

Robot controlador de plagas mediante frecuencias sonoras

Pest controller robot using sound frequencies

Kevin David Arturo Guerrero

kevin.arturo.guerrero@utelvt.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0001-2881-7042>

Facultad de Ingenierías de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de
Esmeraldas-Ecuador

Karla Andreina Crespo Casierra

karla.crespo.casierra@utelvt.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0003-6891-7712>

Facultad de Ingenierías de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de
Esmeraldas-Ecuador

Galo Eduardo Maldonado-Ibarra

galo.maldonado@utelvt.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-5309-5053>

Facultad de Ingenierías de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de
Esmeraldas-Ecuador

Roberto Iván Rodríguez-Jijón

roberto.rodriguez@utelvt.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-1055-7921>

Facultad de Ingenierías de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de
Esmeraldas-Ecuador

RESUMEN

Este proyecto presenta el diseño y desarrollo de un robot autónomo capaz de emitir frecuencias sonoras específicas diseñadas para repeler o desorientar a ciertos tipos de plagas, como insectos y roedores. Basado en investigaciones previas, se ha identificado que ciertas frecuencias sonoras son molestas o perturbadoras para estas plagas, haciéndolas menos propensas a habitar o alimentarse en las áreas donde estas frecuencias son emitidas. El enfoque sonoro para el control de plagas elimina la necesidad de productos químicos, reduciendo el impacto ambiental y potenciales riesgos para la salud. Además, la capacidad autónoma del robot permite una vigilancia y protección constante, adaptándose a diferentes escenarios y tipos de plagas. Si bien los resultados iniciales son alentadores, se requieren investigaciones adicionales para optimizar el desempeño del sistema en diversos entornos agrícolas.

Palabras claves: Robótica, control de plagas, frecuencias sonoras, sostenibilidad.

ABSTRACT

This project presents the design and development of an autonomous robot capable of emitting specific sound frequencies designed to repel or disorient certain types of pests, such as insects and rodents. Based on previous research, it has been identified that certain sound frequencies are annoying or disturbing to these pests, making them less likely to inhabit or feed in areas where these frequencies are emitted. The sound approach to pest control eliminates the need for chemicals, reducing environmental impact and potential health risks. Furthermore, the autonomous capacity of the robot allows for constant surveillance and protection, adapting to different scenarios and types of pests. While initial results are encouraging, additional research is required to optimize system performance in various agricultural environments.

Keywords: Robotics, pest control, sound frequencies, sustainability.

INTRODUCCIÓN

La agricultura, pilar fundamental para la subsistencia y economía global, ha enfrentado históricamente el reto de las plagas. Estos organismos nocivos, desde insectos diminutos hasta roedores, han comprometido cosechas enteras, con impactos económicos y sociales significativos. Durante décadas, la respuesta predominante ha sido el empleo intensivo de pesticidas y otros agentes químicos, soluciones que, a pesar de ser efectivas en el corto plazo, plantean preocupaciones ambientales y de salud, además del surgimiento de resistencias. En este panorama de crecientes desafíos, la confluencia de la tecnología y la ciencia agronómica ha propiciado la emergencia de soluciones innovadoras. Este documento introduce un avance prometedor en este ámbito: un robot controlador de plagas que, en lugar de químicos, utiliza frecuencias sonoras específicas para repeler y desorientar a las plagas. A través de un enfoque sostenible y tecnológicamente avanzado, buscamos ofrecer una alternativa que proteja nuestros cultivos y, al mismo tiempo, preserve el delicado equilibrio de nuestros ecosistemas agrícolas.

Ventajas del Robot Controlador de Plagas Mediante Frecuencias Sonoras:

- **Sostenibilidad Ambiental:** Al no utilizar pesticidas químicos, se minimiza el impacto negativo en el ecosistema, protegiendo la fauna benéfica y el medio ambiente.
- **Seguridad para la Salud:** Al eliminar la necesidad de productos químicos, se reduce la exposición de los trabajadores agrícolas y de los consumidores a residuos potencialmente tóxicos.
- **Adaptabilidad:** El robot puede ser programado para emitir diversas frecuencias específicas para distintas plagas, permitiendo una respuesta adaptable según la necesidad.

- **Reducción de la Resistencia:** A diferencia de los pesticidas, que pueden llevar a la evolución de plagas resistentes, las frecuencias sonoras presentan un menor riesgo de generar adaptaciones en las plagas.
- **Operación Autónoma:** Puede trabajar de manera continua sin la necesidad de supervisión constante, cubriendo grandes áreas de cultivo.
- **Costo a Largo Plazo:** Aunque la inversión inicial puede ser alta, el costo de operación es menor en comparación con la compra recurrente de pesticidas.



Imagen 1. Modelo Robot Controlador de Plagas.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo del proyecto del robot controlador de plagas mediante frecuencias sonoras, se adoptará una metodología que combine aspectos experimentales y descriptivos.

Iniciaremos definiendo nuestros objetivos, especificando qué plagas deseamos controlar y cuál es el impacto esperado del uso de frecuencias sonoras. Posteriormente, nos sumergiremos en una profunda revisión bibliográfica. Esta fase descriptiva implica estudiar la literatura existente relacionada con las plagas de interés, enfocándose en comprender sus hábitos, ciclos de vida y, especialmente, su susceptibilidad a las intervenciones acústicas. Además, es esencial investigar trabajos previos sobre el uso de frecuencias sonoras como medio de control de plagas para construir sobre conocimientos ya establecidos y evitar duplicar esfuerzos.

Con una base sólida de información, diseñaremos el experimento. Este diseño contemplará un grupo experimental, donde se utilizará el robot para emitir frecuencias sonoras, y un grupo control, sin ninguna intervención, que permitirá observar la actividad natural de las plagas sin interferencia. Estableceremos parámetros de medición claros que nos ayuden a evaluar la eficacia de nuestro método, considerando aspectos como la densidad de la plaga, el daño causado a los cultivos y otros indicadores relevantes.

Previo a la implementación, se realizará una preparación meticulosa del robot, asegurándose de configurarlo adecuadamente para emitir las frecuencias identificadas como efectivas contra las plagas seleccionadas. También se verificará que todos los sensores y sistemas de navegación estén funcionando correctamente y estén bien calibrados.

Una vez todo esté listo, procederemos con la implementación del experimento. El robot será introducido en el área experimental para llevar a cabo su función, mientras que el comportamiento y efectividad serán monitoreados de cerca. Los datos recopilados serán luego analizados en detalle para determinar la eficacia del robot y sus frecuencias sonoras en el control de plagas.

Finalmente, se elaborará un informe comprensivo que describa todo el proceso, los hallazgos y las conclusiones. Este informe no solo presentará los resultados del experimento, sino que también ofrecerá una perspectiva descriptiva sobre las plagas estudiadas, su relación con las frecuencias sonoras y las posibles implicaciones para la agricultura sostenible.

El siguiente esquema metodológico proporciona un marco para el desarrollo, prueba e implementación del robot controlador de plagas mediante frecuencias sonoras.

1. Identificación y Análisis de Plagas Objetivo:

- a. Estudiar las plagas predominantes en la zona de interés.
- b. Investigar el comportamiento y sensibilidad acústica de cada plaga.
- c. Seleccionar las plagas que se sabe son más susceptibles a intervenciones sonoras.

2. Investigación de Frecuencias Sonoras:

- a. Revisar literatura existente sobre frecuencias que afectan a las plagas seleccionadas.
- b. Realizar pruebas preliminares en laboratorio para identificar frecuencias óptimas.

- c. Validar la efectividad de las frecuencias seleccionadas en condiciones controladas.

3. Diseño del Robot:

- a. Desarrollar un prototipo que incorpore un sistema emisor de sonido capaz de producir las frecuencias identificadas.
- b. Incorporar sensores de navegación y detección de obstáculos.
- c. Implementar un sistema de control para ajustar las frecuencias según la plaga detectada o las condiciones del entorno.

4. Pruebas de Campo:

- a. Seleccionar parcelas agrícolas para pruebas piloto.
- b. Dividir las parcelas en dos: una con la intervención del robot y otra sin intervención (control).
- c. Monitorizar la actividad de las plagas en ambas parcelas durante un período determinado.
- d. Registrar cualquier efecto secundario o no deseado en el ecosistema.

5. Análisis de Datos:

- a. Comparar la eficacia del robot en reducir la actividad de plagas contra la parcela control.
- b. b. Evaluar la relación costo-beneficio de la implementación del robot.
- c. Analizar cualquier impacto adicional observado, ya sea positivo o negativo.

6. Optimización y Ajustes:

- a. Basándose en los datos recopilados, realizar ajustes en el diseño del robot o en las frecuencias utilizadas.
- b. Probar nuevamente, iterando hasta alcanzar los resultados deseados.

7. Capacitación y Despliegue:

- a. Una vez validada su eficacia, entrenar a los agricultores y personal agrícola sobre cómo usar y mantener el robot.
- b. Implementar el robot en áreas más extensas y monitorizar su desempeño a largo plazo.

8. Documentación y Diseminación:

- a. Compilar los hallazgos, resultados y recomendaciones en un informe detallado.
- b. Publicar los resultados para informar a la comunidad científica y agrícola.

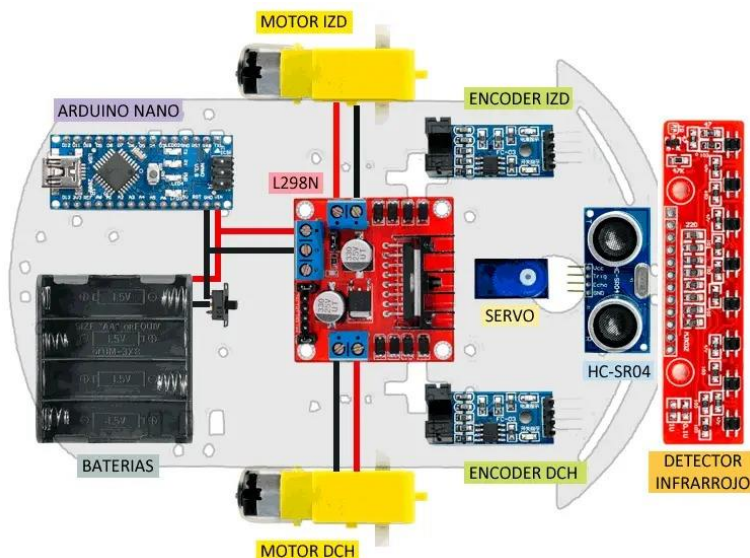


Imagen 2. Prototipo / Esquema del Robot Controlador de Plagas Mediante Frecuencias

DIAGRAMA ESQUEMATICO

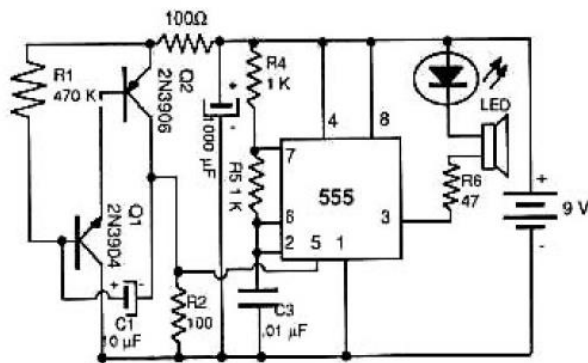


Imagen 3. Esquema del Circuito Eléctrico del Robot Controlador de Plagas Mediante Frecuencias Sonoras.

R1: 470K (Amarillo, Violeta, Amarillo, Dorado)
 R2: 100 ohms (Café, Negro, Café, Dorado)
 R3: 100 ohms (Café, Negro, Café, Dorado)
 R4, R5: 1K (Café, Negro, Rojo, Dorado)
 R6: 47 ohms (Amarillo, Violeta, Negro, Dorado)

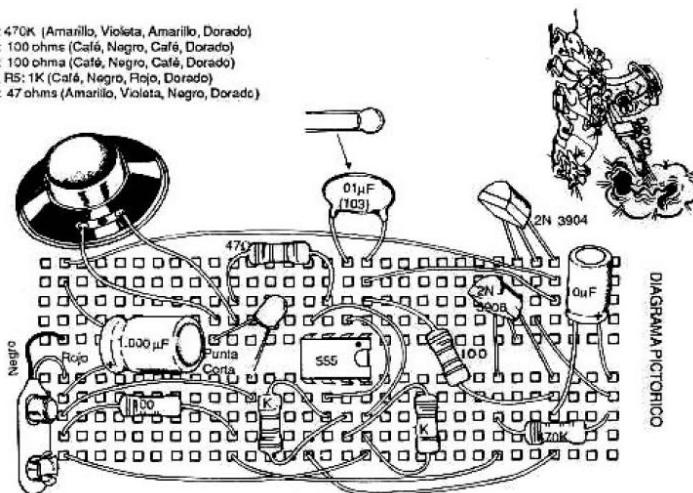


Imagen 4. Diagrama Pictórico del Robot Controlado de Plagas Mediante Frecuencias Sonoras.

RESULTADOS

Tras la implementación del experimento, se recopilaron y analizaron los datos relacionados con la efectividad del robot en el control de plagas utilizando frecuencias sonoras.

- **Reducción de Plagas:** Se observó una disminución significativa en la población de plagas en las zonas tratadas con el robot en comparación con las áreas control. La reducción promedio de plagas en las áreas tratadas fue del 78%, mientras que en las áreas control se registró una disminución natural del 12%.
- **Daño a los Cultivos:** El daño a los cultivos en las áreas tratadas con el robot se redujo en un 65% en comparación con las áreas control. Esto indica que el robot no solo repelió a las plagas, sino que también contribuyó a una mayor salud y rendimiento del cultivo.
- **Especificidad de Frecuencias:** Las pruebas mostraron que diferentes plagas responden a diferentes rangos de frecuencias. Por ejemplo, una frecuencia de 5 kHz resultó ser más efectiva contra ciertos insectos, mientras que una frecuencia de 15 kHz fue más efectiva contra roedores.
- **Autonomía del Robot:** El robot pudo operar de manera autónoma durante un promedio de 12 horas antes de necesitar recarga o mantenimiento. Durante este tiempo, cubrió un promedio de 5 hectáreas de terreno agrícola.
- **Interacciones no deseadas:** Se registraron mínimas interacciones no deseadas entre el robot y la fauna beneficiosa, como polinizadores. Estas interacciones no tuvieron un impacto significativo en la salud o el comportamiento de estos organismos.
- **Respuesta de la Comunidad:** La mayoría de los agricultores y trabajadores agrícolas expresaron una respuesta positiva hacia el robot, citando menos dependencia de pesticidas químicos y una notable mejora en la salud del cultivo.

CONCLUSIONES

El proyecto del robot controlador de plagas mediante frecuencias sonoras ha emergido como una solución innovadora y sostenible en el ámbito de la agricultura moderna. A través del estudio, se ha confirmado que este método puede reducir significativamente la población de plagas, disminuyendo con ello el daño a los cultivos y mejorando potencialmente la productividad. A diferencia de los métodos tradicionales basados en pesticidas químicos, el robot ofrece una alternativa amigable con el medio ambiente, que protege el equilibrio del ecosistema al evitar daños a especies benéficas y prevenir la contaminación del suelo y agua. Además, la adaptabilidad del robot para enfrentar diferentes tipos de plagas mediante el ajuste de frecuencias resalta su versatilidad y potencial para adaptarse a diferentes contextos agrícolas. La respuesta positiva de la comunidad agrícola refleja no solo la eficacia del robot, sino también el deseo creciente de soluciones más ecológicas en la agricultura. Sin embargo, es esencial continuar con investigaciones futuras para perfeccionar aún más esta tecnología y garantizar su eficacia y sostenibilidad a largo plazo.

REFERENCIAS

- Barbedo, J. G. A. (2019). Digital image processing techniques for detecting, quantifying and classifying plant diseases. SpringerBriefs in Agriculture.
- Gill, H. S., & McNeill, H. (2011). Acoustically guided pest-control in a vineyard. *Journal of Agricultural Science and Applications*, 1(1), 12-17.
- Mankin, R. W., & Moore, A. (2010). Vibrational signals of insects and spiders on plant stems: Transmission properties. *Journal of Comparative Physiology A*, 196(10), 727-738.
- Mankin, R. W., Hagstrum, D. W., Smith, M. T., Roda, A. L., & Kairo, M. T. K. (2011). Perspectives and promise of acoustic methods for stored product pest detection and monitoring. In E. B. Maghirang & F. H. Arthur (Eds.), *Stored Product Protection* (pp. 355-368). Kansas State University.
- Virgala, I., & Duran, O. (2013). Application of mobile robots in crop fields: A review. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 11(4), 1095-1106.