

Hình 3.11. Sơ đồ khối máy ghi âm dân dụng.

Chuyển mạch S_1 dùng để xác lập chế độ làm việc : ghi hay tạo lại.

Mạch hiệu chỉnh có hai đầu ra : đầu thứ nhất được nối với bộ khuếch đại công suất (KDCS) hay tải giả, đầu thứ hai đưa đến mạch hiệu chỉnh đặc tuyến tần số cho ghi hay tạo lại qua chuyển mạch S_3 .

Đồng hồ chỉ thị mức ghi (M) dùng để kiểm tra mức ghi chuẩn trên băng. Trong nhiều máy dân dụng đơn giản có thể không có chiết áp điều chỉnh mức ghi mà đã được điều chỉnh mức ghi cố định tại nhà máy.

Mạch điều chỉnh âm sắc thường chỉ mắc trong mạch khuếch đại tạo lại.

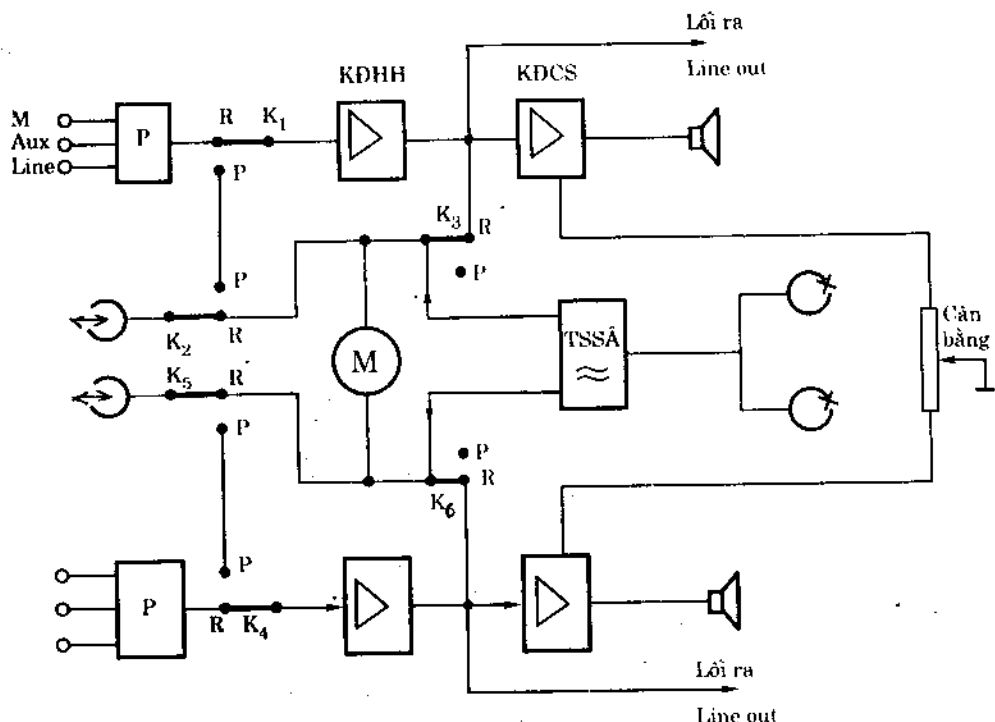
Ở chế độ ghi, tín hiệu âm tần sau khi qua bộ khuếch đại ghi, mạch hiệu chỉnh đáp tuyến tần số được đưa đến đầu ghi cùng tín hiệu thiên từ, mặt khác tín hiệu cũng được đưa đến bộ chỉ thị mức ghi, còn mạch điều chỉnh âm sắc được ngắt.

Ở chế độ tạo lại, bộ tạo dao động siêu âm, mạch chỉ thị mức ghi được ngắt. Tín hiệu từ đầu vụn năng qua khuếch đại tạo lại và mạch hiệu chỉnh đáp tuyến tần số qua chuyển mạch S_2 đưa đến khuếch đại công suất hay tải giả.

Trong cả hai loại máy dân dụng và chuyên dụng ở chế độ tua băng mạch tạo sóng siêu âm, mạch chỉ thị mức ghi v.v... đều được cắt. Hệ thống cơ khí đẩy băng ra khỏi đầu từ để tránh mài mòn chúng.

Hình 3.12 là sơ đồ khối máy ghi âm stereo hai kênh. Sơ đồ có hai kênh hoàn toàn đối xứng nhau. Máy ghi âm stereo hai kênh thường có hai hoặc bốn đường ghi. Nếu là loại bốn đường ghi sẽ có hai bộ đầu từ tương ứng với từng đôi một.

Trong mỗi kênh có các bộ phận điều chỉnh độc lập và phối hợp để bù lại những tổn hao khác biệt giữa hai kênh có thể xuất hiện trong quá trình ghi và tạo lại. Riêng phần điều chỉnh âm lượng có thể thêm chiết áp cân bằng (balance) để thay đổi trường âm stereo khi tạo lại theo ý muốn của người sử dụng.



Hình 3.12. Sơ đồ khối máy ghi âm stereo hai kênh.

Núm điều chỉnh mức ghi của hai kênh, có thể dùng một chiết áp kép thuận tiện về mặt kết cấu, song có thể gây bất tiện khi cân ghi hai nguồn tín hiệu bố trí cố định. Ví dụ : hai micro bố trí đối xứng với máy ghi âm.

3.4. BỘ KHUẾCH ĐẠI GHI

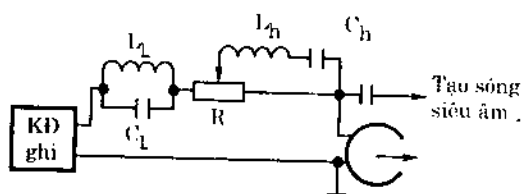
Nhiệm vụ chủ yếu của bộ khuếch đại ghi là khuếch đại tín hiệu đến mức yêu cầu để đưa vào đầu ghi và hiệu chỉnh đáp tuyến tần số cho nó. Bộ khuếch đại ghi phải thoả mãn các yêu cầu sau :

- Có mạch sửa đáp tuyến tần số đáp ứng đồ thị hình 3.9.
- Trộn tín hiệu âm tần với dòng thiên từ để từ hoá băng.
- Có tăng ra làm việc với tải điện cảm là đầu ghi.

3.4.1. Mạch sửa đáp tuyến tần số cho bộ khuếch đại ghi

Như đã nêu ở trên, khi biên độ dòng ghi tác động lên băng từ không đổi trong suốt cả dải tần thì mức từ dư (B_d) lưu lại trên băng không giống nhau. Do đặc tuyến tần số của từ cảm dư $B_d = \psi(f)$ bị suy giảm ở phạm vi f_c , nên khi tần

số càng tăng, mức từ hoá lên bằng càng giảm. Mức suy giảm phụ thuộc chất liệu bột từ, tốc độ chuyển băng, độ rộng khe từ, lớp điện môi trong khe cũng như vật liệu lõi và kể cả chế độ ghi tức giá trị đồng thiên từ.



Hình 3.13. Mạch sửa đáp tuyến tần số mắc ở đầu ra bộ khuếch đại ghi.

Trong sơ đồ, dòng ghi ở phạm vi tần số cao được nâng lên nhờ sự cộng hưởng điện áp giữa L_h và C_h .

Ở phạm vi tần số thấp và trung bình khi điện áp ra của bộ khuếch đại ghi (U_r) không đổi, dòng điện qua đầu từ sẽ là :

$$I = \frac{U_r}{R} \quad (3-5)$$

R — điện trở hạn chế cho đầu ghi.

Tại tần số cộng hưởng, tương ứng với tần số cao cần hiệu chỉnh, trở kháng mạch vòng rất nhỏ nên dòng điện (I_c) lúc này sẽ là :

$$I_c = \frac{U_r}{2\pi f_c(L_h + L_L)} \quad (3-6)$$

Từ (3-5) và (3-6) ta tính được mức nâng cực đại ở tần số cao f_c là :

$$M_c = \frac{I_c}{I} = \frac{R}{2\pi f_c(L_h + L_L)} \quad (3-7)$$

Từ (3-7), thấy rằng mức nâng M_c tỉ lệ với R và điều này là cần thiết, phù hợp với yêu cầu để $R \gg j\omega L$ nhằm ổn định tải cho bộ khuếch đại ghi trong suốt cả dải tần tín hiệu. Mạch trên hình 3.13 cho phép M_c đạt từ 15dB đến 18dB với $R = (8 \div 10) \text{ k}\Omega$.

Hình 3.14 là một cách mắc khác của mạch sửa đáp tuyến tần số cho đầu ghi. Ở đây điện cảm đầu ghi (L_g), điện cảm lọc (L_L) và tụ hiệu chỉnh (C_h) tạo nên mạch cộng hưởng song song được điều chỉnh tại tần số cực đại cần hiệu chỉnh (f_c).

Để bù lại sự suy giảm này, cần có mạch hiệu chỉnh đáp tuyến tần số ngay trong bộ khuếch đại ghi. Các mạch này đối với từng loại máy, từng tốc độ chuyển băng chỉ khác nhau ở mức nâng hệ số truyền đạt K ứng với tần số cực đại ở vùng cần được hiệu chỉnh. Trên thực tế các mạch hiệu chỉnh thường được mắc ở đầu ra của bộ khuếch đại như hình 3.13.

Chiết áp VR trong hai mạch trên hình 3.13, 3.14 dùng để thay đổi mức M_c .

Bộ lọc $L_L C_L$ được điều hướng tại tần số dòng thiên từ nhằm khử ảnh hưởng của nó đến bộ khuếch đại.

Nhược điểm cơ bản của mạch hiệu chỉnh mắc ở đầu ra bộ khuếch đại ghi là đặc tuyến của chúng phụ thuộc vào giá trị L_L và điện trở tổn hao đầu từ làm suy giảm mức năng M_c . Vì vậy khi thay thế đầu từ cần chú ý tính toán lại cuộn cảm L_L cho phù hợp.

Ngoài ra, có thể dùng các mắt lọc hồi tiếp khác nhau đặt giữa hai tầng của bộ khuếch đại để hiệu chỉnh đáp tuyến tần số. Ví dụ : cầu T - kép hay các mạch cộng hưởng LC kết hợp. Bạn đọc có thể tham khảo thêm các tài liệu khác.

3.4.2. Mạch ra của bộ khuếch đại ghi

Như đã biết, trở kháng của cuộn dây đầu ghi là đại lượng phụ thuộc tần số ($Z = R_g + j\omega L_g$). Ở phạm vi f_t , Z có giá trị rất bé nên dễ gây méo phi tuyến cho quá trình ghi. Để ổn định phụ tải trong suốt cả dải tần tín hiệu, thường mắc thêm điện trở hạn chế R nối tiếp với đầu từ (hình 3.13) có trị số đủ lớn sao cho $R \gg j\omega L_g + R_g$. Khi đó trở kháng tải của bộ khuếch đại ghi coi như thuần trở và bằng R .

Thực tế thường chọn điện trở hạn chế R theo biểu thức (3-8).

$$R = 12 f_c L_g \quad (3-8)$$

Ở đây, f_c [Hz] ; L_g [H]

Một phương pháp hữu hiệu khác là mắc thêm tụ C song song với điện trở hạn chế R như trên hình 3.16.

$$R = 4 f_c L_g \quad (3-9)$$

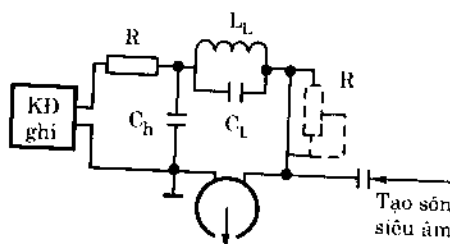
Điện dung của tụ C được xác định theo biểu thức (3-10).

$$C = \frac{2,53 \cdot 10^{-2}}{f_c^2 L_g} \quad (3-10)$$

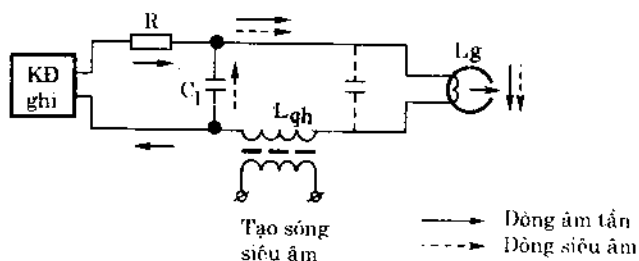
Ở đây f_c [Hz] ; L_g [H] ; C [μF].

3.4.3. Vấn đề cung cấp dòng thiên từ

Việc cung cấp dòng thiên từ cho đầu ghi có hai cách : mắc song song và mắc nối tiếp.



Hình 3.14. Một dạng khác của mạch hiệu chỉnh đáp tuyến tần số ...



Hình 3.15. Cung cấp dòng thiên từ theo kiểu nối tiếp.

$$\frac{1}{\omega_{sa} C_1} = \frac{R}{2 + 3} \quad (3-11)$$

$\omega_{sa} = 2\pi f_{sa}$ – là tần số dòng thiên từ (siêu âm).

Mặt khác, để tụ C_1 không phân dòng đối với tín hiệu âm thanh giá trị của nó cần phải thoả mãn điều kiện trong công thức (3 – 12).

$$\frac{1}{2\pi f_c C_1} = (3 + 5) [\omega_c (L_g + L_{gh})] \quad (3-12)$$

Ở đây : L_g – điện cảm của đầu ghi.

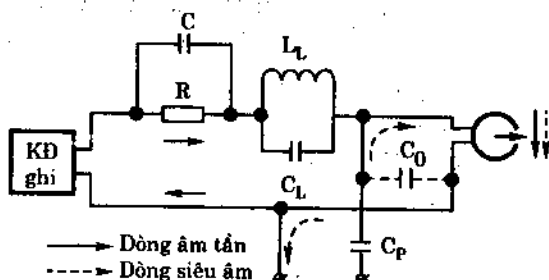
L_{gh} – điện cảm của cuộn ghép dòng siêu âm.

Để thoả mãn cả hai điều kiện theo công thức (3-11), (3-12) thì tỉ lệ tốt nhất giữa tần số dòng siêu âm f_{sa} và tần số cực đại của tín hiệu f_c vào khoảng 6 đến 8 lần ($f_{sa}/f_c = 6 + 8$).

Việc chọn tần số dòng siêu âm theo giới hạn trên sẽ tốt hơn cho quá trình ghi và xóa, tuy nhiên khi f_{sa} càng cao, càng đòi hỏi bộ phát sóng siêu âm phải có công suất lớn.

Nhược điểm của cách mắc nối tiếp là không dùng được với mất lọc hạn chế phụ tải RC và khó điều chỉnh dòng thiên từ.

Mạch mắc song song hình 3.16 rất hay được dùng. Trong sơ đồ này, tụ $C_L L_L$ được điều hưởng tại tần số dòng siêu âm để ngăn dòng thiên từ đi vào bộ khuếch đại ghi. Tụ C_p dùng để đưa dòng siêu âm lên đầu ghi



Hình 3.16. Cung cấp dòng thiên từ kiểu song song.

và thường là tụ bán chuẩn để dễ điều chỉnh độ ghép. C_p thường được chọn theo biểu thức (3-13) dưới đây.

$$C_{Pmax} = \frac{1}{(3 + 5)\omega_{s\alpha}^2 L_g} \quad (3-13)$$

Còn bộ lọc $C_L L_L$ được xác định theo các biểu thức (3-14) và (3-15).

$$f_{s\alpha} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_L C_L}} \quad (3-14)$$

$$L_L = (0,25 + 1) L_g \quad (3-15)$$

Việc chọn L_L theo (3-15) có nghĩa là L_L có giá trị không lớn lắm nhằm tránh mắc điện trở R quá lớn dẫn đến phải tăng điện áp và công suất ra của bộ khuếch đại ghi.

Tụ C_o mắc song song với đầu ghi thường có trị số bé nhằm lọc hài bậc cao của dòng siêu âm, chủ yếu là hài bậc hai.

3.5. BỘ KHUẾCH ĐẠI TẠO LẠI

Bộ khuếch đại tạo lại thực hiện hai nhiệm vụ chính :

- Khuếch đại tín hiệu có mức bé từ đầu tạo lại đến mức danh định cho đầu ra kiểm tra hoặc đưa đến đầu vào bộ khuếch đại công suất.
- Hiệu chỉnh đáp tuyến tần số cho đầu tạo lại đáp ứng đồ thị hình 3.8.

3.5.1. Vấn đề tỉ số tín hiệu trên tạp âm (S/N)

Do sức điện động cảm ứng của đầu tạo lại rất bé, nhất là ở vùng tần số thấp thường không vượt quá (100 ÷ 150) μv . Vì vậy đối với bộ khuếch đại tạo lại thường phải quan tâm đặc biệt đến tỉ số (S/N) ngay tầng đầu tiên.

Vấn đề này đã được nêu đầy đủ trong các giáo trình kĩ thuật cơ sở, vì thế ở đây chúng ta chỉ lưu ý một số yếu tố sau :

- Tùy theo trở kháng của đầu từ được sử dụng mà chọn cách mắc mạch thích hợp cho các phần tử tích cực trong các tầng đầu tiên.

- Tạp âm nhiệt tăng mạnh theo tần số, nếu mạch làm việc với đầu từ trở kháng cao.

- Nguồn cung cấp một chiều cho tầng đầu phải được lọc tốt để giảm tạp âm phonơ (tạp âm nền).

- Phải bọc kim các bộ phận của đầu từ kể cả dây dẫn đến tầng đầu.

- Phải chọn chế độ công tác cho các phần tử tích cực đối với tầng đầu một cách hợp lí nhằm giảm thiểu tạp âm nội bộ của chúng. Ví dụ : dùng mạch cát cốt (cascode), dùng IC có hệ số tạp âm (F) thấp hay cung cấp mức điện áp 1 chiều giữa colectơ và emitơ thật thấp v.v...

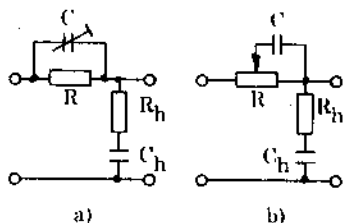
3.5.2. Mạch hiệu chỉnh đáp tuyến tần số cho bộ khuếch đại tạo lại

Như đã nêu trong mục 3.2.4d, việc hiệu chỉnh đáp tuyến tần số kênh tạo lại dựa trên đặc tuyến chuẩn hoá hình 3.8. Tuy nhiên cần phải lưu ý thêm những yếu tố sau :

- Đầu từ thực tế có tổn hao khe và tần số lớn hơn đầu từ lí tưởng vì thế cần phải bù thêm (dự trữ) cho tổn hao đó ở phạm vi f_c . Nếu kích thước khe từ được chọn sao cho tạp âm ở f_c là nhỏ nhất, thì phải nâng hệ số truyền đạt K ở $f_c = 15.000 \text{ Hz}$ lên 4 đến 7 dB.

- Để bù lại độ mài mòn của đầu từ trong quá trình sử dụng thường phải nâng dự phòng thêm từ 3 đến 5 dB đối với các máy ghi âm chuyên dụng ở phạm vi f_c .

- Ở phạm vi tần số thấp, thường lấy ở 30Hz, do sự hạn chế về kích thước đường bao của hai mép đầu từ và ảnh hưởng của màn chắn làm tăng sức điện động cảm ứng (E). Vì vậy ở vùng này ($f_r = 30\text{Hz}$) phải giảm thấp đặc tuyến so với đặc tuyến chuẩn hoá từ 2 đến 3 dB đối với tốc độ $v = 19,05 \text{ cm/sec}$ và 1dB đối với $v = 9,53 \text{ cm/sec}$.



Hình 3.17. Mạch nâng đặc tuyến tần số RC.

Điện trở R_6 dùng để thay đổi dạng đặc tuyến ở vùng tần số cao. Mạch này cho phép nâng hệ số truyền đạt ở f_c lên cực đại khoảng 20dB.

Trong các máy ghi âm chất lượng cao thường dùng các mạch hiệu chỉnh riêng rẽ cho từng tốc độ kéo băng để tiện việc điều chuẩn và sử dụng.

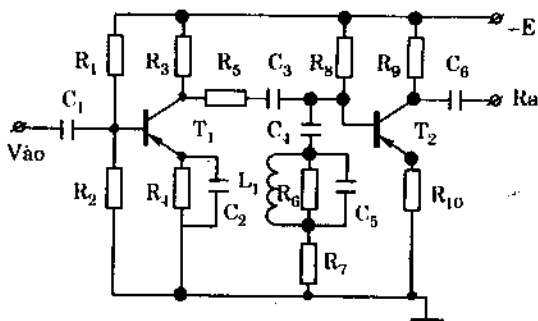
3.5.3. Mạch ra của bộ khuếch đại tạo lại

Thông thường tầng ra của bộ khuếch đại tạo lại được đưa đến bộ khuếch đại công suất của máy ghi âm, mạch kiểm tra hoặc đưa đến mạch ngoài (đường

Hình 3.17 là một ví dụ cho mạch nâng đặc tuyến tần số kênh tạo lại ở phạm vi f_c .

Tụ C cho phép nâng hệ số truyền đạt K cỡ (3+5) dB ở phạm vi f_c và thường có trị số cỡ khoảng (60 +80)pF.

Đối với tốc độ chuyển băng thấp, thường dùng mạch hiệu chỉnh kiểu phân áp LRC như trên hình 3.18. Mạch LC được điều hướng tại tần số f_1 cần hiệu chỉnh.



Hình 3.18. Mạch hiệu chỉnh kiểu LRC.

line) có phụ tải hàng trăm Ω . Trường hợp thứ nhất thường có điện áp ra từ 50mV đến 10V tùy thuộc yêu cầu của bộ khuếch đại công suất.

Đối với trường hợp thứ hai là tăng khuếch đại công suất không lớn hơn 0,1W nhằm giảm thiểu méo phi tuyến.

Đầu ra thường không đối xứng để giảm tạp âm tần thấp và tránh chập mạch khi nối với đường tải không đối xứng. Trở kháng ra ở đây thường cỡ $(30 + 50)\Omega$ để khi phụ tải thay đổi mức ra vẫn không biến động nhiều.

3.5.4. Bộ khuếch đại vana năng (hỗn hợp)

Đa phần các máy ghi âm dân dụng thường thiết kế một bộ khuếch đại vana năng dùng cho cả hai chế độ ghi và tạo lại. Việc thay đổi chế độ làm việc được thực hiện bằng các role điện tử hoặc cơ khí.

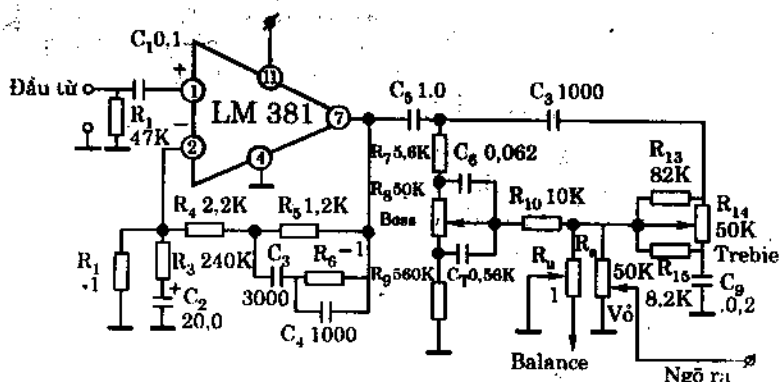
Bộ khuếch đại vana năng thường có hai kiểu mắc mạch hiệu chỉnh đáp tuyến tần số. Kiểu thứ nhất mạch hiệu chỉnh nằm giữa các tầng khuếch đại, kiểu thứ hai mạch hiệu chỉnh được mắc ở đầu ra. Kiểu thứ nhất được dùng phổ biến và có các yêu cầu riêng của nó.

Ngoài việc thoả mãn hiệu chỉnh đáp tuyến tần số cho hai chế độ ghi và tạo lại, bộ khuếch đại vana năng phải đảm bảo yêu cầu về độ nhạy và công suất cho toàn máy. Vì vậy vấn đề cần quan tâm ở đây là đầu từ hỗn hợp.

Để đảm bảo độ nhạy và đặc tuyến tần số phù hợp đầu tạo lại cần có khe từ hẹp, số vòng dây đủ lớn. Đầu ghi có khe trước lớn hơn đầu tạo lại và có thêm khe sau nhằm tránh bão hoà từ sớm, số vòng dây ít hơn để giảm công suất cho bộ phát sóng siêu âm. Như vậy việc chế tạo đầu từ vana năng cần phải được dung hoà với các yêu cầu trên.

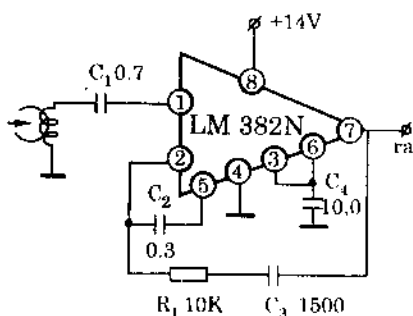
Ngày nay với sự phát triển vượt bậc của công nghệ chế tạo IC chuyên dùng. Trong hầu hết máy ghi âm chuyên dụng như dân dụng đều sử dụng vi mạch đa năng thực hiện việc hiệu chỉnh đáp tuyến tần số cho các bộ khuếch đại ghi và tạo lại riêng biệt hay các bộ khuếch đại hỗn hợp theo tiêu chuẩn NAB (National Association of Broadcasters – Hiệp hội Phát thanh Quốc tế) hoặc RIAA (Record Industry Association of America – Hiệp hội Công nghiệp ghi âm Mỹ) v.v...

Hình 3.19 là một ví dụ dùng vi mạch LM 381 trong bộ tiền khuếch đại tạo



Hình 3.19. Mạch hiệu chỉnh dùng LM 381.

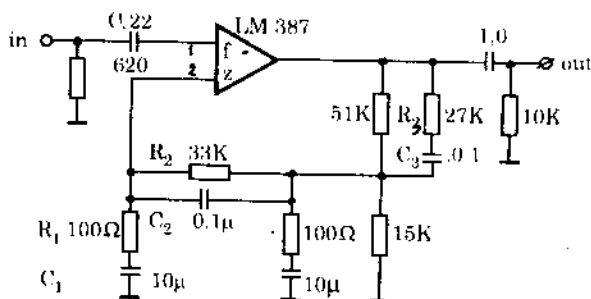
lại có mạch hiệu chỉnh theo tiêu chuẩn RIAA. Tụ C_3 và C_4 được mắc ở mạch ngoài dùng để hiệu chỉnh đặc tuyến tần số theo tiêu chuẩn nêu trên.



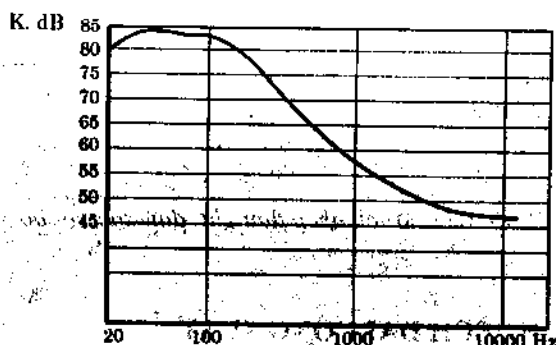
Hình 3.20. Vi mạch LM 382N dùng trong bộ khuếch đại tạo lại.

Hình 3.20 là một ví dụ khác dùng vi mạch LM 382N. Vi mạch LM 382N có các phần tử hiệu chỉnh nằm bên trong và có đặc tính tương tự LM 381.

Hình 3.21 là mạch hiệu chỉnh tần số cho bộ khuếch đại tạo lại dùng LM387 theo tiêu chuẩn NAB. Trên hình 3.21 là đáp tuyến tần số với điện trở tải $R_L = 10k\Omega$. Các phần tử R_1C_1 và R_2C_2 dùng để nâng hệ số truyền đạt ở phạm vi tần số thấp $f_1 < 100$ Hz. R_3C_3 có tác dụng giảm K bắt đầu từ tần số $f > 600$ Hz.



Tần số (Hz)	K (dB)
20	79.0
60	83
80	82.5
100	82
200	78.5
400	88
800	60
1kHz	57.7
2kHz	57
4kHz	48.8
8kHz	47.3
10kHz	47
12kHz	47



Hình 3.21. Mạch hiệu chỉnh dùng LM 387.

3.6. BỘ TẠO SÓNG SIÊU ÂM

Bộ tạo sóng siêu âm có nhiệm vụ cung cấp dòng thiên từ cho đầu ghi và cấp dòng cao-tần cho đầu xoá.

Đối với các máy ghi âm chất lượng cao hay máy ghi âm chuyên dùng trong Studio tần số đồng thiên từ thường chọn từ 120kHz đến 180 kHz, nhằm hạ thấp tạp âm nền, còn đối với đầu xoá dùng một bộ dao động siêu âm riêng với $f = (50 \div 60)$ kHz. Trong các loại máy đơn giản có thể chọn tần số siêu âm khoảng 60 kHz cho cả hai mạch xoá và ghi.

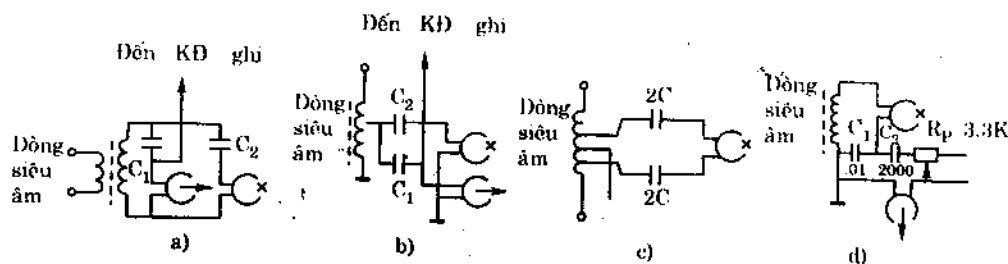
Nói chung, các bộ tạo sóng siêu âm là mạch dao động tự kích với độ ổn định tương đối cao. Công suất phát phụ thuộc vào tần số dao động, cấu tạo của đầu xoá, đầu ghi. Ví dụ : đầu xoá có lõi pecmaloi với $2\delta = 0,7\text{mm}$ và $f = 60\text{kHz}$ đòi hỏi công suất ra cỡ 3W. Trong các điều kiện làm việc như nhau, công suất xoá tăng tỉ lệ với độ rộng khe từ (2δ). Như vậy với đường ghi hẹp thì công suất xoá nhỏ.

Ngày nay, đầu xoá thường sử dụng lõi bằng pherit, lớp đệm khe từ bằng mica đặc biệt thì công suất cho nó nhỏ hơn nhiều so với đầu pecmaloi và lớp đệm khe bằng kim loại.

Dạng sóng của bộ dao động siêu âm phải rất đối xứng vì nếu độ bất đối xứng của dòng thiên từ cỡ 1% sẽ làm gia tăng tạp âm nền (fonogram) khoảng 4dB.

Ngoài ra để tránh ảnh hưởng của sóng siêu âm ra bên ngoài, bộ tạo dao động này phải được bọc kim cẩn thận.

Hình 3.22 là mạch điển hình mắc bộ tạo sóng siêu âm với đầu ghi và đầu xoá.



Hình 3.22. Mạch ghép đầu ghi, đầu xoá với bộ tạo sóng siêu âm.

3.7. BỘ KHUẾCH ĐẠI CÔNG SUẤT

Tăng khuếch đại công suất trong các máy ghi âm khác nhau được thiết kế và chế tạo dưới dạng IC hoặc kết hợp giữa IC với tranzito rời rạc. Công suất của chúng rất khác nhau tùy thuộc yêu cầu kỹ thuật và sử dụng.

Đối với các tầng công suất dùng tranzito rời rạc đều được ghép không biến áp ra nhằm tăng cường độ bằng phẳng của đáp tuyến tần số và giảm nhỏ méo phi tuyến.