

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{h_{fB}}{h_{iB}} \frac{(h_{iB} // R_E) / n^2}{1 - j \frac{(h_{iB} // R_E)}{n^2} C \frac{1}{L}}$$

Mặc khác từ hình 6.3.3a ta có hệ số hồi tiếp $= n$

$$\text{Do đó } AV = \frac{h_{fB}}{h_{iE}} \frac{(h_{iB} // R_E) / n^2}{1 - j \frac{(h_{iB} // R_E)}{n^2} C \frac{1}{L}}$$

Để thoả điều kiện dao động :

$$\text{Arg}(A_v) = 0 \quad C \frac{1}{L} \quad f_0 = \frac{1}{2\sqrt{LC}}$$

$$|A_v| = 1 \quad \frac{h_{fB}}{h_{iB}} \frac{h_{iB} // R_E}{n} = 1$$

$$n = \frac{h_{fB} \cdot R_E}{R_E - h_{iB}}$$

6.3.4. Mạch dao động Colpitts

Dao động Colpitts còn gọi là dao động ba điểm điện dung. Mạch hồi tiếp dương được tạo bởi hai tụ điện nối tiếp trong khung cộng hưởng hình thành hai điện áp đảo pha nhau trên hai tụ điện .\$235

Hình 6.3.5 là dạng mạch dao động Colpitts măc E chung. Mạch cộng hưởng gồm L, C1, C2 măc ở ngõ ra (cực collector). Theo sự phân bố điện thế trên cuộn , điện áp trên cuộn C2 (cũng chính là điện áp hồi tiếp về cực B thông qua tụ CB) ngược pha với điện áp tụ trên C1 (cũng là điện áp ra V0). Tầng khuếch đại E.C vốn có Vo ngược pha với Vi, vì vậy hồi tiếp ở đây là hồi tiếp dương. Cuộn RFC tại cực C là cuộn cảm cao tần (radio frequency choke), có điện cảm rất lớn trong vùng tần số dao động. Vì vậy, về măc AC, xen như cuộn RFC hở mạch .

Hình 6.3.6a là mạch tương đương của hình 6.3.5. và hình 6.3.6b là phần mạch tương đương để tính hệ số hồi tiếp

\$235

Hệ số khuếch đại của tần xác định bởi :

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{V_o}{I_B} \frac{I_B}{V_{BE}}$$

Theo hình 6.3.6a:

$$\frac{V_o}{I_B} = h_{fE} \frac{R_i(1 - \frac{1}{2LC_2}) - j \frac{L}{R_i(C_1 + C_2 + \frac{1}{2LC_1C_2})}}{1 - \frac{1}{2LC_1} - j \frac{R_i(C_1 + C_2 + \frac{1}{2LC_1C_2})}{R_i(1 - \frac{1}{2LC_2})}}$$

Với $R_i = (h_{iE} // R_B)$

$$\text{Mặc khác } \frac{I_b}{V_{BE}} = \frac{1}{h_{iE}}$$

$$\text{Vậy : } A_v = \frac{h_{iE}}{h_{fE}} \frac{R_i(1 - \frac{1}{2LC_2}) - j \frac{L}{R_i(C_1 + C_2 + \frac{1}{2LC_1C_2})}}{1 - \frac{1}{2LC_1} - j \frac{R_i(C_1 + C_2 + \frac{1}{2LC_1C_2})}{R_i(1 - \frac{1}{2LC_2})}}$$

Từ hình 6.3.6, ta tính được hệ số hồi tiếp

$$\frac{R_i}{R_i(1 - \frac{1}{2LC_2}) - j \frac{L}{R_i(C_1 + C_2 + \frac{1}{2LC_1C_2})}}$$

$$\text{Như vậy } A_v = \frac{R_i}{1 - \frac{1}{2LC_1} - j \frac{R_i(C_1 + C_2 + \frac{1}{2LC_1C_2})}{R_i(1 - \frac{1}{2LC_2})}}$$

Để thoả mãn điều kiện dao động : $\text{arg}(A_v) = 0$ phải có

$$C_1 + C_2 - \frac{1}{2LC_1C_2} = 0 \quad \text{---} \quad 0 \quad \frac{1}{\sqrt{L\frac{C_1C_2}{C_1+C_2}}}$$

$$\text{Hay } f_0 = \frac{1}{2\sqrt{L\frac{C_1C_2}{C_1+C_2}}}$$

Tương tự, muốn cho $A_V = 1$ phải có $1 - \frac{1}{2LC_1} = -R_i$

$$\text{Hay } \frac{C_1}{C_2} = R_i \quad h_{ie} // R_B$$

6.3.4. Mạch tạo sóng dùng tinh thể thạch anh

Các mạch dao động LC ở trên có nhược điểm là tần số dao động không ổn định do các giá trị L và C biến thiên theo nhiệt độ, và phải cân chỉnh L hoặc C mới đạt tần số yêu cầu. Để có được tần số dao động chính xác, ổn định không phải cân chỉnh người ta thay thế khung cộng hưởng LC bằng tinh thể áp điện, như thạch anh (quartz) chẵn hạn.

Đặc tính của tinh thể áp điện có thể tóm tắt như sau (hình 6.3.7): khi ta áp lên bề mặt tinh thể một dao động điện, tinh thể sẽ rung và tạo ra một dao động cơ học hoặt nếu tác động lên bề mặt tinh thể một áp lực, trên bề mặt xuất hiện một sức điện động. Tuỳ thuộc vào kích thước bề dày măc cắt (do nhà sản xuất chế tạo), mỗi phiến tinh thể áp điện có một tần số cộng hưởng nhất định, từ đó sinh ra một dao động điện, cộng hưởng một tần số tương ứng. Điều cần lưu ý là tinh thể điện áp hoàn toàn cách điện, chỉ có dao động điện áp xuất hiện trên bề mặt tinh thể.

\$237

Do đặc tính hoạt động như mạch cộng hưởng của tinh thể áp điện, ta có thể mô phỏng “mạch điện tương đương” của tinh thể áp điện để giải thích như hình 6.3.8.

\$237

Điện dung và điện cảm tương đương của tinh thể thạch anh, trị số phụ thuộc vào đặc tính cơ của nó; R: Đặc trưng cho tổn hao năng lượng khi chuyển từ cơ sang điện và ngược lại; C_0 : điện dung hình thành do bần cực và dây nối, Chẳng hạn, một tinh thể thạch anh có tần số cộng hưởng ở 4MHz, có các tham số tương đương tiêu biểu như sau: $L = 10mH$, $R = 100$, $C = 0.015pF$, $C_0 = 5pF$. Do đó hệ số phẩm chất của mạch cộng hưởng thạch anh có giá trị rất lớn:

$$Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} = 26.000$$

Từ hình 6.3.8b ta tính được tổng trở tương đương của mạch :

$$Z_q = \frac{1}{C_0} \frac{2LC}{C - 2CC_0} \frac{1}{2\sqrt{LC}}$$

Hệ thức (6.3.7) cho thấy có 2 tần số cộng hưởng đối với tinh thể thạch anh :

Một tần số cộng hưởng làm cho $Z_q = 0$, gọi là tần số cộng hưởng nối tiếp .

$$f_s = \frac{1}{2\sqrt{LC}}$$

Một tần số cộng hưởng làm cho $Z_q = \infty$, gọi là tần số cộng hưởng song song :

$$f_p = \frac{1}{2\sqrt{LC}} \sqrt{1 - \frac{C}{C_0}}$$

\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$238

Tần số cộng hưởng nối tiếp hơi nhỏ hơn tần số cộng hưởng song song. Tần số cộng hưởng của tinh thể thạch anh có thể được điều chỉnh đôi chút bằng cách măc thêm một tụ điện vi chỉnh C_s nối tiếp (hình 6.3.9)

Cách măc trên chỉ thai đổi được tần số cộng hưởng nối tiếp (hình 6.3.9)

Hình 6.3.10 là một dạng mạch dao động dùng tinh thể áp điện ở tần số cơ bản. Đây là dạng dao động Colpits, trong đó cuộn dây L được thay bằng thạch anh (Xtal). Mạch dao động ở tần số cộng hưởng hồi tiếp của Xtal ; tần số này tổng trở của Xtan cực tiểu, điện áp hồi tiếp dương đưa từ cực C về cực B đạt cực đại. Còn ở các tần số khác tổng trở của Xtal rất lớn, tín hiệu hồi tiếp dương đưa về bị suy giảm rất nhiều nên mạch không thể dao động ở tần số dao động này được .
%%%%%%%%%%%%%%238