

上海交通大学

实验报告

2016

姓名 马铭康

班级 电院 23503

实验名称

组别

实验指导教师

实验日期

成绩

特勒根定理和互易定理

一. 实验目的

- 加深对特勒根定理的理解, 掌握其适用范围
- 加深对互易定理的理解
- 熟悉稳压电源、恒流电源及直流电表的使用

二. 实验原理

特勒根定理 1: 对于有 n 个节点和 b 条支路的电路, 假定支路电压、电流取一致参考方向, 电路中的支路电压向量 $U_b = (u_1, u_2, \dots, u_b)^T$ 、支路电流向量 $I_b = (i_1, i_2, \dots, i_b)^T$ 分别满足 KVL 和 KCL, 则有:

$$U_b^T I_b = 0 \quad \text{和} \quad \sum_{k=1}^b u_k i_k = 0$$

特勒根定理 2: 两个集中参数电路 N 和 \hat{N} , 它们分别可以由不同的元件构成, 但却有相同的有向图。若二者的支路电压向量和支路电流向量分别用 $U_b = (u_1, u_2, \dots, u_b)^T$ 、 $i_b = (i_1, i_2, \dots, i_b)^T$ 及 $\hat{U}_b = (\hat{u}_1, \hat{u}_2, \dots, \hat{u}_b)^T$ 、 $\hat{i}_b = (\hat{i}_1, \hat{i}_2, \dots, \hat{i}_b)^T$ 来表示, 则有:

$$\sum_{k=1}^b u_k \hat{i}_k = 0 \quad \text{或} \quad \sum_{k=1}^b \hat{u}_k i_k = 0$$

互易定理: 一个具有互易性的网络, 在单一激励下产生的响应, 当激励和响应互换位置时, 其比值保持不变

形式 1: $\frac{\hat{i}_{\alpha}}{u_{sp}} = \frac{i_p}{u_{\alpha}}$

形式 2: $\frac{\hat{u}_{\alpha}}{\hat{i}_{sp}} = \frac{u_p}{i_{\alpha}}$

形式 3: $\frac{\hat{u}_{\alpha}}{\hat{u}_{sp}} = \frac{i_p}{i_{\alpha}}$

上海交通大学

实验报告

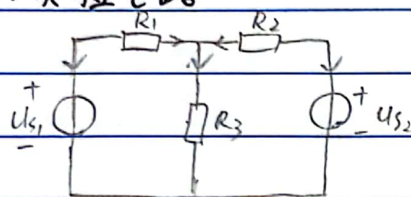
姓名

班级
实验名称

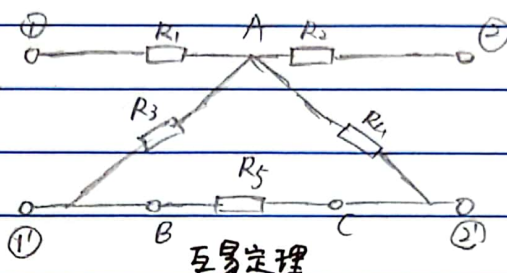
组别
实验指导教师

实验日期
成绩

三. 实验电路



特勒根定理



互易定理

四. 实验过程和数据表格

1. 验证特勒根定理 1

取 $U_{S1} = 10V$, $U_{S2} = 0V$, $R_1 = 150\Omega$, $R_2 = 51\Omega$, $R_3 = 75\Omega$

测量各支路电压和电流, 验证定理 $\sum_{k=1}^5 U_k i_k = -0.353mW \approx 0W$

	R_1	R_2	R_3	U_{S1}	U_{S2}
U_k / V	8.304	-1.681	1.680	9.991	0
i_k / mA	55	-32	23	-55	32

2. 验证特勒根定理 2

将 R_3 换为二极管, 取 $\hat{U}_{S1} = 5V$, $\hat{U}_{S2} = 5V$, 测量各支路 \hat{U} 和 \hat{i}

比较两组数据, 验证定理 $\sum_{k=1}^5 U_k i_k = 0.275W$, $\sum_{k=1}^5 \hat{U}_k \hat{i}_k = 0.076mW$

	R_1	R_2	二极管	U_{S1}	U_{S2}
\hat{U}_k / V	4.229	4.215	0.752	4.993	4.990
\hat{i}_k / mA	28	-82	110	-28	82

3. 验证互易定理

在 ①① 端或 ②② 端接入电压源和电流源

$U_{S1} = 10V$, $U_{S2} = 10V$; $i_{S1} = 25mA$, $i_{S2} = 25mA$

验证互易定理 1~3

上海交通大学

实验报告

姓名

班级
实验名称

组别
实验指导教师

实验日期
成绩

五. 注意事项

- 注意参考方向
- 记录仪表的量程和内阻

互易 1

$$U_{s\alpha} = 10V \quad i_{\beta} = 22mA \quad U_{s\beta} = 10V \quad i_{\alpha} = 22mA$$

成立

互易 2

$$i_{s\alpha} = 25mA \quad U_{\beta} = -2.401V \quad i_{s\beta} = 25mA \quad U_{\alpha} = -2.401V$$

成立

互易 3

$$i_{s\alpha} = 25mA \quad i_{\beta} = 12mA \quad U_{s\beta} = 10V \quad U_{\alpha} = 4.87V$$

$$\frac{U_{\alpha}}{U_{s\beta}} = 0.487 \quad \frac{i_{\beta}}{i_{s\alpha}} = 0.48$$

成立

上海交通大学

实验报告

姓名

班级
实验名称

组别
实验指导教师

实验日期
成绩

特勒根定理和互易定理

课后内容

报告内容

见预习内容的数据计算

[注：互易定理数据在尾页]

思考内容

1. 适用于几乎所有集中参数电路
2. 适用于满足互易性的线性电路
3. 特勒根定理可以导出互易定理，在互易电路中反之亦然