

华中科技大学 实验报告

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

实验组别：26 第 次实验 指导老师：

学生姓名：柯依娃 同组人姓名：

实验一 直流电动机

一、实验目的

1. 熟悉他励直流电动机的起动、调速和改变转向的方法。
2. 用实验方法测取他励直流电动机的工作特性和机械特性。
3. 测取他励直流电动机调速特性的方法。

二、实验原理

他励直流电动机拖动同步发电机发出三相交流电，供给三相电阻负载。直流电动机励磁绕组由直流电机励磁电源K2供电，直流电机电枢绕组由直流电机电枢电源K1供电，同步发电机励磁绕组由同步电机励磁电源K4供电。直流电动机转轴和同步发电机转轴机械上已经联结好（包括测矩仪）。三相电阻箱接变阻器1。按如图3.1所示的线路接线。其中三个直流回路因直流电源本身有输出电压和电流显示，可以不用再接直流电压表和电流表。同步发电机需要接交流电压和电流表监视输出电压和线电流。

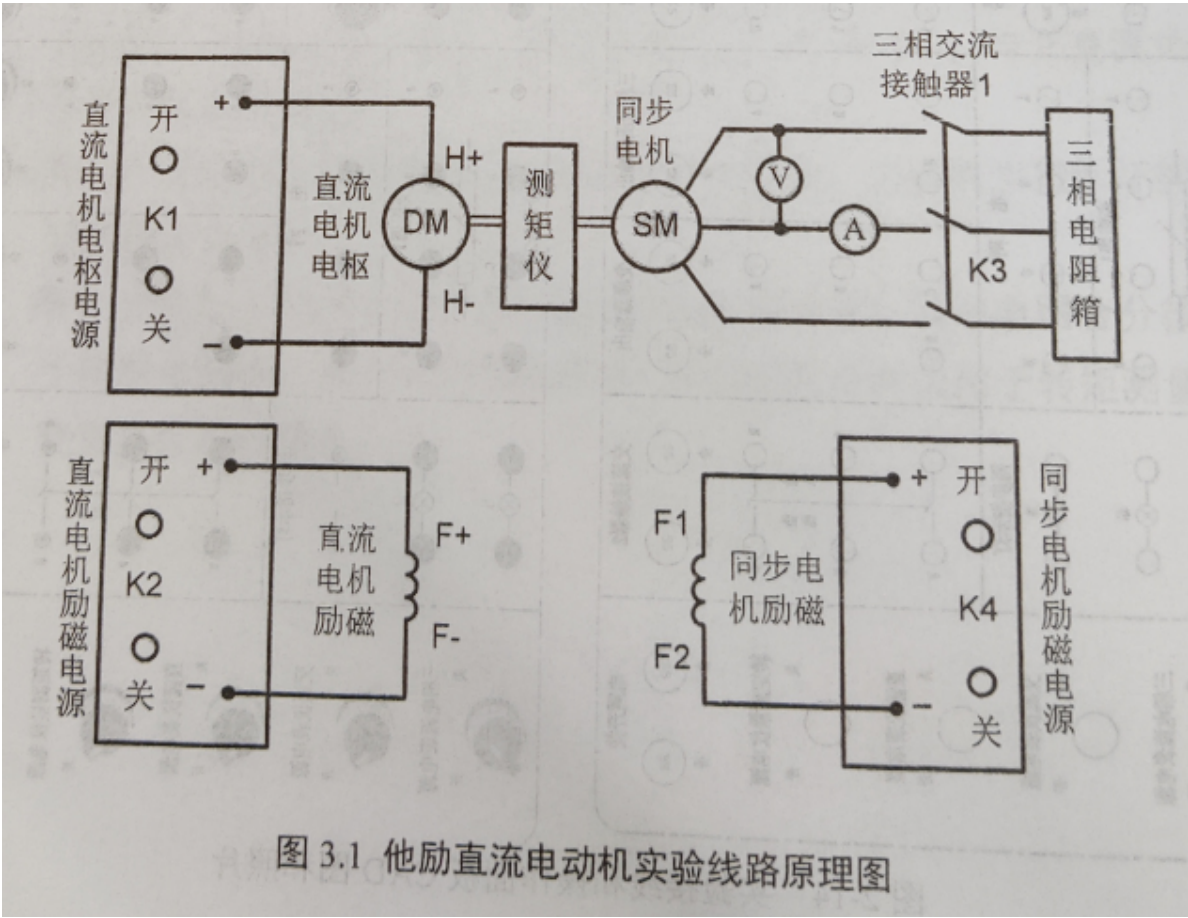


图 3.1 他励直流电动机实验线路原理图

三、 实验内容与步骤

- 1、他励直流电动机的起动、调速和改变转向的方法。
- 2、他励直流电动机额定工作点的求取和测取他励直流电动机的工作特性
 $n = f(P_2)$ 、 $T_{em} = f(P_2)$ 、 $\eta = f(P_2)$ ，机械特性 $n = f(T_{em})$ 。
- 3、测取他励直流电动机调速特性。

实验前

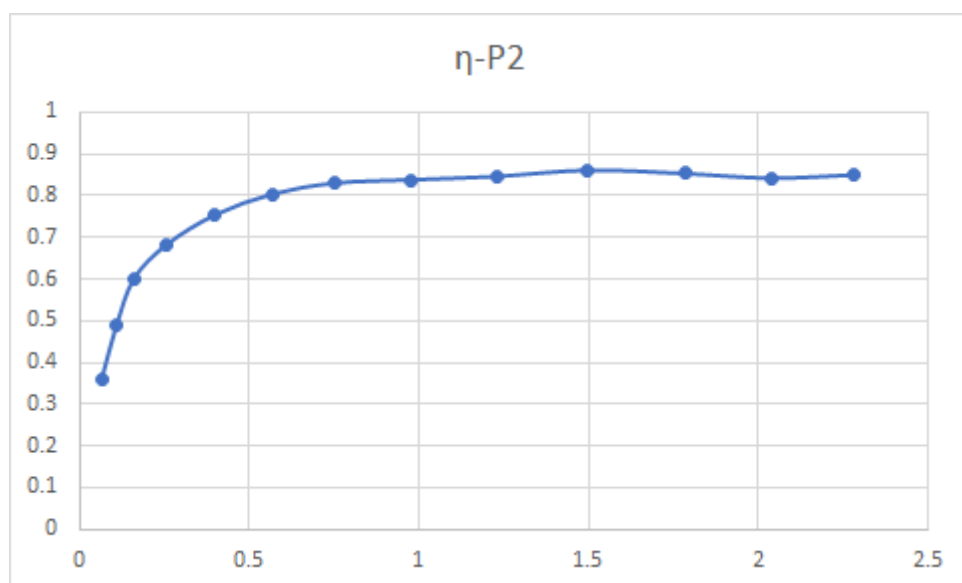
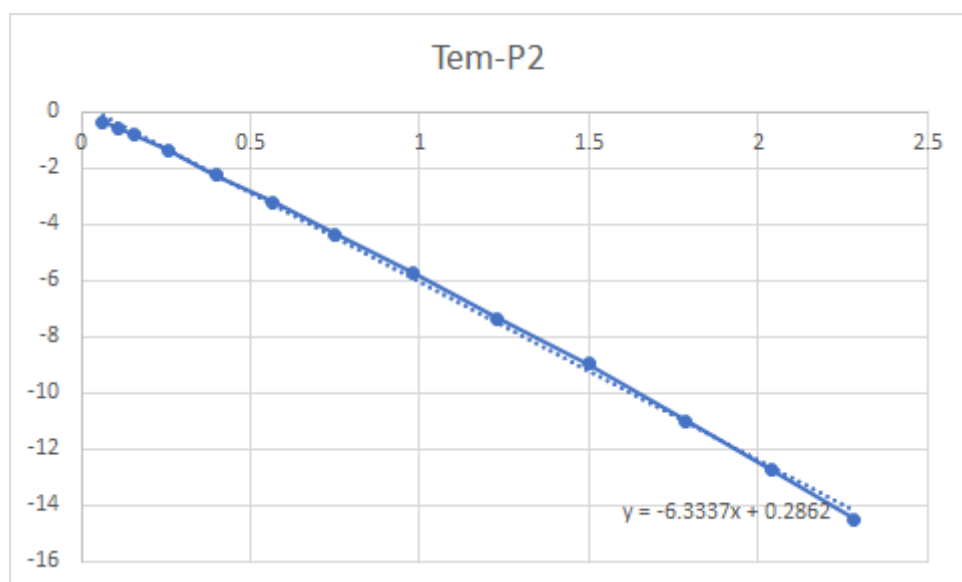
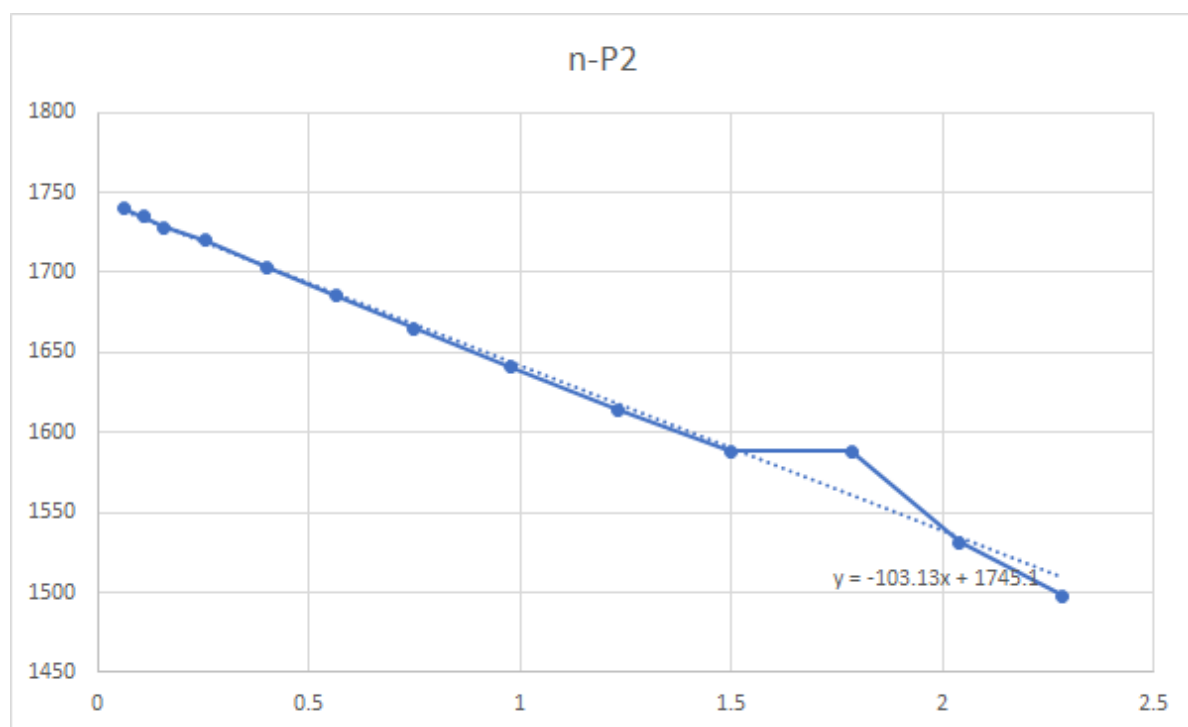
- (1) 合上总电源；
- (2) 按下照明按钮；
- (3) 接线；
- (4) 老师和助教检查接
- (5) 合上仪表电源；
- (6) 合上操作电源；
- (7) 按下合闸按钮；
- (8) 开始实验。

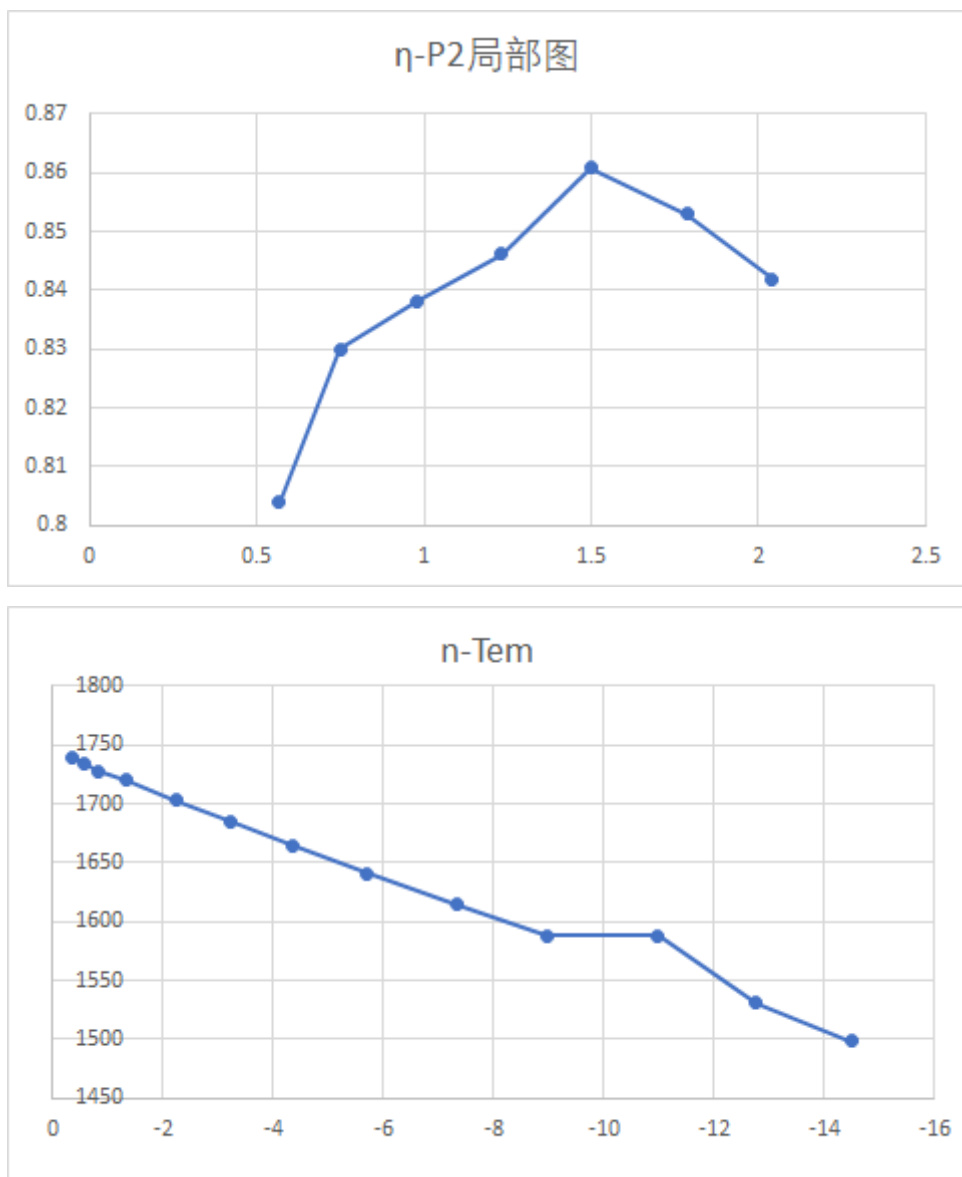
他励直流电动机的起动和改变转向

额定工作点求取和测取他励电动机工作特性、机械特性

$U=U_N=220.4V, I_f=I_{fN}=0.58A$

P2/kW	序号	Ia/A	n/(r/min)	P2/kW	T2/N·m	Tem	P1	η	n/(r/min)
2.285	1	12.2	1498	2.285	-14.495	-14.4954	2.68888	0.849796	1498
2.041	2	11.0	1531	2.041	-12.757	-12.7574	2.4244	0.841858	1531
1.786	3	9.5	1588	1.786	-10.987	-10.9874	2.0938	0.852995	1588
1.499	4	7.9	1588	1.499	-8.967	-8.96738	1.74116	0.86092	1588
1.231	5	6.6	1614	1.231	-7.345	-7.34537	1.45464	0.846257	1614
0.979	6	5.3	1641	0.979	-5.71	-5.71037	1.16812	0.838099	1641
0.75	7	4.1	1665	0.75	-4.334	-4.33436	0.90364	0.829977	1665
0.567	8	3.2	1685	0.567	-3.212	-3.21236	0.70528	0.803936	1685
0.399	9	2.4	1703	0.399	-2.223	-2.22335	0.52896	0.75431	1703
0.256	10	1.7	1720	0.256	-1.335	-1.33535	0.37468	0.68325	1720
0.159	11	1.2	1728	0.159	-0.813	-0.81335	0.26448	0.60118	1728
0.108	12	1.0	1735	0.108	-0.549	-0.54935	0.2204	0.490018	1735
0.063	空载	0.8	1740	0.063	-0.331	-0.33135	0.17632	0.357305	1740





$$\begin{aligned} \text{输入功率 } P_1 &= UI_a \\ \text{效率 } \eta &= P_2 / P_1 \cdot 100\% \\ \text{空载损耗 } T_0 &= \frac{p_0}{2\pi n / 60} \\ \text{等效电磁转矩 } T_{em} &= T_2 + T_0 \end{aligned} \quad (1)$$

注意：卸负载停车应采用如下步骤：

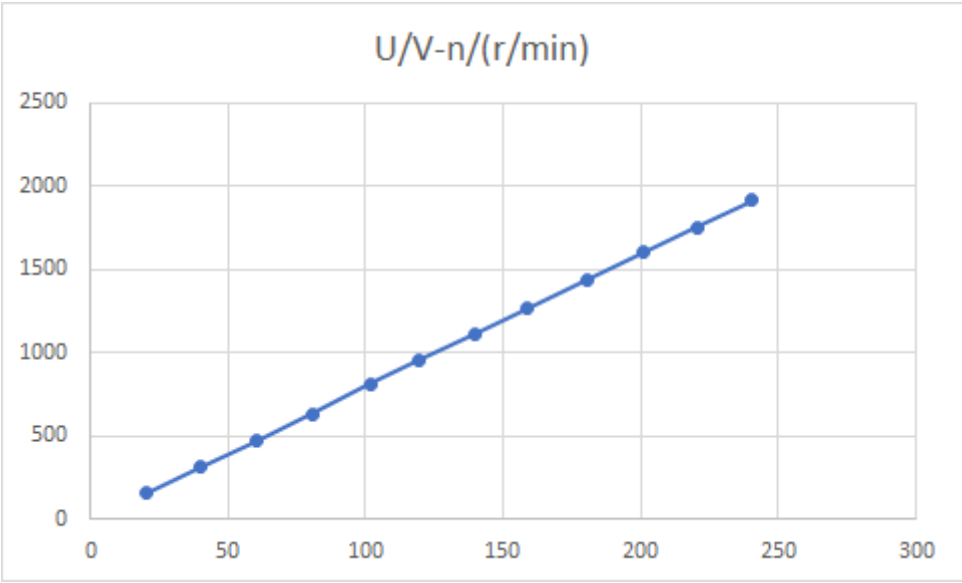
- (1) 逐步减小同步发电机的励磁电流至 0，即降低同步发电机的负载至空载，断开同步发电机负载开关 K3 和同步发电机励磁电源开关 K4。
- (2) 逐步减小直流机电枢电压至 0，断开直流机电枢电源开关 K1，电机停止旋转。
- (3) 逐步减小直流电机励磁电压至 0，断开直流电机励磁电源开关 K2。

测取他励直流电动机的调速特性

直流电动机可以通过改变串入电枢回路电阻、改变电动机电枢电压以及改变励磁电流的方法调速。本实验进行后两种方法调速，实验在空载下进行（断开K3）。

(1)改变直流电动机电枢电源电压调速

保持直流电动机励磁电流 $I_f=I_{fN}$ 不变，改变直流电动机电枢电压 U ，测取 $n=f(U)$ 曲线，测量数据记录于表3.2中。



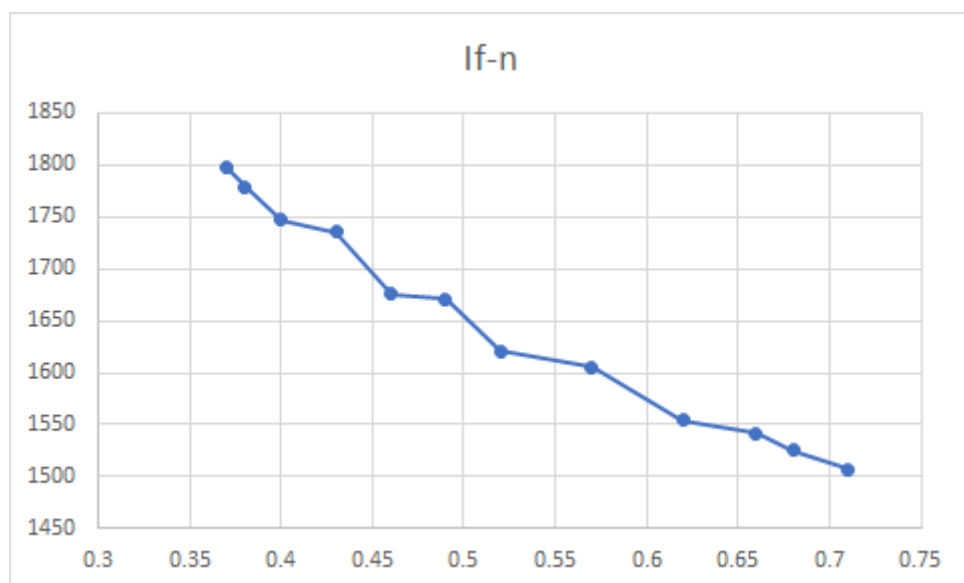
序号	U/V	n/(r/min)
1	20.2	159
2	40	316
3	60.4	474
4	80.7	634
5	101.9	815
6	119.7	957
7	139.8	1113
8	158.6	1266
9	180.8	1438
10	200.7	1604
11	220.3	1756
12	240.3	1916

(2)改变励磁电流调速

保持直流电动机电枢电压不变(取 $U=180\sim 220V$ 之间)，改变直流电动机的励磁电流 I_f 测取 $n=f(I_f)$ 曲线，测量数据记录于表3.1-3中。

在弱磁调速时应缓慢调节电动机的励磁电流，因为 I_f 的很小变化将引起 n 的很大变化，稍不注意，可能使转速过高。转速不宜超过 $1.2n_N$ 。由于电磁惯性和机械惯性，每次调速要到达新的稳定值后才能读数。

序号	If	n
1	0.71	1507
2	0.68	1525
3	0.66	1542
4	0.62	1554
5	0.57	1605
6	0.52	1621
7	0.49	1671
8	0.46	1676
9	0.43	1735
10	0.4	1747
11	0.38	1779
12	0.37	1798



四、思考题

1. 他励直流电动机在运行时，励磁回路突然断线或者当起动时把源电压调至零，电机将会产生什么现象？为什么？

励磁回路突然断线，则电流瞬间为0，则磁通量（主磁通漏磁通）都瞬间为0，而电机运转速度不会突变，则 E 正比于 $B\omega$ 瞬间变零，则电枢回路 I_a 非常大，约为 U/R_a 。则容易烧掉。同理，启动时源电压调至0也会这种情况

2. 如何改变直流电动机的转速和转向？

改变励磁电流（相当于改变 B ）， B 增大时， E 约等于 U ，转速 n 减小。

改变转向则是靠改变绕组方向，电枢和励磁任选其一即可，注意先断电。

3. 他励直流电动机负载变化时，其电枢电流和转速怎样变化

负载变化时, $P=U^2/R$, P 约等于 EI , E 约等于 U , R 增大时, I 减小, 转速近似不变

附录-电机学实验要求重点阅读

1. 列出被试电机的铭牌数据及使用仪器\仪器型号\规格数量\编号

HZDJ-2型电机

实验机组主要额定数据

- 他励直流电动机 $P_N=2.2\text{kW}$, $U_N=220\text{V}$, $I_N=12.5\text{A}$, $U_{fN}=220\text{V}$, $I_{fN}=0.51\text{A}$, $n_N=1500\text{r/min}$ 。
- 笼型三相异步电动机 $P_N=2.2\text{kW}$, $U_N=400\text{V}$, $I_N=4.6\text{A}$, $f_N=50\text{Hz}$, Y 接, $n_N=1450\text{r/min}$ 。
- 三相同步发电机 $S_N=2.5\text{kVA}$, $\cos\varphi_N=0.8$, $U_N=400\text{V}$, $I_N=3.6\text{A}$, $f_N=50\text{Hz}$, Y 接, $n_N=1500\text{r/min}$, $U_{fN}=48\text{V}$, $I_{fN}=2.2\text{A}$ 。
- 单相变压器 $S_N=1\text{kVA}$, $U_{1N}=380\text{V}$, $U_{2N}=127\text{V}$, $u_k=3.8\%$ 。
- 三相变压器 $S_N=3\text{kVA}$, $U_{1N}=380\text{V}$, $U_{2N}=220\text{V}$, $u_k=3.46\%$ 。