

电机学实验——三相异步电动机 实验报告

专业：电气及其自动化 班级：电气1908班 日期：2021年10月 31日 成绩：

实验组别：1 第1次实验 指导老师：



学生姓名：柯依娃 同组人姓名：韩笑宇 肖婷筠 刘鸿娇 陈迎晓 高子涵

三相异步电动机

一、实验目的

学习异步电动机参数及运行特性的测定方法

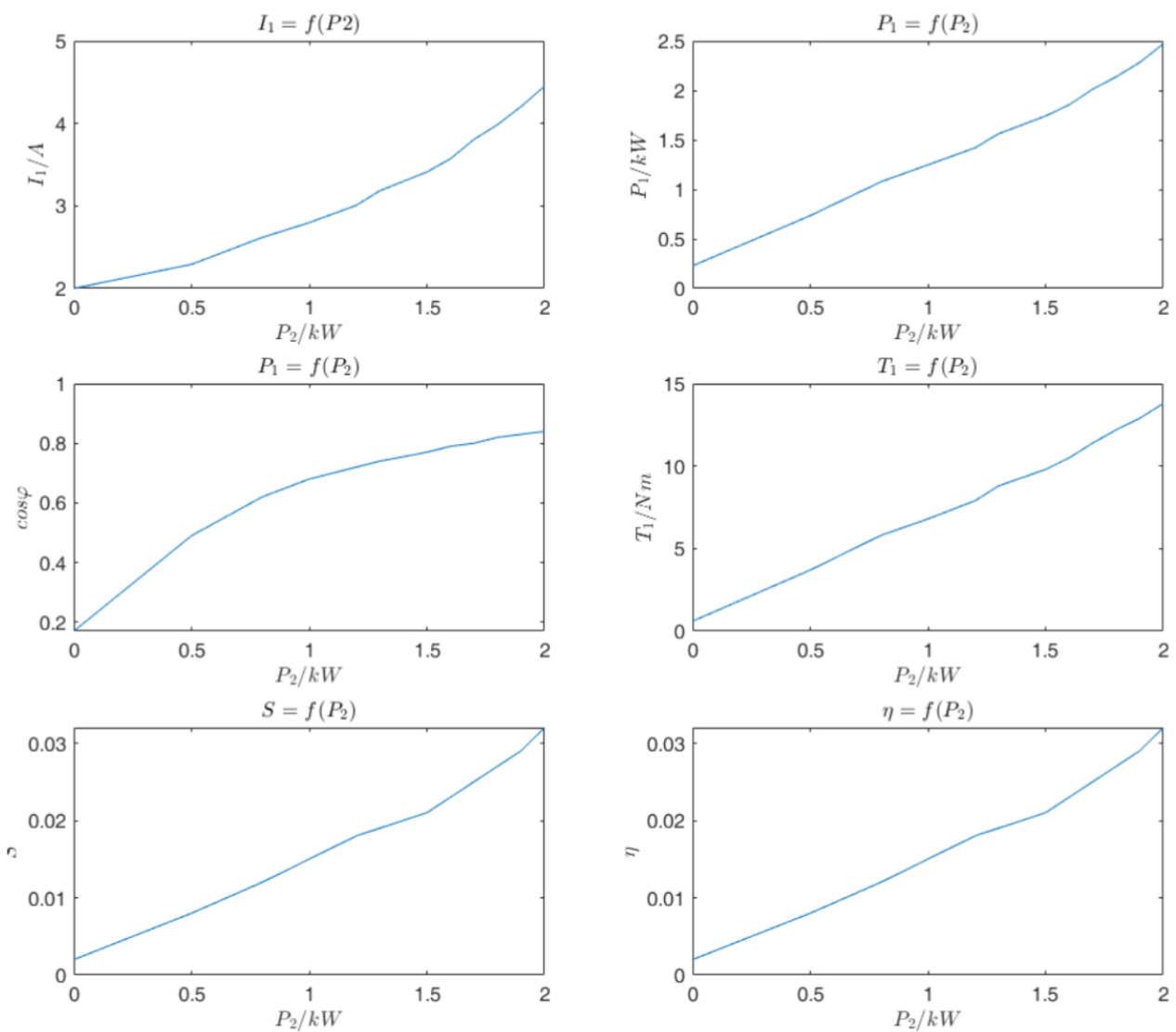
二、实验内容

1. 负载实验求取工作特性 $P_1, I_1, s, \eta, T_2, \cos\varphi_1 = f(P_2)$
2. 空载实验测取空载特性 $I_0, P_0 = f(U_0)$
3. 短路实验测取短路特性 $I_k, P_k = f(U_k)$

三、实验线路与原理

异步电动机拖动他励直流发电机（直流电动机当发电机用）发电，供给电阻负载。异步电动机为笼型转子结构，采取调压器降压起动。

序号	P_1/kW	U_1/V	I_1/A	P_2/kW	T_2/Nm	$n/(r/min)$	$\cos(\varphi_1)$	η	s
1	2.470	379.6	4.451	2.0	13.8	1452	0.84	80.97%	0.032
2	2.283	379.9	4.204	1.9	12.9	1457	0.83	83.22%	0.029
3	2.138	379.0	3.984	1.8	12.2	1459	0.82	84.19%	0.027
4	2.013	380.3	3.805	1.7	11.4	1462	0.80	84.45%	0.025
5	1.855	380.8	3.570	1.6	10.5	1465	0.79	86.25%	0.023
6	1.742	381.3	3.410	1.5	9.8	1468	0.77	86.11%	0.021
7	1.562	381.6	3.182	1.3	8.8	1471	0.74	83.23%	0.019
8	1.420	381.5	3.005	1.2	7.9	1473	0.72	84.51%	0.018
9	1.248	381.8	2.795	1.0	6.8	1478	0.68	80.13%	0.015
10	1.077	381.9	2.615	0.8	5.8	1482	0.62	74.28%	0.012
11	0.735	382.2	2.289	0.5	3.7	1488	0.49	68.03%	0.008
12	0.228	382.6	1.997	0.0	0.6	1497	0.17	0.00%	0.002



图一：三相异步电动机工作特性图

2、空载实验

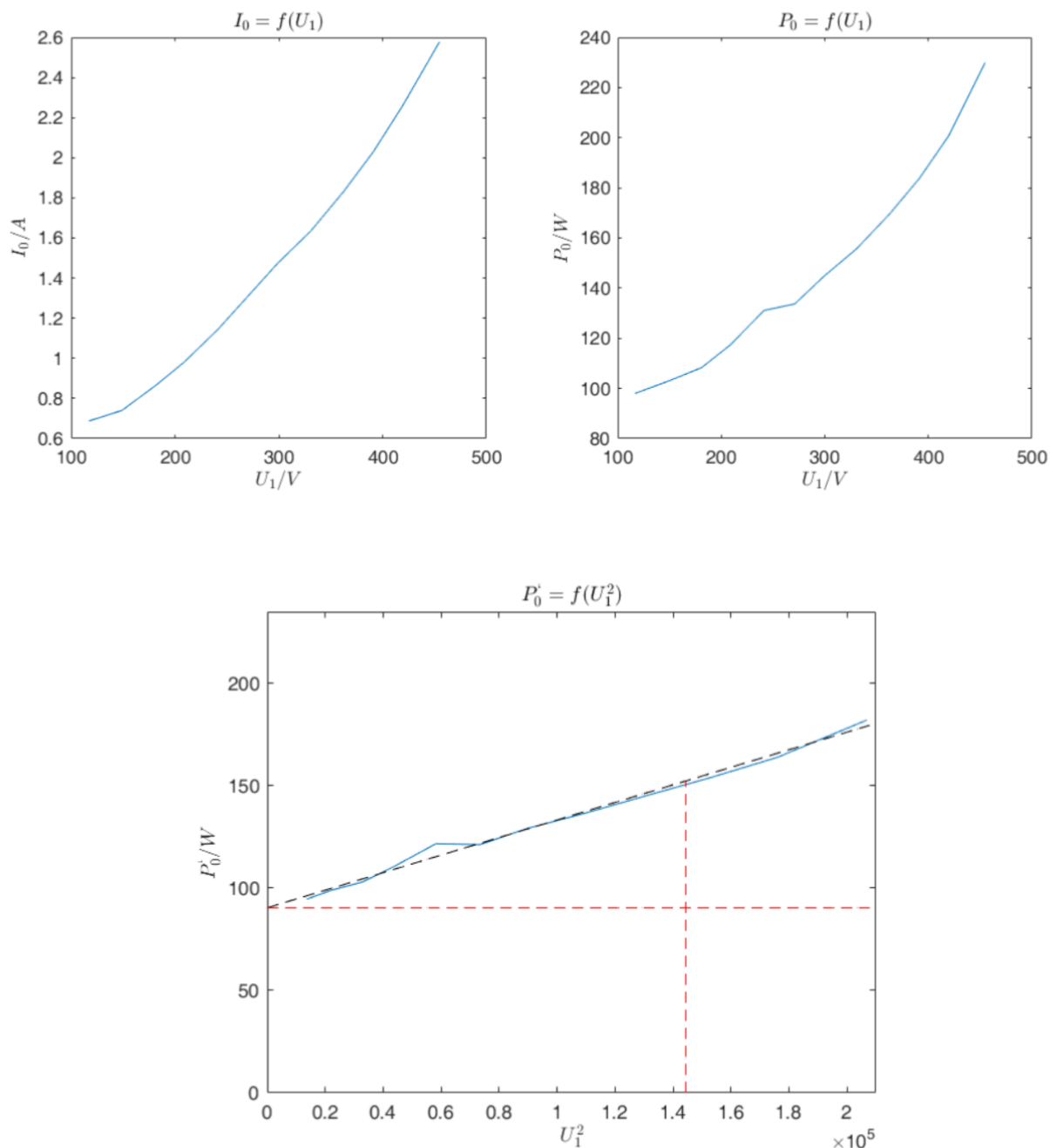
试验前，断开K2、K3,使异步电动机轴上不帶负载。然后起动异步电动机调节调压器，使从1.2逐步下降到，直至电动机转速发生明显变化、空载电流明显回升为止，中间测取8~10点，读取 I_0, U_0, P_0 记录于表中。

注意：实验过程中电压应单方向调节；必须测取额定电压下的数据。

$$\begin{aligned} P_{Cu1} &= 3R_1 I_0^2 \\ P' &= P_0 - P_{Cu1} \end{aligned} \tag{2}$$

表3.3-2 三相异步电动机的空载试验

序号	U_0/V	I_0/A	P_0/W	P_{cu1}/W	P'/W
1	454.8	2.578	229.9	47.85	182.05
2	419.7	2.262	200.8	36.84	163.96
3	391.2	2.031	183.7	29.70	154.00
4	362.2	1.830	169.4	24.11	145.29
5	330.7	1.654	155.7	19.70	136.00
6	299.1	1.475	144.7	15.66	129.04
7	271.0	1.314	133.7	12.43	121.27
8	241.3	1.144	131.1	9.42	121.68
9	208.6	0.980	117.3	6.91	110.39
10	181.0	0.863	108.3	5.36	102.94
11	148.8	0.740	102.9	3.94	98.96
12	116.8	0.687	98.0	3.40	94.60



图二：三相异步电动机空载损耗图

3、短路实验（堵转实验）

将异步电动机的转子通过机械装置堵住，将调压器输出电压调到零。合上开关K1,逐步升高电压 U_1 ,使 $I_1 \approx 2I_N (< 10A)$ 。然后逐步降低电压，使电流 I_1 逐步减小，中间测取8~10点，读取 U_k, I_k, P_k 记录于表3.3-3中

注意：用机械装置堵住异步电动机转子要经过实验辅导老师检查。实验过程中电压应单方向调节。必须测取额定电流下的数据。

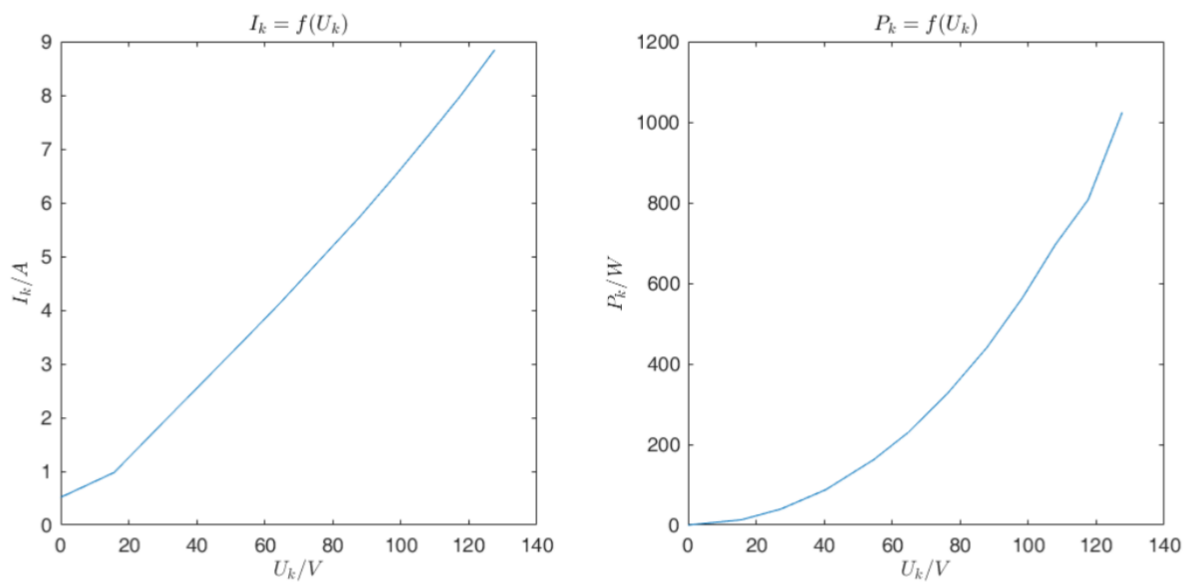
表3.3-2 三相异步电动机的短路试验

序号	U_k/V	I_k/A	P_k/W
1	127.6	8.847	1024.0
2	117.6	7.996	807.4
3	108.0	7.245	696.5
4	98.4	6.509	565.4
5	87.8	5.730	440.2
6	76.3	4.942	327.0
7	64.8	4.153	230.4
8	54.6	3.487	162.4
9	40.5	2.578	87.8
10	27.3	1.728	39.8
11	15.7	0.978	13.1
12	0.0	0.516	0.0

$$Z_k = \frac{U_k}{\sqrt{3}I_k} = 8.86\Omega \quad (3)$$

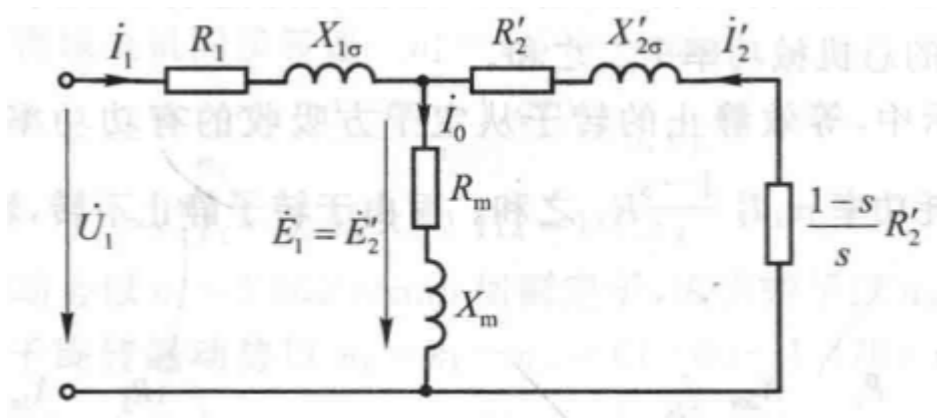
$$R = \frac{P_k}{3I_k^2} = 4.43\Omega$$

$$X_k = \sqrt{Z_k^2 - R_k^2} = 7.67\Omega$$



图三：三相异步电动机短路特性图

四、异步电动机等效电路



图四：三相异步电动机一相等效图

$$|R_1 + X_{1\sigma}j + R_m + X_mj| = \frac{U_o\phi}{I_o\phi} \quad (4)$$

$$R_1 + R_m = \frac{P_0}{3I_{0\phi}^2}$$

$$R_k \approx R_1 + R'_2 + \frac{1-s}{s}R'_2$$

$$X_k \approx X_{1\sigma} + X'_{2\sigma}$$

$$X_{1\sigma} \approx X_{2\sigma}$$

Solve them and we get

$$R_1 = 2.4\Omega, R'_2 = 4.49\Omega, R_m = 5.37\Omega \quad (5)$$

$$X_{1\sigma} = X'_{2\sigma} = 3.82\Omega$$

$$X_m = 108.12\Omega$$

五、思考题

1. 什么是异步电动机的空载运行状态？在空载实验时转子绕组应该开路还是短路？什么是异步电动机的短路状态？短路实验时为什么要将转子堵住？

空载运行状态：电动机的空载即无机械负载的运行状态，转矩为0，转子正常旋转，定子绕组正常接入对称三相电的状态

开路，使得 $s \approx 0$

短路状态：电动机的短路即无机械功率的运行状态，转速为0，定子绕组接入对称三相电的状态

转子堵转时，转子回路的机械功率等效电阻 $\frac{1-s}{s}R' = 0$

2. 为什么空载实验中，当电压降得太低而使转速发生明显下降时测得的数据没有意义？

事实上，空载损耗基本不变，考虑到要给电机空转，必须供给一定的功率，故随着电压降低，无法供给，所以转速发生明显下降，此时 $\frac{1-s}{s}R' = 0$ ，不再满足开路条件，没有意义