêu, có thể xác định đạo hàm riêng tương ứng.

Phương pháp này giản đơn nhưng tốn nhiều thời gian tìm và rất nhạy cảm đối với nhiễu do dùng các khâu vi phân.

2. Phương pháp tách sóng đồng bộ (đã khảo sát ở mục III.2.2).

III.2.3.2. Các phương pháp chuyển động đến cực trị

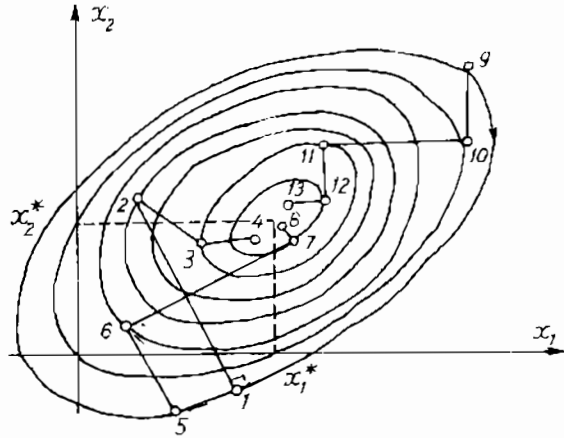
Sau khi xác định đạo hàm riêng biết hướng và đại lượng gradient, hệ thực hiện quá trình cơ sở - quá trình chuyển động đến cực trị. Dưới đây là một số phương pháp chuyển động đến cực trị riêng biệt với quá trình xác định gradient

1. Phương pháp gradient

Ở phương pháp này bước chuyển động tỷ lệ với gradient:

$$\Delta x = a \text{ grad}y(x), \quad (3-10)$$

trong đó, a - hệ số. Ở mỗi kênh bước chuyển động tỷ lệ với đạo hàm riêng tương ứng. Trên mặt phẳng 2 thông số điều khiển ở h.3-22 có các đường đồng mức - đường cong cùng trị số y . Nếu cực trị là cực đại thì đường trong có trị số hàm mục tiêu lớn hơn đường ngoài nó. Ở h.3-22 còn có quỹ đạo tìm cực trị của phương pháp gradien: quỹ đạo 1 - 2 - 3 - 4. Ở mỗi điểm, đầu tiên xác định gradien rồi sau đó bước chuyển động 1 - 2, 2 - 3, 3 - 4. Hướng chuyển động theo gradien là hướng vuông góc với tiếp tuyến của đường đồng mức tại điểm xuất phát và bước chuyển động tỉ lệ với trị số tuyệt đối của gradien đã được xác định.



Hình 3-22.

Ở ví dụ của hệ tách sóng đồng bộ trong mục III.2.2, chuyển động đến cực trị thực hiện theo phương pháp gradien.

2. Phương pháp nâng (hạ) nhanh

Theo phương pháp này, chuyển động được thực hiện theo hướng gradien nhưng độ dài của bước chuyển động không phụ thuộc môđun của gradien mà phụ thuộc vào điều kiện đạt cực trị theo hướng grad nghĩa là đến khi bắt đầu tiếp xúc với một đường đồng mức nào đó. Trên h.3-22 chuyển động theo phương pháp nâng (hạ) nhanh là chuyển động theo quỹ đạo 5-6-7-8.

3. Phương pháp tối ưu hóa theo tọa độ (Gaus - Zeiden)

Phương pháp này thường dùng ở các hệ tối ưu nhiều thông số đầu vào với các bộ điều chỉnh cực trị một biến. Trường hợp này chỉ một thông số thay đổi cho đến khi đạt cực trị theo thông số ấy trong khi các thông số khác cố định. Sau đó thay đổi thông số thứ hai v.v... Quỹ đạo chuyển động theo phương

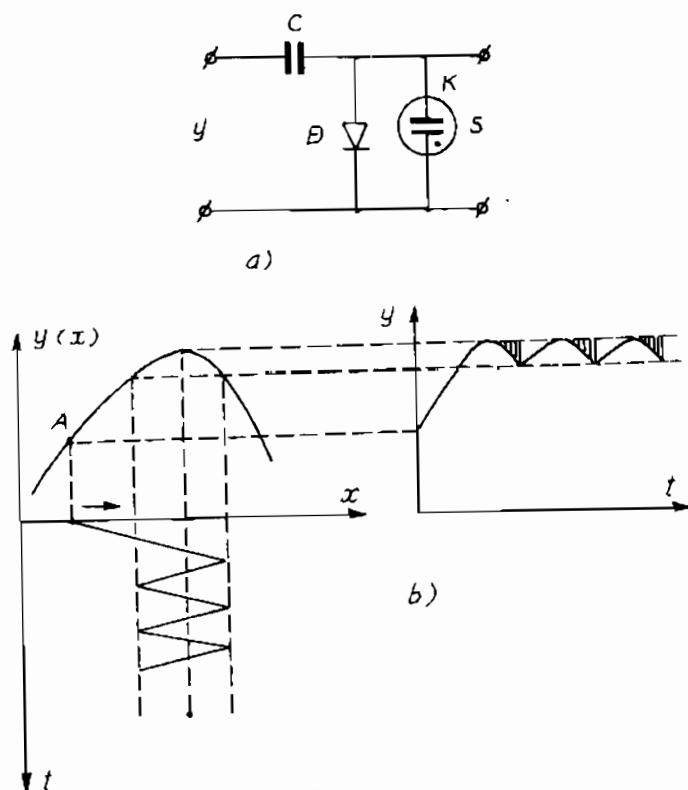
pháp tối ưu hóa theo tọa độ ở h.3-22 là 9-10-11-12-13.

Sơ bộ so sánh cả ba phương pháp trên, ta thấy phương pháp nâng (hạ) nhanh có số bước chuyển động ít nhất trong cùng một điều kiện. Phương pháp tối ưu hóa theo tọa độ đòi hỏi nhiều thời gian hơn để đến cực trị khi số lượng thông số lớn.

III.2.3.3. Các phương pháp thực hiện đồng thời hai quá trình

1. Phương pháp ghi nhớ cực trị

Cơ cấu ghi nhớ cực trị có thể được thực hiện bằng các linh kiện điện tử đơn giản như ở h.3-23a. Khi có lệnh tăng x , qua diốt D , tụ C được nạp. Khi $y(t)$ vượt khỏi trị số cực đại, $y(t)$ bắt đầu giảm. Lượng chênh lệch ngày càng tăng ấy sẽ được đặt trên diốt D vì điện trở ngược lớn. Lượng chênh lệch tương ứng với vùng gạch sọc ở h.3-23. Do đó có tên là phương pháp ghi nhớ cực trị. Khi đạt đến trị số ngưỡng của đèn K (ngưỡng S là trị số tối đa để đèn



Hình 3-23.

ngắn mạch diốt D) cơ cấu chấp hành cho lệnh đảo chiều chuyển động, đại lượng $y(t)$ lại tăng, tụ lại nạp. Khi $y(t)$ vượt quá trị số cực đại, lượng chênh lệch so với cực trị tăng dần và so sánh với ngưỡng S của đèn v.v... Cứ thế hệ sẽ luôn ghi nhớ và bám theo cực trị.

2. Phương pháp bước

Sau khi thực hiện một bước Δx_K , hệ sẽ đo thông số ở đầu ra y_k và so sánh

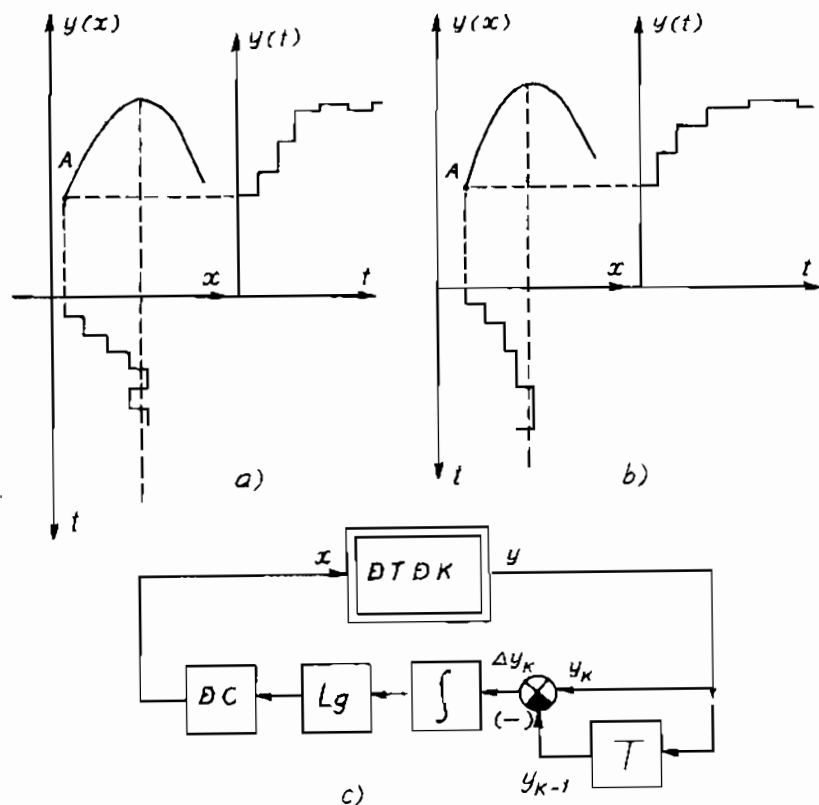
với trị số trước đó y_{K-1} đã được ghi vào bộ nhớ. K là số thứ tự của bước được thực hiện.

Tùy thuộc vào dấu của $\Delta y_K = y_K - y_{K-1}$ mà bước tiếp theo Δx_{K+1} sẽ được thực hiện theo hướng cần thiết.

Nếu cực trị là cực đại thì:

$$x_{K+1} = c \operatorname{sign}(\Delta y_K), \quad (3-11)$$

mà c là giá trị của bước. Trên h.3-24a là các biểu đồ của trường hợp bước cho trước, không phụ thuộc tính chất của đối tượng. Ở h.3-24b, tần số của bước được xác định bởi độ dốc của đặc tính cực trị. Càng gần cực trị, độ dốc càng bé hơn và tần số của bước cũng giảm. Sơ đồ khối của hệ trên h.3-24c. Đại lượng $\Delta y_K = y_K - y_{K-1}$ được thực hiện nhờ cơ cấu so sánh và phần tử trễ T . Khâu tích phân nối tiếp với phần tử logic (L_g) điều khiển động cơ bước



Hình 3-24.

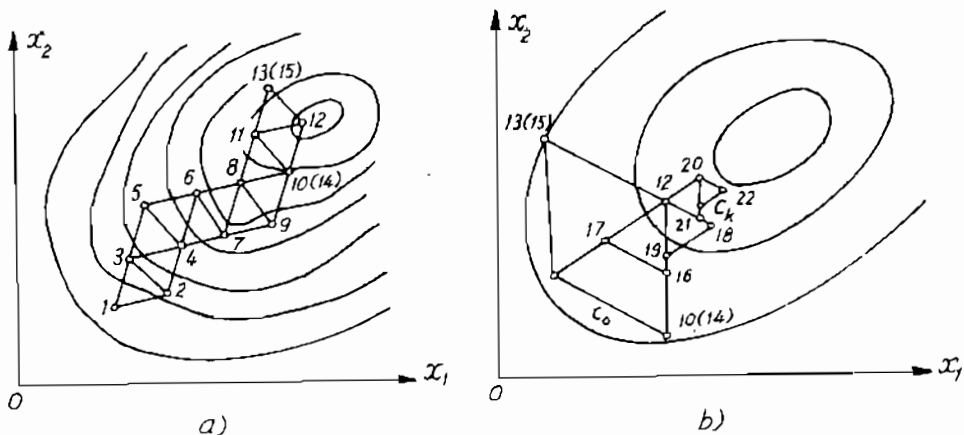
thực hiện chuyển động theo quy luật sau:

$$\Delta x_K = \begin{cases} +c & \text{nếu } \int_{T_{K-1}}^{T_K} \Delta y_K dt > \delta \\ -c & \text{nếu } \int_{T_{K-1}}^{T_K} \Delta y_K dt < -\delta \end{cases} \quad (3-12)$$

δ là ngưỡng tác động của phần tử logic. Càng xa cực trị Δy_K càng lớn và $(T_K - T_{K-1})$ càng bé, bước càng dày hơn. Khi gần cực trị, Δy_K càng bé, ảnh hưởng của nhiễu càng lớn, nhưng thời gian lấy tích phân cũng càng lớn, và khả năng chống nhiễu càng tốt.

3. Phương pháp đơn hình

Trên mặt phẳng hai thông số, đơn hình được thể hiện bằng tam giác đều cạnh (trường hợp một thông số - những đoạn thẳng, ba thông số biến đổi - đơn hình là những hình thập 4 đỉnh, mỗi mặt là tam giác đều). Trên h.3-25a tọa độ của mỗi điểm 1, 2, 3 được xác định sao cho các cạnh bằng nhau và ứng với chúng các tọa độ $y_1(x_{11}, x_{21})$, $y_2(x_{12}, x_{22})$ và $y_3(x_{13}, x_{23})$ được đo và so sánh với nhau. Nếu cực trị là cực đại thì đại lượng bé nhất sẽ bị loại trừ và trạng thái mới sẽ được tạo nên bằng cách "lật" tam giác 1, 2, 3 quanh trục 2, 3 để loại trừ điểm 1. Cứ thế hệ sẽ tiến đến cực trị. Ở vị trí 11, 12, 13 có trạng thái dao động và các tam giác luôn lật quanh trục 11, 12 như h.3-25a. Để tăng độ chính xác khi có dao động lớn quanh cực trị, có thể giảm nửa các cạnh của tam giác trong quá trình tiến đến cực trị như ở h.3-25b.



Hình 3-25.

III.2.3.4. Phương pháp tìm khi có nhiều cực trị

Trong nhiều trường hợp đặc tính đối tượng $y(x_1, \dots, x_n)$ có nhiều cực trị, cần xác định cực trị toàn bộ thì người ta thường dùng phương pháp "tìm mù" hay "quét". Nội dung là tuần tự "xem xét" các vùng G có thể với thời gian và tốc độ sao cho phát hiện được cực trị cần tìm. Nếu kích thước (thể tích) của tất cả các vùng cần quét là $G = L^n$, kích thước vùng cực trị toàn bộ là $g_m = l^n$ thì tổng thời gian quét là:

$$T_q = \Delta T \left(\frac{L}{l} \right)^n,$$

trong đó ΔT là thời gian một lần đo, n là số chiều của véc tơ thông số. Thời gian ấy quá lớn nên người ta kết hợp cả hai phương pháp - phương pháp quét kết hợp với phương pháp gradien. Phương pháp quét chỉ thực hiện tìm vùng và trong mỗi vùng phương pháp gradien nhanh chóng tìm cực trị (h.26). Thời gian quét sẽ là:

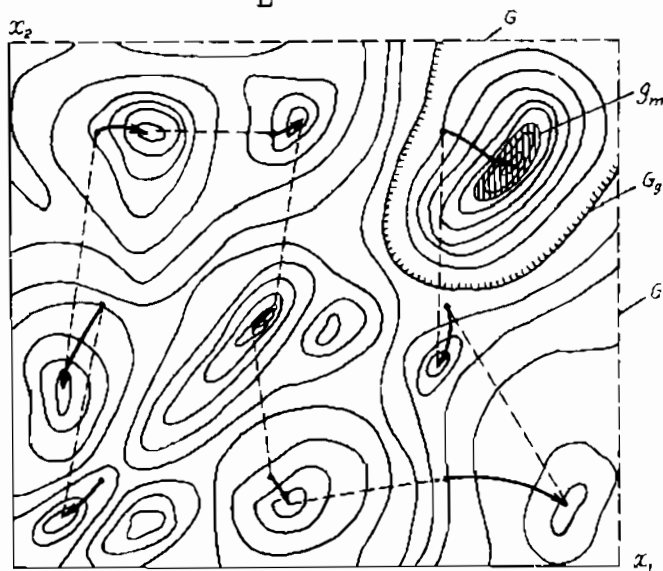
$$T_{q1} = T_q \left(\frac{1}{L'} \right)^{n-1}.$$

trong đó L' là vùng có cực trị toàn bộ.

Khi vùng cực trị là những đỉnh nhọn ($\frac{1}{L'} \ll 1$) thì thời gian tìm sẽ giảm

nhieu. Chú ý là phương pháp gradien liên tục có khả năng tìm cực trị trong trường hợp mặt cực trị có hình máng, hình yên ngựa mà phương pháp bước không khác phục được.

Các hệ cực trị dung tín hiệu phụ để tìm chỗ độ tối ưu, nói chung là đơn giản trong thực



Hình 3-26.

hiện, nhưng thời gian tìm cực trị tương đối lâu. Hơn nữa, khi bản thân đặc tính cực trị "trôi" nhanh (như ở hệ khoan thăm dò, khi sự thay đổi độ rắn của đất đá quá nhanh) hơn là tốc độ tìm thì sẽ không tìm được chế độ tối ưu.

Người ta thường kết hợp với phương pháp giải tích để nâng cao chất lượng của hệ thích nghi loại này.

III.2.4 ĐỘNG HỌC HỆ CỰC TRI

III.2.4.1. Phương pháp khảo sát động học hệ cực trị

Ở hệ cực trị dùng tín hiệu phụ, trong quá trình làm việc luôn có dao động quanh cực trị, đôi khi có dạng phức tạp. Dao động ấy có thể là tự dao động hay dao động cưỡng bức. Dao động cung cấp cho hệ thống tín tức về vị trí làm việc của nó đối với cực trị. Chênh lệch so với cực trị do dao động gây nên ở chế độ xác lập gọi là *tổn thất tìm*.

Hệ cực trị là hệ phi tuyến. Đối với những hệ này, có thể dùng các phương pháp khảo sát động học các hệ phi tuyến nói chung, như phương pháp mặt phẳng pha hay phương pháp tuyến tính hóa điều hòa.

Trong một số trường hợp, khâu phi tuyến tính của đối tượng cùng với cơ cấu xác định gradien nối tiếp nhau, bù trừ nhau và hệ cực trị tương đương với một hệ tuyến tính.

Ví dụ, khi đặc tính tĩnh $y(x)$ của đối tượng có dạng:

$$y = bx^2$$

Cơ cấu xác định gradien có chức năng xác định:

$$\frac{dy}{dx} = 2bx.$$

Như vậy tương đương với hai khâu này là một khâu tuyến tính có hệ số khuếch đại bằng $2b$ như trên h.3-27a và b.

Trong thực tế, ở trạng thái xác lập, hệ làm việc ở vùng cực trị nên có thể xấp xỉ đặc tính tĩnh $y(x)$ vùng gần cực trị bằng hàm bậc hai nên giả thiết trên là có cơ sở.

Đặc điểm quan trọng nữa là trong vùng cực trị tần số của tín hiệu ra $y(t)$ gấp đôi tần số của tín hiệu tìm ở đầu vào. Do đó khi dùng phương pháp tuyến tính hóa điều hòa để khảo sát, cần quy đổi góc lệch pha theo quy tắc:

$$\varphi(\omega) = 2\varphi\left(\frac{\omega}{2}\right). \quad (3-13)$$

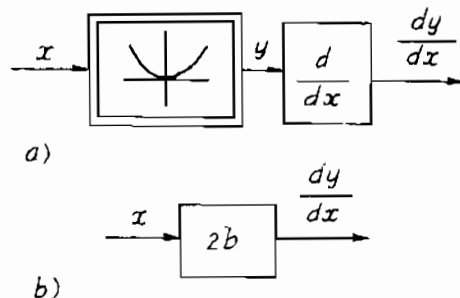
Vì rằng, như ở h.3-28, góc lệch pha của dao động có tần số $\frac{\omega}{2}$ đối với dao động có tần số ω là $\varphi(\omega) = \frac{\pi}{2}$; còn ngược lại khi tính góc của ω so với $\frac{\omega}{2}$ ta dùng biểu thức:

$$\varphi\left(\frac{\omega}{2}\right) = \frac{\pi}{4}.$$

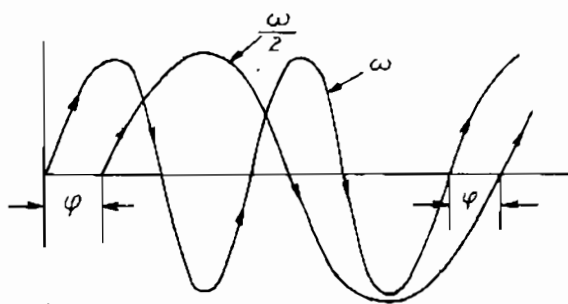
Góc lệch pha của các dao động có tần số là bội số của nhau được xác định bằng khoảng cách gần nhất của hai dao động cùng chiều như h.3-28.

Như đã nêu ở phần đầu của chương này, do tác động của nhiễu ngẫu nhiên mà đặc tính cực trị của đối tượng có thể thay đổi. Vì vậy cần khảo sát hệ thống khi có tác động của nhiễu ngẫu nhiên, xác định thông số và cấu trúc của thiết bị điều khiển để hệ thống luôn làm việc ở chế độ tối ưu.

Nhiều có thể tác động ở đầu vào hay đầu ra của đối tượng. Nhiều đầu vào làm trôi đặc tính cực trị. Nhiều đầu ra làm cho chuyển động có thể lạc hướng hay giảm độ chính xác điều khiển.



Hình 3-27.



Hình 3-28.

III.2.4.2. Ví dụ khảo sát hệ cực trị

Ví dụ 1. Ứng dụng phương pháp mặt phẳng pha

Hãy khảo sát hệ cực trị gồm có:

Đối tượng điều khiển:

$$y = -K_1 S^2, \quad (3-14)$$

$$T_1 \frac{dS}{dt} + S = v. \quad (3-15)$$

Cơ cấu chấp hành

$$\frac{dv}{dt} = K_2 Z \quad (3-16)$$

Cơ cấu xác định
gradien (dạng tổng quát)

$$Z = \psi\left(\frac{dy}{dS}\right) \quad (3-17)$$

Gradien có thể xác định theo quy luật tỷ lệ (quy luật tuyến tính) hoặc quy luật rơle (phi tuyến tính):

$$\psi\left(\frac{dy}{dS}\right) = \begin{cases} \frac{dy}{dS} \\ \text{sign}\left(\frac{dy}{dS}\right) \end{cases} \quad (3-17a)$$

$$(3-17b)$$

Từ các phương trình (3-14)- (3-17):

$$T_1 \frac{d^2 S}{dt^2} + \frac{dS}{dt} = K_2 \psi\left(\frac{dy}{dS}\right). \quad (3-18)$$

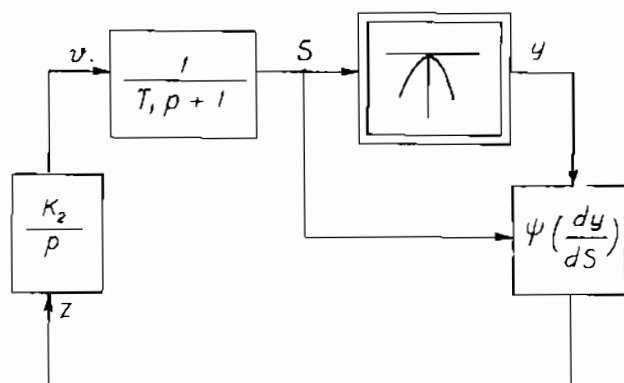
Ta khảo sát hệ trên với cả hai trường hợp bằng phương pháp mặt phẳng pha với hệ tọa độ S và dS/dt .

a. Trường hợp tuyến tính

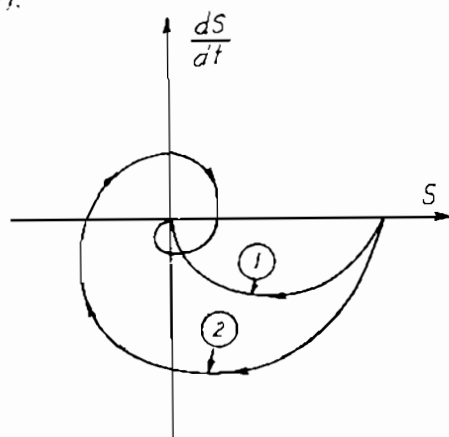
$$\psi\left(\frac{dy}{dS}\right) = \frac{dy}{dS} = -2K_1 S \quad (3-19)$$

Từ phương trình (3-18) và (3-19):

$$T_1 \frac{d^2 S}{dt^2} + \frac{dS}{dt} + 2K_1 K_2 S = 0. \quad (3-20)$$

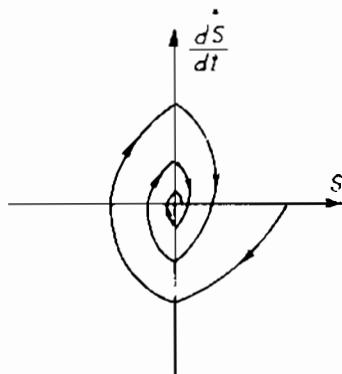


Hình 3-29.



Hình 3-30.

Quỹ đạo pha có dạng như ở h.3-30. Nếu $K_1 K_2$ bé thì quá trình mang tính chất không chu kỳ (đường 1). Khi $K_1 K_2$ lớn, chuyển động mang tính chất dao động (đường 2).



Hình 3-31.

b. Trường hợp phi tuyến tính

$$\begin{aligned} \psi\left(\frac{dy}{dS}\right) &= \text{sign}\left(\frac{dy}{dS}\right) \\ &= \text{sign}(2K_1 S) = \text{sign} S. \end{aligned} \quad (3-21)$$

Phương trình (3-18) có dạng:

$$T_1 \frac{d^2 S}{dt^2} + \frac{dS}{dt} + K_2 \text{sign} S = 0. \quad (3-22)$$

Quỹ đạo pha có dạng như trên h.3-31. Quá trình luôn là quá trình dao động

Cả hai trường hợp trên đều dẫn đến trạng thái cân bằng ở cực trị.

Ví dụ 2

Hãy khảo sát chế độ tự dao động của hệ cực trị có cơ cấu ghi nhớ cực trị. Trên h.3-32, đối tượng điều khiển gồm có phần phi tuyến tính có đặc tính cực trị $S(v)$ và phần tuyến tính với hàm tuyến $W_2(p)$. Cơ cấu đo chênh lệch cực trị cũng trigơ là một khâu phi tuyến tính, xác định hướng chuyển động theo tín hiệu $\pm u_0$.

Ở điểm cực trị, tần số của tín hiệu vào được nhân đôi, do đó trên h.3-32 có thể xem phần phía trái làm việc với tần số cơ bản, còn nửa phía phải có tần số gấp đôi. Các góc dịch pha được tính theo quy tắc (3-13). Các tín hiệu S và y ở nửa phía phải có cả thành phần một chiều và xoay chiều. Các thành phần tuyến tính đồng thời làm nhiệm vụ lọc và tín hiệu ở đầu ra của chúng là:

$$v_- = W_1(j\frac{\omega}{2})u_- = |W_1(j\frac{\omega}{2})| e^{j\varphi_1(\frac{\omega}{2})} u_- \quad (3-23)$$

$$y_- = W_2(j\omega)S_- = |W_2(j\omega)| e^{j\varphi_2(\omega)} S_- \quad (3-24)$$

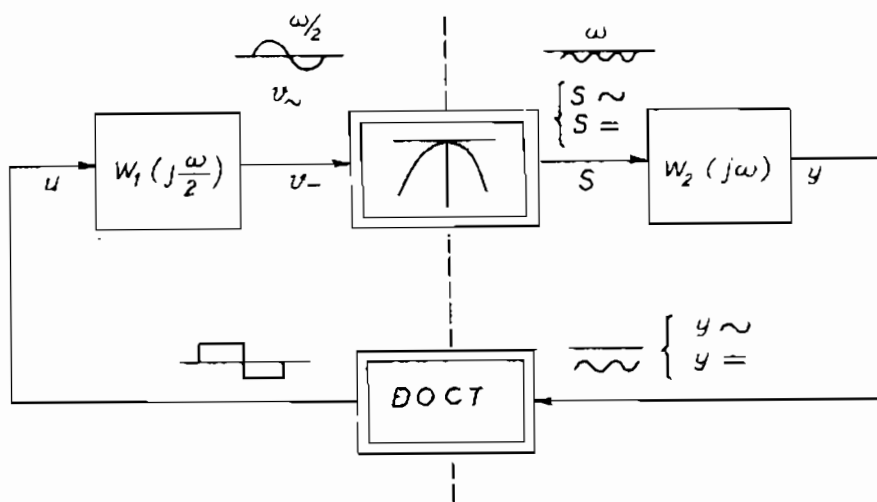
Trong đó φ_1 và φ_2 là các góc lệch pha phụ thuộc tần số $\omega/2$ và ω .

Phương trình của các phân tử phi tuyến tính như sau:

$$S = -Kv^2 \quad (3-25)$$

$$u = -K_f \text{sign}(y_- - x), \quad (3-26)$$

ở đây: $x = a_2 + x_2 = \text{const}$, được xác định bởi ngưỡng tác động của khóa đèn K ở h.3-23. Đối với các khâu phi tuyến tính, dùng phương pháp tuyến tính hóa điều hòa.



Hình 3-32.

Với tín hiệu vào:

$$v_- = a_1 \sin \frac{\omega}{2} t$$

Ở đầu ra của khâu phi tuyến có đặc tính cực trị:

$$S = -Kv_-^2 = -Ka_1^2 \sin^2 \frac{\omega}{2} = -Ka_1^2 \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{2} \cos \omega t \right),$$

trong đó thành phần một chiều được xác định bởi $S_+ = -\frac{Ka_1^2}{2}$, còn thành phần xoay chiều $S_- = K\frac{a_1^2}{2} \cos \omega t$.

Sóng bậc một qua khâu phi tuyến thứ nhất:

$$S_{1-} = \frac{Ka_1^2}{2} \sin(\omega t + \frac{\pi}{2}).$$

Hệ số tuyến tính hóa điều hòa, phụ thuộc vào biên độ a_1 là:

$$W_{FT}(a_1) = \frac{Ka_1}{2} e^{j\frac{\pi}{2}} \quad (3-27)$$

Tín hiệu $u(t)$ có dạng chữ nhật với biên độ K_r nên hệ số tuyến tính hóa điều hòa của nó ứng với khâu role 2 vị trí:

$$W_{FT}(a_2) = \frac{4K_r}{\pi a_2} e^{j(\pi - \alpha(a_2))} = \quad (3-28)$$

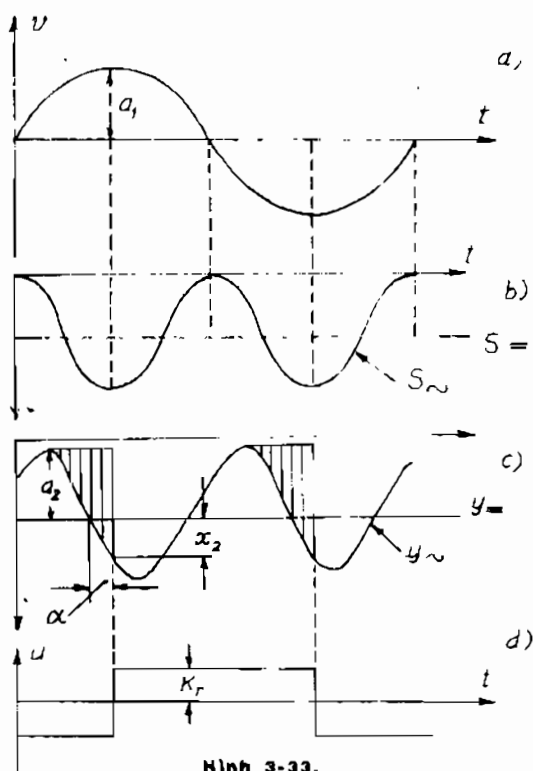
Góc α phụ thuộc biên độ a_2 được xác định theo h.3-33c như sau:

$$a_2 \sin \alpha = x_2,$$

$$\text{mà } x_2 = x - a_2$$

$$\text{nên } \sin \alpha = \frac{x - a_2}{a_2},$$

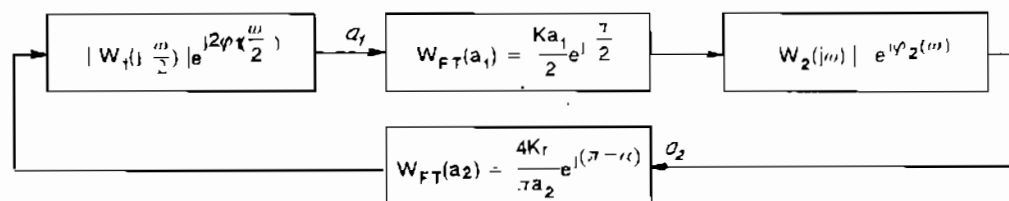
$$\text{hay } \alpha(a_2) = \arcsin \frac{x - a_2}{a_2}.$$



Hình 3-33.

Các biểu thức (3-23), (3-24), (3-27) và (3-28) cho phép vẽ sơ đồ cấu trúc của hệ đã tuyến tính hóa như ở h.3-34. Ở đây các góc dịch pha đã được quy đổi về tần số ω ứng với quy tắc (3-13).

Thông số chưa biết được là ω , a_1 , a_2 . Vì a_1 , a_2 có liên quan nhau, ta quy đổi về một biên độ.



Hình 3-34.

Thật vậy, theo h.3-34, biên độ a_1 được tính bởi:

$$a_1 = |W_{FT}(a_2)| |W_1(j\frac{\omega}{2})| a_2 = \frac{4K_r}{\pi} |W_1(j\frac{\omega}{2})|.$$

Từ đó
$$W_{FT}(a_1) = \frac{Ka_1}{2} e^{j\pi/2} = \frac{2KK_r}{\pi} |W_1(j\frac{\omega}{2})| e^{j\pi/2}.$$

Điều kiện để có dao động ổn định là:

$$|W_1(j\frac{\omega}{2})| e^{j2\varphi_1(\frac{\omega}{2})} W_{FT}(a_1) |W_2(j\omega)| e^{j\varphi_2(\omega)} W_{FT}(a_2) = -1$$

Thay thế $W_{FT}(a_1)$ vào phương trình trên:

$$\frac{2KK_r}{\pi} |W_1(j\frac{\omega}{2})|^2 e^{j2\varphi_1(\frac{\omega}{2})} e^{j\frac{\pi}{2}} |W_2(j\omega)| e^{j\varphi_2(\omega)} = -\frac{1}{W_{FT}(a_2)}.$$

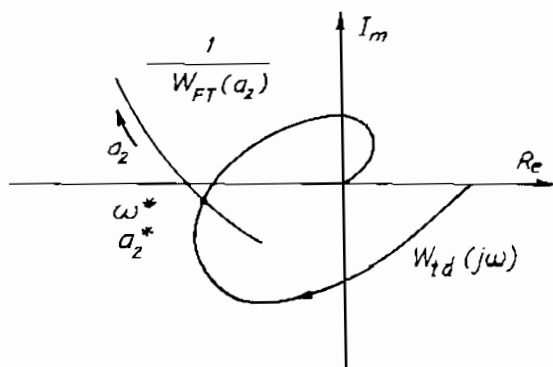
Nếu dùng đặc tính tần số tương đương:

$$W_{td}(j\omega) = \frac{2KK_r}{\pi} W_1^2(j\frac{\omega}{2}) W_2(j\omega) e^{j\frac{\pi}{2}},$$

thì điều kiện cân bằng điều hòa là:

$$W_{td}(j\omega) = -\frac{1}{W_{FT}(a_2)}$$

Để xác định tần số và biên độ tự dao động ta dùng phương pháp đồ thị như ở h.3-35. Giao điểm của hai đường cong cho ta thông số ω^* và a_2^* cần tìm (a_1^* và a_2^* liên quan nhau và đã có biểu thức quy đổi trên).



Hình 3-35.

Ví dụ 3

Hãy xác định hằng số thời gian tối ưu của bộ lọc trong cơ cấu tách sóng đồng bộ. Hệ cực trị nêu ở h.3-36a có đặc tính:

$$y = \frac{1}{2}(x - f_1)^2. \quad (3-29)$$

Nhiều f_1 là ngẫu nhiên có hàm tương quan:

$$R_{f_1}(\tau) = R_{f_1}(0)e^{-\alpha|\tau|}. \quad (3-30)$$

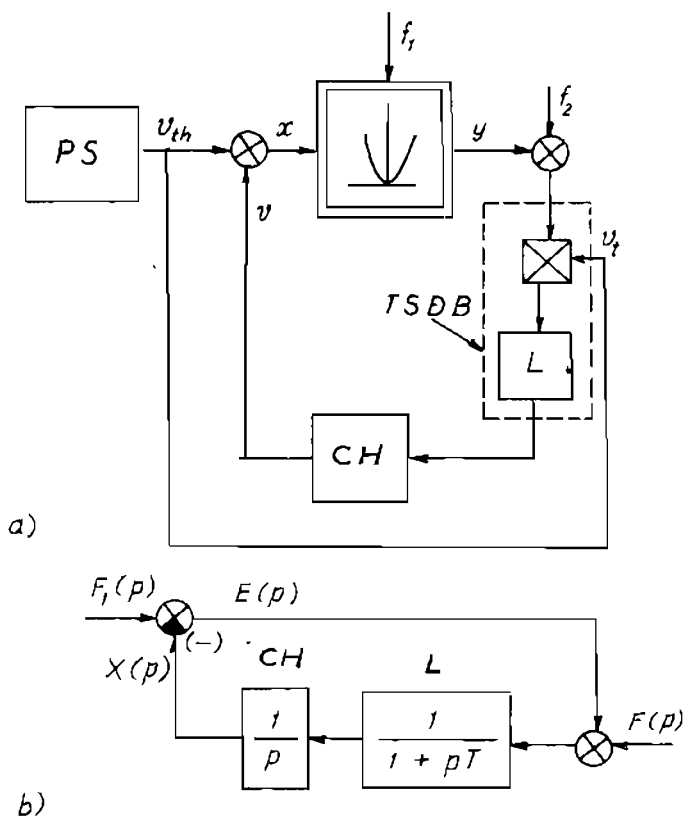
Nhiều f_2 là ồn trắng có mật độ phổ:

$$S_2(\omega) = \begin{cases} S_0 & \text{khi } \omega > \omega_2 \\ 0 & \text{khi } \omega \leq \omega_2 \end{cases} \quad (3-31)$$

Cơ cấu tách sóng đồng bộ có bộ lọc L với hàm truyền đạt:

$$W_L(p) = \frac{1}{1 + pT}.$$

Hàng số thời gian T càng lớn, nhiễu f_2 được lọc càng tốt và sai lệch do f_2 gây nên càng bé nhưng mặt khác quá trình bám cực trị mà f_1 làm trôi đặc tính càng chậm và sai lệch do f_2 gây nên lại càng lớn. Do đó bộ lọc L có hàng số thời gian tối ưu cần tìm. Sơ đồ cấu trúc như ở h.3-36b. Đối tượng điều khiển với đặc tính $y(x)$ và bộ nhân của cơ cấu tách sóng đồng bộ (TSDB) được thay thế bằng khâu tuyến tính có đặc tính $dy/dx = f_1 - x$ và thể hiện trên sơ đồ khối bằng cơ



Hình 3-36.

cấu so sánh (xem III.2.4.1). Bộ lọc là khâu quán tính ảnh hưởng đến quá trình động học và sơ đồ không có gì thay đổi. Cơ cấu chấp hành (CH) là khâu vi phân lý tưởng. Nhiễu f_2 đã được quy đổi thành:

$$f(t) = f_2(t)X_m \sin \omega_0 t,$$

vì có bộ nhân trước khi tín hiệu vào bộ lọc. Nhiễu $f(t)$ vẫn là ồn trắng, chỉ có mật độ phổ tỷ lệ với bình phương của biên độ tín hiệu tựa:

$$S_2(\omega) = \frac{X_m^2}{2} S_0, \text{ khi } \omega > \omega_0, \quad (3-32)$$

với điều kiện $\omega_0 < \omega_2$. Thành phần $\frac{X_m^2}{2}$ ở biểu thức (3-32) thể hiện sự thay đổi của mật độ phổ của f_2 khi nhân với tín hiệu tựa $X_m \sin \omega_0 t$ ở cơ cấu tách sóng đồng bộ.

Do ảnh hưởng của nhiễu mà sai lệch so với cực trị $e = f_1 - x$ mang tính chất ngẫu nhiên, và ta có thể dùng độ tán σ_c^2 làm chỉ tiêu chất lượng để khảo sát.

Với giả thiết các nhiễu f_1, f_2 không liên quan nhau, và độ tán của sai lệch gồm 2 thành phần:

$$J(T) = \sigma_c^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2, \quad (3-33)$$

ở đây σ_1^2 - độ tán do f_1 gây nên hiện tượng trôi đặc tính cực trị và σ_2^2 - độ tán do f_2 .

Độ tán σ_1^2 được xác định bởi đặc tính thống kê của nhiễu f_1 và hàm truyền

$W_1(p) = \frac{E(p)}{F1(p)}$ theo biểu thức:

$$\sigma_1^2 = \frac{1}{\pi} \int_0^\infty |W_1(j\omega)|^2 S_1(\omega) d\omega, \quad (3-34)$$

trong đó, theo h.3-36b:

$$W_1(j\omega) = \frac{j\omega(1 + j\omega T)}{j\omega(1 + j\omega T) + 1}, \quad (3-35)$$

và theo (3-30) ta xác định:

$$S_1(\omega) = \frac{2R_1(0)\alpha}{\alpha^2 + \omega^2} \quad (3-36)$$

Thay thế (3-35), (3-36) vào biểu thức (3-34) ta có:

$$\sigma_1^2(T) = \frac{2R_1(0)\alpha}{\pi} \int_0^\infty \frac{\omega^2(1 + \omega^2 T^2)}{[(1 - \omega^2 T)^2 + \omega^2](\alpha^2 + \omega^2)} d\omega;$$

$$\sigma_1^2(0) = R_1(0) \frac{\alpha}{1 + \alpha}; \quad \text{Khi } T = 0,$$

$$\sigma_1^2(\infty) = R_1(0)(1 + 1/\alpha); \quad \text{Khi } T \rightarrow \infty.$$

Đặc tính $\sigma_1^2(T)$ như đường cong 1 ở h.3-37. Cũng tương tự như trên ta xác định $\sigma_2^2(T)$:

$$\sigma_2^2 = \frac{1}{\pi} \int_0^\infty |W_2(j\omega)|^2 S_2(\omega) d\omega \quad (3-37)$$

mà
$$W_2(j\omega) = \frac{E(j\omega)}{F(j\omega)} = \frac{1}{j\omega(1 + j\omega T) + 1},$$

và $S_2(\omega)$ được xác định theo (3-32), từ đó:

$$\sigma_2^2(T) = \frac{X_m^2 S_0}{2\pi} \int_{\omega_2}^\infty \frac{1}{\omega^4 T^2 + \omega^2(1 - 2T) + 1} d\omega,$$

$$\sigma_2^2(0) = \frac{X_m^2 S_0}{4};$$

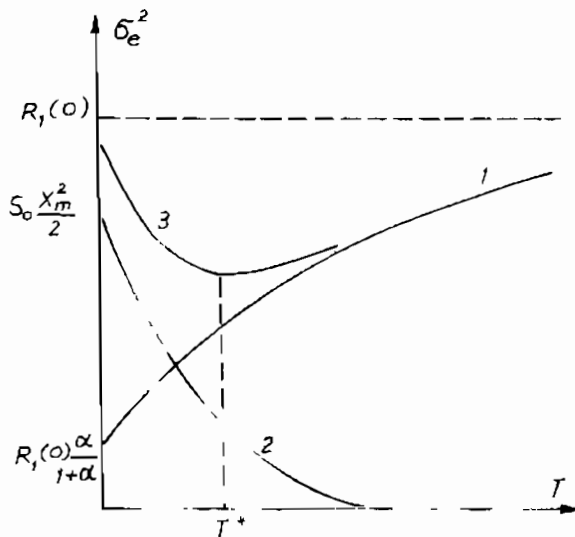
$$\text{Khi } T = 0, \omega_2 < 1,$$

$$\sigma_2^2(\infty) = 0;$$

$$\text{Khi } T \rightarrow \infty.$$

Đặc tính $\sigma_2^2(T)$ được biểu thị bằng đường cong 2 trên h.3-37.

Độ tần của sai lệch σ_c^2 là tổng của 2 thành phần (cong 1 và 2) trên hình 3-37.



Hình 3-37.

đường cong 1 và 2 ta có, đường 3 tương ứng với σ_c^2 . Hằng số thời gian tối ưu của bộ lọc xác định theo cực tiểu của đường 3 hay theo

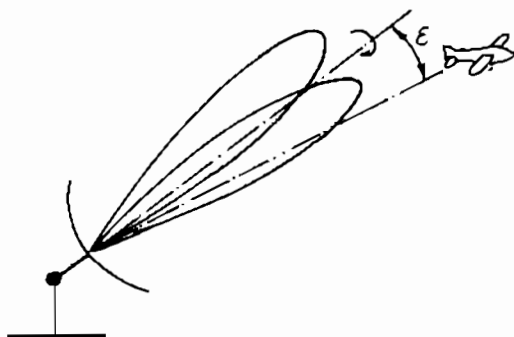
điều kiện: $\frac{d\sigma_c^2}{dT} = 0$.

III.2.5. MỘT VÀI ỨNG DỤNG HỆ CỰC TRỊ

III.2.5.1. Hệ cực trị điều khiển Rada [21]

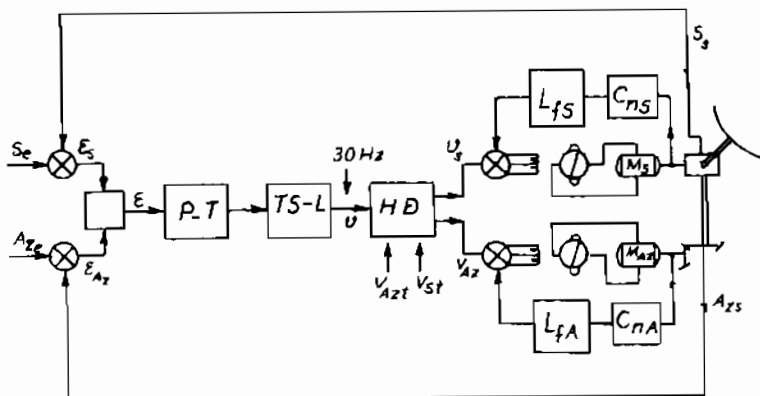
Như ở ví dụ 1 (mục III.2.1) cường độ y của rada theo góc tà x_1 và góc phương vị x_2 có cực trị là cực đại khi đạt các thông số tối ưu $y_{\max}(x_1^*, x_2^*)$ như ở h.3-38.

Vị trí của góc tà và góc phương vị được điều khiển bởi hai động cơ M_S và M_{AZ} tương ứng. Ở mỗi kênh đều có phản hồi cực bộ được thực hiện bằng cầu tốc độ và bộ lọc cao tần (C_{NS} và L_{fS} , C_{NA} và L_{fA}) như ở h.3-39. Tổ hợp phát và thu P-T của rada là bộ giải điều kép có chức năng như một la-bàn vô tuyến.



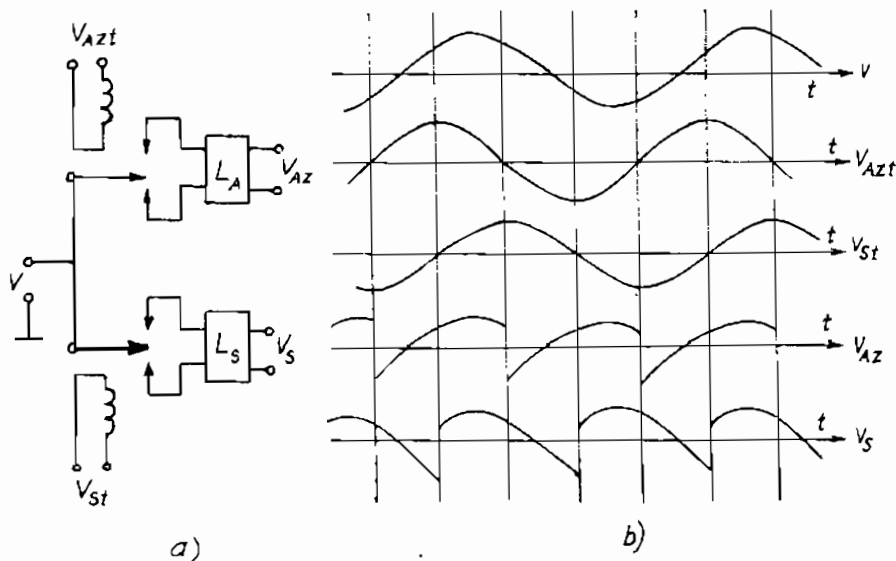
Hình 3-38.

Bộ giải điều được tuyến tính hóa bằng cách cộng thêm vào sai lệch góc ϵ , một sai lệch góc phụ dạng hình sin với biên độ không đổi, tần số 30Hz, được thực hiện bằng động cơ có tốc độ 1800 vg/ph quay anten quanh trục (h.3-38). Tần số quét này rất lớn



Hình 3-39.

so với giải thông tần của hệ thống (bé hơn 2 Hz). Động cơ này đồng thời quay một máy phát tạo nên hai điện áp tựa cho hai kênh. Hai điện áp V_{St} và V_{AZt} này được chọn sao cho chúng bằng không khi sai lệch về góc tà và góc phương vị bằng không như h.3-40. Tín hiệu đã điều biên với tần số quét 30 Hz được qua bộ tách sóng và lọc (TS-L). Điện áp ra V là điện áp xoay chiều tần số 30 Hz được điều biên, xác định bởi sai lệch góc ε . Biên độ của V tỷ lệ với trị số tuyệt đối của sai lệch góc ε và pha, tùy thuộc vào định hướng của góc sai lệch trong không gian. Điện áp này được so sánh với điện áp tựa ở bộ hoàn điệu pha (HD) để có hai điện áp tỷ lệ với hai thành phần sai lệch về góc tà và góc phương vị V_S và V_{AZ} . Chức năng cơ cấu này là cơ cấu tách sóng đồng bộ với bộ lọc L_A và L_S ở hình 3-40a. Cơ cấu chuyển đổi thực hiện chức năng của bộ nhân, thực tế là cơ cấu chuyển đổi điện từ (được thể hiện bằng 2 role để dễ hiểu) được điều khiển bởi điện áp tựa từ máy phát có động cơ kéo cùng quay trục anten để tạo tín hiệu tìm cùng tần số ở đầu vào.



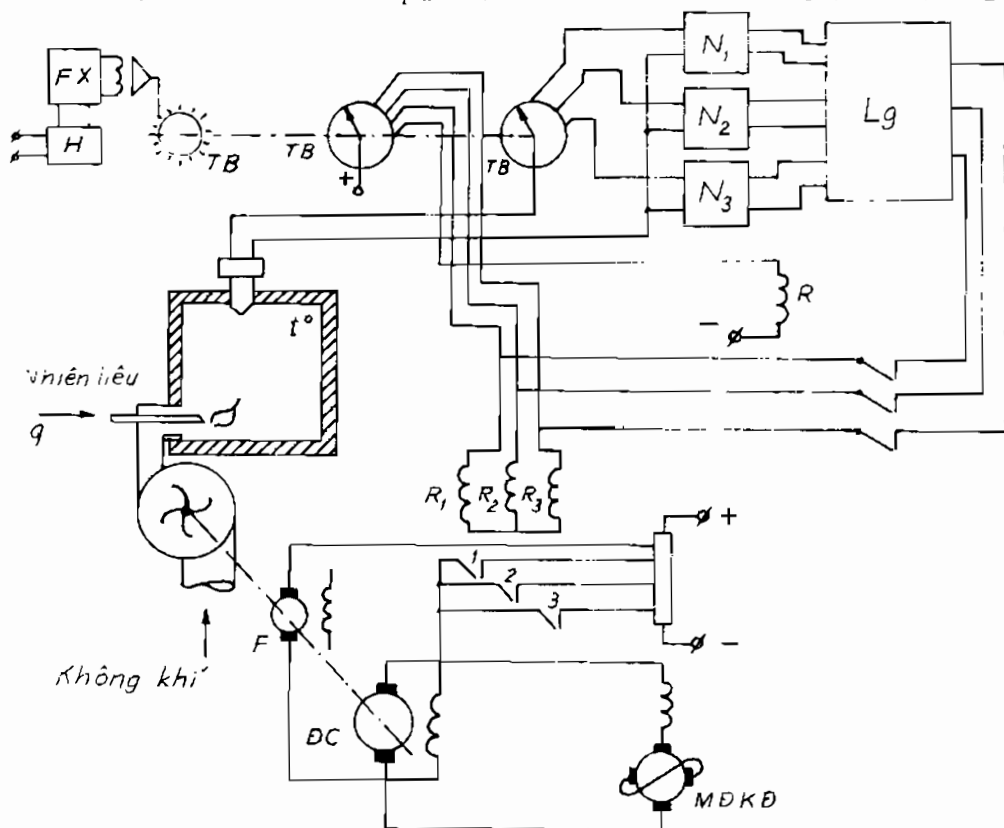
Hình 3-40.

Ở mỗi kênh, phần hồi cực bộ là phần hồi tốc độ được trộn vào nguồn kích từ của máy điện khuếch đại tương ứng còn phần hồi chính là phần hồi về góc được so sánh với vị trí thực của mục tiêu trong không gian theo tọa độ của góc tà và góc phương vị.

III.2.5.2. Hệ cực trị duy trì nhiệt độ cực đại [10]

Trong sản xuất có những đối tượng cần giữ cho nhiệt độ cao nhất như lò luyện kim, ví dụ 2 (mục III.2.1), gương mặt trời (mục III.1.1). Sơ đồ nguyên lý của hệ cực trị điều khiển nhiệt độ như ở h.3-41. Chú ý rằng nguyên lý nói chung không thay đổi trong khi các phần tử để thực hiện ngày càng được hoàn thiện hơn.

Biết rằng nhiệt độ ngọn lửa tùy thuộc vào tỷ lệ nhiên liệu - không khí, mà tỷ lệ ấy với các nhiên liệu khác nhau là khác nhau. Hệ sẽ xác định lượng không khí luôn tối ưu bằng cách thay đổi tốc độ quạt. Việc tìm chế độ tối ưu được thực hiện theo từng chu kỳ bởi đồng hồ H và máy phát xung FX làm cho bộ tìm bước TB quay, với tốc độ chậm. Tiếp điểm đầu tiên của bộ tìm bước sẽ đóng rơle R_1 , sau đó, rơle R_1 để chỉnh định tốc độ quạt có trị số nhất định. Đồng thời cơ cấu nhớ N_1 ghi lại nhiệt độ lò với tốc độ quạt tương ứng.



Hình 3-41.

Khi bộ tìm bước quay, rô le R_2 ở cơ cấu ghi nhớ N_2 ghi lại nhiệt độ ở chế độ khác của tốc độ (tiếp điểm 2 của R_2 thay đổi dòng kích từ của động cơ quay qua $\overline{DC}$). Cứ thế quá trình tiếp diễn và lặp lại. Ở h.3-41 chỉ thể hiện 3 mức chỉnh định, thực tế có thể nhiều hơn.

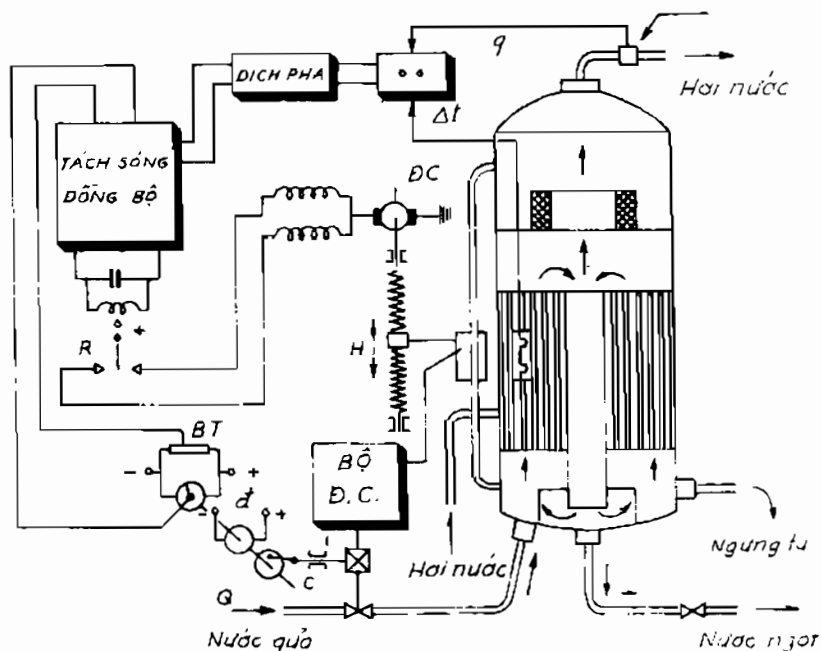
Phần tử logic L_k sẽ so sánh các nhiệt độ đã được ghi nhớ (dưới dạng điện áp) ở các cơ cấu ghi nhớ N và chọn vị trí có nhiệt độ cao nhất. Việc ấy được thực hiện ngay sau khi bộ tìm bước đã quay được một vòng và cơ cấu logic xác định ngay chế độ tối ưu của quạt gió.

Sau một thời gian định trước trên đồng hồ H, chu kỳ tìm cực trị lặp lại như trước.

III.2.5.3. Hệ cực trị duy trì năng suất cực đại của lò chưng cất nước ngọt [21]

Hệ chưng cất nước ngọt có năng suất cực đại được mô tả ở h.3-42.

Năng suất ở đây được đánh giá gián tiếp bởi hệ số p là tỷ số của lưu lượng của dòng hơi q và chênh lệch nhiệt độ giữa hai điểm, trong ống dẫn dung dịch cần chưng cất Δt . Hệ số p thay đổi tùy mức dung dịch H trong các ống dẫn, nhưng quan hệ này còn phụ thuộc vào nhiều thông số khác như nồng

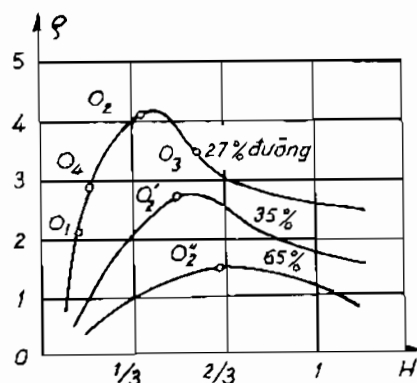


Hình 3-42.

độ của dung dịch lưu lượng dung dịch, nhiệt độ và lưu lượng của hơi nước v.v... như ở h.3-43.

Ở h.3-42 nêu một phương pháp duy trì năng suất cao của lò chưng bằng phương pháp tách sóng đồng bộ. Mức H của dung dịch được đo và quan sát bằng một ống thủy tinh song song với các ống thủy tinh trong lò chưng. Một bộ điều chỉnh điều khiển lưu lượng của dung dịch nước quả ở đầu vào Q nhằm giữ cho mức H của dung dịch trong các ống chứa trong lò chưng không thay đổi. Mức chuẩn được thay đổi bằng một động cơ DC.

Để tạo nên giao động tìm, một động cơ con đ quay cơ cấu cam c để tạo nên dao động của lưu lượng A ở đầu vào, đồng thời một dao động điện áp thông qua biến trở BT vào cơ cấu tách sóng đồng bộ và ở đầu ra, role R làm cho động cơ có 2 cuộn kích thích sẽ làm cho H có dao động δH . Như ở h.3-13 tùy thuộc pha của "tín hiệu ra" ρ so với dao động quét ở đầu vào mà bộ tách sóng đồng bộ đánh giá và xác định hướng chuyển động của động cơ DC, đồng thời bộ điều chỉnh thay đổi mức dung dịch để năng suất ρ luôn cực đại.



Hình 3-43.

III.3. HỆ GIẢI TÍCH

Phương pháp giải tích để tổng hợp các hệ thích nghi được *phát triển chậm* hơn về mặt thời gian nhưng với *tốc độ nhanh chóng*. Mặc dù việc thực hiện có phức tạp nhưng việc đưa *máy tính ngày càng hoàn thiện* vào điều khiển các đối tượng, các quá trình sản xuất sẽ góp phần khắc phục nhược điểm trên. Tuy vậy, do chỉ tiêu chất lượng là người thiết kế áp đặt và khả năng hội tụ của angorít trong điều kiện lượng thông tin ban đầu thiếu, còn tiếp tục đặt ra những vấn đề cần giải quyết.

Trong các hệ giải tích nói chung có ba quá trình: tìm hiểu, tổng hợp và thực hiện. Trong quá trình tìm hiểu, hệ thống có thể xác định những khối lượng tin tức khác nhau về quá trình điều khiển: hàm quá độ, hàm trọng lượng, đặc tính tần biên pha v.v... có thể cho thông tin đầy đủ về các đối

tượng tuyến tính. Trong thực tế, để xây dựng hệ thống, đôi khi chỉ cần một chỉ tiêu nào đấy như hệ số khuếch đại, hệ số suy giảm, mức độ ổn định, tần số dao động riêng, sai số tĩnh, vị trí phân bố nghiệm số v.v...

Theo nguyên tắc xây dựng, hệ giải tích được phân loại như sau:

1- Hệ thích nghi dùng tin tức về các đặc tính tần số. Trong các hệ này các đặc tính tần biên pha được đo và trên cơ sở ấy chỉnh định thông số của cơ cấu điều khiển. Thuộc loại này còn có các hệ tự dao động mà hệ số khuếch đại của phần tử phi tuyến biến đổi tùy theo biên độ tự dao động.

2- Hệ thích nghi dùng tin tức về đặc tính thời gian. Trong các hệ này chỉ tiêu chất lượng có thể là số lần dao động của quá trình quá độ hay tỷ số của tổng các trị số dương và âm của hàm trọng lượng gián đoạn. Thuộc loại này còn có các hệ dùng mô hình mẫu để so sánh.

3- Hệ thích nghi dùng tin tức về quá trình ở biên giới ổn định.

Trong các hệ này, mạch phản hồi làm tăng dần hệ số khuếch đại cho đến lúc có tự dao động, sau đó một mạch phụ làm giảm nhanh hệ số khuếch đại, tự dao động mất đi. Quá trình cứ thế lặp lại.

4- Hệ thích nghi tổng hợp theo phương pháp gradien. Trong các hệ này, chỉ tiêu chất lượng được đánh giá theo cực tiểu của sai lệch giữa đại lượng được điều khiển và trị số mong muốn, là lượng chỉnh định được xác định trên cơ sở gradien của hàm chênh lệch ấy. Thuộc loại này còn có các hệ xây dựng theo phương pháp nhảy cảm.

5- Hệ thích nghi tổng hợp theo phương pháp Lyapunov. Hàm Lyapunov được hình thành giữa thông số chỉnh định với trị số tối ưu của chúng và đạo hàm của chênh lệch. Sau đó từ điều kiện đạo hàm của hàm Lyapunov âm mà xác định lượng chỉnh định thông số.

Bốn loại đầu có những điểm giống nhau, do đó được tổng hợp lại thành phương pháp ước lượng và theo [23], các hệ giải tích được chia làm hai lớp:

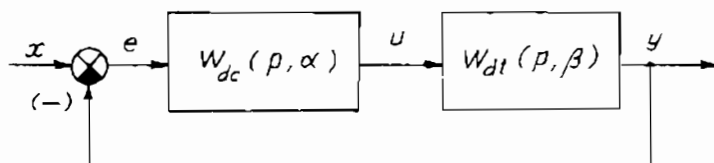
- Các hệ giải tích tổng hợp theo phương pháp ước lượng và
- Các hệ giải tích tổng hợp theo phương pháp Lyapunov.

Dưới đây sẽ nêu hai ví dụ tổng hợp hệ thích nghi giải tích theo hai lớp này.

III.3.1. HỆ GIẢI TÍCH XÂY DỰNG THEO PHƯƠNG PHÁP TOÁN TỬ PHỤ

III.3.1.1. Trường hợp đối tượng xác định

Trên h.3-44 là sơ đồ khối của hệ điều chỉnh thông thường mà đối tượng đã được biết đầy đủ về cấu trúc và thông số. Bộ điều chỉnh có véc tơ thông số α



Hình 3-44.

cần tự chỉnh định sao cho hệ luôn làm việc tối ưu theo một nghĩa nào đó. Chỉ tiêu chất lượng thường là hàm của sai lệch:

$$J(\alpha) = f(e) \quad (3-38)$$

Hay cụ thể hơn, hai dạng thường dùng là:

$$J(\alpha) = f(e) = \begin{cases} \frac{1}{2}e^2 \\ |e| \end{cases} \quad (3-39)$$

Thông số của bộ điều chỉnh:

$$\alpha^I = [T_n, T_v, T_I], \text{ như ở biểu thức (1-33) hay bảng 2 hoặc:}$$

$$\alpha^I = [K_{dc}, T_I, T_d].$$

Nếu chỉ tiêu chất lượng (3-39) có cực trị (cực tiểu) thì ta có thể có algorith thực nghiệm như sau:

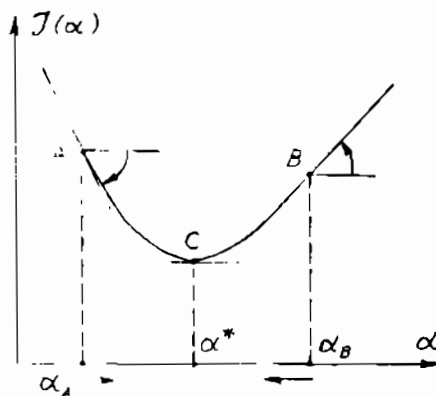
$$\frac{d\alpha}{dt} = -\gamma \frac{dJ}{d\alpha} \quad (3-40)$$

Thực vậy vì:

$$\text{Ở điểm A } \frac{dJ}{d\alpha} < 0, \text{ do đó:}$$

$$\frac{d\alpha}{dt} > 0 \text{ và theo}$$

thời gian, α tăng.



Hình 3-45.

Ở điểm B $\frac{dJ}{d\alpha} > 0$ do đó:

$$\frac{d\alpha}{dt} < 0 \text{ và theo thời gian } \alpha \text{ giảm}$$

Ở điểm C $\frac{dJ}{d\alpha} = 0, \frac{d\alpha}{dt} = 0, \alpha_c = \alpha^* = \text{const}$

Ở angorit (3-40) có thể lấy trị số $\gamma = \text{const}$. Chỉ tiêu chất lượng (3-38) phụ thuộc sai lệch e mà sai lệch lại phụ thuộc thông số α nên angorit (3-40) có dạng

$$\frac{d\alpha}{dt} = -\gamma \frac{\partial J}{\partial e} \cdot \frac{\partial e}{\partial \alpha} \quad (3-41)$$

Theo sơ đồ h.3-44, ta có thể viết:

$$e = x - y,$$

$$\frac{\partial e}{\partial \alpha} = \frac{\partial x}{\partial \alpha} - \frac{\partial y}{\partial \alpha},$$

x là tín hiệu vào, α thay đổi không làm thay đổi x , do đó (3-41) có dạng:

$$\frac{d\alpha}{dt} = \gamma \frac{\partial f}{\partial e} \frac{\partial y}{\partial \alpha} \quad (3-42)$$

Cũng theo sơ đồ h.3-44:

$$y(p) = E(p)W_{dc}(p, \alpha)W_{dt}(p, \beta),$$

$$\frac{\partial y}{\partial \alpha} = W_{dc}(p, \alpha)W_{dt}(p, \beta) \frac{\partial e}{\partial \alpha} + W_{dt}(p, \beta) \frac{\partial W_{dc}(p, \alpha)}{\partial \alpha} e,$$

$$\frac{\partial y}{\partial \alpha} = [1 + W_{dc}(p, \alpha)W_{dt}(p, \beta)]^{-1} W_{dt}(p, \beta) \frac{\partial W_{dc}(p, \alpha)}{\partial \alpha} e \quad (3-43)$$

Thay thế (3-43) vào (3-42) ta có:

$$\frac{d\alpha}{dt} = \gamma \frac{\partial f}{\partial e} G(p, \alpha, \beta) e, \quad (3-44)$$

$$\text{mà } G(p, \alpha, \beta) = [1 + W_{dc}(p, \alpha)W_{dt}(p, \beta)]^{-1} \frac{\partial W_{dc}(p, \alpha)}{\partial \alpha} W_{dt}(p, \beta) \quad (3-45)$$

Sơ đồ thực hiện
angôrit (3.44) cho
trên h.3-46. $G(p, \alpha, \beta)$
là toán tử phụ từ đó
có tên của phương
pháp này. Trong
toán tử phụ có thông
số β là véc tơ thông
số của đối tượng đã
biết. Véc tơ thông số
 α là véc tơ thông số
của bộ điều chỉnh
nên có mối liên hệ
giữa α ở bộ điều
chỉnh và α ở toán tử
phụ G . Thực tế cho
thấy, để đơn giản
hóa mô hình [15] có
thể cố định hóa
thông số α mà
angôrit vẫn hội tụ.

Bộ điều chỉnh
trong trường hợp
này là bộ điều chỉnh
thích nghi. Trên
h.3-47 là sơ đồ
nguyên lý của một bộ
điều chỉnh PI điện tử
liên tục với hàm truyền:

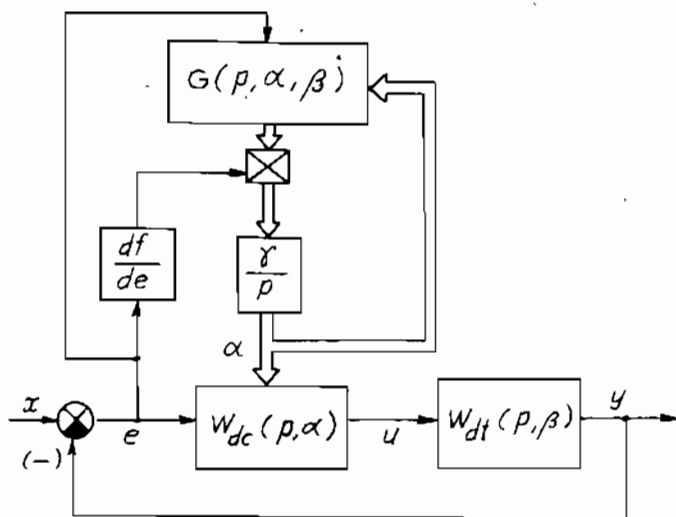
$$W_{dc}(p) = \frac{(T_{np} + 1)}{T_{ip}},$$

mà

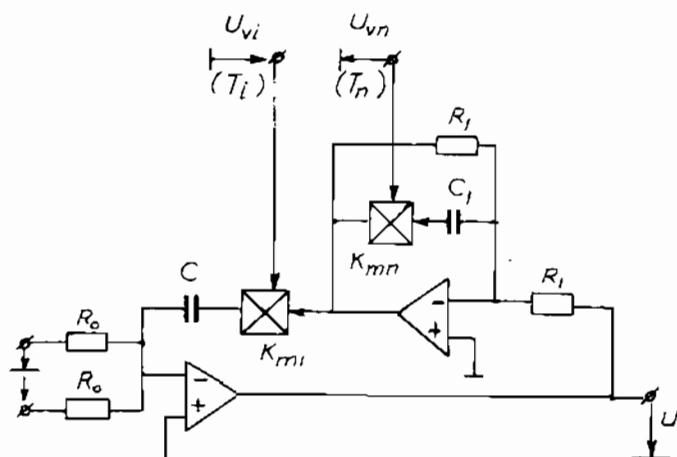
$$T_n = R_l C_l K_{mn} U_{vn},$$

$$T_l = R_o C K_{mi} U_{vi},$$

K_{mn} và K_{mi} là hệ số của các bộ nhân.



Hình 3-46.



Hình 3-47.

Tín hiệu đưa vào là điện áp U_{vn} và U_{vi} cho nên khi dùng bộ điều chỉnh liên tục, angôrit có thể được thực hiện trên máy tính, thông qua các bộ biến đổi AD và DA hay các linh kiện điện tử. Bộ điều chỉnh thích nghi số DR-24 (Siemens Company) có phần mềm lập trình theo PLC.

III.3.1.2. Trường hợp đối tượng chưa xác định

Khi thông số của đối tượng β chưa biết hay thay đổi, hoặc ngay cả cấu trúc của đối tượng chưa xác định, cần thực hiện việc nhận dạng đối tượng. Bằng phương pháp dùng mô hình song song, có cấu trúc cho trước $W_m(p, \lambda)$, véc tơ thông số của mô hình λ sẽ được chỉnh định theo phương pháp giải tích như trên. Chỉ tiêu chất lượng nhận dạng được đánh giá theo:

$$J(\lambda) = \varphi(\epsilon) = \begin{cases} \frac{1}{2} \epsilon^2 \\ |\epsilon| \end{cases} \quad (3-46)$$

với $\epsilon = y - y_m$ là sai lệch giữa tín hiệu ra của đối tượng y và tín hiệu ra của mô hình y_m .

Angôrit thích nghi có dạng:

$$\frac{d\lambda}{dt} = -\eta \frac{dJ}{d\lambda} = -\eta \frac{\partial \varphi}{\partial \epsilon} \frac{\partial \epsilon}{\partial \lambda} \quad (3-47)$$

Theo h.3-48:

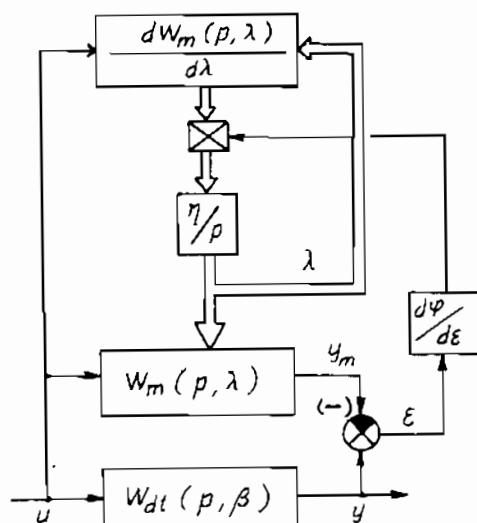
$$\frac{\partial \epsilon}{\partial \lambda} = - \frac{\partial y_m}{\partial \lambda},$$

$$y_m(p) = u(p)W_m(p, \lambda),$$

$$\frac{\partial y_m}{\partial \lambda} = \frac{\partial W_m(p, \lambda)}{\partial \lambda} u.$$

Cuối cùng angôrit (3.47) có dạng:

$$\frac{d\lambda}{dt} = \eta \frac{\partial \varphi}{\partial \epsilon} \frac{\partial W_m(p, \lambda)}{\partial \lambda} u \quad (3-48)$$



Hình 3-48.

Sơ đồ thực hiện angorit (3-48) như ở h.3-48. Khi đối tượng chưa xác định thì toán tử phụ (3-45), thay vì mô hình $W_{dt}(p, \beta)$ ta dùng mô hình $W_m(p, \lambda)$. Khi kết hợp nhân dạng với điều khiển (hệ thích nghi gián tiếp [21]) sơ đồ khối được xây dựng trên cơ sở ghép nối sơ đồ trên h.3-46 và 47, trong đó còn có mối liên hệ giữa vectơ λ và toán tử phụ $G(p, \alpha, \lambda)$ theo (3-45).

III.3.1.3. Ví dụ

Phương pháp toán tử phụ được áp dụng để mô hình hóa một quá trình nhận dạng mà đối tượng là một khâu quán tính:

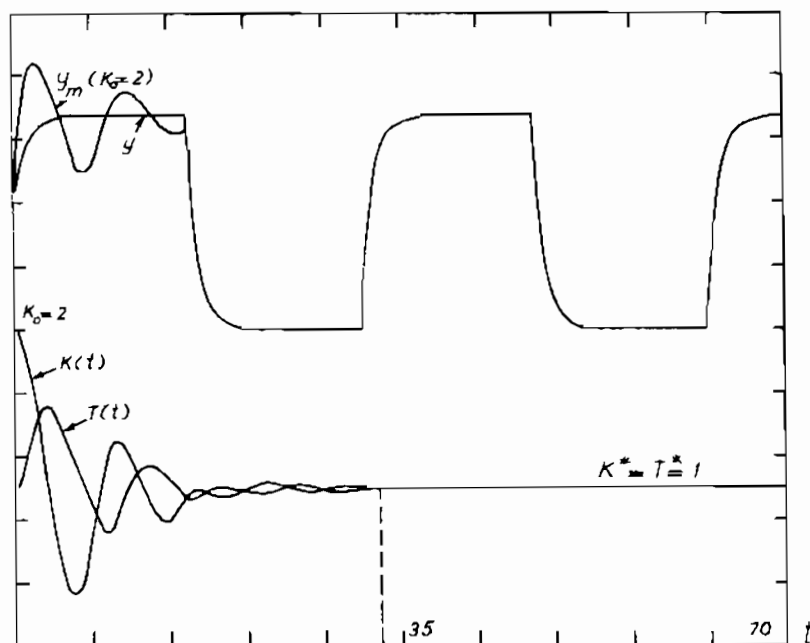
$$W_{dt}(p) = \frac{1}{1+p}$$

và mô hình có cùng cấu trúc:

$$W_m(p) = \frac{K}{1+Tp}$$

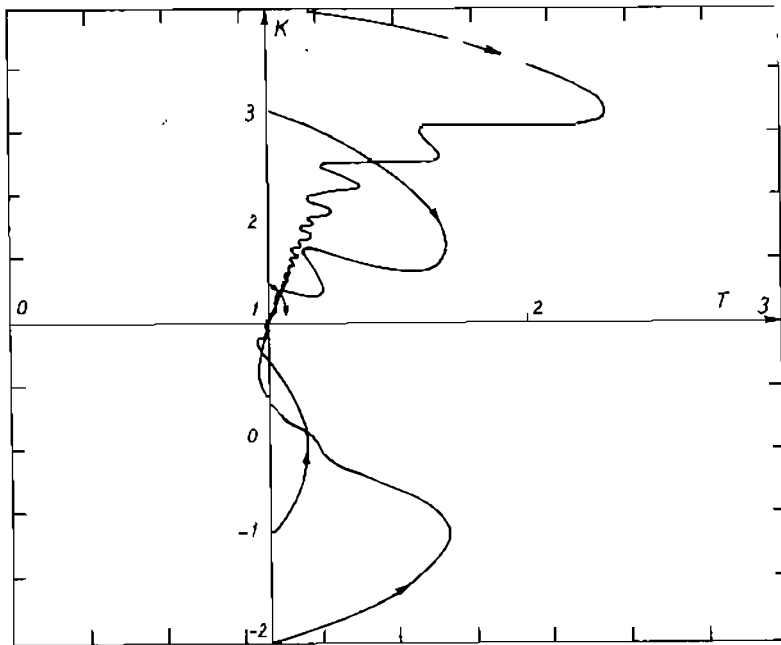
Như vậy thông số tối ưu có thể được đánh giá trước để so sánh là $K^* = 1, T^* = 1$.

Trên h.3-49 có các đường cong $y(t)$, $y_m(t)$, $K(t)$ và $T(t)$. Tín hiệu vào $u(t)$ (h.3-48) dạng chữ nhật, sau một lần đổi dấu và quá trình nhận dạng



Hình 3-49.

kết thúc nghĩa là các thông số K, T của mô hình đã bằng trị số tối ưu $K^* = T^* = 1$ với trị số ban đầu của $K = K_0 = 2$. Ở hình 50 có quỹ đạo biến đổi của K, T với những điều kiện đầu K_0 khác nhau. Tất cả đều hội tụ về trị số tối ưu $K^* = T^* = 1$ ở gốc tọa độ.



Hình 3-50.

Chỉ tiêu chất lượng được chọn là:

$$J(K, T) = \frac{1}{2}\epsilon^2$$

và

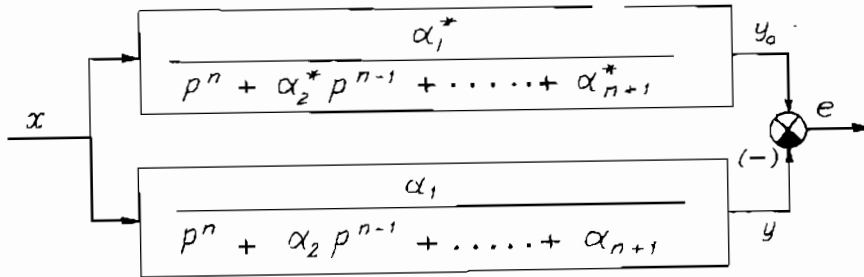
$$\frac{d\varphi}{d\epsilon} = \epsilon \text{ ở biểu thức (3-47)}$$

III.3.2. HỆ GIẢI TÍCH XÂY DỰNG THEO PHƯƠNG PHÁP LYAPUNOV TRỰC TIẾP

Hàm Lyapunov V được hình thành dưới dạng sai lệch của đạo hàm và chênh lệch giữa thông số chỉnh định vị và trị số tối ưu của nó α_i^* . Sau đó lấy đạo hàm theo thời gian của hàm Lyapunov. Từ điều kiện đạo hàm âm $\frac{dV}{dt}$ mà xác định các phương trình động học chỉnh định thông số α_i .

Ví dụ với hệ thống cần chỉnh định có thông số α_i và mô hình mẫu có các

thông số α_1^* trên h.3-51. Ở đây, tín hiệu ra của mô hình mẫu là y_0 (Ngược lại nếu y_0 là tín hiệu ra của đối tượng, y là của mô hình thích nghi, ta trở về bài toán nhận dạng như ở h.3-48).



Hình 3-51.

Phương trình của mô hình mẫu và của đối tượng tương ứng như sau:

$$(p^n + \alpha_2^* p^{n-1} + \dots + \alpha_{n+1}^*) y = \alpha_1^* x \quad (3-49)$$

$$(p^n + \alpha_2 p^{n-1} + \dots + \alpha_{n+1}) y = \alpha_1 x \quad (3-50)$$

Theo h.3-51: $e = y_0 - y$. Thay $y_0 = e + y$ vào (3-49) đưa e sang vế trái, sau đó cộng và trừ vế phải với (3-50) ta có:

$$\begin{aligned} (p^n + \alpha_2^* p^{n-1} + \dots + \alpha_{n+1}^*) e &= \\ &= (\alpha_1^* - \alpha_1) x - (\alpha_2^* - \alpha_2) p^{n-1} y - \dots - (\alpha_{n+1}^* - \alpha_{n+1}) y \end{aligned} \quad (3-51)$$

$$\text{Đặt } z_1 = e; \quad z_2 = \dot{z}_1 = pe,$$

$$z_3 = \dot{z}_2 = p^2 e,$$

$$\dots$$

$$z_{n+1} = \dot{z}_n = p^n e.$$

$$\begin{aligned} \text{ta có } \dot{z}_n = z_{n+1} = p^n e &= -\alpha_2^* z_n - \alpha_3^* z_{n-1} - \dots - \alpha_{n+1}^* z_1 + \\ &+ (\alpha_1^* - \alpha_1) x - (\alpha_2^* - \alpha_2) p^{n-1} y - \dots - (\alpha_{n+1}^* - \alpha_{n+1}) y \end{aligned} \quad (3-52)$$

Hàm Lyapunov được chọn dưới dạng:

$$V = \mathbf{z}^T \mathbf{H} \mathbf{z} + \sum_{i=1}^{n+1} \frac{(\alpha_1^* - \alpha_1)^2}{\gamma_i} \quad (3-53)$$

Từ biểu thức đặc tính ở (3-51) lập ma trận Héc mít:

$$H = \begin{pmatrix} \alpha_2^* & \alpha_4^* & \alpha_6^* & 0 \\ 1 & \alpha_3^* & \alpha_5^* & 0 \\ 0 & \alpha_2^* & \alpha_4^* & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \alpha_{n+1}^* \end{pmatrix} \quad (3-54)$$

$$\text{Nếu đặt } S = e(\alpha_2^* p^{n-1} + \alpha_4^* p^{n-3} + \alpha_6^* p^{n-5} + \dots) \quad (3-55)$$

$$\begin{aligned} \text{thì } \frac{dV}{dt} = & 2S^2 + 2S[(\alpha_1^* - \alpha_1)x + (\alpha_2^* - \alpha_2)p^{n-1}y + \dots \\ & - (\alpha_{n+1}^* - \alpha_{n+1})y] + 2 \sum_{i=1}^{n+1} \frac{(\alpha_i^* - \alpha_i)p(\alpha_i^* - \alpha_i)}{\gamma_i} \end{aligned} \quad (3-56)$$

ở đây $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_{n+1}$ là các hệ số

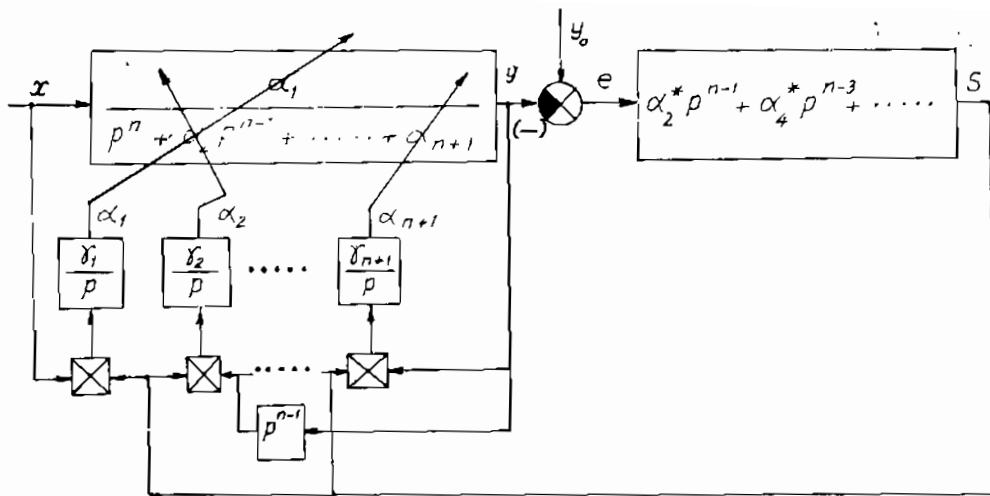
$$Z^1 = [Z_1, Z_2, \dots, Z_n].$$

Từ (3-56) để đạo hàm $\frac{dV}{dt}$ âm ta có thể chọn các phương trình động học chỉnh định các thông số như sau:

$$\begin{aligned} \frac{d\alpha_1}{dt} &= -\gamma_1 Sx, \\ \frac{d\alpha_2}{dt} &= \gamma_2 S p^{n-1} y, \\ &\dots\dots\dots \\ \frac{d\alpha_n}{dt} &= \gamma_n S p y, \\ \frac{d\alpha_{n+1}}{dt} &= \gamma_{n+1} S y. \end{aligned} \quad (3-57)$$

Khi các hệ số đều dương, đối tượng ổn định thì hàm V là xác định dương và hệ sẽ ổn định với mọi tín hiệu vào. Sơ đồ mạch chỉnh định thông số α_i ($i = 1, 2, \dots, n+1$) được thể hiện ở h.3-52.

Hàm Lyapunov có thể có dạng khác nhau nên có thể có nhiều dạng khác nhau của mạch chỉnh định thông số α_i .



Hình 3-52.

III.4. PHƯƠNG PHÁP TỔNG QUÁT ĐỂ KHẢO SÁT CÁC HỆ THÍCH NGHI

III.4.1. ANGƠRÍT THÍCH NGHI

Trong các ví dụ trên về hệ thích nghi - hệ cực trị cũng như hệ giải tích, chúng có những điểm chung. Đó là sự tồn tại cụ thể hay không cụ thể cực trị theo một chỉ tiêu chất lượng, và ở điểm cực trị ấy, gradien theo thông số biến đổi bằng không. Ở các hệ giải tích, sự hình thành chỉ tiêu chất lượng được thực hiện trên cơ sở của sai lệch giữa hai đại lượng mà ở cuối quá trình thích nghi, sai lệch ấy là nhỏ nhất theo một nghĩa nào đó. Các hệ thích nghi phong phú và đa dạng, do đó việc tổng quát hóa [34, 35] là cần thiết [21].

Ở bài toán tiền định cũng như ngẫu nhiên, lượng thông tin ban đầu là tương đối đầy đủ. Trong hệ thống, ngoài cấu trúc và thông số của nó, các tín hiệu vào được biết hoặc cụ thể như ở hệ tiền định, hoặc dưới dạng các đặc tính thống kê như trị số trung bình, mật độ phân bố, mật độ phổ v.v... ở hệ ngẫu nhiên. Phương pháp giải bài toán tiền định là dựa vào biểu thức Parseval, giải bài toán ngẫu nhiên - dựa vào biểu thức Wiener - Phillips. Các phương pháp này đều là phương pháp giải tích. Đối với hệ thích nghi, khi lượng thông tin ban đầu không đầy đủ thì phương pháp thích hợp lại là phương pháp

angôrit.

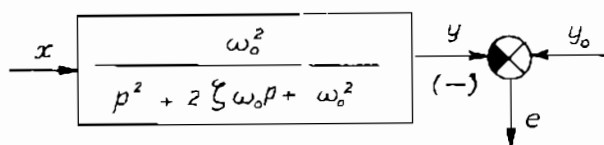
Để phân biệt hai phương pháp này, ta lấy ví dụ về một hệ bậc hai (1-14):

$$\frac{d^2y}{dt^2} + 2\zeta\omega_0 \frac{dy}{dt} + \omega_0^2 y = \omega_0^2 x, \quad (3-58)$$

với tín hiệu vào là hàm bậc thang đơn vị:

$$x(t) = \begin{cases} 1 & t > 0 \\ 0 & t \leq 0 \end{cases}$$

$$y_0(t) = 1$$



Hình 3-53.

Đó là trường hợp của hệ điều chỉnh.

Theo h.3-53:

$$e(t) = y_0(t) - y(t).$$

Thay thế $y(t) = y_0 - e(t)$ vào biểu thức (3-58) ta có:

$$\frac{d^2e(t)}{dt^2} + 2\zeta\omega_0 \frac{de(t)}{dt} + \omega_0^2 e(t) = 0 \quad (3-59)$$

Thay thế biến thời gian t bởi:

$$\tau = \omega_0 t.$$

Biểu thức (3-59) có dạng:

$$\frac{d^2e(\tau)}{d\tau^2} + 2\zeta \frac{de(\tau)}{d\tau} + e(\tau) = 0. \quad (3-60)$$

Chỉ tiêu chất lượng để xác định hệ số suy giảm ζ tối ưu được đánh giá theo:

$$J(\zeta) = \int_0^{\infty} e^2(\tau) d\tau. \quad (3-61)$$

Với điều kiện của bài toán ta có:

$$y(0) = 0 \quad e(0) = 1$$

$$\dot{y}(0) = 0 \quad \dot{e}(0) = 0$$

Nhân với $e(\tau)$ và lấy tích phân (3-60) ta có:

$$\int_0^{\infty} e(\tau) \ddot{e}(\tau) d\tau + 2\zeta \int_0^{\infty} e(\tau) \dot{e}(\tau) d\tau + \int_0^{\infty} e^2(\tau) d\tau = 0 \quad (3-62)$$

Lại nhân với $e(\tau)$ và lấy tích phân (3-60):

$$\int_0^{\infty} \dot{e}(\tau)e(\tau)d\tau + 2\zeta \int_0^{\infty} \dot{e}^2(\tau)d\tau + \int_0^{\infty} \ddot{e}(\tau)e(\tau)d\tau = 0 \quad (3-63)$$

Tính các tích phân:

$$\int_0^{\infty} \ddot{e}(\tau)e(\tau)d\tau = \left. \frac{e^2}{2} \right|_{c(0)=1}^{c(\infty)=0} = -\frac{1}{2}, \quad (3-64)$$

$$\int_0^{\infty} \dot{e}(\tau)\dot{e}(\tau)d\tau = \int_{c(0)=0}^{c(\infty)=0} \dot{e}d\dot{e} = 0, \quad (3-65)$$

$$\int_0^{\infty} e(\tau)\ddot{e}(\tau)d\tau = \left. e(\tau)\dot{e}(\tau) \right|_0^{\infty} - \int_0^{\infty} \dot{e}^2(\tau)d\tau. \quad (3-66)$$

Dùng ký hiệu $J_1 = \int_0^{\infty} \dot{e}^2(\tau)d\tau$, biểu thức (3-62) có dạng:

$$-J_1 - \zeta + J = 0 \text{ vì } \left. e(\tau)\dot{e}(\tau) \right|_0^{\infty} = 0,$$

biểu thức (3-63) có dạng:

$$2\zeta J_1 - \frac{1}{2} = 0$$

$$\text{Do đó, cuối cùng ta có: } J(\zeta) = \zeta + \frac{1}{4\zeta} \quad (3-67)$$

$$\text{và } \zeta^* \text{ xác định bởi: } \frac{dJ}{d\zeta} = 1 - \frac{1}{4\zeta^2} = 0$$

ta có $\zeta^* = \frac{1}{2} = 0,5$. Kết quả tương ứng với trường hợp c ở h.1-5 (I.2.1).

Ở bài toán thích nghi, khi lượng thông tin ban đầu là không đầy đủ mà ta (3-67) không thể có, nên dùng phương pháp angorít là phương pháp biến bài toán tĩnh nói trên thành bài toán động.

Giả sử nếu tồn tại một hàm $f(c)$ có cực trị như ở h.1-54 cùng gradien $f'(c)$ của nó thì angorít:

$$\frac{dc}{dt} = -\gamma(t)f'(c) \quad (3-68)$$

sẽ dẫn đến trạng thái tối ưu của hệ.

Thật vậy nếu trạng thái làm việc của hệ ứng với điểm

A: $f'_A(c) < 0, \frac{dc}{dt} > 0$ và c tăng theo thời gian, hướng về trị số c^* . Ngược lại ở điểm B: $f'_B(c) > 0, \frac{dc}{dt} < 0$ và c giảm để tiến đến trị số c^* .

Cuối cùng ở điểm C: $f'_C(c) = 0, \frac{dc}{dt} = 0$ nghĩa là $c = c^* = \text{const}$: ở điểm cực trị (cực tiểu) của $f(c)$ chuyển động sẽ kết thúc.

Ở angôrit nói trên, dấu (-) ứng với $f(c)$ có cực trị là cực tiểu, ngược lại, dấu (+) dùng cho trường hợp cực trị là cực đại.

Theo h.3-54b, $\gamma(t)$ xác định trị số tang α . Nếu γ có trị số bé, quá trình chuyển động đến trị số tối ưu chậm, ngược lại, γ lớn, quá trình sẽ nhanh và khi γ quá lớn sẽ có chế độ dao động như mô tả ở h.3-55.

Điều kiện tối ưu tương ứng với $f'(c) = 0$ có thể mô tả bởi:

$$c = c - \gamma f'(c).$$

Cho c trị số ban đầu $c = c_0$, ta có trị số kế tiếp:

$$c_1 = c_0 - \gamma_1 f'(c_0) \text{ và tương tự}$$

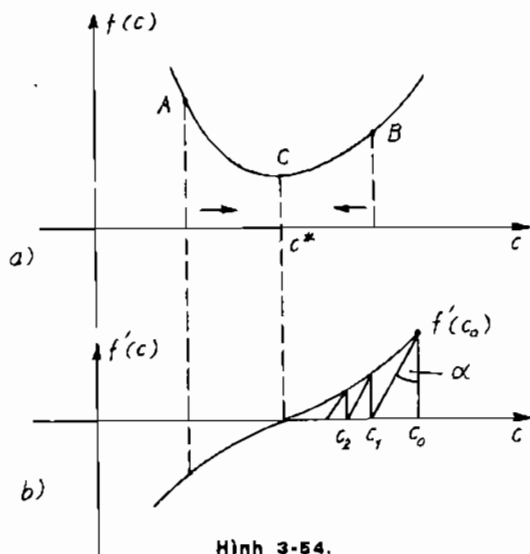
$$c_2 = c_1 - \gamma_2 f'(c_1),$$

$$\dots\dots\dots$$

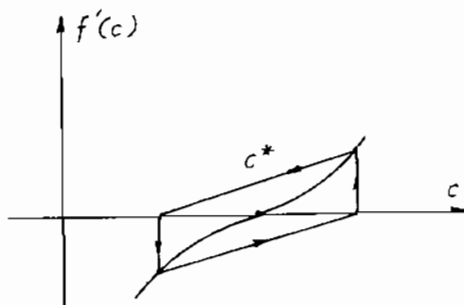
$$c_n = c_{n-1} - \gamma_n f'(c_{n-1}).$$

Nếu điều kiện tối ưu được thỏa mãn thì

$$\lim_{n \rightarrow \infty} c_n = \lim_{n \rightarrow \infty} c[n] = c^*.$$



Hình 3-54.



Hình 3-55.

Và angôrit tối ưu dạng gián đoạn là:

$$c[n] = c[n-1] - \gamma[n]f'(c[n-1]) \quad (3-69)$$

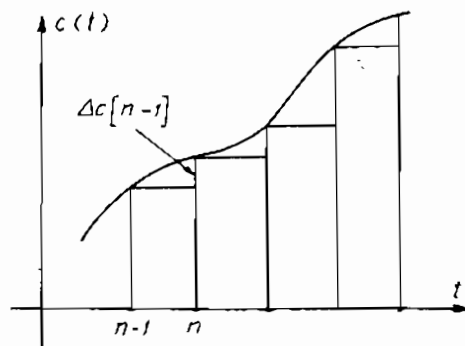
hay dưới dạng phương trình sai phân

$$\Delta c[n-1] = -\gamma[n]f'(c[n-1]) \quad (3-70)$$

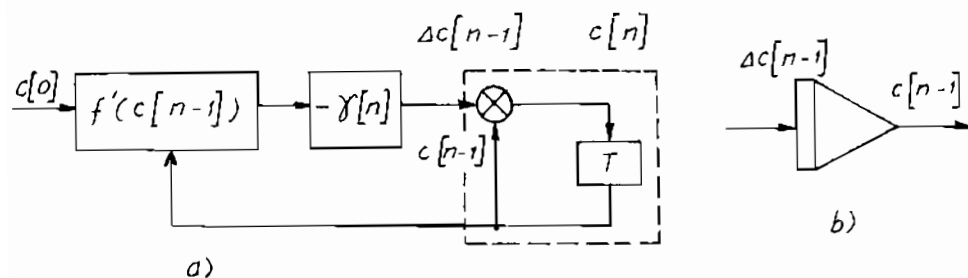
Sơ đồ khối thực hiện angôrit gián đoạn như ở h.3-57a:

Bộ tích phân gián đoạn được thực hiện bởi phần tử trễ T và cơ cấu cộng như ở h.3-57.

Như ở h.3-54b và 55, tùy thuộc vào $\gamma[n]$ mà angôrit có thể hội tụ hay không hội tụ (khái niệm về hội tụ tương đương với khái niệm về ổn định). Do đó, các dạng khác nhau của $\gamma[n]$ hay $\gamma(t)$ tương ứng với các phương pháp khác nhau để giải phương trình dạng $f'(c) = 0$ theo phương pháp liên tiếp gần đúng.



Hình 3-58.



Hình 3-57.

Ví dụ, để tìm nghiệm của $f'(c) = 0$ có thể dùng hàm:

$$f'(c(t)) = f'(c(0))e^{-t}, \quad (3-71)$$

$$\text{và} \quad c(\infty) = c^*$$

Lấy đạo hàm của (3-71):

$$\frac{d}{dt} f'(c(t)) = \frac{d}{dt} e^{-t} f'(c(0)),$$

$$f''(c(t)) \frac{dc(t)}{dt} = -f'(c(0))e^{-t},$$

$$\frac{dc(t)}{dt} = - \frac{1}{f'(c(t))} f'(c(t)) \quad (3-72)$$

(3-72) là angôrit Newton dạng liên tục với:

$$\gamma(t) = \frac{1}{f'(c(t))} \quad (3-73)$$

Biến dạng của angôrit Newton còn có:

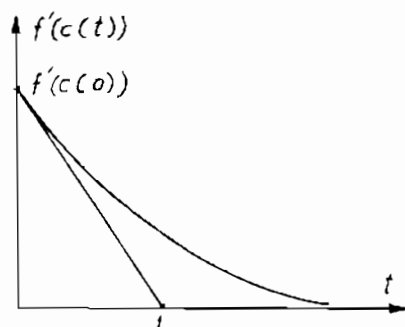
$$\frac{dc}{dt} = - \frac{1}{f''(c(0))} f'(c(t)), \quad (3-74)$$

$$\gamma(t) = \frac{1}{f''(c(0))} \quad (3-75)$$

Để tìm nghiệm của $f(c) = 0$ còn có thể dùng hàm:

$$f'(c(t)) = f'(c(0))(1 - t), \quad (3-76)$$

$$\text{và} \quad c(1) = c^*$$



Hình 3-58.

Lấy đạo hàm 2 vế của (3-76):

$$f''(c(t)) \frac{dc(t)}{dt} = - f'(c(0)),$$

$$\text{và} \quad \frac{dc(t)}{dt} = - \frac{1}{f''(c(t))} f'(c(0)) \quad (3-77)$$

Đó là angôrit liên tục với thời gian xác định hữu hạn.

Giả sử hàm mục tiêu có dạng:

$$J(c) = f(c) = (a - c)^2 \rightarrow \min \quad (3-78)$$

Ta có thể dùng angôrit Newton biến

dạng (3-74) để giải.

Điều kiện tối ưu của (3-74) là:

$$f'(c) = - 2(a - c) = 0, \quad (3-79)$$

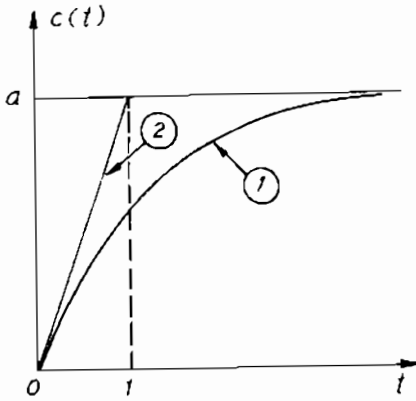
$$f''(c) = 2. \quad (3-80)$$

Angôrit Newton biến dạng (3-74):

$$\frac{dc(t)}{dt} = - \frac{1}{2} [-2(a - c)],$$

$$\frac{dc(t)}{dt} + c(t) = a,$$

$$\begin{aligned} c(0) &= 0, \\ c(t) &= a(1 - e^{-t}). \end{aligned} \quad (3-81)$$



Hình 3-59.

Như đường 1 trên h.3-59. Nếu dùng angôrit (3-77) ta có:

$$f'(c(0)) = -2a \text{ theo (3-79)}$$

$$f''(c(0)) = 2 \text{ theo (3-80)}$$

$$\text{Do đó } \frac{dc(t)}{dt} = -\frac{1}{2}(-2a) = a$$

$$c(0) = 0,$$

$$c(t) = at; c(1) = a \quad (3-82)$$

theo đường 2 trên h.3-59.

Trong trường hợp vectơ, chỉ tiêu chất lượng có dạng:

$$J(\mathbf{c}) = f(\mathbf{c}) = f(c_1, \dots, c_N) \rightarrow \min \quad (3-83)$$

Thì điều khiển tối ưu là:

$$\frac{\partial f(c_1, \dots, c_N)}{\partial c_K} = \frac{\partial f(\mathbf{c})}{\partial c_K} = 0 \quad (K = 1, 2, \dots, N)$$

hoặc dưới dạng

$$\nabla f(\mathbf{c}) = \left(\frac{\partial f(\mathbf{c})}{\partial c_1}, \dots, \frac{\partial f(\mathbf{c})}{\partial c_N} \right) = \mathbf{f}'(\mathbf{c}) = 0.$$

Đó là điều kiện cần, nếu chỉ có một cực tiểu thì là điều kiện cần và đủ.

Để xác định vectơ tối ưu $\mathbf{c}^*$ ta dùng phương pháp angôrit:

$$\Delta \mathbf{c}[n-1] = \mathbf{c}[n] - \mathbf{c}[n-1] = -\Gamma[n] \nabla f(\mathbf{c}[n-1]),$$

$$\text{hay } \mathbf{c}[n] = \mathbf{c}[n-1] - \Gamma[n] \nabla f(\mathbf{c}[n-1]) \quad (3-84)$$

với điều kiện đầu $\mathbf{c}[0] = \mathbf{C}_0$,

cho trường hợp gián đoạn hay,

$$\frac{d\mathbf{c}}{dt} = -\Gamma(t) \nabla f(\mathbf{c}(t)), \quad (3-85)$$

với điều kiện đầu: $\mathbf{c}(0) = \mathbf{c}_0$ cho trường hợp liên tục.

Trong trường hợp chung:

$$\Gamma = \begin{vmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} & \dots & \gamma_{1n} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} & \dots & \gamma_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \gamma_{N1} & \gamma_{N2} & \dots & \gamma_{Nn} \end{vmatrix} \quad (3-86)$$

Khi đường đồng mức $J(\mathbf{c}) = \text{const}$ có dạng hình khe (h.3-60) chẳng hạn, cần dùng ma trận Γ dạng toàn phần thay vì $\gamma(t)$ biến đổi tuyến tính trục tọa độ, để đường đồng mức có dạng đường cong đồng tâm như h.3-61. Ma trận Γ có thể là ma trận chéo:

$$\Gamma = \begin{vmatrix} \gamma_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \gamma_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \gamma_N \end{vmatrix} \quad (3-87)$$

Tùy thuộc vào việc chọn tọa độ gốc mà (3-87) có thể bao gồm cả (3-86).

$$\Gamma = A\gamma.$$

Trường hợp riêng:

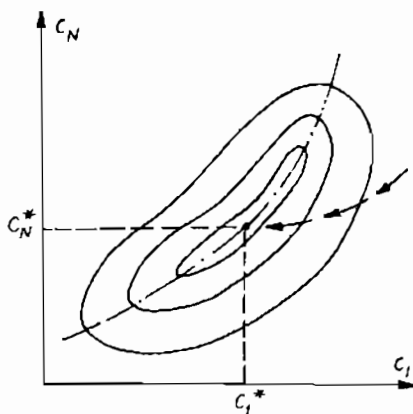
$$\Gamma = I_\gamma = \begin{vmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{vmatrix} \gamma. \quad (3-88)$$

Ví dụ, với $N = 2$, trường hợp (3-86):

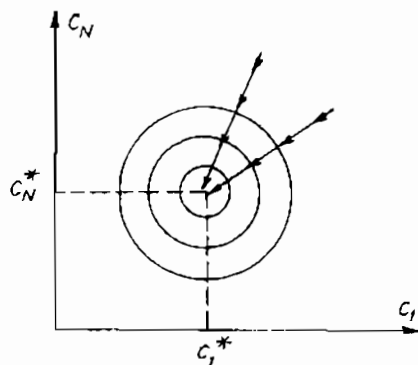
Angôrit (3-84) dạng vectơ, gián đoạn

$$\begin{vmatrix} c_1[n] \\ c_2[n] \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} c_1[n-1] \\ c_2[n-1] \end{vmatrix} - \begin{vmatrix} \gamma_{11}[n] & \gamma_{12}[n] \\ \gamma_{21}[n] & \gamma_{22}[n] \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \frac{\partial f(\mathbf{c}[n-1])}{\partial c_1} \\ \frac{\partial f(\mathbf{c}[n-1])}{\partial c_2} \end{vmatrix} \quad (3-89)$$

hoặc:



Hình 3-80.



Hình 3-81.

$$c_1[n] = c[n - 1] - \gamma_{11}[n] \frac{\partial f(\mathbf{c}[n - 1])}{\partial c_1} - \gamma_{12}[n] \frac{\partial f(\mathbf{c}[n - 1])}{\partial c_2}, \quad (3-90)$$

$$\text{và } c_2[n] = c_2[n - 1] - \gamma_{21}[n] \frac{\partial f(\mathbf{c}[n - 1])}{\partial c_1} - \gamma_{22}[n] \frac{\partial f(\mathbf{c}[n - 1])}{\partial c_2} \quad (3-91)$$

Trường hợp (3-87):

$$c_1[n] = c_1[n - 1] - \gamma_1[n] \frac{\partial f(\mathbf{c}[n - 1])}{\partial c_1} \quad (3-92)$$

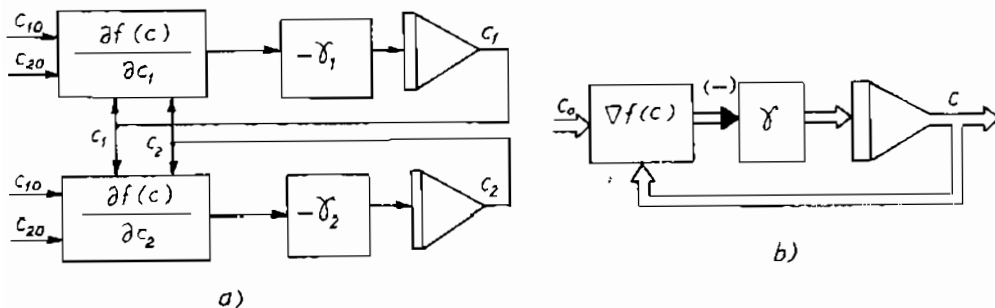
$$c_2[n] = c_2[n - 1] - \gamma_2[n] \frac{\partial f(\mathbf{c}[n - 1])}{\partial c_2}$$

và cuối cùng ứng với trường hợp (3-88):

$$c_1[n] = c_1[n - 1] - \gamma[n] \frac{\partial f(\mathbf{c}[n - 1])}{\partial c_1} \quad (3-93)$$

$$c_2[n] = c_2[n - 1] - \gamma[n] \frac{\partial f(\mathbf{c}[n - 1])}{\partial c_2}$$

có sơ đồ khối như ở h.3-62a. Hình 3-62b tương ứng với dạng vectơ.



Hình 3-62.

Từ những điều đã nêu trên có những vấn đề đặt ra đối với việc giải bài toán tối ưu theo phương pháp angôrit:

1. Xác định chỉ tiêu chất lượng (3-83) và điều kiện hạn chế nếu có. Đây là bước rất quan trọng, chiếm 60% khối lượng công việc [34]. Lưu ý là ở cách đặt vấn đề với bài toán tối ưu trên, ta có hệ cô lập, angôrit không có mối liên hệ với bên ngoài (xem h.3-62), mọi thông tin đều đã biết. Ở hệ thích nghi, dạng tổng quát hơn vì nguyên tắc thích nghi là "sử dụng thông tin trong quá trình làm việc để bù đắp cho lượng thông tin ban đầu còn thiếu".

2. Bước thứ hai là xác định điều kiện tối ưu

$$\nabla f(\mathbf{c}) = \mathbf{f}'(\mathbf{c}) = 0$$

3. Xây dựng angôrit tối ưu theo:

$$\frac{d\mathbf{c}}{dt} = -\Gamma(t) \nabla f(\mathbf{c}(t)), \quad (3-94)$$

$$\mathbf{c}(0) = \mathbf{c}_0.$$

cho trường hợp liên tục hay:

$$\mathbf{c}[n] = \mathbf{c}[n-1] - \Gamma[n] \nabla f(\mathbf{c}[n-1]), \quad (3-95)$$

$$\mathbf{c}[0] = \mathbf{c}_0,$$

cho trường hợp gián đoạn.

Sau đó, khảo sát điều kiện hội tụ cũng như xác định sơ đồ thực hiện angôrit. Dưới đây sẽ tổng kết các bước đã nêu trên đối với hệ thích nghi.

Bước 1. Xác định chỉ tiêu chất lượng hệ thích nghi

Dạng tổng quát của chỉ tiêu chất lượng như sau:

$$J(\mathbf{c}) = \int_{\mathbf{x}} Q(\mathbf{x}, \mathbf{c}) p(\mathbf{x}) d\mathbf{x} = M_{\mathbf{x}}\{Q(\mathbf{x}, \mathbf{c})\}, \quad (3-96)$$

và điều kiện hạn chế dạng:

$$g(\mathbf{c}) = M_{\mathbf{x}}\{h(\mathbf{x}, \mathbf{c})\} \leq 0 \quad (3-97)$$

ở đây $\mathbf{x}$ - vectơ trạng thái

$\mathbf{c}$ - thông số cần xác định,

$p(\mathbf{x})$ - mật độ phân bố của $\mathbf{x}$,

$Q(\mathbf{x}, \mathbf{c})$ - "phần thực hiện" của hàm mục tiêu - trong trường hợp tổng quát $Q(\mathbf{x}, \mathbf{c})$ không thể thực hiện được bằng biểu thức toán học mà chỉ đo được.

Biểu thức (3-96) và (3-97) là dạng tổng quát vì:

- Ở trường hợp tiền định $p(\mathbf{x}) = \delta(\mathbf{x})$ và ta có bài toán tiền định

$$J(\mathbf{c}) = Q(0, \mathbf{c}) \rightarrow \min_{\mathbf{c}},$$

$$g(\mathbf{c}) = h(0, \mathbf{c}) \leq 0.$$

như ở các ví dụ trước, chẳng hạn biểu thức (3-67)

- Ở trường hợp ngẫu nhiên $p(\mathbf{x})$ đã biết và

$$J(\mathbf{c}) = M\{Q(\mathbf{x}, \mathbf{c})\} \rightarrow \min_{\mathbf{c}},$$

$$g(c) = M\{h(x, c)\} \leq 0.$$

có thể được tính toán và $J(c)$, $g(c)$ được giải theo bài toán ngẫu nhiên như ở mục I.3.2

- Ở bài toán thích nghi, $p(x)$ tồn tại nhưng không biết được. Chỉ tiêu chất lượng và điều kiện hạn chế không thể xác định được hoàn toàn dưới dạng các biểu thức toán học như ở hai trường hợp trên, do đó chỉ có khả năng *tối ưu hóa tiệm cận*. Do đó hệ thích nghi gắn liền với tên "hệ học". Mục tiêu của học là xác định cực tiểu của chỉ tiêu chất lượng đã được hình thành một cách không "lộ". Bằng cách quan sát x mà tìm thông số c sao cho $J(c) = M\{Q(x, c)\}$ đạt cực tiểu. Thực ra, bằng phương pháp học có thể xác định mật độ phân bố $p(x)$ rồi từ đó có bài toán ngẫu nhiên, nhưng nếu vậy, sẽ tốn nhiều thời gian để xác định luật phân bố $p(x)$ mà sau đó, khi dùng phương pháp ngẫu nhiên để giải thì $p(x)$ đã thay đổi rồi.

Như vậy nhiệm vụ của điều khiển thích nghi là xác định $c = c^*$ cực tiểu hóa phiếm hàm (3-96) với điều kiện hạn chế (3-97) trong khi không biết được cả $J(c)$ và $g(c)$ mà chỉ bằng quan sát $Q(x, c)$ và $h(x, c)$.

Bước 2 Xác định điều kiện tối ưu

Mục tiêu của bài toán học (hay điều khiển thích nghi) là tìm cực tiểu của phiếm hàm

$$\min_c J(c) = \min_c M\{Q(x, c)\}.$$

không phải bằng phương pháp trực tiếp mà bằng quá trình học, quá trình *tối ưu hóa tiệm cận*.

Ở bài toán *tiền định* và *ngẫu nhiên* chỉ tiêu chất lượng tối ưu $J(c)$ và điều kiện hạn chế đều có dạng rõ rệt. Nếu phiếm hàm $J(c)$ có đạo hàm thì nó sẽ đạt cực trị (cực đại hay cực tiểu) với các trị số $c = (c_1, c_2, \dots, c_N)$ mà N đạo hàm riêng $\frac{\partial J(c)}{\partial c_v}$ ($v = 1, 2, \dots, N$) đồng thời bằng không hay nói cách khác gradien của phiếm hàm:

$$\nabla J(c) = \left(\frac{\partial J(c)}{\partial c_1}, \dots, \frac{\partial J(c)}{\partial c_N} \right) = 0. \quad (3-98)$$

bằng không. Điều kiện (3-98) là điều kiện cần. Việc xác định điều kiện đủ sẽ phức tạp và nhiều khi không cần thiết. Thông thường từ điều kiện bài toán có thể xác định cực trị là cực đại hay cực tiểu. Trường hợp nhiều cực trị, xác định cực trị toàn bộ là bài toán càng phức tạp (đã đề cập ở mục III. 2.3.4)

Ở bài toán thích nghi theo chỉ tiêu chất lượng (3-96) thì điều kiện tối ưu (3-98) có dạng:

$$\nabla J(\mathbf{c}) = M \mathbf{x} \{ \nabla_{\mathbf{c}} Q(\mathbf{x}, \mathbf{c}) \} = 0 \quad (3-99)$$

mà
$$\nabla_{\mathbf{c}} Q(\mathbf{x}, \mathbf{c}) = \left(\frac{\partial Q(\mathbf{x}, \mathbf{c})}{\partial c_1}, \dots, \frac{\partial Q(\mathbf{x}, \mathbf{c})}{\partial c_N} \right) \quad (3-100)$$

Ở (3-99) ta không biết gradien của phiếm hàm $\nabla J(\mathbf{c})$ mà chỉ biết "thực hiện" của nó.

Bước 3. Xây dựng angôrit thích nghi

Bằng cách chọn ma trận $\Gamma(t)$ hay $\Gamma[n]$ phù hợp ta có thể sử dụng các angôrit ở hệ tối ưu để có angôrit thích nghi sau khi thay thế gradien của phiếm hàm $\nabla J(\mathbf{c})$ bởi gradien của các "thực hiện" $\nabla_{\mathbf{c}} Q(\mathbf{x}, \mathbf{c})$.

Ví dụ, angôrit thích nghi liên tục có dạng sau từ (3-94):

$$\frac{d\mathbf{c}}{dt} = - \Gamma(t) \nabla_{\mathbf{c}} Q(\mathbf{x}(t), \mathbf{c}(t)), \quad (3-101)$$

$$\mathbf{c}(0) = \mathbf{c}_0$$

và angôrit gián đoạn (theo 3-84):

$$\mathbf{c}[n] = \mathbf{c}[n-1] - \Gamma[n] \nabla_{\mathbf{c}} Q(\mathbf{x}[n], \mathbf{c}[n-1]) \quad (3-102)$$

$$\mathbf{c}[0] = \mathbf{c}_0$$

hoặc dưới dạng sai phân:

$$\Delta \mathbf{c}[n-1] = - \Gamma[n] \nabla_{\mathbf{c}} Q(\mathbf{x}[n], \mathbf{c}[n-1]) \quad (3-103)$$

hay dưới dạng của tổng:

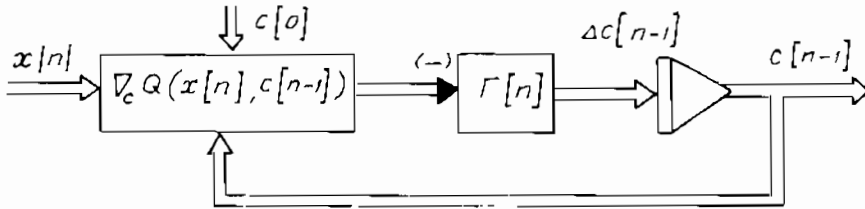
$$\mathbf{c}[n] = \mathbf{c}[0] - \sum_{m=1}^n \Gamma(m) \nabla_{\mathbf{c}} Q(\mathbf{x}[m], \mathbf{c}[m-1]) \quad (3-104)$$

Lưu ý là trong trường hợp của hệ thích nghi khi $\mathbf{c} = \mathbf{c}^*$:

$$\nabla_{\mathbf{c}} Q(\mathbf{x}, \mathbf{c}^*) \neq 0. \quad (3-105)$$

Do đặc điểm này mà cần có các điều kiện nhất định đối với $\Gamma[n]$ sẽ nói đến sau. Sơ đồ khối để thực hiện angôrit (3-102) như ở hình 3-63. So sánh với h.3-62b, sự khác nhau là ở chỗ trong trường hợp sau, để xác định gradien của các thực hiện $\nabla_{\mathbf{c}} Q(\mathbf{x}, \mathbf{c})$ cần có thông tin trong quá trình làm việc bù cho lượng thông tin ban đầu còn thiếu. Lượng thông tin ấy từ trạng thái $\mathbf{x}$ của hệ thống.

So sánh (3-101) với (3-40), (3-47) ta thấy (3-101) là dạng tổng quát. Trong trường hợp cụ thể $\Gamma(t)$ ở (3-40) hay (3-47) là những trị số hằng: γ, η và vectơ thông số $\mathbf{c} \equiv \alpha$ trong trường hợp đầu và $\mathbf{c} \equiv \lambda$ ở trường hợp sau.



Hình 3-83.

Ở hệ cực trị có tín hiệu tìm, ta có thể mô tả gradien của phiếm hàm chất lượng dưới dạng:

$$\bar{\nabla}_{\mathbf{c}} Q(\mathbf{x}, \mathbf{c}, a) = \frac{Q_+(\mathbf{x}, \mathbf{c}, a) - Q_-(\mathbf{x}, \mathbf{c}, a)}{2a} \quad (3-106)$$

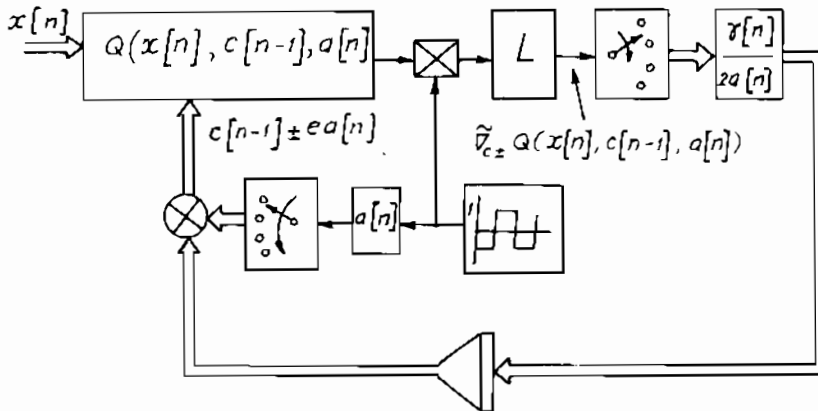
mà
$$\begin{aligned} Q_+(\mathbf{x}, \mathbf{c}, a) &= (Q(\mathbf{x}, \mathbf{c} + a\mathbf{e}_1), \dots, Q(\mathbf{x}, \mathbf{c} + a\mathbf{e}_N)) \\ Q_-(\mathbf{x}, \mathbf{c}, a) &= (Q(\mathbf{x}, \mathbf{c} - a\mathbf{e}_1), \dots, Q(\mathbf{x}, \mathbf{c} - a\mathbf{e}_N)) \end{aligned} \quad (3-107)$$

$\mathbf{e}_\nu$ là vectơ gốc. Trong trường hợp giản đơn:

$$\mathbf{e}_1 = (1, 0, \dots, 0); \mathbf{e}_2 = (0, 1, \dots, 0); \dots; \mathbf{e}_N = (0, 0, \dots, 1) \quad (3-108)$$

Ứng với algôrit giản đoạn (3-102) algôrit của hệ có tín hiệu tìm có dạng:

$$\mathbf{c}[n] = \mathbf{c}[n-1] - \gamma[n] \bar{\nabla}_{\mathbf{c}} Q(\mathbf{x}[n], \mathbf{c}[n-1], a[n]) \quad (3-109)$$



Hình 3-84.

Ước lượng xấp xỉ (3-106) trong trường hợp này được thực hiện bằng cơ cấu tách sóng đồng bộ. Như đã nêu ở mục III.2.2, phần III tín hiệu tìm có thể có dạng bất kỳ, ở đây, dạng sóng chữ nhật để dễ mô tả và quan sát. Sơ đồ hệ cực trị có tín hiệu tìm đã nghiên cứu được mô tả tổng quát như ở h.3-64.

Ở phương pháp tách sóng đồng bộ, đầu ra của bộ lọc, có $\bar{V}_{c\pm} Q(\mathbf{x}, \mathbf{c}, a)$. Ở trường hợp này bộ chuyển đổi lần lượt tạo nên các biến $\mathbf{c} \pm a\mathbf{e}_k$ và thành phần $\nabla_{c\pm} Q(\mathbf{x}, \mathbf{c}, a)$.

III.4.2. ĐIỀU KIỆN HỘI TỤ CỦA ANGÔRÍT THÍCH NGHI

Khái niệm về hội tụ có:

1. Hội tụ theo luật phân bố còn gọi là hội tụ Bernoulli:

$\mathbf{c}[n] \rightarrow \mathbf{c}^*$ nếu mật độ phân bố $\mathbf{c}[n]$ tiến đến mật độ phân bố của $\mathbf{c}^*$ (với cùng trị số trung bình).

2. Hội tụ theo xác suất:

$$\mathbf{c}[n] \rightarrow \mathbf{c}^* \text{ nếu } \lim_{n \rightarrow \infty} P \{ |\mathbf{c}[n] - \mathbf{c}^*| > \varepsilon \} = 0 \quad (3-110)$$

3. Hội tụ với xác suất bằng một:

$$\mathbf{c}[n] \rightarrow \mathbf{c}^* \text{ nếu: } P \{ |\lim_{n \rightarrow \infty} \mathbf{c}[n] - \mathbf{c}^*| = 0 \} = 1. \quad (3-111)$$

4. Hội tụ quân phương:

$$\mathbf{c}[n] \rightarrow \mathbf{c}^* \text{ nếu: } \lim_{n \rightarrow \infty} M \{ |\mathbf{c}[n] - \mathbf{c}^*|^2 \} = 0. \quad (3-112)$$

Hội tụ quân phương liên quan với việc tính mômen bậc hai, giản đơn, và mang ý nghĩa về năng lượng. Do đó tương đối phổ biến.

Vì $\mathbf{c}[n]$ là vectơ ngẫu nhiên nên hội tụ của $\mathbf{c}[n]$ đến $\mathbf{c}^*$ cũng là quá trình ngẫu nhiên. Hội tụ của angôrit thích nghi tương đương với tính ổn định của hệ được mô tả bằng các phương trình sai phân ngẫu nhiên hay phương trình vi phân.

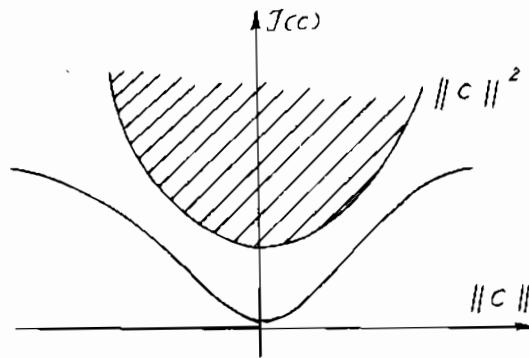
Để angôrit thích nghi (3-102):

$\mathbf{c}[n] = \mathbf{c}[n-1] - \Gamma[n] \nabla_a Q(\mathbf{x}[n], \mathbf{c}[n-1])$ hội tụ quân phương hay xác suất bằng một thì điều kiện đủ là:

1- Khi chuẩn của vectơ $\|c\|$ tăng thì

$J(c) = M(Q(x, c))$ tăng không nhanh hơn hàm parabol.

Theo đồ thị trên h.3-65 điều kiện 1 là điều kiện mà $J(c)$ không rơi vào vùng gạch sọc ứng với grad $J(c)$ không quá lớn.



Hình 3-65.

2- Các phần tử của ma trận chéo $\Gamma[n]$ thỏa mãn các điều kiện Robbins - Monro. Trường hợp angôrit gián đoạn:

$$a) \quad \gamma_v[n] > 0, \quad (3-113)$$

$$b) \quad \sum_{n=1}^{\infty} \gamma_v[n] = \infty \quad (3-114)$$

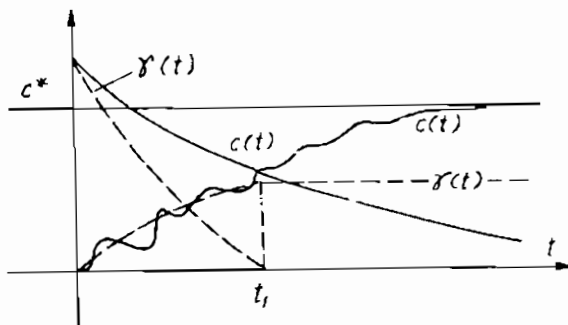
$$c) \quad \sum_{n=1}^{\infty} \gamma_v^2[n] < \infty; \quad v = 1, 2, \dots, N \quad (3-115)$$

Trường hợp angôrit liên tục:

$$a) \quad \gamma_v(t) > 0, \quad (3-116)$$

$$b) \quad \int_0^{\infty} \gamma(t) dt = \infty, \quad (3-117)$$

$$c) \quad \int_0^{\infty} \gamma^2(t) dt < \infty. \quad (3-118)$$



Hình 3-66.

Điều kiện a) cho cả 2 trường hợp là điều kiện để phân hồi là âm khi cực trị là cực tiểu (nếu cực trị là cực đại thì dấu ở về phải của angôrit liên tục hay angôrit gián đoạn dạng sai phân là dương). Điều kiện b) bảo đảm quá trình xác định thông số tối ưu không

kể lúc quá sớm như ở đường đứt nét ở h.3-66.

Điều kiện c) tương ứng với $\gamma(t)$ giảm dần theo thời gian - $\gamma(t)$ tương đương với hệ số khuếch đại trong mạch thích nghi, hệ số khuếch đại lớn, còn có hậu quả là sẽ khuếch đại ảnh hưởng của nhiễu. Do đó $\gamma(t)$ giảm dần theo thời gian với mục đích giảm ảnh hưởng của nhiễu như ở h.3-66 (đường liền nét).

Để $c[n]$ tiến đến c^* với xác suất bằng 1 thì điều kiện cần là:

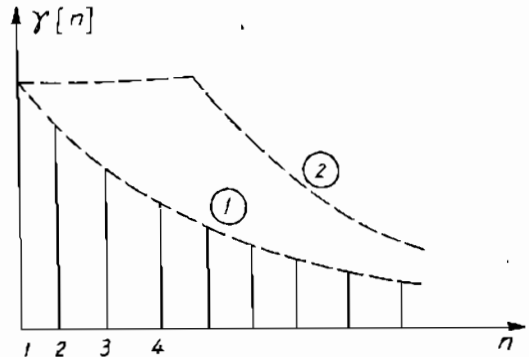
$$\lim_{n \rightarrow \infty} \gamma[n] \nabla_c Q(\mathbf{x}[n], \mathbf{c}[n-1]) = 0 \quad (3-119)$$

Vì quá trình là ngẫu nhiên nên $\nabla_c Q(\mathbf{x}[n], \mathbf{c}^*) \neq 0$ do đó $\gamma[n]$ tiến đến không khi n tăng nhưng không quá nhanh như yêu cầu b đã đặt ra.

Điều kiện $\gamma = \text{const}$ như ở (3-40), (3-47) chỉ áp dụng trong trường hợp hệ không có nhiễu. Thỏa mãn điều kiện Robbins - Monro là:

$\gamma[n] = \frac{1}{n}$ trong trường hợp gián

đoạn như ở h.3-67, đường 1. Tốt nhất là đường 2, chỉ giảm ở giai đoạn sau nhằm tăng tốc độ biến đổi của $c(t)$ ở thời gian đầu lúc còn xa thông số tối ưu c^* .



Hình 3-67.

Angôrit tối ưu

Vấn đề đặt ra là, liệu với điều kiện Robbins - Monro, có thể chọn các phần tử $\gamma_p[n]$ hay $\gamma_p(t)$ sao cho angôrit trở nên tối ưu không?

Bây giờ dùng chất lượng là trị số trung bình của chênh lệch vectơ $\mathbf{c}[n]$ hay $\mathbf{c}(t)$ so với vectơ tối ưu $\mathbf{c}^*$ chưa biết.

$$V^2[n] = M \left\{ \frac{1}{2} (\mathbf{c}[n] - \mathbf{c}^*)^2 \right\} \rightarrow \min \quad (3-120)$$

cho trường hợp gián đoạn và

$$V^2(t) = M \left\{ \frac{1}{2} (\mathbf{c}(t) - \mathbf{c}^*)^2 \right\} \rightarrow \min \quad (3-121)$$

cho trường hợp liên tục. V^2 là phương sai - độ tán của ước lượng.

Ta dùng ký hiệu:

$$\mathbf{c}[n] - \mathbf{c}^* = \eta[n], \quad (3-122)$$

$$\mathbf{x}[n] - \mathbf{c}^* = \zeta[n] - \text{nhiều} \quad (3-123)$$

với điều kiện của nhiều: $M\{\zeta[n]\} = 0.$ (3-124)

thì $\mathbf{c}^* = M\{\mathbf{x}[n]\}.$ (3-125)

Do đó angôrit thích nghi với chất lượng V^2 cực tiểu là:

$$\mathbf{c}[n] = \mathbf{c}[n-1] - \gamma[n](\mathbf{c}[n-1] - \mathbf{x}[n]) \quad (3-126)$$

Thêm $\mathbf{c}^*$ vào hai vế của biểu thức trên:

$$\mathbf{c}[n] - \mathbf{c}^* = \mathbf{c}[n-1] - \mathbf{c}^* - \gamma[n](\mathbf{c}[n-1] - \mathbf{c}^* - (\mathbf{x}[n] - \mathbf{c}^*)) \quad (3-127)$$

Theo (3-122) ta có:

$$\begin{aligned} \eta[n] &= \eta[n-1] - \gamma[n](\eta[n-1] - \zeta[n]) \\ &= (1 - \gamma[n])\eta[n-1] + \gamma[n]\zeta[n] \end{aligned} \quad (3-128)$$

Nhiều ζ có trị số trung bình bằng không theo (3-124) và phương sai:

$$M\{\zeta^2[n]\} = \sigma^2. \quad (3-129)$$

Vì ζ và η không tương quan nhau, nên:

$$M\{\eta[n-1]\zeta[n]\} = 0 \text{ và từ (3-128) ta có:}$$

$$V^2[n] = (1 - \gamma[n])^2 V^2[n-1] + \gamma^2[n]\sigma^2 \quad (3-130)$$

Từ điều kiện $\frac{dV^2[n]}{d\gamma} = - (1 - \gamma[n]) V^2[n-1] + \gamma[n]\sigma^2 = 0$ (3-131)

ta có: $\gamma^*[n] = \frac{V^2[n-1]}{V^2[n-1] + \sigma^2}$ (3-132)

Thay thế trị số tối ưu từ (3-132) vào (3-130):

$$\begin{aligned} V^2[n] &= \left[\frac{\sigma^2}{V^2[n-1] + \sigma^2} \right]^2 V^2[n-1] + \left[\frac{V^2[n-1]}{V^2[n-1] + \sigma^2} \right]^2 \sigma^2 \\ &= \frac{\sigma^4 V^2[n-1] + V^4[n-1]\sigma^2}{(V^2[n-1] + \sigma^2)^2} \end{aligned} \quad (3-133)$$

Từ đó rút ra: $V^{2*}[n] = \frac{\sigma^2 V^2[n-1]}{V^2[n-1] + \sigma^2} = \gamma^*[n]\sigma^2$ (3-134)

Từ (3-134), sau khi chia cho $V^2[n-1]$ ở tử số và mẫu số cuối cùng ta có:

$$\gamma^*[n] = \frac{1}{1 + \frac{\sigma^2}{V^2[n-1]}} \quad (3-135)$$

Theo (3-134):
$$\frac{\sigma^2}{V^2[n]} = \frac{1}{\gamma^*[n]} = 1 + \frac{\sigma^2}{V^2[n-1]} \quad (3-136)$$

Từ (3-136) ta có thể suy ra các biểu thức tương tự:

$$\begin{aligned} \frac{\sigma^2}{V^2[n]} &= 1 + \frac{\sigma^2}{V^2[n-1]}, \\ \frac{\sigma^2}{V^2[n-1]} &= 1 + \frac{\sigma^2}{V^2[n-2]}, \\ \frac{\sigma^2}{V^2[n-2]} &= 1 + \frac{\sigma^2}{V^2[n-3]}, \\ &\dots\dots\dots \\ \frac{\sigma^2}{V^2[1]} &= 1 + \frac{\sigma^2}{V^2[0]}. \end{aligned}$$

Bằng cách thay thế biểu thức dưới vào biểu thức trên kế cận, ta có:

$$\frac{\sigma^2}{V^2[n]} = n + \frac{\sigma^2}{V^2[0]}.$$

Từ (3-134):

$$\gamma^*[n] = \frac{V^{*2}[n]}{\sigma^2} = \frac{1}{n + \frac{\sigma^2}{V^2[0]}} \quad (3-137)$$

Như vậy, ta đã chứng minh, tồn tại trị số tối ưu của $\gamma^*(3-132)$, tương ứng với chất lượng tối ưu $V^{*2}(2-134)$ cũng như mối liên hệ của γ^* và cường độ của nhiễu σ .

Nếu không có điều kiện ban đầu về bình phương của sai lệch, ta có thể lấy trị số $V^2[0] = \infty$ lúc bấy giờ $\gamma^*[n] = \frac{1}{n}$ và $V^2[n] = \frac{\sigma^2}{n}$ như đã nói trên và ở h.3-67. Angorít (3-126) trên sẽ có dạng:

$$c[n] = c[n-1] - \frac{1}{n} (c[n-1] - x[n]). \quad (3-138)$$

III.4.3. ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP TỔNG QUÁT ĐỂ KHẢO SÁT MỘT SỐ BÀI TOÁN KHÁC NHAU THƯỜNG GẶP

Như trên đã nêu, phương pháp tổng quát [34, 35] đã bao gồm được nhiều bài toán thích nghi khác nhau theo một quan điểm thống nhất, dễ hiểu và đã được đánh giá cao [21]. Điều đó cũng đã thấy rõ trong những ví dụ nêu ở phần này. Những ví dụ có nhiều, dưới đây chỉ nêu một số bài toán khác nhau thường gặp.

III.4.3.1. Hệ học có chỉ dẫn

1. Đặt vấn đề

Bài toán nhận thức là bài toán chung hình thành trên cơ sở các bài toán riêng như nhận biết về hình dạng (số, chữ, các hình ảnh giản đơn) về âm thanh (tiếng nói, tiếng ồn) chẩn đoán bệnh tật và hồng học. Nhận biết có thể xảy ra bằng hai phương thức: học có thầy dạy mà biết và tự học mà biết. Mục này đề cập đến phương thức thứ nhất nên có tên hệ học có chỉ dẫn.

Nhận biết là bước đầu tiên và quan trọng của xử lý thông tin nhờ vào các giác quan của con người và thiết bị. Đầu tiên con người nhận biết về đồ vật, sau đó, quan hệ giữa các đồ vật, cũng như giữa chúng và con người, tức là nhận biết về hoàn cảnh. Cuối cùng con người nhận biết về sự biến đổi của các hoàn cảnh, tức là nhận biết về hiện tượng. Điều đó cho phép con người khám phá ra các quy luật; và dự báo trước những hiện tượng sẽ xảy đến, cùng quy luật của chúng.

Ta không đề cập vấn đề so sánh khả năng tư duy của người và máy, (như ở lĩnh vực chơi cờ, so sánh "Deep Blue" và Kasparov) không phải vì còn là vấn đề đang bàn cãi mà là vì cách đặt vấn đề như thế là không hợp quy luật. Máy móc làm tăng khả năng vật lý và sau đó là khả năng về trí tuệ, trong trường hợp ngược lại thì máy móc đã không được chế tạo nên!

Ở mục này sẽ đề cập đến vấn đề nhận biết và phương pháp thích nghi để giải quyết vấn đề này có hiệu quả. Đồng thời nhiều angôrit học nhận biết khác nhau được xây dựng theo trực quan hay suy đoán, được chứng minh là trường hợp cá biệt của angôrit thích nghi này.

Nhiệm vụ cơ bản của bài toán nhận biết là chỉ ra đối tượng đang được xét đến thuộc lớp nào, mà nói chung là các lớp ấy cũng chưa xác định trước. Đặc trưng của một lớp, một loại nào đó của đối tượng là cái gì chung nhất, giống nhau nhất - đó là *hình ảnh*. Để giải quyết bài toán nhận biết, trước

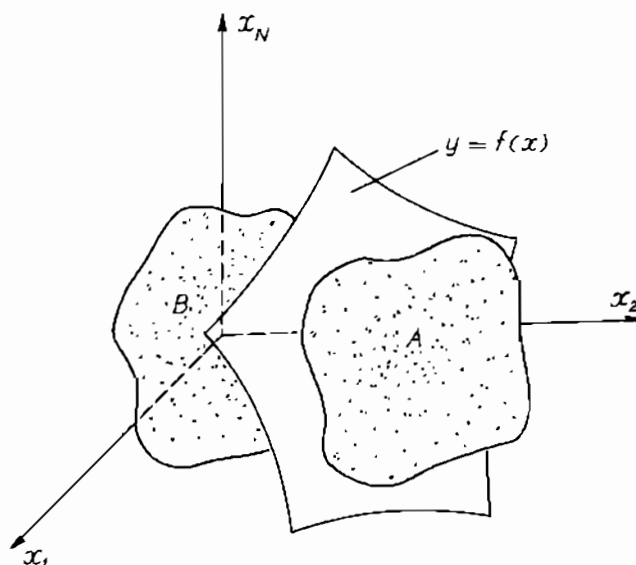
tiên phải dạy bằng cách đưa ra những hình ảnh thuộc lớp này hay lớp khác đã biết.

Mục đích đặt ra không phải là so sánh những dấu hiệu của đối tượng với dấu hiệu của lớp này hay lớp khác đã biết trước như ở các máy đọc chữ chuẩn, các thiết bị kiểm tra và phân loại sản phẩm mà chỉ khảo sát trường hợp, khi mà đặc điểm chung của các đối tượng thuộc lớp này hay lớp khác là không thể xác định được, mặc dầu nó vẫn tồn tại một cách khách quan.

2. Angorít học có chỉ dẫn

Ta dùng khái niệm hình học sau:

Mỗi đối tượng cùng với đặc tính của nó được thể hiện bằng một điểm trong không gian nhiều chiều như ở h.3-68. Hiển nhiên là những đối tượng giống nhau tương ứng với các điểm gần nhau và các lớp sẽ phân biệt dễ dàng nếu các điểm dồn lại theo từng vùng riêng rẽ.



Hình 3-68.

Bài toán học nhận dạng hình ảnh là bài toán xây dựng mật phân cách, chia không gian nhiều chiều ra từng vùng, tương ứng với từng lớp khác nhau sao cho sai lệch theo một nghĩa nào đó là nhỏ nhất.

Việc xây dựng mật phân cách được thực hiện bằng cách đưa ra một số hình ảnh của các đối tượng thuộc về các lớp ấy. Việc nhận biết được đánh giá sau quá trình học bằng cách đưa ra một đối tượng mới không biết thuộc lớp nào, thì kết quả sẽ được thể hiện. Hai bước ấy là hai bước "học" và "làm" của hệ học có chỉ dẫn. Mật phân cách được mô tả bởi:

$$y = f(\mathbf{x}), \quad (3-139)$$

$\mathbf{x}$ - là véctơ đặc trưng cho hình ảnh,

y - là đại lượng xác định lớp đối với các hình ảnh đã đưa ra.

Có thể đặt điều kiện cho mật phân cách mang tính chất như sau:

$$\text{sign } f(\mathbf{x}) = \begin{cases} 1 & \text{nếu } \mathbf{x} \in A \\ -1 & \text{nếu } \mathbf{x} \in B \end{cases} \quad (3-140)$$

Mật phân cách $y = f(\mathbf{x})$ nói trên là mật phân cách lý tưởng, hay nói cách khác, ở bài toán học có chỉ dẫn, thì đó là "chỉ dẫn của thầy giáo". Bằng phương pháp ngoại suy hay bằng phương pháp xấp xỉ, có thể xây dựng mật phân cách:

$$\hat{y} = \hat{f}(\mathbf{x}, \mathbf{c}) \quad (3-141)$$

Bằng phương pháp thích nghi, vectơ thông số $\mathbf{c}$ sẽ tự chỉnh định sao cho mật phân cách xấp xỉ (3-141) sẽ tiến đến mật phân cách (3-139) theo một chỉ tiêu đánh giá sai lệch nào đó, đó là một hàm lỗi ví dụ. $F(y; \hat{f}(\mathbf{x}, \mathbf{c}))$. Bài toán mang tính chất ngẫu nhiên nên chỉ tiêu chất lượng là:

$$J(\mathbf{c}) = M \{F(y; \hat{f}(\mathbf{x}, \mathbf{c}))\} \quad (3-142)$$

Xấp xỉ tốt nhất tương ứng với vectơ $\mathbf{c} = \mathbf{c}^*$ và phiếm hàm $J(\mathbf{c})$ có cực tiểu. Trong nhiều trường hợp (3-142) có dạng cụ thể hơn:

$$J(\mathbf{c}) = M \{F(y - \hat{f}(\mathbf{x}, \mathbf{c}))\} \quad (3-143)$$

Vì mật độ phân bố của $p(\mathbf{x})$ chưa biết nên để xác định $\mathbf{x}^*$ chỉ có thể dùng các thực hiện riêng lẻ từ việc đưa ra các hình ảnh của đối tượng trong bước "học".

Hàm xấp xỉ có thể được chọn dưới dạng một tổng hữu hạn:

$$\hat{f}(\mathbf{x}, \mathbf{c}) = \sum_{\nu=1}^N c_{\nu} \varphi_{\nu}(\mathbf{x}) = \mathbf{c}^T \boldsymbol{\varphi}(\mathbf{x}) \quad (3-144)$$

mà $\mathbf{c}$ - vectơ thông số, $\varphi(\mathbf{x})$ - vectơ các hàm độc lập tuyến tính.

Như vậy bước thứ nhất - xác định chỉ tiêu chất lượng (3-96) đã được thực hiện.

$$J(\mathbf{c}) = M \{F(y - \mathbf{c}^T \boldsymbol{\varphi}(\mathbf{x}))\}, \quad (3-145)$$

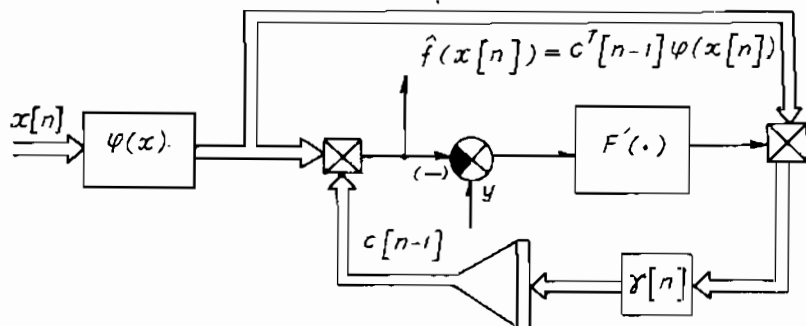
Vì phiếm hàm (3-145) không thực hiện được bằng phương pháp giải tích, do đó cực tiểu của $J(\mathbf{c})$ sẽ được thực hiện bằng cách đo các gradien của "thực hiện" theo điều kiện tối ưu ở bước hai (3-99):

$$\nabla_{\mathbf{c}} J(\mathbf{c}) = - M \{F'(y - \mathbf{c}^T \boldsymbol{\varphi}(\mathbf{x})) \boldsymbol{\varphi}(\mathbf{x})\} = 0 \quad (3-146)$$

Và bước 3- xây dựng angôrit thích nghi trên cơ sở sử dụng điều kiện tối ưu (3-146) - phần bên trong của dấu kỳ vọng toán. Theo (3-102) ta có:

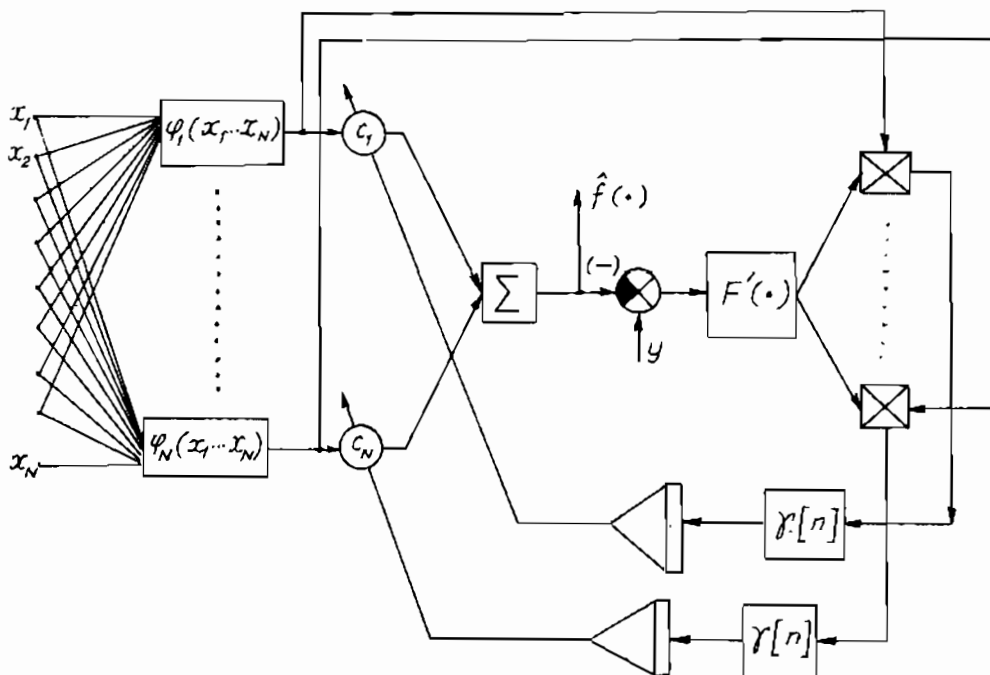
$$\mathbf{c}[n] = \mathbf{c}[n-1] + \gamma[n] + F'(y[n] - \mathbf{c}^T[n-1] \boldsymbol{\varphi}(\mathbf{x}[n])) \boldsymbol{\varphi}(\mathbf{x}[n]) \quad (3-147)$$

Đó là angôrit học. Angôrit (3-147) sẽ xác định vectơ tối ưu $\mathbf{c} = \mathbf{c}^*$ và mật phân cách tối ưu $f^*(\mathbf{x}, \mathbf{c}^*)$ khi $n \rightarrow \infty$.



Hình 3-69.

Tùy cách chọn chỉ tiêu chất lượng khác nhau, cách chọn hàm xấp xỉ khác nhau, cách chọn ma trận $\Gamma[n]$ nói chung khác nhau mà có các biến dạng khác nhau của (3-147) khi không dùng tín hiệu tìm cũng như có tín hiệu tìm. Ở h.3-69 có sơ đồ thực hiện angôrit (3-147).



Hình 3-70.

Quá trình học là quá trình đưa theo hình ảnh của đối tượng ở đầu vào $x[n]$ mà "thầy giáo" có quyết định:

$$\text{sign } y = \begin{cases} 1 & \text{khi } \mathbf{x} \in A \\ -1 & \text{khi } \mathbf{x} \in B \end{cases}$$

đồng thời cũng là quá trình hình thành mặt phân cách tối ưu $\hat{f}(\mathbf{x}, \mathbf{c}^*)$. Khi quá trình học kết thúc, với hình ảnh của các đối tượng ở đầu vào, ta có đáp án theo $\text{sign } f(\mathbf{x}, \mathbf{c}^*)$.

Sơ đồ khai triển của (3-147) như ở h.3-70.

$F'(\cdot)$ là khối thực hiện lấy đạo hàm,

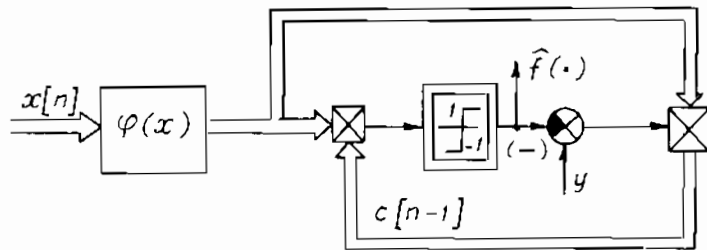
Ví dụ: $J(c) = M\{e^2\}$,

thì $F'(\cdot) = M\{2e\}$ được thực hiện bằng hệ số khuếch đại $K = 2$.

nếu: $J(c) = M\{|e|\}$,

thì: $F'(\cdot) = M\{\text{sign } e\}$ được thực hiện bằng rơle 2 vị trí.

Các phần tử khác là các bộ biến đổi hàm $\varphi(\mathbf{x})$, khuếch đại có hệ số biến đổi c_n , bộ nhân, các bộ tích phân gián đoạn.



Hình 3-71.

Angô r i t

(3-147) và sơ đồ thực hiện (h.3-69), tương ứng với PERCEPTRON [1, 34]. Angôrit nguyên thủy *PERCEPTRON* của *ROSENBLATT* có dạng sau:

$$\mathbf{c}[n] = \mathbf{c}[n-1] + \gamma[n](y[n] - \text{sign } \mathbf{c}[n-1]\varphi(\mathbf{x}[n]))\varphi(\mathbf{x}[n]) \quad (3-148)$$

tương ứng với sơ đồ khối như ở h.3-71.

Máy học *ADALIN* (phần tử thích nghi tuyến tính) là phương án tối giản của perceptron. Ở đầu vào của Adalin là vectơ:

$$\mathbf{x}[n] = (1, x_1[n], \dots, x_N[n], \quad (3-149)$$

mà chúng sẽ xác định mọi hoàn cảnh có thể với $n = 1, 2, \dots, 2^N$. Các hoàn cảnh này chia làm 2 lớp tương ứng với: $y = \pm 1$.

Nếu chọn hàm xấp xỉ dạng:

$$\varphi_0(\mathbf{x}) = 1,$$

$$\varphi_\nu(\mathbf{x}) = x_\nu; \quad \nu = 1, 2, \dots, N.$$

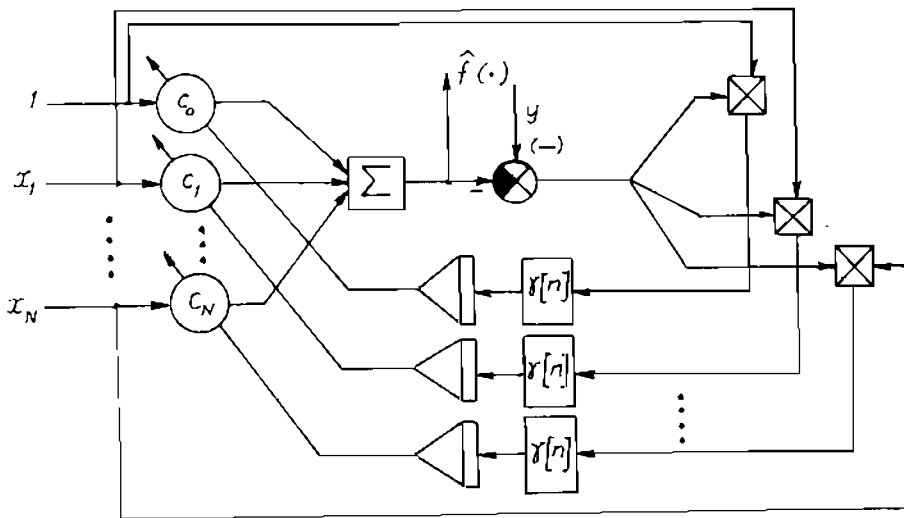
thì các bộ biến đổi hàm nhiều biến không cần nữa. Nếu dùng phiếm hàm dạng bình phương thì role 2 vị trí như ở h.3-71 cũng không cần nữa và angôrit Adalin như sau:

$$\mathbf{c}[n] = \mathbf{c}[n - 1] - \gamma[n](\mathbf{y}[n] - \mathbf{c}^T[n - 1]\mathbf{x}[n])\mathbf{x}[n]. \quad (3-150)$$

Sơ đồ thực hiện angôrit Adalin như ở h.3-72. Thông thường $\gamma[n]$ được

chọn là một hằng $\gamma[n] = \frac{\gamma_0}{N + 1}$

Các dạng khác nhau của angôrit học có thể xem ở bảng 4-1 và 4-2 [34].



Hình 3-72.

III.4.3.2. Hệ tự học

1. Đặt vấn đề

Tự học là học không có chỉ dẫn từ ngoài về đáp ứng của hệ thống là đúng hay không đúng khi có hình ảnh đưa vào. Thoạt tiên, dễ nghĩ ngay là điều ấy không thể có được vì hình ảnh cần phân loại có bao nhiêu là dấu hiệu khác nhau, còn hệ thống thì không thể quan tâm dấu hiệu nào, loại bỏ những dấu hiệu nào. Liệu hệ thống có thể đoán được sự phân loại mà người thiết kế nghĩ ra chăng? Mặt khác liệu sự phân loại của hệ có làm cho con người thỏa mãn không?

Thực ra khi nghiên cứu kỹ bài toán ta thấy rằng người thiết kế ngay từ

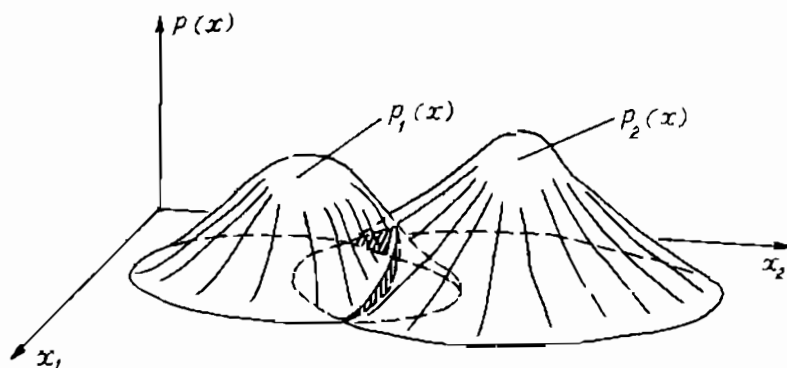
đầu đã giải quyết nhiều vấn đề cho hệ thống rồi. Dấu hiệu để phân loại trước hết là được xác định từ việc chọn các cảm biến. Nếu cảm biến là những phần tử quang điện thì dấu hiệu để phân loại là hình ảnh, kích thước chứ không phải là mật độ hay trọng lượng của vật. Vậy thì trên cơ sở nào xây dựng hệ tự học?

Giả thiết rằng tập hợp những hình ảnh X bao gồm những tập hợp con X_k tréo nhau tương ứng với những lớp khác nhau đặc trưng bởi vectơ $\mathbf{x}$. Dùng p_k để chỉ xác suất xuất hiện hình ảnh $\mathbf{x}$ từ tập con X_k và $p_k(\mathbf{x}) = p(\mathbf{x}/k)$ - mật độ phân bố xác suất có điều kiện của vectơ $\mathbf{x}$ bên trong lớp k tương ứng. Mật độ phân bố xác suất có điều kiện $p_k(\mathbf{x})$ có cực đại ở "tâm" của lớp k thuộc tập con X_k như ở h.3-73.

Mật độ phân bố xác suất hỗn hợp:

$$p(\mathbf{x}) = \sum_{k=1}^M P_k p_k(\mathbf{x}) \quad (3-151)$$

chứa đựng
toàn bộ
lượng thông
tin về các
tập con. Bài
toán tự học
thường dẫn
đến bài toán
phục hồi
mật độ phân
bố xác suất
hỗn hợp và
xác định các
"tâm", theo



Hình 3-73.

đó xác định biên giới của các lớp. Trường hợp thuận lợi là biên giới có dạng các mặt trũng. Bài toán sẽ đơn giản hơn nếu có trước những thông tin ban đầu như hình dạng của mật độ phân bố có điều kiện (như phân bố chuẩn chẳng hạn) và chúng khác nhau ở các trị số trung bình. Với điều kiện này có rất nhiều phương pháp phân loại không cần đến chỉ dẫn từ ngoài vào.

Mật độ phân bố hỗn hợp được xác định bởi (với $k=2$):

$$p(\mathbf{x}) = P_1 p_1(\mathbf{x}) + P_2 p_2(\mathbf{x}) \quad (3-152)$$

và mật phân cách tương ứng với:

$$f(\mathbf{x}) = P_1 p_1(\mathbf{x}) - P_2 p_2(\mathbf{x}) \quad (3-153)$$

$$\text{vì } f(\mathbf{x}) \quad \begin{cases} > 0 & \mathbf{x} \in A_1 \\ < 0 & \mathbf{x} \in A_2 \end{cases}$$

Mật độ phân bố xấp xỉ được xác định bởi:

$$\hat{p}(\mathbf{x}, \mathbf{a}, \mathbf{b}) = \mathbf{a}^T \varphi(\mathbf{x}) + \mathbf{b}^T \psi(\mathbf{x}), \quad (3-154)$$

ở đây $\mathbf{a}$, $\mathbf{b}$ là các vectơ thông số, $\varphi(\mathbf{x})$ và $\psi(\mathbf{x})$ là các hàm trực giao. Như vậy mật phân cách xấp xỉ cũng có được từ điều kiện:

$$\hat{f}(\mathbf{x}, \mathbf{a}, \mathbf{b}) = \mathbf{a}, \mathbf{b}^T \varphi(\mathbf{x}) - \mathbf{a}, \mathbf{b}^T \psi(\mathbf{x}) \quad (3-155)$$

Các vectơ $\mathbf{a}$ và $\mathbf{b}$ cần xác định sao cho $\hat{p}(\mathbf{x})$ tiến dần đến $p(\mathbf{x})$.

2. Angôrit tự học

Từ cách đặt vấn đề trên, chỉ tiêu chất lượng được xác định bởi:

$$J(\mathbf{a}, \mathbf{b}) = \int_{\mathbf{x}} [p(\mathbf{x}) - \hat{p}(\mathbf{x}, \mathbf{a}, \mathbf{b})]^2 d\mathbf{x} \rightarrow \min_{\mathbf{a}, \mathbf{b}} \quad (3-156)$$

Khi $\mathbf{a} = \mathbf{a}^*$, $\mathbf{b} = \mathbf{b}^*$ thì phiếm hàm trên là cực tiểu.

Điều kiện tối ưu theo (3-99) là:

$$\nabla_{\mathbf{a}} J(\mathbf{a}, \mathbf{b}) = 0$$

$$\nabla_{\mathbf{b}} J(\mathbf{a}, \mathbf{b}) = 0$$

Cụ thể, theo (3-156) và (3-154) ta có:

$$\begin{aligned} \nabla_{\mathbf{a}} J(\mathbf{a}, \mathbf{b}) &= -2 \int_{\mathbf{x}} \varphi(\mathbf{x}) [p(\mathbf{x}) - \varphi^T(\mathbf{x})\mathbf{a} - \psi^T(\mathbf{x})\mathbf{b}] d\mathbf{x} = 0 \\ \nabla_{\mathbf{b}} J(\mathbf{a}, \mathbf{b}) &= -2 \int_{\mathbf{x}} \psi(\mathbf{x}) [p(\mathbf{x}) - \varphi^T(\mathbf{x})\mathbf{a} - \psi^T(\mathbf{x})\mathbf{b}] d\mathbf{x} = 0 \end{aligned} \quad (3-157)$$

hoặc:

$$\begin{aligned} -M\{\varphi(\mathbf{x})\} + \left[\int_{\mathbf{x}} \varphi(\mathbf{x}) \varphi^T(\mathbf{x}) d\mathbf{x} \right] \mathbf{a} + \left[\int_{\mathbf{x}} \varphi(\mathbf{x}) \psi^T(\mathbf{x}) d\mathbf{x} \right] \mathbf{b} &= 0 \\ -M\{\psi(\mathbf{x})\} + \left[\int_{\mathbf{x}} \psi(\mathbf{x}) \varphi^T(\mathbf{x}) d\mathbf{x} \right] \mathbf{a} + \left[\int_{\mathbf{x}} \psi(\mathbf{x}) \psi^T(\mathbf{x}) d\mathbf{x} \right] \mathbf{b} &= 0 \end{aligned} \quad (3-158)$$

Tương ứng với $\varphi(\mathbf{x})$ và $\psi(\mathbf{x})$ là các vectơ hàm trực giao chuẩn:

$$\int_{\mathbf{x}} \varphi(\mathbf{x}) \varphi^T(\mathbf{x}) d\mathbf{x} = \int_{\mathbf{x}} \psi(\mathbf{x}) \psi^T(\mathbf{x}) d\mathbf{x} = \mathbf{I} \quad (3-159)$$

$$\begin{aligned} \text{ta rút ra:} \quad M\{\varphi(\mathbf{x})\} &= \mathbf{a} + \mathbf{G}\mathbf{b} \\ M\{\psi(\mathbf{x})\} &= \mathbf{G}^T \mathbf{a} + \mathbf{b} \end{aligned} \quad (3-160)$$

Từ biểu thức thứ hai rút ra:

$$\mathbf{b} = \mathbf{M}\{\psi(\mathbf{x})\} - \mathbf{G}^T \mathbf{a} \quad (3-161)$$

và thay $\mathbf{b}$ vào biểu thức thứ nhất:

$$\begin{aligned} \mathbf{M}\{\varphi(\mathbf{x})\} &= \mathbf{a} + \mathbf{G}\mathbf{M}\{\psi(\mathbf{x})\} - \mathbf{G}\mathbf{G}^T \mathbf{a} \\ &= [\mathbf{I} - \mathbf{G}\mathbf{G}^T] \mathbf{a} + \mathbf{G}\mathbf{M}\{\psi(\mathbf{x})\} \end{aligned} \quad (3-162)$$

$$\text{Từ đó ta xác định: } \mathbf{a} = \mathbf{U}\mathbf{M}\{\varphi(\mathbf{x})\} - \mathbf{G}\{\psi(\mathbf{x})\}, \quad (3-163)$$

và tương tự ta xác định:

$$\mathbf{b} = \mathbf{U}^T \mathbf{M}\{\psi(\mathbf{x}) - \mathbf{G}^T \varphi(\mathbf{x})\}; \quad (3-164)$$

$$\text{Ở đây } \mathbf{U} = [\mathbf{I} - \mathbf{G}\mathbf{G}^T]^{-1}; \quad (3-165)$$

$$\mathbf{G} = \int \varphi(\mathbf{x})\psi^T(\mathbf{x})d\mathbf{x}; \mathbf{G}^T = \int \psi(\mathbf{x})\varphi^T(\mathbf{x})d\mathbf{x} \quad (3-166)$$

Biểu thức (3-163) và (3-164) sau khi dồn về một phía và áp dụng lấy trị số trung bình:

$$\mathbf{M}\{\mathbf{a} - \mathbf{U}[\varphi(\mathbf{x}) - \mathbf{G}\psi(\mathbf{x})]\} = 0, \quad (3-167)$$

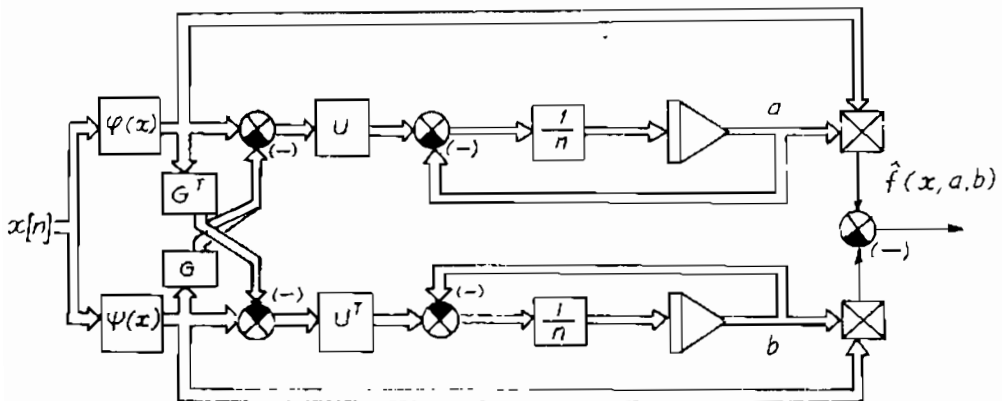
$$\mathbf{M}\{\mathbf{b} - \mathbf{U}^T[\psi(\mathbf{x}) - \mathbf{G}^T \varphi(\mathbf{x})]\} = 0. \quad (3-168)$$

Lưu ý các biểu thức (3-167) và (3-168) là kết quả biến đổi của điều kiện tối ưu (3-157) do đó ta có thể xác định angôrit thích nghi theo (3-102):

$$\mathbf{a}[n] = \mathbf{a}[n-1] - \frac{1}{n} \{\mathbf{a}[n-1] - \mathbf{U}[\varphi \mathbf{x}[n] - \mathbf{G}\psi(\mathbf{x}[n])]\} \quad (3-169)$$

$$\mathbf{b}[n] = \mathbf{b}[n-1] - \frac{1}{n} \{\mathbf{b}[n-1] - \mathbf{U}^T[\psi(\mathbf{x}[n]) - \mathbf{G}^T \varphi(\mathbf{x}[n])]\} \quad (3-170)$$

Sơ đồ thực hiện angôrit (3-169) và (3-170) như ở h.3-74.



Hình 3-74.

Ở đây $y[n] = \frac{1}{n}$ theo điều kiện tối ưu của γ (3-137).

$\hat{f}(\mathbf{x}, \mathbf{a}, \mathbf{b})$ có được từ điều kiện (3-155) trong khi chỉ tiêu chất lượng được hình thành theo mật độ phân bố hỗn hợp.

Angôrit tự học khác angôrit học (3-147) ở chỗ, thay vì một vectơ angôrit, ở đây có một cặp vectơ angôrit (3-169) và (3-170) tác động thay thế nhau (h.3-74) tùy thuộc vào dấu của hàm phân cách $\hat{f}(\mathbf{x}, \mathbf{a}, \mathbf{b})$ mà thông số $\mathbf{a}$, $\mathbf{b}$ sau mỗi lần đưa ra hình ảnh $\mathbf{x}$ sẽ tiến dần đến trị số tối ưu $\mathbf{a}^*$, $\mathbf{b}^*$. Chính điều ấy bù đắp cho sự vắng mặt của chỉ dẫn y như ở hệ học. Mặt khác, vai trò ẩn của chỉ dẫn tồn tại ngay trong chỉ tiêu chất lượng đặt ra còn gọi là hàm phạt. Như đã thấy, mật phân cách được xác định ngay từ hàm phạt.

Angôrit học và tự học khá phong phú [5, 34, 35] phạm vi ứng dụng của chúng tùy thuộc vào thời gian "tập dượt" của chúng dài hay ngắn, mức độ chính xác của chúng khi có tác động của nhiễu như thế nào, mức độ phức tạp trong thực hiện ra sao. Ví dụ như, đối với các khối biến đổi hàm $\varphi(\mathbf{x})$, một mật cần có mức độ xấp xỉ tốt, mặt khác cần giản đơn trong thực hiện.

Nếu trước đây những máy học và tự học đã thực hiện được những chức năng quá đối ngạc nhiên đối với con người thì ngày nay nguyên tắc hoạt động của chúng được giải thích qua những trường hợp riêng của angôrit học và tự học. Nhưng khó khăn vẫn tồn tại ở chỗ có được một phương pháp vạn năng để tìm những hình ảnh có ích để hệ có thể nhận biết được.

III.4.3.3. Bài toán nhận dạng

1. Khái niệm chung

Nhận dạng là bài toán xác định đặc tính của đối tượng điều khiển và các đặc tính của tín hiệu tác động vào đối tượng điều khiển.

Ở bài toán tiền định, tác động và đặc tính của đối tượng được xác định trên cơ sở khảo sát, phân tích hay thực nghiệm. Ở bài toán ngẫu nhiên, các đặc tính thống kê của tín hiệu tác động vào đối tượng (mật độ phân bố, hàm tương quan, mật độ phổ v.v...) được xác định trên cơ sở gia công số liệu thực nghiệm còn đặc tính của đối tượng điều khiển (các phương trình, các đặc tính thời gian v.v...) được xác định theo các phương pháp thống kê sau khi đã gia công số liệu thực nghiệm.

Ở các bài toán thích nghi phương pháp này không thể áp dụng vì nó đòi hỏi nhận dạng với tác động vào dạng đặc biệt, đòi hỏi thời gian quan sát và gia công số liệu lâu, trong điều kiện của phòng thí nghiệm, trong khi ở các

hệ thích nghi những việc ấy phải được thực hiện trong điều kiện hệ đang vận hành.

Nhận dạng có hai nội dung:

- Xác định cấu trúc và thông số của đối tượng, đó là bài toán hộp đen.
- Xác định thông số đối tượng khi cấu trúc cho trước, đó là bài toán hộp xám. Chỉ cần một lượng thông tin không lớn lắm về cấu trúc của đối tượng thì bài toán đã đơn giản đi rất nhiều. Ở đây ta quan tâm đến nhiệm vụ thứ hai.

Bài toán nhận dạng sẽ được khảo sát theo quan điểm của bài toán học đã nêu trên.

2. Xác định đặc tính phi tuyến tính

Ở đây chỉ nói đến các khâu phi tuyến tính đơn thuần, không có quán tính, trong trường hợp chung có thể nhiều đầu vào và một đầu ra.

Xác định đặc tính của phần tử phi tuyến

$$y = f(x), \quad (3-171)$$

dẫn đến việc phục hồi hàm $f(x)$ theo tín hiệu vào x và tín hiệu ra y .

Hàm $f(x)$ có thể xấp xỉ bằng tổng hữu hạn của các hàm tuyến tính $c^T \varphi(x)$ như đã thực hiện đối với hệ học. Ta có thể xác định được angôrit thích nghi theo kiểu perceptron mà "chỉ dẫn" y là đầu ra của khâu phi tuyến tính cần xét.

Trong nhiều trường hợp, hình dạng của đặc tính phi tuyến đã biết, chỉ cần xác định véctơ thông số của nó, lúc bấy giờ đặc tính xấp xỉ có dạng:

$$\hat{f}(x) = f_0(x, c). \quad (3-172)$$

mà c là véctơ thông số cần tìm.

Ở bước 1 - hàm mục tiêu được xác định như sau:

$$J(c) = Mx\{F(y - f_0(x, c))\} \quad (3-173)$$

Bước thứ 2: Điều kiện tối ưu xác định theo (3-173):

$$\nabla_c F(y - f_0(x, c)) = -F'(y - f_0(x, c)) \nabla_c f_0(x, c) = 0 \quad (3-174)$$

và bước cuối cùng: Xác định angôrit

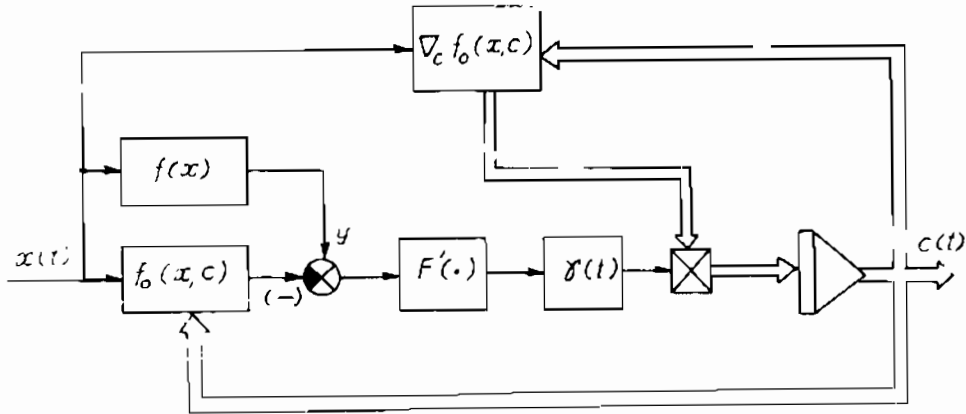
$$\begin{aligned} c[n] &= c[n - 1] + \gamma[n] F'(y[n] - f_0(x[n], c[n - 1])) \\ &\quad \dots \nabla_c f_0(x[n], c[n - 1]) \end{aligned} \quad (3-175)$$

cho trường hợp gián đoạn, hoặc:

$$\frac{dc(t)}{dt} = \gamma(t) F'(y(t) - f_0(x(t), c(t))) \nabla_c f_0(x(t), c(t)) \quad (3-176)$$

cho trường hợp angôrit liên tục.

Sơ đồ thực hiện angôrit (3-176) như ở h.3-75 cũng như ở các trường hợp trên, nếu $F(y - f_0(x, c)) = \frac{1}{2} (y - f_0(x, c))^2$ thì $F'(\cdot) = 1$, được thực hiện bằng một khâu khuếch đại với hệ số khuếch đại là 1.



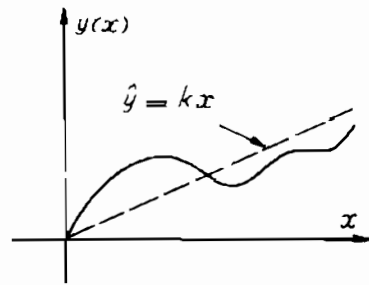
Hình 3-75.

Nếu $F(y - f_0(x, c)) = |y - f_0(x, c)|$, thì $F'(\cdot) = \text{sign}(y - f_0(x, c))$ được thực hiện bằng role 2 vị trí.

Trong trường hợp giản đơn, nếu $f(x)$ như ở h.3-76 và có thể dùng mô hình giản đơn bằng một khâu khuếch đại có hệ số K biến đổi được thì K^* có thể như ở đường đứt nét trên h.3-76. Đó là trường hợp ước lượng hệ số tuyến tính hóa thống kê mà khi phân tích thống kê các hệ phi tuyến, khâu phi tuyến được thay thế bằng khâu tuyến tính với điều kiện là phải biết mật độ phân bố của tín hiệu dùng ở đầu vào. Ở đây điều đó là không cần thiết.

Angôrit thích nghi ước lượng hệ số tuyến tính hóa thống kê là:

$$\frac{dk(t)}{dt} = \gamma(t) F'(y(t) - k(t)x(t)) x(t) \quad (3-177)$$



Hình 3-76.

3. Nhân dạng các đối tượng phi tuyến tính

Hành vi của các đối tượng phi tuyến tính có thể mô tả dưới dạng:

a. phương trình sai phân phi tuyến tính bậc l:

$$\mathbf{x}[n] = f(\mathbf{x}[n-1], \dots, \mathbf{x}[n-l]; u[n-1], \dots, u[n-l]) \quad (3-178)$$

mà $\mathbf{x}[n]$ là lượng ra, $u[n]$ - lượng vào.

b. hệ các phương trình sai phân phi tuyến tính bậc một:

$$\mathbf{x}[n] = f(\mathbf{x}[n-1], u[n-1]) \quad (3-179)$$

mà $\mathbf{x}[n] = (x_1[n], \dots, x_l[n],$

$$u[n] = (u_1[n], \dots, u_{l1}[n]),$$

là các vectơ tín hiệu ra và vào của đối tượng.

Các phương trình sai phân này tương ứng với các đối tượng liên tục được điều khiển bằng máy tính hay các cơ cấu xung. Với những điều kiện nhất định chúng có thể xem như mô tả gần đúng các hệ liên tục.

Ngoài các phương trình dạng sai phân hay vi phân, có khi các đối tượng phi tuyến tính được mô tả bằng chuỗi Volte:

$$\begin{aligned} \mathbf{x}[n] = & \sum_{m=0}^{\infty} k_1[m]u[n-m] + \sum_{m_1=0}^{\infty} \sum_{m_2=0}^{\infty} k_2[m_1, m_2].u[n-m_1]u[n-m_2] + \\ & + \sum_{m_1=0}^{\infty} \dots \sum_{m_s=0}^{\infty} k_s[m_1, \dots, m_s]. u[n-m_1] \dots u[n-m_s] + \dots \end{aligned} \quad (3-180)$$

(3-180) có thể xem như chuỗi Volte gần đúng nếu thay thế dấu tổng bằng tích phân còn các biến thay thế bằng dạng liên tục. Nếu chỉ giới hạn với thành phần thứ nhất, ta có phương trình của hệ tuyến tính.

Nhận dạng các đối tượng động học là phục hồi các phương trình của đối tượng theo tín hiệu vào và ra.

Ta sẽ nhận dạng đối tượng phi tuyến tính mô tả theo (3-179) thường dùng vì có nhiều thuận tiện.

Mỗi thành phần của vectơ hàm $f(\mathbf{x}, \mathbf{u})$ được xấp xỉ bằng một tổng hữu hạn:

$$\hat{f}_{\mu}(\mathbf{x}, \mathbf{u}, \mathbf{c}) = \sum_{\nu=1}^N c_{\nu} \varphi_{\mu\nu}(\mathbf{x}, \mathbf{u}); \quad \mu (= 1, 2, \dots, l). \quad (3-181)$$

hay dưới dạng vectơ:

$$\hat{f}(\mathbf{x}, \mathbf{u}, \mathbf{c}) = \phi(\mathbf{x}, \mathbf{u})\mathbf{c}, \quad (3-182)$$

$$\text{mà } \phi(\mathbf{x}, \mathbf{u}) = \|\varphi_{\mu\nu}(\mathbf{x}, \mathbf{u})\| \quad (\mu = 1, \dots, l; \nu = 1 \dots N)$$

là ma trận các hàm độc lập tuyến tính.

Bài toán nhận dạng đối tượng dẫn đến bài toán cực tiểu hóa kỳ vọng toán của chênh lệch:

$$J(\mathbf{c}) = M \{F(\mathbf{x}[n] - \phi(\mathbf{x}[n-1], \mathbf{u}[n-1])\mathbf{c})\} \quad (3-183)$$

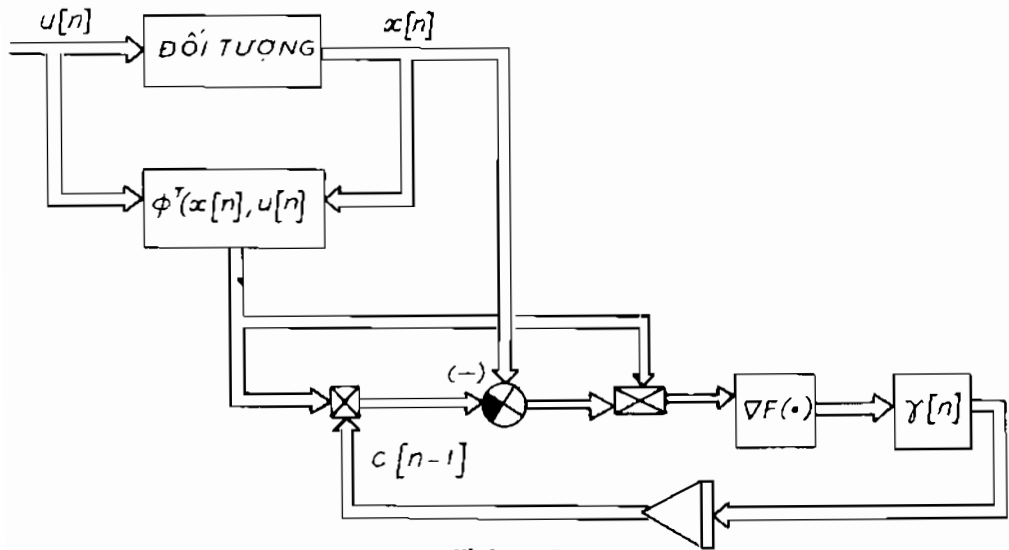
mà $F(\cdot)$ phải là một hàm lồi. Hàm $F(\cdot)$ là khả vi nên dùng angôrit (3-102) mà gradien của thực hiện được xác định bởi:

$$\begin{aligned} \nabla_c F(\mathbf{x}[n] - \phi(\mathbf{x}[n-1], \mathbf{u}[n-1])\mathbf{c}) = \\ = -\phi^T(\mathbf{x}[n-1], \mathbf{u}[n-1])\nabla F(\mathbf{x}[n] - \phi(\mathbf{x}[n-1], \mathbf{u}[n-1])\mathbf{c}) = 0 \end{aligned} \quad (3-184)$$

và angôrit thích nghi có dạng:

$$\begin{aligned} \mathbf{c}[n] = \mathbf{c}[n-1] + \gamma[n] \phi^T(\mathbf{x}[n-1], \mathbf{u}[n-1])\nabla F(\mathbf{x}[n] - \\ - \phi(\mathbf{x}[n-1], \mathbf{u}[n-1])\mathbf{c}[n-1]) \end{aligned} \quad (3-185)$$

Khi $n \rightarrow \infty$, vectơ $\mathbf{c} = \mathbf{c}^*$. Sơ đồ ước lượng vectơ tối ưu $\mathbf{c}^*$ và nhận dạng đối tượng $f(\mathbf{x}, \mathbf{u})$ như ở h.3-77.



Hình 3-77.

4. Nhận dạng đối tượng tuyến tính

Với đối tượng tuyến tính, angôrit thích nghi sẽ đơn giản hơn. Đối tượng được mô tả bởi phương trình sai phân tuyến tính dạng:

$$\mathbf{x}[n] = \sum_{m=1}^l a_m \mathbf{x}[n-m] + \sum_{m=1}^{l_i} b_m u[n-m], \quad (3-186)$$

mà một số hệ số a_m, b_m có thể bằng không. Nếu dùng vectơ thông số:

$$\mathbf{c} = (a_1, \dots, a_l; b_1, \dots, b_l), \quad (3-187)$$

và vectơ trạng thái $\mathbf{z}$ thì hàm xấp xỉ có dạng:

$$\hat{f}(\mathbf{z}, \mathbf{c}) = \mathbf{c}^T \mathbf{z}, \quad (3-188)$$

và cũng như trên, sau khi thực hiện các bước xác định hàm mục tiêu, xác định điều kiện tối ưu, ta có angôrit nhận dạng như sau:

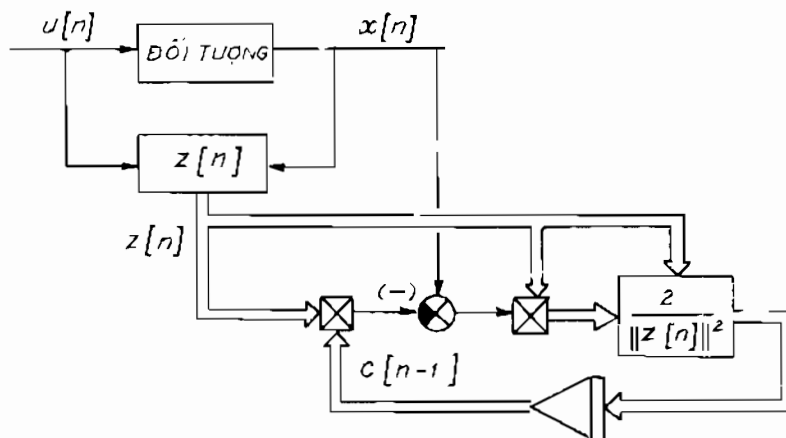
$$\mathbf{c}[n] = \mathbf{c}[n-1] + \gamma[n] F'(\mathbf{x}[n] - \mathbf{c}^T[n-1] \mathbf{z}[n]) \mathbf{z}[n]. \quad (3-189)$$

Trong trường hợp $F(\cdot)$ là hàm parabol và $2\gamma[n] = \frac{1}{\|\mathbf{z}[n]\|^2}$,

thì angôrit (3-189) có dạng:

$$\mathbf{c}[n] = \mathbf{c}[n-1] + \frac{1}{\|\mathbf{z}[n]\|^2} (\mathbf{x}[n] - \mathbf{c}^T[n-1] \mathbf{z}[n]) \mathbf{z}[n] \quad (3-190)$$

và sơ đồ thực hiện angôrit (3-190) như ở h.3-78 đơn giản hơn (3-189) và mang tên là angôrit KACZMARZ.



Hình 3-78.

Bài toán nhận dạng, ngoài vấn đề tốc độ hội tụ và chọn hàm $\varphi_p(\mathbf{x})$, vấn đề quan trọng là sai số của ước lượng khi có tác động của nhiễu. Tốc độ nhận dạng và sai số luôn liên hệ nghịch đảo.

Bài toán nhận dạng và perceptron học liên quan chặt chẽ với nhau. Nhận

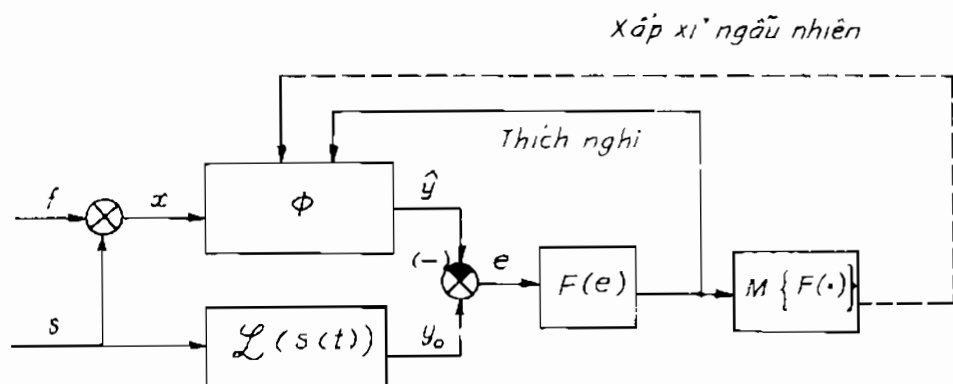
dạng theo phương pháp thích nghi có thể giải những bài toán với mức độ có được về lượng thông tin ban đầu khác nhau. Các angôrit thích nghi có được có thể được giải bằng các công cụ máy tính số hay tương tự, đó là ưu việt so với phương pháp nhận dạng để rút ra các "biểu thức chết" trong khi đối tượng luôn có thể thay đổi.

Các mô hình đối tượng dùng ở bài toán nhận dạng thực chất là các perceptron, phải chăng đó là những cơ cấu để nhận dạng hợp lý nhất.

III.4.3.4. Bài toán lọc

1. Khái niệm chung

Thông thường lọc được hiểu là tách tín hiệu có ích ra khỏi nhiễu. Theo nghĩa rộng, lọc bao gồm cả khái niệm về phát hiện, tách rời, phục hồi và biến đổi tín hiệu vào.



Hình 3-79.

Sơ đồ khối ở h.3-79 phân biệt cách giải quyết bài toán học theo phương pháp thích nghi và phương pháp xấp xỉ ngẫu nhiên.

Ở đây:

$s(t)$ - tín hiệu có ích.

$f(t)$ - nhiễu.

ϕ - bộ lọc cần xác định mô đun

$$x(t) = s(t) + f(t)$$

Bộ lọc $\mathcal{L}(s(t))$ là bộ lọc lý tưởng cho đầu vào chỉ có tín hiệu có ích. Chức

năng của bộ lọc có thể như sau:

$$L(s(t)) = \begin{cases} s(t) & - \text{lọc nhiễu đơn thuần} \\ s(t + t_0) & - \text{bài toán ngoại suy - dự đoán,} \\ \frac{ds(t)}{dt} & - \text{ước lượng đạo hàm,} \\ \int_0^1 s(t)dt & - \text{ước lượng tích phân,} \\ \dots \end{cases}$$

Nếu tín hiệu có ích $s(t)$ biết được và không biến đổi thì việc xây dựng bộ lọc tối ưu, tách được nhiễu, không khó khăn. Nhưng khi điều kiện làm việc thay đổi thì tính chất tối ưu không còn nữa. Như vậy bộ lọc tối ưu không thể xác định được, nếu lượng thông tin ban đầu về tín hiệu vào là chưa đầy đủ. Chính vì thế mà bài toán xây dựng bộ lọc thích nghi có khả năng làm việc luôn ở chế độ tối ưu khi điều kiện làm việc chưa xác định (thay đổi tín hiệu vào hay thay đổi cả cấu trúc của bộ lọc) là cần thiết:

Bài toán xác định thông số tối ưu của bộ lọc là bài toán của Philips, còn bài toán xác định cả cấu trúc và thông số của bộ lọc là bài toán của Wiener - Kolmogorof.

2. Cấu trúc bộ lọc thích nghi và algôrit tổng quát

Tín hiệu ra của bộ lọc thích nghi có thể có dạng tổng hữu hạn của những hàm độc lập tuyến tính với tín hiệu vào (h.3-80)

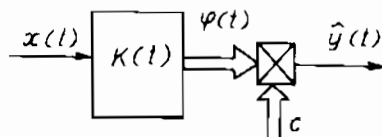
$$\hat{y}(t) = c^T \varphi(t), \quad (3-191)$$

và $\varphi(t) = (\varphi_1(t)), \dots, \varphi_N(t)$.

trong đó $\varphi_n(t) = \int_0^\infty K_n(\tau) x(t - \tau) d\tau,$

$$\mathbf{K}(t) = (K_1(t), \dots, K_N(t))$$

$$\varphi(t) = \int_0^\infty \mathbf{K}(\tau) x(t - \tau) d\tau$$

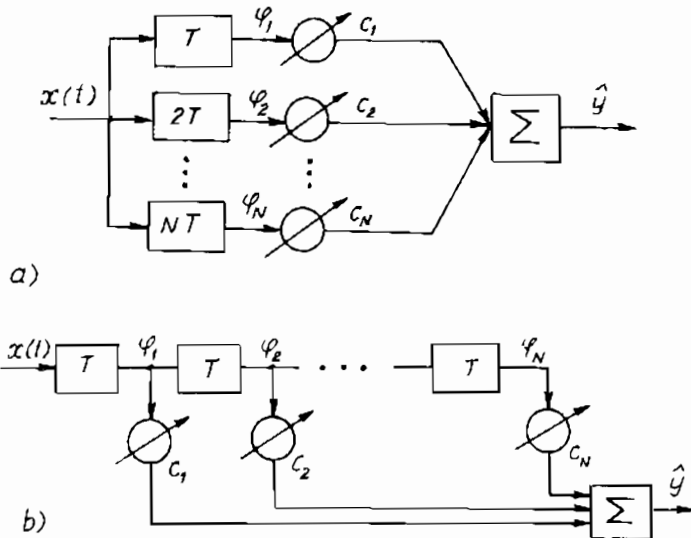


Hình 3-80.

Cấu trúc của bộ lọc thích nghi có thể thực hiện theo kiểu song song (h.3-81a) hay nối tiếp (h.3-81b). Ở đó T là các khâu trễ. Phương án b có cấu trúc giản đơn hơn, các khâu trễ có thời gian trễ như nhau được sử dụng để có những tín hiệu có độ trễ là bội số của nhau.

Chỉ tiêu chất lượng đối với bài toán lọc nhiễu đơn thuần có thể xác định bởi phiếm hàm:

$$J(c) = M\{(s(t) - \mathbf{c}^T \boldsymbol{\varphi}(t))^2\}. \quad (3-192)$$



Hình 3-81.

Tín hiệu có ích $s(t)$ và nhiễu $f(t)$ không tương quan nhau nghĩa là:

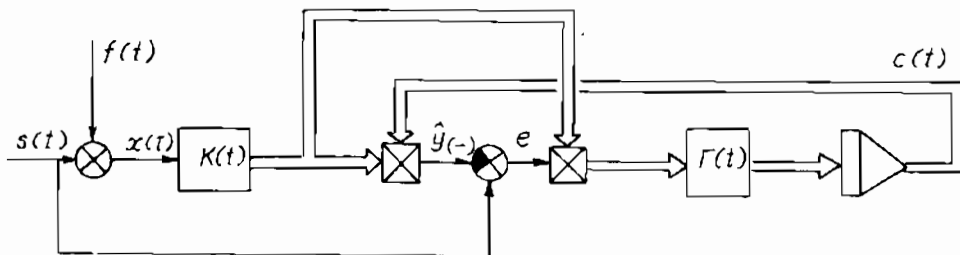
$$M\{s(t)f(t)\} = 0 \quad (3-193)$$

Điều kiện tối ưu được xác định bởi:

$$\nabla_c J(c) = -2M\{(s(t) - \mathbf{c}^T \boldsymbol{\varphi}(t))\boldsymbol{\varphi}(t)\} = 0.$$

Angorít thích nghi dạng liên tục:

$$\frac{dc(t)}{dt} = \Gamma(t)(s(t) - \mathbf{c}^T \boldsymbol{\varphi}(t))\boldsymbol{\varphi}(t) \quad (3-194)$$



Hình 3-82.

Tương ứng với angôrit (3-194) ta có sơ đồ khối như ở h.3-82.

Sơ đồ khối ở h.3-82 sử dụng tín hiệu có ích $s(t)$ để tạo nên sai lệch e nên không thể thực hiện được vì ở đầu vào của bộ lọc, nhiễu và tín hiệu có ích là không tách biệt được (vì ngược lại thì đã không cần đến bộ lọc).

3. Lựa thích nghi với lượng thông tin ban đầu về nhiễu

Tín hiệu ở đầu vào của bộ lọc

$$x(t) = s(t) + f(t) \quad (3-195)$$

gồm có tín hiệu có ích và nhiễu. Nếu có được đặc tính thống kê của nhiễu như trị số trung bình và hàm tương quan tương ứng với:

$$M\{f(t)\} = 0, \quad (3-196)$$

$$R_f(\tau) = M\{f(t)f(t - \tau)\} \quad (3-197)$$

Theo (3-195):

$$s(t) = x(t) - f(t).$$

Thay thế $s(t)$ vào (3-192) ta có:

$$\begin{aligned} J(c) &= M\{(x(t) - c^T \varphi(t) - f(t))^2\} = \min_c \\ &= M\{(x(t) - c^T \varphi(t))^2\} + M\{f^2(t)\} - 2M\{(x(t) - c^T \varphi(t))f(t)\}. \end{aligned}$$

Phân tích thành phần cuối cùng của vế phải phương trình trên:

$$\begin{aligned} M\{(x(t) - c^T \varphi(t))f(t)\} &= M\{x(t)f(t)\} - M\{c^T \varphi(t)f(t)\} = \\ &= R_{sf}(0) - c^T \int_0^\infty K(\tau) M\{x(t - \tau)f(t)\} d\tau, \end{aligned}$$

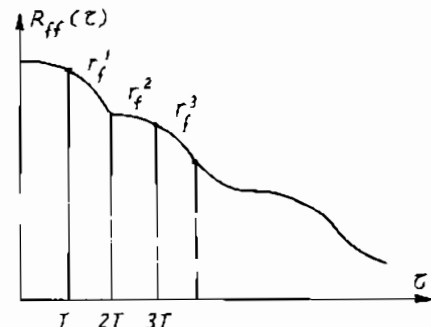
ở đây $\varphi(t) = \int_0^\infty K(\tau)x(t - \tau)d\tau$, $R_{sf}(0) = 0$ theo (3-197).

Từ đó ta rút ra:

$$\begin{aligned} J(c) &= M\{(x(t) - c^T \varphi(t))^2\} - \\ &- R_{ff}(0) + 2c^T r_f \end{aligned} \quad (3-198)$$

$$\text{mà } r_f = \int_0^\infty K(\tau)R_{ff}(\tau)d\tau.$$

Ý nghĩa của các đại lượng rời rạc r_f như ở h.3-83. Từ (3-198) điều kiện tối ưu là:



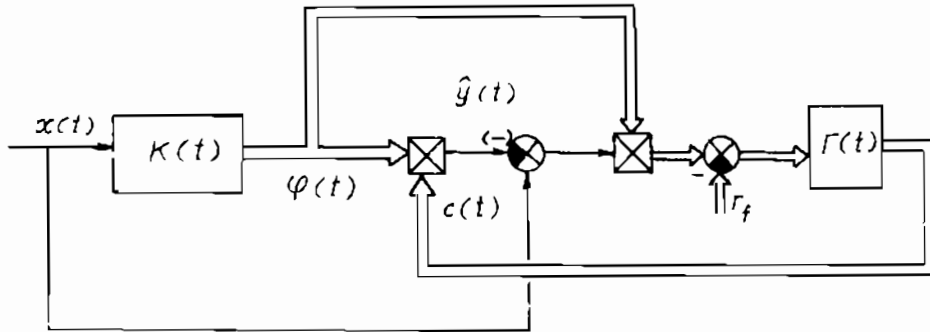
Hình 3-83.

$$\nabla_c J(\mathbf{c}) = -2\mathbf{M}\{(\mathbf{x}(t) - \mathbf{c}^T \boldsymbol{\varphi}(t))\boldsymbol{\varphi}(t)\} + 2\mathbf{r}_f = 0. \quad (2-199)$$

Từ đó angôrit liên tục có dạng:

$$\frac{d\mathbf{c}(t)}{dt} = \Gamma(t)\{(\mathbf{x}(t) - \mathbf{c}^T \boldsymbol{\varphi}(t))\boldsymbol{\varphi}(t) - \mathbf{r}_f\}. \quad (3-200)$$

Sơ đồ thực hiện như trên h.3-84.



Hình 3-84.

Ở đây, tín hiệu đưa vào bộ lọc là tín hiệu đo được khác với $s(t)$ là tín hiệu có ích không thể đo được ở h.3-82.

4. Lạc thích nghi với thông tin ban đầu về tín hiệu có ích

Nếu biết được hàm tự tương quan của tín hiệu có ích:

$$R_s(\tau) = M\{s(t)s(t-\tau)\}, \quad (3-201)$$

thì chỉ tiêu chất lượng có dạng:

$$J(\mathbf{c}) = M\{(s(t) - \mathbf{c}^T \boldsymbol{\varphi}(t))^2\} = M\{s^2(t)\} + M\{[\mathbf{c}^T \boldsymbol{\varphi}(t)]^2\} - 2M\{\mathbf{c}^T \boldsymbol{\varphi}(t)s(t)\}$$

Nếu đã biết: $M\{s^2(t)\} = R_{ss}(0),$

Phân tích $M\{\mathbf{c}^T \boldsymbol{\varphi}(t)s(t)\} = \mathbf{c}^T \int_0^\infty K(\tau) M\{\mathbf{x}(t-\tau)s(t)\} d\tau.$

vì $\mathbf{x}(t-\tau) = s(t-\tau) + f.$

nên $M\{\mathbf{c}^T \boldsymbol{\varphi}(t)s(t)\} = \mathbf{c}^T \int_0^\infty K(\tau) R_{ss}(\tau) d\tau = \mathbf{c}^T \mathbf{r}_s.$

Như vậy: $J(\mathbf{c}) = M\{(\mathbf{c}^T \boldsymbol{\varphi}(t))^2\} + R_{ss}(0) - 2\mathbf{r}_s^T \mathbf{c}. \quad (3-202)$

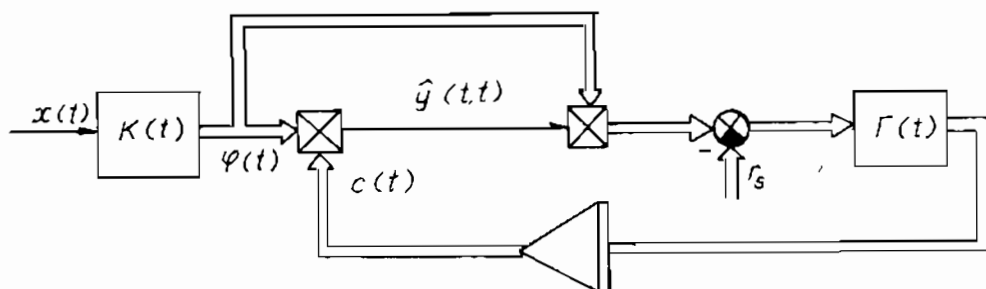
Điều kiện tối ưu:

$$\nabla_c J(\mathbf{c}) = 2M\{[\mathbf{c}^T \boldsymbol{\varphi}(t) \cdot \boldsymbol{\varphi}(t)]\} - 2\mathbf{r}_s = 0. \quad (3-203)$$

Cuối cùng angôrit thích nghi dạng liên tục:

$$\frac{d\mathbf{c}(t)}{dt} = -\Gamma(t)(\mathbf{c}^T \boldsymbol{\varphi}(t) \cdot \boldsymbol{\varphi}(t) - \mathbf{r}_s). \quad (3-204)$$

Sơ đồ thực hiện angôrit (3-204) như h.3-85.



Hình 3-85.

III.4.3.5. Ví dụ về một hệ Anten thích nghi

Anten có chức năng thu tín hiệu có ích trong không gian có nhiều nguồn nhiễu khác nhau. Việc lọc nhiễu chỉ có thể thực hiện được nếu biết trước hướng của nguồn phát tín hiệu có ích và của nhiễu rồi từ đó chỉnh định lại lược đồ hướng của anten. Lúc đó điểm cực đại của lược đồ hướng trùng với hướng của nguồn tín hiệu có ích, điểm cực tiểu - hướng của nguồn nhiễu.

Song phân bố của nguồn nhiễu trong không gian lại không biết trước và thay đổi, khi đó phải dùng đến anten thích nghi.

Hệ anten là một tập hợp nhiều anten hình tròn như ở h.3-86.

Các tín hiệu thu được từ anten sẽ qua một khâu trễ T với thời gian trễ bằng 1/4 bước sóng. Sau đó tín hiệu được nhân với thông số chỉnh định c_{2N-1} và c_{2N} trước khi cộng chúng lại với nhau. Angôrit chỉnh định thông số là angôrit học Adalin (3-150) ở h.3-72. Chỉ tiêu chất lượng của hệ anten học là cực tiểu của sai lệch:

$$J(\mathbf{c}) = M\left\{\frac{1}{2}(y_0 - \mathbf{c}^T \mathbf{x})^2\right\}, \quad (3-205)$$

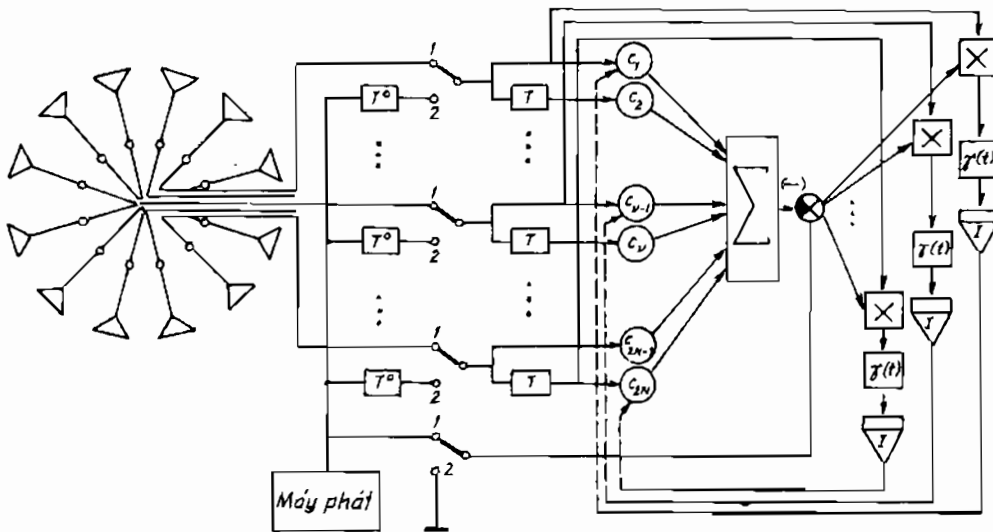
ở đây $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_N)$ - véctơ các tín hiệu ra của anten (anten thu được

từ không gian) và y_0 là tín hiệu có ích (chỉ dẫn trong hệ học). Từ đó angôrit học của anten như sau:

$$\frac{dc_v(t)}{dt} = \gamma(t) [y_0(t) - \sum_{\eta=1}^{2N} \dot{c}_\eta(t)x_\eta(t)] x_v(t) \quad (3-206)$$

$$v = 1, 2, \dots, 2N$$

Vì hướng của tín hiệu có ích thường được xác định trước nên ở bước học, một nguồn tín hiệu nhân tạo sẽ được sử dụng và phát tín hiệu theo hướng đã biết. Tham số và hướng của tín hiệu nhân tạo càng gần với tín hiệu có ích trong không gian càng tốt. Đầu vào của Adalin được nối với đầu ra của anten (chế độ 1) hay đầu ra của khâu trễ T^0 từ nguồn phát tín hiệu nhân tạo (chế



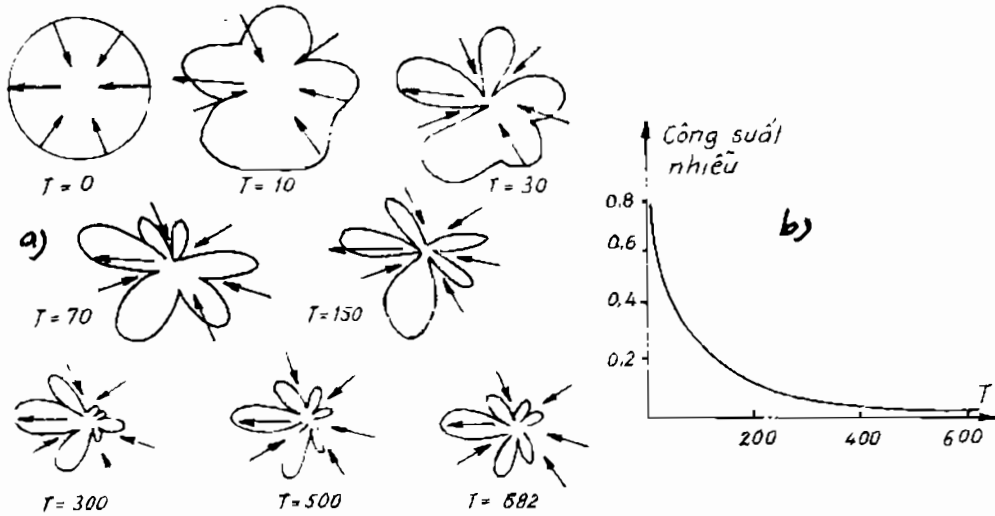
Hình 3-86.

độ 2). Giá trị của T^0 được chọn sao cho có thể thu được một chuỗi tín hiệu tương tự như tín hiệu có ích sau này. Cả hai chế độ 1 và 2 luân phiên nhau thay đổi, với tần số đủ lớn (khoảng thời gian thay phiên nhau đủ nhỏ) sao cho trong thời khoảng ấy, hướng và giá trị cực tiểu của công suất tín hiệu nhiễu vẫn không thay đổi.

Ở h.3-87a có kết quả đã được mô hình hóa trên máy tính. T là chu kỳ tương ứng với tần số f_0 . Nhiễu có dạng hình sin với biên độ 0,5 và công suất 0,125. Các tần số nhiễu tương ứng:

$$1,1 f_0; \quad 0,95 f_0; \quad f_0; \quad 0,9 f_0; \quad 1,05 f_0$$

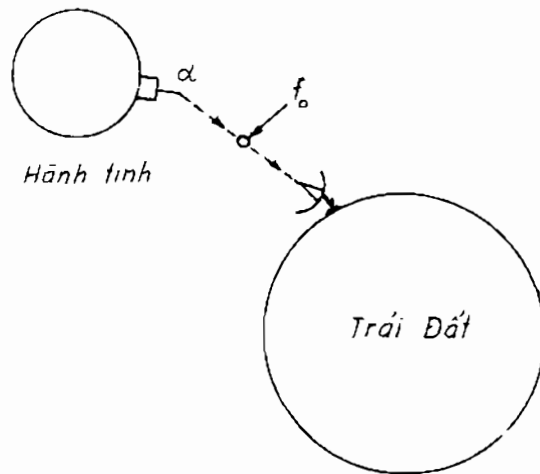
Trên h.3-87b là đặc tính biến đổi ảnh hưởng của nhiễu (theo công suất ở đầu ra của anten) trong quá trình học. Như vậy hệ học Adalin của anten đã có thể thích nghi với điều kiện làm việc trong môi trường nhiễu và giảm dần ảnh hưởng của chúng để có chế độ thu tối ưu.



Hình 3-87.

Thời gian học theo kết quả mô hình hóa khoảng 400 chu kỳ với tần số f_0 tương ứng với $f = 1$ MHz và $t = 40$ ms.

Việc thu nhận tín tức từ các hành tinh trong vũ trụ thường chịu ảnh hưởng rất lớn của nhiễu vũ trụ. Điều kiện dùng những máy phát cực lớn từ các hành tinh để giảm ảnh hưởng của nhiễu là không thể thực hiện được. Nhưng nếu dùng một hệ kín theo angôrit thích nghi mà tín hiệu phản hồi từ quả đất có thể không chịu ảnh hưởng của nhiễu thì tín hiệu thu được sẽ có độ chính xác cao. Angôrit thích nghi thực hiện việc truyền tín trong vũ trụ có dạng:



Hình 3-88.

$$c[n] = c[n-1] - \gamma[n] [k(c[n-1] - \alpha) + f[n]];$$

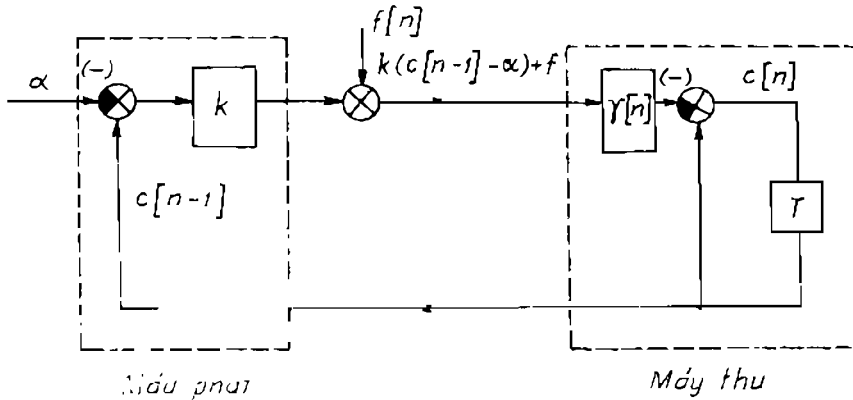
trên cơ sở của yêu cầu loại trừ ảnh hưởng của nhiễu (tương ứng với điều kiện tối ưu):

$$M(k(c - \alpha) + f) = M(k(c - \alpha)) = 0$$

trong đó k là hệ số khuếch đại của công suất máy phát từ hành tinh. c là tín hiệu phản hồi, phát lên từ mặt đất - Sau thời gian học:

$$c'[n] = \alpha.$$

Sơ đồ khối của hệ thu phát thực hiện việc truyền tin trong vũ trụ như ở h.3-89.



Hình 3-89.

III.4.3.6. Gián đoạn hóa tối ưu

1. Khái niệm

Gián đoạn hóa là biến đổi một tập các trị số liên tục thành gián đoạn. Gián đoạn hóa được dùng ở nhiều lĩnh vực khác nhau như lưu trữ và xử lý thông tin, truyền tín hiệu. Quá trình này không thể thiếu ở các thiết bị tính và kỹ thuật số.

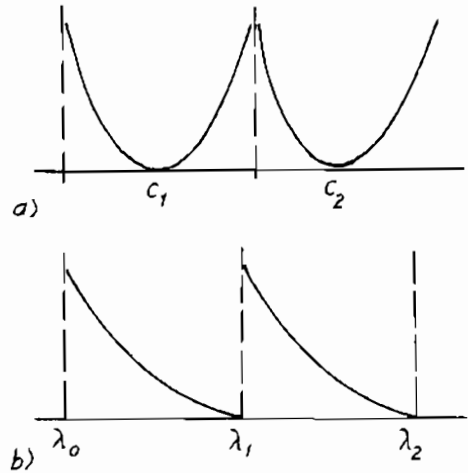
Khi dùng phương pháp truyền ảnh qua điện tín, ta có hàm 2 biến cần gián đoạn hóa. Ở kỹ thuật truyền hình (hàm 3 biến) hình ảnh truyền đi được chia thành từng dòng và tương ứng với chúng là những mẫu ảnh gián đoạn.

Truyền lời nói (hàm một biến) bằng điều biến từ tín hiệu liên tục sang mã xung gián đoạn.

Nhu cầu về công suất đối với động cơ là liên tục nhưng kích thước đối với động cơ phải được giới hạn theo từng phạm vi công suất nhất định.

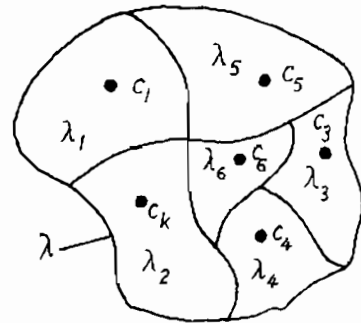
Tổn thất năng lượng theo kích thước của động cơ như ở h.3-90a. Kích thước lớn hay bé hơn đều dẫn đến tổn hao năng lượng lớn.

Ngược lại tổn thất năng lượng theo công suất của động cơ có dạng như ở h.3-90b. Không thể sử dụng động cơ quá công suất định mức nhưng công suất sử dụng càng bé, tổn thất càng lớn. Do đó việc phân loại động cơ theo kích thước như thế nào là hợp lý để tổn thất năng lượng là nhỏ nhất.



Hình 3-90.

Gián đoạn hóa có thể xem như chia không gian tín hiệu liên tục x thành các vùng λ_k không chéo nhau (h.3-91). Trị số gián đoạn tương ứng với vùng λ_k mà: c_k - là "đại diện" cho mọi trị số ở vùng ấy. Gián đoạn hóa các biến của hàm luôn làm giảm lượng thông tin chứa đựng ở tín hiệu liên tục và mang lại sai số vì một tập các trị số liên tục được thay thế bằng một trị số gián đoạn duy nhất. Sai số này tương tự như sai số quy tròn, ở lý thuyết thông tin gọi là nhiễu lượng tử hóa. Sai số lượng tử hóa phụ thuộc hình dáng và kích thước của miền λ_k . Sau khi truyền tín hiệu gián đoạn qua kênh (số lượng các trị số gián đoạn ấy bị giới hạn bởi khả năng cho đi qua của kênh) cần phục hồi lại tín hiệu liên tục. Như vậy chia không gian λ ra λ_k miền như thế nào để nhiễu lượng tử hóa là cực tiểu? Đó là nội dung của phương pháp này.



Hình 3-91

2. Algorit gián đoạn hóa tối ưu

Ta ký hiệu x là tín hiệu liên tục cần gián đoạn hóa có mật độ phân bố $p(x)$ mà ta không biết được. Dùng ước lượng của nó: c có trị số là hằng trong miền đã cho, sao cho

$$c = c_k \text{ với } x \in \lambda_k \quad (k = 1, 2, \dots, N) \quad (3-207)$$

Chỉ tiêu ước lượng chính xác là tổn thất trung bình dưới dạng phiếm hàm:

$$J(\mathbf{c}) = \sum_{k=1}^N \int_{\lambda_k} F(\mathbf{x}, c_k) p(\mathbf{x}) d\mathbf{x}, \quad (3-208)$$

ở đây $\mathbf{c} = (c_1, c_2, \dots, c_N)$ ước lượng tối ưu $\mathbf{c} = \mathbf{c}^*$ cực tiểu hóa tổn thất trung bình.

Để dễ khảo sát, ta giới hạn trường hợp một chiều, miền λ_k là một đoạn thẳng trên trục.

$$J(\mathbf{c}) = \sum_{k=1}^N \int_{\lambda_{k-1}}^{\lambda_k} F(x, c_k) p(x) dx, \quad (3-209)$$

và ước lượng c_k là những số thực.

Nếu dùng hàm tổn thất dạng:

$$F(x, c_k) = F(x - c_k),$$

$$\text{ta có: } J(\mathbf{c}) = \sum_{k=1}^N \int_{\lambda_{k-1}}^{\lambda_k} F(x - c_k) p(x) dx, \quad (3-210)$$

$$\text{mà: } c_k \quad (k = 1, 2, \dots, N),$$

$$\text{và } \lambda_k \quad (k = 0, 1, 2, \dots, N).$$

Điều kiện tối ưu là:

$$\frac{\partial J}{\partial c_k} = - \int_{\lambda_{k-1}}^{\lambda_k} F'(x - c_k) p(x) dx = 0, \quad (3-211)$$

$$\frac{\partial J}{\partial \lambda_k} = F(\lambda_k - c_k) p(\lambda_k) - F(\lambda_k - c_{k+1}) p(\lambda_k) = 0 \quad (3-212)$$

với điều kiện (3-212) ta có: $F(\lambda_k - c_k) = F(\lambda_k - c_{k+1})$. Nếu F là hàm đối xứng, ta xác định được mối liên hệ giữa λ_k và c_k :

$$\lambda_k = \frac{c_k + c_{k+1}}{2} \quad (3-213)$$

Giới hạn của khoảng cách λ_k là trị số trung bình của c_k . Nếu biết được $p(x)$ có thể giải được các phương trình trên, nhưng $p(x)$ tồn tại mà không biết được nên ta dùng phương pháp angôrit.

Tích phân (3-211) có giới hạn $[\lambda_{k-1}, \lambda_k]$ có thể được thay thế bởi:

$$- \int_0^{\infty} F'(x - c_k) \varepsilon(\lambda_{k-1}, \lambda_k) p(x) dx = 0, \quad (3-214)$$

với $\varepsilon(\lambda_{k-1}, \lambda_k) = \begin{cases} 1 & x \in (\lambda_{k-1}, \lambda_k), \\ 0 & x \notin (\lambda_{k-1}, \lambda_k). \end{cases} \quad (3-215)$
 như ở h.3-92.

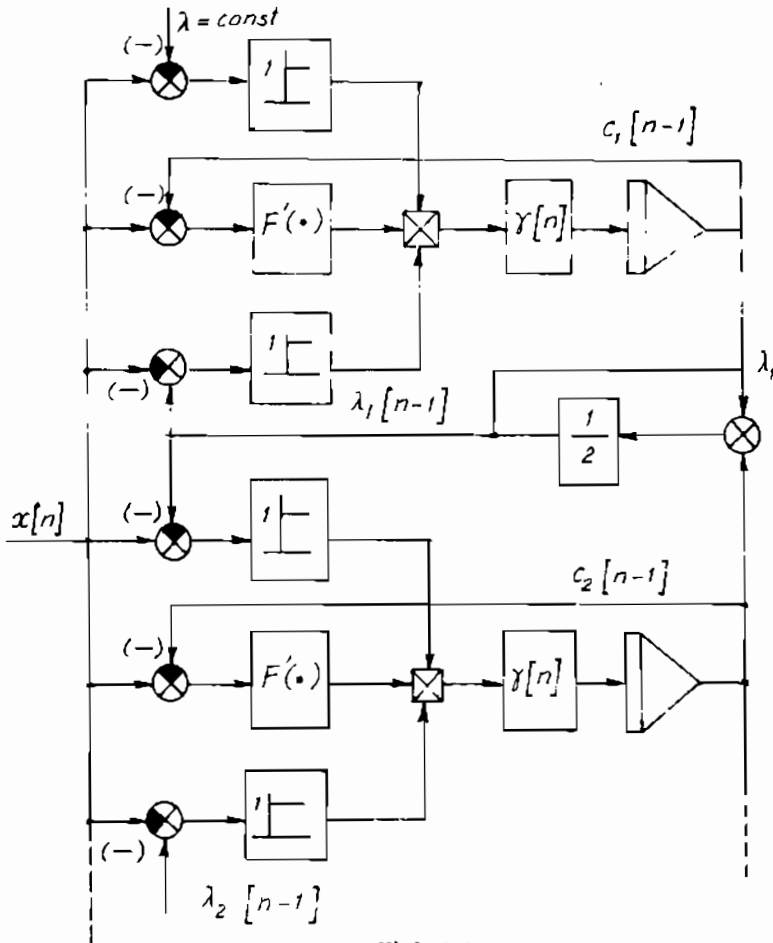
(3-214) và (3-211) tương đương nhau sau khi đưa vào hàm (3-215).

Biểu thức (3-214) chính là kỳ vọng toán của $-F'(x - c_k)$ nên điều kiện tối ưu (3-211) có thể viết:

$$-M_x \{F'(x - c_k) \varepsilon(\lambda_{k-1}, \lambda_k)\} = 0, \quad (3-216)$$

và angôrit thích nghi gián đoạn, theo (3-102) là

$$c_k[n] = c_k[n-1] + \gamma[n]F'(x[n] - c_k[n-1]) \varepsilon(\lambda_{k-1}[n-1], \lambda_k[n-1]) \quad (3-217)$$



Hình 3-93.

cùng với điều kiện (3-213)

$$\lambda_k[n-1] = \frac{1}{2}(c_k[n-1] + c_{k+1}[n-1]) \quad (3-218)$$

$$\begin{aligned} \text{Khi } n \rightarrow \infty \quad c_k[n] &\rightarrow c_k^* \\ \lambda_k[n] &\rightarrow \lambda_k^* \end{aligned}$$

λ_1 và λ_N là cố định, sơ đồ thực hiện angôrit (3-217) và (3-218) cho trên h.3-90 đã được mô tả một phần.

Độc giả có thể xây dựng angôrit và sơ đồ khối cho trường hợp:

$$F(x - c_k) = (x - c_k)^2,$$

$$\text{và } \varepsilon(c_{k+1}, c_k, c_{k+1}) = \begin{cases} (c_k - c_{k-1}) < x < (c_{k+1} + c_k) \\ 0 \text{ các trị số khác của } x. \end{cases}$$

III.4.3.7 Hệ cố vấn

1. Đặt vấn đề

Khi thu nhận thông tin, giả thiết chúng có độ chính xác khác nhau, làm sao ta có được thông tin chính xác. Thông thường người ta sử dụng "trung bình" của chúng theo nghĩa cụ thể hay trừu tượng, tùy tính chất vật lý của thông tin. Một đại lượng cần đo, muốn có trị số chính xác thường được đo nhiều lần và lấy trung bình hoặc nhiều dụng cụ đo (mà cái nào chính xác hơn cái nào ta không xác định được) được sử dụng cùng một lúc và sau đó lấy trị số trung bình của chúng.

Bây giờ, nếu ta dùng một hệ số cho mỗi dụng cụ đo và áp dụng phương pháp thích nghi để xác định các hệ số ấy, dụng cụ nào có độ chính xác cao, hệ số ấy lớn và ngược lại. Chỉ tiêu chất lượng là cực tiểu của sai lệch. Do đó khi quá trình thích nghi kết thúc ta có các hệ số tối ưu c_i^* cho từng dụng cụ đo, và tương ứng với chúng, hệ cho ta thông tin chính xác. Đó là bài toán đo chính xác bằng dụng cụ đo kém chính xác trong trường hợp riêng, và trường hợp chung, máy "cố vấn" cho ta thông tin chính xác từ những nguồn tin kém chính xác.

2. Angôrit thích nghi

Cách đặt vấn đề như trên tương ứng với sơ đồ khối ở h.3-94. Đại lượng đo được của mỗi dụng cụ đo là y_ν ($\nu = 1, 2, \dots, N$), và tổng của chúng:

$$Z = \sum_{\nu=1}^N c_\nu y_\nu \quad (3-219)$$

Độ tán (đánh giá sai số) của một lần đo:

$$\sigma_v^2 = M \{(y_v - M(y_v))^2\} \quad (3-220)$$

Tương tự như thế ta có

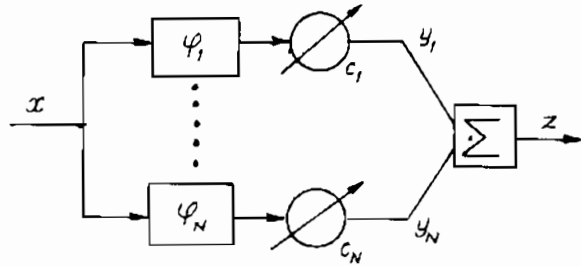
độ tán N kênh:

$$\sigma^2 = M\{(Z - M\{Z\})^2\} \quad (3-221)$$

Bây giờ, ta có thể đặt điều kiện sau:

$$\sum_{v=1}^N c_v = 1. \quad (3-222)$$

Chỉ tiêu chất lượng để xác định hệ số $c_v = c_v^*$ là:



Hình 3-94.

$$J_\lambda(c_1, \dots, c_N) = \sum_{v=1}^N c_v^2 \sigma_v^2 + \lambda(1 - \sum_{v=1}^N c_v) \quad (3-223)$$

Chất lượng được xác định bởi hai thành phần. Thành phần thứ nhất ở vế phải của phương trình (3-223) xác định sai số cơ bản, thành phần thứ hai xác định sai số phụ, bảo đảm thỏa mãn điều kiện (3-222). Sai số cơ bản là nhỏ nhất tương ứng với độ tán bé nhất của N kênh đo:

$$\sigma^2 = \sum_{k=1}^N c_k^2 \sigma_k^2, \quad (3-224)$$

còn sai số phụ bảo đảm điều kiện (3-223) để ta có Z là tương đương với tín hiệu cần đo. Do đó λ là thông số phụ cần chỉnh định.

Từ (3-223) ta có điều kiện tối ưu:

$$\frac{\partial J_\lambda}{\partial c_k} = 2c_k \sigma_k^2 - \lambda = 0, \quad (3-225)$$

$$\frac{dJ_\lambda}{d\lambda} = (1 - \sum_{v=1}^N c_v) = 0. \quad (3-226)$$

Tương ứng với điều kiện tối ưu (3-225), (3-226) ta có các angôrit thích nghi liên tục:

$$\frac{dc_k(t)}{dt} = -\gamma_1(t)[2c_k \sigma_k^2 - \lambda(t)] \quad (3-227)$$

$$\text{và} \quad \frac{d\lambda}{dt} = -\gamma_2(t)(1 - \sum_{v=1}^N c_v(t)) \quad (3-228)$$

Trong các biểu thức trên cần có các **angôrit** xác định trị số trung bình và phương sai (bài toán nhận dạng đặc tính thống kê của tín hiệu ngẫu nhiên).

Xác định kỳ vọng toán

Nếu ký hiệu m_v là kỳ vọng toán (trị số trung bình) của v ta viết:

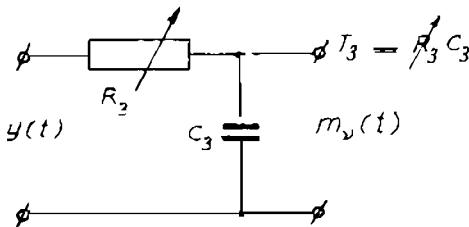
$$m_v = M\{y_v\} \quad (3-229)$$

Đồn về một phía, ta có:

$$M\{m_v - y_v\} = 0. \quad (3-230)$$

Biểu thức (3-230) tương ứng với điều kiện tối ưu nên angôrit thích nghi sẽ có dạng:

$$\frac{dm_v(t)}{dt} = -\gamma_3(t) [m_v(t) - y_v(t)] \quad (3-231)$$



Hình 3-95.

Angôrit (3-231) có thể thực hiện được bằng các phân tử gián đơn như sau.

Từ (3-231) ta có thể viết:

$$T_3(t) \frac{dm_v(t)}{dt} + m_v(t) = y_v(t), \quad (3-232)$$

$$\text{mà } T_3(t) = \frac{1}{\gamma_3(t)}$$

Đó là một khâu quán tính có hằng số thời gian biến đổi theo quy luật nghịch đảo với $\gamma(t)$ (h.3-95).

Xác định phương sai

$$\text{Theo (3-220), (3-229): } \sigma_v^2 = M\{(y_v - m_v)^2\}. \quad (3-233)$$

Đồn về một phía ta có:

$$M\{\sigma_v^2 - (y_v - m_v)^2\} = 0, \quad (3-234)$$

và angôrit thích nghi có dạng:

$$\frac{d\sigma_v^2(t)}{dt} = -\gamma_4(t) [\sigma_v^2(t) - (y_v - m_v)^2] \quad (3-235)$$

Từ (3-235) ta có

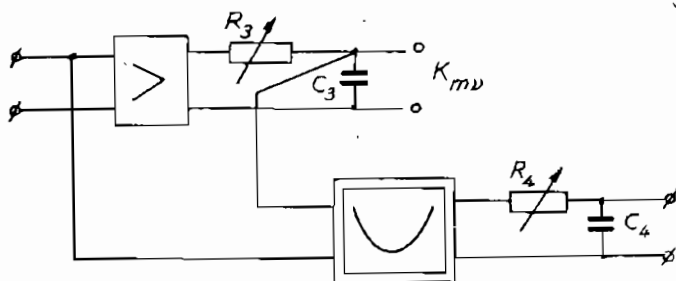
$$T_4(t) \frac{d\sigma_v^2(t)}{dt} + \sigma_v^2(t) = (y_v(t) - m_v(t))^2 \quad (3-236)$$

$$T_4(t) = \frac{1}{\lambda_4(t)}$$

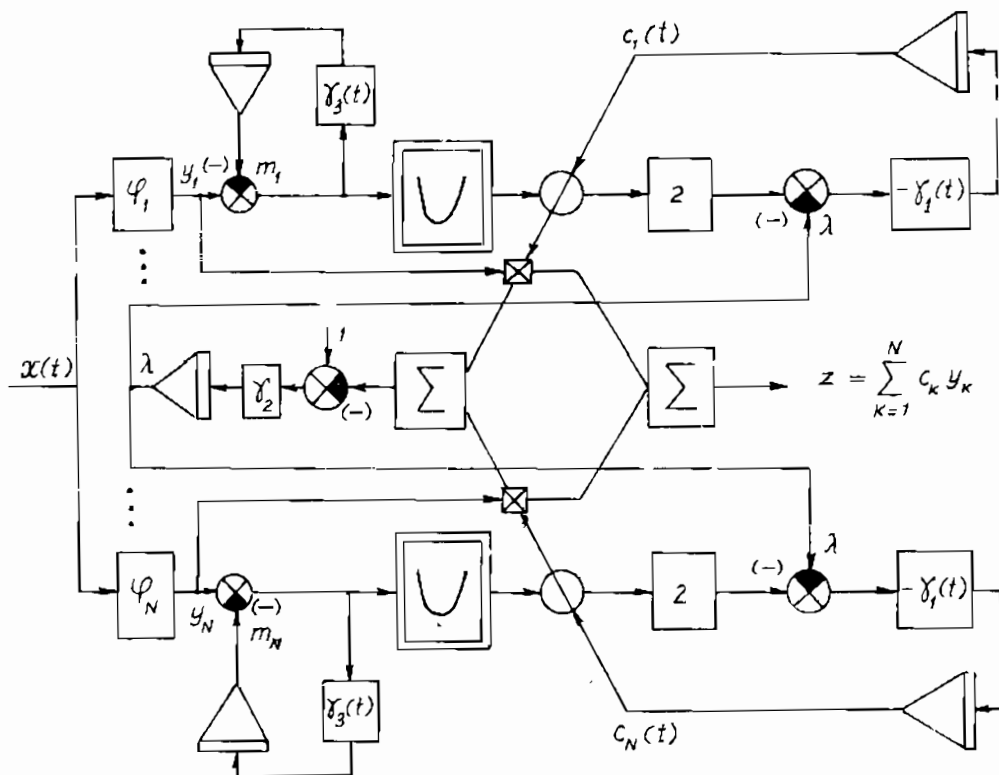
Sơ đồ thực hiện cơ cấu xác định phương sai như ở h.3-96. Trở lại với bài toán đặt ra, kết hợp cả angôrit (3-227), (3-228), (3-231) và (3-235) ta có sơ đồ thực hiện angôrit cổ vấn nói trên như ở h.3-97.

Từ điều kiện tối ưu (3-225) ta có:

$$c_k = \frac{\lambda}{2\sigma_k^2}$$



Hình 3-96.



Hình 3-97.

Như vậy trọng lượng (giá trị) của thông tin tỷ lệ ngược với độ tán (sai số).

Kết hợp với (3-226) ta có:

$$\frac{\lambda}{2} \sum_{v=1}^N \frac{1}{\sigma_v^2} = 1; \quad \lambda = \frac{2}{\sum_{v=1}^N \frac{1}{\sigma_v^2}}; \quad c_k = \frac{1}{\sigma_k^2 \left(\sum_{v=1}^N \frac{1}{\sigma_v^2} \right)}$$

Sai số cơ bản được xác định bởi (3-224):

$$\sigma^2 = \sum_{k=1}^N c_k^2 \sigma_k^2 = \frac{1}{\left(\sum_{v=1}^N \frac{1}{\sigma_v^2} \right)^2} \sum_{k=1}^N \frac{\sigma_k^2}{\sigma_k^4} = \frac{1}{\sum_{v=1}^N \frac{1}{\sigma_v^2}}$$

Trong trường hợp thông tin có sai số như nhau:

$$\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_N^2; \text{ ta có: } \sigma^2 = \frac{\sigma_1^2}{N} \text{ và } c_k = \frac{1}{N}.$$

III.4.3.8. Bài toán quy hoạch hóa kho tàng tối ưu

1. Khái niệm

Quy hoạch tối ưu kho tàng là xác định khối lượng sản phẩm, trình tự cung cấp và mức độ dự trữ của kho tàng nhằm thỏa mãn nhu cầu sắp tới sao cho tổn thất là ít nhất.

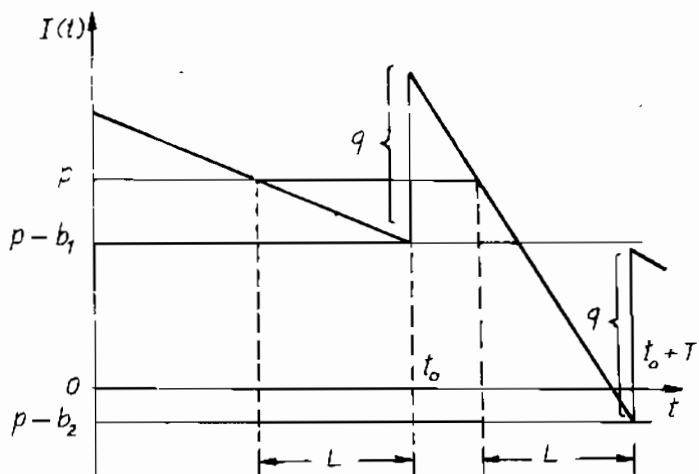
Dự trữ nhiều thì tổn thất do cất giữ lớn, dự trữ thiếu thì đình trệ sản xuất.

Ví dụ, ta có một kho để chứa và xuất hàng. Hàng đến kho ở những thời điểm gián đoạn. Sau khi đặt hàng L đơn vị thời gian thì hàng sẽ đến.

Nhu cầu về hàng tức là khối lượng hàng cần trong một đơn vị thời gian được xác định bởi các điều kiện bên ngoài kho tàng và không phụ thuộc khối lượng hàng trong kho. Khi kho làm việc thì chi phí bao gồm chi phí chuẩn bị và kết thúc công việc, giữ gìn kho tàng và những tổn hao do đất dỏ.

Hiệu quả công việc của kho là do điều kiện làm việc của nó (nhu cầu hàng, thời gian đặt và nhận hàng về kho L, đặc điểm về chi phí trong đơn vị thời gian v.v...) và chính sách đặt hàng. Chính sách đặt hàng là xác định khối lượng hàng và thời điểm đặt hàng chẳng hạn. Ví dụ lượng hàng cần đặt là q khi lượng hàng trong kho đến mức ngưỡng p (h.3-98). Quy hoạch kho tàng trong trường hợp này là xác định chính sách đặt hàng; xác định các trị số tối

cho p và q sao cho thỏa mãn một chỉ tiêu quy hoạch tối ưu nào đó. Thông thường nhu cầu $x(t)$ là không biết trước - là một quá trình ngẫu nhiên mà đặc tính thống kê của nó được xác định bởi các điều kiện bên ngoài (công việc của các xí nghiệp khác, tình hình thị trường v.v.).



Hình 3-98.

Chỉ tiêu quy hoạch tối ưu có thể được chọn bằng kỳ vọng toán (trị số trung bình) của tổn thất trong đơn vị thời gian. Trị số trung bình được tính khoảng thời gian $[t_0, t_0 + T]$ giữa hai lần nhập hàng. Vậy vectơ đặt hàng là:

$$c = (p, q) \quad (3-237)$$

Thời gian T trong thời gian $[t_0, t_0 + T]$ mà t_0 được tính từ thời điểm hàng nhập vào kho, có dạng sau:

$$T(x, c, T(x, c)). \quad (3-238)$$

T là thời gian giữa hai lần nhập kho, là đại lượng ngẫu nhiên. Phân bố của T tùy thuộc vào vectơ đặt hàng c và phân bố của $x(t)$. Cho nên, dạng chung của chỉ tiêu quy hoạch tối ưu là:

$$J(c) = M_x \{F(x, c, T(x, c))\}. \quad (3-239)$$

và nhiệm vụ của bài toán là chọn vectơ đặt hàng $c = c^*$ sao cho $J(c)$ đạt cực

2. Algorit quy hoạch tối ưu

Để dễ hiểu, ta khảo sát trường hợp cụ thể và giản đơn, đối với dạng chung (3-239).

Nhu cầu $x(t)$ là một quá trình ngẫu nhiên, được giả thiết là dừng, có kỳ vọng toán bằng r . Hàng được nhập với khối lượng q xem như là tức khắc, thời gian chậm sau từ khi đặt đến lúc hàng đến là L ; các hệ số tổn thất do

đất d: d, và lưu kho: h - xí nghiệp đã biết sau một thời kỳ hoạt động.

Để giản đơn bài toán, ta giả thiết nhu cầu $x(t)$ có quy luật tuyến tính như ở h.3-99

$$x(t) = \frac{I(t_0) - I(t_0 + T)}{T} \quad (3-240)$$

$I(t)$ là lượng hàng ở thời điểm t . Và cũng để giản đơn hơn nữa bài toán ta khảo sát trường hợp các chu kỳ nhập hàng vào kho là cố định ($T = \text{const}$).

Như vậy (3-238) có dạng:

$$F(r, c), \quad (3-241)$$

Hình 3-99.

ở đây c - lượng hàng cần nhập; r - lượng tiêu thụ trung bình trong chu kỳ T .

Hàm tổn thất (3-239) có dạng:

$$J(c) = \int_R F(r, c) p(r) dr = M\{F(r, c)\} \rightarrow \min_c \quad (3-242)$$

$p(r)$ là mật độ phân bố của nhu cầu, nó tồn tại nhưng không biết được. Vấn đề đặt ra là xác định lượng nhập hàng tối ưu sao cho tổn thất là bé nhất. Tổn thất bao gồm:

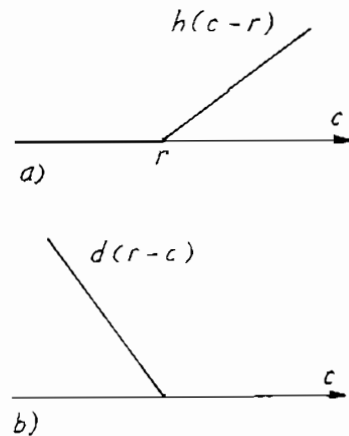
$$F(r, c) = R_1(T) + R_2(T).$$

trong đó $R_1(T)$ tổn thất thừa do nhập quá nhiều so với nhu cầu:

$$R_1(T) = \begin{cases} h(c - r) & c \geq r \\ 0 & 0 < r \end{cases}$$

$R_2(T)$ - tổn thất do hàng thiếu, đình trệ sản xuất:

$$R_2(T) = \begin{cases} 0 & c \geq r \\ d(r - c) & c < r \end{cases}$$



Hình 3-100.

Như ở h.3-99, giai đoạn đầu $0 < t < T$ có tổn thất thiếu, giai đoạn hai:

$T < t < 2T$ có tổn thất nửa và ở giai đoạn cuối cùng $2T < t < 3T$ lượng hàng nhập là tối ưu.

Bây giờ (3-242) có dạng cụ thể hơn:

$$J(c) = h \int_0^c (c - r) p(r) dr + d \int_c^\infty (r - c) p(r) dr \quad (3-243)$$

Điều kiện tối ưu:

$$\frac{dJ}{dc} = h \int_0^c p(r) dr - d \int_c^\infty p(r) dr = 0. \quad (3-244)$$

Thêm và bớt ở biểu thức (3-244) cùng một đại lượng:

$$h \int_c^\infty p(r) dr, \quad (3-245)$$

(3-244) có dạng:

$$h \int_0^c p(r) dr + h \int_c^\infty p(r) dr = d \int_c^\infty p(r) dr + h \int_c^\infty p(r) dr \quad (3-246)$$

Từ đó rút ra:

$$h = (d + h) \int_c^\infty p(r) dr. \quad (3-247)$$

$$\text{vì:} \quad \int_0^\infty p(r) dr = 1$$

$$\text{Do đó:} \quad \int_c^\infty p(r) dr = \frac{h}{d + h} \quad (3-248)$$

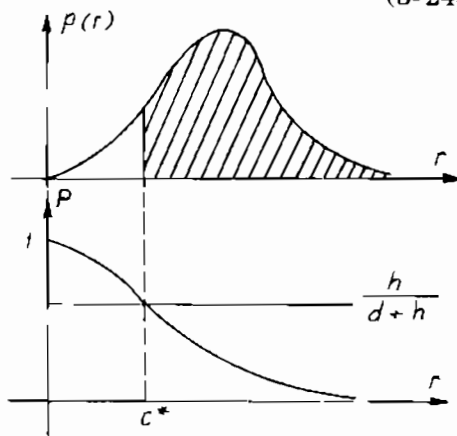
Nếu biết được mật độ phân bố $p(r)$ và các hệ số h, d có thể xác định được lượng nhập tối ưu $c = c^*$.

Nếu thêm vào (3-247) dưới dấu tích phân một hàm:

$$1(r - c) = \begin{cases} 1 & r > c \\ 0 & r < c \end{cases} \quad (3-249)$$

$$\text{ta có:} \quad \int_0^\infty 1(r - c) p(r) dr = \frac{h}{d + h} \quad (3-250)$$

Vế trái của (3-250) là kỳ vọng toán



Hình 3-101.

của hàm (3-249). Lưu ý là (3-250) xuất phát từ điều kiện tối ưu (3-244) nên (3-250) đưa về dạng cần thiết:

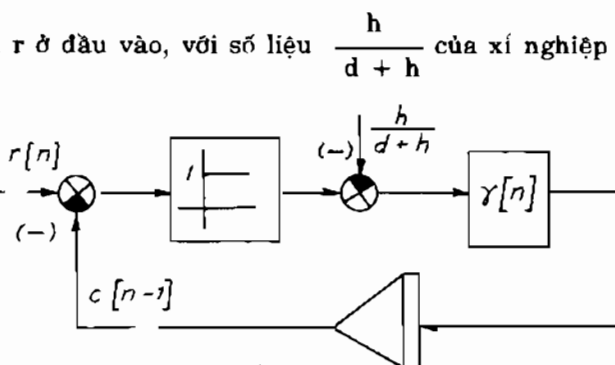
$$M\{1(r - c) - \frac{h}{d + h}\} = 0 \quad (3-251)$$

và ta có angôrit thích nghi dạng (3-102):

$$c[n] = c[n - 1] - \gamma[n] \left\{ 1(r[n] - c[n - 1]) - \frac{h}{d + h} \right\} \quad (3-252)$$

Sơ đồ khối như ở h.3-102.

Với lượng hàng tiêu thụ r ở đầu vào, với số liệu $\frac{h}{d + h}$ của xí nghiệp đã có, angôrit sẽ cho ta lượng hàng cần nhập tối ưu c^* ở mỗi lần để tổn thất là nhỏ nhất. Angôrit (3-252) là trường hợp riêng của bài toán hóa tối ưu theo chỉ tiêu tổng quát (3-239). Ứng với chỉ tiêu tổng quát (3-239) ta có angôrit tổng quát như sau:



Hình 3-102.

$$c[n] = c[n - 1] - \gamma[n] \nabla_c F(x[n], c[n - 1], T(x[n], c[n - 1])) \quad (3-253)$$

nếu hàm $F(\cdot)$ khả vi và angôrit có tín hiệu tìm:

$$\begin{aligned} c[n] &= c[n - 1] - \gamma[n] \nabla_{c \pm} F(x[n], c[n - 1], \\ a[n] &= a(x[n], c[n - 1], a[n]) \end{aligned} \quad (3-254)$$

nếu không tiện xác định $\nabla_c F(\cdot)$.

Bài toán quy hoạch trong điều kiện hạn chế như nguồn nguyên liệu, năng lượng, thời gian và không gian là những bài toán thường gặp và phức tạp khi giải quyết, phức tạp ở cách đặt vấn đề của bài toán quy hoạch và điều khiển trong điều kiện không xác định.

Kết luận

Điều khiển tối ưu và thích nghi là những vấn đề thường gặp trong khoa học kỹ thuật và đời sống.

Trong tập sách này tác giả đã hệ thống lại những vấn đề cơ bản, những vấn đề mà rất nhiều công trình, sách báo đề cập đến theo nhiều góc độ và quan điểm khác nhau.

Lý thuyết và kỹ thuật ứng dụng là hai mặt của một sự phát triển. Những năm gần đây, tốc độ phát triển nhanh như vũ bão của kỹ thuật tính đã giải quyết được nhiều vấn đề mà trước đây chỉ xem là lý thuyết đơn thuần, đồng thời có thể đặt ra những vấn đề mới đòi hỏi sự phát triển hợp tác liên ngành của nhiều lĩnh vực khác nhau.

Những vấn đề cơ bản của lý thuyết điều khiển tự động luôn phát triển, trên cơ sở ấy nhiều phương hướng mới xuất hiện, nhưng bài toán về ổn định và chất lượng luôn "trẻ mãi không già" [34]

Tập sách chắc không tránh khỏi sai sót, tác giả rất cảm ơn sự giúp đỡ và góp ý của độc giả.

PHỤ LỤC

Xác định J với $n = 1, 2, 3, 4, 5$

$$J = \frac{1}{2\pi j} \int_{-j\infty}^{j\infty} \frac{b(p)b(-p)}{d(p)d(-p)} dp$$

$$b(p) = b_n p^{n-1} + b_{n-2} p^{n-2} + \dots + b_0$$

$$d(p) = d_n p^n + d_{n-1} p^{n-1} + \dots + d_0$$

$$J = \frac{b_0^2}{2d_0d_1} \quad \text{với } n = 1; \quad J = \frac{b_1^2d_0 + b_0^2d_2}{2d_0d_1d_2} \quad \text{với } n = 2$$

$$J = \frac{b_2^2d_0d_1 + (b_1^2 - 2b_0b_2)d_0d_3 + b_0^2d_2d_3}{2d_0d_1(-d_0d_3 + d_1d_2)} \quad \text{với } n = 3$$

$$J = \frac{b_3^2(-d_0^2d_3 + d_0d_1d_2) + (b_2^2 - 2b_1b_3)d_0d_1d_4 + (b_1^2 - 2b_0b_2)d_0d_3d_4}{2d_0d_4(-d_0d_3^2 - d_1^2d_4 + d_1d_2d_3)}$$

$$+ \frac{b_0^2(-d_1d_4^2 + d_2d_3d_4)}{2d_0d_4(-d_0d_3^2 - d_1^2d_4 + d_1d_2d_3)} \quad \text{với } n = 4$$

$$J = \frac{1}{2\Delta_5} [b_4^2m_0 + (b_3^2 - 2b_2b_4)m_1 + (b_2^2 - 2b_1b_3 + 2b_0b_4)m_2 + (b_1^2 - 2b_0b_2)m_3 + b_0^2m_4] \quad \text{với } n = 5$$

Ở đây: $m_0 = \frac{1}{d_5} (d_3m_1 - d_1m_2);$

$$m_1 = -d_0d_3 + d_1d_2;$$

$$m_2 = -d_0d_5 + d_1d_4;$$

$$m_3 = \frac{1}{d_0}(d_2m_2 - d_4m_1);$$

$$m_4 = \frac{1}{d_0} (d_2m_3 - d_4m_2);$$

$$\Delta_5 = d_0(d_1m_4 - d_3m_3 + d_5m_4).$$

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Åström K.J. & Wittemark B. "Adaptive control" Addison-Wesley. 1995.
- [2] Bühler H. "Conception de systèmes automatiques" P.P.R. 1988.
- [3] Bühler H. "Electronique de réglage et de commande" Dunod. Edition Géorgi - 1980
- [4] Bühler H. "Réglage par mode de glissement" P.P.R. 1986.
- [5] Csaki F. "Modern Control Theories". Moscow 1975.
- [6] Солодовников В.В. (ред.) "Теория автоматического управления" книга 3. Москва "Машиностроение" 1969.
- [7] Cochin I. "Analysis and design of dynamic systems". Addison-Wesley. 1997
- [8] Dorf C. & Bishop R.H. "Modern control systems". Addison-Wesley. 1997
- [9] Dutton Ken and others. "The art of Control Engineering" Addison-Wesley 1997.
- [10] Егоров К.Б. "Основы теории автоматического регулирования" Москва "Энергия" 1967.
- [11] Фельдбаум А. А. "Основы оптимальных автоматических систем" Москва. "Физмат" 1963.
- [12] Фомин Я. А, Безродный Е. Ф. "Адаптивные системы контроля изделий микроэлектроники на ПЭВМ." Москва. "Стандарты" 1993.
- [13] Gopal M. "Modern Control System Theory" New Delhi. 1989.
- [14] Гарчинский Э. Е и др. "Адаптация в непрерывных системах автоматического поиска" Москва. "Наука" 1991
- [15] Костюк В.И. "Беспоисковые градиентные самонастраивающиеся системы" Киев "Техника" 1969.
- [16] Казаков И. Е, Евланов Л. Г. "О теории самонастраивающихся систем с поисковым градиентным методом вспомогательного оператора" Труды II-ой конференции ИФАК. Москва. "Наука" 1965.
- [17] Козлов Ю.М. и Юсупов П.М. "Беспоисковые самонастраивающиеся системы". Москва. "Наука" 1969.

- [18] Кузнецова В. И. и Раков М. А. "Самоорганизация в технических системах" Киев. "Наукова думка" 1987.
- [19] Кафаров Н. "Методы кибернетики в химической технологии" Москва 1987.
- [20] Красовский А. А. "Динамика самонастраивающихся систем" Москва. "Физмат" 1963.
- [21] Landau I. D. "Commande adaptative" Paris "Masson" 1987.
- [22] Leondes C. T. (edited) "Modern Control Systems Theory" Mc Graw Hill" New York 1970.
- [23] Miroslav K., Kokotovic P., Kanellakopoulos I. "Nonlinear and Adaptive Control Design" New-York 1995.
- [24] Naslin P. "Introduction à la commande optimale" - Paris. "Dunod" 1966.
- [25] Naslin P. "Technologie et calcul automatique des systèmes asservis." Paris. "Dunod" 1968.
- [26] Naslin P. "Théorie de la commande et conduite optimale" Paris. "Dunod" 1969.
- [27] Nguyen Thuong Ngo. "Application de la méthode de planification des expériences pour identifier des systèmes et dimensionner les régulateurs" Proceedings du 1^{er} séminaire national. Algérie 1992.
- [28] Nguyễn Thương Ngô, Hồ Phương Dung. "Chính định thông số tối ưu của bộ điều chỉnh khi đối tượng chưa xác định" The Second Vietnam Conference on Automation. Hanoi - 1996
- [29] Nguyen Thuong Ngo, Boudries Z. "Un système de regulation adaptative pour le fourneau solaire" Proceedings du 1^{er} séminaire national Algérie. 1992.
- [30] Nguyen Thuong Ngo. "Sensitivity of Automatic Control Systems" System Sensitivity Analysis. Edited by José B. Cruz Illinois - USA - 1973.
- [31] Нгуен Тхыонг Нго "Чувствительность систем автоматического управления" (обзор) А и Т Москва - АН СССР №5 - 1971.
- [32] Netushil A. V. "Theory of Automatic Control" Mir publishers. Moscow.
- [33] Пугачев В.С. (ред.) "Основы автоматического управления" Москва. "Наука" 1968.

- [34] Tsipkin Ya Z. "Adaptation and Learning in Automatic Systems" Moscow, 1968.
- [35] Zypkin Ia S. "Grundlagen der Theorie lernender Systeme". Veb Verlag Technik" Berlin 1971.
- [36] Воронов А. А. "Основы многосвязных и адаптивных систем" /Ленинград "Энергия" 1970.
- [37] Растричин А. "Системы экстремального управления" Москва "Наука" 1974.

Qs2c

Giá: 23.000đ