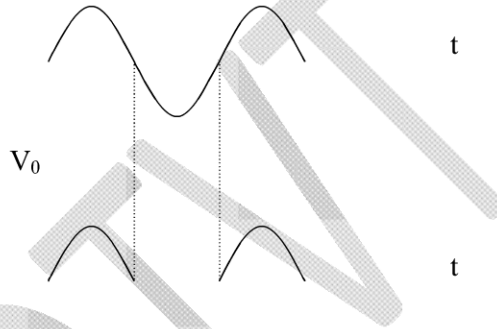
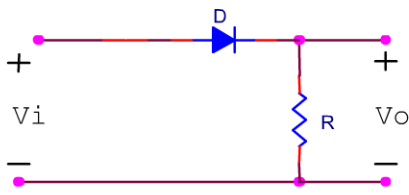


CHƯƠNG III: CÁC ỨNG DỤNG CƠ BẢN

1. Mạch chỉnh lưu bán kỳ (half wave rectifier)

Từ tín hiệu xoay chiều của khu vực (220V – 50Hz) hay thấp hơn (qua biến thế), dùng diode với tính chất chỉ dẫn điện theo một chiều (P-N) để đổi điện thành DC.



Bán kỳ +: D phân cực thuận nên dẫn, nên dòng điện I_L qua tải RL cũng có giá trị số biến thiên theo bán kỳ + của nguồn. Nên điện thế ra trên tải VL cũng có dạng bán kỳ + của V_2 .

Bán kỳ -: D phân cực nghịch nên không dẫn, do đó không có dòng qua tải I_L , nên VL = 0.

Kết quả: là dòng chạy qua tải I_L , và điện thế trên tải VL chỉ còn lại bán kỳ +, nên được gọi là mạch chỉnh lưu bán kỳ.

Điện áp trên tải:

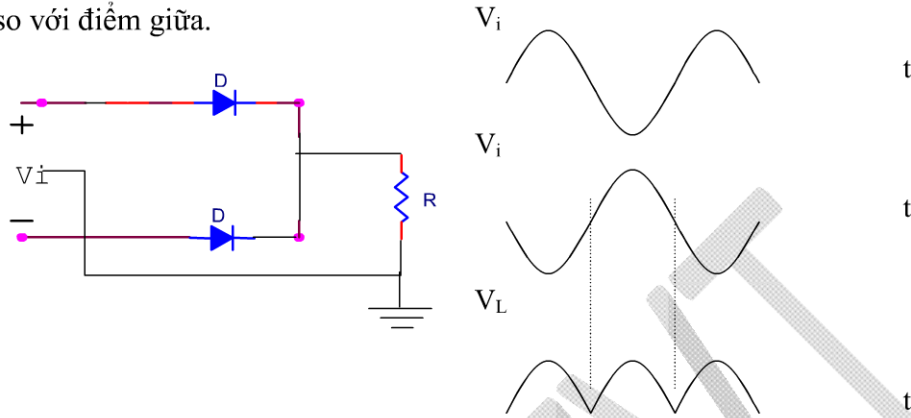
$$V_{DC} = \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi V_m \sin \omega t d\omega t = -\left| \cos \omega t \right|_0^\pi = \frac{V_m}{\pi} = 0.45 V_{hd}$$

Tương tự cho dòng trên tải:

$$I_{DC} = \frac{I_m}{\pi} = \frac{V_m}{\pi R_L} = 0.45 \frac{V_{RMS}}{R_L}$$

2. Chỉnh lưu toàn kỳ (Full wave rectifier)

Biến thể ở đây là biến thể có chấu giữa làm điểm chung, điện áp ở 2 đầu ngược pha nhau so với điểm giữa.



- Bán kỳ + tại A: D1 dẫn, D2 ngưng => dòng I_A chạy qua D1 qua R trở về điểm giữa biến áp.
- Bán kỳ - tại A (chính là bán kỳ + tại B): D1 ngưng, D2 dẫn => dòng I_B chạy qua D2 qua R về điểm giữa của biến áp.

Do đó dòng qua tải chính là tổng của 2 dòng I_A và I_B .

Điện áp trung bình trên tải:

$$V_{DC} = 2 \frac{V_m}{\pi} = 0.636 V_m = 0.9 V_{RMS}$$

Tương tự cho dòng trên tải:

$$I_{DC} = \frac{2I_m}{\pi} = \frac{2V_m}{\pi R_L} = 0.9 \frac{V_{RMS}}{R_L}$$

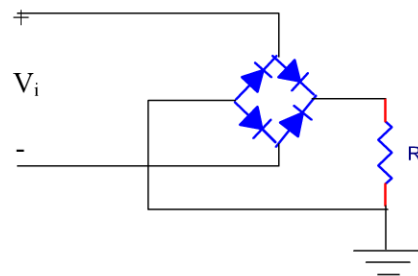
Nhận xét: Độ gợn sóng của mạch chỉnh lưu toàn sóng giảm so với chỉnh lưu bán kỳ.

3. Chỉnh lưu cầu.

Thay vì phải sử dụng biến áp có chấu giữa, ta không cần mà chỉ cần sắp xếp các diode để có thể dẫn điện ở cả 2 bán kỳ.

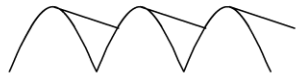
- Bán kỳ đầu $V_A > V_C$: D1D3 dẫn, D2 D4 tắt => dòng chạy A->D1->R->D3->C.
- Bán kỳ sau $V_A < V_C$: D1 D3 tắt, D2 D4 dẫn => dòng từ C->D2->R->D4->A.

Công thức tính dòng và áp như 2 diode

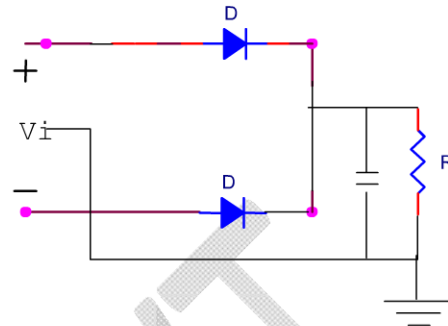


4. Mạch lọc

V_L



t



hiệu ra trong các mạch chỉnh lưu có độ gợn sóng khá lớn và VDC thấp (toàn kỳ VDC = $0.636 V_m$). Do đó để cải thiện độ gợn sóng người ta mắc thêm các mạch lọc.

Ở ngõ ra, khi D1 dẫn, dòng qua tải R và nạp cho tụ C. Ở đỉnh A, điện thế giảm, tụ lập tức xả điện qua tải với thời gian $T = RL.C$. Khi tụ xả đến B, D2 dẫn và lại nạp cho tụ lên đỉnh A, cứ thế tiếp tục. Kết quả là dạng sóng ra như hình vẽ có VDC tăng và độ gợn sóng giảm so với lúc chưa có tụ lọc.

5. Mạch xén

Mạch xén còn gọi là mạch giới hạn biên độ tín hiệu, trong đó tín hiệu V_o luôn tỉ lệ với tín hiệu vào V_i nếu V_i chưa vượt quá một giá trị ngưỡng cho trước V_R , còn khi V_i vượt quá mức ngưỡng thì tín hiệu ra V_o luôn giữ một giá trị không đổi.

Các linh kiện tích cực được sử dụng trong mạch xén thường là diode, transistor, đèn điện tử cũng như các vi mạch tuyến tính. Tuy nhiên mạch xén dùng diode được sử dụng rộng rãi hơn vì mạch cấu tạo đơn giản, độ tin cậy cao.

Các mạch xén dùng diode:

- *Mạch nối tiếp*: tải nối tiếp diode.
- *Mạch song song*: tải song song với diode.

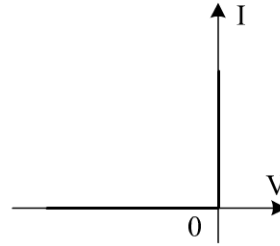
Giả thiết diode lý tưởng.

$$V_\gamma = 0$$

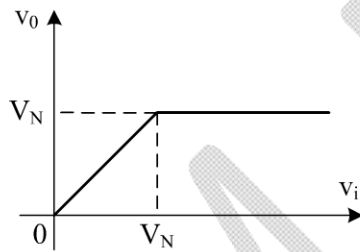
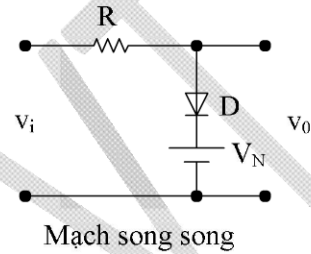
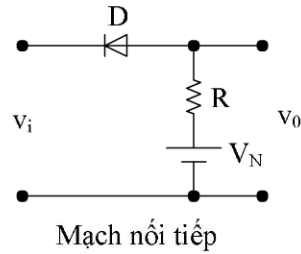
$r_f = 0$ (điện trở thuận)

$I_S = 0$ (dòng rò, dòng ngược)

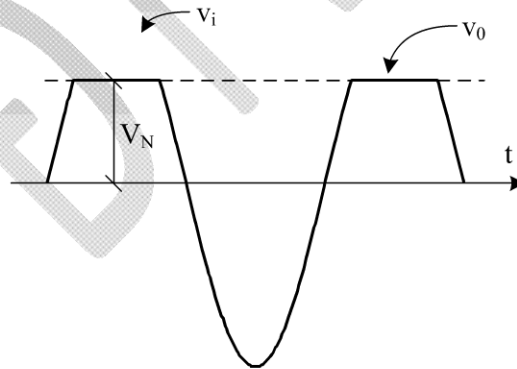
$r_r = \infty$ (điện trở ngược)



❖ **Mạch xén trên:**



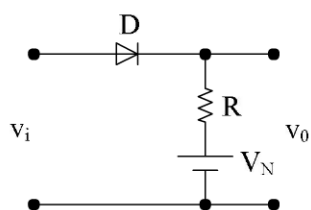
Hàm truyền đạt



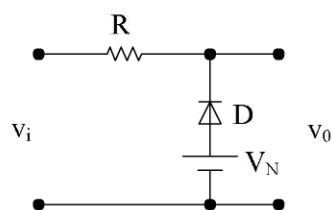
Dạng tín hiệu ra khi tín hiệu vào hình sin

Mạch nối tiếp	Mạch song song
- Nếu $v_i > V_N$ → Diode tắt → $v_o = V_N$ - Nếu $v_i \leq V_N$ → Diode dẫn → $v_o = v_i$	- Nếu $v_i \geq V_N$ → Diode dẫn → $v_o = V_N$ - Nếu $v_i < V_N$ → Diode tắt → $v_o = v_i$

❖ **Mạch xén dưới:**

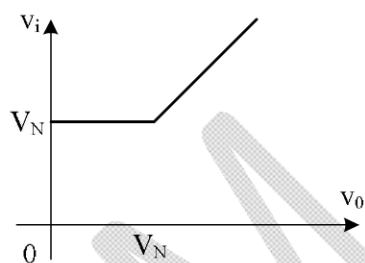


Mạch nối tiếp

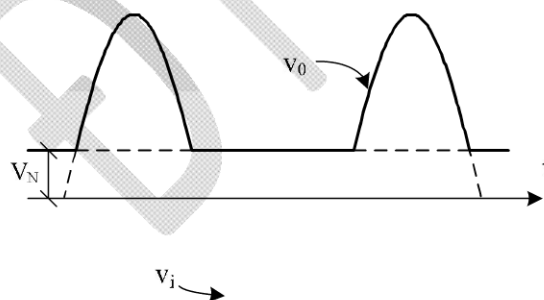


Mạch song song

Mạch nối tiếp	Mạch song song
- Nếu $v_i < V_N$ → Diode tắt → $v_0 = V_N$ - Nếu $v_i \geq V_N$ → Diode dẫn → $v_0 = v_i$	- Nếu $v_i \leq V_N$ → Diode dẫn → $v_0 = V_N$ - Nếu $v_i > V_N$ → Diode tắt → $v_0 = v_i$



Hàm truyền đạt



Dạng tín hiệu ra khi tín hiệu vào hình sin

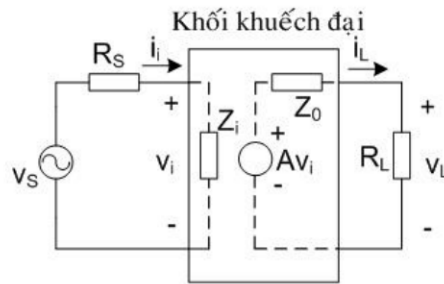
CHƯƠNG IV: MẠCH KHUẾCH ĐẠI

1. Khái niệm về mạch khuếch đại

1.1 Khái niệm mạch khuếch đại

Khuếch đại là quá trình biến đổi một đại lượng (dòng điện hoặc điện áp) từ biên độ nhỏ thành biên độ lớn mà không làm thay đổi dạng của nó.

Tùy theo dạng của tín hiệu cần khuếch đại mà người ta phân ra: bộ khuếch đại tín hiệu một chiều (tổng quát hơn: tín hiệu biến thiên chậm) và bộ khuếch đại tín hiệu xoay chiều. Bộ khuếch đại thứ 2 lại được chia làm 2 loại: tần số thấp (âm tần) và bộ khuếch đại tần số cao.



Hình 3.1: Sơ đồ khối tổng quát của mạch khuếch đại

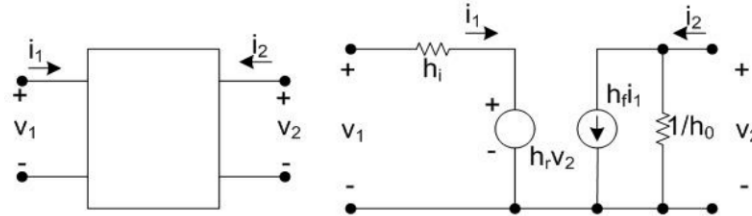
1.2 Các thông số đặc trưng của mạch khuếch đại

- Hệ số khuếch đại điện áp: $A_v = \frac{v_L}{v_s}$ là tỉ số giữa điện áp ra V_L và điện áp vào V_S .
- Hệ số khuếch đại dòng điện: $A_i = \frac{i_L}{i_i}$.
- Hệ số khuếch đại công suất (độ lợi công suất): $A_p = \frac{P_o}{P_i} = \frac{V_L I_L}{V_i I_i}$
- Tổng trở ngõ vào: $Z_i = \frac{v_i}{i_i}$

- Tổng trở ngõ ra: Z_o .

Chất lượng bộ khuếch đại càng tốt khi Z_i càng lớn và Z_o càng nhỏ.

.1.3 Các thông số Hybrid



Hình 3.2: Sơ đồ tương đương mạch khuếch đại 4 cực 2 cửa

Phương trình mạng 4 cực viết theo thông số Hybrid :

$$v_1 = h_{11}i_1 + h_{12}v_2$$

$$i_2 = h_{21}i_1 + h_{22}v_2$$

Thay các thông số mạng 2 cửa bằng các thông số h của transistor :

$$v_1 = h_i i_1 + h_r v_2$$

$$i_2 = h_f i_1 + h_o v_2$$

Trong đó các thông số h của transistor được định nghĩa như sau :

$$h_i = \left. \frac{v_1}{i_1} \right|_{v_2=0} : \text{trở kháng vào ngắn mạch}$$

$$h_r = \left. \frac{v_1}{v_2} \right|_{i_1=0} : \text{độ lợi điện áp ngược khi hở mạch}$$

$$h_f = \left. \frac{i_2}{i_1} \right|_{v_2=0} : \text{độ lợi dòng thuận ngắn mạch}$$

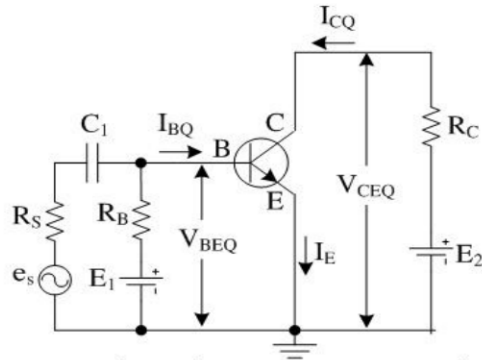
$$h_o = \left. \frac{i_2}{v_2} \right|_{i_1=0} : \text{tổng dẫn ngõ ra hở mạch}$$

Ứng dụng với cách mắc khác nhau (EC, BC, CC) mà chữ thứ 2 được chỉ định. Ví dụ : $h_{oe}, h_{ie}, \dots$

2. Các khái niệm cơ bản của mạch khuếch đại một tầng

2.1 Điểm làm việc tĩnh và đường tải một chiều

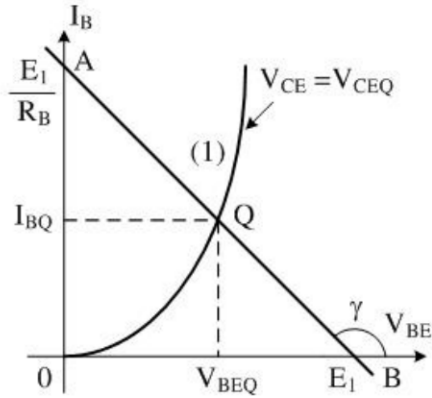
Xét một tầng khuếch đại dùng BJT mắc EC như hình 3.3.



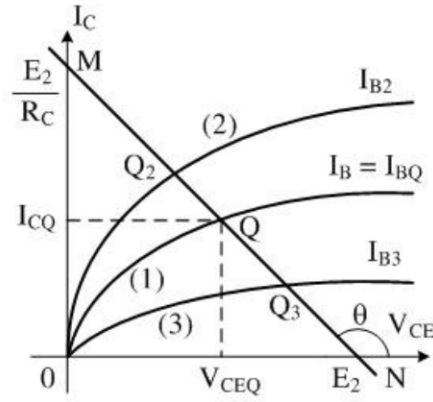
Hình 3.3: Tầng khuếch đại đơn giản dùng BJT mắc EC

Để BJT có khả năng khuếch đại tín hiệu, chuyển tiếp J_E phân cực thuận còn chuyển tiếp J_C phân cực nghịch. Ở mạch này, nguồn E_1 cùng điện trở R_B tạo ra điện áp một chiều làm cho chuyển tiếp J_E phân cực thuận ở một mức nhất định, nghĩa là làm cho dòng I_B và điện áp V_{BE} trong mạch vào có những giá trị I_{BQ} , V_{BEQ} nào đó. Trên đặc tuyến vào của BJT, cặp giá trị I_{BQ} và V_{BEQ} là tọa độ điểm Q, gọi là điểm làm việc tĩnh ngõ vào của BJT. Nguồn E_2 cùng điện trở R_C tạo ra điện áp một chiều làm phân cực nghịch chuyển tiếp J_C , khiến cho dòng I_C và điện áp V_{CE} ở ngõ ra có những giá trị xác định: I_{CQ} và V_{CEQ} . Cặp giá trị I_{CQ} và V_{CEQ} sẽ xác định nên một điểm Q, gọi là điểm làm việc tĩnh ngõ ra.

Như vậy với một BJT đã cho, nguồn E_1 , E_2 cùng các điện trở phân cực R_B , R_E sẽ quyết định giá trị tức thời của dòng điện và điện áp trên BJT, nói cách khác chúng sẽ quyết định điểm làm việc tĩnh của mạch.



Hình 3.4: Đặc tuyến vào và đường tải mạch vào



Hình 3.5: Đặc tuyến ra và đường tải mạch ra

Dòng I_B và áp V_{BE} liên hệ với nhau theo đặc tuyến tĩnh của BJT (đường số 1 – hình 3.4). Mặt khác theo định luật Kirchoff II:

$$E_1 = I_B R_B + V_{BE}$$

$$\Rightarrow I_B = -\frac{V_{BE}}{R_B} + \frac{E_1}{R_B}$$

Giao điểm của 2 đồ thị nói trên xác định điểm làm việc tĩnh Q của đường tải mạch vào.

Tương tự, trong mạch ra, dòng I_C và áp V_{CE} có quan hệ với nhau theo đặc tuyến ra của BJT (đường số 1 – hình 3.5 ứng với dòng $I_B = I_{BQ}$). Theo định luật Kirchoff II:

$$E_2 = I_C R_C + V_{CE}$$

$$\Rightarrow I_C = -\frac{1}{R_C} V_{CE} + \frac{E_2}{R_C}$$

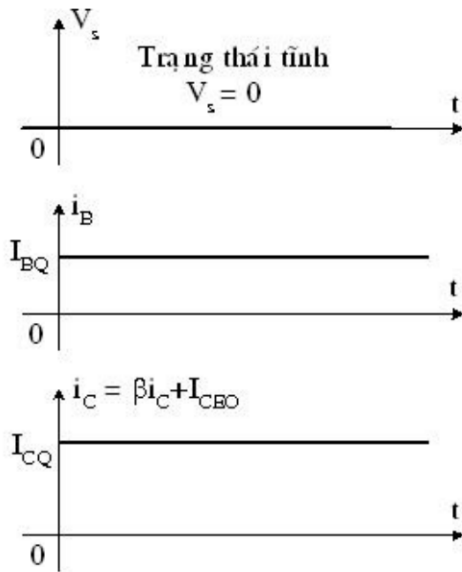
Giao điểm của 2 đồ thị trên xác định điểm làm việc tĩnh Q của đường tải mạch ra.

Như vậy điểm Q trên đặc tuyến vào và ra là một và là duy nhất. Với tầng khuếch đại đang xét, các cặp giá trị (I_B, V_{BE}) hoặc (I_C, V_{CE}) thỏa mãn định luật Kirchoff II trong mạch vào hoặc ra sẽ xác định nên đường tải một chiều của mạch vào hoặc ra. Giao điểm của đường tải một chiều với đặc tuyến tĩnh tương ứng của BJT chính là điểm làm việc tĩnh mà toạ độ của nó là giá trị dòng và áp tức thời trong mạch.

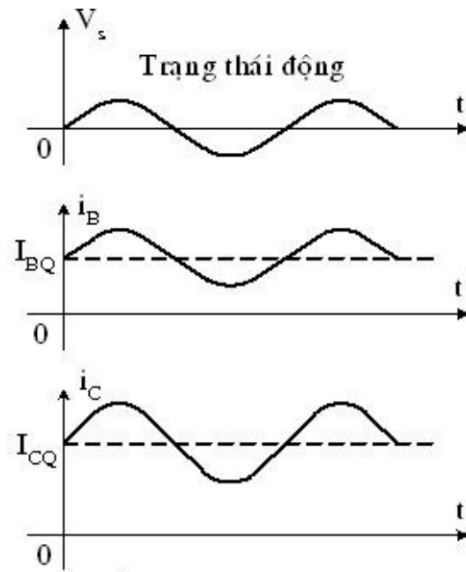
Độ dốc của đường tải AB là $tg\gamma = -\frac{1}{R_B}$; của đường tải MN là $tg\theta = -\frac{1}{R_C}$. Như vậy, một cách tổng quát, độ dốc của đường tải một chiều có giá trị tuyệt đối bằng nghịch đảo của điện trở tương ứng.

2.2 Trạng thái động – Đồ thị thời gian

Trạng thái làm việc của BJT hoặc FET khi có tín hiệu xoay chiều đưa đến ngõ vào (do đó xuất hiện điện áp xoay chiều hoặc dòng điện xoay chiều ở ngõ ra) gọi là trạng thái động. Lúc này tín hiệu xoay chiều V_s xếp chồng lên điện áp phân cực vốn có ở trạng thái tĩnh. Trên hình 3.6 và 3.7 minh họa đồ thị thời gian của các dòng ở trạng thái tĩnh và các dòng tương ứng ở trạng thái động khi V_s hình sin.

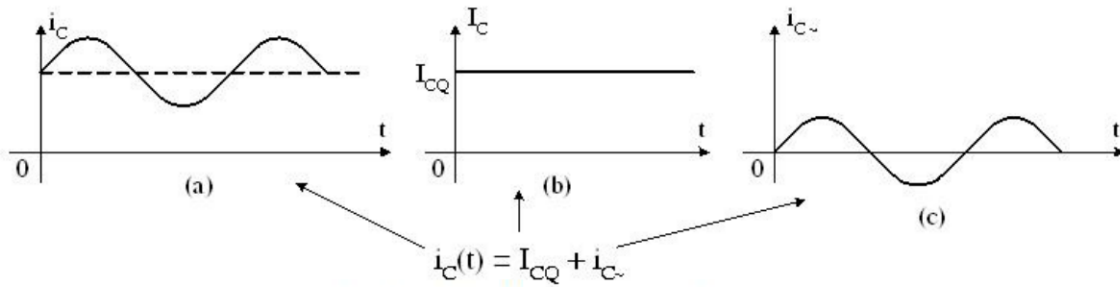


Hình 3.6: Các dòng điện ở trạng thái tĩnh



Hình 3.7: Các dòng điện ở trạng thái động

Ta thấy dòng điện tức thời ở trạng thái động là tổng đại số của 2 thành phần: thành phần một chiều (ứng với trạng thái tĩnh) và thành phần xoay chiều do tín hiệu V_s gây ra.



Hình 3.8: Các thành phần của dòng điện tức thời

2.3 Đường tải xoay chiều

Đường tải MN ở hình 3.5 là tập hợp tất cả các vị trí có thể có của điểm làm việc tĩnh. Nói cách khác mỗi điểm trên đường tải MN xác định một cặp giá trị tương ứng của dòng I_C và điện áp V_{CE} .

Đối với trạng thái động, khi có nguồn tín hiệu xoay chiều V_s tác động, mỗi cặp giá trị tương ứng của dòng vào áp tức thời $i_C(t)$, $v_{CE}(t)$ trên ngõ ra sẽ xác định nên trên đặc tuyến ra một điểm làm việc động. Khi biên độ V_s thay đổi, điểm làm việc động bầy xê dịch trên một quỹ đạo nào đó được gọi là đường tải xoay chiều.

Điện trở tải đối với tín hiệu xoay chiều của mạch ra: $R_{\sim} = \frac{V_{CE\sim}}{i_{C\sim}}$. Vậy độ dốc của đường tải xoay chiều là: $tg\delta = -\frac{1}{R_{\sim}}$; trong đó δ là góc giữa đường tải xoay chiều và trục hoành.

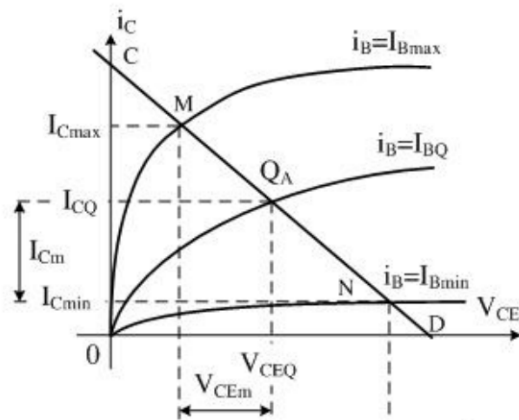
Mặt khác, có thể coi trạng thái tĩnh như là một trường hợp riêng (ứng với biên độ $V_s = 0$) của trạng thái động. Khi biên độ V_s thay đổi, điểm làm việc động di động trên đường tải xoay chiều. Khi biên độ $V_s = 0$, điểm làm việc động trở về trùng với điểm làm việc tĩnh. Điều này chứng tỏ điểm làm việc tĩnh cũng chỉ là một điểm làm việc đặc biệt của đường tải xoay chiều. Như vậy cả đường tải một chiều lẫn xoay chiều đều chứa điểm làm việc tĩnh, hay nói cách khác, điểm làm việc tĩnh Q là giao điểm của 2 đường tải này.

2.4 Các chế độ làm việc của phần tử khuếch đại

Tuỳ theo vị trí điểm làm việc tĩnh trên đường tải xoay chiều, người ta phân biệt các chế độ làm việc sau đây:

2.4.1 Chế độ A

Khi chọn điện áp phân cực sao cho điểm làm việc tĩnh Q nằm ở khoảng giữa đoạn MN trên đường tải xoay chiều (trong đó M và N là giao điểm của đường tải xoay chiều với đặc tuyến ra ứng với dòng cực đại I_{Bmax} và dòng cực tiểu I_{Bmin}) thì ta nói phần tử khuếch đại làm việc ở chế độ A.



Hình 3.9: Điểm làm việc ở chế độ A

Đặc điểm của chế độ A:

- Khuếch đại trung thực, ít méo phi tuyến.
- Dòng tĩnh và áp tĩnh luôn khác 0, nghĩa là ngay ở trong trạng thái tĩnh, tầng khuếch đại đã tiêu hao một năng lượng đáng kể. Biên độ dòng và áp xoay chiều lấy ra (I_{Cm} , V_{CEm}) tối đa chỉ bằng dòng và áp tĩnh. Vì vậy chế độ A có hiệu suất thấp, thông thường hiệu suất tối đa của lớp A là 25%.
- Chế độ A thường dùng trong các tầng khuếch đại tín hiệu nhỏ.

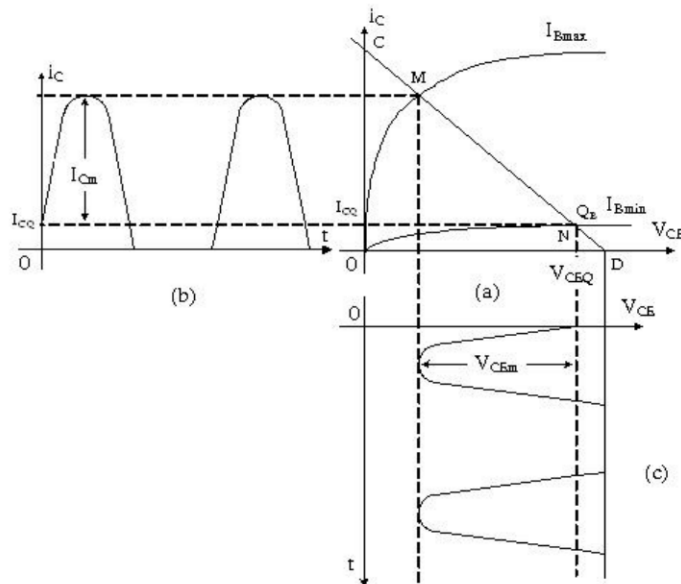
2.4.2 Chế độ B

Nếu chọn điện áp phân cực sao cho vị trí điểm tĩnh Q trùng với điểm D hoặc điểm N thì phần tử khuếch đại làm việc ở chế độ B lý tưởng. Đặc điểm của chế độ này như sau:

- Khi dòng điện vào (hoặc điện áp vào) là hình sin, thì dòng điện ra và điện áp ra chỉ còn nửa (hoặc gần nửa) hình sin, nói cách khác: méo phi tuyến trầm trọng.

- Ở trạng thái tĩnh, dòng $I_{CQ} \approx 0$, do đó năng lượng tiêu thụ bởi tầng khuếch đại rất nhỏ. Chỉ ở trạng thái động, dòng điện trung bình I_C mới tăng dần theo biên độ tín hiệu vào. Do đó năng lượng tiêu thụ cũng tỉ lệ với biên độ xoay chiều tín hiệu xoay chiều lấy ra. Như vậy chế độ B có hiệu suất cao (khoảng 78.5%).

- Chế độ thường dùng trong các tầng khuếch đại công suất (các tầng cuối của thiết bị khuếch đại). Để khắc phục méo phi tuyến, nó đòi hỏi mạch phải có 2 vế đối xứng, thay phiên nhau làm việc trong 2 nửa chu kỳ.



Hình 3.10: Điểm làm việc ở chế độ B

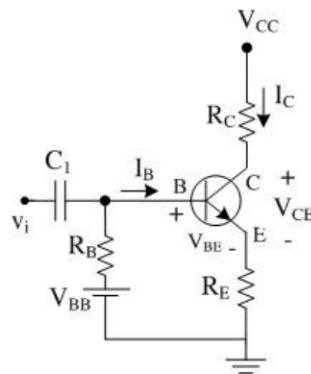
Trên thực tế, người ta còn dùng chế độ AB (trung gian giữa chế độ A và chế độ B): điểm Q chọn ở phía trên điểm N và gần điểm này. Lúc đó phát huy được ưu điểm của mỗi chế độ, giảm bớt méo phi tuyến nhưng hiệu suất kém hơn chế độ B.

2.4.3 Chế độ D

Chế độ này còn được gọi là chế độ khoá hay chế độ đóng mở. Ngoài chế độ khuếch đại, BJT hoặc FET còn có thể làm việc như một cái đóng ngắt điện (chế độ khoá). Lúc này, tùy theo xung dòng điện vào (hoặc điện áp vào) mà BJT làm việc ở 1 trong 2 chế độ đối lập: trạng thái khoá (trạng thái tắt) khi Q nằm ở phía dưới điểm N, trạng thái dẫn bão hoà (trạng thái mở) khi Q nằm phía trên điểm M, gần điểm C. Đây là chế độ BJT làm việc với tín hiệu xung.

3. Các mạch phân cực cho BJT

3.1 Dùng nguồn 1 chiều V_{BB}



Hình 3.11: Mạch phân cực dùng nguồn 1 chiều

Định luật Kirchhoff II cho vòng có chứa V_{BB} :

$$-V_{BB} + R_B I_B + V_{BE} + R_E I_{EQ} = 0$$

$$\text{Mà } I_{CQ} \approx I_{EQ}, I_{CQ} = \beta I_{BQ}$$

$$\Rightarrow -V_{BB} + R_B \frac{I_{CQ}}{\beta} + V_{BE} + R_E I_{CQ} = 0$$

$$\Rightarrow I_{CQ} = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_E + \frac{R_B}{\beta}}$$

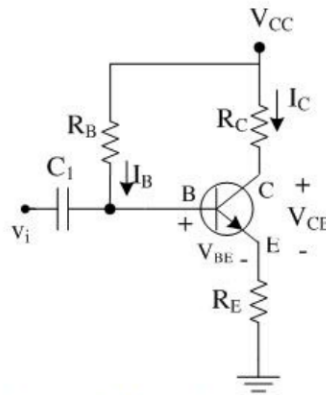
Định luật Kirchhoff II cho vòng từ V_{CC} đến mass:

$$-V_{CC} + R_C I_{CQ} + V_{CEQ} + R_E I_{CQ} = 0$$

$$\Rightarrow I_{CQ} = -\frac{1}{R_C + R_E} V_{CEQ} + \frac{1}{R_C + R_E} V_{CC}$$

Đây chính là phương trình đường tải 1 chiều (DCLL). Để I_{CQ} ổn định, phải chọn $R_E \gg R_B / \beta$. Thường chọn $R_B = \frac{1}{10}(\beta + 1)R_E$ để I_{CQ} ổn định.

3.2 Dùng điện trở R_B



Hình 3.12: Mạch phân cực dùng điện trở

Định luật Kirchhoff II từ $V_{CC} \rightarrow R_B \rightarrow \text{mass}$:

$$-V_{CC} + R_B \frac{I_{CQ}}{\beta} + V_{BE} + R_E I_{CQ} = 0$$

$$\Rightarrow I_{CQ} = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_E + R_B / \beta}$$

Định luật Kirchhoff II từ $V_{CC} \rightarrow R_C \rightarrow \text{mass}$:

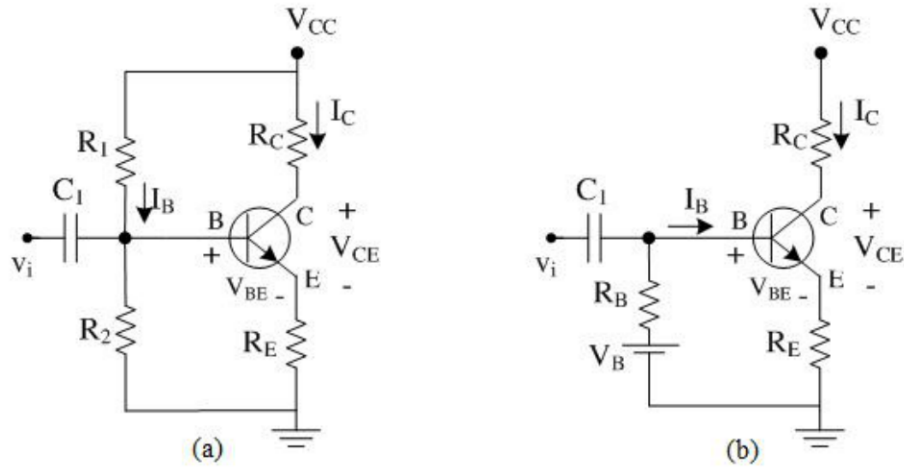
$$-V_{CC} + R_C I_{CQ} + V_{CEQ} + R_E I_{CQ} = 0$$

$$\Rightarrow V_{CEQ} = V_{CC} - (R_C + R_E) I_{CQ}$$

$$\Rightarrow I_{CQ} = -\frac{1}{R_C + R_E} V_{CEQ} + \frac{1}{R_C + R_E} V_{CC}$$

Đây là phương trình đường tải 1 chiều (DCLL) của mạch.

3.3 Dùng điện trở phân áp



Hình 3.13: (a) Mạch phân cực dùng điện trở phân áp
(b) Mạch Thevenil tương ứng

Theo định lý Thevenil:

$$R_{BB} = R_T = R_1 // R_2 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

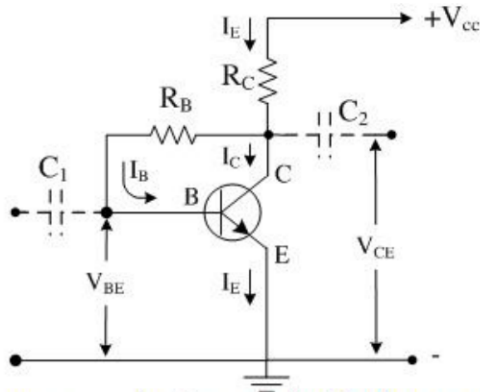
$$V_{BB} = V_T = U_{h\ddot{o}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC}$$

Theo cách tính toán tương tự như mạch phân cực dùng điện áp V_{BB} , ta có:

$$I_{CQ} = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_E + \frac{R_B}{\beta}}$$

$$I_{CQ} = -\frac{1}{R_C + R_E} V_{CEQ} + \frac{1}{R_C + R_E} V_{CC}$$

3.4 Phân cực nhờ hồi tiếp từ Collector



Hình 3.14: Mạch hồi tiếp dùng kiểu hồi tiếp từ Collector

Ở mạch này, điện trở R_B dẫn điện áp từ ngõ ra (cực collector) và đưa ngược về ngõ vào (cực base):

$$V_{BE} = V_{CE} - I_B R_B = V_{CC} - (I_C + I_B) R_C - I_B R_B$$

Vì vậy khi nhiệt độ làm dòng ra I_C tăng lên thì ảnh hưởng đó sẽ tác động ngược về ngõ vào, làm V_{BE} giảm và làm I_C , nghĩa là bù trừ lại sự biến động điểm làm việc do nhiệt độ.

Định luật Kirchoff II cho vòng từ $V_{CC} \rightarrow R_C \rightarrow R_B \rightarrow \text{mass}$:

$$-V_{CC} + R_C (I_C + I_B) + R_B I_B + V_{BE} = 0$$

$$\Rightarrow -V_{CC} + I_C \left(R_C + \frac{R_C}{\beta} + \frac{R_B}{\beta} \right) = 0$$

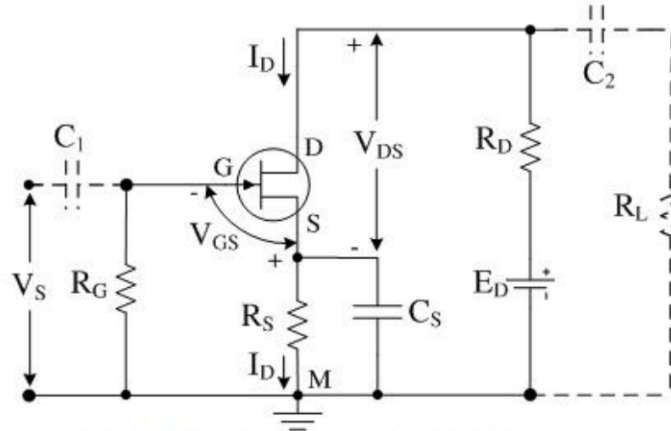
$$\Rightarrow I_C = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_C + \frac{R_B + R_C}{\beta}}$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_E R_C$$

$$\text{Hoặc } V_{CE} = I_B R_B + V_{BE} \approx I_B R_B$$

4. Các mạch phân cực cho JFET

4.1 Phân cực cho JFET kiểu tự cấp



Hình 3.15: Mạch phân cực cho JFET kiểu tự cấp

Các JFET thường được tự phân cực nhờ điện trở R_S mắc giữa nguồn và đất. Dòng máng I_D sẽ hạ trên điện trở đó một điện áp $V_{SM} = I_D \cdot R_S$. Chính điện áp này phân cực nghịch cho chuyển tiếp P – N giữa cực cửa và kênh dẫn, bởi vì dòng qua R_G xấp xỉ bằng 0 nên điểm G gần như đẳng thế với đất.

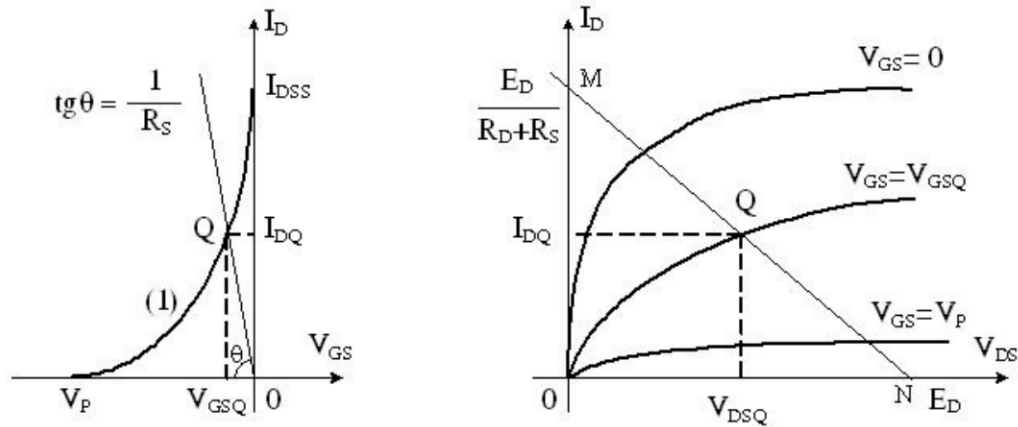
$$V_{GS} = - I_D R_S$$

$$V_{DS} = E_D - I_D(R_D + R_S)$$

Ta có thể xác định điểm làm việc tĩnh Q bằng đồ thị. Giả sử đặc tuyến truyền đạt $I_D = f(V_{GS})$ của JFET được mô phỏng bằng biểu thức:

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P} \right)^2$$

$$\Rightarrow I_D = - \frac{1}{R_S} V_{GS}$$



Hình 3.16: Điểm Q trên 2 đồ thị

Giao điểm Q của đồ thị nói trên xác định cặp giá trị cần tìm: V_{GSQ} và I_{DQ} .

Ở ngoài, giả sử đã có họ đặc tuyến máng của JFET như hình 3.16. Mặt khác:

$$I_D = -\frac{1}{R_D + R_S} V_{DS} + \frac{E_D}{R_D + R_S}$$

Đường tải 1 chiều này thể hiện bằng đường MN. Giao điểm của đường này với đặc tuyến tĩnh ứng với $V_{GS} = V_{GSQ}$ sẽ xác định trị số dòng và áp tĩnh trong mạch ra.

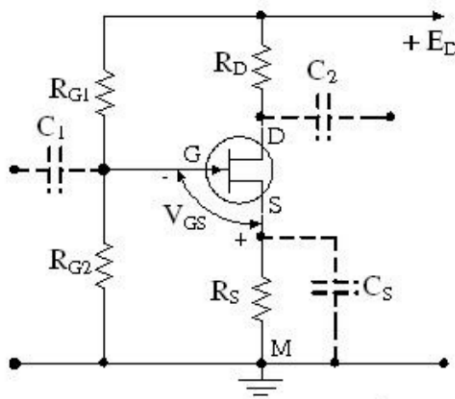
Người ta cũng có thể xác định điểm tĩnh Q theo phương pháp giải tích, khi đã biết các tham số V_P , I_{DSS} , R_D , R_S ...

Qua 1 số phép biến đổi ta được:

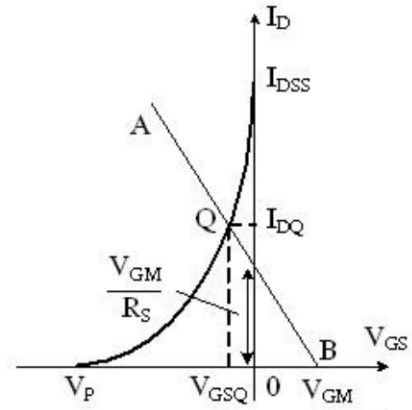
$$\left(\frac{R_S}{V_P}\right)^2 I_{DSS} I_D^2 - \left(2 \cdot \frac{R_S I_{DSS}}{|V_P|} + 1\right) I_D + I_{DSS} = 0$$

Đây là phương trình bậc 2 đối với I_D . Nghiệm của nó chính là I_{DQ} . Từ đó xác định được V_{GSQ} và V_{DSQ} .

4.2 Phân cực cho JFET kiểu phân áp



Hình 3.17: Mạch phân cực cho JFET kiểu phân áp



Hình 3.18: Xác định điểm tĩnh bằng đồ thị

2 điện trở R_{G1} và R_{G2} tạo nên bộ phân áp. Do $I_G \approx 0$ nên:

$$V_{GM} = E_D \frac{R_{G2}}{R_{G1} + R_{G2}} = \text{const}$$

Mặt khác: $V_{SM} = I_D \cdot R_S$.

Vì vậy điện áp phân cực ở ngõ vào xác định bởi: $V_{GS} = V_{GM} - I_D R_S$

Và ở ngõ ra: $V_{DS} = E_D - I_D (R_D + R_S)$

Dòng máng I_D xác định như sau:

$$I_D = -\frac{1}{R_S} V_{GS} + \frac{V_{GM}}{R_S}$$

Quan hệ này (thể hiện bằng đường thẳng AB) cắt trục hoành tại hoành độ V_{GM} , cắt trục tung tại tung độ $\frac{V_{GM}}{R_S}$). Giao điểm của đường này với đặc tuyến truyền đạt $I_D = f(V_{GS})$ là điểm tĩnh Q.