



REVISTA

JUVENTUD Y CIENCIA SOLIDARIA:

En el camino de la investigación

PROTOTIPO DE VEHÍCULO A CONTROL REMOTO

Yarel Isaías Orozco Saltos, Freddy Efraín Potes Naranjo,
Sara Esther Balladares Flor, Alan Steve Guerrero Véliz



Mi nombre es **Yarel Isaías Orozco Saltos**, tengo 17 años y estudio Mecatrónica en segundo año de BGU del colegio Domingo Comín. Me gusta leer y quiero estudiar Mecatrónica en la universidad.



Mi nombres es **Freddy Efraín Potes Naranjo**, tengo 17 años y estudio Mecatrónica en segundo año de BGU del colegio Domingo Comín. Me gusta leer. Quiero estudiar Mecatrónica en la universidad.



Mi nombre es **Sara Esther Balladares Flor**, tengo 17 años y estudio Mecatrónica en segundo año de BGU del colegio Domingo Comín. Me gusta diseñar. Quiero estudiar Ciencias de datos e inteligencia artificial en la universidad.



Mi nombres es **Alan Steve Guerrero Véliz**, tengo 17 años y estudio Mecatrónica en segundo año de BGU del colegio Domingo Comín. Me gusta programar y quiero estudiar Ingeniería de Sistemas en la universidad.

Resumen

En este proyecto se presenta el diseño, desarrollo y evaluación de un prototipo de vehículo a control remoto que utiliza la transferencia inalámbrica de energía (WPT) para la generación de movimiento. El

automóvil combina señales de RF (Radiofrecuencia) de 433MHz, dentro del espectro electromagnético, antenas, controladores de motores, drivers, codificador y decodificador serial, fusionando elementos

electrónicos con mecánicos como chasis, ruedas y motores. Este artículo integra los fundamentos de electrónica, radiofrecuencia, WPT, y la incorporación de sistemas de control y propulsión a través de un motor en un diseño compacto y eficiente. Concluido el ensamblaje se prueba el prototipo, verificando su correcto funcionamiento. Se valida la integración de los componentes y la eficiencia del sistema. Los resultados confirman la factibilidad del desarrollo de un prototipo operativo que se desplaza mediante la Transferencia Inalámbrica de Energía (WPT).

Palabras clave: prototipo, circuito integrado codificador-decodificador, radiofrecuencia, motores

Explicación del tema

La mecatrónica es una rama multidisciplinaria que integra conocimientos de ingeniería, electrónica, informática y sistemas de control para diseñar, fabricar y operar sistemas inteligentes con el uso combinado de la robótica, de la ingeniería electrónica y la ciencia de la computación/sistemas.

Para el desarrollo de este prototipo se utiliza un diagrama esquemático con todos los elementos que integran el circuito electrónico y que después se implementarán e integrarán en la PCB (Placa de Circuito Impreso). Entre los componentes que integran este prototipo se encuentran:

Motor reductor: es una unidad compacta que integra un reductor de velocidad, a través de un motor en una sola pieza y se alimenta con voltaje de corriente continua (DC). Su función principal es reducir la velocidad de un equipo de manera automática.

Módulos de radiofrecuencia (RF) de 433MHz: son dispositivos inalámbricos que funcionan como transmisores (TX) y receptores (RX), permitiendo la comunicación entre procesadores como Arduino de manera inalámbrica. Sirve para transmitir datos en UHF, se puede montar en circuito impreso (PCB) o en un protoboard.

Circuito Integrado HT12E: es un codificador serial de datos para aplicaciones de control remoto.

Circuito Integrado HT12D: es un decodificador serial de datos para aplicaciones de control remoto.

Circuito Integrado L293B: es un driver para

motor de 4 canales push-pull capaz de suministrar corrientes de salida de 1A por canal.

Materiales para el control remoto:

- 1 Módulo Tx. de 433MHz
- 1 Circuito integrado HT12E
- 1 resistencia de $1M\Omega$
- 2 Pulsadores NA

Materiales del carro:

- 1 Circuito integrado HT12D
- 1 Circuito integrado L293B
- 1 Receptor Rx de 433MHz
- 1 Regulador de voltaje LM7805
- 1 Condensador electrolítico de $1000\mu F/16v$
- 1 Condensador electrolítico de $100\mu F/16v$
- 1 Transistor BC327(PNP)
- 1 LED
- 1 Resistencia de $10k\Omega$
- 1 Resistencia de $50k\Omega$
- 1 Resistencia de 330Ω
- Alambre de cobre esmaltado (tamaño del alambre: 30cm)

El diagrama de bloques de la arquitectura del módulo Tx propuesta se muestra en la Fig. 1. El Tx incluye un oscilador controlado por voltaje (VCO) de frecuencia básica con una unidad de búfer de salida, un pre-escalador de módulo 128 y una etapa de salida de PA (Amplificador de potencia). La salida del bloque de pre escalado sirve como entrada para un módulo PLL externo que regula la frecuencia de salida del Tx [1].

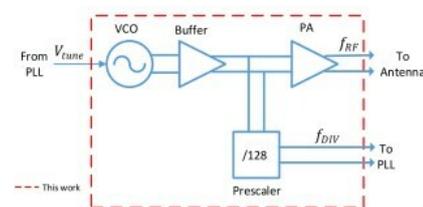


Figura 1. Diagrama de bloques del transmisor de banda D propuesto
Fuente: [1]

El módulo Tx dentro del diagrama esquemático juega un papel crucial en la conversión de una señal digital en una señal de radiofrecuencia (RF) adecuada para la transmisión a través de la antena. Los elementos que componen el módulo Tx incluyen: VCO, Buffer, PA, PLL, fDIV y Prescaler.

El VCO se encarga de generar una señal de radiofrecuencia portadora, siendo ajustable su frecuencia mediante control de voltaje. El buffer sirve para aislar el VCO y aumentar la señal de salida. Luego, el PA amplifica la señal a un nivel adecuado para la transmisión a través de la antena. El PLL garantiza una generación de frecuencia estable, mientras que el fDIV divide la frecuencia en la frecuencia portadora deseada.

El Prescaler, sin embargo, sirve para dividir la frecuencia de la señal de entrada en el circuito de bucle de enganche de fase (PLL), mejorando así su precisión.

Para generar ondas electromagnéticas transmitidas a través del aire, se convierte la señal eléctrica de RF del módulo Tx. El diagrama esquemático que se muestra en la Fig. 1, presenta un circuito de adaptación de impedancia que conecta la antena al amplificador de potencia (PA).

En este caso, su principal objetivo es garantizar que la impedancia de la antena coincida con la del PA, ya que facilita el intercambio de energía efectivo entre las dos partes.

Los datos paralelos, que contienen bits de dirección y bits de control, son recibidos por el codificador IC (HT12E). Las salidas son señales de control de los datos.

La transmisión se facilita convirtiendo señales paralelas en bits en serie. El codificador HT12E toma los datos de entrada, que pueden provenir de pulsadores o interruptores en el control remoto, y los convierte en un código digital único que incluye información de dirección (para identificar el control remoto específico) y datos de control (para indicar qué botón se presionó).

El código digital codificado se envía a través del transmisor RF. Este módulo agrega la señal codificada a una portadora de radiofrecuencia (RF) para permitir la transmisión inalámbrica. Las señales transmitidas son recibidas por el módulo receptor colocado lejos de la fuente de transmisión.

Los bits de datos son proporcionados por señales en los pines 10 a 13 del HT12E. El pin 17 del HT12E se utiliza para alimentar los datos en serie al transmisor de RF; con respecto al pin 14, estará activo en nivel bajo y se utilizará para conectar a tierra el control. Los datos recibidos se introducirán en la unidad del controlador [2].

El uso de un par codificador HT12E y decodificador HT12D junto con un transmisor y receptor RF es una forma común de implementar un sistema de control remoto inalámbrico simple pero efectivo.

Algunas ventajas que nos brinda el uso de estos elementos es que son relativamente económicos y no necesitan de un microcontrolador para funcionar, lo que representa una solución factible para simplificar el diseño de proyectos básicos de control remoto.

El funcionamiento descrito se puede visualizar en el siguiente diagrama de bloques (Figura 2).

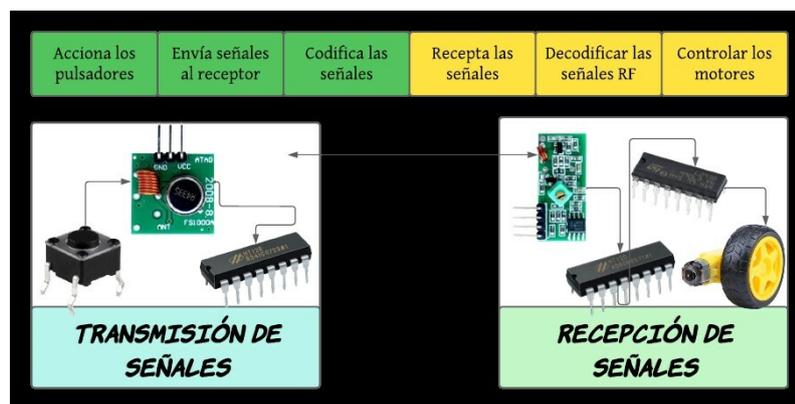


Figura 2. Diagrama de bloques
Fuente: Autores

La transferencia inalámbrica de energía (WPT, por sus siglas en inglés), permite nuevas posibilidades para alimentar dispositivos móviles con energía eléctrica. Esto se debe a que la eliminación de cables, anillos rozantes, enchufes y tomas de corriente aumenta la fiabilidad y el funcionamiento sin mantenimiento de sistemas críticos en aplicaciones biomédicas, de vehículos eléctricos y robótica [3]-[4].

Al ser una tecnología propuesta recientemente, la resonancia electromagnética por radiofrecuencia (RF) se presenta como un sistema WPT de media distancia altamente eficiente [5]. Esta tecnología permite transferir energía de hasta cientos de vatios a una distancia de 1 metro [6].

La estructura y el mecanismo básico del sistema de transferencia de energía por resonancia se muestran en la Fig. 2. Consiste en una fuente de alimentación de RF, una bobina de antena L_1 y una bobina receptora L_2 . Ambas bobinas forman un sistema de inductores acoplados magnéticamente [7].

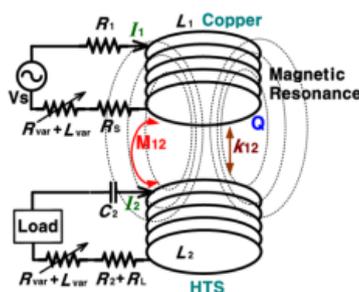


Figura 3. Diagrama esquemático del sistema de transferencia de energía inalámbrica superconductora (SUWPT) basado en el método de acoplamiento por resonancia magnética

Fuente: [6]

El sistema de transferencia de energía por resonancia se describe mediante símbolos como R_S (resistencia interna de la fuente), R_1 (resistencia de la bobina de antena), R_2 (resistencia de la bobina superconductora de alta temperatura - HTS), R_L (resistencia total del receptor), C_2 (condensador de la bobina receptora), k_{12} (coeficiente de acoplamiento) y M_{12} (inductancia mutua de las bobinas).

Además, para compensar los cambios de impedancia entre las bobinas debido a la variación de la distancia, se utilizan una resistencia variable (R_{var}) y una inductancia variable (L_{var}) que actúan como un

punto de impedancia.

Es por ello, que en el circuito se implementó el uso de cobre esmaltado para las antenas, ya que este material ofrece las características ideales para garantizar una transferencia de energía eficiente y confiable en nuestro sistema WPT. Su alta conductividad minimiza las pérdidas de energía durante la transmisión y recepción de señales de radiofrecuencia (RF).

El proyecto avanza hacia la introducción del control de motores paso a paso (Figura 3). Para facilitar la comprensión, se construye un modelo de un motor bipolar utilizando dos solenoides y una aguja de brújula [8].

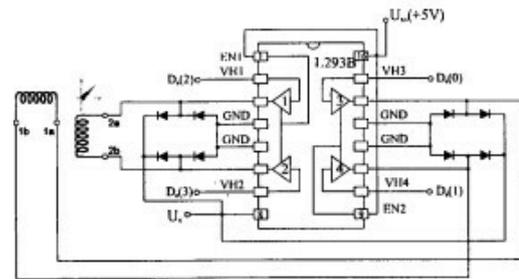


FIGURE 8
MODEL OF STEPPING MOTOR CONTROL.

Figura 4. Modelo de motor paso a paso

Fuente: [8]

Al energizar los solenoides en una secuencia específica, se genera un campo magnético cambiante que induce un movimiento de rotación en la aguja de brújula, simulando el movimiento paso a paso característico de este tipo de motores.

Explicación del proceso

Para la construcción del vehículo se procedió a elaborar dos antenas de cobre para la señal en la que operará, luego enrollamos las antenas alrededor de un lápiz y formamos un resorte, para posteriormente soldar el cobre a los módulos Rx y Tx. En la Fig. 4 se observa el proceso de soldadura.

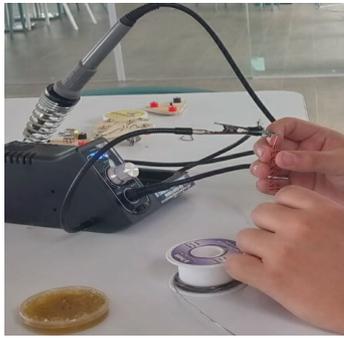


Figura 5. Proceso de soldadura
Fuente: Autores

Se utilizó la herramienta PROTEUS para el diseño del circuito, empezando por el mando (transmisor) siguiendo las conexiones del diagrama esquemático (Figura 6).

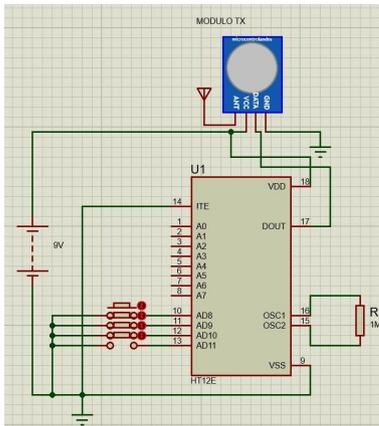


Figura 6. Mando Transmisor
Fuente: Autores

Posteriormente, se adecuaron los cables UTP para facilitar el manejo y la estética (Figura 7).

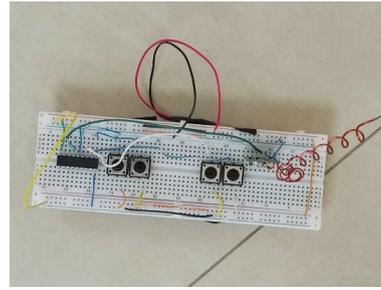


Figura 7. Montaje del mando Transmisor
Fuente: Autores

Se diseñó en Tinkercad un portabaterías en 3D para facilitar la ubicación de una batería de 9V DC y se lo instaló en el protoboard (Figura 8).

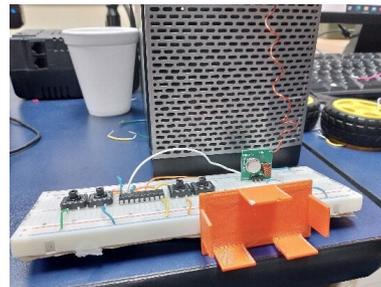


Figura 8. Soporte de portabaterías
Fuente: Autores

Como siguiente paso, se realizó el diseño del circuito receptor (Figura 9).

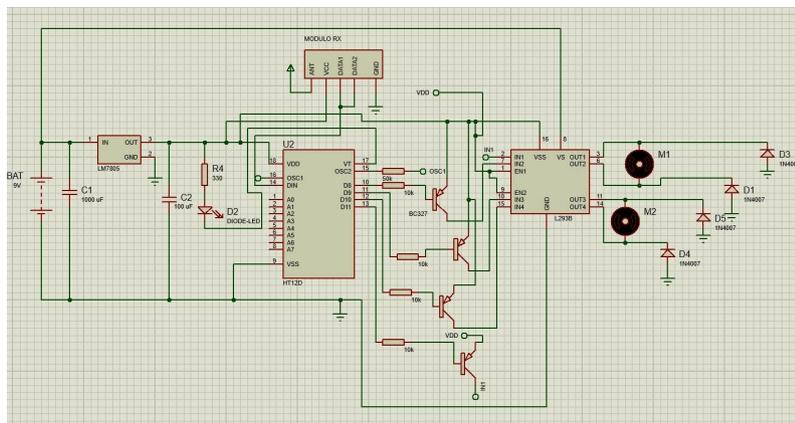


Figura 9. Receptor
Fuente: Autores

Posteriormente, se efectuó el montaje de los componentes paso a paso del circuito receptor, tal como se observa en la Figura 10.

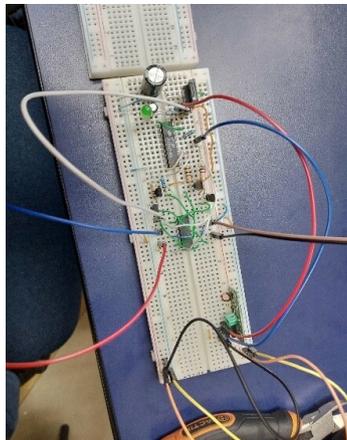


Figura 10. Circuito receptor
Fuente: Autores

Seguidamente se añadieron los motorreductores para probar el funcionamiento del vehículo usando el control remoto, más tarde se colocaron las ruedas para que tenga mejor equilibrio, tal como se observa en la Fig. 11.

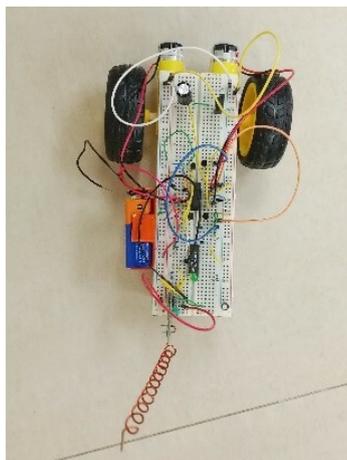


Figura 11. Vehículo con motorreductores
Fuente: Autores

Finalmente, se manipuló el mando y se alimentaron los circuitos con las baterías para comprobar el correcto funcionamiento (Figura 12).

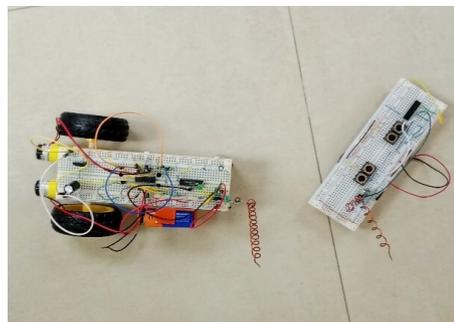


Figura 12. Vehículo con el mando a control remoto
Fuente: Autores

Las pruebas realizadas permitieron evaluar el correcto funcionamiento del transmisor y receptor. Se validó la integración de los componentes y la eficiencia del sistema.

Conclusiones

A través del presente artículo se pudo alcanzar el objetivo que era desarrollar un vehículo a control remoto. Pese a las dificultades con la adquisición de materiales y los errores encontrados al probar el prototipo en un protoboard (falsos contactos, falta de energía y componentes desgastados), la experiencia de construir un carro a control remoto ha sido enriquecedora.

El desarrollo del prototipo destacó la viabilidad técnica de utilizar la Transferencia Inalámbrica de Energía (WPT) como sistema de suministro de energía para vehículos a control remoto. Los resultados evidencian una correcta operación de los componentes electrónicos y mecánicos, así como la eficiencia del sistema.

Agradecimientos

Agradecemos a la Cátedra UNESCO por abrirnos las puertas para potenciar nuestros conocimientos y así aportar en nuestra formación, también le damos gracias a Dios, a María Auxiliadora y a Don Bosco por ser nuestra inspiración para seguir adelante y a la comunidad Salesiana presente en las instituciones que conmemoran su nombre.

Referencias

- [1] E. Aguilar, V. Issakov, y R. Weigel, «A 130 GHz Fully-Integrated Fundamental-Frequency D-Band Transmitter Module With > 4 dBm Single-

- Ended Output Power», *IEEE Trans. Circuits Syst. II Express Briefs*, vol. 67, n.º 5, pp. 906-910, may 2020, doi: 10.1109/TCSII.2020.2984597.
- [2] R. Li *et al.*, «Pulsed X-ray irradiation response in the linear voltage regulator LM7805: before and after TID accumulation», en *2019 19th European Conference on Radiation and Its Effects on Components and Systems (RADECS)*, IEEE, 2019, pp. 1-5.
- [3] S. A. Joshi, G. Aravalli, A. K. Vidyashree, S. Ranade, y S. S. Badami, «Wireless controlled military combat robot system», en *2017 2nd International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES)*, IEEE, 2017, pp. 712-715.
- [4] W. C. Brown, «The history of power transmission by radio waves», *IEEE Trans. Microw. Theory Tech.*, vol. 32, n.º 9, pp. 1230-1242, 1984.
- [5] A. Karalis, J. D. Joannopoulos, y M. Soljačić, «Efficient wireless non-radiative mid-range energy transfer», *Ann. Phys.*, vol. 323, n.º 1, pp. 34-48, 2008.
- [6] Y. Do CHUNG, K. I. M. Jiseong, y E. Y. PARK, «Operation characteristics of wireless power charging from copper antenna at 300 K to superconducting receiver at 77K with 13.56 MHz under different materials of cooling vessels», en *2020 IEEE Wireless Power Transfer Conference (WPTC)*, IEEE, 2020, pp. 244-247.
- [7] B. Strassner y K. Chang, «Microwave power transmission: Historical milestones and system components», *Proc. IEEE*, vol. 101, n.º 6, pp. 1379-1396, 2013.
- [8] S. Kocijancic, «Mechatronics as a challenge for teaching technology in secondary education», en *31st Annual Frontiers in Education Conference. Impact on Engineering and Science Education. Conference Proceedings (Cat. No. 01CH37193)*, IEEE, 2001, pp. T2E-1.