

串联谐振电路原理分析

2006年2月



内容

- 第一部分 概述；基本工作原理；拓扑
- 第二部分 分析：假定；输入阻抗；电压电流和功率；电压和电流应力分析；
- 第三部分 分析：开路和短路运行；电压传递函数；效率（导通/开通/关断损耗计算）；设计实例和讨论

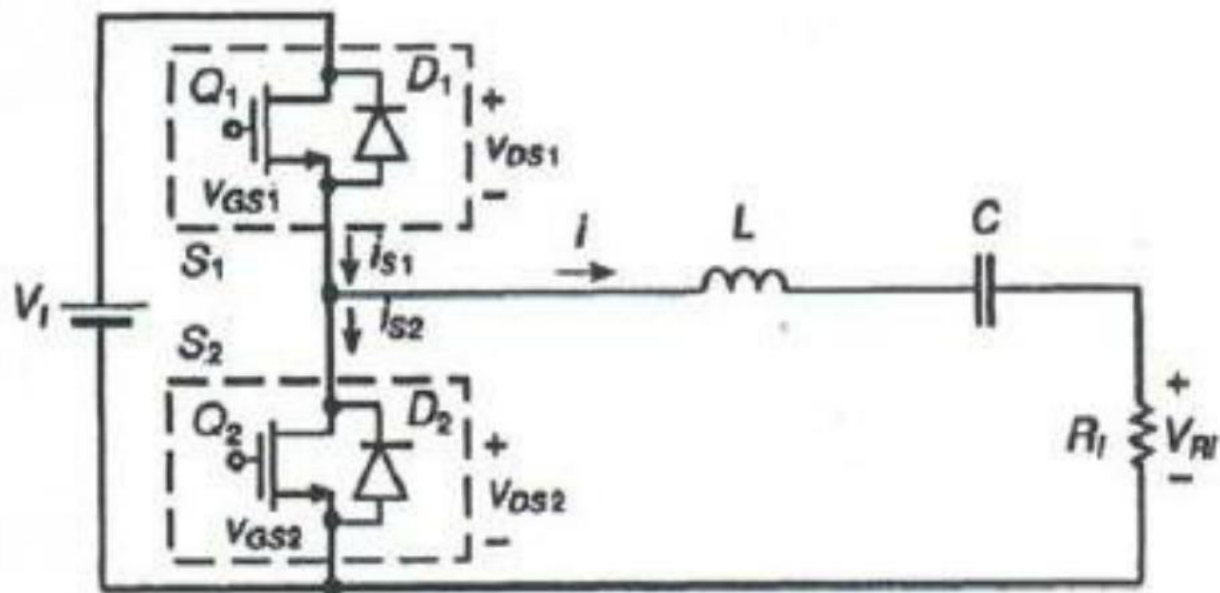


概述

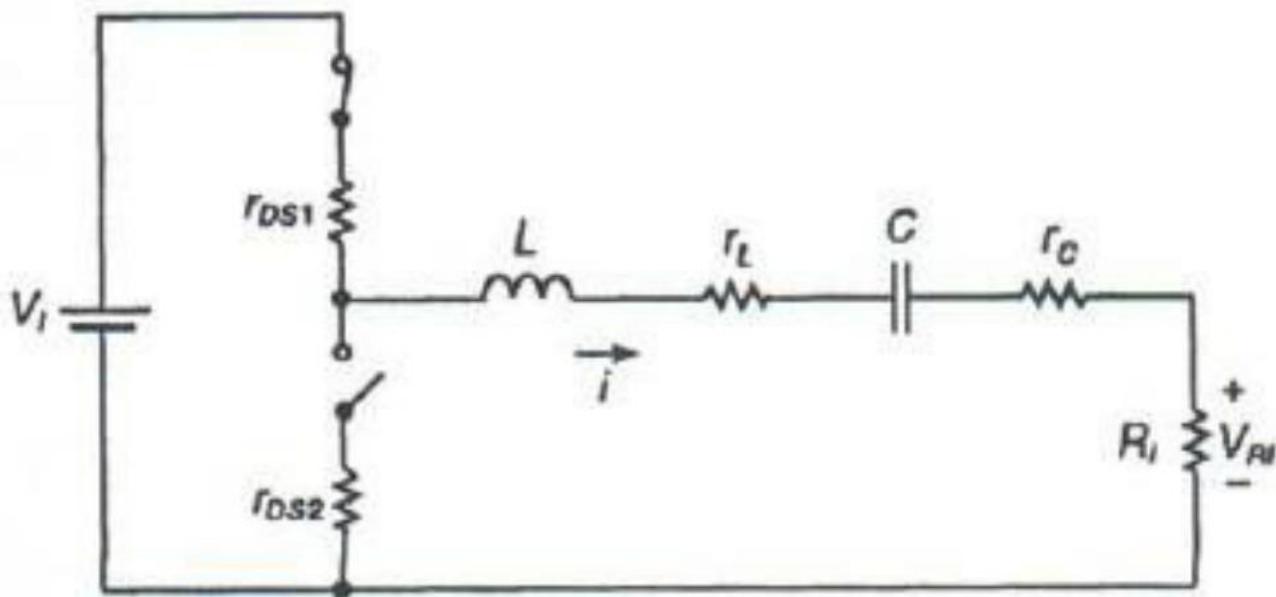
➤ **Class D dc-ac**谐振逆变电路

- 1959年由 Baxandall发明
- 应用于：dc-dc变换器，无线发射器，电子镇流器，高频电焊机，等等
- 可分为两类
 - **Voltage-source inverter** 电压型逆变电路
 - 前级由电压源输入
 - **Current-source inverter** 电流型逆变电路
 - 前级由电流源输入

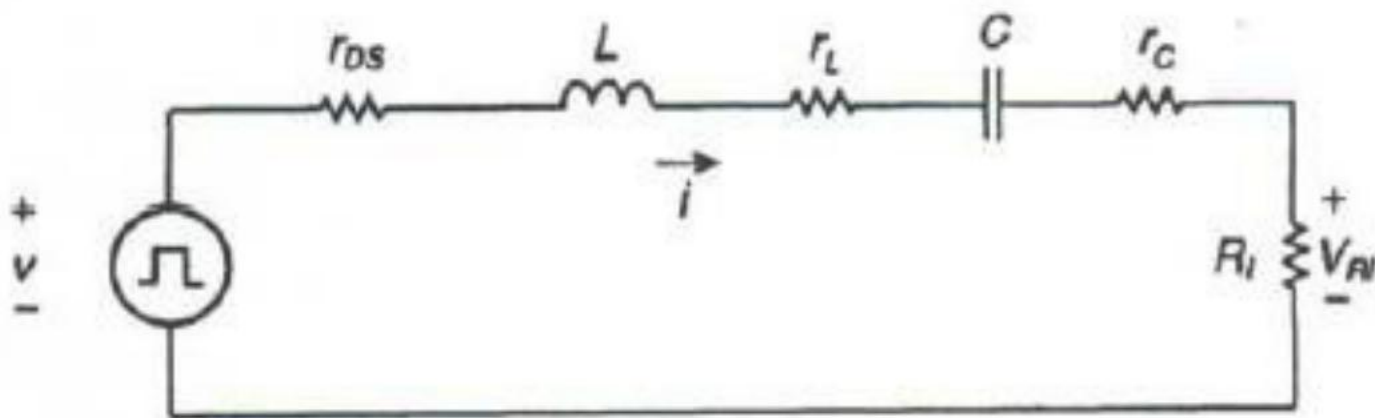
串联谐振逆变（SRI）基本电路



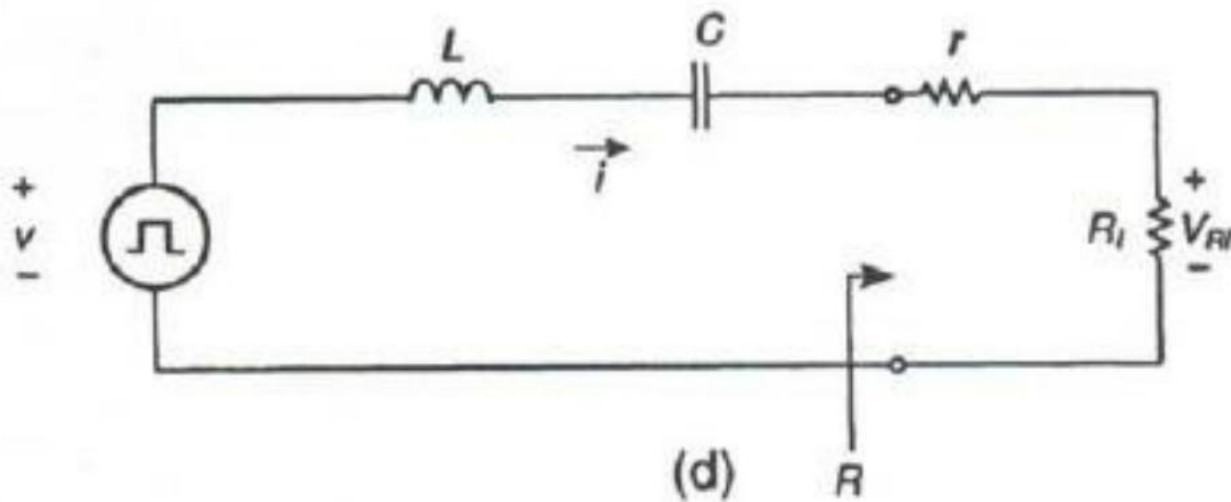
SRI 基本电路



SRI基本电路



SRI基本电路



SRI 基本电路

➤ MOSFET 导通电阻

$$- r_{DS} = (r_{DS1} + r_{DS2}) / 2$$

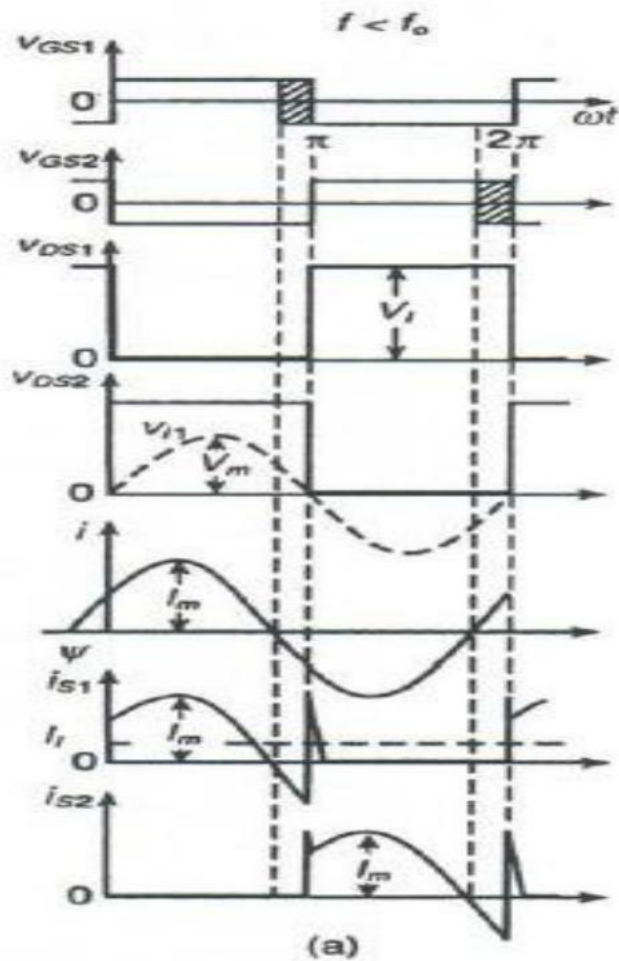
➤ 总寄生电阻

$$- r = r_{DS} + r_L + r_C$$

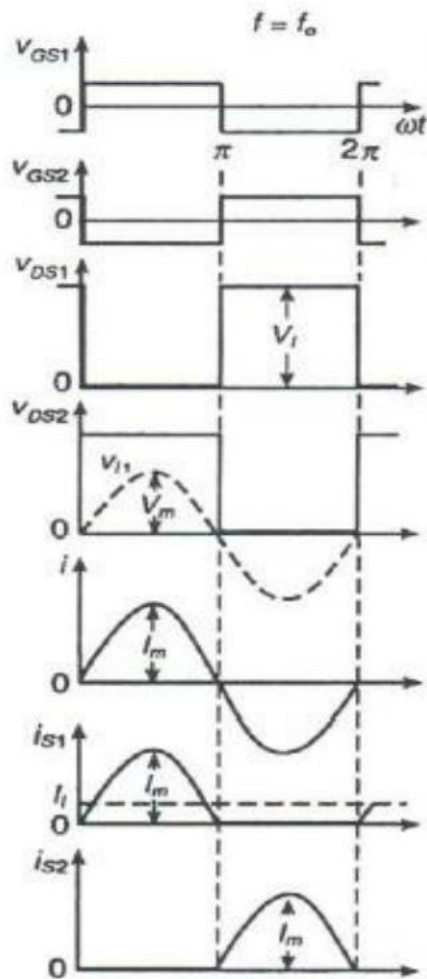
➤ 线路总电阻

$$- R = R_i + r = R_i + r_{DS} + r_L + r_C$$

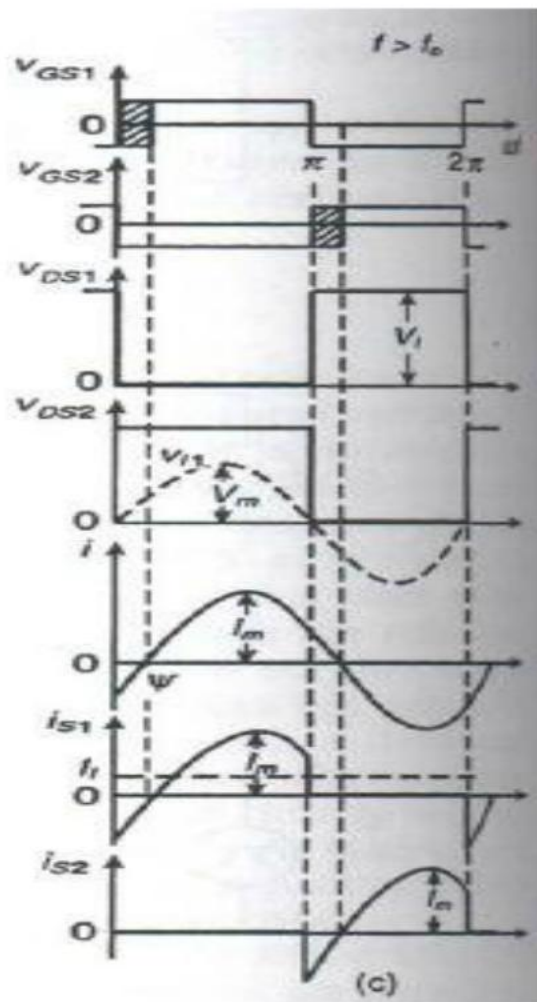
工作原理



工作原理



工作原理



共通问题

- $I_{pk} = V_1 / (r_{DS1} + r_{DS2})$
- 假定: $V_1 = 200V$, $r_{DS1} = r_{DS2} = 0.5\Omega$,
 - $I_{pk} = 200A$

SRI工作原理- $f < f_0$

- 工作于容性负载，输出电流的相位角超前于输出电压
- 导通顺序：**Q1 – D1 – Q2 – D2**
- **MOSFET**零电压关断
- **MOSFET**导通时的三种不利情况：
 - 相对的MOSFET的反并联二极管的反向恢复
 - MOSFET等效输出电容的放电
 - 密勒效应

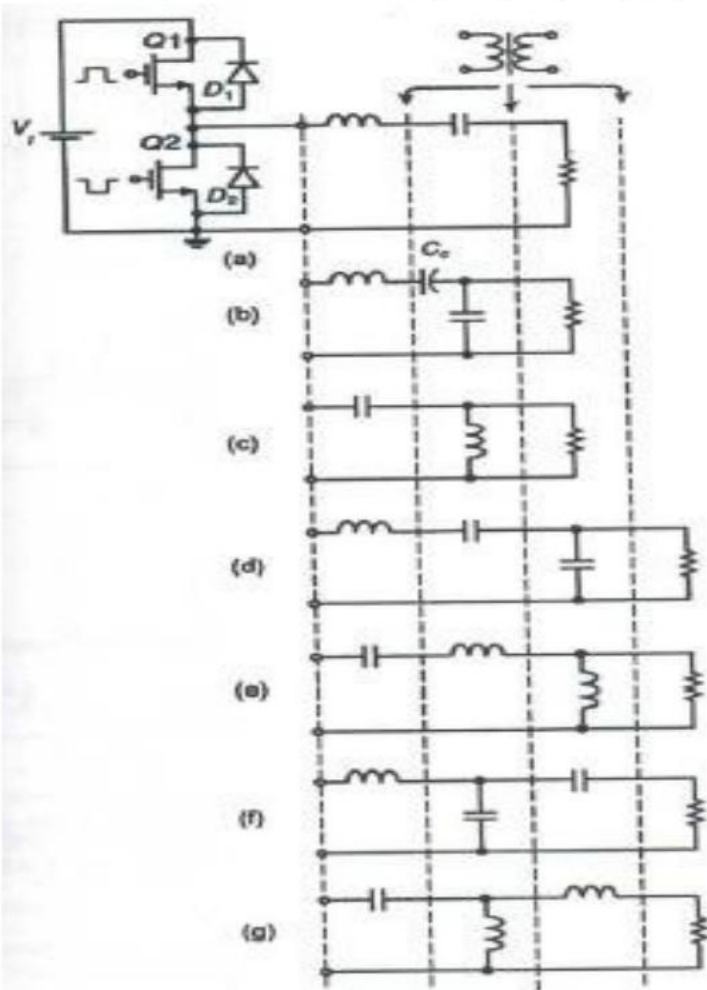
SRI工作原理- $f < f_0$

- 当电路由**D1**导通换到**Q2**导通时，**D1**的反向恢复特性导致很大的瞬间电流，是稳态电流的数倍（甚至**10**倍）
- 二极管的电压由**-1V**升至 **V_i** ，电流又很大，造成很大的反向恢复损耗
- **MOSFET**寄生三极管的二次击穿，会导致**MOSFET**在关断时失效

$$f > f_0$$

- 工作于感性负载，输出电流的相位角滞后于输出电压
- 导通顺序：**D1 – Q1 – D2 – Q2**
- **MOSFET**零电压开通

电压型逆变器拓扑



SRI

PRI

SPRI

CLL

第一部分 结束语

- 串联谐振电路的历史
- 串联谐振电路的模型
- 串联谐振电路的工作原理
 - 工作频率小于谐振频率
 - 工作频率大于谐振频率
- 实际使用的拓扑

