

Kỹ thuật điện tử

KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ

Biên soạn: Nguyễn Thành Trung

Kỹ thuật điện tử

Chương I : Mở đầu

1.1 Vị trí môn học

Kỹ thuật điện tử và tin học là một ngành mũi nhọn mới phát triển. Trong một số khoảng thời gian tương đối ngắn, từ ngày ra đời tranzito (1948), nó đã có những tiến bộ nhảy vọt, mang lại nhiều thay đổi lớn và sâu sắc trong hầu hết mọi lĩnh vực khác nhau của đời sống, dần trở thành một trong những công cụ quan trọng nhất của cách mạng kỹ thuật trình độ cao (mà điểm trung tâm là tự động hoá từng phần hoặc hoàn toàn, tin học hoá, phương pháp công nghệ và vật liệu mới).

1.2 Các đại lượng, khái niệm cơ bản khi phân tích mạch điện

1.2.1 Điện áp và dòng điện

a) Điện áp

Điện áp là hiệu số điện thế giữa hai điểm khác nhau của mạch điện. Thường một nào đó của mạch điện được chọn làm điểm gốc tại đó điện thế bằng không, hiệu điện thế của một điểm bất kì trong mạch điện so với điểm đó có thể âm hoặc dương và được gọi là điện áp tại điểm đó.

b) Dòng điện

Khái niệm dòng điện là biểu hiện trạng thái chuyển động của các hạt mang điện trong vật chất do tác động của trường hay do tồn tại một gradient nồng độ hạt theo không gian

Dòng điện trong mạch có chiều chuyển động từ nơi có điện thế cao đến nơi có điện thế thấp và do vậy ngược chiều với chiều chuyển động của điện tử.

Nhận xét:

-Điện áp luôn được đo giữa hai điểm khác nhau của mạch điện trong khi dòng điện được xác định chỉ tại một điểm của mạch.

-Để bảo toàn điện tích tổng các giá trị dòng điện đi vào một điểm của mạch luôn bằng tổng các giá trị dòng điện đi ra khỏi điểm đó (quy tắc nút với dòng điện).

-Điện áp giữa hai điểm A và B khác nhau của mạch nếu đo theo mọi nhánh bất kì có điện trở khác không nối giữa A và B là giống nhau.

1.2.2 Tính chất điện của một phần tử

a) Định nghĩa

Kỹ thuật điện tử

Tính chất điện của phần tử bất kì trong một mạch điện được thể hiện qua mối quan hệ tương hỗ giữa điện áp V trên hai đầu phần tử và dòng điện I chạy qua nó và được định nghĩa là điện trở (hay điện trở phức-trở kháng) của phần tử.

-Nếu mối quan hệ này là tỉ lệ thuận

$$V = R.I$$

ở đây R là hằng số tỉ lệ được gọi là điện trở của phần tử và phần tử tương ứng được gọi là một điện trở thuần.

-Nếu điện áp trên phần tử tỉ lệ với tốc độ biến đổi theo thời gian của dòng điện trên nó,

tức là: $V = L \frac{dI}{dt}$ (ở đây L là một hằng số tỷ lệ)

ta có phần tử là một cuộn dây có điện cảm L .

-Nếu dòng điện trên phần tử tỉ lệ với tốc độ biến đổi theo thời gian của điện áp trên nó,

tức là: $I = C \frac{dV}{dt}$ (ở đây C là một hằng số tỷ lệ)

ta có phần tử là một tụ điện có giá trị điện dung là C .

-Ngoài các quan hệ nêu trên trong thực tế còn tồn tại nhiều quan hệ tương hỗ đa dạng và phức tạp giữa điện áp và dòng điện trên một phần tử. Các phần tử này gọi chung là các phần tử không tuyến tính.

c) Một số tính chất quan trọng của phần tử tuyến tính:

-Đặc tuyến Vôn-Ampe (thể hiện quan hệ $V(I)$) là một đường thẳng; điện trở là một đại lượng có giá trị không đổi ở mọi điểm

-Tuân theo nguyên lý chồng chất

-Không phát sinh các thành phần tần số lạ khi làm việc với tín hiệu xoay chiều (không gây méo phi tuyến).

Ứng dụng

Các phần tử tuyến tính (R, L, C), có một số ứng dụng quan trọng sau:

-Điện trở luôn là con số đặc trưng cho sự tiêu hao năng lượng (chủ yếu dưới dạng nhiệt) và là thông số không quán tính

-Mức tiêu hao năng lượng được đánh giá bằng công suất trên nó: $P = V.I = I^2 R = \frac{V^2}{R}$

-Cuộn dây và tụ điện là các phần tử cơ bản không tiêu hao năng lượng và có quán tính

-Chúng đặc trưng cho hiện tượng tích lũy năng lượng từ trường, hay điện trường của mạch khi có dòng điện hoặc điện áp biến thiên qua chúng

Kỹ thuật điện tử

-Giá trị điện trở tổng cộng của nhiều điện trở nối tiếp nhau luôn lớn hơn của từng cái và có tính chất cộng tuyến tính.

-Điện dẫn của nhiều điện trở mắc song song với nhau luôn lớn hơn điện dẫn riêng rẽ của từng cái và cũng có tính chất cộng tuyến tính

-Có thể thực hiện chia nhỏ một điện áp (hay dòng điện) hay còn gọi là thực hiện dịch mức điện thế (hay mức dòng điện) giữa các điểm khác nhau của mạch bằng cách nối nối tiếp hay song song các điện trở.

-Trong cách nối nối tiếp, điện trở nào lớn hơn sẽ quyết định giá trị chung của dãy. Ngược lại, trong cách nối song song, điện trở nào nhỏ hơn sẽ quyết định.

-Việc nối nối tiếp hay song song các cuộn dây dẫn sẽ dẫn tới kết quả tương tự như đối với các điện trở: sẽ làm tăng (hay giảm) trị số điện cảm chung.

-Đối với tụ điện khi nối song song chúng, điện dung tổng cộng tăng:

$$C_{ss} = C1 + C2 + C3 + \dots + Cn.$$

-Còn khi mắc nối tiếp thì :

$$1/C_{nt} = 1/C1 + 1/C2 + 1/C3 + \dots + 1/Cn.$$

-Nếu nối nối tiếp hay song song R với L hoặc C sẽ dẫn nhận được một kết cấu mạch điện có tính chất chọn lọc tần số (trở kháng chung phụ thuộc vào tần số, gọi là các mạch lọc tần số).

-Nếu nối nối tiếp hay song song L với C sẽ dẫn tới một kết cấu mạch vừa có tính chất chọn lọc tần số, vừa có khả năng thực hiện quá trình trao đổi qua lại giữa hai dạng năng lượng điện-từ trường, tức là kết cấu có khả năng phát sinh dao động điện áp hay dòng điện nếu ban đầu được một nguồn năng lượng ngoài kích thích

1.2.3 Nguồn điện áp và nguồn dòng điện

a) Nguồn sức điện động

Nếu một phần tử tự nó hay khi chịu các tác động không có bản chất điện từ, có khả năng tạo ra một điện áp hay dòng điện ở một điểm nào đó của mạch điện thì nó được gọi là một nguồn sức điện động (s. đ. đ).

Hai thông số đặc trưng cho một nguồn s.đ.đ là:

+Giá trị điện áp hai đầu lúc hở mạch (khi không nối với bất kì một phần tử nào khác đến hai đầu của nó) gọi là điện áp lúc hở mạch của nguồn và kí hiệu là U_{hm}

+Giá trị dòng điện của nguồn đưa ra mạch ngoài lúc mạch ngoài dẫn điện hoàn toàn: gọi là giá trị dòng điện ngắn mạch của nguồn kí hiệu là (I_{ngm}).

Kỹ thuật điện tử

Một nguồn sức điện động được coi là lý tưởng nếu điện áp hay dòng điện do nó cung cấp cho mạch ngoài không phụ thuộc vào tính chất của mạch ngoài (mạch tải)

Nguồn dòng điện, điện áp

Trên thực tế với những tải có giá trị khác nhau, điện áp trên hai đầu hay dòng điện do nó cung cấp có giá trị khác nhau và phụ thuộc vào tải. Điều đó chứng tỏ bên trong nguồn có xảy ra quá trình biến đổi dòng điện cung cấp thành giảm áp trên chính nó, nghĩa là tồn tại điện trở bên trong gọi là điện trở trong của nguồn kí hiệu là R_{ng}

$$R_{ng} = \frac{V_{hm}}{I_{ngm}}$$

Nếu gọi V và I là các giá trị điện áp và dòng điện do nguồn cung cấp khi có tải hữu hạn $0 < R_l < \infty$ thì

$$R_{ng} = \frac{V_{hm} - V}{I} \text{ suy ra } I_{ngm} = \frac{V}{R_{ng}} + I$$

Từ các hệ thức trên ta đi tới nhận xét sau:

-Nếu $R_{ng} \rightarrow 0$ thì ta có $V \rightarrow V_{hm}$, khi đó nguồn sức điện động là một nguồn điện áp lý tưởng.

-Nếu $R_{ng} \rightarrow \infty$ thì ta có $I \rightarrow I_{ngm}$, khi đó nguồn sức điện động là dạng một nguồn dòng lý tưởng.

-Một nguồn sức điện động trên thực tế được coi là nguồn điện áp hay nguồn dòng điện tùy theo bản chất cấu tạo của nó để giá trị R_{ng} là nhỏ hay lớn. Việc đánh giá R_{ng} tùy thuộc tương quan giữa nó với giá trị điện trở toàn phần của mạch tải nối với hai đầu của nguồn.

1.2.4 Biểu diễn mạch điện bằng các kí hiệu và hình vẽ

Có nhiều cách biểu diễn một mạch điện tử, trong đó có cách biểu diễn bằng sơ đồ gồm tập hợp các kí hiệu quy ước hay kí hiệu tương đương của các phần tử được nối với nhau theo một cách nào đó. Khi biểu diễn như vậy xuất hiện một số yếu tố hình học cần làm rõ khái niệm đó là:

- Nhánh (của sơ đồ mạch) là một bộ phận của sơ đồ, trong đó chỉ bao gồm các phần tử nối tiếp nhau, qua nó chỉ có một dòng điện duy nhất.
- Nút là một điểm của mạch chung cho từ 3 nhánh trở lên.

Kỹ thuật điện tử

- Vòng là một phần của mạch bao gồm một số nút và một số nhánh lập thành một đường kín mà dọc theo nó mỗi nhánh và nút phải và chỉ gặp một lần (trừ nút được chọn làm điểm xuất phát).
- Cây là một phần của mạch bao gồm toàn bộ số nút và nhánh nối giữa các nút đó nhưng không tạo nên một vòng kín nào. Các nhánh của cây được gọi là nhánh cây, các nhánh còn lại của mạch không thuộc cây được gọi là bù cây.

1.3 Tính chất của tin tức, tín hiệu và phân loại tín hiệu theo thời gian

1.3.1 Tin tức

-Tin tức được hiểu là nội dung chứa đựng bên trong một sự kiện, một biến cố hay một quá trình nào đó (gọi là nguồn tin).

-Tính chất quan trọng nhất của tin tức là nó mang ý nghĩa xác suất thống kê, thể hiện ở các mặt sau:

+Nội dung chứa đựng ở trong một sự kiện càng có ý nghĩa lớn (ta nói sự kiện có lượng tin tức cao) khi nó xảy ra càng bất ngờ, càng ít chờ đợi. Nghĩa là lượng tin có độ lớn tỷ lệ với độ bất ngờ hay tỉ lệ nghịch với xác suất xuất hiện của sự kiện và có thể dùng xác suất là mức đo lượng tin tức

+Mức đo chắc chắn của tin tức càng cao khi cùng một nội dung được lặp đi lặp lại (về cơ bản) nhiều lần, ta nói tin tức còn có tính chất trung bình thống kê phụ thuộc vào mức độ hỗn loạn của nguồn tin, của môi trường truyền tin và cả nơi nhận tin, vào tất cả khả năng gây sai nhảm có thể của một hệ thống thông tin.

-Tin tức không tự nhiên sinh ra hoặc mất đi mà chỉ là một biểu hiện của các quá trình chuyển hoá năng lượng hay quá trình trao đổi năng lượng giữa hai dạng vật chất và trường.

1.3.2 Tín hiệu

Định nghĩa, phân loại

-Tín hiệu là khái niệm để mô tả các biểu hiện vật lý của tin tức

-Các biểu hiện này đa dạng và thường được phân chia làm hai nhóm:

+Có bản chất điện từ

+Không có bản chất điện từ

-Có thể coi tín hiệu nói chung là một lượng vật lý biến thiên theo thời gian và biểu diễn nó dưới dạng một hàm số hay đồ thị theo thời gian là thích hợp hơn cả.

Kỹ thuật điện tử

-Nếu biểu thức theo thời gian của một tín hiệu là $s(t)$ thỏa mãn điều kiện $s(t) = s(t+T)$ với mọi t ở đây T là một hằng số thì $s(t)$ được gọi là một tín hiệu tuần hoàn theo thời gian. Giá trị nhỏ nhất trong tập thỏa mãn điều kiện $s(t) = s(t+T)$ gọi là chu kỳ của $s(t)$

Ví dụ: Tín hiệu hình sin là tín hiệu tuần hoàn:

-Cũng có thể chia tín hiệu theo cách khác thành hai dạng cơ bản là biến thiên liên tục theo thời gian (tín hiệu tương tự) hay biến thiên không liên tục theo thời gian (tín hiệu xung số – Digital)

Các tính chất của tín hiệu theo cách biểu diễn thời gian

-Độ dài và trị trung bình của tín hiệu

+Độ dài của tín hiệu là khoảng thời gian tồn tại của nó (từ lúc bắt đầu xuất hiện đến lúc mất đi).

+Nếu tín hiệu $s(t)$ xuất hiện lúc t_0 có độ dài là τ thì giá trị trung bình của $s(t)$ kí hiệu là: $\overline{s(t)}$, được xác định bởi: $\overline{s(t)} = \frac{1}{\tau} \int_{t_0}^{t_0+\tau} s(t).dt$

-Năng lượng, công suất, trị hiệu dụng

Năng lượng E_S của tín hiệu $s(t)$ được xác định bởi:

$$E_S = \int_{t_0}^{t_0+\tau} s^2(t).dt = \int_{-\infty}^{+\infty} s^2(t).dt$$

Công suất trung bình của $s(t)$ trong thời gian tồn tại của nó được định nghĩa bởi:

$$\overline{s^2(t)} = \frac{1}{\tau} \int_{t_0}^{t_0+\tau} s^2(t).dt = \frac{E_S}{\tau}$$

Giá trị hiệu dụng của $s(t)$ được định nghĩa là:

$$s_{hd} = \sqrt{\frac{1}{\tau} \int_{t_0}^{t_0+\tau} s^2(t).dt} = \sqrt{\frac{E_S}{\tau}}$$

-Dải động của tín hiệu là tỷ số giữa các giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của công suất tức thời của tín hiệu. Nếu tính theo đơn vị logarit (dexibel), dải động được định nghĩa là:

$$D_{dB} = 10 \cdot \lg \frac{\max\{s^2(t)\}}{\min\{s^2(t)\}} = 20 \cdot \lg \frac{\max\{s(t)\}}{\min\{s(t)\}}$$

Thông số này đặc trưng cho khoảng cường độ hay khoảng độ lớn của tín hiệu tác động lên mạch hoặc hệ thống điện tử.

-Thành phần một chiều và xoay chiều của tín hiệu

Kỹ thuật điện tử

Một tín hiệu $s(t)$ luôn có thể phân tách thành thành phần xoay chiều và thành phần một chiều sao cho : $s(t) = s_{\sim} + s_{\text{=}}$

Với s_{\sim} là thành phần biến thiên theo thời gian của $s(t)$ và $s_{\text{=}}$ là thành phần cố định theo thời gian (thành phần một chiều)

-Các thành phần chẵn và lẻ của tín hiệu

Một tín hiệu $s(t)$ cũng luôn có thể phân tích thành hai thành phần chẵn và lẻ được xác định như sau:

$$S_{\text{ch}}(t) = S_{\text{ch}}(-t) = 1/2 [s(t) + s(-t)]$$

$$S_{\text{lẻ}}(t) = -S_{\text{lẻ}}(-t) = 1/2[s(t)-s(-t)]$$

-Thành phần thực và ảo của tín hiệu

Một tín hiệu $s(t)$ bất kì có thể biểu diễn tổng quát dưới dạng một số phức

$$S(t) = \text{Re}(s(t)+j.\text{Im}(s(t)))$$

ở đây Re là phần thực của còn Im là phần ảo của $s(t)$

1.4 Hệ thống điện tử điển hình

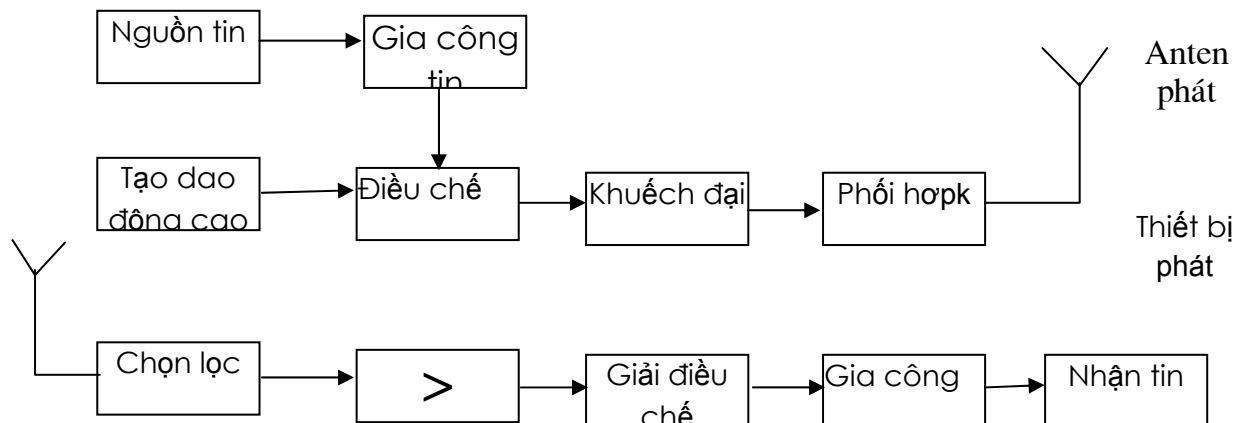
Hệ thống điện tử là một tập hợp các thiết bị điện tử nhằm thực hiện một nhiệm vụ kỹ thuật nhất định như gia công xử lý tín tức, truyền thông tin dữ liệu, đo lường thông số điều khiển tự chỉnh

1.4.1 Hệ thống thông tin thu-phát

Nhiệm vụ:

Hệ thống có nhiệm vụ truyền một tín tức, dữ liệu theo không gian trên một khoảng cách nhất định từ nguồn tin tới nơi nhận tin.

Cấu trúc sơ đồ khối:



Kỹ thuật điện tử

Các đặc điểm chủ yếu

+ Là hệ thống hở

+ Bao gồm 2 quá trình cơ bản: Quá trình điều chế và quá trình giải điều chế

+ Chất lượng và hiệu quả cũng như các đặc điểm của hệ do 3 yếu tố quy định:

- Đặc điểm của thiết bị phát

- Đặc điểm của thiết bị thu

- Môi trường thực hiện quá trình truyền tin

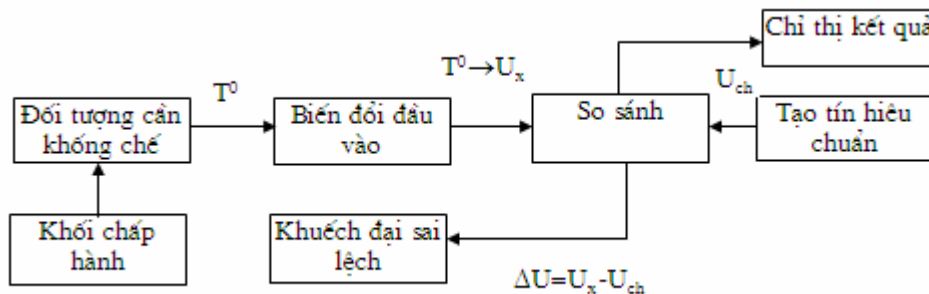
+ Các chỉ tiêu quan trọng của hệ: Dạng điều chế, công suất bức xạ của thiết bị phát, khoảng cách và điều kiện môi trường truyền, độ nhạy và độ chọn lọc của thiết bị thu.

1.4.2 Hệ tự điều chỉnh

Nhiệm vụ:

Hệ có nhiệm vụ theo dõi không chế một hoặc một vài thông số của một quá trình sao cho thông số này phải có giá trị nằm trong một giới hạn đã định trước (hoặc ngoài giới hạn này) tức là có nhiệm vụ ổn định thông số (tự động) ở một trị số hay một dải trị số cho trước.

Sơ đồ cấu trúc



Các đặc điểm chủ yếu

- Là hệ dạng cấu trúc kín: Thông tin truyền theo 2 hướng nhờ các mạch phản hồi

- Thông số cần đo và khống chế được theo dõi liên tục và duy trì ở mức hoặc giới hạn định sẵn

- Độ chính xác khi điều chỉnh phụ thuộc vào

➤ Độ chính xác của quá trình biến đổi từ T_{ch} thành U_{ch}

Kỹ thuật điện tử

- Độ phân dải của phần tử so sánh (độ nhỏ của ΔU)
- Độ chính xác của quá trình biến đổi Tx thành Ux
- Tính chất quán tính của hệ

-Có thể điều chỉnh liên tục theo thời gian (analog) hay gián đoạn theo thời gian miễn sao đạt được giá trị trung bình mong đợi

Tailieu.vn

Chương II : Cấu kiện điện tử

2.1 Khái niệm về chất bán dẫn

2.1.1. Cấu trúc vùng năng lượng của chất rắn tinh thể

Một nguyên tử bao gồm có hạt nhân và các điện tử. Khi nguyên tử đứng cô lập năng lượng của các điện tử phân thành các mức rời rạc. Khi đưa các nguyên tử lại gần nhau, do tương tác, các mức này bị suy biến thành những dải gồm nhiều mức sát nhau được gọi là các vùng năng lượng.

Ta xét dạng cấu trúc năng lượng điển hình của vật rắn tinh thể:

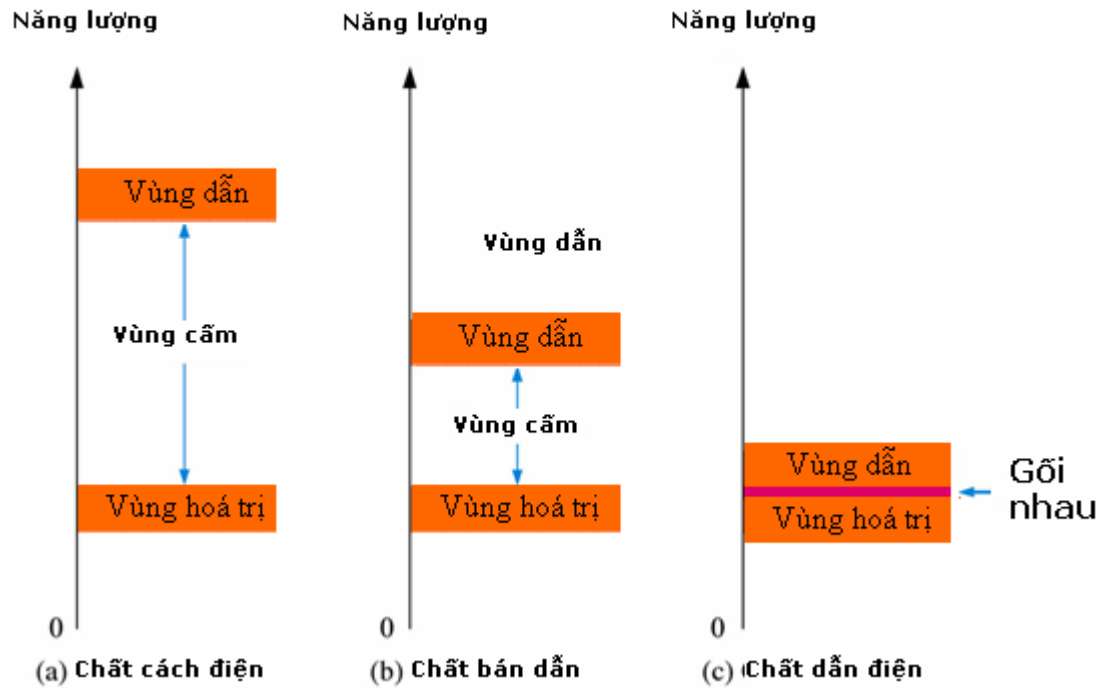
Tuỳ theo tình trạng các mức năng lượng trong một vùng có bị điện tử chiếm chỗ hay không, người ta phân biệt 3 loại vùng năng lượng khác nhau:

- Vùng hoá trị (hay còn gọi là vùng đầy), trong đó tất cả các mức năng lượng đều đã bị chiếm chỗ, không còn trạng thái năng lượng tự do.
- Vùng dẫn (vùng trống), trong đó các mức năng lượng đều còn bỏ trống hay chỉ bị chiếm chỗ một phần.
- Vùng cấm, trong đó không tồn tại mức năng lượng nào để điện tử có thể chiếm chỗ hay xác suất tìm hạt tại đây bằng 0.

Mối quan hệ giữa vị trí tương đối các vùng năng lượng và tính chất dẫn điện của chất rắn cấu trúc tinh thể (xét ở 0^0 K)

Kỹ thuật điện tử

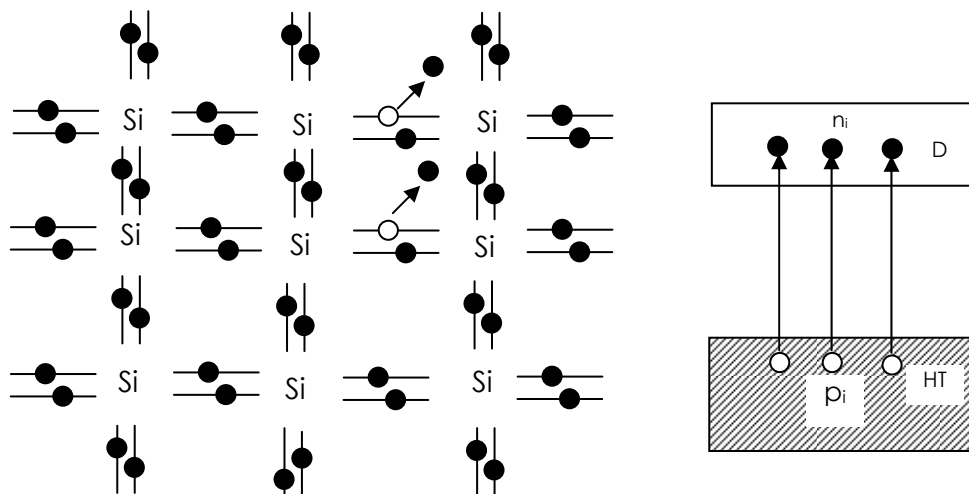
Cấu trúc vùng năng lượng của chất rắn tinh thể



2.1.2 Chất bán dẫn thuần

-Hai chất bán dẫn thuần điển hình là Germanium (Ge) với $E_g = 0.72 \text{ eV}$ và Silicium (Si) với $E_g = 1.12 \text{ eV}$, thuộc nhóm bốn bảng tuần hoàn Mendeleev.

-Mô hình cấu trúc mạng tinh thể (1 chiều) của chúng có dạng sau:



Kỹ thuật điện tử

Các nguyên tử Si liên kết với nhau theo kiểu cộng hoá trị bằng các đôi e góp chung. Ở 0°K Si là chất cách điện.

Khi bị kích thích bởi 1 nguồn năng lượng ngoài (nhiệt độ, ánh sáng...) sẽ xảy ra hiện tượng iôn hoá các nguyên tử nút mạng hình thành nên từng cặp hạt dẫn:

-Điện tử tự do

-Lỗ trống

Dưới tác động của điện trường ngoài các điện tử tự do và các lỗ trống chuyển động có hướng hình thành nên dòng điện trong chất bán dẫn thuần

Dòng điện này gồm hai thành phần tương đương nhau:

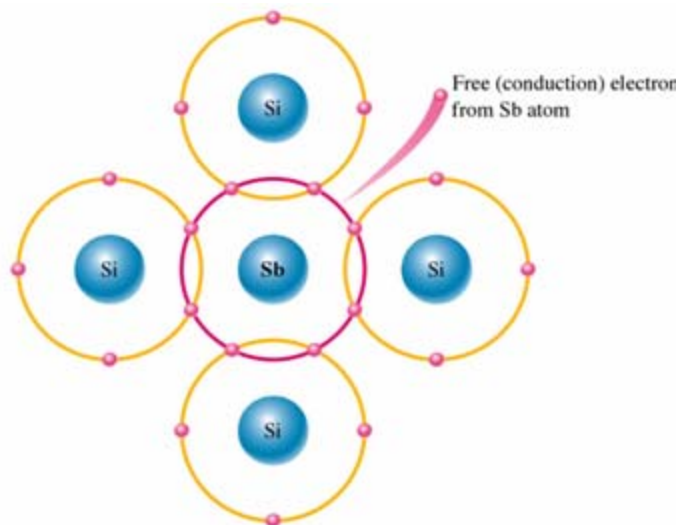
+Dòng chuyển động của các điện tử tự do

+Dòng chuyển động của các lỗ trống về bản chất là dòng dịch chuyển của các điện tử hoá trị

2.1.3 Chất bán dẫn tạp chất

a. Chất bán dẫn tạp chất loại n

-Tiến hành pha thêm các nguyên tử thuộc nhóm 5 bảng Mendeleev vào mạng tinh thể chất bán dẫn nguyên chất nhờ công nghệ đặc biệt với nồng độ 10^{10} đến 10^{18} nguyên tử/ cm^3 ta thu được chất bán dẫn tạp chất loại n.



Kỹ thuật điện tử

Các nguyên tử nhóm 5 có 5 điện tử ở lớp ngoài cùng nên khi tham gia liên kết với các nguyên tử bán dẫn thuần mỗi nguyên tử tạp chất sẽ thừa ra 1 điện tử. Điện tử này liên kết yếu với hạt nhân nên dễ dàng bứt ra khỏi hạt nhân hình thành nên từng cặp:

-Điện tử tự do

-Iôn dương tạp chất

Ở nhiệt độ phòng hầu hết các nguyên tử tạp chất đã bị iôn hoá.

Cùng với quá trình iôn hoá các nguyên tử tạp chất vẫn diễn ra quá trình iôn hoá các nguyên tử bán dẫn thuần nhưng với mức độ yếu hơn

Như vậy trong mạng tinh thể chất bán dẫn tạp chất loại n tồn tại hai loại hạt mang điện:

+ Điện tử tự do

+Lỗ trống (mang điện tích dương)

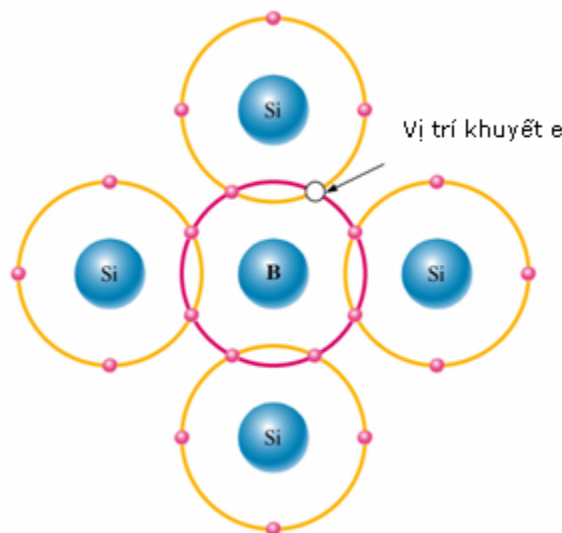
Trong đó điện tử là hạt dẫn chiếm đa số, lỗ trống là hạt dẫn thiểu số ($n_n \gg p_n$)

d.Chất bán dẫn tạp chất loại p

-Nếu tiến hành pha các nguyên tử thuộc nhóm 3 bản tuần hoàn Mendeleev vào mạng tinh thể chất bán dẫn thuần ta được chất bán dẫn tạp chất loại p.

Các nguyên tử nhóm 3 có 3 e ở ngoài cùng nên khi tham gia liên kết với các nguyên tử chất bán dẫn thuần sẽ có một liên kết bị thiếu e.

Kỹ thuật điện tử



Liên kết khuyết này dễ dàng nhận thêm e hình thành nên các iôn âm tạp chất và mất đi số lượng các e tương ứng.

Các e bù đắp cho liên kết bị khuyết được sản sinh ra từ việc iôn hoá các nguyên tử bán dẫn thuần. (Quá trình iôn hoá các nguyên tử bán dẫn thuần hình thành nên từng cặp: Điện tử tự do và lỗ trống)

Như vậy trong mạng tinh thể chất bán dẫn tạp chất loại p tồn tại hai loại hạt mang điện:

+Các điện tử tự do

+Các lỗ trống

Trong đó các lỗ trống là hạt dẫn chiếm đa số có nồng độ lớn hơn nhiều cấp so với nồng độ của các điện tử tự do ($p_p \gg n_p$)

2.2 Điốt bán dẫn

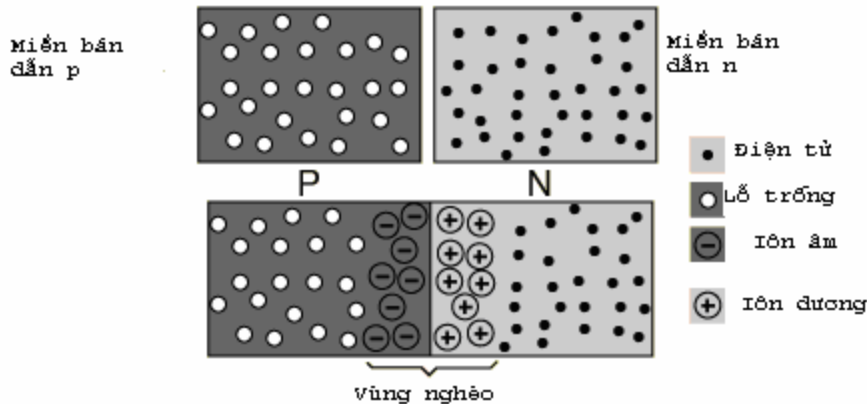
2.2.1. Mặt ghép p-n và tính chỉnh lưu của điốt bán dẫn

a. Mặt ghép p-n khi chưa có điện trường ngoài

Khi cho hai đơn tinh thể chất bán dẫn tạp chất loại p và chất bán dẫn tạp chất loại n tiếp xúc công nghệ với nhau ta thu được mặt ghép p-n. Do có sự chênh lệch về nồng độ điện tử tự do giữa miền bán dẫn tạp chất loại n và miền bán dẫn tạp chất loại p nên tại nơi tiếp giáp giữa hai miền xảy hiện tượng chuyển động khuếch tán của các e tự do từ miền bán dẫn n sang miền bán dẫn p. Quá trình chuyển động khuếch tán này làm hình thành nên lớp iôn âm bên phía miền bán dẫn p và lớp iôn dương bên phía miền bán dẫn

Kỹ thuật điện tử

n, vùng iôn này nằm ở hai bên nơi tiếp giáp và được gọi là vùng nghèo (vùng này nghèo hạt mang điện tự do và có điện trở lớn hơn nhiều cấp so với vùng còn lại). Quá trình khuếch tán tiếp diễn cho tới khi lớp iôn âm bên phía miền p đủ lớn để tạo ra lực đẩy đủ lớn ngăn trở không cho các e khuếch tán từ miền n sang.



Bề rộng của vùng nghèo khi chưa có điện áp ngoài là l_0 và điện áp tại vùng nghèo (điện áp giữa lớp iôn dương và lớp iôn âm) là V_{tx} chính V_{tx} là nguyên nhân của việc ngăn trở chuyển động khuếch tán của các e tự do từ miền n sang miền p (ngăn trở dòng điện chạy từ miền p sang miền n). Muốn có dòng điện chạy qua tiếp giáp p-n cần đặt tới nó một điện áp có chiều và độ lớn thích hợp để tạo ra lực đủ lớn giúp các e tự do vượt qua được sự cản trở của V_{tx} . Ở điều kiện tiêu chuẩn người ta đo được $V_{tx} = 0.7 \text{ V}$ với điốt làm từ Si và $V_{tx} = 0.3 \text{ v}$ với điốt làm từ Ge

b. Phân cực cho mặt ghép p-n

Khái niệm về phân cực:

Phân cực cho một thiết bị được hiểu là đặt các điện áp thích hợp tới các cực của nó để xác lập chế độ làm việc cho nó.

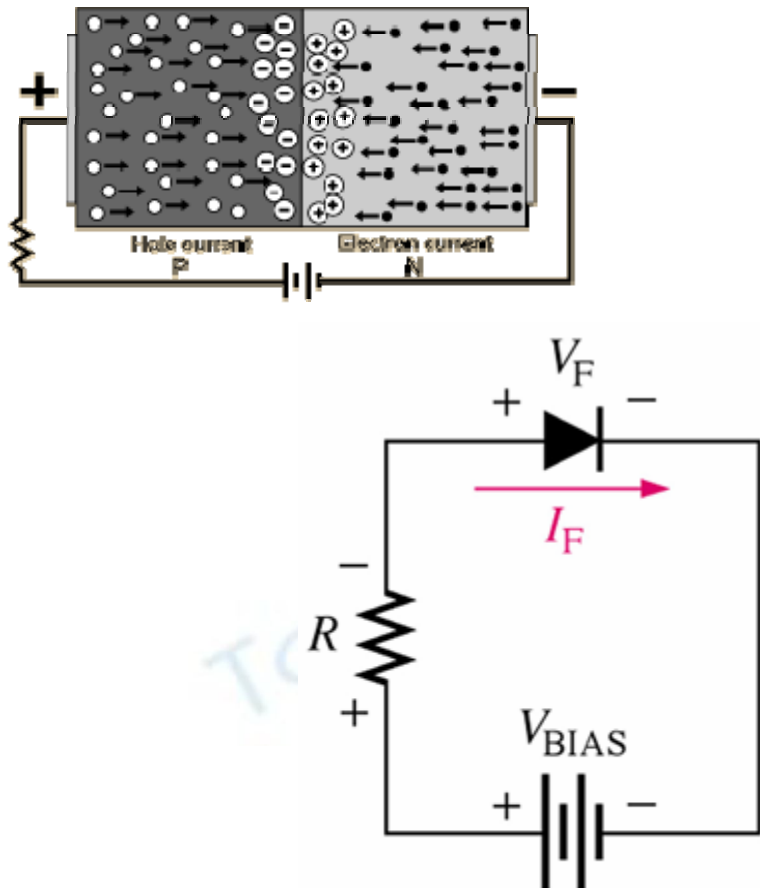
Với điốt có 2 chế độ phân cực:

- Phân cực thuận
- Phân cực ngược

Phân cực thuận cho điốt(tiếp giáp pn)

Mạch điện dưới đây phân cực thuận cho điốt

Kỹ thuật điện tử



(a) Phân cực thuận cho điốt

Điều kiện để điốt được phân cực thuận là:

+Điện áp phân cực đặt ngược cực tính so với V_{tx} (cực dương của điện áp phân cực đặt tới miền bán dẫn p cực âm của nguồn phân cực đặt tới miền bán dẫn n)

+Điện áp phân cực lớn hơn điện áp V_{tx}

Khi điốt được phân cực thuận có dòng điện chạy qua nó theo chiều từ Anode sang cathode. Việc xuất hiện dòng điện chạy qua điốt được giải thích như sau:

+Điện áp âm của V_{BIAS} đẩy các e tự do ở miền n về gần với tiếp giáp p-n

+Điện áp dương của V_{BIAS} đẩy các lỗ trống ở miền p về gần với tiếp giáp p-n

dẫn tới kết quả là vùng nghèo hẹp lại.

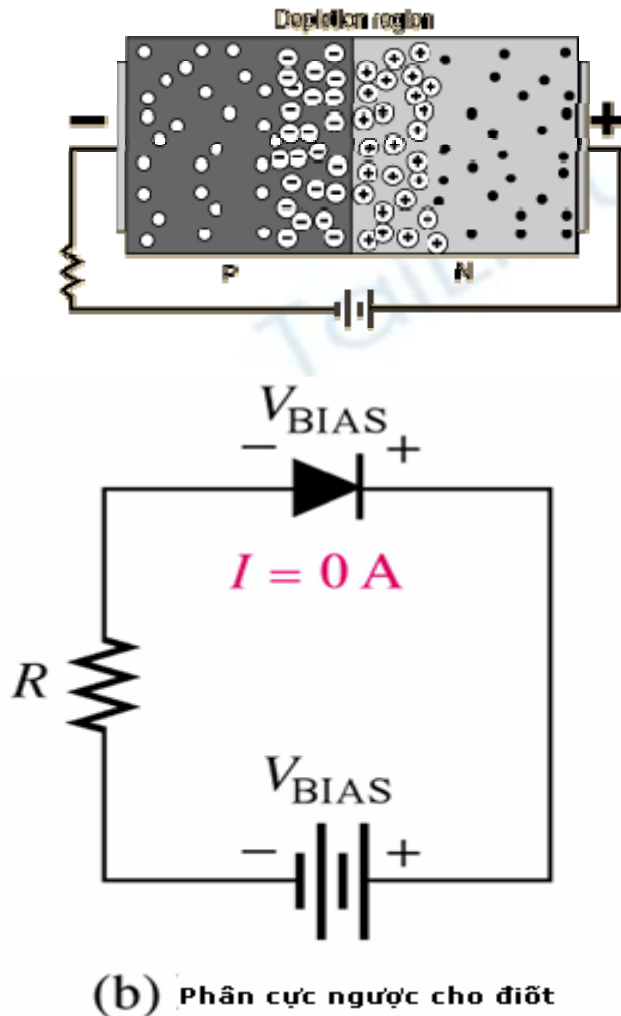
Do điện áp phân cực $V_{BIAS} > V_{tx}$ nên các điện tử tự do ở miền n được cung cấp đủ năng lượng để có thể vượt qua được vùng nghèo sang đến miền p. Khi sang đến miền p, do phải vượt qua vùng nghèo nên các e tự do mất đi một phần năng lượng và không còn là e tự do nữa mà trở thành các e tham gia liên kết. Các e này dịch chuyển theo các

Kỹ thuật điện tử

lỗ trống ở miền p để ra khỏi miền p và trở về phía cực dương của V_{BIAS} . Như vậy đã xuất hiện dòng điện chạy qua tiếp giáp p-n trong đó bên phía miền n là dòng chuyển động của các điện tử tự do hướng về tiếp giáp p-n, còn bên phía miền p là dòng chuyển động tương đối của các lỗ trống hướng ra xa tiếp giáp p-n.

Phân cực ngược cho tiếp giáp p-n

Mạch điện sau phân cực ngược cho tiếp giáp p-n



(b) Phân cực ngược cho điốt

Điều kiện:

Điện áp âm của V_{BIAS} đặt tới miền p, điện áp dương của V_{BIAS} đặt tới miền n
điện áp phân cực ngược cho V_{BIAS} cần đủ nhỏ để điốt khỏi bị đánh thủng

Kỹ thuật điện tử

Khi điốt được phân cực ngược thì dòng điện chạy qua nó rất nhỏ nên có thể coi như không có dòng điện chạy qua nó. Điều này được giải thích như sau:

Điện áp dương của nguồn phân cực kéo các điện tử (là hạt đa số) ở miền n ra xa tiếp giáp p-n.

Điện áp âm của nguồn phân cực kéo các lỗ trống (là hạt đa số) ở miền p ra xa tiếp giáp p-n

Cả hai hiện tượng trên làm cho vùng nghèo được mở rộng ra. Vùng nghèo được mở rộng ra cho đến khi điện áp đặt lên vùng nghèo chính bằng điện áp phân cực. Lúc này xuất hiện dòng điện chạy qua tiếp giáp p-n theo chiều từ n sang p. Đây là dòng điện do sự chuyển động của các hạt thiểu số nên dòng điện này nhỏ và có thể bỏ qua.

2.2.1. Đặc tuyến Von-Ampe và các tham số cơ bản của điốt bán dẫn

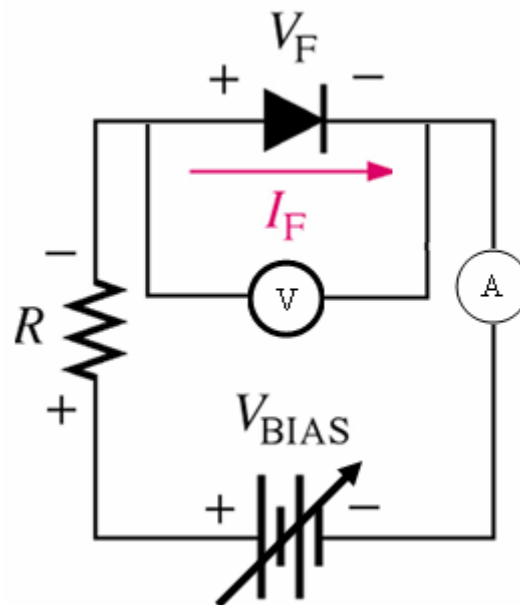
Khái niệm về đặc tuyến Von-Ampe của điốt bán dẫn:

Đặc tuyến V-A của điốt là đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa điện áp V trên hai đầu điốt và dòng điện I chạy qua điốt.

Để thu được đặc tuyến V-A của điốt cần phải khảo sát.

a. Khảo sát miền đặc tuyến thuận

Xét mạch sau:



Mạch điện trên giúp ta khảo sát để tìm ra đặc tuyến V-A của điốt bán dẫn khi nó được phân cực thuận. Cách khảo sát như sau: điều chỉnh V_{BIAS} về 0 V, tăng dần V_{BIAS} ,

Kỹ thuật điện tử

quan sát vôn kế và ampe kế ghi lại các cặp giá trị (V,I) tương ứng rồi dựa trên số liệu thu được để vẽ đặc tuyến trên hệ trục V-I.

Kết quả thu được như sau:

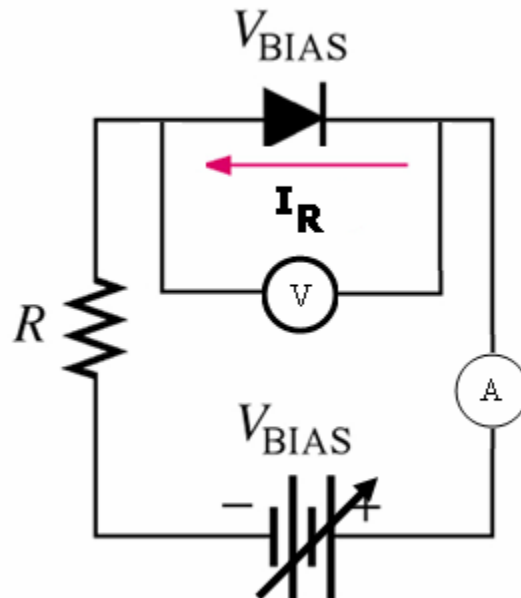
+Khi $V_{Bias} = 0$ thấy $V = 0$ và $I = 0$.

+Tăng dần V_{Bias} thấy V tăng và I tăng chậm theo V

+Tiếp tục tăng V_{Bias} cho đến khi $V_{Bias} \geq 0.7V$ (với điốt làm từ Si) thì từ đây trở đi nếu tiếp tục tăng V_{Bias} V gần như không đổi và nhận giá trị cỡ 0.7 V trong khi đó thì I lại tăng nhanh. Đặc tuyến thuận của điốt có dạng như hình vẽ (vùng 1)

b. Khảo sát miền đặc tuyến ngược và miền đánh thủng

Xét mạch sau:



Mạch điện trên giúp ta khảo sát để tìm ra đặc tuyến V-A của điốt bán dẫn khi nó được phân cực ngược. Quy trình khảo sát tương tự như trong trường hợp khảo sát nhánh phân cực thuận. Kết quả thu được như sau:

Khi $V_{BIAS} = 0$ thì $V = 0$ và $I = 0$

Tăng dần V_{BIAS} thấy V tăng, I tăng và nhanh chóng đạt tới giá trị bão hoà. Dòng qua điốt khi nó được phân cực ngược có cường độ rất nhỏ nên có thể bỏ qua. Vùng đặc tuyến ngược của điốt được thể hiện ở hình vẽ dưới đây (vùng 2).

Khi đặt lên điốt một điện áp ngược đủ lớn sẽ làm cho điốt bị đánh thủng, dòng điện ngược sẽ tăng lên đột ngột, tính chất van của điốt bị phá hoại.

Có hai loại đánh thủng:

-Đánh thủng vì nhiệt