

重修

# 中国民航飞行学院学生实验报告

课程名称: 大学物理实验 姓名: 苏海彦 学号: 20180511085  
 专业: 空管 班级: 1816 教学单位: 计算机学院  
 实验室名称: 物理实验室 实验日期: 10.3

实验成绩: 批阅教师: 杨东原 日期:

## 一、实验项目名称

光纤长度及光纤中光速测定

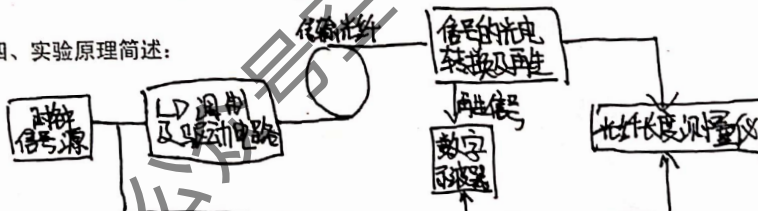
## 二、实验目的:

- 掌握光纤中光速测量技术的基本原理
- 掌握占比5%的方波信号的电压、光电转换技术
- 掌握数字式光纤长度测量仪的应用技术
- 了解实验研究信号传输过程中噪声对电路延迟的影响

## 三、实验设备及材料

- OFF-C型光纤传输与光电技术综合实验仪 (数字光端机)
- 光纤信道及连接跳线
- SDS 1102CNL+型数字示波器 编号 SYB 2017003254

## 四、实验原理简述:



双光纤比较法: 保持电路状态不变, 分别测出信号通过  $L_1, L_2$  的延时  $T_1, T_2$ , 则有: 
$$V = \frac{L_1 - L_2}{T_1 - T_2}$$

数字示波器可直接测量延时 $t_1$ 和 $t_2$ , 对应的光纤长度测量仪测出光纤长度差, 故:

$$V_{21} = \frac{L_2 - L_1}{t_2 - t_1}$$

数字示波器可直接测量相差, 故:

$$V_{22} = \frac{360 \times (L_2 - L_1)}{T(\varphi_2 - \varphi_1)}$$

##### 五、实验内容与步骤

###### 1. 示波器的调节

- (1) 调整示波器到初始状态: measure → 清除 → default setup
- (2) 建立座标系 关闭菜单 → position 按钮 → CH1 调至 2.0V, CH2 调至 CH1  
→ Horizontal 按钮 → Menu 调至 ~~1.00~~ 1.00  $\mu$ s
- (3) 时间测试  
measure → 时间测试 → 通道调至 CH2 → 测量 CH2 的 Period (周期)
- (4) 相位测试 (两信号比较)  
测量 CH1-CH2: Phase (相位差), PRR (时间)

▲ 黄色为 CH1, 蓝色为 CH2 的数据

2. 数字光端机: 接通短光纤传输系统, 将光功率调到 ~~1.00~~ 3.00 ~ 4.00  $\mu$ W 之间
3. 将参考信号接入示波器, 测量周期, 对比
4. 将参考信号和再生信号接入示波器和光纤长度测试仪
5. PIN 切换开关向右, 接通再生电路
6. 调节再生调节按钮, 使再生信号波形与参考信号波形一致 ( $T=8\mu$ s, 正、负与空白数值对应), 调光纤长度测试仪的 零点 调节, 记录数据
7. 按接光纤, 只调 W2, 使再生信号波形与参考信号一致, 记录数据

六、实验现象、测试数据与结果记录

1) 测量参考信号:  $P_{rd} = 8.00 \mu s$   $+D_{ut} = 49.5\%$   $-D_{ut} = 50.4\%$

2) 测量光纤长度及系统延时和相差

待测量	长度(m)	$P_{rd}(\mu s)$	$+D_{ut}$	$-D_{ut}$	$\Phi_{res}(\circ)$	$FRR(\mu s)$
短光纤	0	8.00	49.5%	50.4%	59.76	1.33
长光纤	220	8.00	49.5%	50.4%	108.9	2.42

$$t_1 = 1.33 \mu s \quad \varphi_1 = 59.76^\circ \quad t_2 = 2.42 \mu s \quad \varphi_2 = 108.9^\circ$$

$$L_2 - L_1 = 220 \quad T = 8.00 \mu s \quad U_{(L_2 - L_1)} = 1 m$$

$$U_{t_1} = U_{t_2} = 0.01 \mu s$$

$$U_{\varphi_1} = U_{\varphi_2} = 0.01^\circ$$

数据处理:

$$L_2 - L_1 = 220 \quad t_2 - t_1 = 1.09 E - 06 \quad \varphi_2 - \varphi_1 = 49.14$$

$$V_{z1} = \frac{L_2 - L_1}{t_2 - t_1} = 2.0183 E + 08 = 2.02 E + 08$$

$$\frac{\partial V_{z1}}{\partial (L_2 - L_1)} = \frac{1}{t_2 - t_1} = 9.17 E + 05 \quad \frac{\partial V_{z1}}{\partial t_2} = -\frac{L_2 - L_1}{(t_2 - t_1)^2} = -1.85 E + 14$$

$$\frac{\partial V_{z1}}{\partial t_1} = \frac{L_2 - L_1}{(t_2 - t_1)^2} = 1.85 E + 14 \quad U_{V_{z1}} =$$

$$U_{z1} = \sqrt{\left(\frac{\partial V_{z1}}{\partial (L_2 - L_1)} U_{(L_2 - L_1)}\right)^2 + \left(\frac{\partial V_{z1}}{\partial t_2} U_{t_2}\right)^2 + \left(\frac{\partial V_{z1}}{\partial t_1} U_{t_1}\right)^2} = 2774749.72 = 0.03 E + 08$$

$$\therefore V_{z1} = (2.02 \pm 0.03) \times 10^8 \text{ ms}^{-1} \quad U_{\eta} = \frac{0.03}{2.02} \times 100\% = 1.5\%$$

$$\text{百分差 } E = \frac{\text{测量值} - \text{公认值}}{\text{公认值}} \times 100\% = \frac{2.03 - 2.00}{2.00} \times 100\% = 1.5\%$$

$$V_{z2} = \frac{360(L_2 - L_1)}{T(\varphi_2 - \varphi_1)} = 2.0147 E + 08 = 2.01 E + 08$$

$$\frac{\partial V_{z2}}{\partial (L_2 - L_1)} = \frac{360}{T(\varphi_2 - \varphi_1)} = 9.16 E + 05 \quad \frac{\partial V_{z2}}{\partial \varphi_2} = -\frac{360(L_2 - L_1)}{T(\varphi_2 - \varphi_1)^2} = -4.1 E + 06$$

$$\frac{\partial V_{z2}}{\partial \varphi_1} = \frac{360(L_2 - L_1)}{T(\varphi_2 - \varphi_1)^2} = 4.1 E + 06$$

$$U_{z2} = \sqrt{\left(\frac{\partial V_{z2}}{\partial (L_2 - L_1)} U_{(L_2 - L_1)}\right)^2 + \left(\frac{\partial V_{z2}}{\partial \varphi_2} U_{\varphi_2}\right)^2 + \left(\frac{\partial V_{z2}}{\partial \varphi_1} U_{\varphi_1}\right)^2} = 917584.572 = 0.01 E + 08$$

$$\text{标准式: } V_{z2} = (2.01 \pm 0.01) \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad U_{\eta} = \frac{0.01}{2.01} \times 100\% = 0.5\%$$

$$\text{百分差 } E = \frac{\text{测量值} - \text{公认值}}{\text{公认值}} \times 100\% = \frac{2.01 - 2.00}{2.00} \times 100\% = 0.5\%$$

七、对实验现象、实验结果的分析及结论

根据实验结果分析可得：通过两种计算方式，第一种计算距公认值误差为0.9%，第二种距公认值误差为0.5%，都在可以认可的范围内。所以可得光在光纤中的传播速度  $2.01 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$  左右。

在该实验中，必须注意光导纤维这种材料，其质易碎，实验过程要格外小心。

关注公众号空管新青年-shy