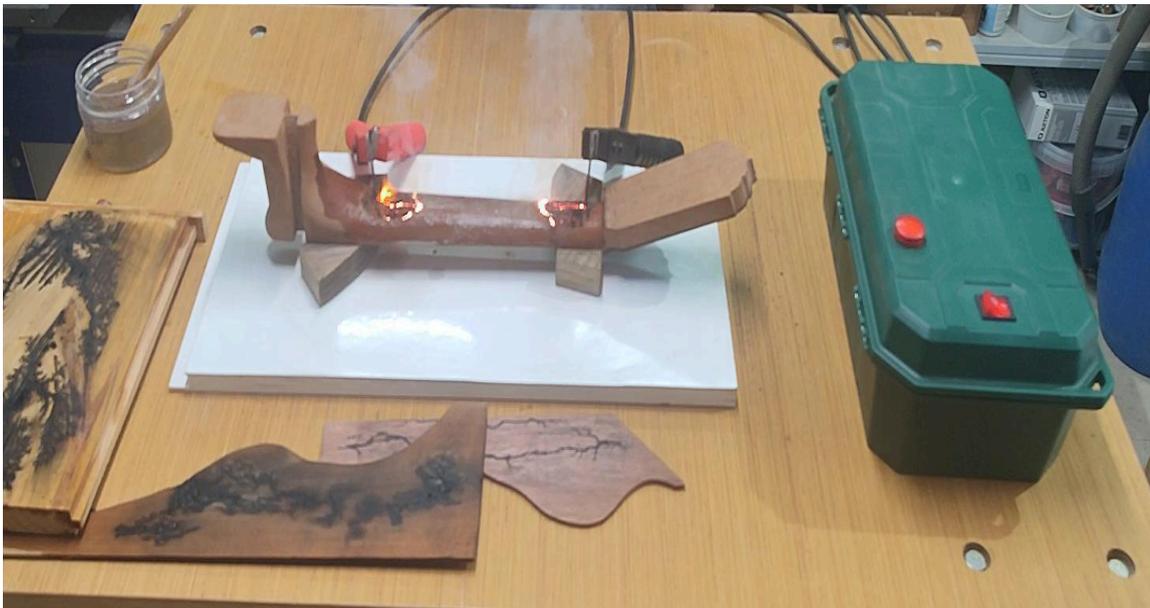


MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE UN QUEMADOR FRACTAL

Por Joaquín García García



QUEMADOR FRACTAL

Índice

1. Información General
 - 1.1. Descripción general del quemador
2. Normas Generales de Seguridad
 - 2.1. Información general de seguridad
 - 2.2. Riesgos para la seguridad
 - 2.2.1. Durante los trabajos de construcción del quemador
 - 2.2.2 Durante el funcionamiento
 - 2.3. Medidas de seguridad
 - 2.3.1. Generales
 - 2.3.2. Especificas
 - 2.3.3. Otras medidas
 - 2.4. Uso seguro de la máquina
3. Descripción de la Máquina
 - 3.1. Descripción general de la máquina
 - 3.2. Componentes principales
 - 3.2.1. Transformador
 - 3.2.2. Caja
 - 3.2.3. Interruptor
 - 3.2.4. Pedal seguridad
 - 3.2.5. Piloto señalización
 - 3.2.6. Ventilador
 - 3.2.7. Pinzas
 - 3.2.8. Electrodo
 - 3.2.9. Cableado
 - 3.2.10. Guantes dieléctricos
 - 3.2.11. Otros
4. funcionamiento del quemador
 - 4.1. Principio de funcionamiento
 - 4.2. Ciclo de operación
 - 4.3. Consideraciones operativas
5. Configuración de la máquina
 - 5.1. Configuración tipo
 - 5.1.1. Esquema eléctrico

QUEMADOR FRACTAL

Manual para su construcción

1. Información General

1.1 Descripción general del quemador

El Quemador Fractal es un dispositivo eléctrico diseñado para realizar procesos de quemado, en superficies de madera mediante descargas eléctricas de alta tensión. Su diseño permite un uso versátil en entornos como talleres de arte en madera, carpinterías, talleres de luthería, etc.

Este equipo incorpora tecnología eléctrica básica para una operación precisa, segura y eficiente, con un sistema de activación mediante pedal, componentes modulares y ventilación activa si se precisa.

2. Normas Generales de Seguridad

 **Importante: El quemador fractal es extremadamente peligroso debido a la alta tensión que utiliza. Puede causar descargas eléctricas letales si no se manipula con el máximo cuidado y con medidas de seguridad adecuadas.**

2.1 Información general de seguridad

Antes de operar el quemador, es imprescindible leer completamente este manual. Solo personal capacitado o con conocimientos eléctricos debe realizar las operaciones de montaje. Usar siempre equipo de protección personal (EPP), guantes, gafas, etc.

2.2 Riesgos para la seguridad

- **2.2.1 Durante los trabajos de construcción del quemador**
Riesgo de descarga eléctrica al manipular conexiones de alta tensión. Riesgo de caída o lesión durante el montaje de los componentes, riesgo de corte por uso de herramientas eléctricas o manuales.
- **2.2.2 Durante el funcionamiento**
Exposición a arcos eléctricos, quemaduras por contacto directo con electrodos calientes, y daño ocular por destellos. También existe riesgo de incendio por materiales inflamables cerca del área de trabajo.

2.3 Medidas de seguridad

- **2.3.1 Generales**
Verificar conexiones, revisar el estado de los cables y asegurar buena ventilación en el área de trabajo.

- **2.3.2 Específicas**

No operar el quemador sin o con calzado o ropa húmeda. Uso de guantes dieléctricos. Desconectar el equipo antes de realizar inspecciones y después de realizar el trabajo.

- **2.3.3 Otras medidas**

mantener el equipo fuera del alcance de personas no autorizadas.

2.4 Uso seguro de la máquina

El pedal de seguridad permite un encendido controlado. Se debe presionar solo cuando el usuario esté listo y los electrodos estén correctamente posicionados. El sistema se apaga automáticamente al soltar el pedal.

3. Descripción de la Máquina

3.1 Descripción general

El Quemador Fractal se compone de una unidad central que alberga el transformador, sistemas de control, ventilación si precisa y conexiones. Su funcionamiento se basa en la conversión del voltaje de entrada 220v / 125v en corriente de alto voltaje 2000/2500v.

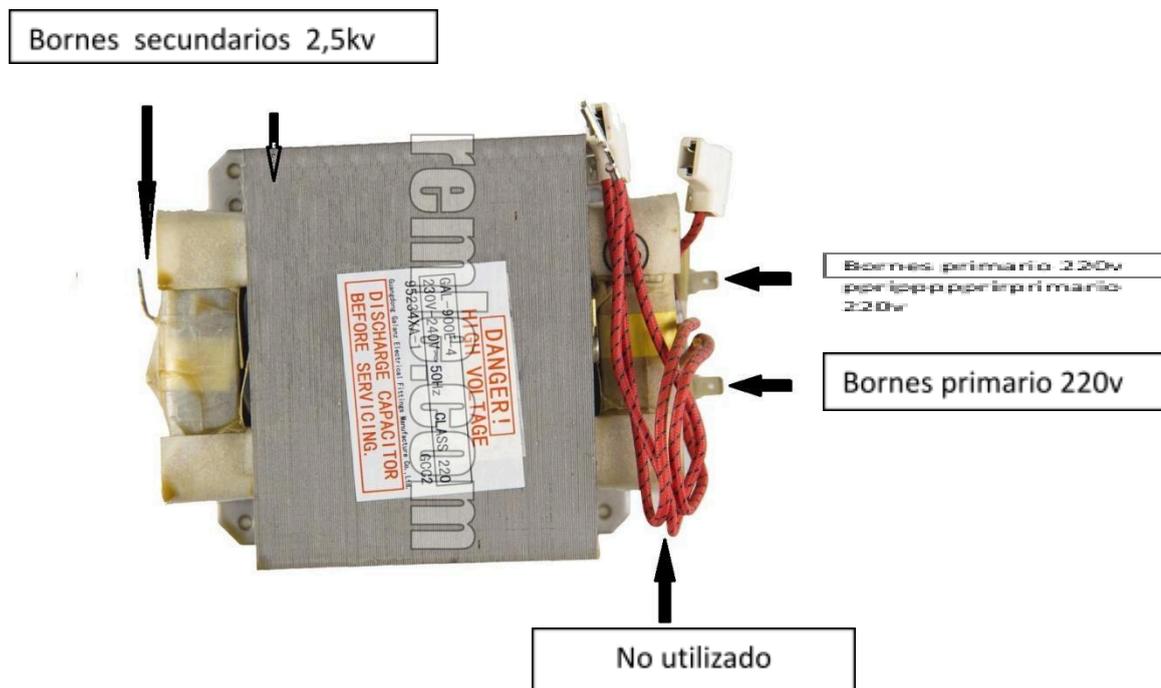
El **funcionamiento de un quemador fractal** se basa en la aplicación de alta tensión eléctrica a un material conductor (generalmente madera tratada con una solución salina) para crear patrones ramificados que imitan estructuras fractales, como rayos o raíces. Este proceso se conoce como **efecto Lichtenberg**.

Se utiliza una pieza de madera seca sobre la cual se aplica una solución electrolítica (generalmente agua con bicarbonato de sodio o sal). Esta solución mejora la conductividad superficial de la madera. Al presionar el pedal de seguridad, se activa el transformador, que genera una alta tensión (usualmente entre 1.000 y 2.000 voltios o más). Esta tensión se aplica entre dos puntos de la madera.

La corriente eléctrica viaja a través de los caminos conductivos formados por la solución salina, carbonizando la superficie de la madera a medida que avanza. Este proceso genera figuras ramificadas y complejas —los **patrones fractales**— debido a cómo la electricidad busca rutas de menor resistencia.

3.2 Componentes principales

- **3.2.1 Transformador:** El transformador utilizado es un transformador de horno microondas, este eleva la tensión para generar el arco eléctrico necesario para la combustión dirigida. El transformador consta de un bobinado primario (bobinado más grueso) donde conectaremos la tensión de entrada, un bobinado secundario (bobinado más delgado) y un núcleo de hierro, en estos dos puntos es donde conectaremos los cables de salida de alta tensión.



3.2.2 Caja: Estructura aislante fabricada en PVC, diseñada para proteger los componentes internos del sistema. La caja debe tener dimensiones adecuadas para albergar el transformador, así como otros elementos del montaje, tales como pinzas, cables, pedal, entre otros. Opcionalmente, todo el conjunto puede quedar completamente contenido dentro de la caja, proporcionando mayor seguridad, organización y portabilidad.



SIZE & WEIGHT



390x138x228 mm



~960 g

- **3.2.3 Interruptor:** Interruptor bipolar con indicador luminoso incorporado. Permite el encendido y apagado general del dispositivo, y su luz indicadora señala visualmente cuándo el sistema está energizado, aportando mayor seguridad y control sobre su funcionamiento.



3.2.4 Pedal de seguridad: Sistema de activación por presión del pie que previene encendidos accidentales. Este componente desempeña un papel clave en la seguridad operativa del equipo, ya que permite la energización del transformador únicamente mientras el pedal se encuentra presionado. De esta manera, se garantiza un control total sobre el funcionamiento del aparato en todo momento.



- **3.2.5 Piloto de señalización:** Indicador luminoso de estado que se activa al presionar el pedal. Su encendido coincide con la puesta en funcionamiento del transformador, indicando que el quemador está operando y que existe alta tensión en los bornes secundarios (pinzas) del equipo. Este piloto cumple una función esencial de advertencia visual, reforzando la seguridad durante el uso del sistema. Se puede sustituir o acompañar con un indicador sonoro para mayor advertencia.



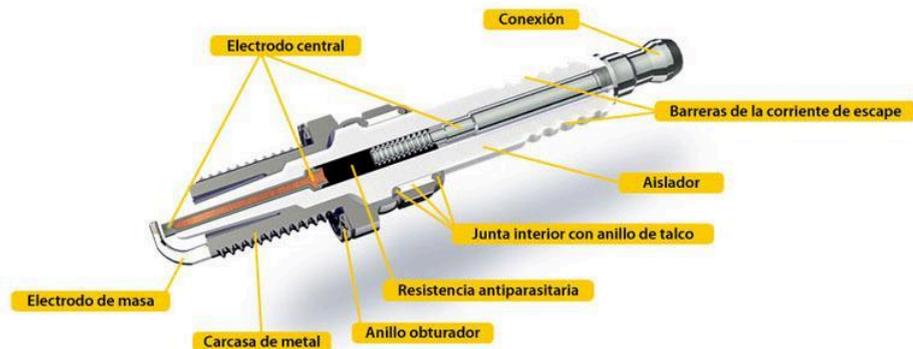
- **3.2.6 Ventilador:** Componente adicional destinado a regular la temperatura interna del equipo durante periodos de uso prolongado. Su instalación es recomendable cuando se prevé un funcionamiento continuo o intensivo, ya que contribuye a evitar el sobrecalentamiento del transformador. El ventilador se activa automáticamente al energizar el sistema, asegurando una ventilación constante mientras el equipo está en operación.



- **3.2.7 Pinzas:** Utilizados para sujetar firmemente el electrodo conductor. Su manipulación debe realizarse siempre utilizando guantes dieléctricos cuando el equipo esté en funcionamiento y se requiera ajustar o mover los electrodos, a fin de garantizar la seguridad del operador.



- **3.2.8 Electrodo:** Componentes conductores responsables de transmitir la descarga eléctrica hacia el material de trabajo. Se recomienda utilizar electrodos de aleación níquel-cromo o cobre recubierto, debido a su alta conductividad y resistencia al desgaste por arco eléctrico. Como alternativa, pueden emplearse clavos de grosor adecuado o, en soluciones más artesanales, reutilizar el electrodo central conductor extraído de bujías en desuso, siempre verificando su integridad y capacidad de conducción.





3.2.9 Cableado: Para tensiones de **2500 voltios**, el conductor eléctrico adecuado debe cumplir dos criterios clave:

1. **Soportar el voltaje sin riesgo de perforación del aislamiento.**
2. **Asegurarse de que el conductor tenga una sección transversal adecuada para la corriente que va a circular. Dado que la intensidad es inferior a 1 amperio, una sección de 1 mm² o 1,5 mm² será suficiente para garantizar un funcionamiento seguro y eficiente.**

Conductores recomendados para 2500 V:

1. Tipo de conductor

- **Cobre:** Es el material más común por su excelente conductividad.
- **Aluminio:** Puede usarse, pero requiere mayor sección y cuidados en conexiones.

2. Aislamiento

Debido a la alta tensión, el tipo de aislamiento es crítico:

- **Cable con aislamiento de goma de silicona o XLPE (polietileno reticulado):**
 - Soporta altas tensiones y temperaturas.
 - Común en instalaciones industriales.
- **Cables de encendido o de bujía:**
 - Usados en sistemas de ignición y quemadores.
 - Aislamiento muy resistente, preparados para tensiones de 5.000 V o más.

3. Ejemplos específicos de cable adecuado:

- **Cable de encendido tipo HV:** utilizado en transformadores de neón.
- **Silicona + trenzado interior:** alta flexibilidad y resistencia térmica.
- **Cable con doble aislamiento:** para mayor protección y seguridad.

BiL

Cable para tubos de néon

Datos técnicos:

Tensión nominal:	Uo 3,5 kV · Uo 4,0 kV · Uo 7,5 kV
Tensión de prueba:	10 kV
Radio curvatura mín.:	7,5 x d
Resistencia radiación:	2 x 10 ⁷ cJ/kg
Rango de temperatura	
<i>instalación fija:</i>	-40/+180 °C
<i>instalación flexible:</i>	-25/+180 °C
<i>temporal:</i>	+250 °C
Sin halógenos:	según IEC 60754-1 + VDE 0482-754-1
Comportamiento en combustión:	antiinflamable y autoextinguible según IEC 60332-1-2 + VDE 0482-332-1-2
Corrosividad:	IEC 60754-2 + VDE 0482-754-2 - no desprendimiento de gases corrosivos
Resistente química:	ver capítulo N „Datos técnicos“
Resistencia a la intemperie:	muy bien
Sin contaminante:	según RoHS directiva de la Unión Europea, ver capítulo N „Datos técnicos“



HZLBi

Cable de encendido de alte tensión

Datos técnicos:

Tensión de prueba:	5 mm ø: 15 kV 7 mm ø: 20 kV
Radio curvatura mín.:	7,5 x d
Resistencia radiación:	2 x 10 ⁷ cJ/kg
Rango de temperatura	
<i>instalación fija:</i>	-40/+180 °C
<i>instalación flexible:</i>	-25/+180 °C
<i>temporal:</i>	+250 °C
Sin halógenos:	según IEC 60754-1 + VDE 0482-754-1
Comportamiento en combustión:	antiinflamable y autoextinguible según IEC 60332-1-2 + VDE 0482-332-1-2
Corrosividad:	IEC 60754-2 + VDE 0482-754-2 - no desprendimiento de gases corrosivos
Resistente química:	ver capítulo N „Datos técnicos“
Resistencia a la intemperie:	muy bien
Sin contaminante:	según RoHS directiva de la Unión Europea, ver capítulo N „Datos técnicos“



Importante: A 2500 V, es fundamental mantener buena separación entre cables, usar conectores adecuados para alta tensión y evitar empalmes improvisados. Además, nunca usar cables comunes de baja tensión (como los de 220V) para estos fines.

- **3.2.10 Guantes dieléctricos (hasta 10.000 V):** Son indispensables al manipular los electrodos con el transformador energizado. Proporcionan aislamiento frente a posibles contactos directos accidentales, reduciendo significativamente el riesgo de electrocución.



3.2.11 Otros: cable de red, terminales faston , cablecillo 1,5mm , bridas, etc



4. Funcionamiento del Quemador

4.1 Principios de funcionamiento

El quemador genera una descarga eléctrica de alta tensión mediante un transformador. Al cerrar el circuito con el pedal, se produce un arco entre el electrodo y el material conductor, generando calor localizado que puede ser usado para grabar, quemar o tratar la superficie.

4.2 Ciclo de operación

1. Conexión del equipo a la red eléctrica.
2. Colocación del electrodo sobre el material.
3. Activación del sistema mediante interruptor principal.
4. Activación del pedal para generar la descarga.
5. Desactivación automática al soltar el pedal.
6. Enfriamiento del sistema y apagado manual.

4.3 Consideraciones operativas

- Utilizar siempre materiales compatibles con el equipo.
- Revisar visualmente los electrodos antes de cada uso.
- Permitir la ventilación adecuada del sistema tras cada operación prolongada.

5. Configuración de la Máquina

5.1 Configuración tipo

Configuración básica para el trabajo general con quemadores. Incluye dispositivos simples pero eficaces que garantizan tanto el correcto funcionamiento del equipo como la seguridad del operador.

5.1.1 Esquema eléctrico

Diagrama de conexiones, transformador, interruptor bipolar, piloto señalización, pedal, y salida a electrodos, opcional ventilador.

Este esquema ha sido diseñado pensando en personas con conocimientos eléctricos básicos, permitiendo su construcción de forma sencilla y segura. Cumple con las medidas de seguridad necesarias para un uso responsable, y puede ser complementado con elementos adicionales como contactores que interrumpan completamente la corriente al soltar el pedal, así como paradas de emergencia y otros dispositivos de protección.

El objetivo de este quemador es brindar a pequeños artesanos una herramienta funcional, económica y basada en materiales reciclados, que sirva como complemento útil en su taller. Sin embargo, si el equipo va a ser utilizado por varias personas o con alta frecuencia, se recomienda emplear componentes de mayor calidad y adoptar un esquema más completo, con el fin de minimizar riesgos derivados del desgaste por uso intensivo y compartido.

