

基于电容三点式振荡的超声波加湿器

张晓军,王春芳

(青岛大学 自动化工程学院, 山东 青岛 266071)

摘要: 介绍了一款基于电容三点式振荡的超声波加湿器,分析了电容三点式振荡的工作原理,阐述了超声波加湿器的工作过程,并给出了超声波换能器的工作波形。

关键词: 电容三点式振荡;超声波;加湿器

中图分类号: TN710

文献标识码: A

Ultrasonic Humidifier Based on Three-Point Capacitance Oscillator

ZHANG Xiao-jun, WANG Chun-fang

(School of Automation Engineering, Qingdao University, Qingdao 266071, China)

Abstract: This paper mainly introduces an ultrasonic humidifier based on three-point capacitance oscillator. The operating principle of the three-point capacitance oscillator is analyzed. The working process of ultrasonic humidifier is elaborated, and waveforms of the ultrasonic power exchanger are provided.

Key words: three-point capacitance oscillator; ultrasonic; humidifier

随着超声波技术的发展,超声设备得到了极大的普及,如超声波清洗机、超声波加湿器、超声波治疗仪及超声波雾化仪等得到了广泛的应用。超声波加湿器可将水雾化并产生许多负氧离子,这样既可以维持室内空气湿度、降低感冒病毒的成活率,又可以治疗和缓解流感、高血压、气管炎等疾病。本文主要介绍了一款超声波加湿器的原理及其工作过程。

1 加湿器的电路原理

图1为超声波加湿器的应用电路。该电路由电源电路、控制电路、振荡电路、风扇及超声波换能器等组成。电源电路的输入为220 V交流电,经变压器变压后输出38 V和12 V交流电,再通过整流桥 D_4 、 D_7 、 D_8 ~ D_{11} 和电容 C_2 、 C_8 滤波为控制电路和风扇提供直流电输入。

控制电路主要由水量检测开关 K_1 、雾量控制电位器 W_1 、三极管 N_{5401} 、发光二极管 D_3 等构成。水量检测开关是利用干簧管配合漂浮磁环来检测水位,当水位正常时发光二极管 D_3 呈现绿色,表示加湿器正常工作;当水位过低时,发光二极管 D_3 变红,表示加湿器缺水;雾量电位器 W_1 用来调节功率振荡管 Q_1 的基极电流,来控制功率开关管 Q_1 的功率,从而控制加湿器的出雾量。

图1所示风扇电路由电源提供12 V的直流输入,

当水量检测电路开关闭合时,电压就会加在三极管 N_{5551} 的基极,使得 N_{5551} 导通,风机便开始工作,将振荡电路产生的水雾吹散出去达到润湿空气的目的。

由 Q_1 、 C_4 、 C_7 构成的三点式振荡电路如图2所示。图2中 D_1 为保护二极管,作用是保护 Q_1 不被烧毁; L_1 为高频扼流线圈,作用是阻止超声波信号进入控制电路; C_1 为滤波电容; L_2 为补偿电感,作用是稳定电路的振荡幅度。 T_1 为换能器,其工作频率阻抗曲线如图3所示。

当 T_1 发生串联谐振,它的谐振频率为 W_0 ;当 T_1 发生并联谐振时,它的谐振频率为 W_1 。当工作频率 $<W_0$ 时,换能器呈容性;当工作频率在 W_0 与 W_1 之间时,晶体呈感性;当工作频率 $>W_1$ 时,换能器又呈容性。 T_1 工作在串联谐振状态下其频率为 f_s 。

$$f_s = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_q C_q}} \quad (1)$$

当 T_1 工作在并联谐振状态下其频率为 f_p

$$f_p = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_q \frac{C_0 C_q}{C_0 + C_q}}} = \frac{f_s}{\sqrt{1 + \frac{C_q}{C_0}}} = f_s \sqrt{1 + \frac{C_q}{C_0}} \quad (2)$$

式中, L_q 为换能器内部动态电感; C_q 为换能器内部动态电容; C_0 为换能器静态电容。

换能器 T_1 从开始振荡到振荡稳定的过程包括起振、增幅振荡和振荡稳定三个工作过程。在起振过程时,换能器在电场的作用下形成机械振动使得它的两个表面产生交变电荷,然后电路出现交流电,当换能器的固有谐振频率和电路中加在 T_1 两端交流电的频率相同时,换能器就发生谐振。由于电路起振时流经

收稿日期:2014-10-16

作者简介:张晓军(1990-),男,山东人,硕士研究生,从事电力电子技术应用的研究。

王春芳(1964-),男,山西人,博士,教授,从事电能变换及其先进控制技术方面的研究。

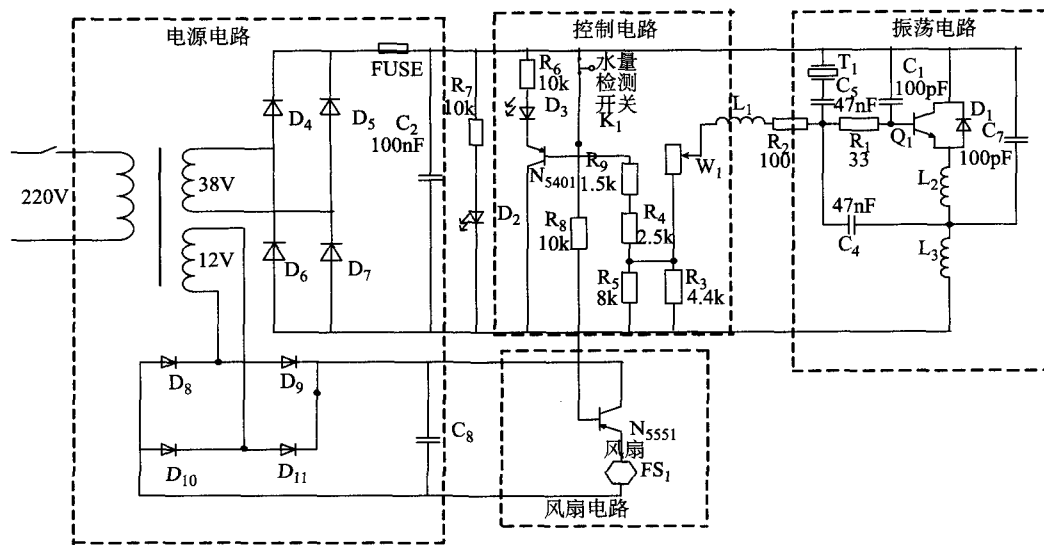


图1 加湿器的电路图

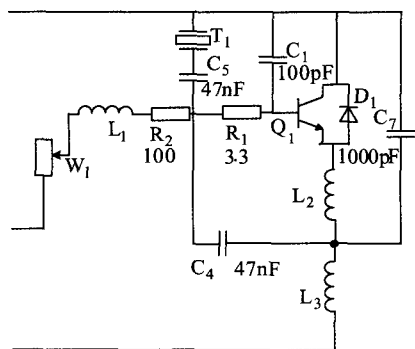


图2 电容三点式振荡电路

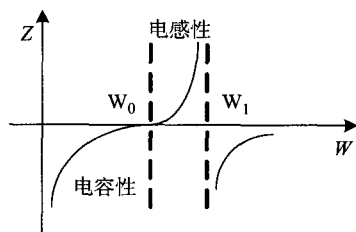


图3 换能器的频率阻抗曲线

三极管 Q_1 基极的电流很小,经过三极管 Q_1 放大输出电流逐渐增大,此后放大倍数逐渐减小达到平衡。换能器谐振之后发生振荡,可将水雾化成直径 $\leq 5 \mu\text{m}$ 的超微粒,同时产生大量的负离子,然后通过风机将水雾吹出去达到润湿空气的效果。

2 加湿器的实验波形

图4为超声波换能器的工作波形,图4(a)为换能器稳定工作的波形,图4(b)为截取换能器一小段时间内的波形。从图中可看出换能器达到稳态时,振幅随时间呈周期性变化,其振荡频率为1.71 MHz,其振幅变换周期约为40 μs 。

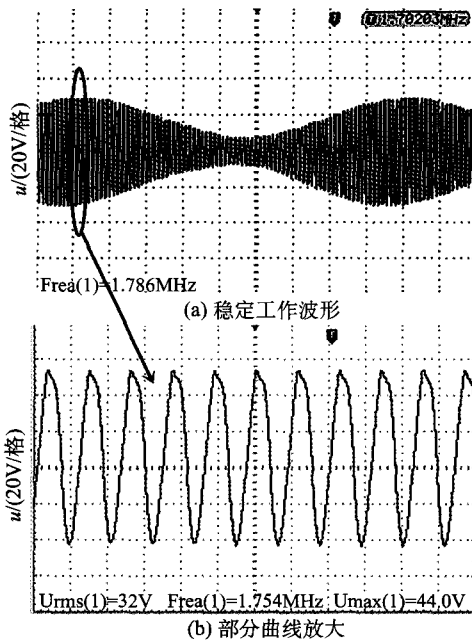


图4 超声波换能器的工作波形

参考文献:

- [1] 杨旭,裴云庆,王兆安. 开关电源技术[M]. 北京:机械工业出版社, 2004.
- [2] 王兆安. 电力电子技术[M]. 北京:机械工业出版社, 2000.
- [3] 张立. 现代电力电子技术基础[M]. 北京:高等教育出版社, 1999.
- [4] Karim M. Hussein and Emad Hegazi, An All-Analog Method to Enhance Amplitude Stability in Pierce Crystal [C]. IEEE Transaction on Circuits and Systems. I: REGULAR PAPERS, 2012.