



Universidad Veracruzana

# COCHE CONTROLADO POR RADIOFRECUENCIA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA  
REGIÓN VERACRUZ

CARRERA: ING. EN ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES  
EE: MICROCONTROLADORES Y MICROPROCESADORES  
CATEDRÁTICO: ROSA MARÍA WOO GARCÍA

FEBRERO – JUNIO 2019

**BARCELATA FUENTES FERNANDO JAVIER**  
**DE JESUS POUS CARLOS ANTONIO**  
**ROCHA FUENTES JOSÉ FRANCISCO**

## Contenido

OBJETIVO.....	2
DESARROLLO.....	2
Transmisor.....	2
Receptor .....	8
RESULTADO FINAL.....	12
CONCLUSIONES.....	13

## OBJETIVO

Se propone, como proyecto final integrador de la EE Microprocesadores y Microcontroladores, la programación y ensamblado de un coche controlado por radiofrecuencia utilizando el PIC16F877A utilizando lenguaje ensamblador.

El proyecto consta de dos partes, el **emisor** y el **receptor**. El emisor está constituido por un PIC16F877A, el transmisor de RF a 433 MHz, un led de estado, un sensor de alcohol, 6 botones de dirección, así como una palanca joystick y un switch selector de control. El receptor tiene por componentes un PIC16F877A, el receptor de RF a 433 MHz, un display LCD de 2x16, dos motores de CD, un módulo controlador de motores (Puente H), 4 pilas AA para la alimentación de los motores, 4 pilas AA para la alimentación del PIC un buzzer o altavoz, luces verde, amarilla y roja.

El prototipo final realiza las siguientes funciones:

- 6 comandos de dirección: avance, retroceso, avance con vuelta a la derecha, avance con vuelta a la izquierda, retroceso con vuelta a la derecha y retroceso con vuelta a la izquierda.
- Muestra en un display el comando que se ejecuta en el momento, además de un saludo al iniciar el sistema.
- Selección de control: Analógico (joystick) o Digital (botones).
- Tonos asociados con cada uno de los 6 comandos de dirección.
- Una interrupción asociada con el sensor de alcohol que comunica una secuencia especial entre el emisor y el receptor inhabilitando momentáneamente el funcionamiento del coche.
- Luces que indican la dirección del movimiento del coche.
- Comunicación vía RF utilizando transmisores y receptores a 433 MHz con sus respectivos Encoder y Decoder.

## DESARROLLO

### Transmisor

#### Transmisor RF

El transmisor de RF utilizado es el FS1000A que se caracteriza por un modo de transmisión **simplex**, es decir, un solo canal en una sola dirección, además de su bajo costo y fácil uso. Se optó por este módulo debido a que la aplicación requería una tasa de transferencia de datos muy baja y su uso era ideal para el proyecto.

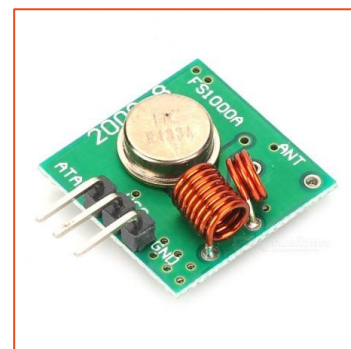


Ilustración 1 Transmisor RF

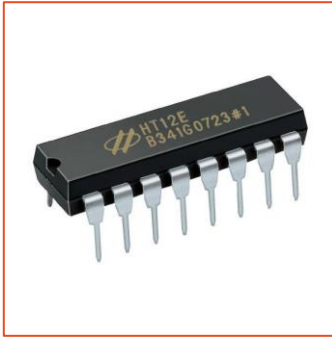


Ilustración 2 Encoder

El módulo funciona a una frecuencia de 433 MHz ya que es una banda libre de uso para aplicaciones diversas. Trabaja con una modulación ASK con un voltaje de alimentación de 3 a 12 v.

Este módulo se acompaña del circuito integrado HT12E el cuál se encarga de convertir la carga serial en una carga paralela codificando la comunicación en una trama de bits. Capaz de transmitir en 8 canales, requiere una mínima cantidad de componentes externos necesarios para su funcionamiento.

Para la comprobación del funcionamiento y comunicación de los módulos RF se experimentó con circuitos de prueba, corroborando así su funcionamiento y buen estado.

Debido a que la principal limitación de este sistema de comunicación es la cantidad de información transmitida es muy reducida (4 bits) se codificaron las seis instrucciones de la siguiente manera teniendo 4 bits disponibles y 8 directivas:

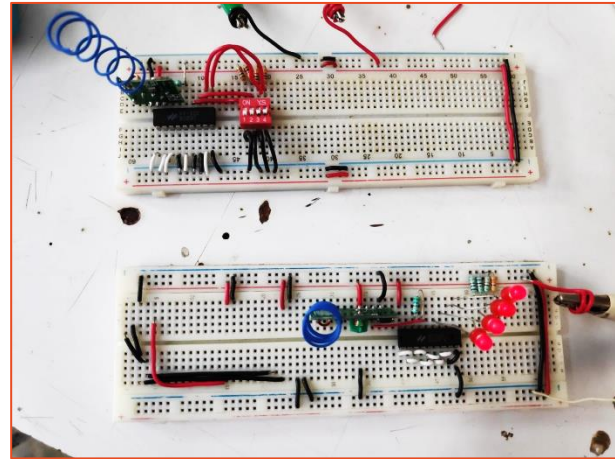


Ilustración 3 Placas de prueba del sistema de comunicación

Numero en binario	Comando
0000	No moverse
1000	Avanzar
0001	Retroceder
1100	Avanza vuelta a la izquierda
1010	Avanza vuelta a la derecha
0101	Retrocede vuelta a la izquierda
0011	Retrocede vuelta a la derecha
1111	Secuencia de Interrupción

La tabla anterior cobra sentido si tenemos en cuenta el sistema de decodificación de instrucciones del cual hablaremos en el receptor.

### Control Digital

El control digital se realizó con 6 push buttons, cada uno programado con un comando diferente. La distribución de los push buttons siguió la lógica de las instrucciones que llevaban a cabo. Los push buttons fueron conectados en configuración pull-up estando normalmente en estado BAJO y cambiando a estado ALTO cuando estos eran presionados.

Estos botones fueron colocados en los primeros seis pines del puerto D de la siguiente manera:

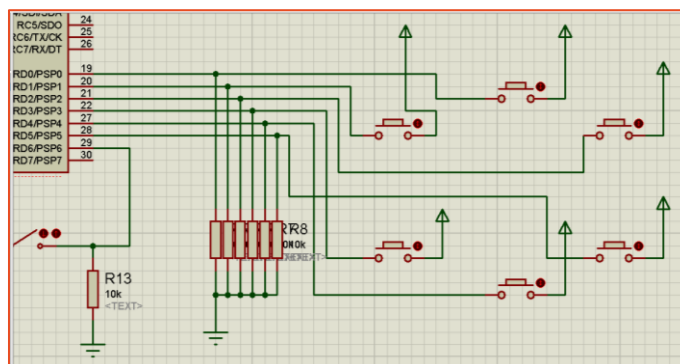


Ilustración 4 Distribución de los push buttons en Proteus

## Control Análogo

Para el control analógico se llevó a cabo una codificación de la palanca joystick con la cual se estuvo trabajando.

El joystick se conectó a los primero dos pines del puerto A en donde se encuentran los convertidores analógico-digitales. Teniendo en cuenta que la codificación se realizaba en 8 bits de manera lineal, reducimos todos los posibles valores en tres rangos movimiento: Negativo, Positivo y Espera. Encontrándose en el estado “negativo” del eje y del joystick mientras el valor convertido por el puerto A se encontrase entre 0 y 84. De 85 a 168 en estado de “espera”. Y de 168 en adelante en estado “positivo”. Esto para cada uno de los ejes.



Ilustración 5 Esquema sensibilidad de joystick

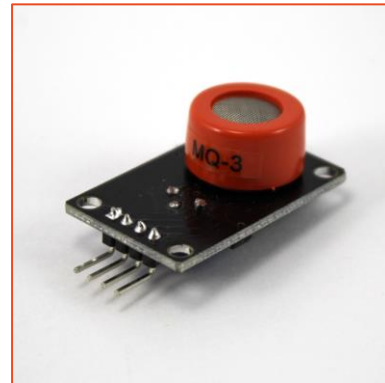
Dependiendo del estado de cada eje era la codificación que se enviaba a través del transmisor. Sin embargo, llegamos a enviar secuencias que no tenían ninguna codificación y no hubo problema alguno. Ej.:

Numero en binario	Comando
0000	No moverse
0100	No moverse
0010	No moverse
1000	Avanzar
0001	Retroceder
1100	Avanza vuelta a la izquierda
1010	Avanza vuelta a la derecha
0101	Retrocede vuelta a la izquierda
0011	Retrocede vuelta a la derecha
1111	Secuencia de Interrupción

### Funciones extra

La interrupción propuesta cobra sentido si vemos el sensor como un alcoholímetro, cuyo trabajo será reportarnos a quienes sobre pasen el límite establecido por un potenciómetro en el sensor MQ-3.

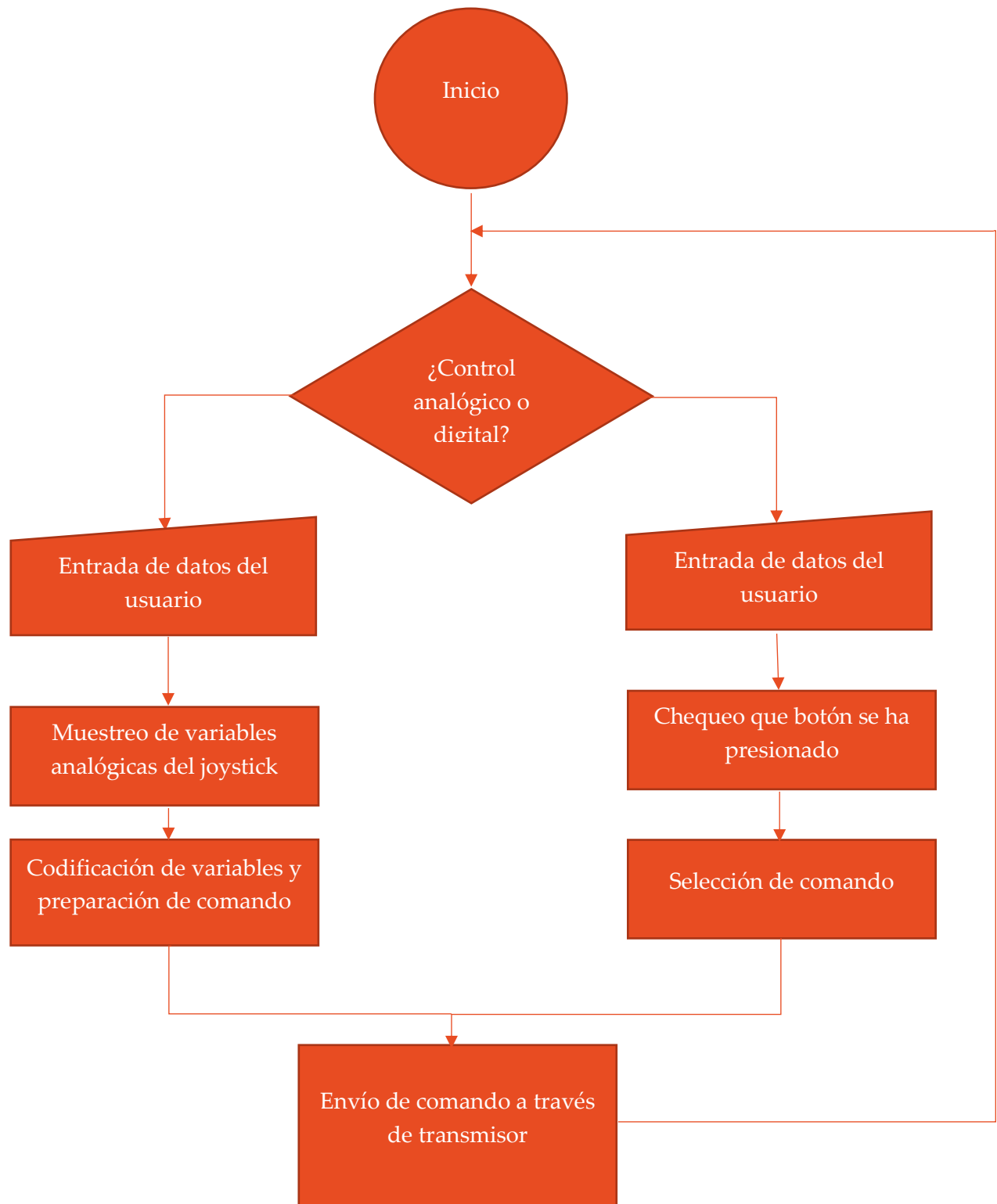
La interrupción sigue una lógica negativa, es decir, se encuentra todo el tiempo en 1 y cuando se perturba el sistema cambia a 0. El sensor se encuentra siempre en ALTO, cuando alguien respira sobre el sensor de alcohol y sobre pasa el límite, se manda una señal en BAJO que activa la interrupción.



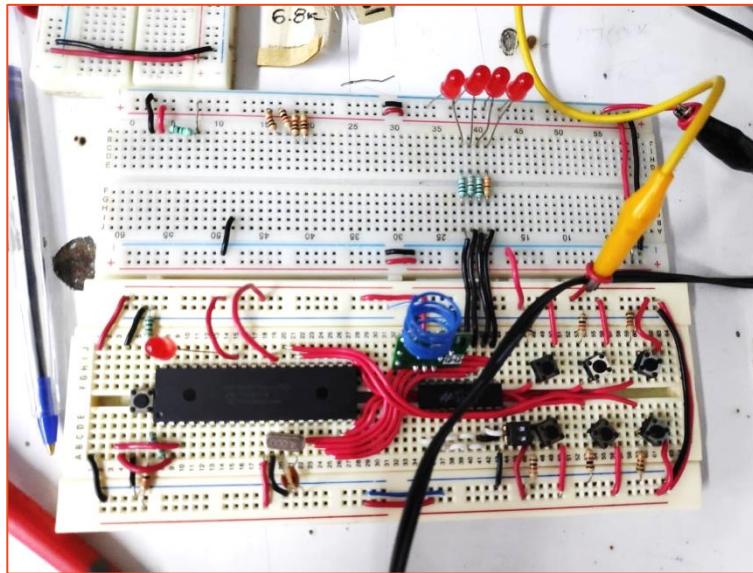
*Ilustración 6 Sensor MQ3 para alcohol*

La interrupción manda una secuencia especial a través del transmisor que activa un lazo especial en el receptor que muestra un mensaje en el LCD, activa todas las luces LED y no deja al usuario manejar el coche durante 3 segundos mientras reproduce una melodía.

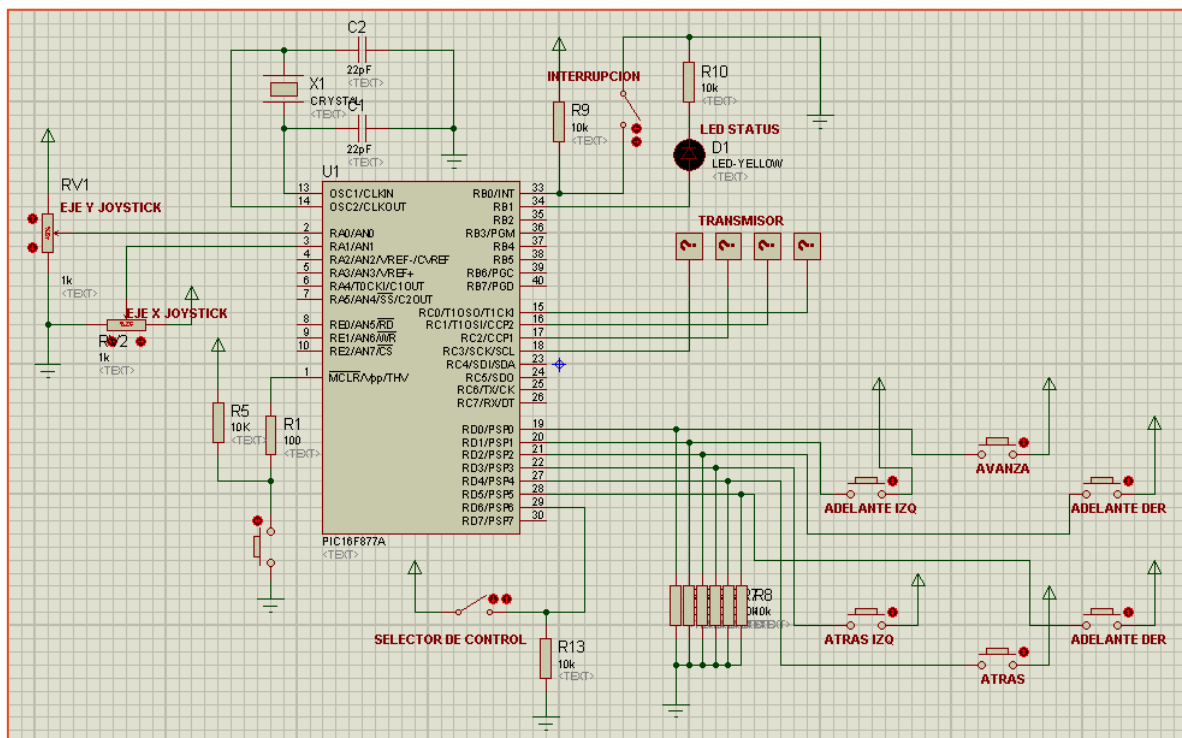
## Diagrama de flujo



## Imágenes



*Ilustración 7 Placa prototipo de control RF*



*Ilustración 8 Circuito prototipo de control RF en Proteus*



## Receptor

### Receptor RF

El módulo receptor de RF se utilizó fue el XY-MK-5V, este módulo tiene las mismas características que su contraparte receptora, bajo costo, facilidad de uso, comunicación en modo simplex en un solo canal, selección de frecuencia de muestreo, pocos componentes externos para su funcionamiento, etc.

Su alimentación es a 5v máximo y tiene la posibilidad de agregar una antena para mejorar la recepción. Esta antena tiene que medir 17.5 cm de longitud para que trabaje en la frecuencia del sistema de comunicación.

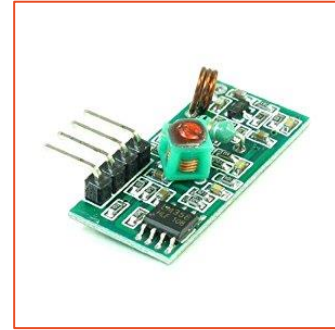


Ilustración 9 Receptor RF

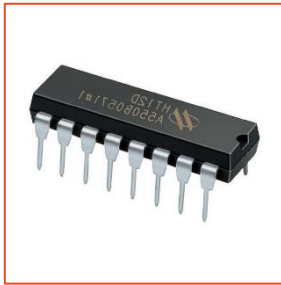


Ilustración 10 Decoder

Este módulo también viene acompañado de un circuito integrado HT12D, que funciona como *decoder* o decodificador. El cual nos permite recibir información de forma serial y obtener una lectura en carga paralela de hasta 4 bits. Se alimenta con 5v y tiene la capacidad de seleccionar entre ocho canales de comunicación.

### Control de Motores

El control de los motores se realizó a través de un módulo de Puente H, capaz de soportar hasta 2 A y con capacidad de alimentar a los motores con fuentes de 5 v hasta 12 v.

Los motores que se usaron son motorreductores 1:48, lo que nos da más torque para jalar el peso del coche con todos sus componentes, además de que son alimentados a 6 v, ya que entre más voltaje exista en la alimentación del puente H, más velocidad tendrá el coche, sin embargo, el control de RF no tiene mucho alcance por lo que puede salirse del rango y perder el control sobre él muy fácilmente.

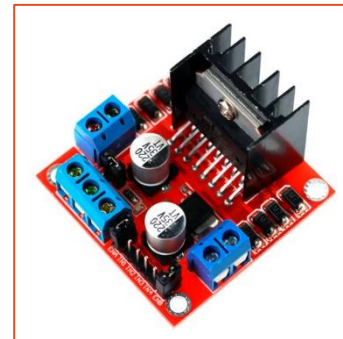
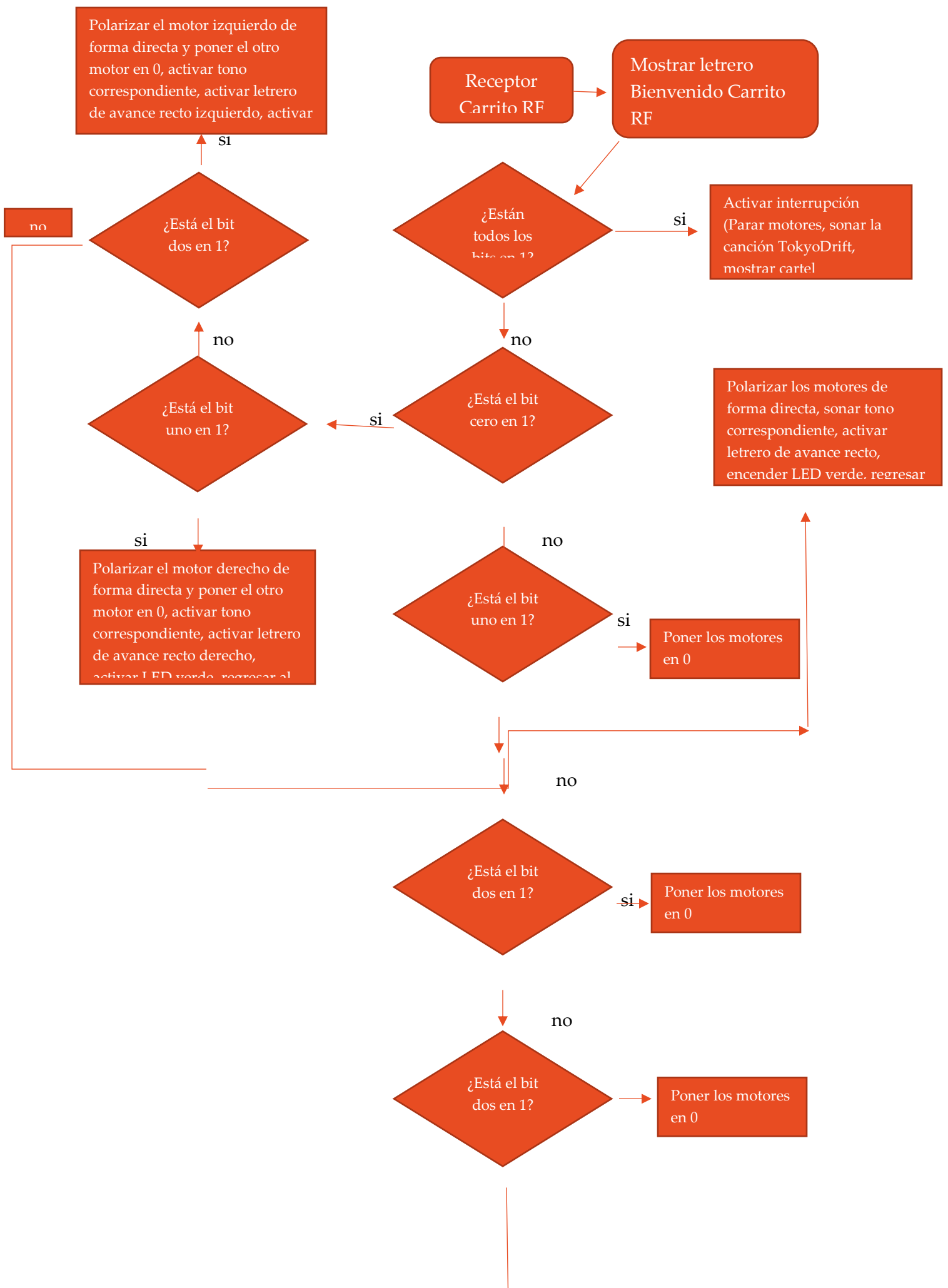


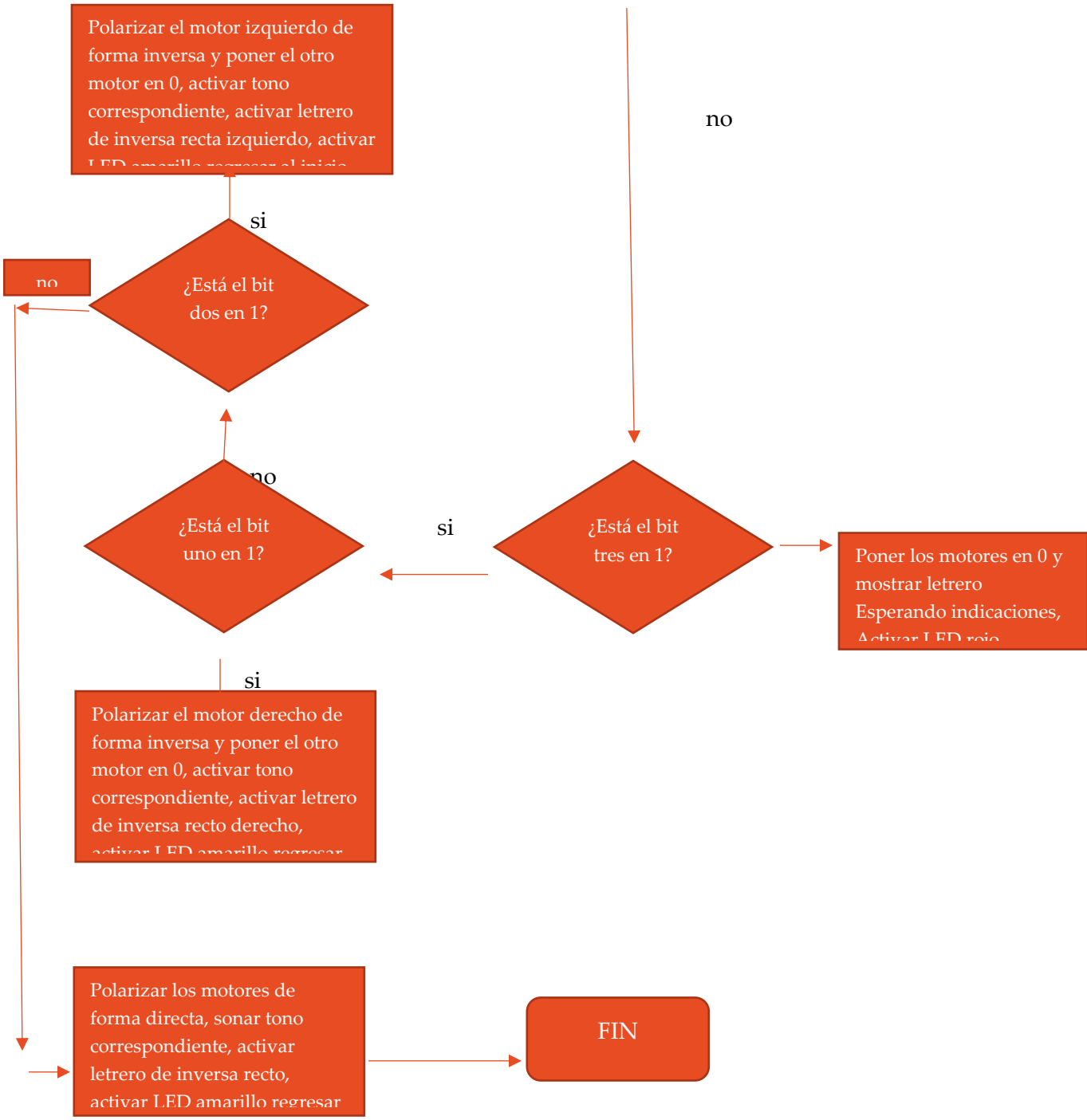
Ilustración 11 Modulo Puente H Driver para motores

### Tonos

La integración de los tonos representó un gran reto debido a la duración y percepción de estos. Cada tono consta de una o dos notas, con duración muy corta, sin embargo, representó un retardo en la ejecución de los comandos muy grande y fue el punto a atacar en cuando a los retrasos en la comunicación.

En secuencias de inicio, se utilizó el retardo que representaba la ejecución de los tonos como un tiempo de espera para poder leer lo que se escribía en el display, aprovechando así los tiempos que se manejaban. En el circuito se utilizó un buzzer para reproducir las notas.





## Imágenes

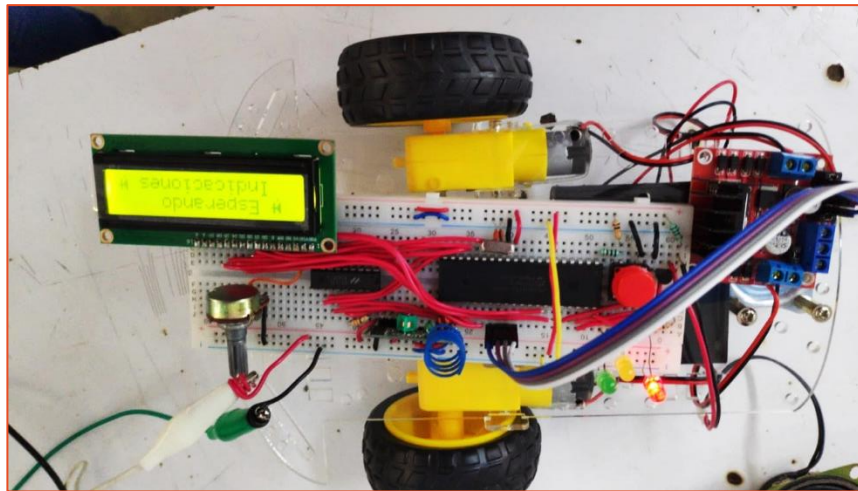


Ilustración 12 Prototipo Coche RF

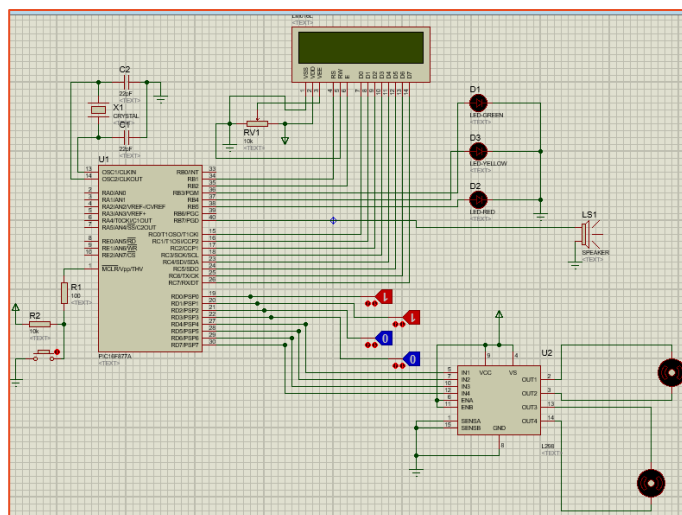


Ilustración 13 Diagrama del circuito del Coche RF en Proteus

## RESULTADO FINAL

El prototipo del proyecto final obedece todas y cada uno de los comandos enviados por el control a través de RF con un alcance máximo de 2 m. Esto puede deberse a diversos factores como interferencias electromagnéticas, contaminación del espectro RF, módulos de comunicaciones pobres en prestaciones, entre muchos otros factores, sin embargo, la comunicación se logra con eficiencia dentro del rango antes mencionado probando que la programación es correcta y no tiene más inconvenientes.

El coche responde a los comandos con un leve retardo debido a todas las rutinas que debe ejecutar, sin embargo, se trabajó minuciosamente en este detalle disminuyendo estos tiempos al mínimo.

La interrupción asociada al sensor de alcohol funciona justo como debe; este apartado fue trabajado con especial medida debido a que las interrupciones pueden causar el funcionamiento erróneo del programa después de ejecutarse, sin embargo, el prototipo funciona perfectamente.

Se anexa video dentro de la carpeta de evidencias.

## CONCLUSIONES

Los módulos de comunicaciones de RF fueron uno de los retos más grandes, debido a lo débiles y poco fiables que resultaron ser, y a pesar de esto, logramos que funcionara como es debido. Por otro lado, las fuentes de alimentación también resultaron un gran obstáculo, debido a que el coche necesitaba dos fuentes diferentes, una para los motores y otra para el PIC, sin embargo, la solución fue tener más slots de pilas AA que alimentaran independientemente cada circuito.

La organización modular de los dos códigos fue clave para el trabajo en equipo, entender y complementar los aportes de cada uno facilitó el trabajo y disminuyó el tiempo de desarrollo.