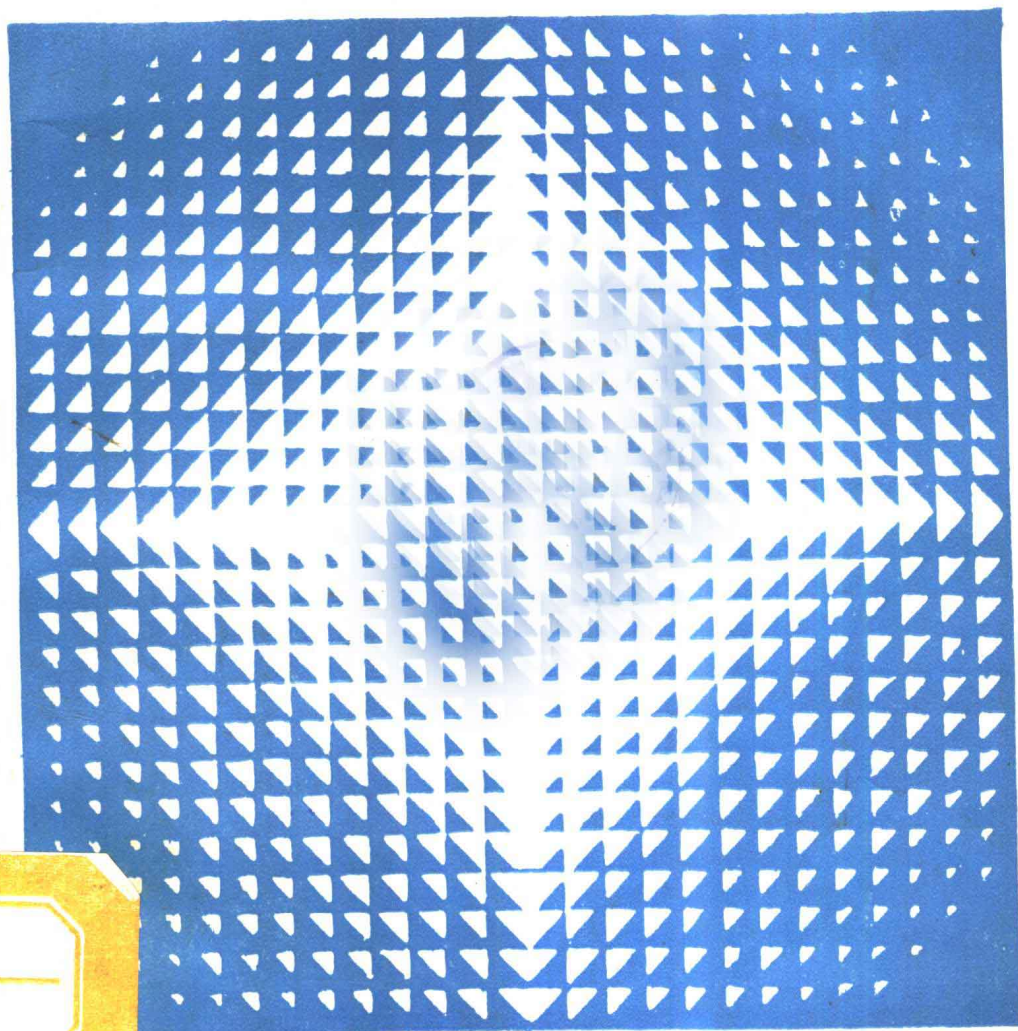


928411

电工技术实验指导书

王玉阁 编



DIAN GONG JI SHU

中央广播电视大学出版社

1013A

54

电工技术实验指导书

王玉阁 编

中央广播电视大学出版社

电工技术实验指导书

王玉阁 编

*

中央广播电视大学出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京师范学院印刷厂印刷

*

开本787×1092 1/16 印张 3.25 千字 81

1991年5月第1版 1991年5月第1次印刷

印数 1—6000

定价: 1.35元

ISBN 7-304-00587-4/TM · 15

序 言

电工技术实验是《电工技术》课程教学过程中重要的实践环节。其目的是通过实际操作和实验,使学员获得必要的感性认识,进一步掌握和巩固所学过的理论知识;学会常用的实验仪器仪表和实验设备的使用方法;培养学员的实验技能;提高独立分析和解决问题的能力;学会处理实验数据,分析实验结果,完成实验报告;培养严肃认真,实事求是的科学作风。

根据中央广播电视大学机电工程专业《电工技术》课程的教学大纲和教学要求,编写了本实验指导书。

全书包括七个实验与五个附录。这七个实验是《电工技术》这门课程最基本的实验。书中对于每项实验都给出了实验参考线路,并在实验步骤、仪表设备选择、实验报告要求及实验注意事项等方面作了较详细的说明。附录部分,给出了实验守则,说明了实验预习和实验报告的要求,并简要地介绍了实验中常用仪器、仪表和设备的正确使用方法和注意事项。

由于电工技术实验是机电工程专业第一门有关电的实验课,许多学员是初次接触电气仪表和电气设备。为了保证实验的顺利进行以及设备和人身的安全,要求学员在实验前,必须预习实验内容,认真阅读本指导书附录中的有关部分,充分作好实验前的准备工作。

另外,由于全国各地电大的实验条件相差悬殊,因此,本指导书中设计的实验线路和选用的仪器仪表设备只作为参考,各校或教学班可根据自己的实际条件加以修改。但是,必须完成实验指导书中所列的实验内容,达到书中所要求的实验目的。

本书由中央广播电视大学王岩副教授审阅。

由于时间仓促、作者水平有限,书中不妥之处,敬请读者指正。

6A-95107

目 录

实验一	负载获最大功率实验	(1)
实验二	一阶电路和二阶电路的过渡过程实验	(4)
实验三	三相变压器负载及电压调整率实验	(8)
实验四	他励直流电动机的调速实验	(11)
实验五	三相异步电动机的起动与调速实验	(16)
实验六	交流伺服电动机实验	(20)
实验七	三相异步电动机控制实验	(23)
附录一	实验守则	(27)
附录二	实验预习和实验报告要求	(28)
附录三	常用实验仪表使用说明	(29)
附录四	常用实验仪器使用说明	(35)
附录五	常用实验设备使用说明	(45)

实验一 负载获最大功率实验

一、实验目的

1. 学习电工实验的基本技术。
2. 学习直读式仪表,稳压电源等仪器设备的使用方法。
3. 验证负载获得最大功率的条件。

二、实验内容

通过改变负载电阻的大小,测量负载所获功率的变化,以证明最大功率的匹配条件是:负载电阻 R_L 等于电源的内阻 R_s 。

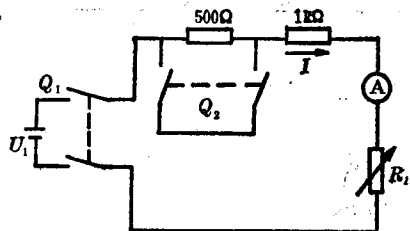


图 1-1

三、实验步骤

实验参考线路如图 1-1 所示。

在直流电路实验板上按图 1-1 接好线路。图中,直流电源 U_1 由晶体管稳压电源提供,输出电压调到 8 V。负载电阻 R_L 由可变电阻箱提供,500 Ω 和 1 k Ω 电阻作为电源内阻 R_s 。

1. 当电源内阻 $R_s=1\text{ k}\Omega$ 时,测量负载电阻 R_L 获得功率的变化曲线。

(1) 合上闸刀开关 Q_2 ,将 500 Ω 电阻短路,使电源内阻 $R_s=1\text{ k}\Omega$ 。

(2) 合上闸刀开关 Q_1 ,调节电阻箱 R_L 的数值分别为表 1-1 中所列各值,同时,记录相应的电流值 I ,填入表 1-1。

(3) 计算不同负载下,所获得的功率 P ,填入表 1-1。

表 1-1 $R_s=1\text{ k}\Omega$ $P=I^2R_L$

$R_L(\Omega)$	600	800	1 k	1.2 k	1.5 k	2 k	3 k
$I(\text{mA})$							
$P(\text{mW})$							

2. 当电源内阻 $R_s=1.5\text{ k}\Omega$ 时,测量负载电阻 R_L 获得功率的变化曲线。

(1) 断开闸刀开关 Q_2 ,使电源内阻 $R_s=1.5\text{ k}\Omega$ 。

(2) 合上闸刀开关 Q_1 ,调节电阻箱 R_L 的数值分别为表 1-2 中所列各值,同时,记录相应的电流值 I 。

(3) 计算不同负载下所获得的功率,填入表 1-2。

四、仪表设备选择

1. 晶体管直流稳压电源, 一台
2. 直流毫安表: 10 mA 一块
3. 可变电阻箱, 一只
4. 直流电路实验板, 一块

表 1-2 $R_s=1.5\text{k}\Omega$ $P=I^2R_L$

$R_L(\Omega)$	600	800	1 k	1.2 k	1.5 k	2 k	3 k
$I(\text{mA})$							
$P(\text{mW})$							

五、实验注意事项

负载获最大功率实验是电工技术课程的第一个实验,对首次接触电气仪表和电气设备的学员来说,有一定难度。为了保证人身安全,避免损坏仪表设备,正确无误地做好实验,要求学员在实验前必须要有充分的准备,并认真阅读实验指导书的有关部分。同时,建议实验指导教师,在本次实验开始,讲解以下内容:

1. 实验室内电源种类、规格、分布情况以及取用方法。
2. 实验室的安全守则教育。
3. 实验桌的使用方法、各类导线的允许电流值及使用注意事项。
4. 各种常用仪器仪表和设备,以及测量用的辅助设备的使用方法,如:插口板、刀闸、电流插头等。
5. 实验基本技术及注意事项。
 - (1) 接线前必须断开电源。
 - (2) 接线要文明,整个线路的布局要合理,线的长短,粗细要合适,走线尽量避免交叉,一个接线柱上不要接三个以上的线头。仪表设备的放置要整齐,适当。
 - (3) 所有测量仪表均不得接死在线路中。
 - (4) 使用直流仪表时,均应先试量,以避免极性接错,损坏仪表。
 - (5) 实验线路接好后,或者改接后,都必须经过辅导教师检查,通过后,方可进行实验。同时,在合电源刀闸之前,必须通知全组成员。
 - (6) 实验中,必须注意同组人员的相互配合。指挥、操作、测量、记录等要有分工,读数要同时进行。在指挥调节设备时,要尽量配合手势,不要大声喧哗。
 - (7) 实验数据测量完毕后,要先分析一下所得的结果是否合理,然后将记录结果交给实验教师检查,教师认为实验结果合理,签字后,方可拆除实验线路。

- (8) 拆线前,必须注意先拉开电源刀闸断电。

六、实验报告要求

1. 根据两组实验数据,在同一张直角坐标纸上,绘制两条功率传输曲线 $P=f(R_L)$ 。
 - (1) 当电源内阻 $R_s=1\text{k}\Omega$ 时, $P_1=f(R_L)$ 。
 - (2) 当电源内阻 $R_s=1.5\text{k}\Omega$ 时, $P_2=f(R_L)$ 。
2. 根据功率传输曲线,验证最大功率匹配条件,得出结论。
3. 理论计算并与实验测量值比较,以验证学过的理论与公式。
 - (1) 当 $R_L=R_s=1\text{k}\Omega$ 时,负载获得的最大功率 $P_{1\text{max}}$ 。
 - (2) 当 $R_L=R_s=1.5\text{k}\Omega$ 时,负载获得的最大功率 $P_{2\text{max}}$ 。

4. 总结第一次电工技术实验的收获体会。

七、思考题

1. 当负载上获得的功率为最大值时,电源内阻上的功率损耗为多少?
2. 设电源内阻 $R_s=0$,此时功率传输曲线 $P=f(R_L)$ 的形状如何? 请定性画出。

实验二 一阶电路和二阶电路的过渡过程实验

一、实验目的

1. 熟悉一阶电路和二阶电路的零输入响应和零状态响应的基本规律及其特点。
2. 了解一阶电路和二阶电路的电路参数对零输入响应和零状态响应的影响。
3. 学习示波器和脉冲信号发生器的使用方法。
4. 学习利用示波器测量脉冲信号的基本参数,以及一阶电路和二阶电路响应的参数。

二、实验内容

1. 一阶电路的零输入响应和零状态响应。
2. 二阶电路的零输入响应和零状态响应。

三、实验步骤

(一) 一阶电路的过渡过程实验

1. 零输入响应

实验参考线路如图 2-1 所示。

在动态电路实验板上按图 2-1 接好线路。

u_1 由脉冲信号发生器输入脉冲信号,由此信号造成电路的初始状态。初始状态的形成原理见本实验后[注]。

u_2 接入示波器,用以观测电路的响应波形。

(1) 调节脉冲信号发生器,选择电路输入脉冲信号参数:

幅度 $U_1 = 5\text{ V}$; 脉宽 $\Delta = 1\text{ }\mu\text{s}$;

重复频率 $f = 2\text{ kHz}$, 即重复周期 $T = 500\text{ }\mu\text{s}$ 。

(2) 用双踪示波器之 Y_A 线观测输入脉冲信号,使其各项参数符合(1)中规定数值,然后将输入信号接入电路。

(3) 用双踪示波器之 Y_B 线显示一个周期响应的前部波形,并记录此响应波形。用示波器测量电容的初始电压 $u_c(0)$ 和电路的时间常数 τ ,并与计算值相比较。

(4) 改变电容量,使 $C = 0.002\text{ }\mu\text{F}$,重做上述(3)内容。

(5) 将输入信号的脉冲宽度调节为 $\Delta = 2\text{ }\mu\text{s}$,重做上述(2),(3)内容。

其中(3)的计算值为:

$u_c(0) = 0.5\text{ V}$; $\tau = 10\text{ }\mu\text{s}$ 。

(4) 的计算值为:

$u_c(0) = 0.5\text{ V}$; $\tau = 20\text{ }\mu\text{s}$ 。

(5) 的计算值为:

$u_c(0) = 1\text{ V}$; $\tau = 10\text{ }\mu\text{s}$ 。

2. 零状态响应

实验参考线路如图2-2所示

在动态电路实验板上按图 2-2 接好线路。

u_1 由脉冲信号发生器输入脉冲信号。

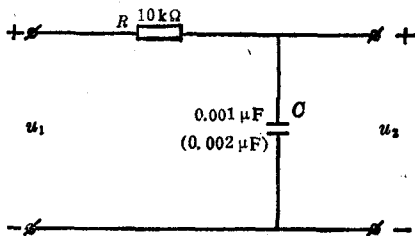


图 2-1

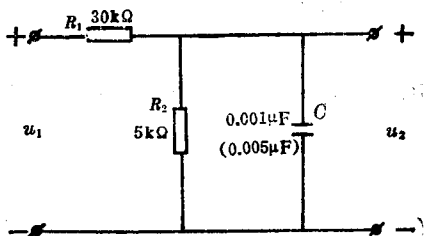


图 2-2

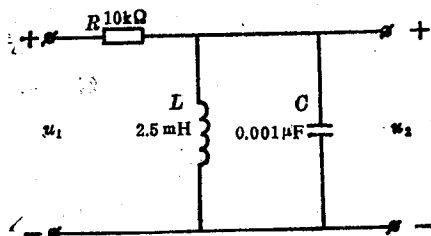


图 2-3

u_2 接入示波器,用以观测电路的响应波形。

- (1) 调节脉冲信号发生器,选择电路输入脉冲信号参数:幅度 $U_1=5\text{V}$;脉宽 $\tau=180\mu\text{s}$;重复频率 $f=2\text{kHz}$ 。
- (2) 用双踪示波器之 Y_A 线观测输入脉冲信号,使其各项参数符合上述(1)中规定数值,然后将输入脉冲信号接入电路。
- (3) 用双踪示波器之 Y_B 线显示响应波形,并调节示波器,使其只显示一个周期响应的前部波形,并记录此响应波形。用示波器测量输出电压 u_2 的稳态值 $u_2(\infty)$ 和电路的时间常数 τ ,并与计算值相比较。

(4) 改变实验电路参数,使 $C=0.005\mu\text{F}$,重做上述(3)中内容。

(5) 改变输入脉冲信号的幅值,使 $U_1=3\text{V}$,重做上述(2), (3)中的内容。

(二) 二阶电路的过渡过程实验

1. 零输入响应

实验参考线路如图2-3所示。

在动态电路实验板上按图2-3接好线路。

u_1 由脉冲信号发生器输入脉冲信号,由此信号造成电路的初始状态,初始状态的形成原理见本实验后[注]。

u_2 接入示波器,用以观测电路的响应波形。

- (1) 调节脉冲信号发生器,选择电路输入脉冲信号参数:幅度 $U_1=5\text{V}$;脉宽 $\Delta=1\mu\text{s}$;重复频率 $f=2\text{kHz}$ 。
- (2) 用双踪示波器之 Y_A 线观测输入脉冲信号,使其各项参数符合规定数值,然后将输入脉冲信号接入电路。
- (3) 用双踪示波器之 Y_B 线显示一个周期响应的波形,并记录此响应波形。用示波器测量电容上的初始电压 $u_c(0)$,并与计算值相比较。
- (4) 观察输出响应波形是否振荡,若振荡,测出其频率 ω_d 及初相角 ϕ ,并与计算值相比较。
- (5) 用一电阻 $R=350\Omega$ 与电容器 C 并联,再观察响应波形是否振荡。

2. 零状态响应

实验参考线路仍如图2-3所示。

- (1) 调节脉冲信号发生器,选择电路输入脉冲信号参数:幅度 $U_1=5\text{V}$;脉宽 $\Delta=180\mu\text{s}$;重复频率 $f=2\text{kHz}$ 。

(2) 用双踪示波器之 Y_A 线观测输入脉冲信号,使其各项参数符合规定数值,然后将输入脉冲信号接入电路。

(3) 用双踪示波器之 Y_B 线显示一个周期响应的波形,并记录此波形。用示波器测量响应的参数 α 及 ω_d 。

四、仪表设备选择

1. 脉冲信号发生器: XC16 一台
2. 双踪示波器: SBE-7 一台
3. 动态电路实验板: 一块

五、实验注意事项

由于学员首次使用脉冲信号发生器和双踪示波器,要求学员在实验前要充分地预习和准备,并认真阅读本实验指导书后附录中有关脉冲信号发生器和双踪示波器的使用说明。以保证实验的顺利完成,并避免损坏仪器仪表。

六、实验报告要求

在实验报告中,对一阶和二阶过渡过程实验,分别完成以下内容:

1. 绘制各种实验参数下,零输入响应和零状态响应的波形。
2. 理论计算实验电路的零输入响应和零状态响应,与实验中的测量值相比较。
3. 分析实验结果,得出相应结论。
4. 总结脉冲信号发生器和双踪示波器的使用方法。

七、思考题

1. 对一阶电路,当电路某个参数,如 R 或 C 变化时,相应地对响应有何影响?
2. RLC 串联电路产生等幅振荡的条件是什么?
3. 三要素法可否用于二阶电路响应的求解?

【注】初始状态的形成原理

要借助示波器观测实验电路零输入响应的波形,电容上就要有连续的周期性的初始电压。借助于对被测电路施加连续的周期性窄脉冲的方法可以产生连续的周期性的初始电压,实现上述要求。

实验电路如图2-4所示。图中 $u_s(t)$ 为窄脉冲电压源,由脉冲信号发生器提供。

$$u_s(t) = \begin{cases} 0 & (\text{当 } t < 0) \\ U_s & (\text{当 } 0 \leq t \leq \Delta) \\ 0 & (\text{当 } t > \Delta) \end{cases}$$

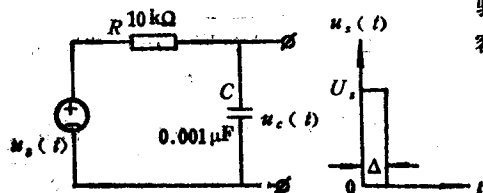


图 2-4

式中 Δ 为窄脉冲作用时间,即窄脉冲宽度,它应远小于实验电路零输入响应的过渡过程时间。在窄脉冲作用期间,电容器 C 上的电压 $u_c(t)$ 将按指数规律迅速上升,其表达式为:

$$u_c(t) = U_s (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad 0 \leq t \leq \Delta$$

当 $t = \Delta$ 时,即脉冲结束时刻,电容器上的电压为:

$$u_c(\Delta) = U_s (1 - e^{-\frac{\Delta}{\tau}})$$

由于 $\Delta \ll \tau$, 并设 $\Delta \rightarrow 0$, 则:

$$\lim_{\Delta \rightarrow 0} e^{-\frac{\Delta}{\tau}} = 1 - \frac{\Delta}{\tau} + \frac{1}{2!} \left(\frac{\Delta}{\tau}\right)^2 \dots$$

近似计算,则 $e^{-\frac{\Delta}{\tau}} \approx 1 - \frac{\Delta}{\tau}$, 得

$$u_o(\Delta) = U_s \left[1 - \left(1 - \frac{\Delta}{\tau} \right) \right] = U_s \cdot \frac{\Delta}{\tau} = U_s \cdot \frac{\Delta}{RC}$$

在窄脉冲结束时刻, 电容器上的电压 $u_o(\Delta)$, 可以利用此式进行计算, $u_o(\Delta)$ 就是电容器上的初始电压 $u_o(0)$, 由此造成了电路的初始状态。

现设窄脉冲 $u_s(t)$ 的幅值 $U_s = 5 \text{ V}$, $R = 10 \text{ k}\Omega$, $C = 0.001 \mu\text{F}$, $\Delta = 1 \mu\text{s}$, 则电容器上的初始电压:

$$u_o(0) = u_o(\Delta) = U_s \cdot \frac{\Delta}{RC} = 5 \times \frac{1 \times 10^{-6}}{10 \times 10^3 \times 0.001 \times 10^{-6}} = 0.5 \text{ V}$$

此后, 当 $t > \Delta$ 时, 窄脉冲已不存在, 即 $u_s(t) = 0$ 。因此, 在 $t > \Delta$ 之后的电路响应即为该电路的零输入响应, 其响应的数学表达式为:

$$u_o(t) = u_o(\Delta) e^{-\frac{(t-\Delta)}{\tau}} \quad (t > \Delta)$$

由于 $\Delta \rightarrow 0$, 上式可近似为:

$$u_o(t) \approx u_o(\Delta) e^{-\frac{t}{\tau}}$$

同理, 要观测二阶电路的零输入响应波形, 电容器上也要有连续的周期性的初始电压, 电感中要有连续的周期性的初始电流。借助于对被测电路施加连续的周期性窄脉冲的方法同样可以造成上述的初始状态, 这里不再论述, 学员可以自行分析论证。

实验三 三相变压器负载及电压调整率实验

一、实验目的

1. 熟悉变压器的外特性与效率曲线。
2. 理解变压器电压调整率的概念。

二、实验内容

三相变压器接三相对称电阻负载, 改变负载的大小, 从空载到额定负载, 测量分析变压器副边电压、电流的变化。

三、实验步骤

实验参考线路如图 3 所示。

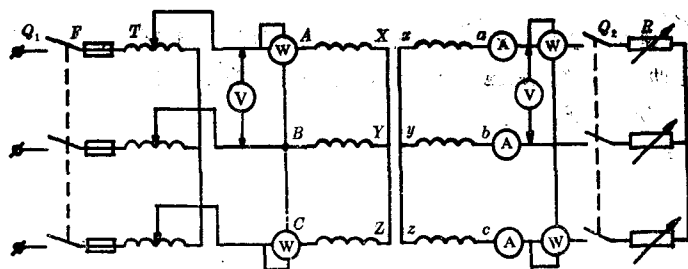


图 3

按图 3 接好线路。变压器原、副边都为 Y 联接。高压边接电源, 低压边加负载, 负载为三相对称电阻负载。

1. 将调压器手把置于输出电压为零的位置, 三相负载电阻置于最大位置。
2. 合刀闸 Q_1 , 转动调压器手把, 将输出电压调整到变压器原边电压的额定值, 并用交流电压表检查原、副边三相电压是否对称。
3. 改变三相对称负载电阻 R 的阻值, 由空载到额定负载, 共测七个点。分别测量变压器副边的电压、电流、功率及原边的功率。

测量过程中注意保持变压器原边电压为额定值。将测量结果填入表 3-1。

四、仪表设备选择

例 三相变压器的主要铭牌数据如下: 额定容量 $S_N = 3 \text{ kVA}$, 额定电压 $U_{1N}/U_{2N} = 380/190 \text{ V}$, 额定电流 $I_{1N}/I_{2N} = 4.55/9.1 \text{ A}$, 联接方式 Y/Y。

根据变压器的额定数据和实验内容, 所用仪器仪表选择如下:

交流电压表:	450 V	一块
交流电压表:	250 V	一块
交流电流表:	10 A	三块
单相功率表:	250 V, 10 A,	二块
单相功率表:	500 V, 5 A,	二块
三相调压器:	10 kVA, 450 V, 10 A,	一台
三相负载电阻:	1/10 A, 0/220 Ω ,	一台

表 3-1

测量项目 测量数据	$U_2(V)$			$I_2(A)$			$P_2(W)$		$P_1(W)$	
	U_{ab}	U_{bc}	U_{ca}	I_a	I_b	I_c	P_{21}	P_{22}	P_{11}	P_{12}
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										

五、实验注意事项

1. 三相调压器的输入输出不要接错,合闸前副边电压调到零位。
2. 实验前,要预习一下功率表的正确使用方法,包括功率表的接线,二表法测三相功率的测量方法及正确地读数。
3. 实验线路接好后,必须经指导教师检查,确认无误后,方可合闸进行实验。

六、实验报告要求

1. 对实验测量数据进行计算,并把计算结果填入表 3-2。

表 3-2

计算项目	计 算 公 式	计 算 结 果						
		1	2	3	4	5	6	7
U_2	$U_2 = \frac{1}{3\sqrt{3}}(U_{ab} + U_{bc} + U_{ca})$							
I_2	$I_2 = \frac{1}{3}(I_a + I_b + I_c)$							
P_2	$P_2 = P_{21} + P_{22}$							
P_1	$P_1 = P_{11} + P_{12}$							
η	$\eta = \frac{P_2}{P_1}$							
β	$\beta = \frac{I_2}{I_{2N}}$							

2. 在直角坐标纸上绘制变压器的外特性,

$$U_2 = f(I_2)$$

3. 在直角坐标纸上绘制变压器的效率曲线,

$$\eta = f(\beta)$$

4. 求额定点的电压调整率,

$$\Delta U = \frac{U_{20} - U_2}{U_{20}} \times 100\%.$$

其中, U_{20} 为空载时的副边电压。

U_2 为额定电流时的副边电压。

七、思考题

1. 变压器的外特性与负载性质有关吗?
2. 变压器负载运行时,引起副边变化的原因是什么?
3. 变压器运行中,带满负荷好不好? 为什么?

实验四 他励直流电动机的调速实验

一、实验目的

1. 熟悉直流电动机的各种调速方法。
2. 理解电机额定运行的概念。

二、实验内容

在保持负载基本不变的情况下,分别改变电枢回路所串电阻、电枢电源电压与励磁电流的大小,以改变直流电动机的转速。

三、实验步骤

实验参考线路如图 4-1 所示。

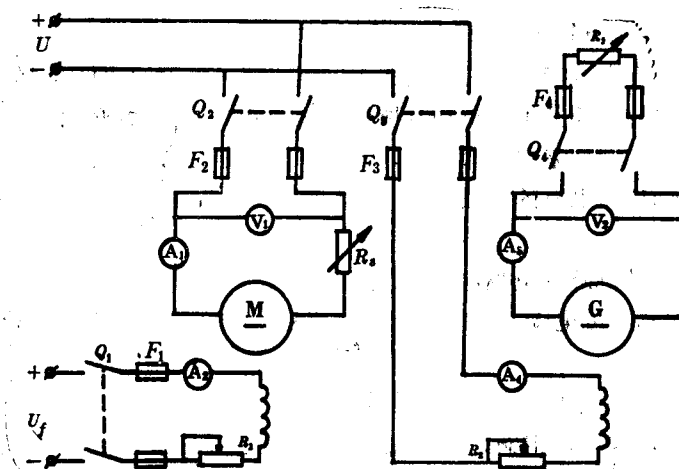


图 4-1

本实验线路由实验教师在实验前准备好。

1. 他励直流电动机电枢回路串电阻调速实验

(1) 串电阻起动直流电动机,并调整到额定运行状态。实验中保持 $U=U_N$, $I_f=I_{fN}$ 。

①将 R_1 滑动端预置到大约中间位置,合刀闸 Q_1 ,给直流电动机励磁。

②将直流电动机电枢电源电压 U 调整到额定值 U_N 。

③将 R_4 调至最大阻值,合刀闸 Q_2 ,起动直流电动机,并拖动直流发电机旋转。转速稳定后,将 R_4 逐渐减小至零。

④合刀闸 Q_3 ,给直流发电机励磁,电枢绕组感应电势。同时,调节 R_2 ,使发电机输出电压不超过其额定值 230 伏。

⑤将 R_3 调至最大值,合刀闸 Q_4 ,逐渐减小 R_3 ,预调发电机电枢电流为额定值。

⑥反复调整 R_1 , R_2 , R_3 ,同时监视电动机转速和电枢电流,以及发电机输出电压和电流。一直调整到直流电动机运行于额定运行状态,即额定电压 U_N 、额定电流 I_N 和额定转速 n_N 为止。同时,注意发电机的输出电压和电流不要超过额定值。

此时,电动机的励磁电流即为额定励磁电流 I_{fN} ,记下 I_{fN} 的数值。

为保持电动机在调速过程中带额定恒转矩负载,记下此时发电机的负载电流值 I_d 。

(2) 电枢回路串电阻调速

将电动机电枢回路电阻 R_s 由零逐渐增大,电动机转速会逐渐降低。将所串电阻 R_s 与对应的转速 n 分别填入表 4-1。共测五组数据。

表 4-1

数 据 \ 组 别	1	2	3	4	5
$R_s(\Omega)$					
$n(r/min)$					

(3) 保持电动机带恒转矩负载

在调速过程中,电动机转速的变化会引起发电机感应电势的变化,同时,也就改变了负载电流和电磁转矩。因此,为了维持电动机所带的负载转矩不变,就必须随时调节 R_s 的阻值,使发电机负载电流 I_d 维持原来的数值不变。原来的数值是指(1)中已记下的数值。

由于转速变化时,发电机的空载转矩 M_0 不可能为一常数,所以电动机的负载为近似恒转矩负载。

2. 他励直流电动机降低电枢电源电压调速实验

(1) 串电阻起动直流电动机,并调整到额定运行状态,方法同上。实验中保持 $I_f = I_{fN}$, $R_s = 0$ 。

(2) 降低电枢电源电压调速

将电动机电枢电源电压由额定值降低,测量电源电压 U 和转速 n ,并将测量结果填入表 4-2。共测五组数据。

表 4-2

数 据 \ 组 别	1	2	3	4	5
$U(V)$					
$n(r/min)$					

(3) 保持电动机带恒转矩负载,方法同上。

3. 他励直流电动机减小励磁电流调速实验

(1) 串电阻起动直流电动机,并调整到额定运行状态。方法同上。

实验中保持 $U = U_N$, $R_s = 0$ 。

(2) 减小励磁电流调速

将 R_f 逐渐调大,使电动机励磁电流由额定值逐渐减小。测量励磁电流 I_f 与对应的转速 n ,将测量结果填入表 4-3。共测五组数据。