

DISEÑO DE ROBOT ASISTENCIAL CON MESA ELECTRÓNICA PARA EL MONITOREO DE SIGNOS Y SÍNTOMAS EN PERSONAS ADULTAS PARA PREVENCIÓN ANTE EL COVID-19



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
ESCUELA INGENIERIA MECATRONICA
PROYECTO FINAL DEL CURSO DE:
MODELAMIENTO DE ROBOTS

Nombres de Autores: Jean Pierre Quezada Echenique,
Cabrerá Gama, Kevin Stefano.

Profesor : Dr. Ing. Ricardo J. Palomares Orihuela.

Resumen — Introducción: En el presente estudio, se busca diseñar un robot asistencial, capaz de prevenir un posible contagio ante el COVID-19 por medio del monitoreo de signos vitales.

Palabras Clave - Monitoreo; diseño 3D; signos vitales; robot asistencial.

Abstract — Introduction: In the present study, the aim is to design an assistance robot, capable of preventing a possible contagion from COVID-19 by monitoring vital signs.

Keywords - Monitoring; 3d design; Vital signs; assistive robot.

I. INTRODUCCIÓN

En la coyuntura internacional desarrollada por el virus mutante SARS-COV2 se evidencia la necesidad de implementar tecnología que disminuya el grado de exposición al contagio y a la vez asegurar un alto nivel de calidad del servicio de salud. En este sentido es fundamental tener sistemas que registren los síntomas y monitoricen los signos de los pacientes para prevenir un posible contagio y agilizar los chequeos médicos por medio de los datos recopilados.

En el Perú hay más de 2 millones de casos positivos por el virus del covid-19 y más de 8000 en sólo Lima metropolitana, con una letalidad casi del 10%; por lo que la prevención es necesaria y por ende una correcta monitorización de los signos y registro de síntomas; ante esto es necesario un equipo que pueda ayudar a la persona a registrar todos estos valores y que además sea liviano, fácil de usar y con un costo asequible; para que la mayor parte de la población pueda tener un registro adecuado y si fuese a contagiarse, tener una rápida evaluación por parte del personal médico calificado.

Los tratamientos ante el COVID-19 poseen un procedimiento específico, el cual toma mucho tiempo y

en varias oportunidades hasta extendiendo la consulta; por lo cual un sistema autónomo de control de datos del paciente, puede agilizar el tiempo requerido de la consulta médica. Esto se fortalece al considerar que una de las mayores problemáticas para la prevención y posible tratamiento ante el COVID-19, es el escaso monitoreo de pacientes intra-domiciliarios.

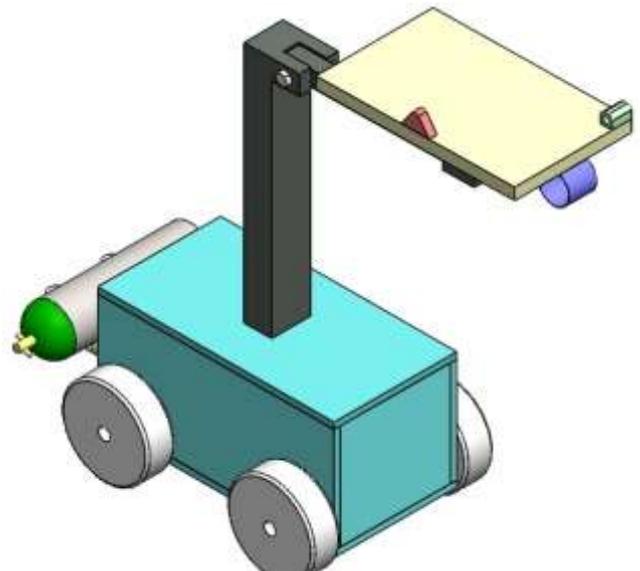


Fig.1. Robotic arm on electric cart

II. OBJETIVO DEL PROYECTO

Implementar un sistema de monitoreo para la detección temprana de signos y síntomas del covid-19 por medio de sensores en el extremo del robot asistencial.

III. MATERIAL Y MÉTODOS

Según la OMS (Organización Mundial de la Salud), la medición de los signos y recopilación de los síntomas

permiten un control médico temprano y óptimo; para lo cual es fundamental medirlos y tener en cuenta cuáles son los más relevantes; como la saturación baja o alta temperatura en los signos vitales y en los síntomas, dolor de garganta, disnea, pérdida del gusto u olfato, dolor de cabeza, cansancio, etc.

Para poder medir y registrar estos valores, se deben medir los signos cada 12, 8 o 4 horas dependiendo a la edad y síntomas del paciente, los cuales se obtienen por medio de encuestas.

Signos vitales:

Los signos vitales son mediciones de las funciones fisiológicas vitales del cuerpo humano, las cuales con medibles y con una monitorización se pueden evitar problemas de salud. Los principales valores calculables son los de la temperatura corporal (TC), presión arterial (PA), frecuencia respiratoria (FR), ritmo cardiaco (FC), oximetría (OXM) y las funciones neurológicas. Los cuales permiten evaluar el funcionamiento de los órganos de cualquier paciente (Villegas, Arenas & Gonzales, 2012).

Componentes:

LED EMISOR ROJO (LUMEX SSL-LXA228SRC-TR11)

LER ROJO	
Tamaño de bulbo	1,9 mm
Corriente directa	20 mA
Tensión directa	1,7 V
Color	Rojo
Longitud de onda	660 nm
Ángulo de visión	25°



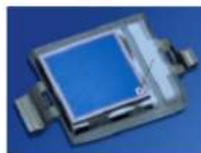
LED EMISOR INFRARROJO (SHARP GL100MN1MP1)

LER INFRARROJO	
Tamaño de bulbo	1,5 mm
Corriente directa	20 mA
Tensión directa	1,2 V
Color	Infrarrojo
Longitud de onda	940 nm
Ángulo de visión	10°



FOTODETECTOR (OSRAM BP104S-Z)

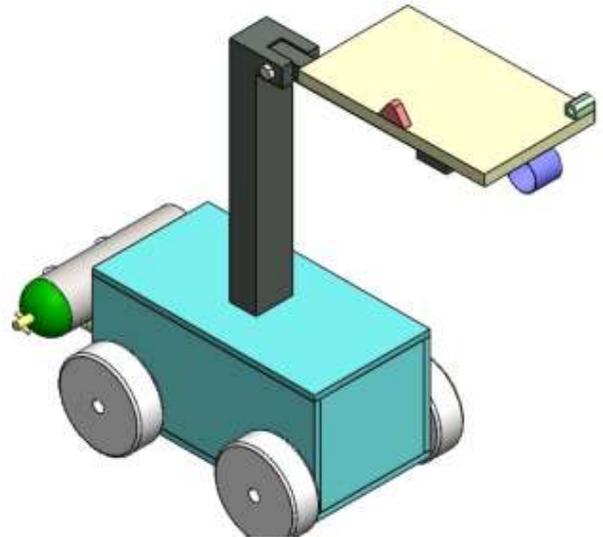
FOTODETECTOR	
Longitud de onda de sensibilidad pico	850 nm
Rango espectral	400 - 1100 nm
Corriente oscura	2 nA
Tensión directa	1,3 V
Ángulo de sensibilidad	60°



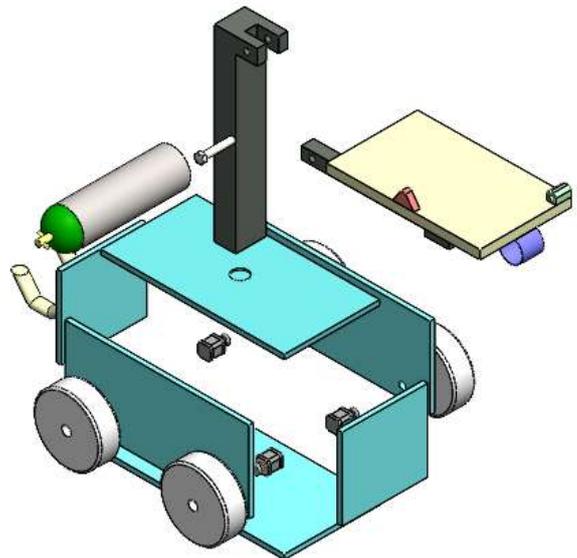
con sensores, pueda realizar el monitoreo de signos y síntomas en los pacientes.

1) Sistema mecánico:

Para el diseño del robot en 3D, utilizamos la aplicación de SolidWorks, para luego poder exportar el diseño al programa de entorno de simulación CoppeliaSim.



Diseño general



Vista explosionada

2) Aplicación

Para la parte de signos, se deberá trabajar con los sensores en físico; por lo cual en el trabajo sólo se especificó el uso de ellos y por la parte de síntomas, se utilizó la aplicación IOT "BLYNK" para representar la recopilación de datos al arduino por medio del celular.

IV. DESARROLLO

Para este proyecto se buscó diseñar una robot móvil que pueda seguir una línea trazada en el piso y que con su brazo robótico incorporado de una mesa electrónica

BLYNK:

En la plataforma Blynk, se podrá vincular por IOT con el ESP3266 y el cual permitirá enviar los datos de los síntomas del paciente, seleccionados por el mismo.

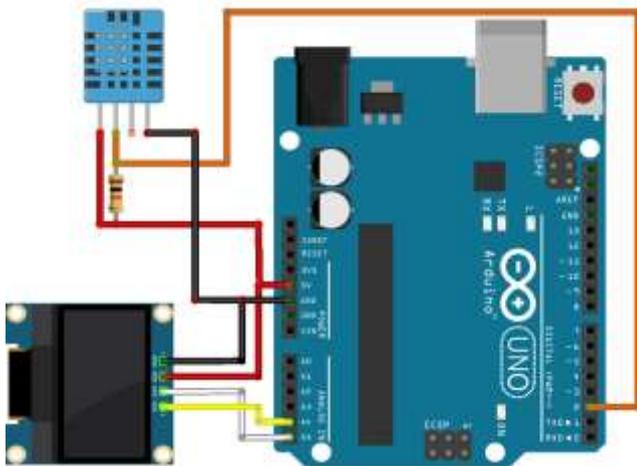


Interfaz gráfica de la aplicación

El programa de Blynk de funcionaría como una lista de botones que al pulsar cada uno, emitiría un valor hacia el microcontrolador, y éste lo almacenaría dentro de una tabla con formato médico para su futuro estudio.

Como representación simulada, utilizamos un sensor DHT de temperatura para que enviara los valores que perciba al celular de los pacientes.

Circuito:



Código:

```
PROJECT_WEMOS Arduino 1.8.10
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

PROJECT_WEMOS

#define BLYNK_PRINT Serial //Libreria de BLYNK
#include <WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>
#include <DHT.h> //Libreria del Sensor de Temperatura & Humedad
#include <DHT_U.h>

#include <SPI.h> //Libreria de la Pantalla OLED
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_SFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>

char auth[] = "20E8qstKXIT19Va0vMnDdR-JKSPf2obg"; //Variables de BLYNK
char ssid[] = "PATRICIA";
char pass[] = "4122WXYE";

#define ANCHO 128 //Variables de la pantalla OLED
#define ALTO 64
#define OLED_RESET 4
Adafruit_SSD1306 oled(ANCHO, ALTO, SPI, OLED_RESET);

#define DHTTYPE DHT11 //Variables del DHT - MODELO
#define DHTPIN 19

float temperatura ;
float humedad ;

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
SimpleTimer timer;
int led = 26; //Variables a Evaluar

void setup()
{
  Serial.begin(9600); //CONEXIÓN CON BLYNK
  Blynk.begin(auth, ssid, pass);
  dht.begin();
  digitalWrite(led, LOW);

  oled.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C); //CONEXIÓN CON LA PANTALLA
  oled.clearDisplay();
  oled.setTextColor(SSD1306_WHITE);
}

void loop()
{
  Blynk.run();
  temperatura = dht.readTemperature();
  humedad = dht.readHumidity();
  timer.run();

  Blynk.virtualWrite(V10, humedad);
  Blynk.virtualWrite(V11, temperatura);

  oled.clearDisplay();
  oled.setCursor(0, 0);
  oled.setTextSize(2);
  oled.println(" WELCOME ");
  oled.setTextSize(1);
  oled.println(" ");
  oled.println("User: ");
  oled.println(" ");
  oled.print("Temperatura: "); oled.print(temperatura); oled.println(" °C");
  oled.print("Humedad: "); oled.print(humedad); oled.println(" %");
  oled.display();

  if(digitalRead(26) != LOW)
  {
    digitalWrite(led, HIGH);
    oled.setCursor(25, 24);
    oled.setTextSize(1);
    oled.println(" MASTER");
    oled.display();
    delay(3000);
    digitalWrite(26, LOW);
  }
}
```

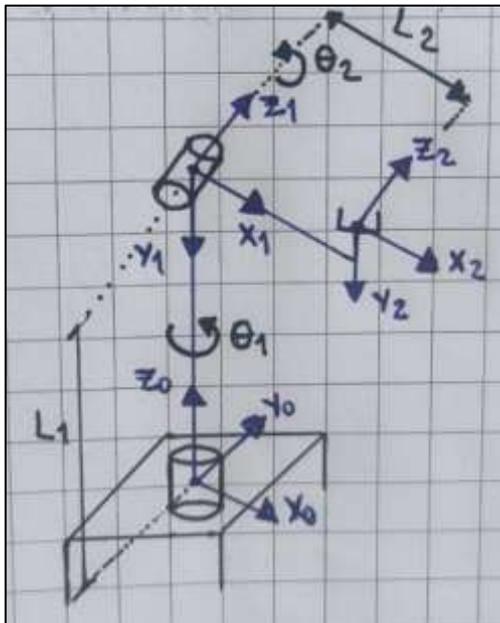
Representación física:



El módulo calcula los valores emitidos por el DHT y los manda constantemente al APP, y sólo cuando se acciona el botón, el ESP32 recibe una señal para encender el LED.

3) Modelado matemático

El robot asistencial consta de una plataforma móvil autónoma y controlable para mayor facilidad de control al personal médico; requiere de una línea negra de base en el piso para poder funcionar autónomamente. El prototipo consta de un brazo de dos grados de libertad basados en los siguientes cálculos:



Transformaciones homogéneas

Articulación	Θ_i	d_i	a_i	α_i
1	Θ_1	L1	0	-90°
2	Θ_2	0	L2	0°

$$A^1_0 = \begin{bmatrix} \cos(\theta_1) & 0 & -\sin(\theta_1) & 0 \\ \sin(\theta_1) & 0 & \cos(\theta_1) & 0 \\ 0 & -1 & 0 & L1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A^2_1 = \begin{bmatrix} \cos(\theta_2) & -\sin(\theta_2) & 0 & \cos(\theta_2)*L2 \\ \sin(\theta_2) & -\cos(\theta_2) & 0 & \sin(\theta_2)*L2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Matriz de análisis cinemático directo

$$T = \begin{bmatrix} \cos(\theta_1)*\cos(\theta_2) & -\cos(\theta_1)*\sin(\theta_2) & -\sin(\theta_1) & \cos(\theta_2)*\cos(\theta_1)*L2 \\ \cos(\theta_2)*\sin(\theta_1) & -\sin(\theta_1)*\sin(\theta_2) & \cos(\theta_1) & \sin(\theta_1)*\cos(\theta_2)*L2 \\ -\sin(\theta_2) & \cos(\theta_2) & 0 & L1 - L2*\sin(\theta_2) \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Coordenadas del extremo del robot:

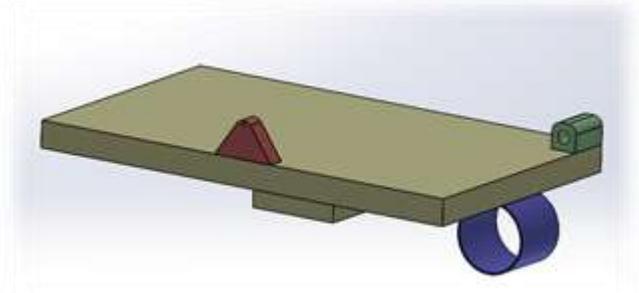
$$X = \cos(\theta_2) * \cos(\theta_1) * L2$$

$$Y = \sin(\theta_1) * \cos(\theta_2) * L2$$

$$Z = L1 - L2 * \sin(\theta_2)$$

Cálculos los cuales nos permiten saber el posicionamiento de la herramienta, al estar en funcionamiento; esta herramienta del brazo es el equipo que recopilará los datos al paciente y que para mayor utilidad poseerá una mesa para que puedan colocar utensilios, comida o medicamentos sobre él, con un máximo de 7 kilos en total.

Sensores en la plataforma final del brazo robótico:



La mesa consta de los sensores:

- Rojo**- Sensor de temperatura láser.
- Verde**- Pulso-oxímetro.
- Azul**- Sensor de presión Arterial.

En el diseño también posee un apartado para portar un galón de oxígeno de emergencia de tipo portátil M16, con capacidad de oxígeno de 1699, diámetro de 184.2 mm y longitud de 587 mm.

CoppeliaSim

Aplicación con la cual se puede simular las funciones motrices del proyecto en 3D; y el cual permite conocer la interactividad y rendimiento del modelo desarrollado para el proyecto.

Código:

```
function sysCall_initialize(...)
end

function sysCall_actuation()
    -- Lectura de sensor de proximidad
    result=sim.readProximitySensor(Sensor_pro)
    if (result>0) then
        backOnTime=sim.getSimulationTime()
    end

    -- Lectura de sensor seguidor de linea
    sensorReading={false,false,false}
    for i=1,3,1 do
        result, data=sim.readVisionSensor(floorSensorHandles[i])
        if (result>=0) then
            sensorReading[i]=data[1]<0.3
        end
        print(sensorReading[i])
    end

    -- Operar en base a la informacion de los sensores
    rightV1=speed
    rightV2=speed
    leftV1=speed
    leftV2=speed

    if sensorReading[1] then
        leftV1=0.01*speed
        leftV2=0.01*speed
    end

    if sensorReading[3] then
        rightV1=0.01*speed
        rightV2=0.01*speed
    end
end
```

En el código de programación primero comenzamos asignando las variables a nuestras articulaciones, en este caso las ruedas (articulación rotacional), también a nuestro sensor de proximidad y sensores seguidores de línea.

Luego se creó una IU (interfaz de usuario) para poder controlar la velocidad de nuestro robot, en este caso este paso era opcional para variar la velocidad.

El funcionamiento de nuestro robot tendrá 4 condiciones:

4) Debido al sensor de proximidad, cuando este detecte un objeto o persona se detendra automaticamente hasta que deje de detectarlo y seguira su camino.

5) Si el sensor seguidor de linea izquierdo detecta el camino (linea negra) reducira su velocidad en las ruedas de la parte izquierda para que tenga un efecto de girar al lado izquierdo.

6) Si el sensor seguidor de linea derecho detecta el camino (linea negra) reducira su velocidad en las ruedas de la parte derecha para que tenga un efecto de girar al lado derecho.

7) Si el sensor seguidor de linea medio detecta el camino (linea negra) entonces seguira en linea recta.

SIMULACIÓN:

El robot tendrá que trasladarse en de una habitación a otra de manera autónoma dentro de la instalación médica. El proceso de medición consta de entrar a la sala donde se encuentra el paciente y acercarse a la cama hospitalaria; luego de un tiempo el cual representa el periodo donde el paciente brinda los datos al robot, procede a retirarse por la misma ruta y se dirige hacia la próxima habitación para repetir el proceso.

TEST 1: MOVIMIENTO DEL ROBOT

El robot sigue correctamente su camino, con la ayuda de sus sensores seguidores de línea que están ubicados en la parte de abajo.



TEST 2: FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR DE PROXIMIDAD

El robot al detectar a una persona u objeto se detendrá automáticamente para evitar algún tipo de accidente hasta que el paso ese libre y pueda seguir con su recorrido.



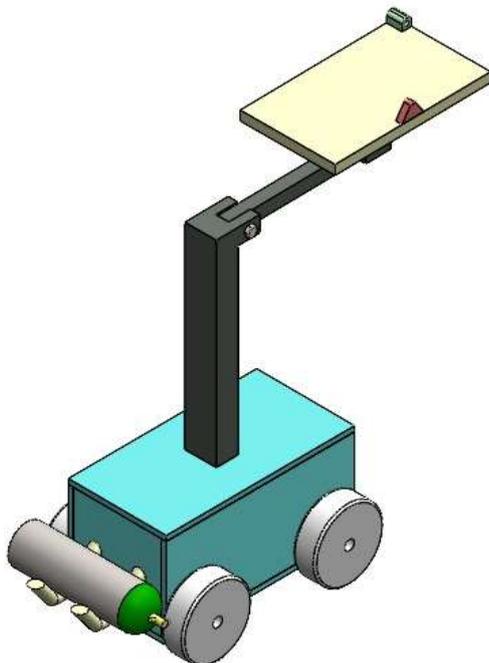
TEST 3: LLEGADA DEL ROBOT

El robot llega a la habitación del paciente satisfactoriamente y se detiene para comenzar su labor de monitorear al paciente midiendo sus signos con los sensores correspondientes.



V. RESULTADOS

El diseño 3D permitió obtener una mayor percepción de las funciones del robot y de cómo interactuaría con los pacientes. La aplicación con Blynk permitió tener una primera vista al futuro sistema de monitoreo luego de recopilar los datos. El prototipo dentro de CoppeliaSim permitió ver su correcto funcionamiento móvil dentro de las salas médicas.



VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El proyecto nos permitió conocer a fondo la simulación de diseños en 3D. Como recomendación de deberá implementar un sistema de control general para que

realice las funciones de monitorización y recopilación de datos de los sensores.

El WemosD1R32, no es compatible o reconocible para la plataforma UBIDOTS.

VII. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al apoyo de nuestros familiares, docentes y amigos, que gracias a la motivación y esfuerzo logramos cada día aprender nuevos conocimientos, para poder implementarlos en proyectos como éste.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Alcorta Santisteban, N. F., & Pinedo Quezada, F. M. (2021). Desarrollo de un sistema electrónico biomédico portátil para el monitoreo y registro de signos vitales de las personas en la ciudad de Trujillo – Perú.
- Herrera Guevara, A. I., & Diaz Sanchez, J. A. (2020). Control Interno Post COVID-19: Prevenir antes que curar.
- Pantoja Manayay, M. P. (2021). Evaluación del monitoreo remoto a pacientes COVID-19 de la Red Asistencial Lambayeque EsSalud.
- Pallás Areny, R. (2003). Sensores y acondicionamiento de señales (Cuarta ed.). Barcelona: Marcombo.
- Montañez Jurado, N., & Ramos Curasma, Y. (2021). "Conocimiento Sobre Signos Y Sintomas De Alarma Del Embarazo, En Gestantes Atendidas En Tiempos De Covid-19 En El Hospital De Acobamba - Huancavelica, Junio - Julio 2020".
- OMS (Organización Mundial de la Salud). (2010). Manual de oximetría de pulso global. Organización Mundial de la Salud, 9-13.
- Secretaría de Salud México. (2005). Guía Tecnológica N° 13: Monitor de signos vitales. Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud, 7-14.
- Wojtczak, A. (2002). Glosario de términos de educación médica. International Institute for Medical Education, 28.