

# Seguidor de línea

## Abstract

Un seguidor de línea es un robot que sigue un camino o línea trazada en el suelo, como un recorrido en blanco y negro. Este documento sirve como guía para comprender el funcionamiento del mismo, sus componentes y que sirva como una guía de construcción.

## I. COMPONENTES

Un seguidor de línea consta de 4 componentes fundamentales.

- Placa de desarrollo.
- Sensor seguidor de línea.
- Motores paso a paso
- Amplificador de corriente para los motores.

A continuación se detalla cada uno de los componentes:

### A. Placa de desarrollo

Una placa de desarrollo es un sistema programable que actúa como un intermediario entre código y órdenes controladas. Este es el componente central de este proyecto ya es el que interactúa con el resto de componentes.

Una de las propuestas para este proyecto es el Arduino Nano el cual se detalla a continuación:

#### 1) Microcontrolador:

Es el cerebro del Arduino Nano y está compuesto por los siguientes componentes:

- **ALU (Unidad Aritmético-Lógica):** Realiza operaciones matemáticas y lógicas.
- **Memoria Flash (32 KB):** Guarda el programa que cargas desde la PC.
- **SRAM (2 KB):** Memoria de trabajo para variables temporales.
- **EEPROM (1 KB):** Memoria no volátil para guardar datos permanentes.
- **Temporizadores (Timers):** Controlan eventos en tiempo real, PWM, etc.
- **Convertidor ADC (10 bits):** Transforma señales analógicas en digitales.

#### 2) Pines de Entrada/Salida (I/O):

El Arduino Nano tiene:

- **14 pines digitales(D0-D13):** Se usan para leer botones, controlar LEDs, motores, etc.
- **8 pines analógicos(A0-A7):** Se usan para leer sensores de voltaje variable.

- **6 salidas PWM:** Permiten simular señales analógicas con pulsos digitales.

#### 3) Regulador de Voltaje (AMS1117):

Convierte 5V o 12V en los 3.3V o 5V que usa el microcontrolador.

#### 4) Convertidor USB-Serial (CH340 o FT232):

Permite que la computadora se comunique con el Arduino a través del puerto USB.

#### 5) Oscilador de Cuarzo (16 MHz):

Define la velocidad del reloj interno, marcando el ritmo en el que el Arduino ejecuta las instrucciones.

#### 6) LEDs de Estado

Incluyen:

- **LED rojo de encendido (ON):** Indica que la placa está recibiendo energía.
- **LED de actividad (L en D13):** Se usa para pruebas o debug.
- **LEDs TX/RX:** Muestran cuando hay transmisión de datos por USB.

#### 7) Botón de Reset

Reinicia el microcontrolador sin desconectar la energía.

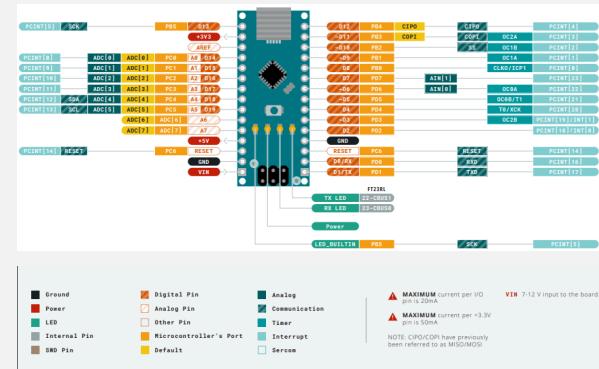


Fig. 1: Pines del Arduino Nano

### B. sensor de línea

Un sensor de línea es un dispositivo que ayuda a un robot a detectar una línea trazada en el suelo. Generalmente, se utiliza en robots que deben seguir un camino, como un recorrido en blanco y negro.

El sensor funciona de la siguiente manera:

- 1) **Emite luz infrarroja:** El sensor envía luz infrarroja hacia el suelo.
- 2) **Detecta el reflejo:** Cuando la luz infrarroja toca la superficie, se refleja de vuelta al sensor. Si la superficie es blanca (o clara), la luz se refleja más. Si es negra (o oscura), la luz se absorbe y refleja menos.

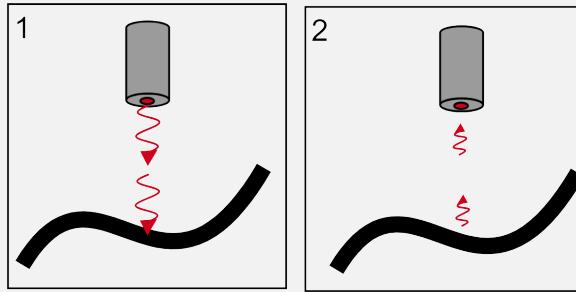


Fig. 2: Ilustración del principio de funcionamiento de un sensor de línea

En este montaje se utilizará un AD75525, el cual consta de tres pines, uno de alimentación, otro tierra (GND) y uno ultimo de salida (datos).



Fig. 3: Sensor de línea AD75525

*C. Motores Paso a Paso de cuatro fases y cinco hilos*  
Un motor es un dispositivo que convierte energía eléctrica en energía mecánica. Hay diversidad de tipos de motores, pero en este proyecto se utilizará un motor paso a paso.

El esquemático típico de un motor paso a paso de cuatro fases y cinco hilos se muestra a continuación. (De hecho corresponde al del 28BYJ-48, el que se utilizará en este prototipo)

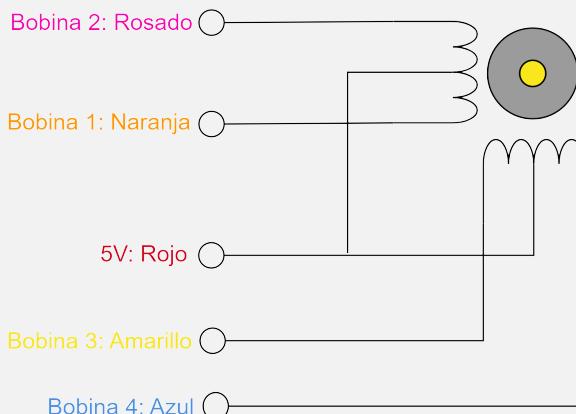


Fig. 4: Configuración típica de un motor paso a paso

El funcionamiento del motor es literalmente por “pasos”. Para comprender su funcionamiento considere la figura 4, así como las tablas I y II.

Las bobinas se colocan en forma de cruz y estas van encendiendo en orden, como se muestra en la siguiente tabla. (considere que 1 es encendido y 0 apagado).

TABLE I: Movimientos del rotor en pasos de 90°

Paso	A	B	A'	B'
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1

Se puede aumentar la cantidad de pasos con el fin de tener más precisión sobre el motor al activar dos bobinas simultáneamente, por supuesto, esto implica un gasto energético más alto.

TABLE II: Movimientos del rotor en pasos de 45°

Paso	A	B	A'	B'
1	1	0	0	0
2	1	1	0	0
3	0	1	0	0
4	0	1	1	0
5	0	0	1	0
6	0	0	1	1
7	0	0	0	1
8	1	0	0	1

Conforme se aumenten los pasos, más suave es el movimiento del motor. Para comprender el funcionamiento este video puede ser de ayuda.

#### D. Amplificador de corriente

Para replicar el movimiento de las tablas I y II es necesario un controlador. Las placas de desarrollo (como Arduino Nano) no suelen ser capaces de entregar la corriente necesaria para generar campos magnéticos que tengan la fuerza suficiente para mover el rotor de los motores de pasos.

Por esta razón, se suelen emplear amplificadores como los arreglos de transistores Darlington. Particularmente, el laboratorio cuenta con los arreglos multidarlington ULN2003.

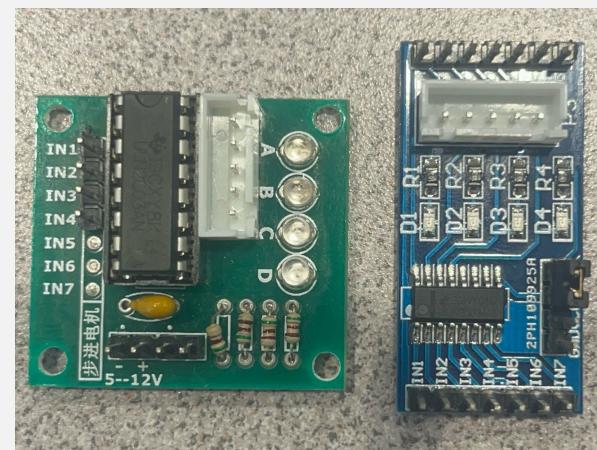


Fig. 5: Arreglos de transistores Darlington disponibles en el laboratorio

En la siguiente figura se observa el esquemático del circuito integrado con las configuraciones darlington donde se amplifica la corriente.

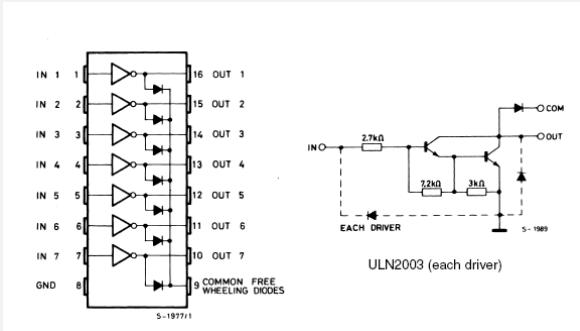


Fig. 6: Esquema del ULN2003

## II. DIAGRAMA DE CONEXIONES

Los componentes se deben conectar acorde a la figura mostrada debajo.

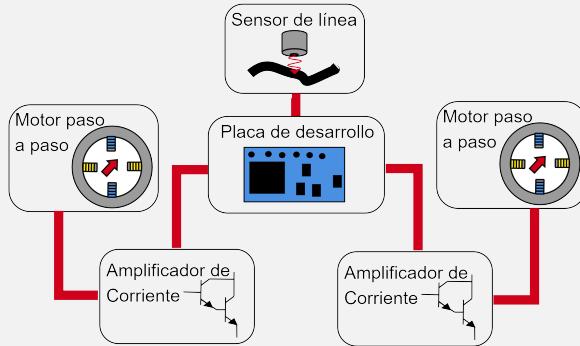


Fig. 7: Diagrama de conexiones entre los componentes del seguidor de línea

No hay único resultado final, algunas mejoras pueden surgir durante el proceso. Se muestran algunos ejemplos de seguidores de línea finalizados.



Fig. 8: Seguidor de línea finalizado

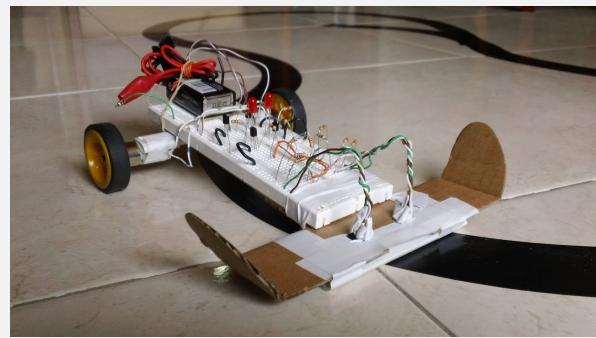


Fig. 9: Seguidor de línea finalizado

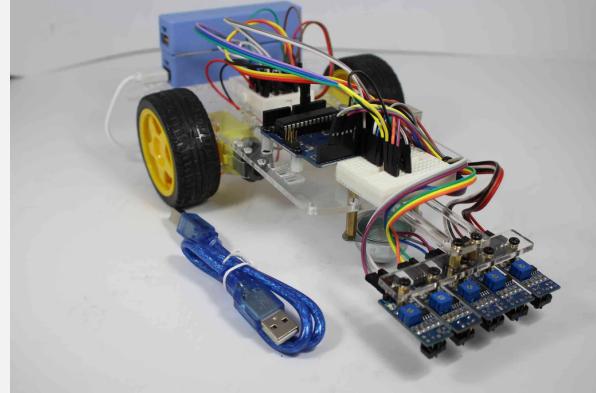


Fig. 10: Seguidor de línea finalizado

## III. LISTA DE TAREAS

### A. Primer bloque de tareas:

- Probar los motores paso a paso.
- Entender la conexión entre amplificadores de corriente y los motores paso a paso.
- Entender la conexión entre la placa de desarrollo y los amplificadores de corriente.
- Entender la conexión entre la placa de desarrollo y el sensor de línea.
- Proponer un prototipo para montar los componentes.

### B. Segundo bloque de tareas:

- Implementar un código para mover los motores paso a paso con la placa de desarrollo.
- Implementar un código para medir la luz reflejada por el sensor de línea.
- Imprimir un modelo en 3D para colocar los componentes

### C. Tercer bloque de tareas:

- Montar los componentes en una sola pieza.
- Implementar un sistema de control para manipular los motores paso a paso en función de la luz reflejada.
- Construir trayectorias para el carrito.