

EQUIPO TÉRMICO – VIBRADOR PARA SEPARAR COMPONENTES ELECTRÓNICOS PROVENIENTES DE PLACAS SOPORTE EN DESUSO-RAEE (Diseño, construcción y pruebas)

EQUIPMENT VIBRATOR –THERMAL FOR TO SEPARATE ELECTRONIC COMPONENTS FROM PLATES SUPPORTED IN DISUSE (Design, construction and testing)

Javier Marcelo Flores Monrroy*

RESUMEN

En especial los aparatos electrónicos abundantes y muy diversificados en la actualidad, una vez que han cumplido su ciclo de vida o por obsolescencia, al contener en su interior placas soporte de circuitos que agrupan componentes electrónicos menores, casi siempre en buen estado, por ejemplo, circuitos integrados TTL y CMOS, microprocesadores, bobinas, transformadores, condensadores o capacitores cerámicos (poliéster y tantalio), transistores de baja potencia, conectores, disipadores de calor, temporizadores electrónicos y otros. Se pueden constituir en una fuente potencial que provea y reutilice estos componentes, para las prácticas de enseñanza aprendizaje de la electrónica digital y analógica, además de usar algunos de estos componentes en reparaciones de otros equipos electrónicos.

Sin embargo, la remoción y retirado de estos componentes desde las placas soporte, requiere de mucho cuidado para no dañar las numerosas y pequeñas terminales que tienen estos componentes electrónicos.

Motivo que recoge el presente artículo, para convertir esta preocupación en el diseño y construcción de un equipo capaz de remover y separar estos componentes sin provocar su daño e inutilización, a través de un armado mecánico que fija y soporta la placa vertical, mientras aumenta la temperatura en las partes de la soldadura de estaño hasta total fusión, momento en que se activa un mecanismo de vibración e impacto (golpe) que desprende y hace caer desde la placa soporte, los componentes electrónicos para su posterior clasificación y reutilización.

PALABRAS CLAVE: Componentes electrónicos menores incluidos en placas soporte (circuitos), fusión del estaño. Equipo térmico y de impacto.

ABSTRACT

In special the abundant and highly diversified electronic, devices today, once they have completed their life cycle or due to obsolescence. As they contain circuit support boards that group minor electronic components, almost always in good condition, for example, TTL and CMOS integrated circuits, microprocessors, coils, transformers, capacitors or ceramic capacitors (polyester and tantalum), low power transistors, connectors, heat sinks, electronic timers and others. They can become a potential source that provides and reuses these components, for the teaching-learning practices of digital and analog electronics, in addition to using some of these components in repairs of other electronic equipment.

However, the removal and withdrawal of these components from the support plates requires great care so as not to damage the numerous small terminals that these electronics components have.

Reason for which, in this work. Is proposed to convert this concern into the design and construction, of a equipment capable of removing and separating these components without causing their damage and uselessness, through a mechanical assembly that fixes and supports the vertical plate, while increasing the temperature in the tin solder parts until total melting, at which point a vibration and impact mechanism (blow) is activated that separated and makes the electronic components fall from the support plate for their subsequent classification and reuse.

KEYWORDS: Minor electronic components included in support boards (circuits), tin fusion. Thermal and impact equipment.

RESUMO

Em especial os abundantes e altamente diversificados dispositivos eletrônicos hoje, uma vez que tenham completado seu ciclo de vida ou devido à obsolescência. Por conterem placas de suporte de circuitos que agrupam componentes eletrônicos menores, quase sempre em bom estado, por exemplo, circuitos integrados TTL e CMOS, microprocessadores, bobinas, transformadores, capacitores ou capacitores cerâmicos (poliéster e tantalio), transistores de baixa potência, conectores, placas, temporizadores eletrônicos e outros. Eles podem se tornar uma fonte potencial que disponibiliza e reaproveita esses componentes, para as práticas de ensino-aprendizagem de eletrônica digital e analógica, além de utilizar alguns desses componentes em reparos de outros equipamentos eletrônicos.

No entanto, a remoção e retirada desses componentes das placas de suporte requer muito cuidado para não danificar os inúmeros pequenos terminais que esses componentes eletrônicos possuem.

Razão pela qual, neste trabalho. Propõe-se converter esta preocupação na concepção e construção, de um equipamento capaz de retirar e separar estes componentes sem lhes causar danos e desgaste, através de um conjunto mecânico que fixa e suporta a placa vertical, ao mesmo tempo que aumenta a temperatura na solda de estaño peças até a fusão total, momento em que é acionado um mecanismo de vibração e impacto (sopro) que separa e faz cair os componentes eletrônicos da placa de suporte para sua posterior classificação e reutilização.

PALAVRAS-CHAVE: Componentes eletrônicos menores incluídos em placas de suporte (circuitos), fusión del estaño. Equipamento térmico e de impacto.

History of the article: Received 05/11/2022. Style review 07/11/2022. Accepted 09/11/2022.

INTRODUCCIÓN

La producción global de aparatos electrónicos, y en particular de las Tecnologías de la Información y comunicación (TIC), enfrenta la mayor expansión industrial de la historia [1]. Sin embargo, la generación de residuos asociados a este avance es un aspecto que no puede ser obviado, y conceptos como reciclaje electrónico y desarrollo sustentable se encuentran en la base del análisis de este trabajo.

La preocupación por esta clase de residuos se debe a que tienen particularidades que los diferencian de otros desechos, como los domiciliarios sólidos y los peligrosos. Entre tales características cabe destacar: Riesgo de impactos negativos sobre el medio ambiente y volúmenes acelerados de crecimiento.

En consecuencia, una manera de contribuir a controlar este incremento desmesurado de artículos electrónicos en desuso ya sea por haber cumplido su ciclo de vida o por obsolescencia, es buscar alternativas que permitan

reutilizar muchos de estos componentes electrónicos menores incluidos en las placas de soporte (circuitos) que internamente son constituyentes de todos los artículos electrónicos de uso actual.

Seleccionando de las variadas alternativas de reutilización de estos componentes electrónicos que están surgiendo a nivel mundial, reutilizar estos componentes, para las prácticas de enseñanza aprendizaje de la electrónica digital y analógica, además de usar algunos de estos componentes en reparaciones de otros equipos electrónicos.

Sin embargo, la remoción y el retirado de estos componentes desde las placas soporte, requiere de mucho cuidado para no dañar las numerosas y pequeñas terminales que tienen estos componentes electrónicos.

Motivo que recoge el presente artículo, para convertir esta preocupación en el diseño y construcción de un equipo capaz de remover y separar estos componentes sin provocar su daño e inutilización, a través de un armado

mecánico que fija y soporta la placa invertida, mientras aumenta la temperatura en las partes de la soldadura de estaño hasta total fusión, momento en que se activa un mecanismo de impacto (golpe) que desprende y hace caer desde la placa soporte, los componentes electrónicos para su posterior clasificación y reutilización.

DESARROLLO

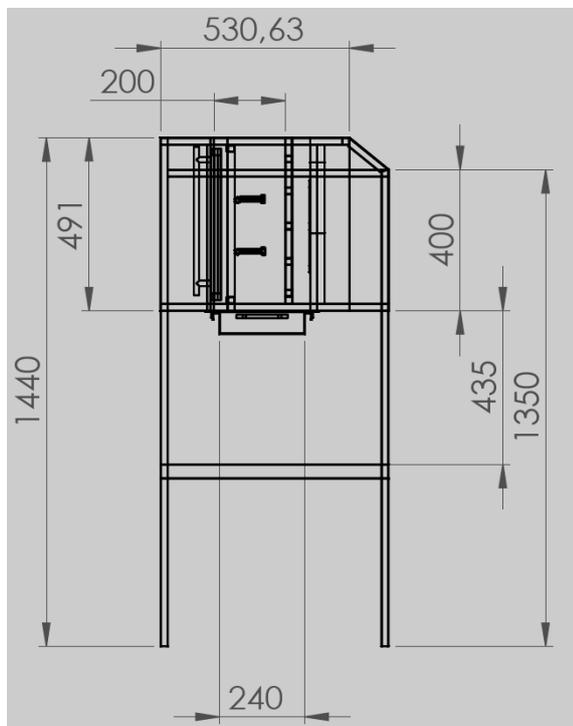
a) Diseño del equipo

El diseño está basado en un recinto que concentre el calor y aumente la temperatura de las soldaduras de la placa soporte que contiene a los componentes electrónicos. En consecuencia, este recinto debe tener una función equivalente a la de un horno, capaz de mantener la mayor de cantidad de calor almacenado en su interior, apoyándose en un recubrimiento aislante térmico.

Se debe determinar también cómo se realizará el ensamblaje y como se unirán las piezas, reiterando que debe haber la menor fuga de calor, también en el diseño se debe considerar el flujo de aire dentro del recinto, la ventilación en la etapa de reflujo de aire caliente hacia el objetivo y la elección de ventiladores, ubicar dónde y cómo situar las ventanas de ventilación. Pero lo más importante, es el elegir qué tipo de resistores térmicos, proporcionaran la potencia necesaria para alcanzar altas temperaturas en el menor tiempo posible.

b) Ensamblado

En la figura 1, se muestra el plano de construcción del equipo. Siendo la transferencia de calor por radiación, el tipo de geometría no influye directamente el proceso.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 1: Geometría propuesta

Las dimensiones se eligieron de acuerdo al propósito del mismo, es decir, que sea de dimensiones similares a los

comerciales de uso personal. Revisando las medidas más comunes utilizadas en placas electrónicas, se eligió que sea de 49,10x41,1x64,2 cm (largo, ancho y profundidad).

Considerando que el equipo térmico incluirá un aislante térmico para que el calor llegue sobre la placa y se mantenga almacenado en su interior. La ubicación de esta pared aislante se ensambló en la parte delantera de equipo (fotografía 1) de frente a la parte trasera de la placa electrónica, dejando 2,5 cm de separación, para rellenar de aislante con el ladrillo refractante.



Crédito: J.M. Flores M.

Fotografía 1: Pared aislante de ladrillos refractarios



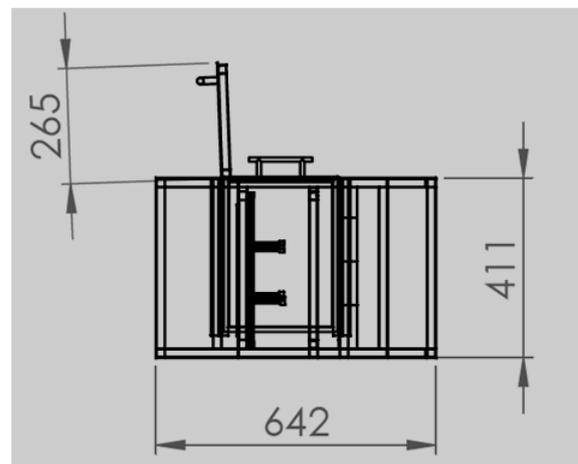
Crédito: J.M. Flores M.

Fotografía 2: Rejilla de ventilación

Fotografía 1: Pared aislante de ladrillos refractantes

De acuerdo con la geometría del equipo, para la ventilación se realizó varias perforaciones conformando una rejilla de ventilación que introduce aire frío dentro del recinto. Rejilla situada en la parte trasera que además protege a los componentes de la placa electrónica frente a un eventual accidente (fotografía 2).

Para el colocado y retiro de la placa a desoldarse, se construyó una puerta de hoja (figura 2), con una longitud de 26,5 cm.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2: Diseño de la puerta equipo térmico y de impacto

c) Construcción del equipo

De acuerdo con el diseño, se procedió al armado del equipo, una vez teniendo la hoja de lámina de acero galvanizado se realizó los dobleces necesarios para obtener el cubo, (fotografía 3) así con ambos cubos, interno y externo. Teniendo ambos cubos se procede a remachar las pestañas. El trabajo terminado se ilustra en la (fotografía 4). Para la fabricación de la puerta se utilizó de igual manera una lámina remachada.



Crédito: J.M. Flores M.

Fotografía 3: Lamina doblada en forma cubica remachada y ensamblada



Crédito: J.M. Flores M.

Fotografía 4: Fabricación de la puerta terminada

Con la estructura cúbica terminadas, se realizó el montaje de las resistencias eléctricas, para lo cual se fabricó una estructura de varillas metálicas, que sostiene la matriz de resistencias de resorte, se remacharon al cubo interno para que de esta manera las resistencias quedaran fijadas a ésta, (fotografía 5). La función principal de la matriz de resistencias eléctricos es producir un aumento de temperatura de 1000 a 1200 °C, que ayude a mantener la cantidad de calor necesaria para fundir el estaño de las soldaduras que fijan los componentes electrónicos a las placas de soporte.



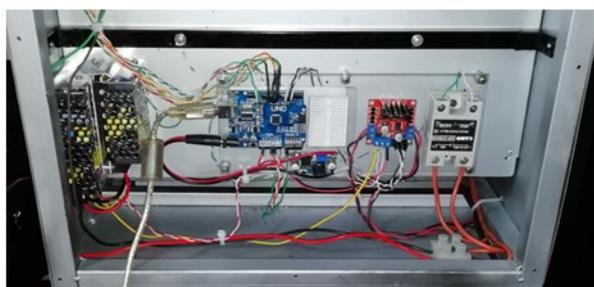
Crédito: J.M. Flores M.

Fotografía 5: Matriz de Resistencias



Crédito: J.M. Flores M.

Fotografía 6: Ventilador interior



Crédito: J.M. Flores M.

Fotografía 7: Circuitería de control del equipo

Después de tener la estructura mecánica finalizada, se fija la puerta, colocando dos bisagras para sostenerla y darle movimiento, y que el usuario pueda manipularla. Continuando con la etapa de ventilación, se instaló un ventilador al interior del equipo (fotografía 6).

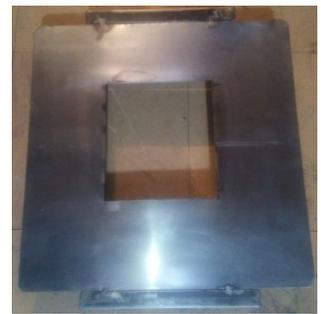
En la parte delantera del horno se fijó un gabinete de 30x20 cm, donde se incorpora toda la circuitería del equipo: (micro controlador Arduino Uno, dos fuentes de voltaje DC, un driver dual para motores y un relé de estado sólido), fotografía 7.

Para implementar el mecanismo de vibración que permite el desprendimiento de los componentes electrónicos libres de soldadura para su posterior clasificación y utilización. Se fijó un motor DC de 24V, con un mecanismo de movimiento axial, utilizando un sistema de bandas acoplado a un bastidor dentro del horno, fijando el chasis con cuatro pernos (fotografía 8). Simultáneamente este mecanismo de vibración, debe golpear una placa metálica acoplada a la rejilla de sujeción de las placas electrónicas, la cual al producir vibración, provoca la caída por gravedad de los componentes libres de soldadura de la placa (fotografía 9).



Crédito: J.M. Flores M.

Fotografía 8: Mecanismo de vibración



Crédito: J.M. Flores M.

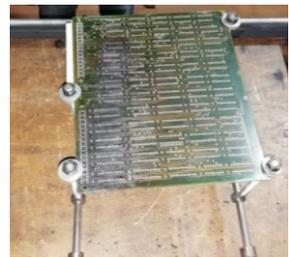
Fotografía 9: Placa metálica para producir vibración en la rejilla de sujeción.

Por último, se elaboró la rejilla de sujeción, donde descansa dos varillas con cuatro sujetadores que sostendrán las placas electrónicas para ser desoldadas. Se utilizó un bastidor por la forma en que está construido el horno, son varillas paralelas y el calor puede circular directamente a la placa, caso contrario de una superficie plana y cerrada por ejemplo, dicha superficie disiparía calor, afectando el tiempo de incremento de la temperatura interna del horno (fotografías 10 y 11)



Crédito: J.M. Flores M.

Fotografía 10: Varillas de fijación placa vista componentes



Crédito: J.M. Flores M.

Fotografía 11: Placa vista soldaduras con varillas de fijación

d) Etapa de Control

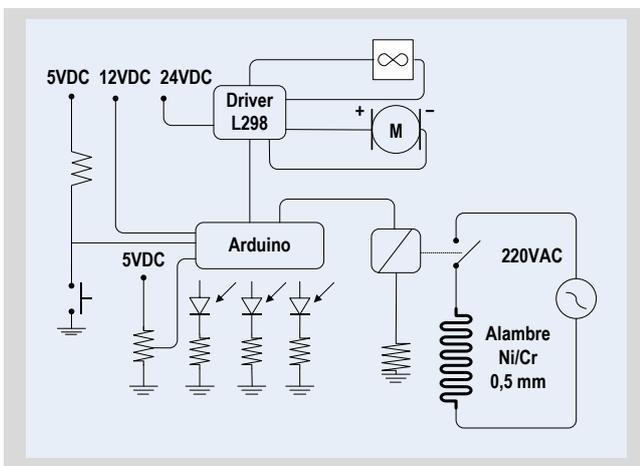
El control del proceso de desoldado es a través del microcontrolador Arduino Uno alimentado con una fuente de 12V, la función del microcontrolador es mantener activo un relé de estado sólido de 40 A para el control de las resistencias de resorte del equipo.

Para el control de los motores DC que activan el mecanismo de vibración y ventilación se utilizó un Driver dual para motores (Full-Bridge) – L298N, dicho módulo permite controlar los dos motores de corriente continua, el cual recibe una alimentación de 24V, para reenviar la misma tensión a los dos motores (fotografía 12). La interfaz con el usuario consta de un potenciómetro, un switch y un pulsador para iniciar el proceso.



Crédito: J.M. Flores M.

Fotografía 12: Componentes utilizados para el control



Fuente: Elaboración propia

Figura 3: Diagrama electrónico etapa de control

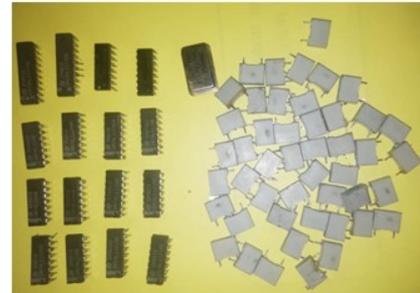
e) Separación de componentes electrónicos

1. Se prensa la placa PCB a la rejilla de sujeción y se la introduce al interior del equipo.
2. Se cierra la puerta.
3. Se selecciona la dimensión de la placa PCB, para obtener una temperatura regulada en función de sus dimensiones.
4. Se inicia el proceso, activando el pulsador de encendido.
5. La matriz de resistencias se energiza automáticamente por el lapso de 20 minutos. El proceso de calentamiento permitirá obtener el desoldado con características deseadas, y una correcta separación de los componentes a sus terminales.
6. Una vez pasado el tiempo de calentamiento, se activa el sistema de vibración y golpe haciendo caer los componentes electrónicos de la placa en una bandeja.
7. El sistema de vibración se desactivará después de un lapso de 5 minutos.
8. Se abre la puerta y se recupera todos los componentes desprendidos para su selección y posterior reutilización.

f) Elementos recuperados

De acuerdo a las placas PCB seleccionadas, se eligió utilizar una tarjeta de circuitos integrados para la recuperación de sus componentes, esto responde a que los circuitos integrados son sensibles al calor y tienden a quemarse.

El estaño puro funde a 232 °C y el plomo puro funde a 327 °C. Sin embargo, una aleación de estos dos metales; concretamente la proporción 60-40, funde a 190 °C. Para comprobar que el sistema de ventilación resguardó adecuadamente los circuitos integrados retirados de la placa PCB (temperatura de operación 0° a 70 °C). Se recuperaron y clasificaron los siguientes componentes para calificar el grado de reutilización (fotografía 13):



Crédito: J.M. Flores M.

Fotografía 13: Componentes recuperados por el equipo termo-vibrador de separación componentes electrónicos

CONCLUSIONES

Finalizadas las pruebas, se puede concluir que el objetivo planeado al inicio de este proyecto, fue realizado satisfactoriamente, obteniéndose un prototipo del equipo funcional, práctico, preciso y sobre todo económico.

Para comprobar el funcionamiento del equipo, se efectuaron pruebas experimentales, donde la separación de los componentes electrónicos menores de las placas PCB fue exitosa (fotografía 13). A continuación se comprobó en los componentes extraídos, su capacidad de reutilización.

Finalmente el equipo es un prototipo, que puede ser convertido en una máquina de mayor capacidad de procesamiento (equipo industrial).

BIBLIOGRAFÍA

[...]: Referencia bibliográfica

[1] Heinz, Boeni., Uca Silva., Daniel Ott., 2009, Reciclaje de residuos electrónicos en América latina: panorama general, desafíos y potencial, Santiago - Chile, Texto completo <http://www.residuos electronicos.net>,

Silva, U., 2009, Gestión de residuos electrónicos en América Latina, Ed. SUR, Santiago - Chile,

Electrónica S.A. de C.V., Manual del usuario horno de reflujo de precisión SMT, <http://studylib.es>doc>horno-de-...>, Consulta. 05/09/2022,

Rivera, D., 2016, Diseño y construcción de un prototipo de horno para el proceso de soldado de elementos de Montaje Superficial,

Cervantes, A., García, H., 2013, Horno automático de precisión para el soldado de componentes electrónicos de montaje superficial,

Luda, M., 2011, Recycling of printed Circuit Boards, Intech, Italy,

Berenguer, I., El reciclaje, la industria del futuro. Ciencia en su PC, Cuba.

*) El autor es: Licenciado en Electrónica y Telecomunicaciones, Docente Investigador Instituto de Investigaciones, Producción y Asistencia Técnica en Electrónica (I.I.P.A.S), Docente Carreras de Electricidad Industrial y Mecánica Industrial, Facultad de Tecnología - UMSA.