

7-5 判断图 7-17 所示电路中各交流负反馈的反馈组态。

解：

a) 图 7-17a) 电路的交流通路如图 7-19 所示。在交流通路中  $R_2$  将输出回路与输入回路连接起来。由瞬时极性法，假定输入信号的瞬时极性对地为正，可得电路中各点的瞬时极性如图 7-19 所示，因此该反馈为负反馈。晶体管 VT 的净输入电流等于输入电流  $i$  与反馈电流  $i_f$  之差，故电路引入了并联负反馈。令  $u_o = 0$ ，反馈电流  $i_f = 0$ ，故电路引入了电压负反馈。综上所述，电路引入了电压并联负反馈。

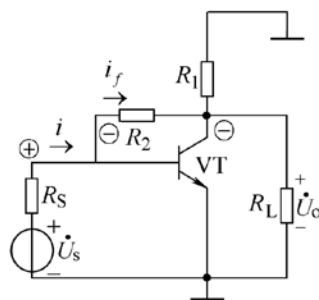


图 7-19 图 7-17a) 电路的交流通路

b) 图 7-17b) 电路的交流通路如图 7-20 所示。由瞬时极性法，假定输入信号的瞬时极性对地为正，可得电路中各点的瞬时极性如图 7-20 所示，因此该反馈为负反馈。输出电压  $u_o$  作用于  $R_L$ 、 $R_1$ ，在  $R_L$ 、 $R_1$  上产生的电压就是反馈电压  $u_f$ ，它使得晶体管 VT 的净输入电压减小，故电路引入了串联负反馈。由于  $u_f$  取自输出电压  $u_o$ ，且  $u_f = u_o$ ，所以电路引入了电压负反馈。综上所述，电路引入了电压串联负反馈。

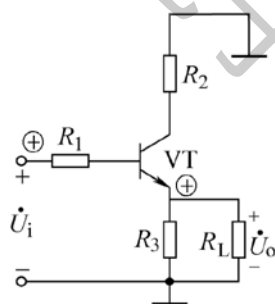


图 7-20 图 7-17b) 电路的交流通路

c) 图 7-17c) 电路的交流通路如图 7-21 所示。对  $R_3$  构成的反馈，由瞬时极性法，假定输入电压的极性对地为正，可得电路中各点的瞬时极性如图 7-21 所示，因此该反馈为正反馈。

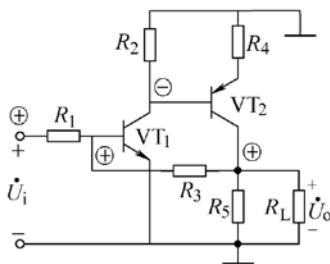


图 7-21 图 7-17c) 电路的交流通路

d) 图 7-17d) 电路的交流通路如图 7-22 所示。对  $R_7$  构成的反馈，由瞬时极性法，假定输入电压的极性对地为正，可得电路中各点的瞬时极性如图 7-22 所示，因此该反馈为正反馈。

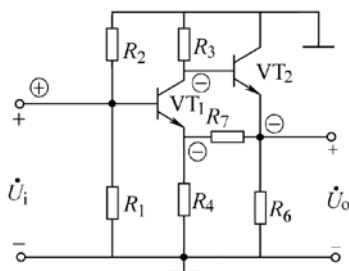


图 7-22 图 7-17d) 电路的交流通路

e) 图 7-17e) 电路的交流通路如图 7-23 所示。在交流通路中  $R_7$  将输出回路与输入回路连接起来。由瞬时极性法，假定输入信号的瞬时极性对地为正，可得电路中各点的瞬时极性如图 7-23 所示，因此该反馈为负反馈。晶体管  $VT_1$  的净输入电流与输入电流  $i$  和反馈电流  $i_f$  之差成比例，故电路引入了并联负反馈。令  $u_o=0$ ，反馈电流  $i_f=0$ ，故电路引入了电压负反馈。综上所述，电路引入了电压并联负反馈。

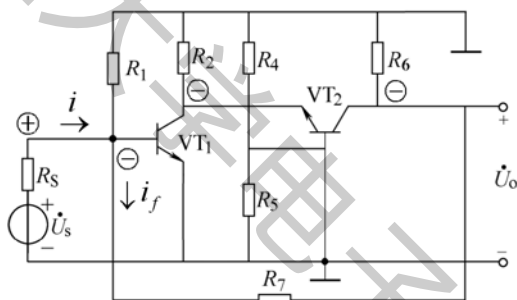


图 7-23 图 7-17e) 电路的交流通路

f) 图 7-17f) 电路的交流通路如图 7-24 所示。在交流通路中  $R_8$  将输出回路与输入回路连接起来。由瞬时极性法，假定输入电压的极性对地为正，可得电路中各点的瞬时极性如图 7-24 所示，因此该反馈为负反馈。三极管  $V$  上的净输入电压为输入电压与电阻  $R_3$  上的电压之差，所以该反馈为串联反馈。令  $u_o=0$ ，此时反馈电流  $i_f$  仍然存在，所以该反馈为电流反馈。综上所述，通过电阻  $R_8$  引入的反馈为电流串联负反馈。

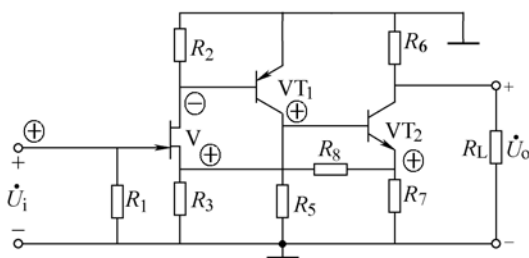


图 7-24 图 7-17f) 电路的交流通路

g) 图 7-17g) 电路的交流通路如图 7-25 所示。在交流通路中  $R_4$  将输出回路与输入回路连接

起来。由瞬时极性法，假定输入信号的瞬时极性地地为正，可得电路中各点的瞬时极性如图 7-25 所示，因此该反馈为负反馈。输出电压  $u_o$  作用于  $R_4$ 、 $R_3$ ，在  $R_3$  上产生的电压就是反馈电压  $u_f$ ，它使得差动放大电路净输入电压减小，故电路引入了串联负反馈。由于  $u_f$  取自输出电压  $u_o$ ，电路引入了电压负反馈。综上所述，电路引入了电压串联负反馈。

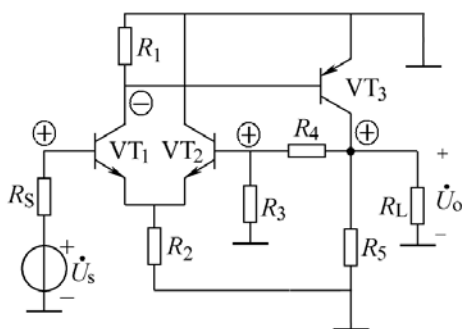


图 7-25 图 7-17g) 电路的交流通路

h) 图 7-17h) 电路的交流通路如图 7-26 所示。在交流通路中  $R_F$  将输出回路与输入回路连接起来。由瞬时极性法，假定输入信号的极性对地为正，可得电路中各点的瞬时极性如图 7-26 所示，因此该反馈为负反馈。差动放大电路的净输入电流为输入电流  $i$  与反馈电流  $i_f$  之差，所以该反馈为并联反馈。令  $u_o = 0$ ，此时反馈电流  $i_f$  仍然存在，所以该反馈为电流反馈。综上所述，通过电阻  $R_F$  引入的反馈为电流并联负反馈。

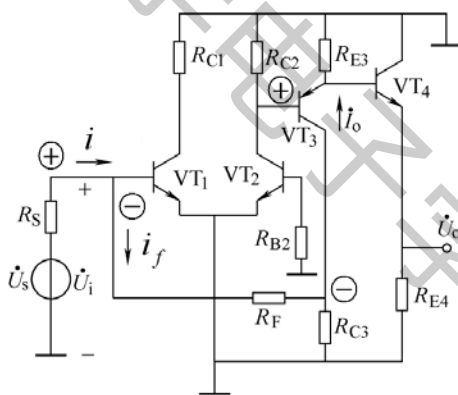


图 7-26 图 7-17h) 电路的交流通路

7-6 对图 7-18 所示各电路，要求同上题。

解：

a) 图 7-18a) 电路的交流通路如图 7-27 所示。

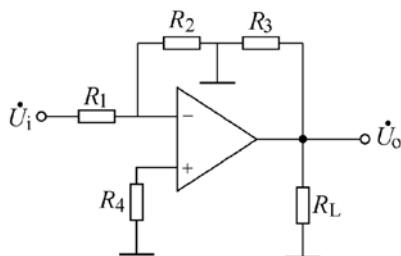


图 7-27 图 7-18a) 电路的交流通路

该电路无交流反馈，只有直流负反馈。

b) 图 7-18b) 电路的交流通路如图 7-28 所示。对  $R_L$  构成的反馈，由瞬时极性法，假定输入电压的极性对地为正，可得电路中各点的瞬时极性如图 7-28 所示，因此该反馈为负反馈。集成运放的净输入电流为输入电流  $i$  与反馈电流  $i_f$  之差，所以该反馈为并联反馈。令  $u_o = 0$ ，此时反馈电流  $i_f$  仍然存在，所以该反馈为电流反馈。综上所述，通过电阻  $R_L$  引入的反馈为电流并联负反馈。

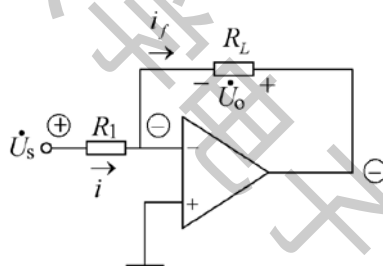


图 7-28 图 7-18b) 电路的交流通路

c) 图 7-18c) 电路的交流通路如图 7-29 所示。对  $R_F$  构成的反馈，由瞬时极性法，假定输入电压的极性对地为正，可得电路中各点的瞬时极性如图 7-29 所示，因此该反馈为正反馈。

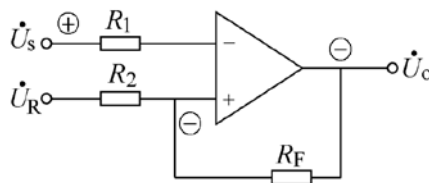


图 7-29 图 7-18c) 电路的交流通路

d) 这里只考虑总体反馈。

图 7-18d) 电路的交流通路如图 7-30 所示。在交流通路中  $R_2$  将输出回路与输入回路连接起来。由瞬时极性法，假定  $u_i$  的瞬时极性对地为正，可得电路中各点的瞬时极性如图 7-30 所示，因此该反馈为负反馈。集成运放  $A_1$  的输入电流等于输入电流  $i$  与反馈电流  $i_f$  之差，

故电路引入了并联负反馈。令  $u_o = 0$ ，反馈电流  $i_f = 0$ ，故电路引入了电压负反馈。综上所述，电路引入了电压并联负反馈。

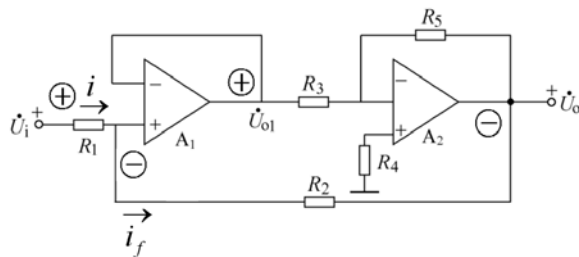


图 7-30 图 7-18d) 电路的交流通路

e) 图 7-18e) 电路的交流通路如图 7-31 所示。在交流通路中  $R_F$  将输出回路与输入回路连接起来。由瞬时极性法，假定  $u_i$  的瞬时极性对地为正，可得电路中各点的瞬时极性如图 7-31 所示，因此该反馈为负反馈。输出电压  $u_o$  作用于  $R_F$ 、 $R_1$ ，在  $R_1$  上产生的电压就是反馈电压  $u_f$ ，它使得集成运放的净输入电压减小，故电路引入了串联负反馈。由于  $u_f$  取自输出电压  $u_o$ ，电路引入了电压负反馈。综上所述，电路引入了电压串联负反馈。

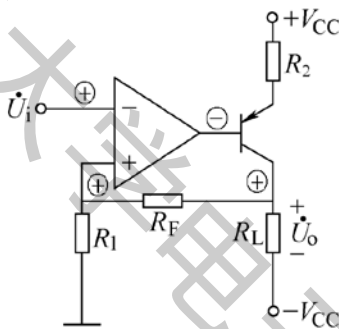


图 7-31 图 7-18e) 电路的交流通路

f) 图 7-18f) 电路的交流通路如图 7-32 所示。由瞬时极性法，假定  $u_i$  的瞬时极性对地为正，可得电路中各点的瞬时极性如图 7-32 所示，因此该反馈为负反馈。输出电压  $u_o$  作用于  $R_3$ 、 $R_1$ ，在  $R_1$  上产生的电压就是反馈电压  $u_f$ ，它使得差分管的净输入电压减小，故电路引入了串联负反馈。由于  $u_f$  取自输出电压  $u_o$ ，电路引入了电压负反馈。综上所述，电路引入了电压串联负反馈。

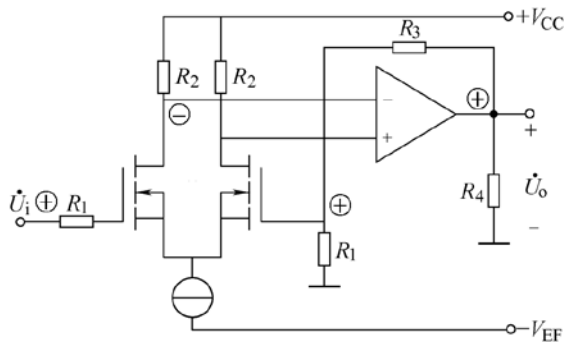


图 7-32 图 7-18f) 电路的交流通路

7-7 判断图 7-33a、b 两电路的反馈类型。

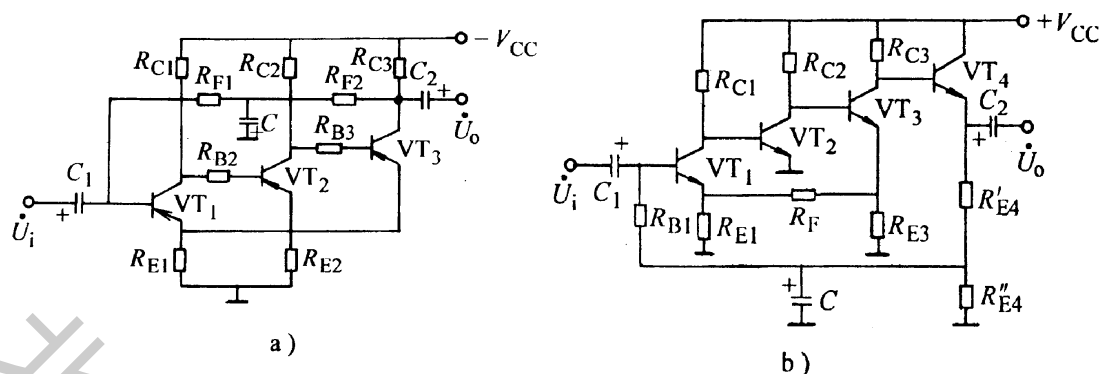


图 7-33 题 7-7 图

解：这里只分析总体反馈而未分析局部反馈。

图 7-33 a) 电路的直流通路和交流通路如图 7-34 所示。

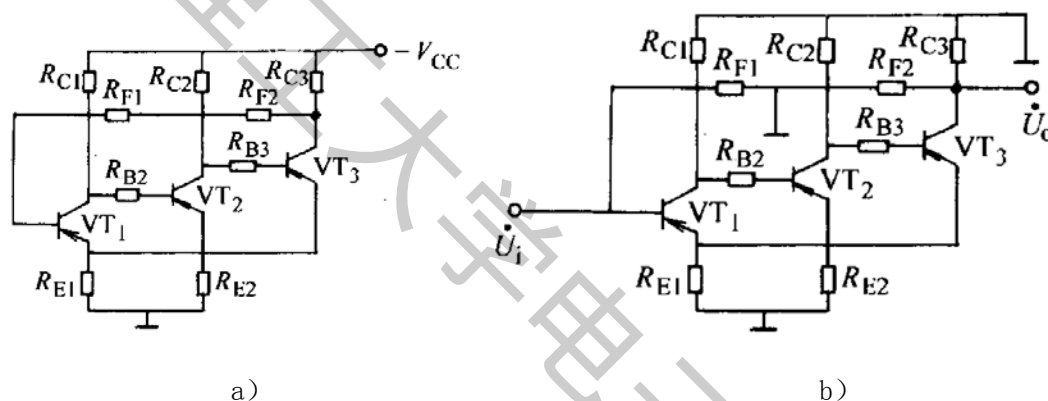


图 7-34 图 7-33a) 电路的直流通路和交流通路

对  $R_{F1} + R_{F2}$ ，直流负反馈。

对  $R_{E1}$  构成的反馈，由瞬时极性法，假定输入电压的极性对地为正，可得电路中各点的瞬时极性如图 7-35 所示，因此该反馈为负反馈。三极管  $VT_1$  上的净输入电压为输入电压与电阻  $R_{E1}$  上的电压之差，所以该反馈为串联反馈。令  $u_o = 0$ ，此时反馈电流  $i_f$  仍然存在，所以该反馈为电流反馈。综上所述，通过电阻  $R_{E1}$  引入的反馈为电流串联负反馈。

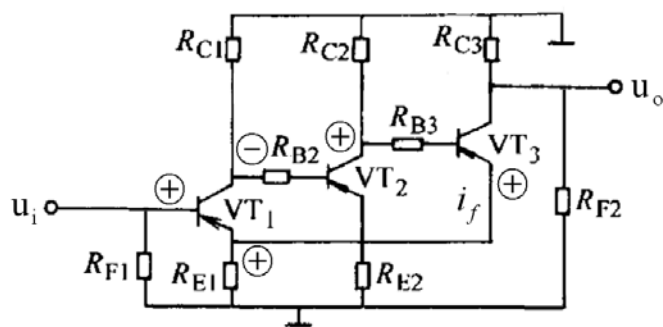


图 7-35 图 7-34b) 电路中各点瞬时极性

b) 图 7-33b) 电路的直流通路和交流通路如图 7-36 所示。

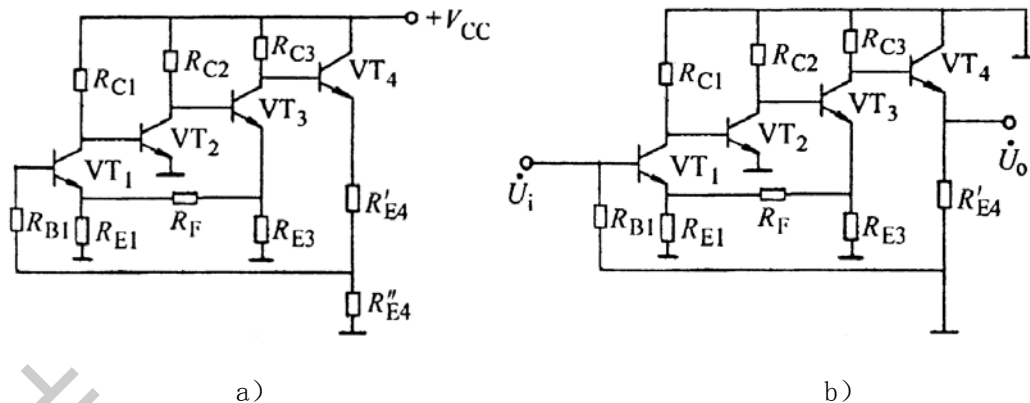


图 7-36 图 7-33b) 电路的直流通路和交流通路

对  $R_{E4}'$ ，直流负反馈。

对  $R_{E1}$ 、 $R_{E3}$  构成的反馈，由瞬时极性法，假定输入电压的极性对地为正，可得电路中各点的瞬时极性如图 7-37 所示，因此该反馈为负反馈。三极管  $VT_1$  上的净输入电压为输入电压与电阻  $R_{E1}$  上的电压之差，所以该反馈为串联反馈。令  $u_o = 0$ ，此时反馈电流  $i_f$  仍然存在，所以该反馈为电流反馈。综上所述，通过电阻  $R_{E1}$ 、 $R_{E3}$  引入的反馈为电流串联负反馈。

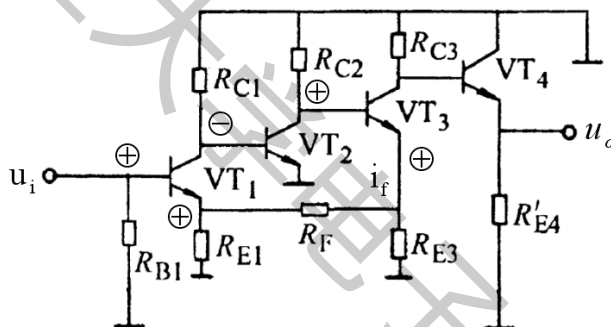


图 7-37 图 7-36b) 电路中各点瞬时极性

7-11 对于图 7-17 中的负反馈放大电路，说明它们各稳定的是哪一种闭环增益？闭环输入电阻和输出电阻是增大还是减小了？

解：本题只考虑主要的反馈。

- 稳定  $A_{vf}$ ， $R_{if} \downarrow$ ， $R_{of} \downarrow$ 。
- 稳定  $A_{uf}$ ， $R_{if} \uparrow$ ， $R_{of} \downarrow$ 。
- 正反馈。
- 正反馈。
- $R_7 + C_4$  构成的负反馈稳定  $A_{vf}$ ， $R_{if} \downarrow$ ， $R_{of} \downarrow$ 。
- $R_8$  构成的负反馈稳定  $A_{gf}$ ， $R_{if} \uparrow$ ， $R_{of} \uparrow$ 。
- $R_3 + R_4$  构成的负反馈稳定  $A_{uf}$ ， $R_{if} \uparrow$ ， $R_{of} \downarrow$ 。
- $R_{C3} + R_F$  构成的负反馈稳定  $A_{if}$ ， $R_{if} \downarrow$ ， $R_{of} \uparrow$ 。

7-13 设图 7-17 中 e、f、g 的放大电路满足深度负反馈条件，求它们的电压增益。

解：本题主要用于熟悉深度负反馈条件下闭环电压增益的计算。

e) 电压并联负反馈

$$A_{usf} = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_s} = -\frac{\dot{I}_o R_7}{\dot{I}_s R_s} = -\frac{R_7}{R_s}$$

f) 电流串联负反馈

$$A_{uf} = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = -\frac{\dot{I}_e (R_6 // R_L)}{\dot{I}_e \frac{R_7}{R_7 + R_8 + R_3}} = -\frac{R_6 // R_L}{R_7 R_3} (R_7 + R_8 + R_3)$$

g) 电压串联负反馈

$$A_{usf} = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_s} = 1 + \frac{R_4}{R_3}$$

7-16 放大电路如图 7-40 所示。

(1) 为了使  $A_u$  稳定， $R_o$  小， $R_i$  大，应引何种级间反馈？请画在图上，并说明该反馈的组态。

(2) 如果要求  $A_{uf} = 20$ ，确定反馈电阻的阻值。

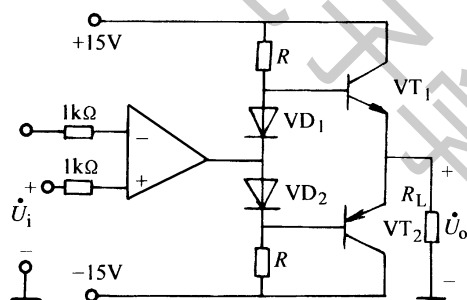


图 7-40 题 7-16 图

解：

(1) 为了使  $A_u$  稳定， $R_o$  小， $R_i$  大，应引入电压串联负反馈，如图 7-41 所示。

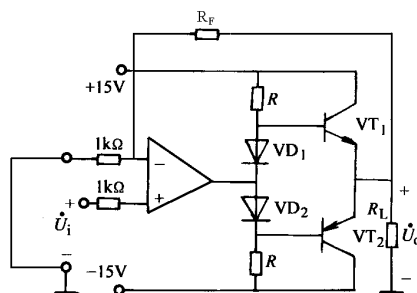




图 7-41 图 7-40 引入电压串联负反馈后的电路

$$(2) A_{uf} = 1 + \frac{R_F}{R_1} = 1 + R_F = 20$$

$$\therefore R_F = 19k\Omega$$

北京理工大学电子学教研室