

Preliminary Study on Teaching of Negative Feedback Amplification

ZHAO Xin, LIU Dong

Department of Physics, Qiongzhou University, Sanya, China

Abstract: As negative feedback amplification electric circuit plays a major role in analog electric technology, it is very important to use various teaching methods to optimize the instruction on this subject in classroom teaching. Some opinions and discussions are presented on how to teach this chapter from the aspects of activation of motivation, optimizing teaching process and experiment teaching.

Keywords: negative feedback amplification electric circuit; classroom teaching; teaching process; experiment teaching

负反馈放大器教学初探

赵欣, 刘冬

琼州学院物理系, 三亚, 中国, 572022

摘要: 负反馈放大电路是模拟电子技术中的重要内容。如何灵活运用各种教学手段, 优化教学过程对于实际教学至关重要。结合教学实际, 文章对负反馈放大器章节的教学从动机激发、优化教学过程、实验教学三个方面进行了总结和初浅的探讨。

关键词: 负反馈放大器; 课堂教学; 教学过程; 实验教学

1 引言

1934 年 H.S.Black 发表第一篇关于反馈的论文, 阐明负反馈可以改善放大器的性能, 至此反馈受到极高的重视; 而实际的放大电路, 各种反馈作为改善放大器性能的重要手段, 无处不在; 负反馈放大器章节是模拟电子技术课程的重点和难点。因此, 如何进行负反馈章节的讲授, 以收到良好的教学效果, 至关重要。

2 激发动机, 为课程内容的学习创设良好的情境

动机是引发学习的原因。让学生从心理上认知所学知识是应用的必须, 专业的必须, 以调动他们学习的积极性, 唤起主体意识, 激发兴趣, 强化意向, 把被动的课堂教学变成有意义的接受学习。

在教学实施中, 大量的介绍负反馈放大电路在实际电子设备中的广泛应用, 如助听器、收音机电路、稳压源器件等都采用了负反馈放大电路, 负反馈放大电路的引入使助听器、收音机、稳压源器件等电子设备的性能得到了有效的改善。另外, 把归因理论渗透于教学过程中。根据韦纳的理论, 当学生相信加强努

力将带来成功, 他们就会在学习中保持长久而持续的努力^[1], 这对于学生专业的学习是非常有益的。培养学生的学学习动机和学习兴趣, 不仅有助于学生在校的学习, 而且有助于他将来离校后能随环境的要求而继续学习、继续自我成长。

3 课堂教学科学化, 实现教学过程最优

控制课堂教学过程的最优实现, 不是凯洛夫“五环节”的简单实施。课堂教学过程的本身就是一个多因素构成的整体, 教师、学生、教学内容、教学手段等多种因素相互制约, 相互联系, 构成丰富多彩的课堂教学结构形态^[2]。

3.1 吃透教材, 教材活用

教师的备课及教学过程的整体设计关乎着课堂教学的成败。因此, 教师必须①依据大纲, 研读、吃透教材, 理清知识脉络, 准确把握相关知识点、关键点、重点、难点, 弄清各知识点之间的逻辑层次。另外, 根据教学实际, 可以调整教材各知识点的先后顺序, 以期达到更好的教学效果。②力争掌握更多的相关资料, 拓展宽度, 把握专业知识的最新应用动态, 为学生以后的专业学习搭设平台。

3.2 纲举目张，事半功倍

反馈放大电路章节的重点是反馈的基本概念及反馈类型的判断等。那么，怎样科学而合理设计教学过程才能使重点更突出，难点更易突破呢？传统的教学方法中，先具体后归纳的方法居多，笔者在教学实际中发现，这种方法不尽完善，采用纲举目张的方式会事半功倍。即：先亮出本质、特点、结论的东西，然后，再具体释疑，让学生带着目标去发现学习，效果更佳。例如，负反馈四种组态的判断是反馈章节的重点也是难点，首先，强调亮出判断电路的结论性方法，为了产生更好的教学效果，可以编成上口、易记的顺口溜：正负反馈瞬时法；串并联看输入，连接方式来区分；

Table 1. The teaching block diagram of four kinds of negative feedback configuration to determine

表 1. 负反馈四种组态判断教学结构框图

课堂环节	课堂结构	内容实施方法
前提铺垫	1、判断有无反馈的引入 2、正负反馈的判别	① 输入回路与输出回路是否有通路 ② 是否有电器元件输入输出回路共用 瞬时极性法 看输入连接方式→框图展示 ① 串联以电压形式 $\dot{U}_i = \dot{U}_i - \dot{U}_f$ ② 并联以电流形式 $\dot{I}_i = \dot{I}_i - \dot{I}_f$ 看输出取用反馈形式→框图展示 ① 电压反馈 串联: $\dot{U}_f = F\dot{U}_0$ 并联: $\dot{I}_f = F\dot{U}_0$ ② 电流反馈 串联: $\dot{U}_f = F\dot{I}_0$ 并联: $\dot{I}_f = F\dot{I}_0$ ① 分立元件放大电路→四种组态负反馈电路分析 ② 集成运算放大器→四种组态负反馈电路分析 结合 3 强化 1、2 的结论 ① 对应课堂知识点 ② 水平层次遵循大纲要求
教学过程	1、串并联反馈判断 2、电压电流反馈方式判断 3、举例分析，强化练习→有代表性的典型电路 4、归纳小结	
课后回顾	回顾总结→作业	

典型实例分析：

如图 1 所示射极输出器：

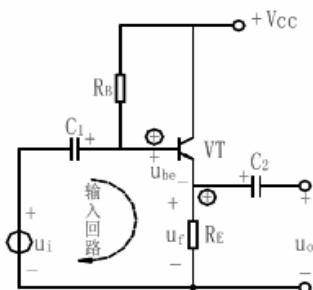


图 1 射极输出器

有无反馈的判别：电阻 R_E 既包含于输出回路又

电压、电流看输出，取谁就是稳定谁^[3, 4]。三句话抓住了反馈判断的元素。（正负反馈元素，串并联反馈元素，电压电流反馈元素）然后具体实例分析，强化练习，再归纳总结，效果很好，事半功倍。

3.3 科学设计教学结构，教学目标具体化

科学设计课堂教学结构，清晰各知识点的逻辑关系，循序渐进，环环相扣。并把课堂教学目标明确而具体化，这对于课堂教学目标的实现是非常必要的，也是十分有效的。

负反馈的四种组态判断的课堂教学结构如表 1 所示：

包含于输入回路，通过 R_E 把输出电压信号 u_o 全部反馈到输入回路中，因此该电路存在反馈，反馈元件为 R_E 。

反馈极性判别：采用瞬时极性判别方法，假定输入信号 \dot{U}_i 在某一瞬间极性为正，并用 \oplus 标记，然后顺着信号

的传输方向，推得反馈信号 \dot{U}_f 为 \oplus ， $\dot{U}_i = \dot{U}_i - \dot{U}_f$

反馈信号 \dot{U}_f 削弱净输入信号 \dot{U}_i （图 1 中的 u_{be} ），是负反馈。

串并联反馈的判断：看输入回路， $\dot{U}_i = \dot{U}_i - \dot{U}_f$ 为电压加减形式，是串联反馈。

电压电流反馈的判断：看输出回路，反馈电压

$\dot{U}_f = \dot{U}_o$, 是电压反馈。

结论：图 1 为电压串联负反馈电路。

4 充分利用实验教学，巩固记忆，促进思维

实验教学使巴班斯基的直观法、实践法、复现法三种教学方法并存。实验教学的直观特点^[5]，发展了学生的观察力，提高对所学知识的注意，产生正确的

感知、表象。实践特点加强了学生的技能和技巧。复

现特点，通过实验进一步验证了课堂所授知识，巩固了记忆，促进了思维，使实验教学成为拓展理论教学的有效手段。同学们通过直观波形观测到负反馈改善了放大器的非线性失真，通过实际数据测量验证了负反馈使放大器降低增益、展宽通频带、改变输入输出电阻。大大强化了课堂教学知识点，同时实验教学直观、感性的形式特点也进一步调动了学生学习的积极性。图 2 和表 2 如下。

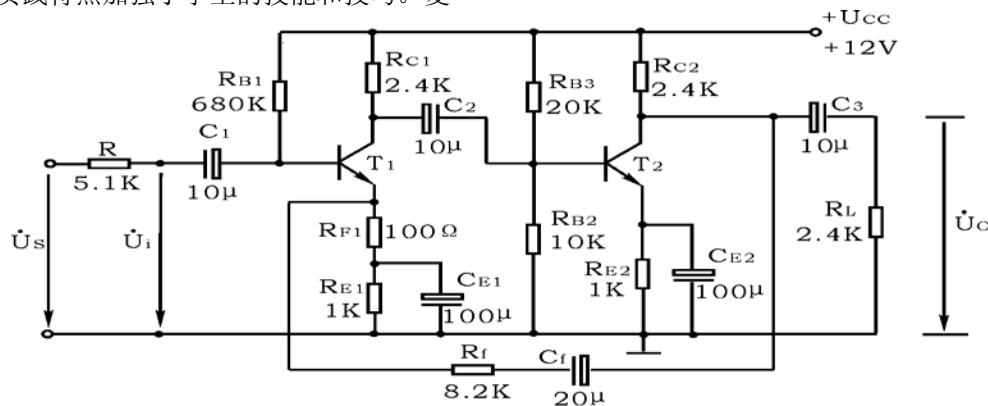


图 2 电压串联负反馈电路

表 2 图 2 的实验数据 ($U_s=10\text{mV}$)

	不接 R_f	接 R_f
放大倍数	52	1.05
输入电阻($\text{k}\Omega$)	600	30000
输出电阻($\text{k}\Omega$)	4.2	0.8
通频带 (KHz)	76	3835

由上述数据可知：放大电路接入电压串联负反馈后增益降低，输出电阻降低，输入电阻增加，通频带变宽。实验数据证明了负反馈对放大器性能的影响，进一步加强了学生对课堂知识点的理解和掌握。

5 小结

笔者总结多年教学经验，对负反馈放大器的教学处理有一点粗浅的思考及体会，并在教学实施中，收到了较好的效果。但具体情况具体分析，各位同行面临的情况也许不尽相同，因此，如何更好地完善负反馈教学，还需进一步探讨。笔者愿同各位同仁一道，在探索中积累，在实践中完善，在改革中创新，以求得教学过程的最优。

致 谢

文章得到了琼州学院物理系石焕玉教授的精心指导与大力帮助。在论文的完成过程中得到了武汉大学

甘良才教授的悉心指导。在此，对给予作者帮助的每位专家和同事表示衷心的感谢！

References (参考文献)

- [1] ShaoRuizhen,Pi Liansheng,Wu Qinglin.Educational psychology[M]. Shanghai: Shanghai education publishing house, 1990.4 邵瑞珍,皮连生,吴庆麟. 教育心理学[M]. 上海: 上海教育出版社,1990.4
- [2] Pei Ruobing.An introduction to classroom teaching [M].Beijing: China yanshi publishing house, 1996.3 裴若冰.课堂教学导论[M].北京: 中国言实出版社, 1996.3
- [3] Hu Yanru.Analog electronics technology [M]. Higher education press,2004:124-138 胡宴如.模拟电子技术[M].高等教育出版社,2004:124-138.
- [4] Kang Huaguang.Electronic technology [M]. Higher education press, 2002:277-314 康华光.电子技术基础[M].高等教育出版社,2002:277-314.
- [5] Li Caifeng.Diversity patterns of experimental teaching of quality course of circuit [J]. China electric power education, 2008.13 李彩峰.电路精品课程实验教学的多元化模式[J].中国电力教育,2008.13