



普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
(高职高专教育)

# 电工电子技术

(少学时)(第3版)

林平勇 高 嵩 主编

19990902458



高等教育出版社  
Higher Education Press



扫描全能王 创建

# 目 录

第1章 直流电路	1
1.1 电路模型	1
1.2 电路的基本物理量	2
1.3 电流、电压的参考方向	3
1.4 功率	4
1.5 电阻元件	5
1.6 电感元件、电容元件	6
1.7 电压源、电流源及其等效变换	8
1.8 基尔霍夫定律	11
1.9 支路电流法	15
1.10 结点电压法	17
1.11 叠加定理	18
1.12 戴维宁定理	19
本章小结	21
习题	21
第2章 正弦交流电路	28
2.1 正弦量的三要素	28
2.2 正弦量的相量表示法	30
2.3 电阻、电感、电容元件的电压电流关系	33
2.4 电阻、电感、电容元件的串联电路	36
2.5 阻抗的串联与并联	39
2.6 正弦交流电路的功率	40
2.7 电路中的谐振	42
2.8 非正弦周期电流电路的概念	44
本章小结	47
习题	49
第3章 三相电路	54
3.1 三相电源	54
3.2 三相电源的连接	55
3.3 三相负载的连接	56
3.4 三相电路的功率	59
本章小结	61

习题	61
*第4章 动态电路的分析	63
4.1 动态电路	63
4.2 $RC$ 电路、 $RL$ 电路的零输入响应	65
4.3 $RC$ 电路、 $RL$ 电路的零状态响应	67
4.4 一阶电路的全响应	69
本章小结	69
习题	70
第5章 磁路和变压器	73
5.1 磁路的基本概念	73
5.2 变压器的用途与结构	78
5.3 变压器	79
5.4 特殊变压器	85
本章小结	87
习题	88
第6章 异步电动机	90
6.1 三相异步电动机的结构与转动原理	90
6.2 三相异步电动机的电磁转矩与机械特性	95
6.3 三相异步电动机的起动、调速与制动	98
6.4 三相异步电动机的铭牌和技术数据	104
6.5 三相异步电动机的选择	106
*6.6 单相异步电动机	108
本章小结	110
习题	112
第7章 继电-接触器控制	114
7.1 常用控制电器	114
7.2 三相异步电动机的基本控制电路	121
7.3 基本电气识图	130
本章小结	135



习题 .....	136
<b>第 8 章 工厂供电与安全用电</b> .....	138
8.1 发电、输电概述 .....	138
8.2 工厂供电 .....	140
8.3 安全用电 .....	141
本章小结 .....	144
习题 .....	144
<b>第 9 章 电工测量</b> .....	145
9.1 电工测量仪表的分类与型式 .....	145
9.2 电流与电压的测量 .....	149
9.3 功率测量 .....	151
9.4 万用表 .....	153
9.5 电度表及电能的测量 .....	157
9.6 兆欧表及绝缘电阻测量 .....	159
本章小结 .....	160
习题 .....	161
<b>第 10 章 电子电路中常用的器件</b> .....	162
10.1 半导体的基本知识 .....	162
10.2 PN 结 .....	164
10.3 二极管 .....	166
10.4 稳压二极管 .....	169
10.5 发光二极管 .....	171
10.6 晶体管 .....	172
本章小结 .....	177
习题 .....	177
<b>第 11 章 基本放大电路</b> .....	179
11.1 基本放大电路的组成及各元件的作用 .....	179
11.2 放大电路的静态分析 .....	181
11.3 放大电路的动态分析 .....	182
11.4 射极输出器 .....	192
* 11.5 阻容耦合多级放大电路 .....	195
本章小结 .....	198
习题 .....	198
<b>第 12 章 集成运算放大器</b> .....	202
12.1 集成运算放大器 .....	202
12.2 放大电路中的负反馈 .....	205
12.3 理想集成运算放大器的分析方法 .....	210

* 12.4 集成运算放大器使用中应注意的问题 .....	220
-------------------------------	-----

本章小结 .....

习题 .....

## 第 13 章 直流稳压电源

13.1 单相半波整流电路 .....	230
13.2 单相桥式整流电路 .....	230
13.3 常用的整流组合元件 .....	234
13.4 电容滤波电路 .....	238
13.5 电感滤波电路 .....	238
13.6 稳压二极管稳压电路 .....	240
13.7 三端集成稳压器 .....	240

本章小结 .....

习题 .....

## 第 14 章 逻辑门电路

14.1 数制与编码 .....	258
14.2 逻辑代数及应用 .....	258
14.3 晶体管的开关作用 .....	262
14.4 基本逻辑门电路 .....	264
* 14.5 TTL 门电路 .....	268

本章小结 .....

习题 .....

## 第 15 章 组合逻辑电路

15.1 组合逻辑电路的分析 .....	268
15.2 中规模组合逻辑电路的应用 .....	268
本章小结 .....	271
习题 .....	271

## 第 16 章 触发器及其应用

16.1 基本 RS 触发器 .....	273
16.2 可控 RS 触发器 .....	273
16.3 JK 触发器 .....	274
16.4 D 触发器 .....	274
16.5 寄存器 .....	274
16.6 二进制计数器 .....	274
本章小结 .....	274
习题 .....	274

## \* 第 17 章 555 电路及应用

17.1 555 电路的工作原理 .....	278
17.2 555 电路的应用实例 .....	278



## 12.2 放大电路中的负反馈

在放大电路中负反馈的应用是极为广泛的,采用负反馈的目的是为了改善放大电路的性能,而对工作于线性状态的运算放大器必须使用负反馈技术。

### 12.2.1 反馈的基本概念

放大电路正常工作时,是将输入信号经放大电路放大后输出。信号的传递方向是从输入端经放大电路到输出端。如果采用一定的方式,把放大电路的全部或部分输出电压(或电流),回送到放大电路的输入回路,以改善放大电路的某些性能,这种方法称为“反馈”。若返回的信号削弱了原输入信号则称为负反馈;若返回的信号增强了原输入信号则称为正反馈。在放大电路中经常采用的是负反馈。

任何带有负反馈的放大电路都包含两部分:一是不带反馈的基本放大电路 A,它可以是单级



或多级放大电路,也可以是运算放大器;一是反馈电路  $F$ ,它是联系放大电路输出电路和输入电路的环节,称为反馈电路,如图 12.2.1 所示。图中用  $\dot{X}$  表示正弦信号(电压或电流),所以用相量表示。 $\dot{X}_i$ 、 $\dot{X}_o$ 、 $\dot{X}_f$  分别为输入、输出、反馈信号。 $\dot{X}_i$  和  $\dot{X}_f$  在输入端比较( $\otimes$ 是比较环节的符号)并根据图中“+”、“-”极性可得净输入信号

$$\dot{X}_d = \dot{X}_i - \dot{X}_f$$

若  $\dot{X}_f$  与  $\dot{X}_i$  同相,则

$$\dot{X}_d = |\dot{X}_i| - |\dot{X}_f| < \dot{X}_i$$

即反馈信号削弱了净输入信号的作用,是负反馈。

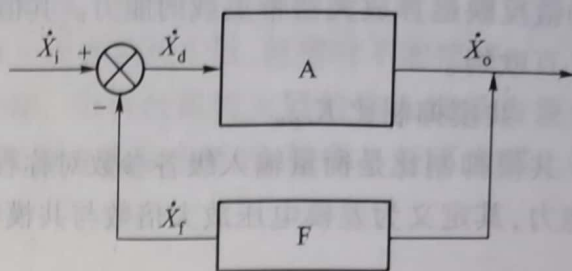


图 12.2.1 负反馈放大电路

## 12.2.2 负反馈的基本类型

根据反馈电路从放大电路输出端取样方式的不同,可分为电压反馈和电流反馈两种。反馈信号取自输出电压,称为电压反馈,如图 12.2.2(a)所示。反馈信号取自输出电流,称为电流反馈,如图 12.2.2(b)所示。

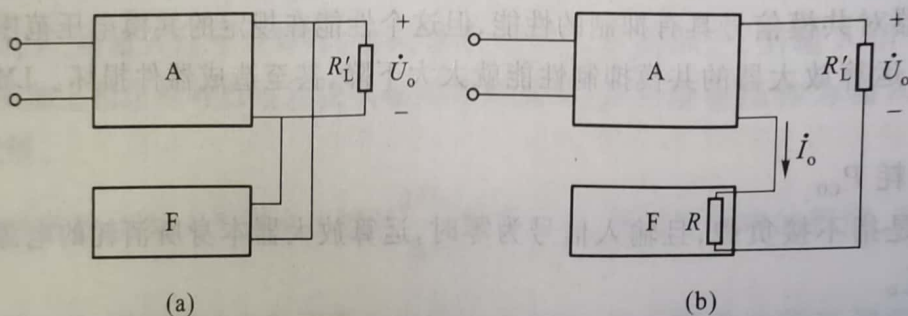


图 12.2.2 电压反馈和电流反馈

根据反馈信号与放大电路输入信号连接方式的不同,可分为串联反馈和并联反馈。反馈信号与放大电路输入信号串联为串联反馈,串联反馈反馈信号以电压形式出现,如图 12.2.3(a)所示。反馈信号与放大电路输入信号并联为并联反馈,并联反馈反馈信号以电流形式出现,如图 12.2.3(b)所示。

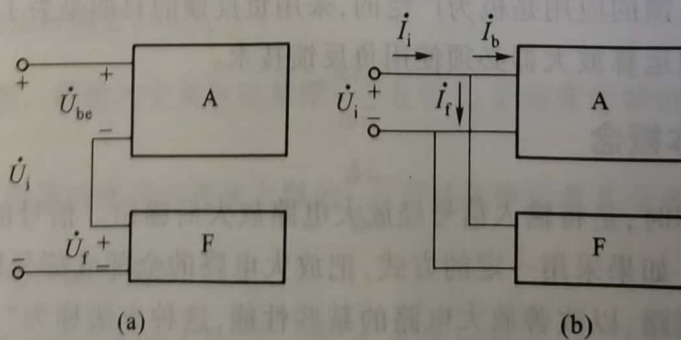


图 12.2.3 串联反馈和并联反馈



综上所述,负反馈的基本类型有四种:

- ① 电压串联负反馈。
- ② 电压并联负反馈。
- ③ 电流串联负反馈。
- ④ 电流并联负反馈。

### 12.2.3 反馈类型的判别

判断放大电路中反馈的类型,可以按如下步骤进行:

① 找出反馈元件(或反馈电路),即确定在放大电路输出和输入回路间起联系作用的元件,如有这样的元件存在,电路中才有反馈存在,否则就不存在反馈。

② 判断电路中的反馈是电压反馈还是电流反馈。如果反馈信号取自放大电路的输出电压,就是电压反馈。在共发射极放大电路中,电压反馈的反馈信号一般是由输出级晶体管的集电极取出的。如果反馈信号取自输出电流,则是电流反馈。在共发射极放大电路中,电流反馈的反馈信号一般是由输出级晶体管的发射极取出的。另外,可用输出端短路法判别,即将放大电路的输出端短路(注意:放大器的输出可等效为信号源;输出短路是将负载短路),如短路后反馈信号消失了,为电压反馈,否则为电流反馈。

③ 判断是串联反馈还是并联反馈。如果反馈信号和输入信号是串联关系则为串联反馈。在共发射极放大电路中,串联反馈是通过反馈电路将反馈信号送到输入回路晶体管的发射极上,通过发射极电阻压降来影响输入信号。如果反馈信号和输入信号是并联关系则为并联反馈。在共发射极放大电路中,并联反馈是通过反馈电路将反馈信号引到输入级晶体管的基极上。对于运算放大器,若反馈信号和输入信号加在运算放大器的同一个输入端上是并联反馈,若反馈信号与输入信号加在不同的输入端上是串联反馈。

④ 判断正反馈和负反馈。判断正、负反馈可采用瞬时极性法。瞬时极性是指交流信号某一瞬间的极性,一般要在交流通路里进行判断。首先假定放大电路输入电压  $\dot{U}_i$  对地的瞬时极性是正或负,然后按照闭环放大电路中信号的传递方向,依次标出有关各点在同一瞬间对地的极性(用+或-表示)。如果反馈信号削弱输入信号属负反馈,反之属正反馈。

现在通过具体实例,参考以上介绍的步骤来判别具体放大电路的反馈类型。

**例 12.1** 判断如图 12.2.4 所示电路的反馈类型。

**解** 图 12.2.5 是图 12.2.4 所示放大电路的交流通路。为了简单起见,将偏置电阻  $R_{B1}$  和  $R_{B2}$  略去。从放大电路的输出端看,反馈电压  $\dot{U}_f \approx \dot{I}_e R_e$  是取自输出电流  $\dot{I}_e$  (即流过  $R'_L$  的电流),故为电流反馈。从放大电路的输入端看,反馈信号  $\dot{U}_f$  与输入信号串联,故为串联反馈。利用瞬时极性法,设在输入信号  $\dot{U}_i$  的正半周其瞬时极性如图 12.2.5 所示,这时  $\dot{I}_b$  和  $\dot{I}_c$  也在正半周,其实际方向与图中的正方向一致。所以这时  $\dot{I}_e$  ( $\approx \dot{I}_c$ ) 流过电阻  $R_e$  所产生的电压  $\dot{U}_e \approx \dot{I}_e R_e$  的瞬时极性也如图中所示,  $\dot{U}_e$  即为反馈电压  $\dot{U}_f$ 。



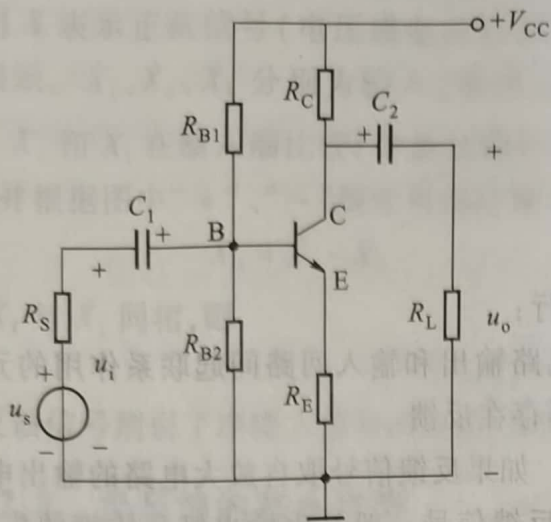


图 12.2.4 例 12.1 图

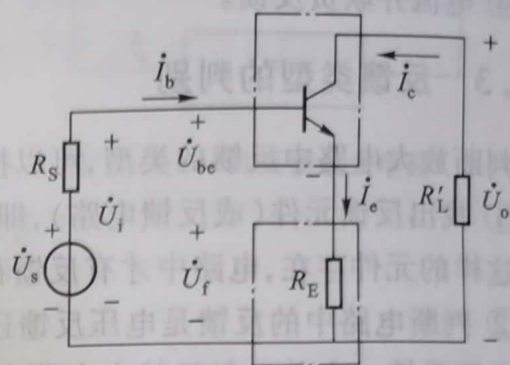


图 12.2.5 例 12.1 解图

根据基尔霍夫定律可列出

$$\dot{U}_{be} = \dot{U}_i - \dot{U}_f$$

由于它们的正方向与瞬时极性一致,故三者同相,即都在正半周,于是可写成

$$U_{be} = U_i - U_f$$

可见净输入电压  $U_{be} < U_i$ , 即  $U_f$  削弱了净输入信号, 故为负反馈。

由以上分析可知, 图 12.2.4 是电流串联负反馈类型的放大电路。

**例 12.2** 判断如图 12.2.6 所示电路的反馈类型。

**解** 从图 12.2.6 所示放大电路的信号通路可以看出, 电阻  $R_f$  将运算放大器的输入和输出回路联系起来, 所以该元件是反馈元件。若将负载短路即将运算放大器的输出短路, 则输出信号为零而反馈信号也为零(虚地使  $R_f$  两端电位相等, “虚地”将在后面介绍), 所以为电压型反馈。而从输入端看, 信号源的输入信号和经反馈电阻反馈回来的反馈信号均加在了运算放大器反相输入端, 所以为并联反馈。因为净输入信号  $\dot{I}_- = \dot{I}_1 - \dot{I}_f$ , 由瞬时极性可知  $\dot{I}_f$  将对  $\dot{I}_1$  分流使  $\dot{I}_-$  减小, 反馈信号减弱了输入信号的作用, 所以是负反馈。

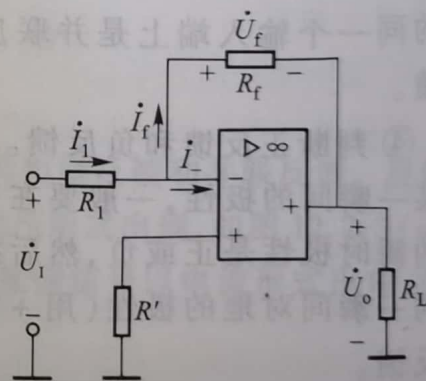


图 12.2.6 例 12.2 图

综上所述, 该电路的反馈类型是电压并联负反馈。

