



Integración de un sistema háptico de realimentación en dispositivos portátiles de control remoto

Unax Arregi, Nicolás Medrano, Belén Calvo

Grupo de Electrónica de Potencia y Microelectrónica (GEPM), Instituto de Investigación de Ingeniería de Aragón (I3A) Universidad de Zaragoza, España

Introducción

Datagloves: Periféricos para Interfaces Humano-Máquina

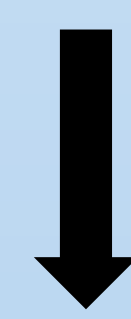
Piezorresistivos + Arduino Nano RP2040

Bucle de Control:

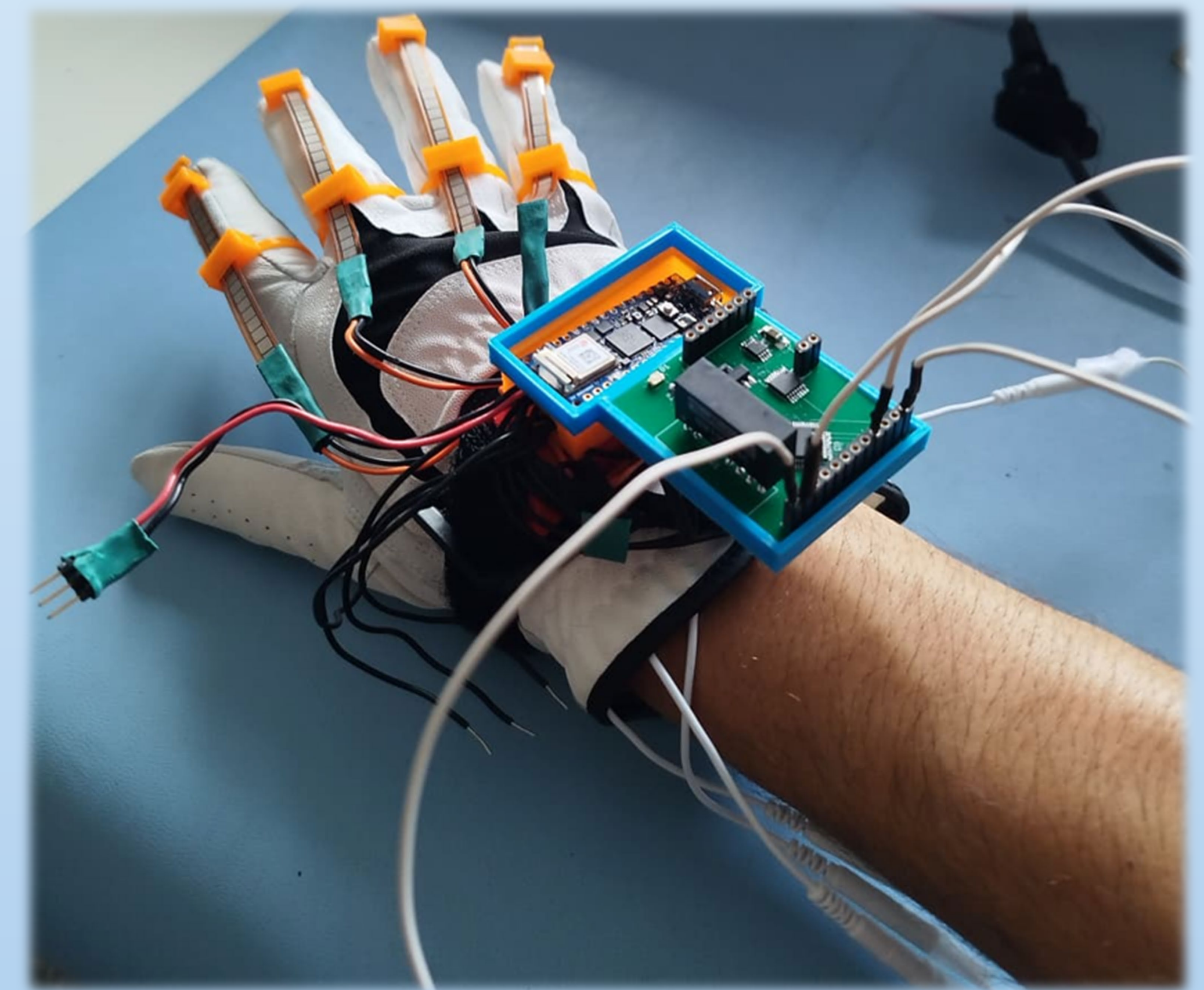
1. Lectura: IMU + flexión
2. Procesamiento por Arduino
3. El dron ejecuta la maniobra via WiFi
4. Estimulación en corriente →
Usuario **siente** el comando transmitido

Procesamiento:

- Estimación de la orientación de la mano
- Flexión de los dedos



Órdenes de vuelo

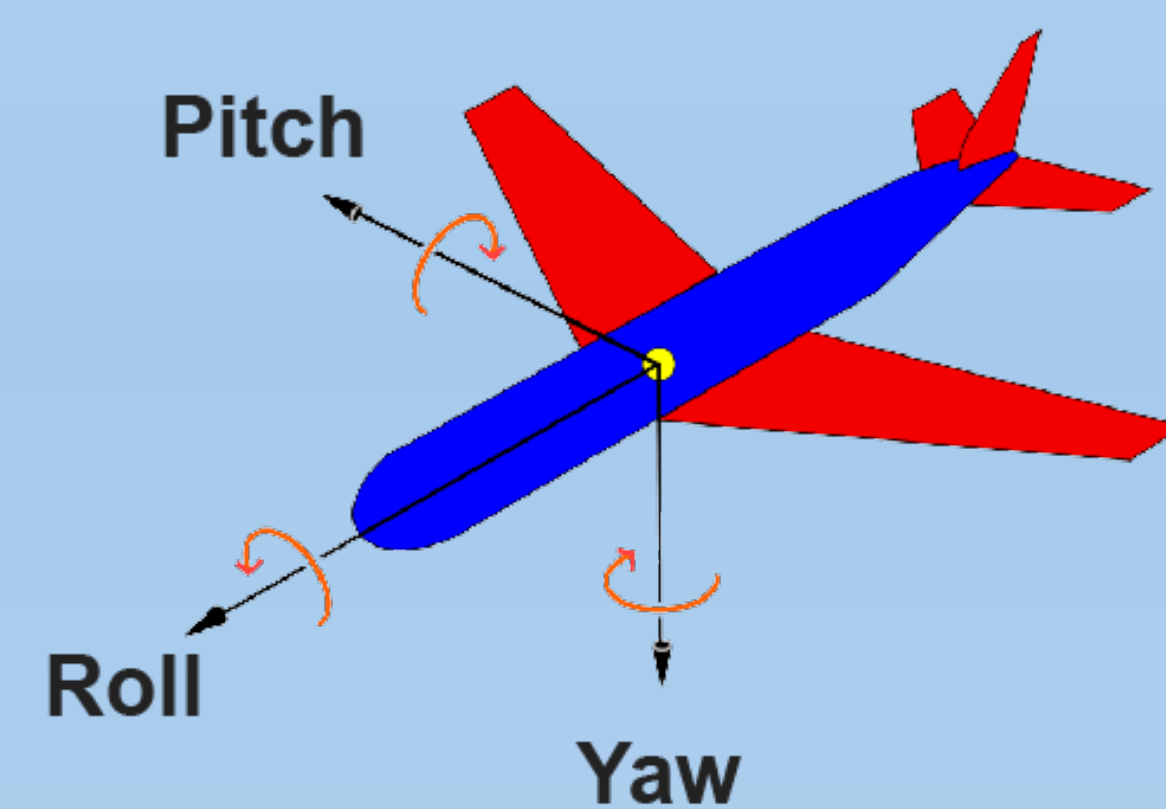


Estimación de la Orientación

IMU: Acelerómetro + giroscopio

Filtro de Mahony: Fusión de los 6 ejes

- Cuaternión $q = [q_0 \ q_1 \ q_2 \ q_3]$
- $Error = a_{medido} \times g_{estimado}$
- Controlador PI corrige el drift
- Integración de $q \rightarrow yaw, pitch, roll$
- Calculo nueva $g_{estimado}$



Estimulación Electrotáctil

Corrientes de hasta 4.5 mA

Una tierra por agrupación nerviosa (ulnar o mediano)

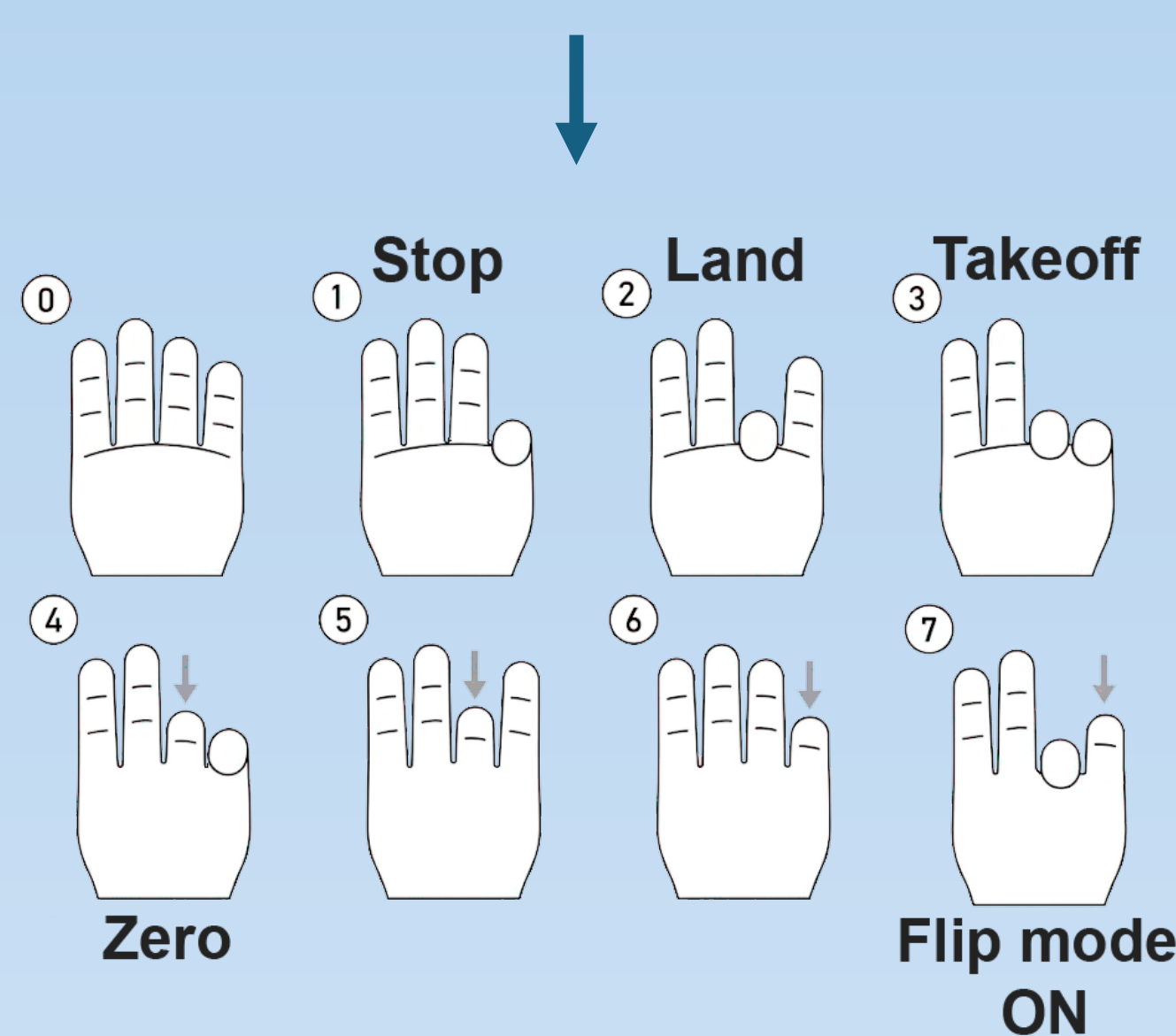
Señales:

- **Tren** de pulsos 100 Hz, 400 μs
- **Pulsos** en individuales de 50 ms



Reconocimiento de Gestos

Clasificador: Fully Connected Neural Network. Entrenada con solo 2/4 dedos



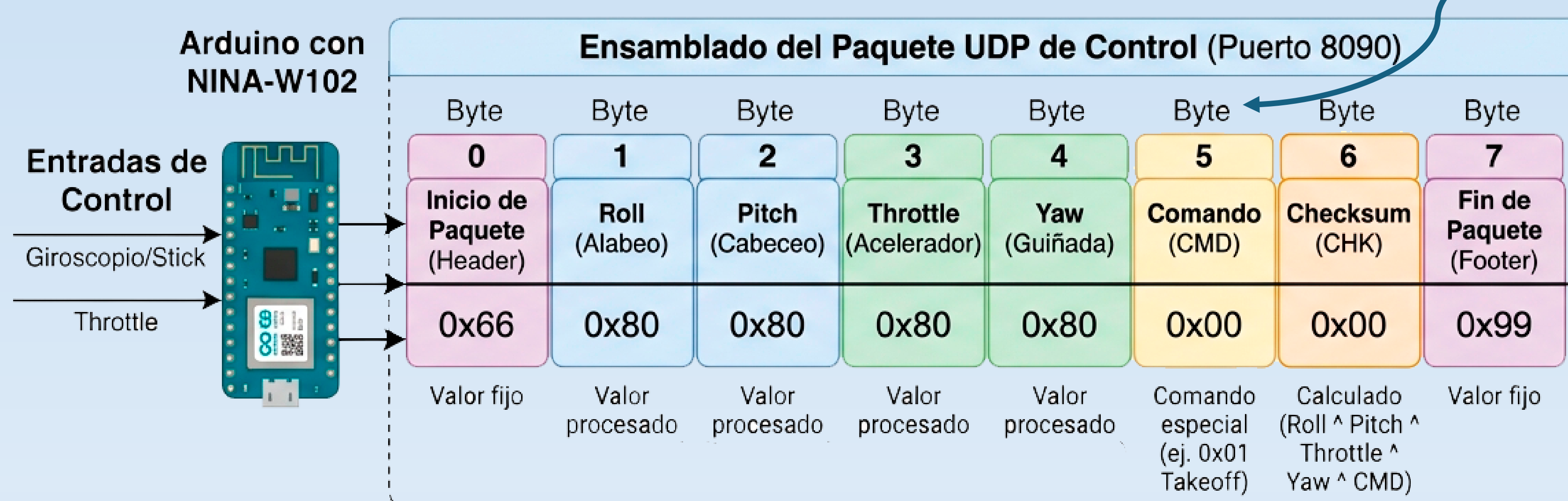
Mapa de Realimentación Electrotáctil

Para conocer estado de vuelo → estímulo háptico único para cada orden

Cada zona tiene **umbrales** y **rangos** de corriente personalizados

Acción	Zona Estimulada	Tipo de Señal
Yaw +/-	Índice	Tren
Pitch +/-	Corazón	Tren
Roll +/-	Anular	Tren
Throttle +/-	Palma	Tren
Takeoff	Índice	Tren
Landing	Corazón	1 pulso
Zero	Anular	1 pulso
Stop	Palma	1 pulso
Flip Mode ON	Palma	3 pulsos

Comunicación con el dron



Ejemplos de Comandos (CMD)

0x01:	Despegue (TAKEOFF)
0x02:	Aterrizaje (LAND)
0x04:	Parada (STOP)
0x08:	Calibrar (CALIBRATE)
0x10:	Headless Pulse

Rangos de Valores de Stick (roll/pitch/throttle/yaw):
0x28 (STICK_MIN) - 0xDC (STICK_MAX)



Contact: 951247@unizar.es