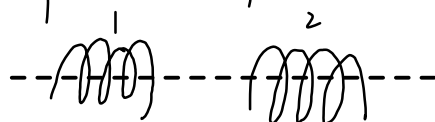


## 实验名称 磁耦合共振式无线电力传输实验

### 一、实验预习指导

#### 1. 磁耦合谐振的物理原理是什么？

两个线圈通过电磁感应产生磁耦合。磁耦合时，一次侧线圈和二次侧线圈频率相同，传输功率。当接收电路振荡频率和发射电路固有频率一致时，发射电路在空间产生最大的交变磁场，当接收电路固有频率也和发射电路频率一致时，电磁感应在接收电路中产生最大电流，接收功率最高。



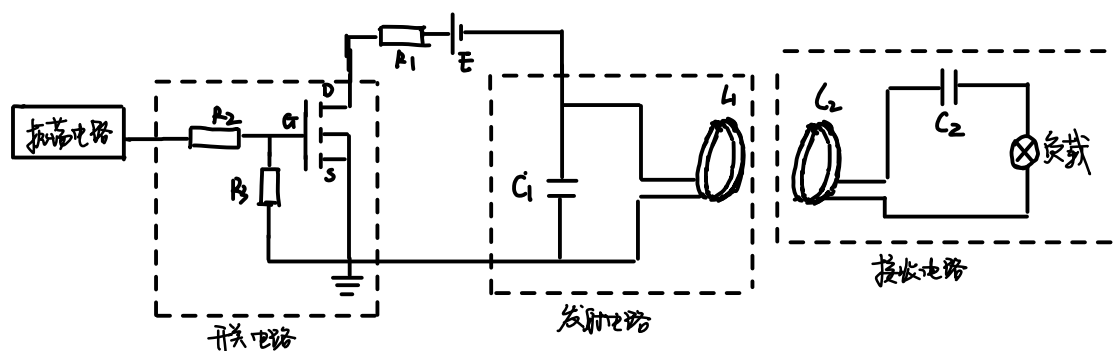
#### 2. LC 谐振电路的固有频率以及线圈的电感参量如何计算？

固有频率:  $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

线圈电感:  $L = N^2 R \mu_0 \ln\left(\frac{8R}{a} - 1.75\right)$

$N$  为线圈匝数,  $R$  为半径,  $a$  为铜丝直径

#### 3. 本实验采用的磁耦合谐振式无线电力传输系统包括开关电路，发射电路和接收电路，画出系统图，理解开关电路的原理，振荡电路采用什么形式的信号？发射电路和接收电路分别采用哪种 LC 谐振电路？



振荡电路采用方波振荡信号。

发射电路为 LC 并联电路，接收电路为 LC 串联电路。

## 二、原始数据记录

## 1. 测得系统实际共振频率

$$f_0 = 2.282 \text{ MHz}$$

## 2. 研究振荡频率对电力传输效率的影响

频率(kHz)	$f_0-160\text{kHz}$	$f_0-80\text{kHz}$	$f_0-50\text{kHz}$	$f_0-30\text{kHz}$	$f_0$	$f_0+30\text{kHz}$	$f_0+50\text{kHz}$	$f_0+80\text{kHz}$	$f_0+160\text{kHz}$
峰峰值( $V_{pp}$ )	6.20	8.80	11.6	14.2	17.4	13.2	9.80	6.00	2.40

## 3. 研究分频谐振传输效率

频率(kHz)	$f_0$	$1/2f_0$	$1/3f_0$	$1/4f_0$	$1/5f_0$
理论值	2.282	1.141	0.7607	0.5705	0.4564
实测值	2.282	1.154	0.761	0.572	0.457
峰峰值( $V_{pp}$ )	17.4	9.4	12.0	13.0	12.4

## 4. 研究无线电力传输的距离对传输效果影响

表 6-2 接收电路电阻电压峰峰值与距离关系

距离(cm)	10	13	16	19	22	25	28	31
峰峰值( $V_{pp}$ )	7.20	11.8	16.0	17.2	16.0	13.0	10.2	8.00

## 5. 自制无线电力传输系统

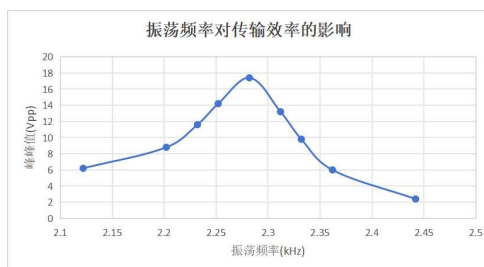
电感 $L$ 值		电容 $C$ 值		理论共振频率 $f$	实测共振频率值 $f$	最远传输距离
3.0 $\mu\text{H}$	2.9 $\mu\text{H}$	1.5 $\text{nF}$	1.5 $\text{nF}$	2.373 MHz	1.998 MHz	17 cm

教师	姓名
签字	韩建巴. 2024.5.6

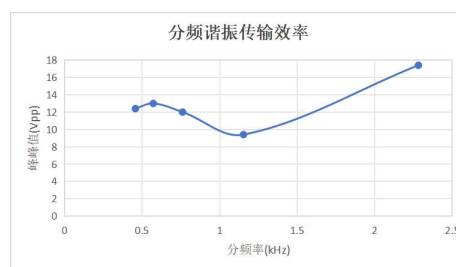
### 三、数据处理

#### 1. 研究振荡频率对电力传输效率的影响

绘制幅度-频率曲线，总结曲线规律。



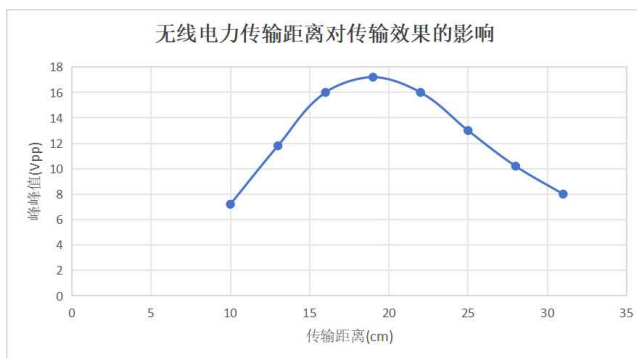
$V_{pp}$  随着频率的增加先增大后迅速减小。  
在共振频率附近  $V_{pp}$  取最大值。



在  $\frac{1}{n}f_0$  ( $n=1,2,3,4,5$ ) 频率下会出现较高的  $V_{pp}$ ，产生分频谐振。

#### 2. 研究无线电力传输的距离对传输效果影响

绘制灯泡电压-距离曲线，总结曲线规律。



随着传输距离增加， $V_{pp}$  先增大后减小，距离过近或过远都将失去传输功能。  
在 20 cm 左右电力传输效率最大。

#### 3. 自制无线电力传输系统

总结实际传输效果，分析误差产生的原因。

实际传输效果较差，最大传输距离为 17 cm，距离较短。

误差产生原因有：两线圈绕制方式的差异，线圈电感测量时的误差，线圈和电容存在寄生电阻，电容和线圈焊接处接触不良。

#### 四、讨论题

1. 为什么当振荡频率和  $LC$  电路的频率一样时, 发射线圈能在周围产生大的交变磁场?

因为此时  $LC$  电路发生谐振, 电源变化频率和电容电感相互充放电的频率一致, 使得  $LC$  电路使电流周期性变化的能力达到最大.

2. 你认为提高磁耦合谐振式无线电力传输系统能量传输效率的方式有哪些?

① 选用高性能磁性材料. ② 调整线圈排列和尺寸, 适当增加使用圈数.

③ 保证发射电路和接收电路振荡频率一致. ④ 提高系统散热能力, 减小热损