

实验名称 磁耦合谐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?

当振荡电路的振荡频率和发射电路的固有频率一致时,发射电路会在空间产生最大的交变磁场,而当接收电路的固有频率也和发射电路的振荡频率一致时,电磁感应会在接收电路中产生最大的电动势,这时电力传输效率最高,这种交变磁场产生的耦合即为谐振式磁耦合

2. LC 谐振电路的固有频率以及线圈的电感参量如何计算?

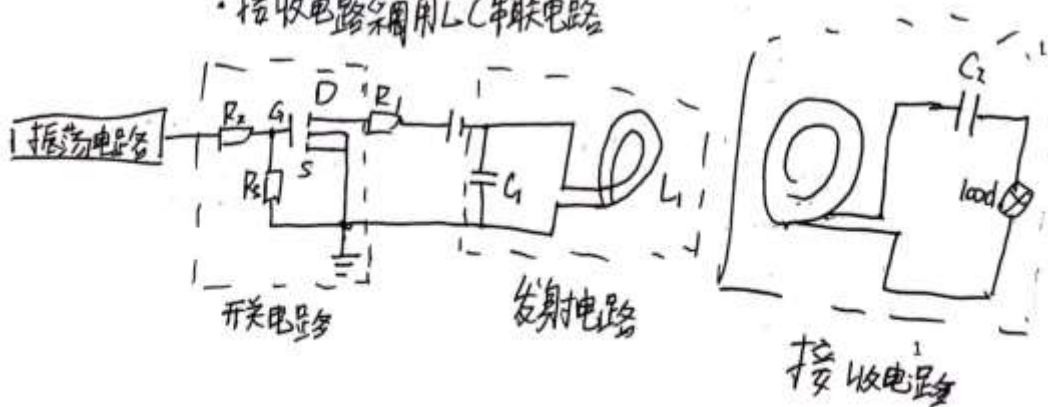
$$\text{固有频率 } f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

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

N : 线圈匝数, μ_0 : 真空磁导率, R : 线圈半径, a : 线圈半径

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
- 发射电路采用 LC 并联谐振电路
- 接收电路采用 LC 串联电路



大学物理实验报告

哈尔滨工业大学(深圳)

二、原始数据记录

1. 测得系统实际共振频率

理论: $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{3.4 \times 10^{-4} \times 1.5 \times 10^{-9}}}$
 $= 2.286 \text{ MHz}$

$f_0 = 2.26405 \text{ MHz}$

2. 研究振荡频率对电力传输效率的影响

频率(kHz)	$f_0 - 100 \text{ Hz}$	$f_0 - 50 \text{ Hz}$	$f_0 - 50 \text{ Hz}$	$f_0 - 50 \text{ Hz}$	f_0	$f_0 + 50 \text{ Hz}$	$f_0 + 50 \text{ Hz}$	$f_0 + 50 \text{ Hz}$	$f_0 + 100 \text{ Hz}$
峰值(V _m)	2V	2.24V	2.80V	4V	8.56V	3.76V	2.56V	1.28V	0.9V

3. 研究分频谐振传输效率

频率(kHz)	f_0	$1/2 f_0$	$1/3 f_0$	$1/4 f_0$	$1/5 f_0$
理论值	2264	1143	752	571.5	457.2
实测值	2264	1133	756	568.3	454.1
峰值(V _m)	8.56V	8.96V	6.8V	3.92V	3.04V

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值与距离关系

距离(cm)	10	13	16	19	22	25	28	31
峰值(V _m)	2.8V	3.68V	5.68V	6.48V	7.8V	9.48V	9.88V	9.98V

37 37
~~7.24V~~
 7.24V
 10
 6.04V

5. 自制无线电力传输系统

电感 L 值 / μH	电容 C 值	理论共振频率 / MHz	实测共振频率 / MHz	最远传输距离
5.7 6.7	1.5 nF	1.57876	2.035	32cm

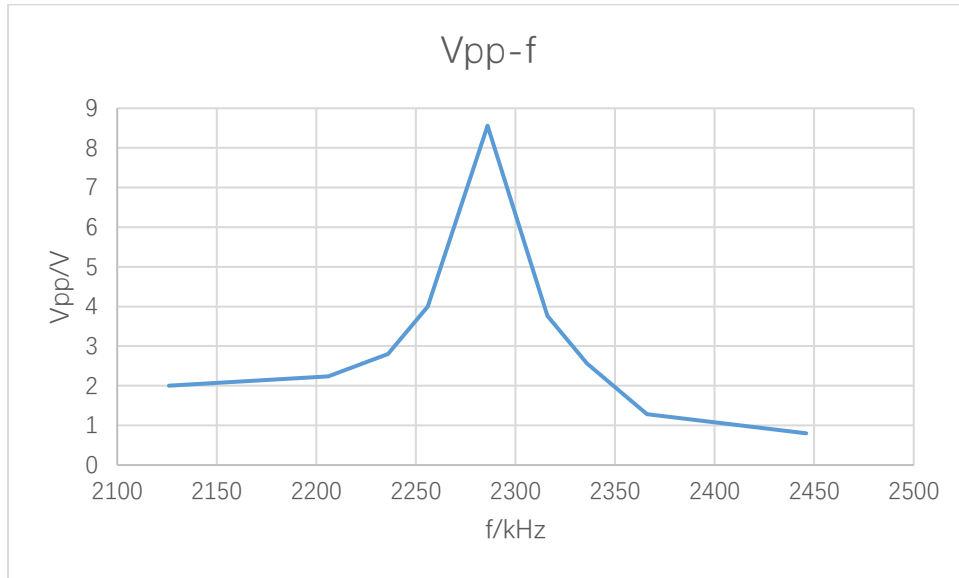
6.5 接收

教师	姓名
----	----

三、数据处理

1. 研究振荡频率对电力传输效率的影响

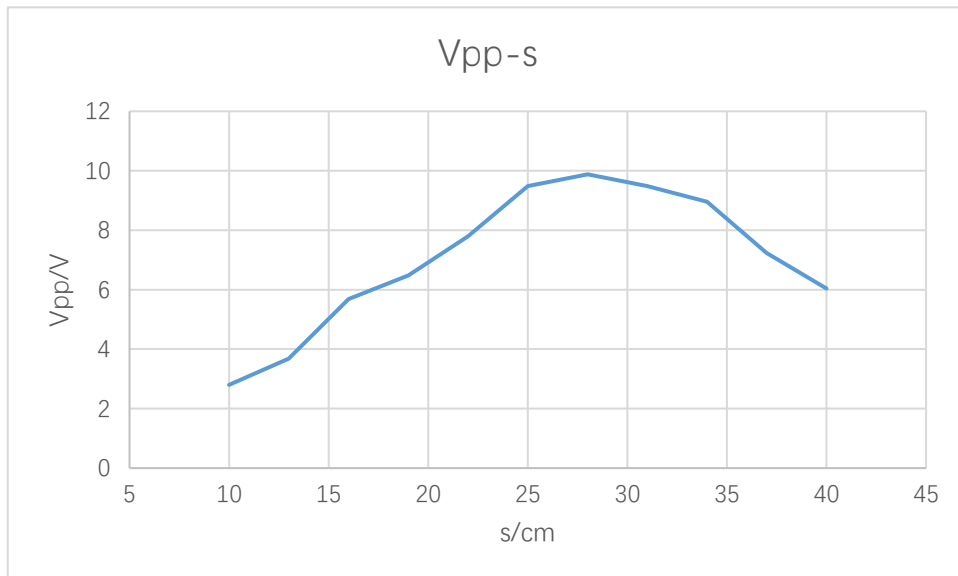
绘制幅度-频率曲线，总结曲线规律。



从图中可以看出，当频率处于共振频率时，电压峰峰值最大；频率越远离共振频率，电压幅值越低

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。



电压随距离的增大，先增大后减小，在某一个位置会出现最大值

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。

自制的无线电力传输系统能在最远 32cm 的距离传输电力，传输效果较好。

可能导致误差的原因：两个线圈的绕制上存在细微误差；电容实际容值与标称值有偏差

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？

当振荡频率和 LC 电路的频率一样时，电路发生 LC 谐振，此时电源电压的变化频率与电容、电感之间相互充放电的频率一致， LC 电路电流周期性变化的能力以及交变磁场的振幅达到最大

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？

在发射电路和接收电路之间添加一个增强用的线圈；增加线圈的密绕匝数、线径；选择合适的负载电阻大小。