

Mantenimiento correctivo y repotenciación de equipos obsoletos de electrónica de consumo

Corrective maintenance and repowering of obsolete consumer electronics equipment

Fecha de recepción: 2024-05-12 • Fecha de aceptación: 2024-06-08 • Fecha de publicación: 2024-07-18

Dibujes Salgado¹, Bryan Campo¹, Cristofer Quishpe¹, Fabricio Salazar¹,
¹ INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO “DE TECNOLOGÍAS APROPIADAS”,
Quito, Ecuador,
cristian.dibujes@insta.edu.ec,
bryan.campo@insta.edu.ec,
cristofer.quishpe@insta.edu.ec,
fabricio.salazar@insta.edu.ec,

Resumen

El presente artículo aborda el mantenimiento correctivo y la repotenciación de equipos obsoletos de electrónica de consumo, utilizando tecnologías accesibles para extender su vida útil y mejorar su funcionalidad. Se estudian dos casos prácticos: la modernización de una radio casetera mediante la integración de un módulo Bluetooth y la conversión de un monitor en un televisor inteligente utilizando un TV Box.

Para ambos dispositivos, se emplearon componentes reciclados y económicos, como un cargador de celular para la radio y un adaptador HDMI a VGA para el monitor, permitiendo mantener los costos bajos y garantizar la viabilidad del proyecto. En la radio casetera, la adición del Bluetooth permitió a los usuarios conectar dispositivos móviles de manera inalámbrica, transformando un equipo obsoleto en uno compatible con tecnologías actuales. En el monitor, el uso del TV Box permitió convertirlo en una Smart TV con capacidad de transmisión de contenido multimedia.

Los resultados obtenidos muestran que, a través del mantenimiento correctivo y la repotenciación, es posible prolongar la vida útil de equipos electrónicos a un bajo costo,

reduciendo la generación de residuos electrónicos. Además, se destaca que la actualización de estos dispositivos ofrece un valor adicional en términos de funcionalidad y utilidad tecnológica. Este enfoque promueve la sostenibilidad y demuestra que la reutilización de equipos obsoletos es una alternativa viable y accesible para los usuarios.

Palabras clave

mantenimiento correctivo, equipos obsoletos, electrónica de consumo, repotenciación, tecnología Bluetooth, TV Box.

Abstract

This article addresses the corrective maintenance and repowering of obsolete consumer electronics equipment, using affordable technologies to extend its useful life and improve its functionality. Two case studies are studied: the modernization of a cassette radio by integrating a Bluetooth module and the conversion of a monitor into a smart TV using a TV Box.

For both devices, recycled and inexpensive components were used, such as a cell phone charger for the radio and an HDMI to VGA adapter for the monitor, keeping costs low and ensuring the viability of the project. In the cassette radio, the addition of Bluetooth allowed users to connect mobile devices wirelessly, transforming obsolete equipment into one compatible with current technologies. In the monitor, the use of the TV Box made it possible to turn it into a Smart TV with multimedia content streaming capability.

The results obtained show that, through corrective maintenance and repowering, it is possible to extend the useful life of electronic equipment at a low cost, reducing the generation of electronic waste. In addition, it is highlighted that upgrading these devices offers additional value in terms of functionality and technological utility. This approach promotes sustainability and demonstrates that the reuse of obsolete equipment is a viable and affordable alternative for users.

Keywords

corrective maintenance, obsolete equipment, consumer electronics, repowering, Bluetooth technology, TV Box.

Introducción

La obsolescencia programada y el rápido avance tecnológico han generado un aumento significativo en la cantidad de residuos electrónicos (e-waste) que se producen anualmente. Según un informe del World Economic Forum, se espera que para 2030 la generación de e-waste alcance los 74 millones de toneladas métricas a nivel mundial [1]. Este fenómeno plantea desafíos tanto ambientales como económicos, impulsando la necesidad de estrategias efectivas de mantenimiento y repotenciación de dispositivos electrónicos. En este contexto, el mantenimiento correctivo se presenta como una solución viable para extender la vida útil de los equipos obsoletos, permitiendo su actualización y adaptación a las necesidades actuales del consumidor.

La electrónica de consumo, que incluye dispositivos como teléfonos móviles, computadoras, televisores y electrodomésticos, ha experimentado un crecimiento exponencial en las últimas décadas. Sin embargo, este desarrollo ha ido acompañado de una disminución en la durabilidad y reparabilidad de los productos, lo que ha contribuido al aumento de los residuos electrónicos. Según un estudio realizado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), solo el 15% de los dispositivos electrónicos se reciclan adecuadamente, mientras que el resto termina en vertederos o es incinerado [2]. Este escenario resalta la urgencia de implementar prácticas que fomenten la reutilización y el reciclaje de estos dispositivos.

La repotenciación y el mantenimiento correctivo surgen como estrategias clave para hacer frente a este problema. Al extender la vida útil de los equipos existentes y reducir la necesidad de adquirir nuevos dispositivos, estas prácticas pueden contribuir significativamente a la disminución de la generación de residuos electrónicos. Además, al reutilizar componentes y reducir la demanda de recursos naturales para la fabricación de nuevos productos, se promueve un modelo de economía circular más sostenible [3]. Este enfoque no solo beneficia a los consumidores, sino que también tiene un impacto positivo en el medio ambiente.

Sin embargo, la implementación de estas estrategias enfrenta diversos desafíos. La falta de conciencia y educación por parte de los consumidores, así como la escasez de infraestructura y recursos para el mantenimiento y la repotenciación, limitan la efectividad de estas prácticas. Además, la resistencia de algunas empresas a adoptar prácticas más sostenibles complica aún más la situación. Es fundamental abordar estos obstáculos para fomentar la adopción generalizada del mantenimiento correctivo y la repotenciación en el sector de la electrónica de consumo.

La creciente preocupación por el impacto ambiental de los residuos electrónicos ha llevado a gobiernos y organizaciones a implementar regulaciones y políticas que promuevan la sostenibilidad en la industria electrónica. Estas iniciativas buscan incentivar la reparación y el reciclaje, así como fomentar la investigación y el desarrollo de tecnologías más sostenibles. La colaboración entre el sector público y privado es esencial para crear un marco que apoye estas prácticas y contribuya a una economía más circular.

El mantenimiento correctivo se define como el conjunto de acciones destinadas a restaurar un equipo a su estado operativo después de una falla. Este enfoque es esencial para maximizar la vida útil de los dispositivos electrónicos, permitiendo que los consumidores aprovechen al máximo sus inversiones iniciales. La repotenciación, por otro lado, implica actualizar un dispositivo para que cumpla con las expectativas y necesidades modernas, lo que puede incluir la integración de nuevas tecnologías como Bluetooth o sistemas de streaming [4].

En el primer caso de estudio, la transformación de una radio casetera a un dispositivo Bluetooth ilustra cómo un equipo obsoleto puede ser revitalizado. Este enfoque se alinea con las tendencias actuales en sostenibilidad, donde la reutilización y el reciclaje son fundamentales para mitigar el impacto ambiental de los desechos electrónicos [5].

Finalmente, es crucial que se realicen esfuerzos continuos para educar a los consumidores sobre la importancia de la reparación y la repotenciación de dispositivos electrónicos. La promoción de una cultura de sostenibilidad y la concienciación sobre los beneficios económicos y ambientales de estas prácticas pueden impulsar un cambio en el comportamiento del consumidor. Al adoptar un enfoque más responsable hacia la electrónica

de consumo, se puede contribuir a la reducción de residuos y a la creación de un futuro más sostenible.

Revisión de Literatura

2.1 Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo se define como la intervención realizada para reparar un equipo que ha fallado o que no está funcionando de manera óptima. Este tipo de mantenimiento es fundamental en la gestión de equipos electrónicos, ya que permite restaurar la funcionalidad de dispositivos que, de otro modo, serían desechados. Según un estudio realizado por [5], la falta de un sistema de trazabilidad y la inadecuada gestión de residuos electrónicos afectan la eficiencia del proceso de reciclaje y mantenimiento de equipos. Además, el mantenimiento correctivo puede ser más económico que la adquisición de nuevos dispositivos, lo que lo convierte en una opción atractiva para los consumidores [6].

2.2 Repotenciación de Equipos

La repotenciación implica la actualización de dispositivos electrónicos mediante la incorporación de nuevas tecnologías. Esta práctica no solo extiende la vida útil de los equipos, sino que también contribuye a la reducción de desechos electrónicos. Por ejemplo, la integración de módulos Bluetooth en radios caseteras permite que estos dispositivos se adapten a las demandas modernas de conectividad, mientras que la conversión de monitores en televisores inteligentes mediante el uso de TV Boxes representa una forma efectiva de reutilizar tecnología existente [7].

2.3 Impacto Ambiental y Sostenibilidad

El aumento en la producción de residuos electrónicos está vinculado a prácticas de consumo poco sostenibles, como la obsolescencia programada, que fomenta la compra constante de nuevos dispositivos. Esto tiene un impacto negativo en el medio ambiente, ya que la producción de nuevos equipos requiere la extracción de recursos naturales y genera contaminación. Según [3], la reutilización y el reciclaje de componentes electrónicos son

fundamentales para promover la sostenibilidad en este sector. La implementación de estrategias de mantenimiento correctivo y repotenciación puede mitigar estos efectos, promoviendo una economía circular que priorice la reutilización y el reciclaje.

2.4 Desafíos en la Implementación

A pesar de los beneficios, la repotenciación y el mantenimiento correctivo enfrentan varios desafíos. La falta de herramientas adecuadas y la capacitación técnica son barreras significativas que limitan la efectividad de estas prácticas. Además, la percepción del consumidor sobre la obsolescencia y la preferencia por adquirir nuevos dispositivos en lugar de reparar los existentes complican la adopción de estas estrategias [8]. [9] señalan que la falta de estandarización en los procesos de mantenimiento correctivo también representa un desafío para la industria electrónica.

Materiales y Procedimiento

El proceso de repotenciación se llevó a cabo utilizando tanto componentes reciclados como módulos accesibles en el mercado. A continuación, se detallan los materiales Tabla 1 y los métodos empleados:

3.1. Materiales reciclados y adaptados

Radio casetera:

Adaptación de una radio casetera reciclada, con módulo parlante MP3 bluetooth. La actualización de la radio casetera reciclada utilizando un módulo bluetooth y adaptarlo al equipo considerando que trabaja con voltaje 5 voltios, adaptados de un cargador de celular, el mismo emite una señal muy alta para el amplificador en la entrada de casete, por lo que pondremos un módulo regulador para calibrar la señal que ingrese al amplificador para tener una señal optima y que funcione independiente a los otros modos.

Intervención de la repotenciación radio casetera reciclada Fig. 1 y Fig. 2.



Fig. 1. Electrónica Radio Casetera Tarjeta Reciclada



Fig. 2. Ubicación módulo parlante MP3 bluetooth

Monitor de PC:

Para convertir este dispositivo en un Smart TV, se utilizó un TV Box junto con un adaptador HDMI a VGA para la transmisión de video Fig. 3. Se empleó un mini teclado inalámbrico para facilitar la navegación en la interfaz del TV Box.

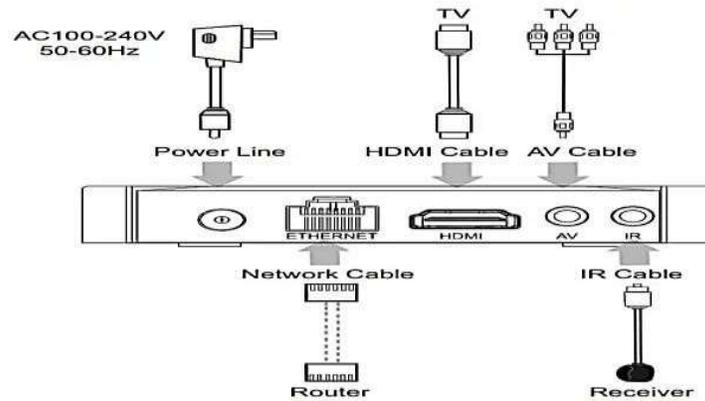


Fig. 3. Tres puertos tarjeta TV Box

Tabla 1

Lista de materiales

Materiales Reciclados	Precios
Parlantes	\$8,00
Monitor de Pc	\$20,00
Radio Cassette	\$5,00
Cargador de celular (5v dc)	\$2,00
Materiales Adaptados	
Tv box	\$12,00
Adaptador Convertidor GVA a HDMI	\$6,50
Teclado Inalámbrico	\$6,50
Modulo Reproductor de Bluetooth	\$8,25
Cable Auxiliar Jack 3.5	\$2,00
Adaptador 2 en 1 para Audio	\$ 0,75
Total	\$ 71,00

2.2. Procedimientos técnicos

El mantenimiento correctivo, que se refiere a la reparación de equipos después de que se ha producido una falla, es un componente esencial en este proceso. Según [10] el mantenimiento

correctivo implica una serie de pasos que incluyen la detección del problema, diagnóstico, planificación de la solución, ejecución de la solución y pruebas de verificación. Estos pasos son cruciales para garantizar que las modificaciones realizadas no solo restauren la funcionalidad del dispositivo, sino que también mejoren su rendimiento general. Además, es importante documentar cada etapa del proceso para futuras referencias y para mejorar el procedimiento de mantenimiento en el futuro.

En este proyecto usaremos un equipo de sonido antiguo y monitor para demostrar cómo podemos hacer una repotenciación, Empezaremos con una tv box, la cual representa una parte primordial para convertir nuestro monitor en Smart, una de las primeras dificultades que nos encontramos fue que monitor-tv box tiene diferentes salidas de video, para hallar una solución, buscamos en el mercado alguna solución electrónica, que nos permita convertir HDMI a VGA, esto a su vez nos ayudó con un problema no previsto, la salida de audio, que como sabeos se encuentra integrada en el conector HDMI, ahora también disponemos de una salida de audio Jack 3.5 debido al bajo costo del equipo, el rendimiento no era el esperado, así que conseguimos un firmware, que nos ahorra espacio y uso de procesador, este mismo presentaba otro fallo, el exceso de temperatura, vimos la manera de adaptar un disipador de mother board, comúnmente usado en el chipset del puente sur, a este disipador también le integramos pasta térmica para que nos ayude con la transferencia de calor hacia el disipador Esta es una de las formas más sencillas y baratas que tenemos para potenciar un equipo en este caso un monitor- tv antigua.

En el siguiente equipo haremos mejoras más significativas, usaremos el espacio que nos brinda la casetera, para adaptar un módulo que integra: bluetooth, radio digital, entrada auxiliar, control remoto, uno de los primeros pasos es realizar un mantenimiento correctivo, puesto que el equipo presenta fallas, soldaduras frías, antenas sueltas, polvo, insectos en el interior, una vez realizado el mantenimiento vamos ayudarnos de esquemático de una radio común, para encontrar la entrada de audio de la casetera y reemplazarla con el módulo, este trabaja con 5v DC para dar una solución adaptaremos una fuente de cargador, puentando la entrada de 120 [11][12].

Estos procedimientos técnicos demuestran que, mediante la intervención adecuada y el uso de componentes accesibles, es posible no solo restaurar, sino también mejorar la funcionalidad de equipos obsoletos, contribuyendo así a la sostenibilidad y a la reducción de desechos electrónicos.

Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos fueron prometedores en términos de funcionalidad y costo-beneficio.

3.1 En el caso de la radio casetera:

- Como se puede observar en la Fig. 4 la verificación de un circuito compatible es importante para poder avanzar con el procedimiento en la radio casetera.
- La integración del módulo Bluetooth permitió a los usuarios conectar sus teléfonos móviles y otros dispositivos de audio de manera inalámbrica, transformando una radio obsoleta en un dispositivo compatible con las necesidades modernas.
- La adaptación fue económica, con un costo total estimado de \$8,25 USD para el módulo y el cargador reciclado Fig. 5, lo que demuestra que con una inversión mínima se puede añadir valor a equipos antiguos.

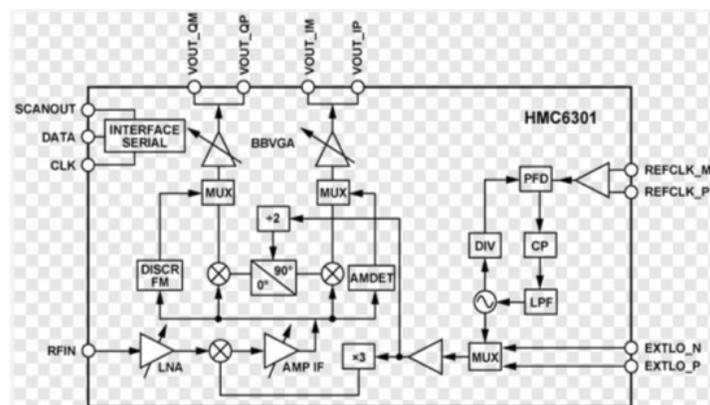


Fig. 4. Diagrama Radio Casetera

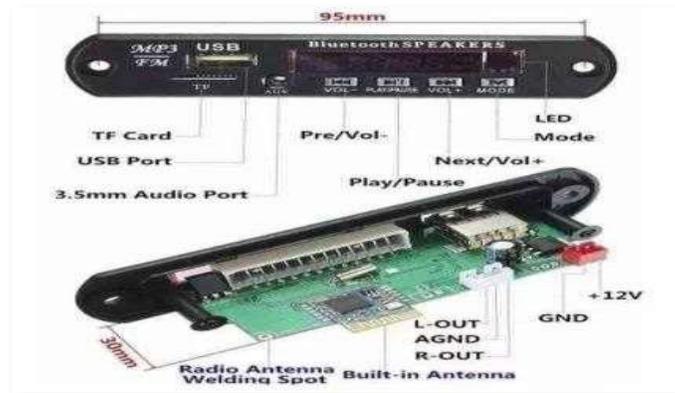


Fig. 5. Identificación circuito para instalar módulo parlante MP3 bluetooth

3.2 En el caso del monitor convertido en Smart TV:

- Se logró una transformación completa mediante el uso de un TV Box económico (\$12,00 USD) y un adaptador HDMI a VGA (\$6,50 USD) Fig. 6. El sistema resultante permitió la reproducción de contenido multimedia con una interfaz intuitiva, similar a la de un televisor moderno.



Fig. 6. Tarjeta electrónica TV box

- El uso de un mini teclado inalámbrico mejoró significativamente la experiencia de usuario en comparación con los controles remotos tradicionales, permitiendo una navegación fluida entre las aplicaciones del TV Box.

- Como se puede observar en la Fig. 7 la verificación de un circuito compatible es importante para poder avanzar con el procedimiento en la TV.

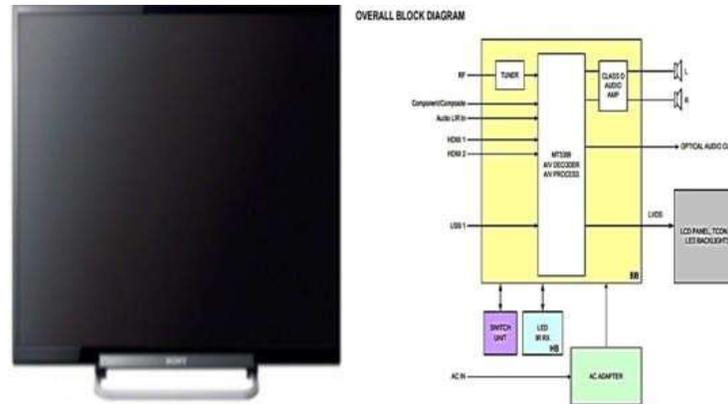


Fig. 7. Diagrama de bloques de un TV

Estos casos demuestran que el mantenimiento correctivo y la repotenciación no solo son viables, sino también eficientes y accesibles para la mayoría de los usuarios.

Conclusiones

El mantenimiento correctivo y la repotenciación de equipos obsoletos de electrónica de consumo representan una solución efectiva y económica ante el desafío de la obsolescencia tecnológica.

Mediante la integración de componentes accesibles, es posible prolongar la vida útil de dispositivos antiguos y adaptarlos a las necesidades tecnológicas actuales. Este enfoque no solo ofrece beneficios en términos de reducción de costos, sino que también promueve la sostenibilidad al reducir la generación de residuos electrónicos.

La transformación de una radio casetera y de un monitor en dispositivos modernos demuestra que con conocimientos básicos de electrónica y una inversión mínima, es posible actualizar equipos y darles una nueva vida útil.

Podemos concluir que gracias a los diagramas de los circuitos los cuales realizamos los cambios de las partes dañadas se nos hace más fácil y rápido encontrar dichas partes, para así poder proceder con el mantenimiento correctivo.

Fomentar la educación y la conciencia sobre la importancia de la reparación y la reutilización es crucial para promover un cambio en el comportamiento del consumidor y reducir el impacto ambiental de los residuos electrónicos.

La promoción de la reparación y la repotenciación puede contribuir a un cambio significativo en la conciencia social sobre el consumo responsable. Al educar a los consumidores sobre los beneficios económicos y ambientales de mantener y actualizar sus dispositivos, se puede fomentar un comportamiento más sostenible. Esto no solo reducirá la demanda de nuevos productos, sino que también incentivará a los consumidores a valorar la calidad y la funcionalidad de los dispositivos existentes, promoviendo una cultura de sostenibilidad y responsabilidad en el consumo de tecnología.

Referencias

- [1] “The Global Risks Report 2021”, *World Economic Forum*, 2021.
- [2] C. Europea, *Nuevo Plan de Acción para la Economía Circular*. 2020.
- [3] *Facts and Figures about Materials, Waste and Recycling*. 2020.
- [4] J. A. García y R. Martínez, *Sostenibilidad en la electrónica*. 2021.
- [5] A. García Lavarello Y y M. García, “Trajectory and repositioning of the electronics industry in Tierra del Fuego”, *H-Industria*, vol. 30, pp. 77–100, 2022.
- [6] J. Falconí y E. Benavides Cavero, *Consumo y reutilización de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)*. *Alternativa Financiera*. 2022.
- [7] M. A. Venegas Amaguaña, *La vigencia tecnológica y sus garantías en contratación pública*. 2018.
- [8] D. Jaramillo Andrade y K. M. David Peláez Garzón, “Reparación y repotenciación mediante ingeniería inversa del simulador de equipo pesado que permita la capacitación del personal militar en la Escuela Superior de Ingeniería Militar Gral.

- Guillermo Rodríguez Lara (ESINGM) en la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas”, Universidad de Fuerzas Armadas ESPE , Ecuador, 2023.
- [9] M. López, “Obsolescencia programada y su impacto en el medio ambiente”, *Revista de Ecología y Tecnología*, vol. 15, núm. 2, pp. 45–58, 2020.
- [10] “Mantenimiento Correctivo: Qué es y cómo se realiza”, *Alquiler de Plataformas Elevadoras MAQLIFT*, 03-abr-2023. [En línea]. Disponible en: <http://maqlift.com/noticias/mantenimiento-correctivo-que-es-y-como-se-realiza/>. [Consultado: 09-sep-2024].
- [11] C. Pérez y L. Rodríguez, “Tendencias en la repotenciación de dispositivos electrónicos”, *Journal of Electronics Recycling*, vol. 7, núm. 1, pp. 23–30, 2019.
- [12] A. Torres y P. Silva, “Estrategias de mantenimiento correctivo en dispositivos de consumo”, *Revista de Innovación Tecnológica*, vol. 8, núm. 3, pp. 112–120, 2022.

Copyright (2024) © Dibujes Salgado, Bryan Campo, Cristofer Quishpe, Fabricio Salazar

Este texto está protegido bajo una licencia internacional Creative Commons 4.0.



Usted es libre para Compartir—copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato — y Adaptar el documento — remezclar, transformar y crear a partir del material—para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla las condiciones de Atribución. Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) – [Texto completo de la licencia](#)