

Proyecto: Brazo Robótico VEX con Control PID y Sistema de Tracción Omni

📖 Descripción General

Este proyecto presenta el desarrollo de un **brazo robótico móvil construido con el kit VEX EDR**, equipado con **ruedas omnidireccionales, transmisión por cadena, y control de brazo articulado con motorreductores VEX**.

El sistema se controla mediante **VEXcode V5 (C++ o Python)** e integra un **algoritmo PID básico** para el control de posición del brazo, junto con un modo de conducción manual (teleoperado).

El objetivo principal es **demostrar los fundamentos de la robótica aplicada**: control de movimiento, retroalimentación con sensores, y diseño mecánico con limitaciones reales de peso, fricción y precisión.

⚙️ Características Técnicas

Componente	Descripción
Plataforma	VEX EDR metálica de aluminio con estructura modular
Tracción	4 ruedas omni (mecanum-like) con doble eje motorizado
Transmisión	Cadenas metálicas y engranajes de acero reforzado
Motores principales	6 motores VEX 2-wire / 3-wire (con opción V5 Smart)
Actuadores	Brazo articulado + garra operada por servomotor
Controlador	VEX V5 Brain con mando inalámbrico
Lenguaje de programación	C++ y Python (VEXcode V5)
Control de brazo	Algoritmo PID proporcional-derivativo simple
Modos de operación	Teleoperado y autónomo básico

🧠 Objetivos del Proyecto


- Implementar un sistema robótico educativo con capacidades de **manipulación y movilidad coordinada**.
- Desarrollar un control de posición del brazo con **retroalimentación PID**.

3. Promover el **aprendizaje práctico** en áreas de mecánica, electrónica y programación aplicada.
  4. Ofrecer una base modular para futuras implementaciones autónomas (navegación, visión, sensores).
- 

## Estructura Mecánica

**Vista superior**      **Vista lateral**

### **Detalle del brazo robótico Ensamble general**

 *Las imágenes muestran el montaje estructural con cadenas, engranajes y motores en configuración paralela, además de la garra robótica en el extremo frontal del brazo.*

---

## Código Fuente

El código está implementado en **VEXcode V5 (C++)**, con una versión equivalente en **Python**, disponible en el repositorio:

### Archivos principales

- main.cpp → Código principal con control PID y teleoperado
- main.py → Versión alternativa en Python
- README.md → Este documento
- /docs/ → Diagramas, planos y calibración
- /images/ → Fotografías y esquema de montaje

### **Características del software:**

- Control arcade para chasis (joystick izquierdo + derecho).
- Control PID de brazo con límites superior e inferior.
- Control de garra con toggle automático (abrir/cerrar).
- Presets de posición del brazo (recogida, elevación).
- Bloqueo de motores en reposo (modo hold).

---

## Esquema de Puertos Recomendado

Componente	Puerto V5	Tipo	Observación
Motor Izquierdo Delantero	1	Motor	Dirección normal
Motor Izquierdo Trasero	2	Motor	Dirección normal
Motor Derecho Delantero	3	Motor	Invertido
Motor Derecho Trasero	4	Motor	Invertido
Motor del Brazo	5	Motor Reducción 36:1	Control PID
Motor de la Garra	6	Servo	Control de apertura/cierre
Sensor Límite Superior	A	Digital	Detiene movimiento hacia arriba
Sensor Límite Inferior	B	Digital	Detiene movimiento hacia abajo

---

## Control PID del Brazo

El sistema utiliza un controlador **Proporcional–Derivativo (PD)** para regular la posición del brazo según su encoder.

La ecuación general aplicada es:

$$\text{Salida} = K_p \times e + K_i \int e \, dt + K_d \frac{de}{dt}$$
$$\text{Salida} = K_p \times e + K_i \times \int e \, dt + K_d \times \frac{de}{dt}$$

**Constantes iniciales de calibración:**

$$K_p = 0.6$$

$$K_i = 0.0002$$

$$K_d = 4.0$$

Estas constantes se deben ajustar experimentalmente según el peso del brazo, el tipo de reducción y el tipo de motor.

---

## Calibración y Seguridad

1. **Calibrar encoders:** definir posición 0° (brazo abajo) y 120° (brazo alto).
  2. **Verificar topes físicos** antes de ejecutar código autónomo.
  3. **Evitar cargas excesivas** en el motor del brazo.
  4. **Ajustar PID** para evitar vibraciones o sobreoscilaciones.
  5. **Inspeccionar cadenas y engranajes** antes de cada prueba.
- 

## Extensiones Futuras

- Integración de **visión artificial (VEX Vision Sensor)** para manipulación autónoma.
  - Implementación de **trayectorias trapezoidales (Motion Profiling)**.
  - Añadir control de **velocidad adaptativo (feed-forward)** según el peso del brazo.
  - Comunicación por **bluetooth o WiFi** para control remoto avanzado.
- 

## Créditos y Licencia

**Autor:** *Proyecto de Robótica Educativa - VEX EDR Experimental*

**Versión:** 1.0 — Noviembre 2019

**Licencia:** MIT License

**Desarrollado por:** Comunidad de estudiantes de robótica aplicada

Este proyecto es de uso **educativo y demostrativo**. Está diseñado para enseñar conceptos de control, mecánica y electrónica de forma segura y responsable.

## Código

```
#pragma config(Motor, port1, motorFrontLeft, tmotorNormal, openLoop)
#pragma config(Motor, port2, motorBackLeft, tmotorNormal, openLoop)
#pragma config(Motor, port3, motorFrontRight, tmotorNormal, openLoop,
reversed)
#pragma config(Motor, port4, motorBackRight, tmotorNormal, openLoop, reversed)
```

```

#pragma config(Motor, port5, motorArm,    tmotorNormal, openLoop)
#pragma config(Motor, port6, motorClaw,   tmotorNormal, openLoop)
#pragma config(Motor, port7, motorArm2,   tmotorNormal, openLoop)
#pragma config(Motor, port8, motorClaw2,   tmotorNormal, openLoop)
#pragma config(Motor, port9, motorArmLift, tmotorNormal, openLoop)
#pragma config(Motor, port10, motorArmLift2, tmotorNormal, openLoop)
/*!!Code automatically generated by 'ROBOTC' configuration wizard    !!*/

```

```

/* =====

```

**PROYECTO: BRAZO ROBÓTICO VEX EDR (CORTEX)**

**AUTOR: Proyecto de Robótica – VEX EDR Experimental**

**VERSIÓN: 1.0 (Noviembre 2025)**

```

=====

```

**FUNCIONALIDADES:**

- Movimiento base: Joysticks (canales 3 y 2)
- Brazo: botones 6U (sube) y 6D (baja)
- Garra: botones 5U (abre) y 5D (cierra)

```

===== */

```

```

task main()

```

```

{

```

```

    // Variables para control de velocidad

```

```

    int driveLeft, driveRight;

```

```

    while(true)

```

```

    {

```

```

        // -----

```

```

        // CONTROL DE MOVIMIENTO BASE

```

```
// -----  
driveLeft = vexRT[Ch3]; // Joystick izquierdo  
driveRight = vexRT[Ch2]; // Joystick derecho
```

```
motor[motorFrontLeft] = driveLeft;  
motor[motorBackLeft] = driveLeft;  
motor[motorFrontRight] = driveRight;  
motor[motorBackRight] = driveRight;
```

```
// -----
```

```
// CONTROL DEL BRAZO
```

```
// -----
```

```
if(vexRT[Btn6U] == 1) // Subir brazo  
{  
    motor[motorArm] = 100;  
    motor[motorArm2] = 100;  
    motor[motorArmLift] = 100;  
    motor[motorArmLift2] = 100;  
}  
else if(vexRT[Btn6D] == 1) // Bajar brazo  
{  
    motor[motorArm] = -100;  
    motor[motorArm2] = -100;  
    motor[motorArmLift] = -100;  
    motor[motorArmLift2] = -100;  
}  
else  
{
```

```

    motor[motorArm]   = 0;

    motor[motorArm2]  = 0;

    motor[motorArmLift] = 0;

    motor[motorArmLift2]= 0;
}

// -----
// CONTROL DE LA GARRA
// -----

if(vexRT[Btn5U] == 1) // Abrir garra
{
    motor[motorClaw] = 80;

    motor[motorClaw2] = 80;
}

else if(vexRT[Btn5D] == 1) // Cerrar garra
{
    motor[motorClaw] = -80;

    motor[motorClaw2] = -80;
}

else
{
    motor[motorClaw] = 0;

    motor[motorClaw2] = 0;
}

// Pequeño retardo para estabilidad
wait1Msec(20);
}}
```