

Agustín Rovero y Luciano Nicolás Bertonatti

Horno de inducción magnética orientado al uso en orfebrería. Se utiliza una plataforma de desarrollo basada en Arduino y un inverter monofásico resonante serie (convertidor DC/AC) desarrollado por los alumnos.

Introducción

Los inversores son circuitos que permiten transformar la energía. Suelen ser circuitos electrónicos que transforman tensiones DC en AC. La forma de la salida puede ser muy variada, yendo desde una señal cuadrada (la más simple) hasta una sinusoidal "pura". Todo dependerá de la finalidad del inverter y qué tan susceptible sea el sistema alimentado a los armónicos generados. En el presente trabajo se diseñó e implementó un inverter monofásico resonante serie alimentado con la tensión de línea rectificada.

Del control se encarga un microcontrolador ATmega2560 de Atmel de la placa de desarrollo Arduino Mega2560 empleando una conmutación a lazo abierto a la frecuencia de resonancia mediante la generación de PWM.

Objetivos

El objetivo principal del trabajo fue crear un inverter resonante para aplicar en inducción magnética, particularmente, en fundición de metales preciosos usados en orfebrería.

Dado que el metal precioso por excelencia es la plata, el inverter se optimizó para la misma. Numéricamente, se buscaba fundir 100 gramos de plata en alrededor de 2 minutos.

Materiales/Métodos

El inverter se implementó usando un puente de transistores con transistores MOSFET IRF840 y el otro capacitivo con dos capacitores de alta tensión (2000 V), como se muestra en la figura 1. La topología serie se eligió dada su sencillez y número reducido de componentes. El inverter se alimenta de la tensión de línea rectificada y filtrada, lo que equivale a unos 310 V de continua.

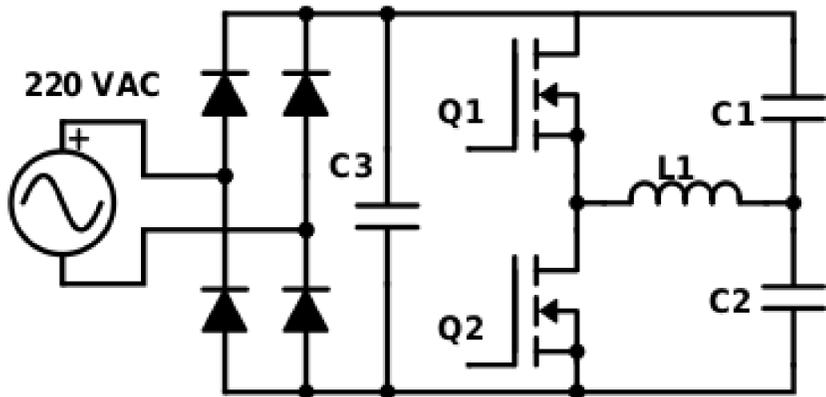


Figura 1: Esquemático básico del inverter monofásico resonante serie implementado.

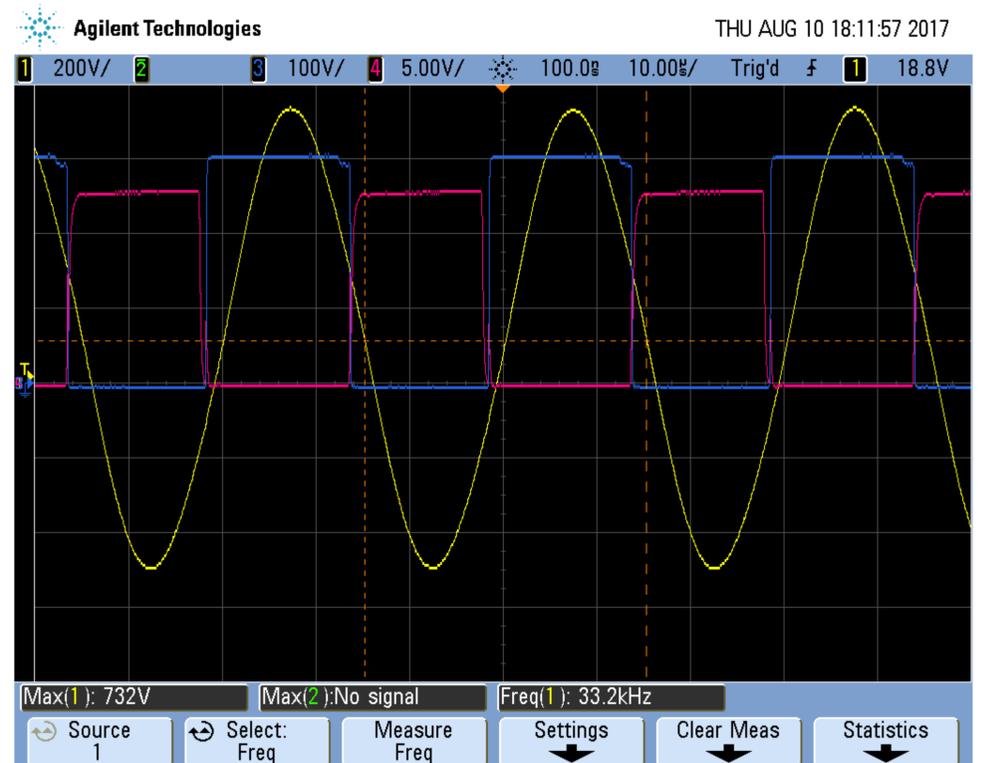
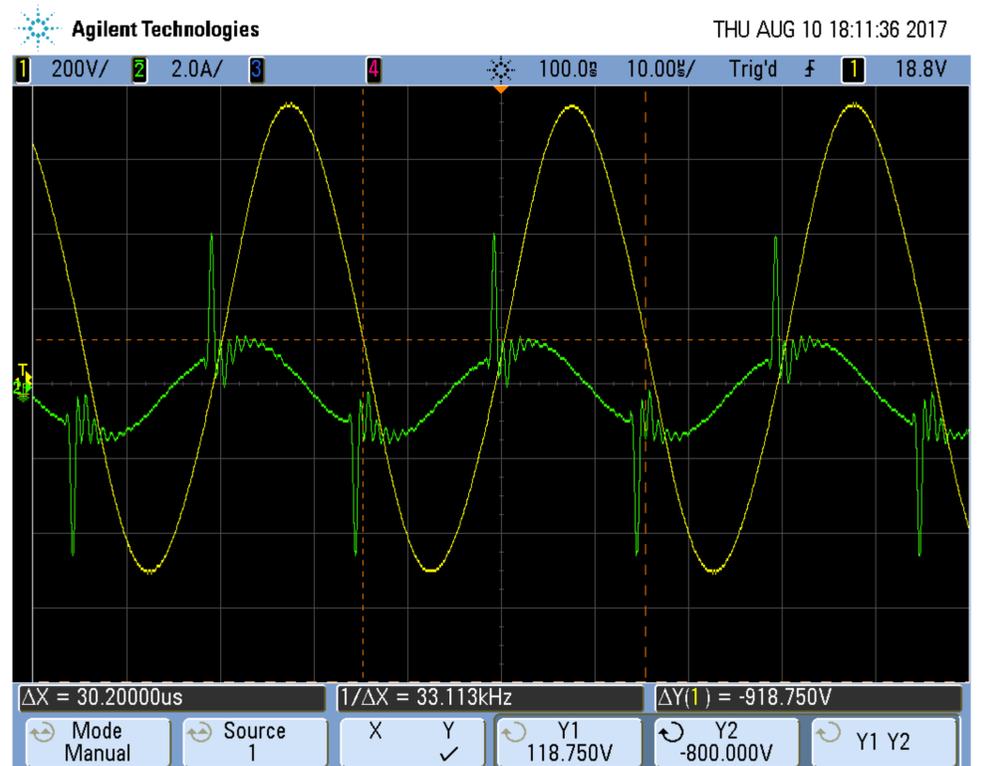
Dado el carácter resonante del inverter y para permitir la oscilación a frecuencias elevadas (decenas de KHz), es importante que los capacitores tengan valores reducidos de capacitancia (a diferencia de lo que ocurre en inversores no resonantes, donde se busca que la tensión en el punto medio del puente capacitivo sea fija e igual a la mitad de la alimentación).

La frecuencia de resonancia se eligió de acuerdo a la profundidad de penetración de las corrientes inducidas, la forma y tamaño en que se consigue la plata, velocidad de control alcanzable, entre otros.

Un hecho interesante es que la potencia entregada a la pieza no depende del valor de inductancia de la bobina, en cambio, depende sólo de su geometría. Otros factores influyentes son la conductividad de la pieza, su permeabilidad magnética y densidad, su radio al cuadrado (suponiendo forma cilíndrica), su masa, el valor del capacitor y, por último, la corriente pico al cuadrado.

Resultados

En las figuras 2 y 3 se muestran, respectivamente, la tensión de salida (nodo común entre los capacitores, amarillo) junto con la corriente en la bobina (verde), y la tensión de salida junto con las señales de conmutación (azul transistor superior, rojo transistor inferior). A los fines inductivos, lo que importa es la corriente, que tiene una forma sinusoidal de 1 A de amplitud (según carga) con picos y transitorios en los momentos de conmutación.



Conclusiones

A pesar de haber sido diseñado para funcionar a lazo cerrado (y no poder funcionar así debido a ruido en los momentos de conmutación), el horno funciona de manera satisfactoria a lazo abierto y consume una potencia eléctrica de unos 70 watts (según carga) entregando una potencia térmica considerable (dependiente fuertemente de la geometría de la pieza de trabajo). La potencia teórica entregada viene dada por:

$$\bar{P}(g) = \frac{m[g]}{64000} \cdot \underbrace{\left[\frac{N\omega_r}{R_b} \right]^2}_{\text{bobina}} \cdot \underbrace{\frac{\sigma_g \mu_b^2}{\delta_g}}_{\text{material}} \cdot \underbrace{R_g^2}_{\text{geometría}} \cdot I_{max}^2 \quad \text{Ecuación (1)}$$

Agradecimientos

Se agradece a la cátedra de Electrónica IV (22.14), a los organizadores de la Feria de Electrónica 2017 por hacer este evento posible y particularmente al Ingeniero Pablo Cossutta por sus invaluable aportes en la etapa de desarrollo.