

电子工业技术词典

基本电子线路

N1-61

/2

国防工业出版社

电子工业技术词典

基本电子线路

《电子工业技术词典》编辑委员会 编

国防工业出版社

内 容 简 介

《电子工业技术词典》是在一九六四年出版的《无线电工业技术词典》(试用本)的基础上作了较大修改和增补而编写的。本《词典》是一本为广大工农兵和干部提供的深入浅出、简明实用的工具书。它也可供从事某个具体专业的科技人员在了解电子工业整个领域的全貌、扩大知识面时参考。

本《词典》共有三十四章。正文中各词汇后附有英文对照,书末附有英文索引,合订本中还附有汉字笔画索引。在出版合订本之前,将先分册出版。各分册所包括的章节内容和出版先后次序,将视具体情况而定。

本分册是《词典》第二章基本电子线路的内容,它包括:放大器,振荡器,脉冲技术,数字电路,分频器、倍频器,混频器,调制器,解调器,频率合成技术,锁相技术,发射设备和接收设备等十二节。

电子工业技术词典

基本电子线路

《电子工业技术词典》编辑委员会 编

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业许可出字第 074 号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

787×1092¹/₁₆ 印张 8¹/₄ 172 千字

1977年1月第一版 1977年1月第一次印刷 印数:00,001—47,000册

统一书号:17034·29-13 定价:0.89 元

前 言

《电子工业技术词典》是在无产阶级文化大革命伟大胜利的鼓舞下，在学习无产阶级专政理论的热潮中，在电子工业发展的新形势下出版的。它是在一九六四年出版的《无线电工业技术词典》（试用本）的基础上编写的。

原《词典》自发行以来，曾受到广大读者的欢迎，为宣传、普及、推广电子技术知识起了一定的作用。十多年来，在毛主席革命路线的指引下，我国电子工业已有很大的发展，生产规模不断扩大，技术水平迅速提高，技术队伍日益壮大，电子技术的推广应用已引起国民经济各部门的重视，并在社会主义革命和社会主义建设中发挥出作用。目前，电子工业已成为国民经济的一个组成部分，电子工业战线的广大职工正在为实现第四届全国人民代表大会提出的宏伟目标而努力奋斗。为适应这一大好形势，更好地为无产阶级政治服务，为工农兵服务，为社会主义服务，我们对原《词典》进行了一次较大的修改和增补。内容力求反映七十年代电子技术的水平，释文尽量做到简明、通俗。目的是为了向要求对电子工业技术有一般常识的广大工农兵和干部提供一本实用的工具书；同时也可供从事某个具体专业的科技人员在了解电子工业整个领域的全貌和扩大知识面时参考。

本《词典》共分三十四章。其目录如下：

- | | |
|-----------------|-------------|
| 一、电工基础； | 二、基本电子线路； |
| 三、网络分析与综合； | 四、电波传播与天线； |
| 五、信息论； | 六、电阻、电容与电感； |
| 七、厚薄膜电路； | 八、磁性材料与器件； |
| 九、电子陶瓷与压电、铁电晶体； | 十、机电组件； |
| 十一、电线与电缆； | 十二、电子管； |
| 十三、半导体； | 十四、电源； |
| 十五、其它元器件； | 十六、通信； |

十七、广播与电视；

十九、导航；

二十一、电子对抗；

二十三、系统工程；

二十五、微波技术；

二十七、红外技术；

二十九、电声；

三十一、声纳；

三十三、电子测量技术与设备；

十八、雷达；

二十、自动控制与遥控、遥测；

二十二、电子计算机；

二十四、电子技术的其它应用；

二十六、显示技术；

二十八、激光技术；

三十、超声；

三十二、专用工艺设备与净化技术；

三十四、可靠性。

各章互有联系，并尽量避免章节间词汇的重复，故每章只有一定的系统性。

正文前有章节和词汇目录，正文中各词汇后附有英文对照，最后附有汉字笔画索引与英文索引。本《词典》将先分册出版，各分册所包含的章节内容和出版先后次序将视具体情况而定。各分册无汉字笔画索引。

本《词典》的编写工作，自始至终是在毛主席革命路线的指引下，在党的领导下进行的。贯彻了“**独立自主，自力更生**”的伟大方针，坚持了群众路线，实行了工人、干部、科技人员和生产、科研、教学两个三结合，以及理论联系实际的原则。《电子工业技术词典》本身就是广大群众集体智慧的结晶。它的编写过程也反映了无产阶级文化大革命后我国出版战线上的新气象。

由于我们水平有限，加上时间仓促，虽然作了很大努力，但《词典》中还可能存在不少错误和不妥之处，恳请广大读者及时批评指正。

《电子工业技术词典》编辑委员会

一九七五年十月一日

目 录

一、放 大 器

放大	2-1	前置放大器	2-8
电压放大倍数	2-1	阻容耦合放大器	2-8
电流放大倍数	2-1	变压器耦合放大器	2-8
输入电阻	2-2	负反馈放大器	2-8
输出电阻	2-2	缓冲放大器	2-8
幅频特性	2-2	隔离放大器	2-9
相频特性	2-3	射极(阴极)输出器	2-9
频率特性	2-3	高阻抗输入级	2-9
非线性失真	2-3	低阻抗输出级	2-9
反馈	2-3	多级放大器	2-9
负反馈自激	2-4	直接耦合放大器	2-9
寄生反馈	2-4	共“射”共“基”级联放大器	2-9
直流放大器	2-4	共“射”共“集”级联放大器	2-10
差分放大器	2-4	对数放大器	2-10
失调电压	2-5	运算放大器	2-10
输入失调电流	2-5	低功耗运算放大器	2-10
共模抑制比(同相抑制比)	2-5	开环电压增益	2-10
调制型直流放大器	2-5	闭环电压增益	2-11
功率放大器	2-5	转换速率	2-11
甲类功率放大器	2-6	相敏放大器	2-11
滑动甲类功率放大器	2-6	低噪声放大器	2-11
乙类推挽功率放大器	2-6	选频放大器	2-11
丙类功率放大器	2-6	倒相放大器	2-12
丁类功率放大器	2-6	栅极接地放大器	2-12
无输出变压器功率放大器	2-6	调谐放大器	2-12
全级直接耦合无输出电容功率放大器	2-7	高频放大器	2-12
高淳放大头	2-7	中频放大器	2-13
无电源变压器扩音机	2-7	宽频带放大器	2-13
低频放大器	2-7	已调波放大器	2-13
音频放大器	2-8	视频放大器	2-13
电压放大器	2-8	脉冲放大器	2-13

隧道二极管放大器·····	2-13	三能级固态量子放大器·····	2-14
行波管放大器·····	2-13	参量放大器·····	2-14
速调管放大器·····	2-13	变容二极管参量放大器·····	2-15
量子放大器(脉泽)·····	2-14	铁磁参量放大器·····	2-15

二、振 荡 器

振荡器·····	2-16	电容反馈改进型振荡器·····	2-20
瞬时频率稳定度·····	2-16	克拉泼振荡器·····	2-20
自激振荡器·····	2-16	电阻电容振荡器·····	2-20
振荡回路·····	2-16	文氏电桥振荡器·····	2-21
自由振荡·····	2-17	移相式振荡器·····	2-21
阻尼振荡·····	2-17	采用T型选频网络的正弦波振荡器·····	2-21
强迫振荡·····	2-17	采用双T选频网络的正弦波振荡器·····	2-21
寄生振荡·····	2-17	采用单T选频网络的正弦波振荡器·····	2-21
频率牵引·····	2-17	扫频振荡器·····	2-22
频率占据·····	2-17	差拍振荡器·····	2-22
他激振荡器·····	2-18	拍频振荡器·····	2-22
负跨导振荡器·····	2-18	音频振荡器·····	2-22
负阻振荡器·····	2-18	振簧振荡器·····	2-22
原子频标·····	2-18	音叉振荡器·····	2-22
石英晶体振荡器·····	2-18	延迟线振荡器·····	2-22
隧道二极管负阻振荡器·····	2-19	陶瓷滤波器振荡器·····	2-23
电感电容振荡器·····	2-19	磁控管振荡器·····	2-23
变压器耦合振荡器·····	2-19	速调管振荡器·····	2-23
调谐型振荡器·····	2-19	雪崩二极管振荡器·····	2-23
电感三点式振荡器·····	2-19	砷化镓体效应器件振荡器·····	2-23
哈脱来振荡器·····	2-20	氢原子振荡器·····	2-24
电容三点式振荡器·····	2-20	氨分子振荡器·····	2-24
考毕兹振荡器·····	2-20	分子振荡器·····	2-24

三、脉 冲 技 术

脉冲技术·····	2-25	脉冲幅度·····	2-26
脉冲波形·····	2-25	脉冲重复周期·····	2-26
矩形脉冲·····	2-25	脉冲重复频率·····	2-26
方波·····	2-25	波形失真·····	2-26
正极性脉冲·····	2-25	波形畸变·····	2-26
负极性脉冲·····	2-25	上升时间·····	2-26
波形参数·····	2-25	脉冲前沿·····	2-26

脉冲上升边·····	2-26	二极管限幅器·····	2-33
下降时间·····	2-26	晶体管限幅器·····	2-33
脉冲后沿·····	2-27	饱和限幅·····	2-33
脉冲下降边·····	2-27	截止限幅·····	2-33
脉冲宽度·····	2-27	对称限幅·····	2-33
脉冲持续时间·····	2-27	限制器·····	2-33
平顶降落·····	2-27	脉冲限制电路·····	2-34
正峰突·····	2-27	限幅保护电路·····	2-34
上冲·····	2-27	低电平限幅器·····	2-34
负峰突·····	2-27	箝位器·····	2-34
下冲·····	2-27	振幅推移电路·····	2-35
占空系数·····	2-27	正向箝位·····	2-35
空度比·····	2-27	负向箝位·····	2-35
阶跃电压·····	2-27	晶体管基极箝位电路·····	2-35
突跳电压·····	2-28	二极管箝制电路·····	2-35
暂态过程·····	2-28	锯齿波形·····	2-35
瞬变过程·····	2-28	扫描波形·····	2-36
时间常数·····	2-28	扫描幅度·····	2-36
晶体管开关器·····	2-28	扫描期·····	2-36
反相器·····	2-29	回扫期·····	2-36
加速电容·····	2-29	恢复期·····	2-36
晶体管开关器的惰性·····	2-29	静止期·····	2-36
存储时间·····	2-30	正向锯齿波·····	2-36
非饱和式开关器·····	2-30	线性上升电压·····	2-36
反馈箝位电路·····	2-30	负向锯齿波·····	2-36
非线性反馈开关器·····	2-30	线性下降电压·····	2-36
脉冲整形电路·····	2-30	扫描重复周期·····	2-36
非线性形成电路·····	2-30	扫描重复频率·····	2-36
脉冲形成电路·····	2-30	回扫率·····	2-37
线性形成电路·····	2-31	锯齿波的非线性系数·····	2-37
脉冲变换电路·····	2-31	锯齿波发生器·····	2-37
微分电路·····	2-31	扫描发生器·····	2-37
积分电路·····	2-31	时基电路·····	2-37
限幅器·····	2-32	正向补偿锯齿波电路·····	2-38
削波器·····	2-32	负向补偿锯齿波电路·····	2-38
正向削波·····	2-32	密勒积分电路·····	2-39
负向削波·····	2-33	稳流管扫描电路·····	2-39
双向限幅·····	2-33	锯齿电流波发生器·····	2-40

梯形波·····	2-40	翻转时间·····	2-45
峰化电路·····	2-40	计数式触发器·····	2-45
振铃电路·····	2-40	二进制计数器·····	2-45
冲击激励振荡器·····	2-41	二次分频电路·····	2-45
断续正弦波振荡器·····	2-41	脉冲引导电路·····	2-45
阶梯波形成电路·····	2-41	击穿二极管耦合触发器·····	2-45
积蓄电路·····	2-42	射极耦合触发器·····	2-46
负反馈补偿阶梯波形成电路·····	2-42	回差现象·····	2-47
仿真线脉冲电路·····	2-42	滞后现象·····	2-47
延迟线·····	2-42	施密特触发器·····	2-47
脉冲产生电路·····	2-42	单稳多谐振荡器·····	2-47
弛张振荡器·····	2-42	单程触发电路·····	2-47
自由多谐振荡器·····	2-42	射极耦合单稳电路·····	2-47
多谐振荡器·····	2-43	射极定时多谐振荡器·····	2-48
非稳多谐振荡器·····	2-43	射极定时单稳电路·····	2-48
对称多谐振荡器·····	2-43	间歇振荡器·····	2-49
不对称多谐振荡器·····	2-43	单稳间歇振荡器·····	2-50
累积过程·····	2-44	他激式间歇振荡器·····	2-50
翻转过程·····	2-44	触发式间歇振荡器·····	2-50
准稳状态·····	2-44	同步·····	2-50
定时电容·····	2-44	分频·····	2-51
双稳多谐振荡器·····	2-44	互补脉冲电路·····	2-51
双稳触发电路·····	2-45	负阻式脉冲电路·····	2-51
触发脉冲·····	2-45	毫微秒脉冲技术·····	2-51
触发输入电路·····	2-45		

四、数 字 电 路

数字电路·····	2-53	“与或”扩展器·····	2-56
数字集成电路·····	2-53	“与非”驱动器·····	2-57
数字信号·····	2-53	电源开关逻辑“或非”门·····	2-57
逻辑电路·····	2-53	记忆电路·····	2-57
真值表·····	2-54	计数触发器·····	2-58
禁止门·····	2-54	时钟脉冲置位-复位触发器·····	2-58
符合门·····	2-54	维持-阻塞触发器·····	2-59
二极管-晶体管逻辑“与非”门·····	2-54	集成单元触发器·····	2-59
晶体管-晶体管逻辑“与非”门·····	2-55	主从触发器·····	2-60
“与”门扩展器·····	2-56	计数器·····	2-60

寄存器·····	2-60	数字显示电路·····	2-62
移位寄存器·····	2-61	数字-模拟转换电路·····	2-62
时钟脉冲·····	2-61	模拟-数字转换电路·····	2-63
译码器·····	2-61	金属-氧化物-半导体集成数字电路·····	2-63

五、分频器、倍频器

分频·····	2-64	倍频器·····	2-65
分频器·····	2-64	电子管倍频器·····	2-65
正弦分频器·····	2-64	晶体管倍频器·····	2-65
脉冲分频器·····	2-64	参量倍频·····	2-66
数字分频器·····	2-64	功率变容二极管倍频器·····	2-66
占据分频器·····	2-64	阶跃恢复二极管倍频器·····	2-66
再生分频器·····	2-65	铁氧体参量倍频器·····	2-66
参量分频器·····	2-65	倍频链·····	2-66
倍频·····	2-65	倍频程·····	2-66

六、混频器

混频·····	2-67	谐波变频器·····	2-68
混频器·····	2-67	二极管混频器·····	2-68
本机振荡器·····	2-67	晶体混频器·····	2-68
外差振荡器·····	2-67	三极管混频器·····	2-68
组合频率·····	2-67	多极管变频器·····	2-69
变频·····	2-68	多栅管变频器·····	2-69
变频器·····	2-68	平衡混频器·····	2-69
上变频·····	2-68	环形混频器·····	2-69
下变频·····	2-68	参量混频器·····	2-70
变频增益·····	2-68		

七、调制器

调制·····	2-71	残留边带(残余边带)·····	2-72
调制信号(调制波)·····	2-71	线性调制·····	2-72
载波·····	2-71	调幅·····	2-72
已调波·····	2-71	包络·····	2-72
频带宽度·····	2-71	调幅度·····	2-72
边带·····	2-72	单边带调制·····	2-73
上边带·····	2-72	抑制载波的双边带调制·····	2-73
下边带·····	2-72	调角·····	2-73

调频·····	2-73	二次调制·····	2-76
调相·····	2-73	调幅器·····	2-76
频率偏移·····	2-73	被调放大器·····	2-76
相对频偏·····	2-74	板极调幅·····	2-77
相位偏移·····	2-74	栅极调幅·····	2-77
调制指数·····	2-74	阴极调幅·····	2-77
调频指数·····	2-74	集电极调幅·····	2-77
调相指数·····	2-74	基极调幅·····	2-77
寄生调幅·····	2-74	发射极调幅·····	2-77
连续波调制·····	2-74	板帘同调·····	2-77
脉冲调制·····	2-74	乘积调制器·····	2-77
脉幅调制·····	2-75	平衡调制器·····	2-77
脉宽调制·····	2-75	环形调制器·····	2-78
脉冲持续时间调制·····	2-75	脉冲调制器·····	2-78
脉冲长度调制·····	2-75	直接调频·····	2-79
脉位调制·····	2-75	电抗管调频·····	2-79
脉冲时间调制·····	2-75	变容二极管调频·····	2-79
脉冲频率调制·····	2-75	间接调频·····	2-79
脉冲编码调制·····	2-75	调相器·····	2-80
增量调制·····	2-76		

八、解 调 器

解调·····	2-81	阴极输出检波器·····	2-83
检波·····	2-81	相干检波器·····	2-83
线性检波·····	2-81	乘积检波器·····	2-84
幅度检波·····	2-81	同步检波器·····	2-84
包络检波·····	2-81	平衡检波器·····	2-84
峰值检波·····	2-81	环形检波器·····	2-85
脉冲检波·····	2-81	频率检波(鉴频)·····	2-85
平方律检波·····	2-81	鉴频器·····	2-86
二极管检波器·····	2-82	斜率鉴频器·····	2-86
检波效率·····	2-82	相位鉴频器·····	2-86
检波传输系数·····	2-82	比例鉴频器(比率鉴频器)·····	2-87
检波器输入阻抗·····	2-82	锁相鉴频器·····	2-87
三极管检波器·····	2-83	相位检波·····	2-88
板极检波·····	2-83	鉴相器(相位比较器)·····	2-88
栅极检波·····	2-83		

九、频率合成技术

频率合成器·····	2-89	脉冲控制锁相环法·····	2-90
频率综合器·····	2-89	数字环法·····	2-91
频率合成技术·····	2-89	频率间隔·····	2-91
频率综合技术·····	2-89	长期频率稳定度·····	2-91
直接合成法·····	2-89	短期频率稳定度·····	2-91
混频滤波法·····	2-89	频谱纯度·····	2-91
漂移补偿法·····	2-89	频率抖动·····	2-91
间接合成法·····	2-90	相位抖动·····	2-91

十、锁相技术

锁相技术·····	2-92	捕捉带·····	2-93
锁相环路·····	2-92	同步带·····	2-94
环路滤波器·····	2-92	高增益环路·····	2-94
压控振荡器·····	2-92	迟延锁定环·····	2-94
一阶环路·····	2-93	取样锁相环·····	2-94
二阶环路·····	2-93	脉冲锁相环·····	2-95
锁定·····	2-93	数字锁相环·····	2-95
失锁·····	2-93	平方环·····	2-95
高阶环路·····	2-93	考斯脱斯环·····	2-95
跟踪·····	2-93	跳周·····	2-95
捕捉·····	2-93		

十一、发射设备

无线电发射机·····	2-96	分贝瓦·····	2-98
调幅发射机·····	2-96	分贝毫瓦·····	2-98
调频发射机·····	2-96	效率·····	2-98
单边带发射机·····	2-96	载波频率·····	2-98
脉冲发射机·····	2-97	频率稳定度·····	2-98
相干发射机·····	2-97	频率准确度·····	2-98
电平·····	2-97	非线性失真·····	2-98
输入功率·····	2-97	乱真输出·····	2-99
输出功率·····	2-97	参量稳频法·····	2-99
贝尔·····	2-97	石英稳频法·····	2-99
分贝·····	2-97	注入稳频法·····	2-99
奈培·····	2-98	锁相稳频法·····	2-99

十二、接收设备

无线电接收机·····	2-100	强干扰阻塞·····	2-106
直接检波式接收机·····	2-100	大信号阻塞·····	2-106
直放式接收机·····	2-100	波段覆盖·····	2-106
来复式接收机·····	2-100	波段划分·····	2-106
再生接收机·····	2-100	输入电路·····	2-106
自差式接收机·····	2-101	射频增益控制·····	2-107
超再生接收机·····	2-101	音量控制·····	2-107
外差式接收机·····	2-101	自动音量控制·····	2-107
超外差式接收机·····	2-101	自动增益控制·····	2-107
二次变频超外差式接收机·····	2-102	自动频率控制·····	2-107
高中频超外差式接收机·····	2-102	自动调谐·····	2-108
调幅接收机·····	2-102	电子调谐·····	2-108
调频接收机·····	2-102	变容二极管调谐·····	2-108
脉冲接收机·····	2-103	调谐指示器·····	2-108
单边带接收机·····	2-103	分集·····	2-109
灵敏度·····	2-103	分集间隔·····	2-109
接收机噪声·····	2-103	频率分集·····	2-109
噪声系数·····	2-103	空间分集·····	2-109
噪声温度·····	2-103	极化分集·····	2-110
选择性·····	2-104	角度分集·····	2-110
保真度·····	2-104	时间分集·····	2-110
通频带·····	2-104	混合分集·····	2-110
接收机干扰·····	2-104	编码分集·····	2-110
副波道干扰·····	2-105	调制分集·····	2-111
中频抗拒比·····	2-105	最佳选择分集·····	2-111
镜像抗拒比·····	2-105	最大比值合并·····	2-111
镜像频率干扰·····	2-105	等增益合并·····	2-111
交调干扰·····	2-105	开关合并·····	2-111
交叉调制·····	2-105	检波前合并·····	2-111
互调干扰·····	2-105	中频合并·····	2-111
干扰哨声·····	2-105	检波后合并·····	2-111
相互混频·····	2-106	基频合并·····	2-112
阻塞·····	2-106	综合相位隔离器·····	2-112

一、放 大 器

放大

amplification

放大是将微弱信号增强到可以察觉或利用的程度的技术。

放大后的信号波形应与放大前的波形相似或基本上相似,而其振幅则有所增加。亦即放大后信号的电压、电流的伏安乘积(功率)大于放大前信号的电压、电流的伏安乘积(功率)。必须注意,信号被放大后所增加的功率的能源,并不是输入端的信号源,而是其他的功率源。因此,放大的实质就是用较小的能量来控制较大的能量。

用来完成上述放大任务的电子装置称为放大器。它包括得到信号功率的电子器件(如电子管,晶体管),以及相应的电路元件和能源。

应当指出,变压器虽能将电压或电流的幅度变大,但他不能称为放大器。因为输出端的电压、电流伏安乘积(功率)完全由输入端的电压、电流伏安乘积(功率)供给。也就是说,变压器改变电压或电流是无源的。

信号在传递途径中常会遇到衰耗。造成衰耗的原因主要是途径中存在电阻,如果在途径中引入可控制的负电阻,那么由电阻造成的衰耗便可被抵消掉。与未引入这种负电阻时相比,信号增强了。对信号来说,该负电阻表现为有源器件。因此适当地引入负电阻的电路装置,同样称为放大器。

放大器在原理上可分为二种:一种是具有控制器件的放大器,一种是具有适当负电阻的放大器。它们向负载供给的信号功率,都是由信号源以外的能源按输入信号变化补

充供给的。它们的共同点是都有有源器件。

利用晶体管、电子管及可控电抗器等控制器件构成的控制性放大器,就是我们常称的晶体管、电子管放大器及磁放大器。

利用负阻特性构成的放大器,有变容二极管参量放大器,磁饱和参量放大器,铁氧体微波放大器以及量子放大器等。

放大器的分类方法很多,按工作频率分:有直流放大器、超低频放大器、音频放大器、低频放大器、射频放大器、视频放大器等;按用途分:有电压放大器、功率放大器;按工作状态分:有甲类、滑动甲类、甲乙类、乙类推挽、丙类及丁类放大器等。

电压放大倍数

voltage amplification factor

电压放大倍数是指放大器输出端的输出电压 $\tilde{U}_{sc}$ 与输入端的输入信号电压 $\tilde{U}_{sr}$ 之比,用符号 K 表示,即 $K = \frac{\tilde{U}_{sc}}{\tilde{U}_{sr}}$ 。

对于共发射极(或共阴极)电路,其输出电压 $\tilde{U}_{sc}$ 与输入信号电压 $\tilde{U}_{sr}$ 在相位上要差 180° ,这时的 K 值表现为负值,在使用时,常取 K 的绝对值。

放大倍数又常称为增益,用符号 G 表示,它是把放大倍数 K 取以 10 为底的对数,再乘 20,即 $G = 20 \log |K|$ 。

增益 G 的基本单位是分贝。

电流放大倍数

current amplification factor

是指放大器输出端的输出电流 $\tilde{I}_{sc}$ (对于共发射极电路, $\tilde{I}_{sc} = \tilde{I}_c$, $\tilde{I}_c$ 为集电极电流)与输入端的输入信号电流 $\tilde{I}_{sr}$ 之比,用符号 K_i 表示,即

$$K_i = \frac{\tilde{I}_{sc}}{\tilde{I}_{sr}}$$

输入电阻

input resistance

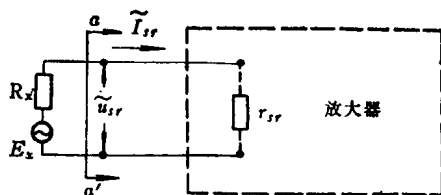
如图,放大器从它的输入端 ($a-a'$) 看进去,有一个等效电阻。这个等效电阻称做输入电阻 r_{sr}

$$r_{sr} = \frac{\tilde{U}_{sr}}{\tilde{I}_{sr}}$$

式中 $\tilde{U}_{sr}$ 为输入端的输入电压, $\tilde{I}_{sr}$ 为输入端的输入电流。

输入电阻 r_{sr} 的大小,表明了对信号源的影响程度。在放大设备中,特别是在测量仪器设备中总希望有很高的输入电阻,以减小对被测电路的影响。

但在有些场合,则要求放大电路的输入电阻小些。例如,有一个三级组成的放大器,中间一级放大电路的输入电阻就成了前级放大电路的负载。当放大器用作视频放大或高频放大时,就要求中间一级放大电路的输入电阻小些,以改善放大器的高频特性。



放大器输入阻抗等效图

输出电阻

output resistance

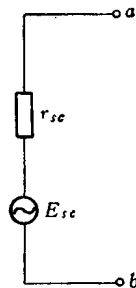
用等效电源定理,将放大器的输出端可看成一个电压源,它由内阻 r_{sc} 和电压 $\tilde{E}_{sc}$ 组成,如图所示。内阻 r_{sc} 就是从输出端看进去的放大器的输出电阻,

$$r_{sc} = \frac{\tilde{E}_{sc}}{\tilde{I}_s}$$

式中 $\tilde{E}_{sc}$ 为 a 、 b 两端开路电压, $\tilde{I}_s$ 为 a 、 b 两端短路时的回路电流。

输出电阻 r_{sc} 的大小,表明了放大器受

后级电路影响的程度,是衡量放大器带负载能力大小的一个重要指标。一般要求输出电阻 r_{sc} 愈小愈好。

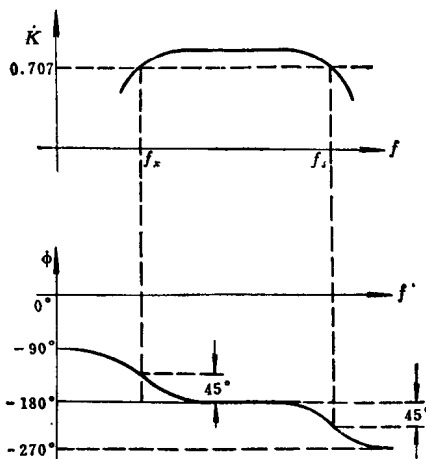


放大器的等效电压源

幅频特性

amplitude-frequency characteristic

放大器的幅频特性标志着放大倍数的幅值 $|K|$ 与频率的关系,如图表示。从图可知放大倍数在低频端和高端时都下降了,



单级放大器的幅频特性和相频特性

这是由于在低频和高端时,放大器的射极旁路电容、级间耦合电容和集电结电容、发射结扩散电容以及分布电容等的容抗发生变化而引起的。

在低端某频率 f_x 时,放大器放大倍数幅值下降到中频段的放大倍数幅值的 0.707,则 f_x 称为该放大器的下限频率。在高端某频率 f_s 时,放大倍数幅值下降到中频段的

放大倍数幅值的 0.707, 则 f_s 称为该放大器的上限频率。上限频率 f_s 与下限频率 f_x 之间的频率范围称为放大器的通频带, 一般由于 f_x 很低 (几十赫), 因此通频带近似由上限频率 f_s 决定。

通频带表明了一个放大器能在多宽的频率范围内让信号通过, 而不产生不合要求的失真。

相频特性

phase-frequency characteristic

放大器的相频特性标志放大器的输出电压与输入电压之间的相位差 ϕ 和频率 f 的关系 (见“放大器的幅频特性”图)。

当频率 f 为下限频率 f_x 时, 输出电压相位超前在中频段的输出电压的相位 45° ; 当频率 f 为上限频率 f_s 时, 输出电压相位滞后在中频段的输出电压的相位 45° 。

在视频放大器中, 对相频特性要求较高。

频率特性

frequency characteristic

幅频特性和相频特性二者合称为放大器的频率特性。

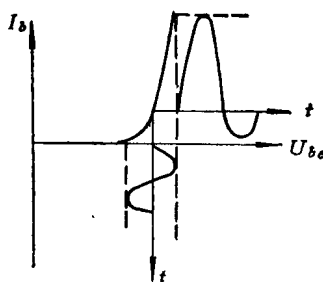
非线性失真

non-linear distortion

非线性失真是指放大器的输出信号和输入信号不成直线关系, 即放大倍数随着输入信号大小而变化。

如放大器输入一个单一频率的正弦波电压 U_{be} (如图所示), 由于放大器件输入特性曲线的弯曲, 于是会得到正半周和负半周幅值不等的 I_b 波形, 因此放大后的输出电压波形与输入电压波形也就不同, 成为非正弦波, 也就是产生了失真。

由于放大器的控制器件晶体管 (或电子管) 是一种非线性元件, 因此, 使用晶体管 (或电子管) 的放大器, 非线性失真是不可避免的, 通常只要求非线性失真系数小于一定程度即可。



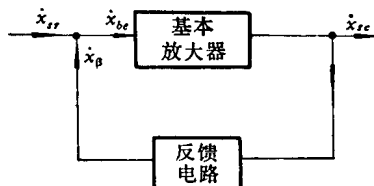
由放大器件的输入特性所引起的非线性失真

反馈

feedback

反馈, 就是将放大器的输出信号 (电压或电流) 通过一定的电路 (即反馈电路) 返回到输入端。反馈亦叫“回授”。图示为反馈放大器的方框图。 $\dot{x}_{ir}$ 、 $\dot{x}_{se}$ 和 $\dot{x}_\beta$ 分别表示放大器的输入信号、输出信号和反馈信号。

放大器引入反馈后, 若反馈到输入端的信号 $\dot{x}_\beta$ 与输入端原有信号 $\dot{x}_{ir}$ 在相位关系上成为相减, 那么反馈使净输入信号 $\dot{x}_{be}$ 减小, 即使放大倍数减小, 这种反馈叫做负反馈; 反之, 若反馈信号与输入端原有信号在相位关系上成为相加, 其结果使净输入信号增加, 放大倍数增加, 这叫正反馈。反馈量的大小一般用反馈系数 β 来表示, 即 $\beta = \dot{x}_\beta / \dot{x}_{se}$ 。



反馈放大器方框图

负反馈虽使放大器的增益降低, 但却换来了放大器其他性能的改善。例如: 可提高放大器工作的稳定度, 改善频响特性, 减小波形失真; 采用不同的反馈电路, 还可以使放大器获得任意的输入阻抗和输出阻抗等等。因此负反馈放大器得到广泛的应用。

正反馈虽然可提高放大器的增益,但将使放大器的工作稳定度、失真、频响等性能变恶,因此,在放大器中一般不采用,它主要应用于振荡及脉冲电路。

负反馈自激

negative feedback self-oscillation

引入负反馈后,放大器的许多性能指标都得到了改善。反馈愈深,改善的程度也愈大。但过深的反馈又可能引起放大器不能正常工作而导致自激。它的现象是,即使不加输入信号,在输出端也会出现具有一定频率和幅度的正弦波。

自激的原因是当不同频率的信号通过放大器时,输出信号与输入信号之间要产生不同的相位差。对单级放大器,我们若以中频段的输出信号与输入信号间的相位差 $\phi_0 = -180^\circ$ 为基准,把输出信号在低频段与高频段时偏离 ϕ_0 的相移叫做附加相移 $\Delta\phi$,则对单级放大器来说,高频时附加相移由 0° 到 -90° ,低频时由 90° 到 0° (见“幅频特性”图)。对一个二级放大器来说,附加相移可达到 $\pm 180^\circ$,三级放大器附加相移可达到 $\pm 270^\circ$ 。

当附加相移为 $\pm 180^\circ$,那么负反馈就变成了正反馈,只要正反馈足够强,使得净输入 $\dot{U}_{be}$ 借助于反馈信号 $\dot{U}_f$ 而得以维持,即反馈信号等于放大器的净输入信号,这时放大器就产生自激。因为 $\dot{U}_f = \dot{U}_{be}\beta = \dot{U}_{be}K_0\beta$ 。因此可以写出一个放大器产生自激振荡的条件如下:

幅值条件: $|K_0\beta| = 1$;

相位条件: $K_0\beta$ 的附加相移 $\Delta\phi = \pm n\pi$,

式中 $n = 1, 3, 5 \dots$

如果要得到一个稳定的负反馈放大器,就必须避免上述条件的建立。因此,一般负反馈放大器通常不超过三级。

寄生反馈

parasitic feedback

寄生反馈是指放大器的输出通过非有意安排的路径而反馈到输入端。寄生反馈的路径常常是放大器输出端与输入端之间的寄生电容、互感以及输出电流路径与输入电路中的公共阻抗。

寄生反馈的存在会使放大器的特性变坏,并且当寄生反馈足够强时,还会使放大器自激。因此,应该尽力消除寄生反馈。例如,对电源加接“RC去耦电路”,以及恰当设计电路,避免晶体管(或电子管)内极间电容产生寄生反馈等等。

直流放大器

direct current amplifier

直流放大器能够放大频率很低(即变化极为缓慢)的信号,也就是下限频率为零的放大器。它的特点之一,是各极间必须采用直接耦合。所以又称直接耦合放大器。它的另一特点,是零点漂移。作为放大器,当输入信号为零时,输出端应当无变化(保持零电平或某一已知电平)。而在直流放大器中,当输入信号为零时,可用仪器观察到输出端的电平偏离零电平或某一已知电平而缓慢地移动。我们把这种现象称为零点漂移。引起零点漂移的原因很多,如晶体管参数随温度变化,电源电压波动等。

在直流放大器中,由于采用直接耦合,电平的缓慢变化能够通过耦合元件传输到下一级去,逐级进行放大。为了获得较强的输出信号,希望有较大的放大倍数;可是放大倍数越大,输出的漂移也越大,最后将导致放大器不能正常工作。可见,放大倍数与零点漂移是直流放大器中的主要矛盾。目前解决这一矛盾的主要电路形式为差分电路(或称差动放大器)。

差分放大器

differential amplifier

差分放大器的典型电路如图所示。它是由两个相同的单管电路构成,假如由于某种