



## HIT阅读与思考

扫一扫二维码，加入群聊。

## 电路实验 A(2)

一. 实验题目: 均匀传输线

二. 实验目的: 掌握电路实验的基本技能及操作规范; 学会实验室常用仪器仪表在实际工程中的使用方法, 加深对均匀传输线的理解。

三. 实验选择仪器与模块名称:

DDS 函数信号发生器, Fluke 190-104 型测试仪, 数字万用表。长线仿真线实验装置。

$10 \times 10 \Omega$  电阻箱  $\times 1$ ,  $10 \times 0.01 \mu F$  电容箱  $\times 1$ , 二端元件  $\times 1$ ,  $1.5 k\Omega$  电阻  $\times 1$ 。

四. 实验预习思考题解答

1. B    2. B    3. A    4. A    5. B    6. A

五. 实验过程

1. 基本任务

(1) 函数信号发生器正常; 元器件标称值与参数值吻合。

(2) SCOPE  $\rightarrow$  A 通道  $\rightarrow$  AC 耦合  $\rightarrow$  Voltage 探针  $\rightarrow$  121 衰减  $\rightarrow$  Full 带宽, 测量始端电压, 位置编号 1, 按同样方法设置 B、C 两个通道。其中 B 通道测各测试节点电压, C 通道测试电流, 位置编号分别为 2、3。另设位置编号 4 内容为 B 通道节点电压相位。

(3) 经计算, 由测计算结果, 设置信号发生器频率  $f=17714 \text{ Hz}$   
 波阻抗  $Z_c=95.6 \Omega$ , 终端开路电压为  $3.00 \text{ V}$  时, 记录信号  
 发生器输出电压值  $2.550 \text{ Vrms}$ .

(4)(5) 终端分别处于匹配, 开路, 短路时, 长线仿真线沿线电压电  
 流分布规律的研究, 测试结果如表 1 所示

终端 状态	测量 项目	- 1	- 2	- 3	测 4	试 5	节 6	点 7	- 8	- 9	- 10
匹 配	U/V	1.47	1.46	1.42	1.38	1.35	1.31	1.29	1.29	1.27	1.25
	I/mA	15.3	14.8	14.7	14.6	14.4	14.3	14.0	13.5	13.2	13.0
	$\varphi$	0	-29	-57	-85	-115	-145	184	156	129	98
开 路	U/V	0.625	1.82	2.77	3.05	2.56	1.42	0.214	1.55	2.62	3.03
	I/mA	31.9	25.9	14.1	4.2	17.6	28.5	31.8	27.4	16.1	0.3
短 路	U/V	2.10	1.72	0.93	0.298	1.14	1.83	2.06	1.76	1.02	0.0442
	I/mA	4.9	13.3	20.0	21.9	18.4	10.4	2.1	11.3	19.0	21.9

表 1.

由表中数据, 长线仿真线在终端匹配时沿线电压电流分布曲线如

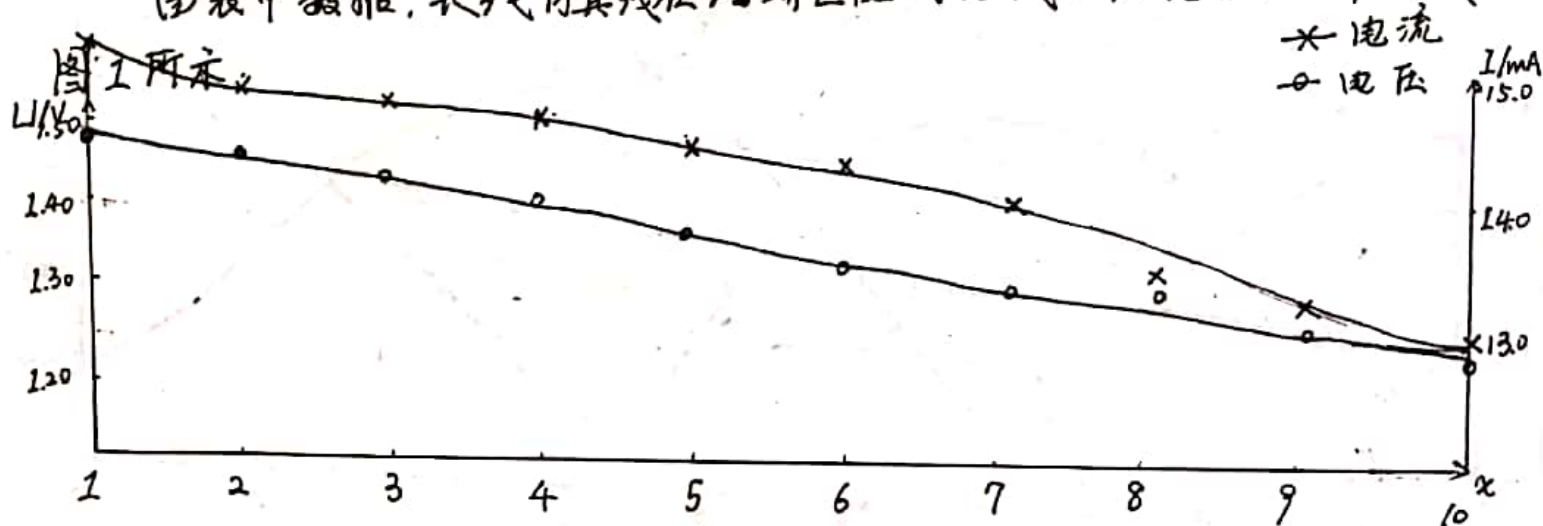


图 1

分析: 终端负载等于波阻抗时, 沿线电压有效值随位置  
 规律衰减, 但仍满足  $\frac{U}{I}$  不变 (中间节点有较大偏差)

线路没有反射波, 入射波有衰减

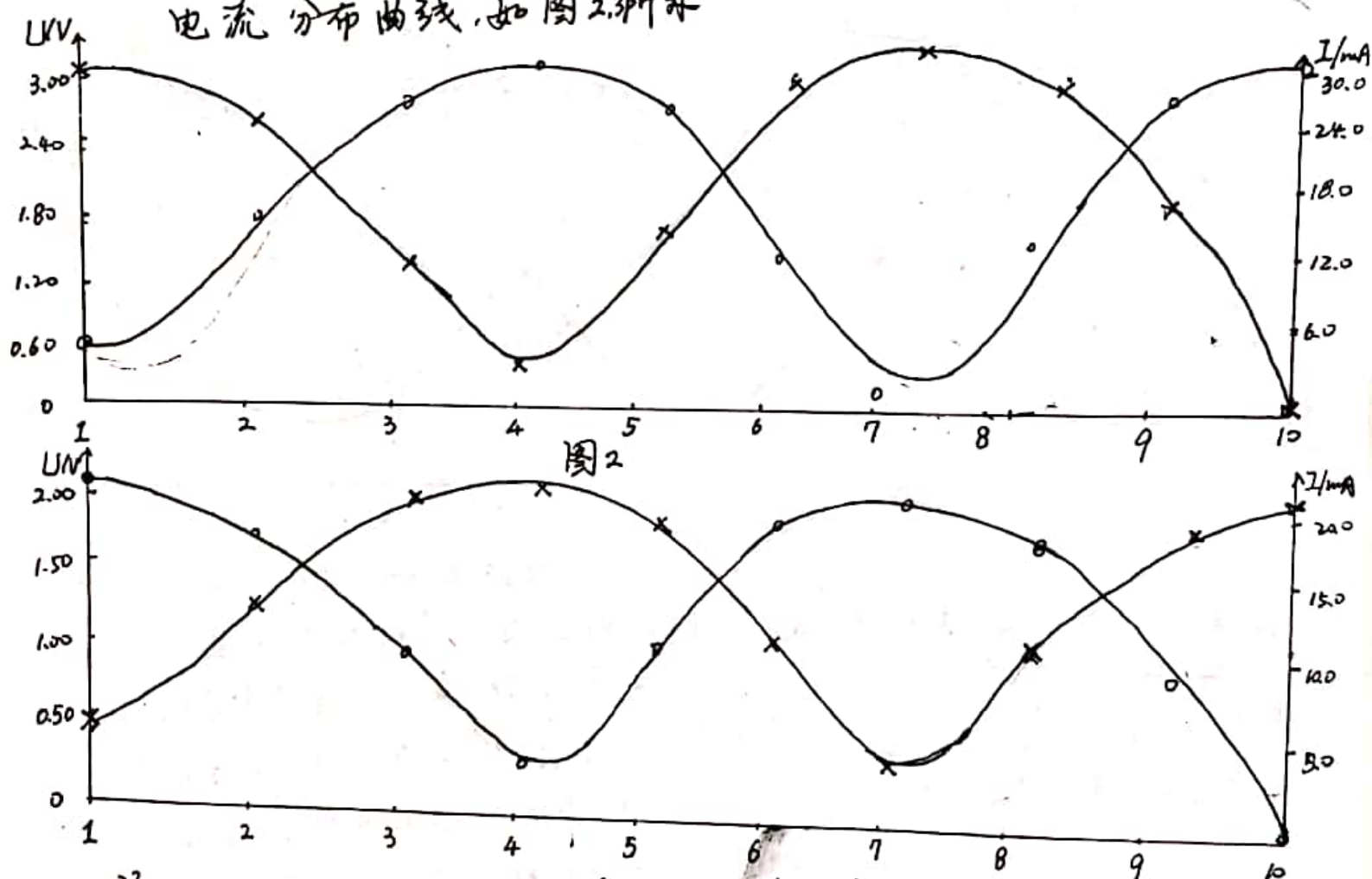


分析：从始端开始各节点电压相位依次递减，每经过一个链节电压相位差减少  $30^\circ$ 。

(5) 终端开路 and 短路时，长线仿真线沿线电压和电流分布规律研究。

1) 测量结果见第2页，表1。

2) 绘制长线仿真线在终端开路和终端短路时沿线电压、电流分布曲线，如图2所示。



2) 终端开路时，入射波在终端发生全反射，反射波是一个幅值与入射波基本相等，传播方向相反且不衰减的行波。

3) 由图2两图曲线比较可知当终端开路时，波节的位置恰是终端短路时波腹的位置，两者情况正好相反。

$$4) \quad Z_{c测} = \sqrt{\frac{U_{15}}{I_{15}} \cdot \frac{U_{10}}{I_{10}}} = \sqrt{\frac{0.625 \times 2.10}{31.9 \times 4.9}} = 91.6 \Omega \text{ 略小于 } Z_c = 95.6 \Omega.$$

分析：从始端开始各节点电压相位依次递减，每经过一个链节

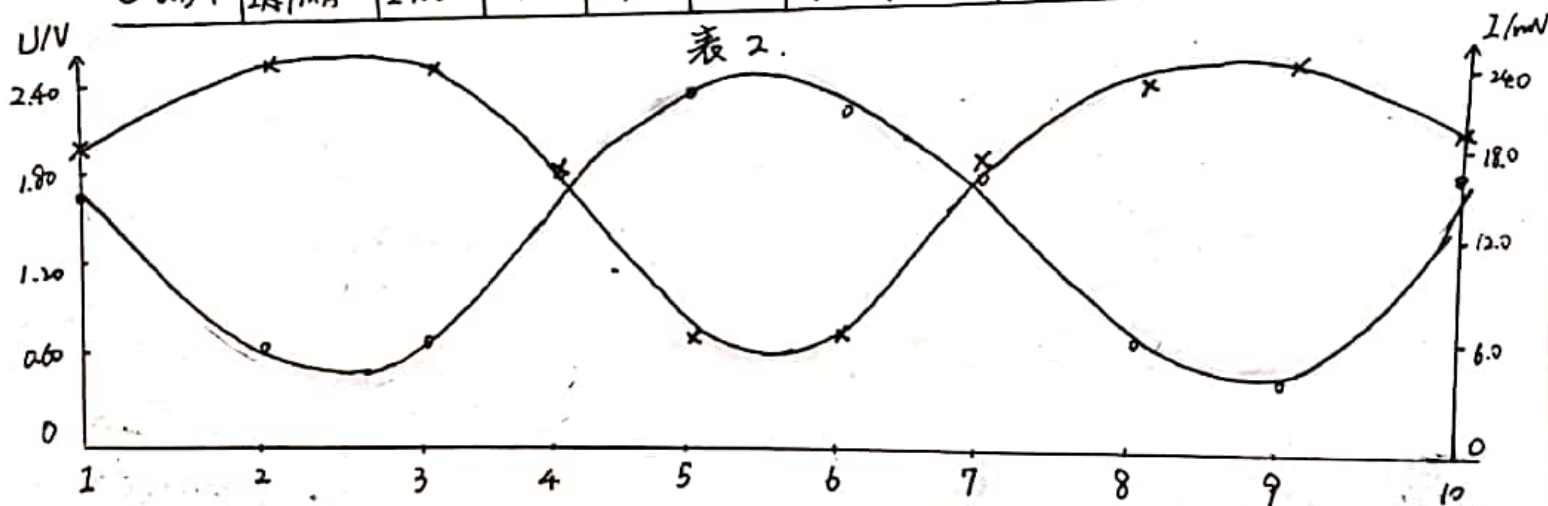
电压相位减少 $30^\circ$ 。

终端开路 and 短路时沿线电压电流分布曲线如图2、图3。见第3页。

## 2. 研究任务

(1) 终端接纯电容负载( $C=0.1\mu F$ )时，长线仿真线沿线电压电流的分布规律研究，测量结果如表2所示。

终端 状态	测量 项目	测试节点									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
纯电容 $C=0.1\mu F$	U/V	1.64	0.682	0.824	1.75	2.29	2.24	1.65	0.692	0.565	1.60
	I/mA	19.6	24.6	24.0	17.6	7.2	7.5	17.3	23.8	23.9	18.7



特点：电压电流随 $x$ 沿线 图4

呈没有衰减的正弦规律变化，且电压与电流为反相关系。

(2) 调整参数，改变链型电路每级输入输出，电压相位差，如 $60^\circ$ 。

$$\beta = \arccos(1 - \omega^2 LC/2) = \frac{\pi}{3}, \quad 1 - \omega^2 LC/2 = \frac{1}{2} \quad \text{解得 } f = \frac{2\pi}{\omega} = 34228.85 \text{ Hz.}$$

当信号源为 $4.250 \text{ Vrms}$ 输出时， $Z_c = 85.68 \Omega$  终端匹配测试沿线电压相位变化，结果如表3所示

节点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\varphi^\circ$	2	-58	-117	+188	+128	+68	+10	-46	-108	+195

$$\beta = 2^\circ - (-58^\circ) = 60^\circ, \quad \text{验证成立。}$$

六. 实验收获体会：

加深了对均匀传输线规律的理解。



七.

# 1. 基本任务

1. 仪器元件均正常
2. SCOPE  $\rightarrow$  B  $\rightarrow$  F<sub>2</sub>: AC 耦合 F<sub>3</sub> 电压探针 1:1 衰减. Full 带宽. ~~C 通道~~ 1号读表测电压  
C 通道设置方式同上. 2号读表测电流 AUTO 模式. A  $\rightarrow$  始端
- 3) 正弦输入信号  $\rightarrow$  A 88 (电压) 输出

$$\textcircled{1} \beta = \arccos(1 - \omega^2 LC/2) \Rightarrow \frac{\pi}{6} = \arccos(1 - \omega^2 LC/2)$$

$$1 - \frac{\omega^2 LC}{2} = \cos \frac{\pi}{6} = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi \sqrt{102 \times 10^{-12} \times 10^{-9}}} = 17714 \text{ Hz}$$

$$95 = \frac{102 \times X}{102 + X} \quad 6.5$$

$$95 \times 102 + 95X = 102X$$

$$\textcircled{2} Z_c = \sqrt{\frac{L}{C} (1 - \frac{\omega^2 LC}{4})} = 89.6 \Omega = 102 \Omega \parallel 1498 \Omega$$

信号发生器设置:  $f = 17714 \text{ Hz}$ ,  $3.635 \text{ Vrms}$

终端	测量	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
状态	项目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
匹配	U/V	1.47	1.46	1.42	1.38	1.35	1.31	1.29	1.29	1.27	1.25
	I/mA	15.3	14.8	14.7	14.6	14.4	14.3	14.0	13.5	13.2	13.0

测沿线节点电压与始端电压相位差

节点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\varphi_{\text{节点}}^\circ$	0	-29	-57	-85	-115	-145	184	156	129	98

终端状态	测量项目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
开路	U/V	0.625	1.82	2.77V	3.05V	2.56V	1.42V	0.214mV	1.55V	2.62V	3.03V
	I/mA	31.9	25.9	14.1	4.2	17.6	28.5	31.8	27.4	16.1	15.03
短路	U/V	2.10	1.72	0.93	0.298	1.14	1.83	2.06	1.76	1.02	0.0442
	I/mA	4.9	13.3	20.0	21.9	18.4	10.4	2.125	11.3	19.0	21.9
电容 $C=0.1\mu\text{F}$	U/V	1.64	0.682	0.824	1.75	2.29	2.24	1.65	0.692	0.565	1.60
	I/mA	19.6	24.6	24.0	17.6	7.2	7.5	17.3	23.8	23.9	18.7

12 调整参数  $\beta=60^\circ$ ,  $f=34228.85 \text{ Hz}$

$$Z_c = 85.68 \Omega \quad 4.250 \text{ Vrms}$$

教师签字:

验证: 数据见背面

$$9 \parallel 1498 = \frac{1490 \times 90}{1498 + 90} = 85.8 \Omega$$

$$9 \parallel 2000 = 86.12 \Omega$$



电影协会

扫一扫二维码，入群聊。