

实验七：拍振现象实验

1. 实验目的

- 1、了解拍振形成的条件及特征。
- 2、了解波的合成和分解的特性。

2. 实验仪器及安装示意图

实验仪器：INV1601C 型振动教学实验仪、INV1601T 型振动教学实验台、速度传感器、接触式激振器、偏心电机和调压器。软件：INV1601 型 DASP 软件。

提示：调压器不属于 INV1601 系统标准配置，因此本实验需要额外配置调压器。

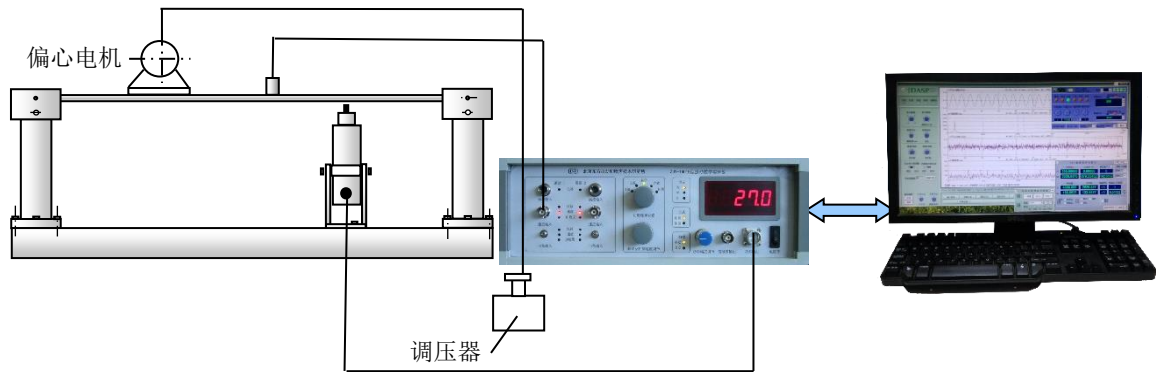


图 1 振动实验仪器的组成及连接示意图

3. 实验原理

当两个振动幅值近似相同、频率相差很少的简谐波叠加时，其合成波形的振幅将随时间作周期性缓慢变化，这种现象称之为“拍”。如图所示

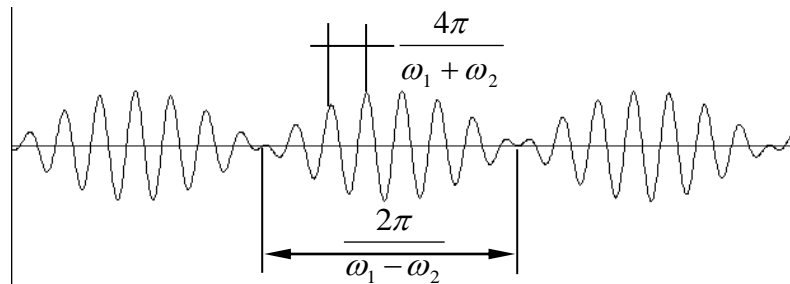


图 2 合成“拍”波形图

若两个合成波形的原方程式为：

$$x_1(t) = A_1 \cos(\omega_1 + \varphi)$$

$$x_2(t) = A_2 \cos(\omega_2 + \varphi)$$

则它们合成波形方程，在 $A_1 = A_2$ 时为：

$$\begin{aligned}x(t) &= x_1(t) + x_2(t) \\&= A_1[\cos(\omega_1 t + \varphi) + \cos(\omega_2 t + \varphi)]\end{aligned}$$

变换简化后得：

$$x(t) = A \cos\left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{2} t + \varphi\right)$$

式中

$$A = \left| 2A_1 \cos \frac{\omega_2 - \omega_1}{2} t \right|$$

因为 $\omega_2 - \omega_1$ 很小，所以 A 表示极缓慢的周期变化的振幅。拍的周期 T_b 和频率 f_b 为

$$T_b = \frac{2\pi}{|\omega_2 - \omega_1|}$$

$$f_b = |f_2 - f_1|$$

在 $A_1 \neq A_2$ 时，合成波形为：

$$x(t) = x_1(t) + x_2(t) = A \sin(\omega t + \varphi + \theta)$$

则

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1 A_2 \cos(\omega_2 - \omega_1)t}$$

$$\omega = \frac{1}{2}(\omega_1 + \omega_2)$$

$$\tan \theta = -\frac{A_1 + A_2 \cos(\omega_2 + \omega_1)t}{A_2 \sin(\omega_2 - \omega_1)}$$

合成波形的最大振幅和最小振幅为：

$$A_{\max} = A_1 + A_2$$

$$A_{\min} = A_1 - A_2$$

合成波形的频率为

$$f_{\text{合}} = \frac{f_1 + f_2}{2}$$

4. 实验步骤

1、仪器安装

按仪器安装示意图安装好电机、激振器和速度传感器。

2、开机进入 INV1601 型 DASP 软件的主界面，选择单通道按钮。进入单通道示波状态进行波形和频谱同时示波。

3、在参数设置菜单中推荐设置：采样频率、采样点数、标定值(参考实验二)，工程单位为

mm/s。

- 4、调节调压器使电机转动，可以从右面窗口中读取频率大约在 30Hz 左右。INV1601C 型振动教学实验仪的选择“速度计”档下的 v 速度处。从小到大调节激振器频率调节旋钮，在数显窗口中注意调到 30Hz 左右，这时，就能在屏幕上看到拍的波形，下面频谱图由两个单频谱组成，相差不大，可以移动光标到谱峰处，分别读取所在频率和幅值。
- 5、移动光标在右面窗口中读取拍的最大值和最小值。移动光标读取一个周期的开始点，在右窗口中读取点号 NC 的值 N_1 ，移动光标读取一个周期的结束点，在右窗口读取点号 NC 的值 N_2 ，读取时间分辨率 Δt 的值，计算出拍的频率 $f_{\text{合}}$ （可收数据并列表显示光标相对位置的时间差值，取倒数计算频率）。

5. 实验结果和分析

1、在频域中的读数

		频率 (Hz)	幅值 (mm/s)	
1		29.29 (激振), 29.41 (电机)	240.48, 807.36	
2		29.41, 22.1	240.48 (激振) 240.28 (电机)	
“拍”	计算	7.31	240.38	
	实测	29.663-21.72=7.943	220.29	
合成 波形	计算	29.35	最大值: \	最小值: \
	实测	29.418	最大值: 968.43	最小值: 582

2、在时域中的读数

最大值 (cm/s)	最小值 (cm/s)	开始点号 N_1	结束点号 N_2	一个周期 内点数 N	时间分辨 率 Δt (ms)	拍的周期 T (ms)
417.11	1.37	614	774	160	0.04	25