

机关事业单位工人
培训考核教材

技术业务理论 广电



河北省人事厅 编

河北教育出版社

责任编辑：赵中伟

装帧设计：郝旭

技术业务理论

guangdian

ISBN 978-7-5434-7036-1



9 787543 470361 >

定 价：34.00 元

机关事业单位工人
培训考核教材

技术业务理论
广电

河北省人事厅 编

河北教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

广电/赵继春主编. —石家庄: 河北教育出版社,
2008. 7

机关事业单位工人培训考核教材

ISBN 978 - 7 - 5434 - 7036 - 1

I. 广… II. 赵… III. 广播电视 - 技术培训 - 教材
IV. TN93 TN94

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 102686 号

出版发行 河北教育出版社 <http://www.hbep.com>
(石家庄市联盟路 705 号, 050061)

印 刷 保定市中画美凯印刷有限公司

开 本 787 × 1092 毫米 1/16

印 张 21.5

字 数 760 千字

版 次 2008 年 7 月第 1 版

印 次 2008 年 7 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978 - 7 - 5434 - 7036 - 1

定 价 34.00 元

版权所有, 翻印必究

主 编：赵继春

副 主 编：王文邦 吴 辉 张栓林

编审人员：刘志刚 郝桂彦 齐培彬 袁明志 郑东花 郑建光
张树强 梁 皓 袁军华

编写人员：冯 乱 岳生堂 席卫兵 曲晓宁 戎增栓 张广胜
姚开广 董志勇 刘庆国 郝 涛 白 林 郭英朝
邢海振 单连广 邓陆林 杜振江 刘志斌 韩小卫

前 言

机关事业单位技术工人是我国社会主义建设中一支非常重要的队伍,开展机关事业单位工人培训考核工作是适应我国人事制度改革和加强技能型人才培养的重要内容,是提高机关服务效能,规范工人队伍管理的必要举措,是培养广大工人爱岗敬业、钻研知识、提高能力、勇于奉献的有效途径。

随着经济社会的快速发展,科学技术日新月异,我国的经济建设正面临着前所未有的机遇和挑战,培养一支高素质的工人队伍是时代进步的需要、科学发展的需要、社会和谐的需要。面对新形势、新任务,提高机关事业单位广大工人的理论素养、知识水平和业务能力是工人培训考核工作一项长期而艰巨的任务。

我省机关事业单位有技术工人 40 多万人,他们分布在 20 多个行业、数百个工种的工作岗位上,对机关事业单位的工作起着重要的服务和保障作用,是一支具有各种专长和发展潜力的力量。多年来,他们以勤勤恳恳、兢兢业业的优良作风为我省机关事业单位各项工作的顺利开展作出了积极的贡献。

为了使我省机关事业单位工人培训考核工作向科学化、规范化、制度化方向迈进,更好地体现最新科技成果,为机关事业单位培养更多的工人业务骨干和拔尖人才,提高工人队伍的整体素质,我们组织有关专业技术人员和专家在原有培训教材的基础上重新修订了机关事业单位工人培训考核教材——《技术业务理论》。

本教材的修订编写坚持理论联系实际,紧密结合机关事业单位工人的实际情况,既有科学性又有实用性,是机关事业单位工人自学和培训的理想用书。

本教材编写过程中,参阅了有关专家的论著,得到了有关单位领导和同志的大

力支持,在此一并表示感谢。

参加本教材编写的人员还有:胡怀良、王玉文、张军亮、张新胜、张超、郝占岭、赵晶、颜雨田、孙月坤、张建恒、石少君、张永良、齐云生、刘凤明、付清华、祁春芳、付文平、张双余、郝英杰、酒成林、刘晓莲、高苗、赵榕民、秦国库、刘劲松、苏振起、李海鹰、乔志峰、刘春东、苑占欣、陈西峰、马凤祥、田志香。

由于编者水平所限,本教材难免有不足之处,恳请广大使用者批评指正。

编 者

二〇〇八年七月

目 录

第一篇 基础知识

第二篇 专业知识

第一部分 机电员专业知识

第一章	常用电工仪表及测量	(9)
第二章	变压器	(13)
第三章	电机	(17)
第四章	电力电缆	(24)
第五章	安全用电与防雷技术	(29)
第六章	高压电器	(34)
第七章	低压电器	(40)
第八章	柴油机发电机组	(46)

第二部分 无线广播电视机务员专业知识

第一章	广播电视发送概述	(50)
第二章	高频功率放大器	(51)
第三章	自激振荡器	(113)
第四章	调制	(117)
第五章	发射机的控制与保安	(143)
第六章	广播电视发射设备的新进展	(144)
第七章	发射机的技术维护	(160)

第三部分 有线广播电视机线员专业知识

第一章	概述	(179)
第二章	有线广播电视的基本原理和参数	(186)
第三章	前端和播控系统	(195)
第四章	干线系统	(203)
第五章	用户分配部分	(210)
第六章	光缆系统	(217)
第七章	有线广播电视系统的安装、测试和维护	(227)
第八章	数字广播电视与有线电视宽带综合网	(240)

第四部分 广播、影视录音机械员专业知识

第一章	声学基础	(249)
第二章	声源	(253)
第三章	室内声学	(257)

第四章	录音室声学	(262)
第五章	传声器与场声器	(266)
第六章	声信号的加工处理技术	(268)
第七章	立体声录音工艺	(275)
第八章	影视作品的录音艺术	(281)
第九章	音带、像带的声音剪接	(282)

第五部分 摄像(影)机械员专业知识

第一章	光与色	(284)
第二章	摄像机	(290)
第三章	电视画面构图	(300)
第四章	电视景别	(305)
第五章	拍摄角度	(310)
第六章	固定画面拍摄	(314)
第七章	运动画面拍摄	(319)

第三篇 广播电视 8 个专业考核标准

第一部分	广播电视机电员(发电、配电)等级考核标准	(330)
第二部分	无线广播电视(中波、调频、电视)机务员技术等级标准	(331)
第三部分	有线广播电视机务、线务员等级考核标准	(332)
第四部分	广播、电影、电视录音师初、中、高级工技术考核标准	(334)
第五部分	摄像(影)机械员考核标准	(335)

第一篇 基础知识

作为从事广播电视技术工作的各工种人员,应全面了解电工和无线电技术等方面的基础知识,更应掌握相关的专业知识。各工种相关的专业知识,我们将在第二篇中作详细讲述,本篇仅就基础知识部分作一简要介绍。因篇幅所限,只能就日常工作中所涉及的一些基本概念提一下,不可能进行系统深入地分析。

一、电源和电子元件常识

一个电子电路是由电源和电子元件组成的,了解它们的性能和功能很有必要。下面分别作一简要介绍。

(1) 电源:所谓电源就是把其他形式的能量转变为电能的装置。常见的电源有两种,一种是直流电源,如干电池和蓄电池,它们是将化学能转变为电能的。另一种是交流电源,如照明用电,它是发电机将水力能或热能转变为电能的。放大器所用的直流电源可以是电池,但往往是用整流的方法把交流电源转变为直流电源。电源是为负载提供能量的装置。

电源有正极和负极,电源正极和负极之间的电位差叫电压。电源的符号为 E 。电源可以串联使用,串联后的总电源电压 $E_{\text{总}} = E_1 + E_2 + E_3 + \dots$ (是代数和) 电压的符号为 U ,基本单位是:伏特 V 。

(2) 电阻:电子在物体内流动所遇到的阻力就是电阻。我们可以利用具有一定阻值的材料制成电阻器。

电阻在电路中的主要功能是:分压、分流、做负载、用于阻抗匹配(在音频系统)。

电阻的符号是 R ,其基本单位是:欧姆 Ω 。

电阻越串越大,越并越小。即 $R_{\text{串}} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$

$$\frac{1}{R_{\text{并}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

(3) 电容:电路中用以储积电荷的元件。其主要功能是:隔直、交连、分压和旁路。和电阻可组合成滤波、微分、积分电路。

电容器的符号是 C ,其基本单位是:法拉 F 。

电容越串越小,越并越大, $\frac{1}{C_{\text{串}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}$

$$C_{\text{并}} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$$

(4) 电感:在一定条件下能产生感应电动势的元件。其主要功能是:进行电磁耦合、分压、阻流。和电容可组成谐振回路、滤波器,和电阻可组成微分和积分电路。

电感的符号是 L ,其基本单位是:亨 H 。

电感越串越大(注意同名端),越并越小。

(5) 变压器:实现互感耦合的器件。其功能主要用于电压变换和阻抗变换,还可用于电路隔离。

若变压器初次级匝数分别为 n_1, n_2 ,初次级电压分别为 U_1, U_2 ,初次级所接电阻分别为 R_1, R_2 。则 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{n_1^2}{n_2^2}$$

(6) 二极管:由两个电极组成的管子。如晶体二极管、电子二极管。

二极管的主要参数有额定整流电流、最高反向工作电压、工作截止频率。其主要用途:利用其单向导电特性(非线性)可实现整流、检波、变频。稳压二极管在整流电路中可用于稳压。变容二极管在调频电路中做可变电容。

(7) 三极管及多极管:由三个电极组成的管子。如晶体三极管、电子三极管。电子管还有四极管、五极管。

晶体管的主要参量有电流放大倍数 β 、最大集电极功耗 P_{cm} 、反向电流 I_{cco} 、最大集电极电流 I_{cm} 、正向击穿电压 V_{ces} 和特征频率 f_T 。

电子管的主要参量:跨导 S 、内阻 R_i 、放大因数 u 、额定输出功率 P_{out} 、最大板耗功率 P_{amax} 、极限栅耗 P_{g1max} 和 P_{g2max} 、极限板压 E_{amax} 、极限板流 I_{amax} 、板极极限输入功率 P_{omax} 、最高使用频率 f_{max} 。其主要用途:多极管在一定的工作状态下会对小信号进行放大。可做成电压放大器、功率放大器、振荡器。还可做成变

频器、调制器。

二、电路知识

由电源和电子元器件可以组成各种形式的电子电路,下面只介绍一下最简单的直流电路和交流电路。

1. 直流电路

用导线把灯泡和蓄电池(直流电源)接成一个闭合回路,在回路中就会产生连续不断的电荷运动而形成电流(I)。每秒钟通过回路任一截面积的电量为1库仑时,电流就是1安培。电流的基本单位为安(A)。在直流电路中,电流是不随时间而变化的,这种电流叫恒定电流或直流电流。同样,电压(U)也不随时间而变化,叫恒定电压,或直流电压。

像蓄电池、干电池叫做直流电源(E)。它是产生电能的装置。而灯泡叫受电器或称负载。电路中一般设有控制开关。开关合上电路接通,电流导通,负载获得能量或信号。直流电路中常常接有电阻元件或其他进行能量转换的负载。

在直流电路的运算中,要用到欧姆定律和基尔霍夫定律,有时还需要对电阻进行串并联计算。下面结合图1加以阐述。

欧姆定律:流过电阻的电流与电阻两端的电压成正比,与电阻成反比。即 $I = \frac{U}{R}$ U :伏(V) R :欧(Ω) I :安(A)。

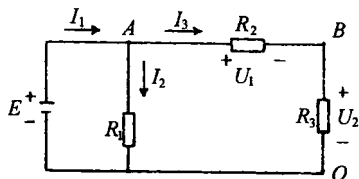


图1

电流流过电阻时所做的功叫电功,单位时间内所做的功叫功率(P)。其基本单位:瓦(W)。 $P = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R}$ P :W U :V I :A R : Ω 。

基尔霍夫定律:第一定律:在任一时刻,流入电路中某一节点的电流强度的总和等于从该点流出的电流强度的总和。如图1中 $I_1 = I_2 + I_3$ 。

第二定律:在电路中任取一闭合回路,并规定正的绕行方向,其中电动势的代数和等于各电阻上压降的代数和。在图1中(为分析简单起见,把 R_1 从图中去掉,成为一个单一回路)假定回路电流为 I_0 ,按顺时针方向绕行。则 $E = I_0 R_2 + I_0 R_3 = U_1 + U_2$ 。

电阻串并联计算:把 R_1 接上, ABO 支路的串联电阻 $R_s = R_2 + R_3$, ABO 和 AO 两支路的并联电阻为 R_p

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_s} + \frac{1}{R_1} \quad R_p = \frac{R_s R_1}{R_s + R_1}$$

电流、电压、功率的计算

$$I_1 = \frac{E}{R_p} \quad I_2 = \frac{E}{R_1} \quad I_3 = I_1 - I_2 = \frac{E}{R_2 + R_3} \quad U_2 = I_3 R_3$$

R_3 上得到的功率 $P = I_3^2 R_3 = U_2 I_3$ 。此功率为有功功率。

2. 交流电路

由交流电源(或信号源)和电子元器件组成的电路为交流电路。如图2。

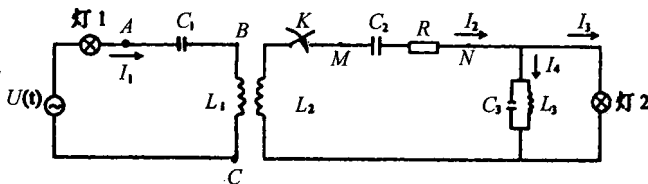


图2

在交流电路中,电源 $U(t)$ 是一交流信号,电路中电流的大小和方向随时间按一定的规律反复交替变化。常用的交流信号是一个正弦波信号。和直流电路不一样,交流电路中的元件有电阻,还有电容和电感器件,由于电流是交变的,所以存在电磁感应。交流电路的计算比直流电路复杂。

(1) 正弦交流信号。正弦信号的表示式为 $i(t) = I_m \sin(\omega t + \theta)$ 。

式中 I_m 是正弦波的振幅。

正弦波的有效值为 $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$ 。 ω 是角频率 $\omega = 2\pi f$, f 是交流信号的频率。

交流信号的周期为 $T = \frac{1}{f}$ 。 θ 是初相角。 $i(t)$ 是瞬时值。正弦波的波形如图 3 所示。此图中初相角 $\theta = 0$ 。

平常生活供电就是交流电,其供电方式一般有两种,一种是单相供电(220V)照明用,另一种是三相供电。

(2) 三相交流电。最大值相等、频率相同、相位互差 120° 的三个正弦交流电动势称为三相对称电动势。其表达式为:

$$e_A = E_m \sin \omega t$$

$$e_B = E_m \sin(\omega t - 120^\circ)$$

$$e_C = E_m \sin(\omega t - 240^\circ)$$

① 三相电源的连接。通常,把三相电源(包括发电机和变压器)的三相绕组接成星形或三角形向外供电。

(a) 三相电源的星形连接。把三相绕组的末端 X 、 Y 、 Z 连到一起,从首端 A 、 B 、 C 引出连接负载的导线,如图 4(a) 所示,称为星形连接。

三相绕组末端的结点称为电源的中性点,以字母 O 表示,其引出的导线称为中线,又称零线,当中线接地时又称地线。每相引出的导线称为相线,又称火线。有中线的三相供电方式称为三相四线制。不引出中线的三相供电方式称为三相三线制。

相线与中线间的电压称为相电压,其瞬时值和有效值分别用 u_A 、 u_B 、 u_C 和 U_A 、 U_B 、 U_C 表示。任意两相线间的电压称为线电压,其瞬时值和有效值分别用 u_{AB} 、 u_{BC} 、 u_{CA} 和 U_{AB} 、 U_{BC} 、 U_{CA} 表示。

用相量法分析可得:线电压超前于所对应的相电压 30° ,如 U_{AB} 超前 U_A 为 30° ;线电压是相电压的 $\sqrt{3}$ 倍;即 $U_{AB} = \sqrt{3}U_A$, $U_{BC} = \sqrt{3}U_B$, $U_{CA} = \sqrt{3}U_C$ 。相电压是对称的,则线电压也是对称的,见图 4(b)。

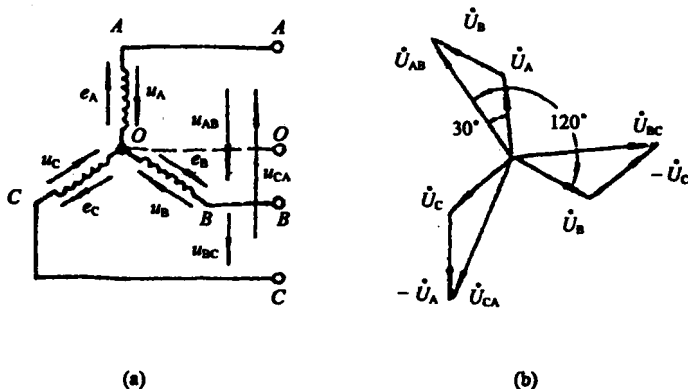


图 4 三相电源的星形连接

(a) 连接图; (b) 相量图

(b) 三相电源的三角形连接。将一绕组的末端与相邻一相绕组的首端依次连接,组成一封闭的三角形,再从三首端 A 、 B 、 C 引出三根端线,如图 5(a) 所示,称为三角形连接。

由于绕组本身已构成闭合回路,必须使闭合回路内的电动势之和为零。因三相绕组产生的是三相对称正弦电动势,可以满足上述条件。但若有一相头尾接错,则会引起闭合回路中的总电势为一相电势的 2 倍,致电源绕组烧毁。故接线前,应正确判定各绕组的首末端。

采用三角形接法时,线电压等于相电压,即 $U_{AB} = U_A$, $U_{BC} = U_B$, $U_{CA} = U_C$ 。电源只能供出一种电压,见图 5(b)。

三相变压器绕组连接时,常采用此法。而三相发电机一般都接成星形。

② 三相负载的连接。(a) 负载的星形接法。将三相负载的一端分别接到三相电源的相线上,另一端接到

中线上,如图6所示,称为负载的星形接法。

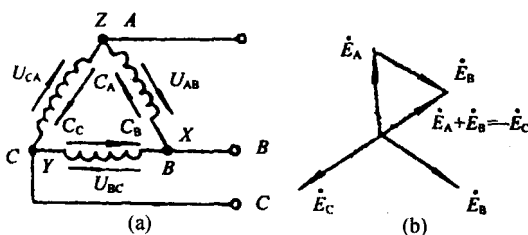


图5 三相的三角形连接
(a)连接图;(b)相量图

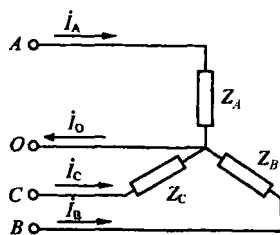


图6 三相负载的星形接法

流过各相负载的电流称为负载的相电流,分别用字母 I_A 、 I_B 、 I_C 表示,其正方向与相电压的正方向一致。流过相线中的电流称为线电流。分别用字母 I_A 、 I_B 、 I_C 表示,其正方向从电源到负载。流过中线的电流称为中线电流,用字母 I_0 表示,其正方向从负载中点到电源中点。

负载作星形连接时,负载两端承受电源的相电压。线电流等于相电流。中线电流等于各相负载电流的相量和。

由于中线是作为三相电流公共回路用的,一般中线电流比线电流小,因此,中线导线一般可比相线截面积小些。当三相负载阻抗的大小和性质相同时,即三相负载对称平衡,即中线电流为零,可省去中线,成为三相三线制供电。

照明电路的负载,一般总是不平衡的,必须采用三相四线制供电,并在安装时力求三相负载平衡。

对三相四线制供电,中线在正常工作时,不允许断开,否则会使负荷大的一相端电压较正常相电压低,负载小的那相端电压较正常相电压高,严重时会使电器损坏,而对单相负荷则不可能有回路,因此,规定在中线上不允许安装熔断器和开关设备,并选用机械强度高的导线。

(b)负载的三角形接法。将三相负载分别接在三相电源的两根相线之间,如图7所示,称为负载的三角形接法。

负载三角形接法,只能应用在三相负载平衡条件下。负荷两端的电压称为相电压,负载的相电压等于三相电源的线电压。由于负载平衡,各相电流相等,其线电流等于相电流的 $\sqrt{3}$ 倍,并较相电流滞后 30° ,三个相电流和线电流都对称。

三相负载如何连接,应根据负载的额定电压和电源电压的数值而定,务必使每相负载所承受的电压等于额定电压。

③三相电路的功率计算:

三相电路的总功率等于各相功率之和,这是计算三相电路功率总的原则。不论是有功率、无功功率和视在功率,都应符合这个原则。

(a)三相有功功率。各相有功功率分别为:

$$P_A = U_A I_A \cos \varphi_A$$

$$P_B = U_B I_B \cos \varphi_B$$

$$P_C = U_C I_C \cos \varphi_C$$

三相有功功率为:

$$P = P_A + P_B + P_C = U_A I_A \cos \varphi_A + U_B I_B \cos \varphi_B + U_C I_C \cos \varphi_C$$

三相负载对称时,三相有功功率则等于一相有功功率的三倍,即

$$P = 3U_\phi I_\phi \cos \varphi_\phi = \sqrt{3}U_L I_L \cos \varphi_L$$

U_ϕ :相电压 I_ϕ :相电流

U_L :线电压 I_L :线电流

单位是 W 或 kW。

(b)三相无功功率和视在功率。同理,在三相对称电路中,三相无功功率为:

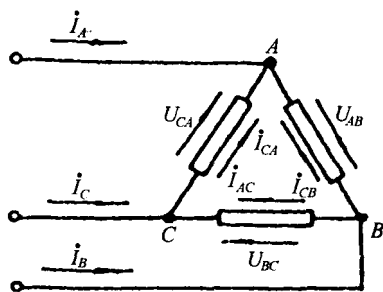


图7 三相负载的三角形接法

$$Q = \sqrt{3}U_l I_l \sin\varphi$$

单位是 var(乏)或 kvar(千乏)。

三相视在功率为:

$$S = \sqrt{3}U_l I_l = 3U_\varphi I_\varphi$$

单位是 VA 或 KVA。

有功功率、无功功率和视在功率三者的关系是:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

必须注意:在相同的线电压下,负载作三角形连接时的有功功率是星形连接时有功功率的三倍。对于无功功率和视在功率,也同样如此。

(3)电磁感应的应用。在交流电路中,电流和电压都在随时间的变化而变化,因此会产生自感电势和互感电势。在图2中,初级回路 I_1 的变化将使 L_1 中产生磁通 ϕ_1 ,同时产生电动势,这叫自感现象。由于电磁交连, L_1 的 ϕ_1 耦合给 L_2 ,在回路II中产生电流 I_2 ,这样使初级回路的能量传到了次级回路中,这种电生磁,磁生电的现象,在交流电路中是常见的。发射机通过天线所发出的能量就是以电磁波的形式存在的,因此接收机用拉杆天线接收电场信号也行,用磁性天线接收磁场信号也行。

图2中的 L_1 和 L_2 是通过空气交连的,称它们是交连电感。如果将它们分别绕在口字形铁心的两侧,则成为一个变压器。通过电感交连或变压器交连这种形式,可以把初次级两个回路隔离开来,还可以用来进行不平衡与平衡转换,但用得最多的还是进行电压变换和阻抗变换。阻抗变换是为了实现电路的匹配。

(4)交流电路的计算。交流电路和直流电路的计算方法大致相似,欧姆定律、基尔霍夫定律的相关公式仍可使用。但公式中电压、电流和阻抗等量值已变成复数,不再是直流电路中的实数形式,所以元件上的电压和电流往往存在一定的相位差。下面介绍一下交流电路的计算方法。

①阻抗的计算。在交流电路中, L 、 C 是电抗元件。电感 L 所呈现的阻抗 $Z_L = j\omega L = jx_L$,电容 C 所呈现的阻抗 $Z_C = \frac{1}{j\omega C} = -j\frac{1}{\omega C} = -jx_C$ 。 X_L 、 X_C 分别为 L 和 C 的感抗和容抗。 L 的单位是亨,频率的单位是赫, X_L 的单位是欧, C 的单位是法, X_C 的单位是欧。 R 、 X_L 、 X_C 通称为阻抗。感抗和容抗通称为电抗。图2中 M 、 N 两点间所呈现的阻抗为 $Z_{MN} = R - jx_C = Ze^{j\theta}$,这是一复数阻抗,其模 $Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$,幅角 $\theta = -\arctg \frac{X_C}{R}$ 。

②电压的计算。复数形式欧姆定律的表示式: $\dot{I}_C = \frac{\dot{U}}{Z}$,其中电压、电流和阻抗都是复数量。

因此,电容上的压降 $\dot{U}_C = Z_C \dot{I} = -jx_C \dot{I}$,电感上的压降 $\dot{U}_L = Z_L \dot{I} = jx_L \dot{I}$ 。

这说明电容上的压降比电流滞后 $90^\circ(-j)$,电感上的压降却比电流超前 $90^\circ(+j)$,而电阻上的压降和电流是同相的。

$$\text{在图2中, } \dot{U}_{C2} = Z_{C2} \dot{I}_2 \quad \dot{U}_R = R \dot{I}_2 \quad \dot{U}_{MN} = Z_{MN} \dot{I}_2 = (R - jx_{C2}) \dot{I}_2 = R \dot{I}_2 - jx_{C2} \dot{I}_2 = \dot{U}_R + \dot{U}_{C2}$$

$$U_{MN} = \sqrt{R^2 + X_{C2}^2} I_2 = \sqrt{U_R^2 + U_{C2}^2} \quad (\text{式中电流和电压对应有有效值})。$$

这说明 R 、 C 串联后的总电压等于两元件电压平方和的开方,而不等于两个元件上电压之代数和。即 $U_{MN} \neq U_R + U_{C2}$ 这是由于 U_R 与 U_{C2} 之间存在相位差。显然这有别于直流电路的计算。

U_{MN} 和 I_2 的相位差即 Z_{MN} 的幅角。

③功率的计算。在正弦交流电路中,电阻上得到的功率是有功功率, $P = I^2 R = \frac{1}{2} I_M^2 R$, I 是有效值, I_M 是幅值。而电感和电容上得到的功率是无功功率, $P_X = I^2 X$ (单位:乏)。在交流电路中 L 、 C 上是不消耗有功功率的,它们是储能元件。

④电流计算:基尔霍夫定律仍可使用。 $\dot{I}_2 = \dot{I}_3 + \dot{I}_4$,电流用复数或向量表示。

⑤串、并联谐振。

(a)串联谐振:在图2中将开并 K 断开,只留初级回路。调 C_1 ,观察灯①亮度的变化,当灯最亮时,此时的容抗 X_{C1} 将等于感抗 X_{L1} ,因感抗和容抗是性质相反的,所以 $Z_{AC} = 0$,对灯的分压作用小了,因此灯①最亮。此时称 C_1 和 L_1 与信号频率产生了串联谐振。串联谐振又叫电压谐振,谐振时 C_1 或 L_1 上的电压是外加电压 $U(t)$

的 Q 倍。 Q 是品质因数, $Q = \frac{\omega L}{r}$, r 是灯亮时的电阻。

(b) 并联谐振: 在图 2 中把 K 合上。研究次级回路, 调 C_3 , 当灯 ② 最亮时, C_3 、 L_3 组成的并联回路产生谐振, 如回路 Q 值较大, 则 $X_{L3} \approx X_{C3}$ 。其并联阻抗很大, 对灯 2 的分流作用小了, 所以灯 2 最亮。并联谐振又称电流谐振, 谐振时谐振回路中的回路电流是谐振回路输入电流的 Q 倍, 品质因数 $Q = \frac{\omega L_3}{r}$, r 是谐振回路中的损耗电阻。并联谐振回路的阻抗为纯阻 $R_{\omega} = \frac{(\omega L_3)^2}{r}$ 。串、并联谐振在电路中用来选频、阻塞或滤除某频率。在高频功率放大器中, 并联谐振回路还可以做负载匹配用。

三、整流器和放大器

我们日常工作中接触到的电路有整流器、放大器(直流放大器、低频放大器、高频放大器, 高低频放大器包括电压放大器、功率放大器)、振荡器、调制器、变频器、检波器、鉴频器。现代数字技术又出现了数字编码器、数字解调器。下面将最基础的、日常应用也最多的两个电路作一简介。

(1) 整流器: 许多电子设备都需要用整流器提供直流电源。整流器的种类有单相整流, 三相整流; 有半波整流, 全波整流, 还有桥式整流。

单相全波整流电路如图 8 所示, 所加的交流电如图 9, 当交流电源电压为正半周①时, 变压器次级 A 端为正 B 端为负, U_{AO} 作用于整流二极管 BG_1 , 二极管在正向电压的作用下导通。电流由 A 经 BG_1 负载电阻 R 至地最后回到 O 点。负载上的电压为上正、下负, 此时 U_{BO} 为负, BG_2 截止。当电源变为负半周②时, U_{BO} 为正, U_{AO} 为负, BG_2 导通, BG_1 截止, 负载 R 上仍然得到一个上正下负的电压。如果滤波电容 C 不存在, 则 R 上的电压如图 10 所示, 这样通过二极管的单向导电特性就把一个随时间正负交替变化的交流电变成了一个只在正方向随时间变化的脉动电压。最后经 C 的平滑滤波作用得到了一个波纹较小的直流电压。时间常数 RC 越大, 输出直流电压越平滑。见图 11。

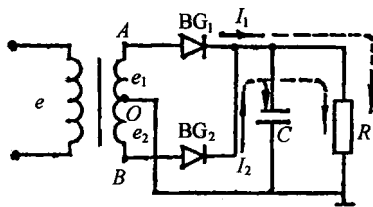


图 8

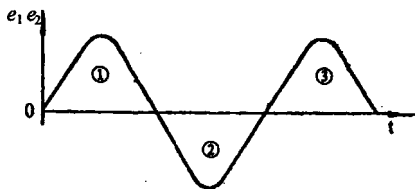


图 9

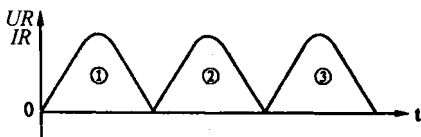


图 10

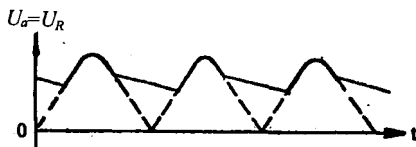


图 11

(2) 放大器: 由放大器件(电子管或晶体管)负载和提供能量的直流电源组合起来就可以成为一个放大器, 放大器是他激形式的, 即输入信号是由前面设备提供的。放大器有直流放大器(激励信号是直流信号)和交流放大器(输入信号是交流信号)。交流放大器分为低频放大器和高频放大器, 还可分为电压放大器和功率放大器。下面仅简单介绍一下三极管放大器。

① 放大原理: 原理图如图 12。

电子三极管由阴极、栅极、板极组成。栅极和板极对阴极发出的电子都有控制作用, 但由于栅极至阴极的距离比板极至阴极的距离近得

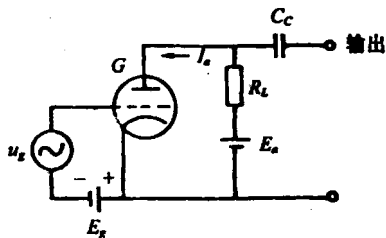


图 12

多,所以栅极控制电子管电流的能力比板极大得多。

栅极加上信号后,在此电压的作用下,阴极发射出的电子飞向栅极,栅极是丝网状的,有的电子打到栅丝上形成栅流 I_g ,大部分电子则在板极正电压的作用下穿过栅网飞向上板极形成板流 I_a ,板流在负载上形成压降。

假设栅压的变化量为 ΔU_g ,则相应板流的变化量为 ΔI_a ,板压的变化量为 $\Delta U_a = \Delta I_a R$,只要 R 选取适当,就可让 ΔU_a 比 U_g 大得多,所以三极管有放大作用。这是电压放大,即三极管将一个小的激励电压,在负载上形成了一个与激励信号模样相同而幅度较大的输出电压。

②工作状态的分析: U_g 、 E_g 、 R_L 、 E_a 对管子的工作状态都有影响:

调栅偏压可使管子工作在甲类、乙类或丙类工作状态。 U_g 、 R_L 、 E_a 增大都将使输出电压 U_{RL} 增加。各量要选配好,保证输出波形不失真。

③输出负载匹配问题:对于功率放大器来说,它要求的是功率增益而不是电压增益。放大器只有在最佳负载下才能输出最大功率。而实际负载阻抗往往与管子所要求的最佳负载阻抗不一致,这就需要在两者之间加一个匹配网络,这就叫功率放大器的输出匹配。上面谈到的电压放大器的负载电阻 R_L 在音频功放和高频功放电路中是不存在的。因为它的存在将消耗功率。在音频功放中,用接有实际负载的音频变压器取代 R_L 接在了电子管的板极上。此变压器就是匹配器件。而发射机的高频功率放大器则是将功放管的输出端通过由 L 、 C 组成的高频匹配网络接到馈线上或接到天线上。这样既能让管子给负载输出最大的功率,匹配元件本身也不消耗放大器的功率。从而提高了功率放大器的效率。

④放大器的几种连接形式:电子管和晶体管根据各极交流接地的情况可分为三种类型的放大器,一种是共阴(共射)放大器如图7所示。如果是栅极(基极)交流接地那就是共栅(共基)放大器。还有一种就是板极(集电极)交流接地,在阴极(射极)输出,故称为阴极(射极)输出器。这种放大器突出的优点是输入阻抗高,输出阻抗低,这与外电路连接起来很方便,常被使用。

四、其他几种电路简介

(1)振荡器:它是一个具有正反馈环路的放大器。它首先具有放大能力。如果把管子的输出电压通过反馈元件正反馈到管子的栅极上,且反馈信号的幅度能达到放大器所要求的激励信号幅度,加电后这个振荡器就会维持振荡,即不用外来激励信号,振荡器也有输出,称之为自激振荡器。

(2)调制器:我们平常所用的音频信息和视频作息,要直接向外传送有一定的困难,特别是用无线方式向外发射那是不可能的。以中波广播为例,中波发射天线的高度一般需要半波长左右,这样发射效果最佳。如果发射频率是1.5MC,则天线高度为100m左右就可以了。中波段的天线一般都为100m上下、最高的为200m左右。但如果要直接发送1KC的音频信号则发射天线高度应为150000m,做出这种天线是不可能的。所以需要将音频信息寄托到频率较高的频率上,让它载着音频信号发出去。这样还有一个好处,就是让不同的音频信号寄托到各个不同的载频上发出去,在收端便于信号分离。这种将所要传送的信息(一般频率较低)调到高频振荡信号(载波)上发出去的过程叫调制。载波振幅随调制信号幅度而变化叫调幅。而载波频率随调制信号幅度而变化叫调频。广播电视通常就用这两种调制方式。

中波发射机常用的调制电路是板极调幅,属于高电平调幅方式。被调级是一个功率放大器,在它的直流板压电源上串入一个放大到一定电平的调制信号,利用电子管的非线性和负载回路的选频性能把一个幅度随调制信号而变化的中波信号选出来,发射出去。

调频发射机则是在振荡器内进行调制的,它是让振荡回路中 L 或 C 随调制信号的变化而变化,从而实现振荡频率的变化,这是低电平调制需经若干级放大再发射出去。

电视的伴音也是调频机的调制方法,图像则是低电平调幅方式。

五、脉冲和数字电路

在数字电路中,信号(电压和电流)是脉冲的,脉冲是一种跃变信号,常用的有矩形波、尖顶波、方波和锯齿波等。脉冲信号有正脉冲和负脉冲之分。电路的工作通常是根据脉冲信号的有无、个数、宽度和频率来进行的。脉冲的参数主要有:脉冲幅度、前沿、后沿、宽度、周期、频率。

在数字系统中,使用二进制数,即由0与1表示的数码,不但可以表示具体数值的大小,也可以表示不同的逻辑状态。使用二进制,数码之间的算数运算和逻辑运算均可由电路方便地实现。在数字系统中,除主要使用二进制外,还使用十六进制和八进制。利用编码的方法,可以把日常生活中使用较多的十进制数、文字和符号等各种要被传输、处理的信息转换成二进制。由三位二进制数可转换成一位八进制数;由四位二进制数可转换成一位十六进制数。

在脉冲数字电路中,门电路应用范围很广,它们具有一定的逻辑功能,既可以表示数值,又可以表示事物的状态。最基本的逻辑电路有与门、或门和非门。在逻辑电路中,有正逻辑和负逻辑之分,一般在正逻辑中,低电平定为0,高电平定为1;而负逻辑里是把低电平定为1,高电平定为0。

与门、或门电路由二极管和电阻构成;非门电路(或叫反相器)由晶体三极管和电阻构成。由与门和非门可组成与非门电路;由或门和非门可组成或非门电路。根据数据处理的要求,也可组合成加法器、比较器、编码器、译码器等多种组合逻辑电路。随着集成技术的发展,现在分立元件的数字电路已被集成数字电路代替。数字集成电路按其基本元件构成或导电类型的不同,可分为双极型和 MOS 型。但其基本工作原理和分析方法,都是相同的。

在数字系统中,另一大类是时序逻辑电路,它与组合电路的主要区别就是具有记忆功能。它的基本单元是触发器。触发器按其稳定工作状态可分为双稳态触发器、单稳态触发器、多谐振荡器(无稳态触发器)等。

触发器有两种稳定的输出状态,对正逻辑来说,稳定输出高电平为1态;稳定输出低电平称为0态。信号对触发器动作的控制称为触发,有电平触发和边沿触发两种方式。按功能分类,触发器有 R-S、D、J-K、T、T' 五种。

由触发器可组成寄存器,寄存器又可分为专用于暂存数据的数码寄存器和对数据有移位功能的移位寄存器。也可组成对脉冲信号计数的计数器和能产生顺序脉冲的顺序脉冲发生器(节拍器)。由触发器还可以组合成分频器,用于分频,解决脉冲占空比和输出位置等问题。

复 习 题

1. 电路是由哪几部分组成的?
2. 何谓电源?它在电路中的作用是什么?
3. 电阻、电容、电感、变压器、二极管、三极管等元器件在电路中的作用是什么?
4. 何谓电流?何谓电压?何谓直流电和交流电?
5. 何谓欧姆定律?何谓基尔霍夫定律?
6. 如何用欧姆定律对直流电路中的电流、电压、功率进行计算?
7. 写出正弦交流信号的表示式。其幅值与有效值的关系是什么?
8. 三相交流电有哪两种连接形式?相线间电流、电压是什么关系?
9. 三相电的总功率如何计算?
10. 交流电路中如何进行阻抗、电压、电流和功率的计算?
11. 何谓串、并联谐振?它们在电路中有什么用途?
12. 何谓全波整流?简述整流原理。
13. 简述三极管放大的原理。
14. 放大器有几种连接形式?阴极(射极)输出器有什么用途?