

Datos generales

VitalBot (Ivanna Faisal, Aura Garrido, Dara López, Oscar Pérez, Pedro Pérez), ingeniería biomédica, quinto semestre, Proyectos V, Patricia Contreras Pool.

Idea del proyecto:

Desarrollar un modelo de Chatbot inteligente de asistencia médica utilizando TinyML para agilizar la atención de pacientes mediante la automatización de elaboración de historiales clínicos, la medición de signos vitales básicos, así como la identificación facial.

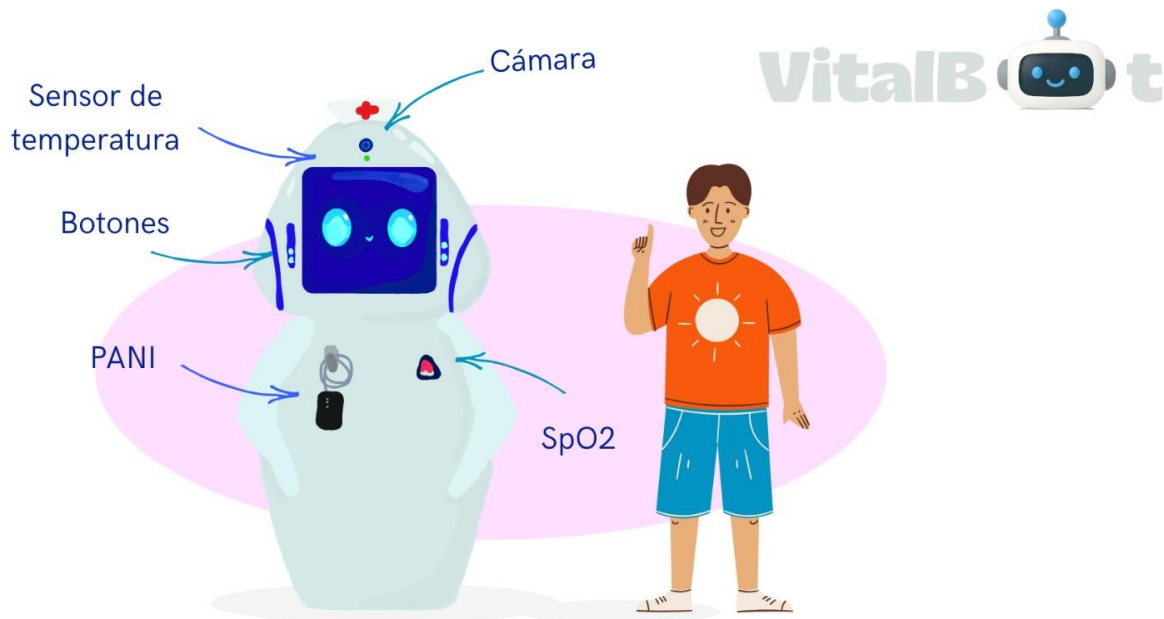
Objetivo:

General: Desarrollar un prototipo de chatbot de asistencia médica basado en TinyML que automatice el proceso de triaje hospitalario mediante la recolección de historiales clínicos básicos, la medición de signos vitales y la identificación de pacientes por reconocimiento facial, con el fin de optimizar los tiempos de atención, reducir la exposición a contagios y garantizar la seguridad en la gestión de datos sensibles.

Específicos:

1. Analizar los requerimientos de interacción entre pacientes y sistemas automatizados en entornos hospitalarios.
2. Investigar las técnicas de TinyML aplicables al reconocimiento facial, medición de signos vitales básicos y el procesamiento de voz en dispositivos embebidos.
3. Diseñar un sistema de reconocimiento facial que permita la identificación confiable de pacientes y captura de síntomas
4. Desarrollar el prototipo físico interactivo del Chatbot.
5. Validar el desempeño del prototipo en escenarios de prueba con miembros del equipo, evaluando su precisión, confiabilidad y usabilidad.

Diseño del proyecto



Proceso de diseño:

Nuestro proceso comienza con la conceptualización física del chatbot, para este pensamos en un diseño que tenga como enfoque el usuario, priorizando la simplicidad de uso y la accesibilidad. Partiendo de la necesidad de monitorear signos vitales de forma rápida y no invasiva, se definió la integración de componentes clave: un sensor de temperatura para el control de fiebre, un sensor SpO2 para medir el nivel de oxígeno en sangre, una cámara para facilitar la identificación del usuario, etc. Como resultado tenemos este diseño preliminar, que mantiene una interfaz accesible e ideal para entornos comunitarios.

Memorias de cálculo realizadas

Se seleccionó un sensor infrarrojo (IR) tipo MLX90614 con un rango de medición de -70°C a $+380^{\circ}\text{C}$ y una precisión de $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ en el rango corporal (36°C - 39°C). El cálculo de distancia óptima se determinó mediante la fórmula de campo de visión (FOV):

- $$D = (d_{\text{sensor}} / 2) / \tan(\text{FOV} / 2)$$

Resultando en una distancia operativa recomendada de 2.5 cm para mediciones precisas.

Se utiliza un módulo MAX30102 con emisores de luz roja (660 nm) e infrarroja (940 nm). El cálculo del porcentaje de SpO2 se basa en la relación entre las señales AC/DC de ambas longitudes de onda:

$$\text{SpO}_2 = A * (R) + B$$

$$R = (\text{AC}_{\text{rojo}} / \text{DC}_{\text{rojo}}) / (\text{AC}_{\text{infrarrojo}} / \text{DC}_{\text{infrarrojo}})$$

$$*A = -16.5, *B = 109.3 \text{ (valores calibrados según curva empírica)}$$

El rango de medición es 70-100% con una precisión de $\pm 2\%$.

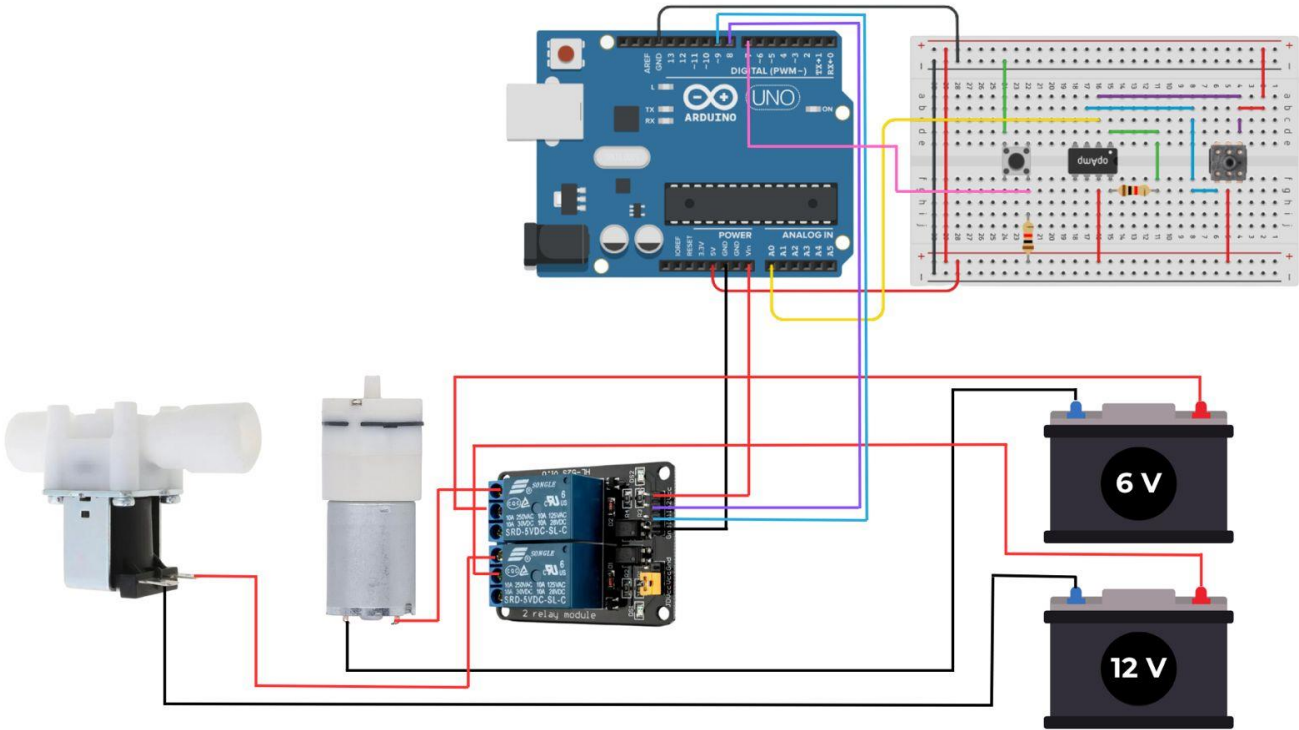
La cámara OV2640 (2 MP) genera un flujo de datos de 4 MB/min en modo comprimido JPEG. Considerando el ancho de banda mínimo requerido para transmisión en tiempo real:

$$\text{Ancho de banda} = (4 \text{ MB} * 8 \text{ bits}) / 60 \text{ s} \approx 533 \text{ kbps}$$

Dentro de la capacidad de interfaces como USB 2.0 (480 Mbps) o Wi-Fi (54 Mbps).

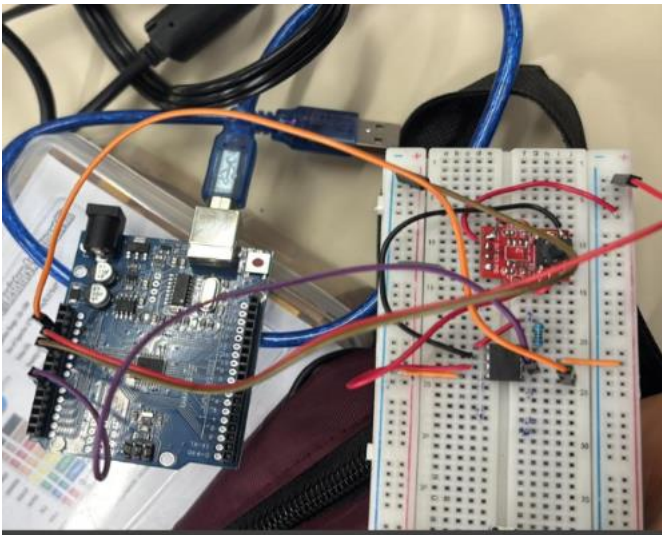
Simulación y/o adelante del proyecto

Realizar la simulación de la solución para evaluar su eficacia. Incluir los resultados de la simulación (si aplica) o mostrar los adelantos de que se tenga del proyecto comparando con el diseño conceptual.



Adelanto:





- Presión arterial no invasiva (PANI):





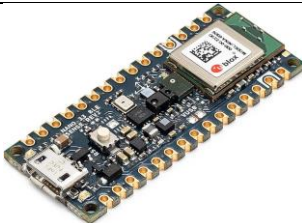



Características

Describir los componentes definitivos que se emplearán en el desarrollo del proyecto, como resultado de los resultados de simulación. Incluir los costos de fabricación del prototipo.

Componente	Imagen del componente	Características del componente	Precio
------------	-----------------------	--------------------------------	--------

Sensor infrarrojo (IR) MLX90614		<ul style="list-style-type: none"> • Sensor de temperatura sin contacto, basado en chip MLX90614, con termopila y convertidor interno de 17 bits ADC. • Rango de temperatura objeto: aproximadamente -70°C hasta $+380^{\circ}\text{C}$. Rango ambiente: -40°C a $+170^{\circ}\text{C}$. Precisión típica $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$. 	\$200 - \$300 MXN
Modulo MAX30102		<ul style="list-style-type: none"> • Sensor óptico integrado para medir frecuencia cardiaca y saturación de oxígeno (SpO_2). Basado en chip MAX30102. • Longitudes de onda LED: $\sim 660\text{ nm}$ (rojo) y $\sim 880\text{ nm}$ (infrarrojo). 	\$200 - \$300
Camara OV2640 (2 MP)		<ul style="list-style-type: none"> • Módulo de cámara con sensor de imagen OV2640 (~ 2 megapíxeles). • Interfaz DVP (Digital Video Port) o similar, lente y módulo preparados para integración en proyectos 	\$230 - \$450 MXN
Arduino 1		Microcontrolador ATmega328P, cristal 16 MHz, voltaje de operación 5 V, regulador y conector de entrada externa (7–12 V), 14 pines digitales (6 PWM), 6 entradas analógicas (A0–A5), memoria Flash 32 KB (0.5 KB usados por bootloader), SRAM 2 KB, EEPROM 1 KB, interfaz USB-B para programación y alimentación, header para pines, conector ICSP, LED de estado y conector de alimentación	\$200 MXN

Electrovalvula de 12 V		Válvula solenoide de DC 12 V, normalmente cerrada (NC), para control de flujo de líquido o aire.	\$550 – \$650 MXN
Bomba de aire de 6V		Bomba tipo mini aire/vacío, DC 6 V.	\$60 - \$150 MXN
Sensor de presión MPS20N0040D		Sensor de presión barométrica / manométrica basado en módulo MPS20N0040D (o versión “-S”) que puede medir rango 0 a 40 kPa (\approx 0 a 5.8 psi) en algunas versiones. Alimentación 3.3 V a 5 V. Resolución alta (ej. 24 bits ADC) en algunos módulos.	\$500 - \$800 MXN
Raspberry PI 4-1		Procesador Broadcom BCM2711 Quad-core Cortex-A72 de 1.5 GHz, memoria RAM de 2–8 GB LPDDR4, Wi-Fi 802.11ac, Bluetooth 5.0, Ethernet Gigabit, 2 puertos USB 3.0 y 2 USB 2.0, doble salida micro-HDMI (hasta 4K), alimentación por USB-C (5 V 3 A), almacenamiento mediante microSD, 40 pines GPIO. Ideal para proyectos de visión artificial, IoT o control avanzado	\$1,800 - \$2,200 MXN
Arduino BLE 33		Placa de desarrollo de Arduino con microcontrolador nRF52840 (ARM Cortex-M4, 64 MHz), Bluetooth Low Energy, sensores integrados (IMU, presión, humedad, temperatura, micrófono) para aplicaciones de borde/IA/IoT.	\$400 - \$500 MXN

Brazalete de presión arterial		Manguito neumático médico utilizado para medir la presión arterial. Fabricado en material resistente y lavable, con tubo de conexión de silicón compatible con bombas de aire y sensores de presión	\$700 MXN
-------------------------------	---	---	-----------