

实验十八 DIY 实验--磁耦合谐振式无线电力传输实验研究

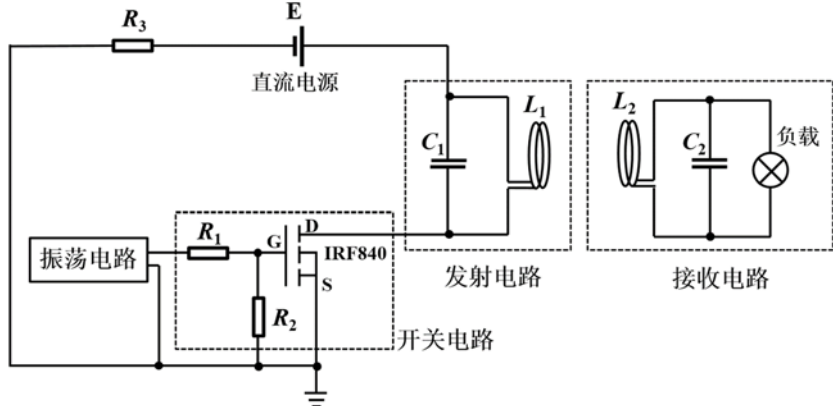
一、实验任务

1. 探索频率和距离对无线电力传输的影响；
2. 自组装和调试磁耦合共振式无线电力传输系统；
3. 拓展内容：观测并分析发射线圈周围的磁场分布，以及谐振电路的分频现象。

二、操作要点

1. 研究工作频率对电力传输的影响

按照下图完成实验系统的连接。



固定接收线圈与发射线圈的距离（如 25 厘米左右）。将增强线圈放置在发射线圈和接收线圈之间，移动增强线圈的位置使小灯泡亮度最大。然后固定增强线圈的位置，在系统固有谐振频率（约 2.2 MHz）附近改变信号源的输出频率（注意根据谐振曲线峰形特点合理调整频率间隔）。利用示波器测量负载灯泡上的电压峰-峰值（ V_{pp} ），完成如下表格并绘制幅度-频率曲线。

表 1 接收信号幅度与频率的关系

频率(MHz)											
幅度 V_{pp} (V)											

2. 研究传输距离对电力传输效果的影响

调节信号发生器输出频率使 LC 电路工作在共振频率之下，固定增强线圈在内容 1 的位置。改变接收线圈与增强线圈的距离，用示波器测量负载灯泡上的电压峰-峰值（ V_{pp} ），完成如下表格并绘制幅度-距离曲线。

表 2 接收信号幅度与距离的关系

线圈距离(cm)										
幅度 V_{pp} (V)										

3. 自制电感线圈（匝数为 2，直径 8~12 cm），并联电容形成 LC 电路，分别测量电感线圈的电感 L 和电容 C 的数值；计算其固有共振频率，接入上图所示电路，观察其共振情况和电力传输效果，记录最远传输距离及其对应的振荡频率。

4. 观察并分析自制发射线圈周围的磁场分布对电力传输效能的影响。

5. 拓展内容: 在内容 1 的基础上, 将频率调整至共振频率的 $1/n$ ($n = 2, 3$) 附近, 参考表 1 自行设计实验记录表格, 记录分频条件下的幅频特性数据, 分析不同分频条件下幅度和频率的关系。

三、报告要求

1. 绘制表 1 和表 2 的两条曲线, 绘制拓展内容的曲线, 总结传输规律。

2. 对自制的 LC 并联谐振电路的传输效果做分析和总结, 对比实验室提供的 LC 电路, 总结两者的特性和各自的优缺点。

四、思考题

教材第 4 题、第 5 题。

附录: 确定 LC 电路的共振频率的几种方法

方法一: 利用实验室提供的 LC 电表分别测量线圈的电感和电容, 然后利用公式(2-18-1)计算共振频率。

方法二: 如果线圈绕线比较规则, 可以利用实验室提供的工具测量铜线的直径、线圈直径等参数, 然后利用公式 $L = N^2 \mu_0 r \left[\ln \left(\frac{8r}{a} \right) - 1.75 \right]$ 计算线圈的电感, 最后利用公式

(2-18-1) 计算共振频率。

方法三: 利用信号发生器和示波器观察 LC 电路的充放电过程, 测量其共振频率, 具体方法参考实验十七 RLC 串联电路的暂态过程。