

*Nghiên cứu điều khiển nồng độ của sản phẩm trong bể chứa phản ứng có khuấy bằng phương pháp ứng dụng bộ điều khiển nơron theo mô hình mẫu – Lương Trung Thành (Tự động hóa)*

## **PHẦN MỞ ĐẦU**

### **I. Tính cấp thiết của đề tài.**

Bộ não con người là sản phẩm hoàn hảo của tạo hoá. Để tiếp cận khả năng tư duy của bộ não, người ta sử dụng khả năng suy diễn của hệ mờ dựa trên các luật logic mờ. Để tiếp cận khả năng học, người ta đưa ra mô hình mạng nơron, do vậy cấu trúc mạng nơron là điều rất đáng được quan tâm. Để tiếp cận cả hai khả năng học và tư duy của bộ não người, người ta nghiên cứu khả năng tích hợp của mạng nơron và hệ mờ. Trong công nghiệp tự động hoá giữ một vai trò quan trọng trong quá trình sản xuất. Nhận dạng hệ thống là một trong những công việc đầu tiên phải thực hiện khi giải quyết một bài toán điều khiển tự động, nó quyết định chất lượng và hiệu quả của công việc điều khiển hệ thống về sau. Để điều khiển chính xác đối tượng khi chưa biết rõ được thông số, trước tiên ta phải hiểu rõ đối tượng đó. Bộ điều khiển nơron theo mô hình mẫu là phần tử phi tuyến, nên điều khiển nó rất khó, đòi hỏi phải có độ chính xác cao. Vì vậy cần ứng dụng bộ điều khiển thông minh là BDK nơron theo mô hình mẫu. Được sự tạo điều kiện giúp đỡ của nhà trường và Tiến sỹ Phạm Hữu Đức Dục, em đã lựa chọn đề tài tốt nghiệp của mình là “Nghiên cứu điều khiển nồng độ của sản phẩm trong bể chứa có khuấy bằng phương pháp ứng dụng bộ điều khiển nơron theo mô hình mẫu.”

### **II. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài.**

#### **1. Ý nghĩa khoa học.**

Điều khiển tự động đóng vai trò quan trọng trong sự phát triển khoa học và kỹ thuật. Lĩnh vực này hữu hiệu khắp nơi từ hệ thống điều khiển trong các quy trình sản xuất hiện đại, và ngay cả trong đời sống hàng ngày ...

Mô hình điều khiển theo mô hình mẫu để điều khiển đối tượng, sao cho tín hiệu cần điều khiển bám theo được tín hiệu của mô hình mẫu. Mô hình mạng

*Nghiên cứu điều khiển nồng độ của sản phẩm trong bể chứa phản ứng có khuấy bằng phương pháp ứng dụng bộ điều khiển nơron theo mô hình mẫu – Lương Trung Thành (Tự động hóa)*

nơron được sử dụng để hỗ trợ trong quá trình học của bộ điều khiển. Do đó đề tài sẽ đề cập tới việc ứng dụng bộ điều khiển theo mô hình mẫu để điều khiển nồng độ của sản phẩm trong một bể chứa phản ứng có khuấy.

## **2. Ý nghĩa thực tiễn.**

Kết quả nghiên cứu của đề tài có thể làm cơ sở cho việc thiết kế các mô hình điều khiển theo mô hình mẫu trong các nhà máy công nghiệp, đặc biệt làm tài liệu hỗ trợ cho việc học tập của sinh viên đại học và học viên cao học.

## **III. Mục đích của đề tài.**

Nghiên cứu ứng dụng mạng nơron trong quá trình nhận dạng và điều khiển hệ thống phi tuyến nói chung. Đặc biệt nghiên cứu sâu hơn về việc ứng dụng bộ điều khiển nơron theo mô hình mẫu hệ thống được điều khiển, làm cơ sở cho việc tạo ra tín hiệu điều khiển thích nghi được lựa chọn chính xác.

Tổng quan mạng nơron, đi sâu nghiên cứu mạng nơron truyền thẳng nhiều lớp

Nghiên cứu bộ điều khiển nơron theo mô hình mẫu

Nghiên cứu động học của bể khuấy

Nghiên cứu các bộ điều khiển nơron dự báo, bộ điều khiển NAMA-L2, bộ điều khiển nơron theo mô hình mẫu và bộ điều khiển nơron dự báo

Nghiên cứu các phương pháp nhận dạng điều khiển

Ứng dụng bộ điều khiển nơron theo mô hình mẫu để điều khiển nồng độ của sản phẩm trong bể chứa phản ứng có khuấy

## **IV. Đối tượng nghiên cứu.**

Nồng độ của sản phẩm trong bể chứa phản ứng có khuấy.

*Nghiên cứu điều khiển nồng độ của sản phẩm trong bể chứa phản ứng có khuấy bằng phương pháp ứng dụng bộ điều khiển nơron theo mô hình mẫu – Lương Trung Thành (Tự động hóa)*

## **V. Nhiệm vụ nghiên cứu.**

Nghiên cứu điều khiển nồng độ của sản phẩm trong bể chứa có khuấy bằng phương pháp ứng dụng bộ điều khiển nơron theo mô hình mẫu

## **VI. Phương pháp nghiên cứu.**

Tìm hiểu tài liệu và các công trình nghiên cứu liên quan tới bộ điều khiển nơron theo mô hình mẫu

Lựa chọn đối tượng, mô tả toán học và nghiên cứu mô hình hóa mô phỏng.

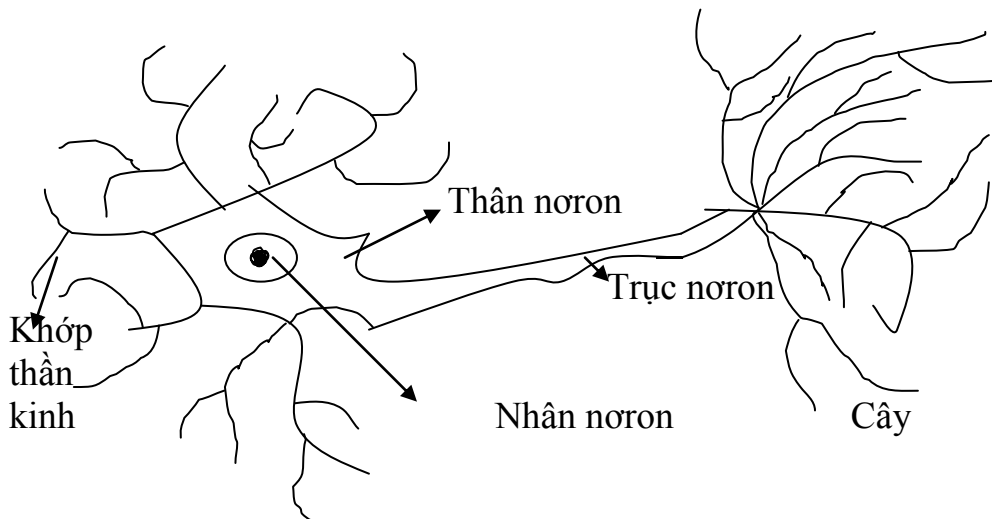
Lựa chọn các giải pháp phù hợp cho 1 lớp đối tượng.

## **CHƯƠNG 1. MẠNG NEURON**

### **1.1. CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN**

#### **1.1.1. Mô hình neuron sinh học**

Bộ não con người có khoảng  $10^{11}$  neuron sinh học ở nhiều dạng khác nhau. Mô hình của một dạng neuron sinh học được mô tả trên hình vẽ. Cấu trúc chung của một neuron sinh học gồm ba phần chính là thân, bên trong có nhân, cây và trục. Cây gồm các dây thần kinh liên kết với thân. Trục có cấu trúc đơn, dài liên kết với thân. Phần cuối của trục có dạng phân nhánh. Trong mỗi nhánh có một cơ cấu nhỏ là khớp thần kinh, từ đây neuron sinh học này liên kết bằng tín hiệu tới các neuron khác. Sự thu nhận thông tin của neuron sinh học được thực hiện từ cây hoặc thân của nó. Tín hiệu thu, nhận ở dạng các xung điện.



*Hình 1.1 Mô hình một dạng neuron sinh học*

Mỗi tế bào thần kinh có một màng, nhiệm vụ của nó là giữ cho các chất nuôi tế bào không tràn ra ngoài. Ở phần tử nội bào và ngoại bào có dung dịch muối lỏng làm cho chúng bị phân ra thành các ion âm và các ion dương. Các ion

*Nghiên cứu điều khiển nồng độ của sản phẩm trong bể chứa phản ứng có khuấy bằng phương pháp ứng dụng bộ điều khiển nơron theo mô hình mẫu – Lương Trung Thành (Tự động hóa)*

đương có trong màng tạo ra điện thế màng với trạng thái cân bằng lực: Lực đẩy của các ion dương ra khỏi tế bào cân bằng với lực hút chúng vào trong tế bào.

Điện thế màng là phần tử quan trọng trong quá trình truyền tin của hệ thần kinh. Khi thay đổi thặng thấu ion của màng thì điện thế màng của tế bào bị thay đổi và tiến tới một ngưỡng nào đó, đồng thời sinh ra dòng điện, dòng điện này gây ra phản ứng kích thích làm thay đổi khả năng thấu ion của các tế bào thần kinh tiếp theo.

#### **1.1.1.1. Xử lý thông tin trong bộ não**

Thông tin được tiếp nhận từ các giác quan và chuyển vào các tế bào thần kinh vận động và các tế bào cơ. Tại mỗi tế bào thần kinh tiếp nhận thông tin, điện thế của nó tăng lên, nếu điện thế này vượt ngưỡng sẽ tạo dòng điện trong tế bào thần kinh, ý nghĩa dòng điện đó được giải mã và lưu ở thần kinh trung ương, kết quả xử lý thông tin được gửi đến các tế bào cơ.

Các tế bào thần kinh đều đưa ra các tín hiệu giống nhau, do đó không thể phân biệt được đó là tế bào thần kinh của loài động vật nguyên thủy hay của một giáo sư đáng kính. Các khớp thần kinh chỉ cho phép các tín hiệu phù hợp qua chúng, còn các tín hiệu khác thì bị cản lại. Lượng tín hiệu đã được biến đổi được gọi là cường độ khớp thần kinh – đó chính là trọng số của nơron trong mạng nơron.

Tại sao việc nghiên cứu về mạng thần kinh lại có tầm quan trọng như vậy ? Có thể trả lời ngắn gọn là do sự giống nhau của các tín hiệu của tế bào thần kinh đơn lẻ, nên chức năng thật sự của bộ não không phụ thuộc vào vai trò của một tế bào thần kinh, mà phụ thuộc vào toàn bộ các tế bào thần kinh, tức là phụ thuộc vào kiểu kết nối của các tế bào thần kinh liên kết với nhau để tạo nên một mạng thần kinh hay một mạng nơron.

#### **1.1.1.2. Các đặc tính cơ bản của não người**

Tính phân lớp: Các vùng trong bộ não được phân thành nhiều lớp, ở đó thông tin được xử lý theo tính chất tương ứng của mỗi lớp đặc thù.

*Nghiên cứu điều khiển nồng độ của sản phẩm trong bể chứa phản ứng có khuấy bằng phương pháp ứng dụng bộ điều khiển nơron theo mô hình mẫu – Lương Trung Thành (Tự động hóa)*

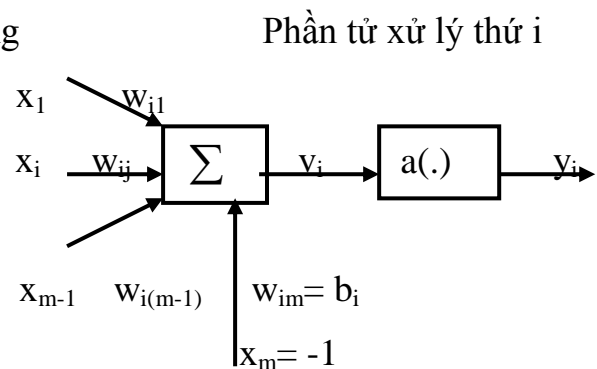
Tính mô đun: Các vùng của bộ nhớ được phân thành các mô đun được mã hóa bằng các định nghĩa mối quan hệ tích hợp giữa các tín hiệu vào qua các giác quan với các tín hiệu ra.

Mối liên kết: Liên kết giữa các lớp dẫn đến các dữ liệu dùng chung được xem như các liên hệ phản hồi khi truyền tín hiệu

Xử lý phân tán các tín hiệu vào: Các tín hiệu vào được truyền qua nhiều kênh thông tin khác nhau, được xử lý bởi các phương pháp đặc biệt.

### 1.1.2. PHẦN TỬ XỬ LÝ

Mô hình phân tử xử lý (processing elements) dạng M-P, do Culloch và Pitts đề xuất năm 1943. Phần tử xử lý có dạng nhiều vào một ra (MISO). Hình vẽ 1.2 mô tả mô hình của phân tử xử lý (mô hình một nơron) thứ  $i$ , dạng M-P, trong đó có các phần sau đây.



Hình 1.2.

Mô hình phân tử xử lý thứ  $i$ , dạng M-P

#### Tín hiệu đầu vào

Có  $m$  tín hiệu đầu vào. Trong đó  $(m-1)$  tín hiệu là tín hiệu kích thích ở đầu vào là  $(x_1, \dots, x_j, \dots, x_{m-1})$ , chúng được lấy từ đầu ra của các nơron được đặt trước nơron này hoặc được lấy từ các nguồn tín hiệu đầu vào khác. Các tín hiệu kích thích đầu vào này được đưa qua một bộ trọng số (weight)  $w_{ij}$  đặc trưng cho mức độ liên kết giữa các nơron thứ  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, m-1$ ) với nơron thứ  $i$ . Trọng số liên kết có giá trị dương tương ứng với khớp thần kinh bị kích thích, ngược lại có giá trị âm tương ứng với khớp thần kinh bị kiềm chế.

Riêng thành phần tín hiệu vào thứ  $m$  là  $x_m$  được gọi là ngưỡng (threshold) có giá trị  $x_m = -1$ , tín hiệu  $x_m$  được đưa qua thành phần thành phần dịch chuyển (bias)  $b_i$

$$w_{im} = b_i \tag{1.1}$$

*Nghiên cứu điều khiển nồng độ của sản phẩm trong bể chứa phản ứng có khuấy bằng phương pháp ứng dụng bộ điều khiển nơron theo mô hình mẫu – Lương Trung Thành (Tự động hóa)*

### **Tín hiệu ra**

Có một tín hiệu ra  $y_i$

### **Bộ cộng**

Thực hiện phép tính tổng trọng  $V_i$  bằng cách so sánh tổng trọng của (m-1) kích thích đầu vào với giá trị trọng lượng của ngưỡng, nếu tổng trọng của (m-1) đầu vào vượt qua trọng lượng của ngưỡng thì nơron ở trạng thái bị kích thích để tạo ra được tín hiệu ra  $y_i$ .

$$\text{Net}_i = V = \sum_{j=1}^{m-1} w_{ij}x_j + b_i x_m \quad (1.2)$$

Thành phần  $b_i$  về cơ bản giống với trọng số  $w_{ij}$ , nó chỉ khác là luôn liên kết tín hiệu  $x_m = -1$ . Do đó cũng có thể coi  $b_i$  là trọng số liên kết thứ m là  $w_m$  của nơron thứ i. Nói với tín hiệu thứ m là  $x_m$  luôn có giá trị là -1. Viết lại biểu thức (1.2) ở dạng

$$\text{Net}_i = V = \sum_{j=1}^{m-1} w_{ij}x_j + b_i x_m \quad (1.3)$$

Với  $w_{im} = b_i$  và  $x_m = 1$

### **Hàm chuyển đổi**

Hàm chuyển đổi (transferfunction), có tài liệu gọi là hàm hoạt hóa activation function, có nhiệm vụ biến đổi tổng trọng  $v_i$  (hoặc  $\text{net}_i$ ) thành tín hiệu đầu ra  $y_i$ :

$$y_i = a(\text{net}_i) = a(v_i) \quad (1.4)$$

trong đó  $a(.)$  là ký hiệu của hàm chuyển đổi

Có các dạng chuyển đổi thường dùng như sau:

- *Hàm chuyển đổi dạng giới hạn cứng*

Hàm chuyển đổi dạng giới hạn cứng như hình vẽ dưới đây còn có tên gọi là hàm chuyển đổi dạng bước nhảy có biểu thức sau:

$$a(v) = \text{sgn}(v) = \begin{cases} 1 & \text{nếu } v \geq 0 \\ -1 & \text{nếu } v < 0 \end{cases} \quad (1.5)$$

*Nghiên cứu điều khiển nồng độ của sản phẩm trong bể chứa phản ứng có khuấy bằng phương pháp ứng dụng bộ điều khiển nơron theo mô hình mẫu – Lương Trung Thành (Tự động hóa)*

0 nếu  $v < 0$

- Hàm chuyển đổi dạng giới hạn cứng đối xứng

Hàm chuyển đổi dạng giới hạn cứng đối xứng (symmetric hard limit transfer function), còn gọi là hàm dấu (Hình 1.3b) có biểu thức như sau:

$$a(v) = \text{sgn}(v) = \begin{cases} 1 & \text{nếu } v \geq 0 \\ -1 & \text{nếu } v < 0 \end{cases} \quad (1.6)$$

Các nơron có hàm chuyển đổi  $a(\cdot)$  ở dạng hàm giới hạn cứng đối xứng được gọi là phần tử ngưỡng tuyến tính (Linear Threshold Unit- LTU).

- Hàm chuyển đổi dạng tuyến tính bão hòa

Hàm chuyển đổi dạng tuyến tính bão hòa (Hình 1.3c), có biểu thức sau:

$$a(v) = \begin{cases} 1 & \text{nếu } v > 0 \\ v & \text{nếu } 0 \leq v \leq 1 \\ 0 & \text{nếu } v < 0 \end{cases} \quad (1.7)$$

- Hàm chuyển đổi dạng tuyến tính bão hòa đối xứng

Hàm chuyển đổi dạng tuyến tính bão hòa đối xứng (Hình 1.3 d), có biểu thức sau:

$$a(v) = \begin{cases} -1 & \text{nếu } v < -1 \\ v & \text{nếu } -1 \leq v \leq 1 \\ 0 & \text{nếu } v > 1 \end{cases} \quad (1.8)$$

- Hàm chuyển đổi dạng sigmoid

Hàm chuyển đổi dạng sigmoid (Hình 1.3e) có biểu thức sau:

$$a(v) = \frac{1}{1 + e^{-\lambda v}} \quad (1.9)$$

- Hàm chuyển đổi dạng hypebolic

Hàm chuyển đổi dạng hypebolic (Hình 1.3f) có dạng sau:

$$a(v) = \frac{2}{1 + e^{-\lambda v}} - 1 \quad (1.10)$$

trong đó  $\lambda > 0$  là hệ số tốc độ của các dạng hàm chuyển đổi (1.9), (1.10)



*Nghiên cứu điều khiển nồng độ của sản phẩm trong bể chứa phản ứng có khuấy bằng phương pháp ứng dụng bộ điều khiển nơron theo mô hình mẫu – Lương Trung Thành (Tự động hóa)*

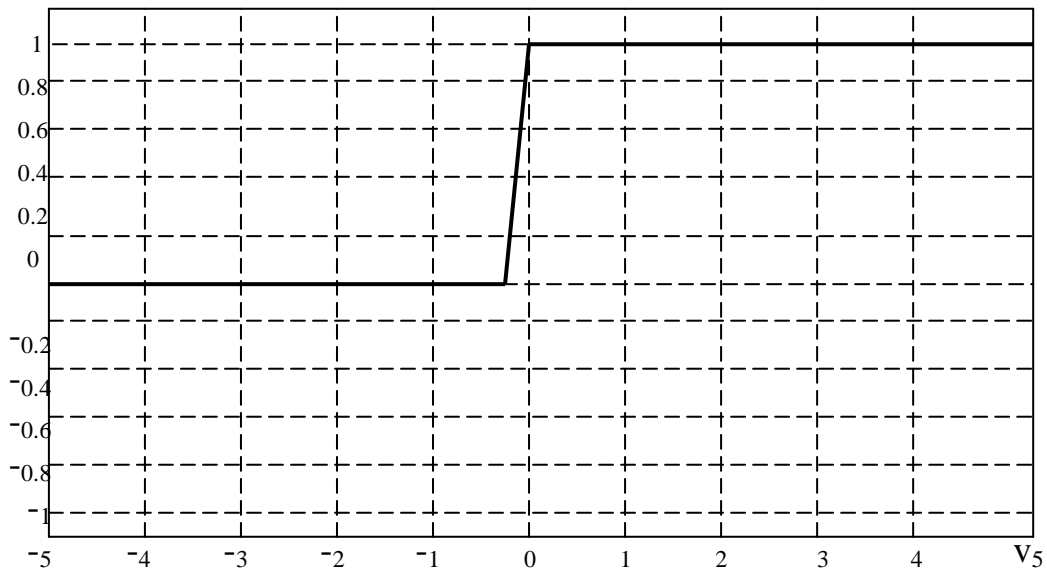
Các nơron có hàm chuyển đổi  $a(.)$  ở các dạng hàm sigmoi hoặc tang hyperbolic được gọi là phân tử mức tuyến tính

Mạng nơron thường sử dụng các nơron ở các dạng LTU và LGU.

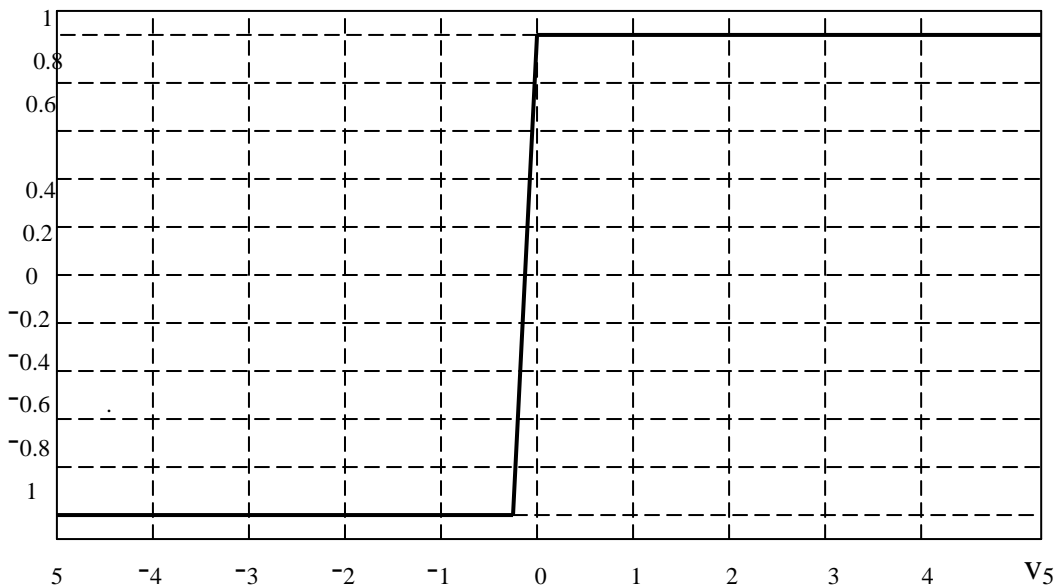
- *Hàm chuyển đổi dạng tuyến tính*

Hàm chuyển đổi dạng tuyến tính (Hình 1.3g) có biểu thức sau:

$$a(v) = v$$

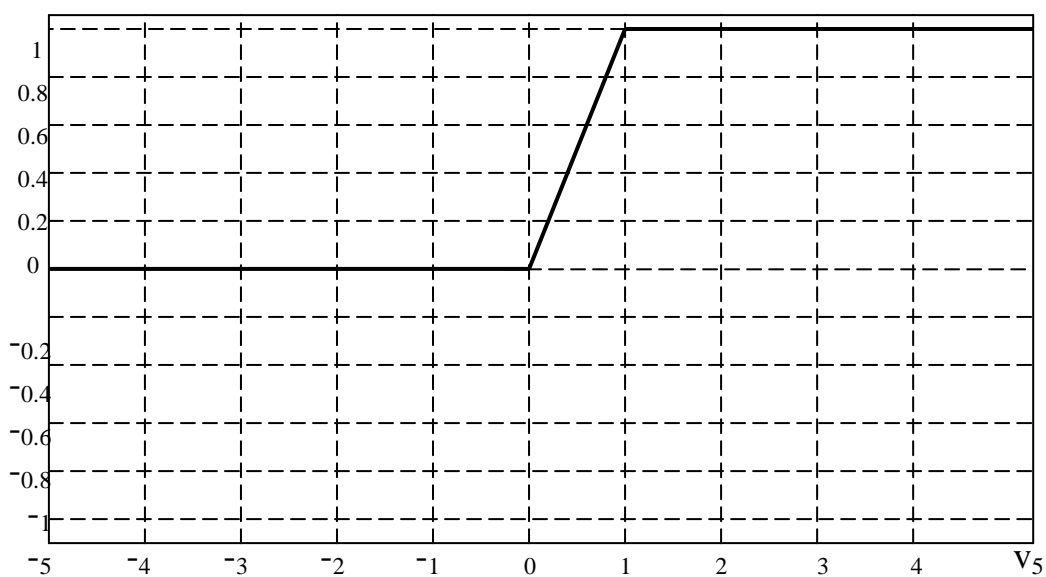


*Hình 1.3. (a): Hàm giới hạn cứng*



*Hình 1.3. (b): Hàm giới hạn cứng đối xứng*

Nghiên cứu điều khiển nồng độ của sản phẩm trong bể chứa phản ứng có khuấy bằng phương pháp ứng dụng bộ điều khiển nơron theo mô hình mẫu – Lương Trung Thành (Tự động hóa)



Hình 1.3.(c): Hàm tuyến tính bão hòa

