

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación



LABORATORIO DE SISTEMAS EMBEBIDOS

Paralelo del laboratorio: 111

Proyecto:

Sistema de monitoreo de signos vitales para pacientes
que requieren de una observación constante.

Estudiantes:

Abel Enrique Valenzuela Castro

Kevin Ricardo Rivera Moreira

Profesor teórico:

Ronald David Solís Mesa

Profesor práctico:

Alisson Asunción Constantine Macías

II TÉRMINO - 2021

Contenido

Introducción.....	3
Antecedentes.....	3
Objetivos.....	4
• Objetivo General.....	4
• Objetivos Específicos	4
Descripción del Problema.....	4
¿Por qué escogimos esta solución?	5
Descripción de los elementos a utilizar	5
El atmega328P	5
Raspberry Pi	7
Tabla de componentes y precios.....	8
Aplicaciones a futuro.....	9
Conclusiones	10
Recomendaciones.....	10
Bibliografía.....	11

Introducción

La tasa de mortalidad de un paciente que llega a Cuidados Intensivos siempre es alta. Han mejorado los sistemas de soporte, hemos visto que los pacientes vacunados tienen mejor respuesta. Sin embargo, todavía no es suficiente. Al momento hay un 74% de vacunados, 26% de no vacunados en Ecuador, sin embargo, existe un 50% de vacunados y 50% de no vacunados en ese total en UCI.

Este es uno de los indicadores de alerta que llamaron la atención de médicos del Municipio de Guayaquil, que la ya dieron a conocer el informe epidemiológico número 1 del 2022. En este se detalla que la ocupación de las UCI es de 127 pacientes con COVID-19 en la red de salud de la ciudad, cuando hace una semana existían solo 52. Este repunte coincide con la llegada de la variante ómicron al país.

Es por eso que, se ha implementado un proyecto que mediante la conexión de varios sensores podremos obtener los valores de pulso cardíaco, oxígeno en sangre y temperatura del paciente, los cuales serían recibidos y procesados por el ATMEGA y la Raspberry para posteriormente ser subido a la nube para poder ser manipulado por el doctor.

Antecedentes

Desde hace algunos años, sabemos que la humanidad se encuentra en un auge de la tecnología. A diario surgen nuevas aplicaciones, sistemas o tecnologías con el propósito de facilitar la experiencia al realizar algo. Existen sistemas embebidos que permiten realizar aplicaciones simples desde proyectos educativos, domótica o proyectos más avanzados a nivel industrial.

Un ejemplo de aquello es la de un estudiante de la Universidad Politécnica Salesiana que realizó su tesis enfocándose en un prototipo que consiga llevar un monitoreo de signos vitales para adultos mayores utilizando sensores biométricos y médicos acoplados a una Raspberry Pi. Además, este prototipo inteligente permite reproducir mediante un dispositivo de audio un mensaje de voz indicando el proceso de la medición y si la misma está fuera de un rango normal establecido previamente.

Existen otros proyectos de suma importancia en el ámbito médico, como por ejemplo el proyecto realizado por la Universidad Pontificia Bolivariana que, conociendo la importancia de las incubadora neonatales como equipo fundamental para poder generar un ambiente adecuado, que permita el desarrollo de tratamientos de un bebé que acaba de nacer, a través de procesos como el aislamiento del neonato de gérmenes y el control de diferentes variables como temperatura, ritmo cardíaco, actividad cerebral, nivel de oxígeno, entre otros; Se logró desarrollar un prototipo de incubadora neonatal que permite el monitoreo del entorno donde se encuentra el neonato mediante un sistema de e-salud, por lo que aplica Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC).

Con la finalidad de poder monitorear y controlar variables como la temperatura y la luminosidad dentro de la incubadora; en este prototipo realizado, los datos son monitoreados por medio del sistema microprocesador de Arduino Ethernet, que permite enviar los datos que nos interesan

a través de Internet a la plataforma virtual UBIDOTS, ésta plataforma nos facilita el almacenamiento de la información de las variables en la nube y con ello generar alertas en caso de que algo se encuentre fuera del rango, ya que se logra una interconexión digital entre los sensores del equipo con Internet.

Objetivos

- **Objetivo General**

Implementar un sistema con la capacidad de monitorear desde cualquier lugar los signos vitales de un paciente para llevar un control constante mediante un conjunto de sensores conectados a un microcontrolador.

- **Objetivos Específicos**

- ❖ Alertar al doctor cuando un sensor reciba un valor fuera del rango normal establecido para que el paciente pueda recibir una atención oportuna.
- ❖ Generar un registro de cada paciente mediante datos que serán cargados a la nube para que puedan ser consultados en cualquier momento.
- ❖ Mantener una comunicación constante entre el Atmega y la Raspberry mediante comunicación serial para llevar un correcto procesamiento de datos.

Descripción del Problema

El INEC reporta que actualmente en Ecuador existen 1.607 camas de UCI, de las cuales al menos 1.082 están siendo usadas para tratar a pacientes con COVID-19; el resto se dedica a la atención de enfermos graves con otras patologías

Una especialista señala que el personal médico está constantemente expuesto al miedo de contagiarse que todo individuo siente, pero con la diferencia de que ellos tratan directamente con las personas infectadas: “Tienen una probabilidad de contagiarse y de morir mucho más alta que otras personas. Y esto se intensifica al saber que no cuentan con los recursos de protección necesarios y para tratar a los enfermos. Esto eleva el nivel de angustia y de estrés del personal médico”. También se han generado trastornos psicológicos por todo lo que han vivido, señalan unos doctores que una solución es contratar más doctores para evitar las guardias muy prolongadas.

¿Por qué escogimos esta solución?

Mediante la implementación de varios sensores podremos obtener los parámetros de pulso cardíaco, oxígeno en sangre y temperatura del paciente, los cuales serían recibidos y procesados por el ATMEGA. Los elementos antes mencionados cuentan con un rango de voltaje requerido lo suficientemente adecuado para no generar costos elevados para el hospital o clínica que se encuentre usando, lo cual, hace que no se genere un cambio evidente en sus planillas mensuales.

Una vez que el ATMEGA procese los datos estos se emitirán por medio de comunicación serial a la raspberry para que puedan ser subidos a la nube utilizando la plataforma ThingSpeak, mostrando los parámetros recolectados. Hoy en día, sabemos que es de vital importancia tener los datos en la nube, ya que puede ocurrir cualquier fallo al momento de manipularlos lo cual podría ocasionar graves riesgos al momento de tratar a un paciente, además sabemos que en la actualidad muchos hospitales cuentan con conexión a internet, lo cual facilita el proceso de subida de datos.

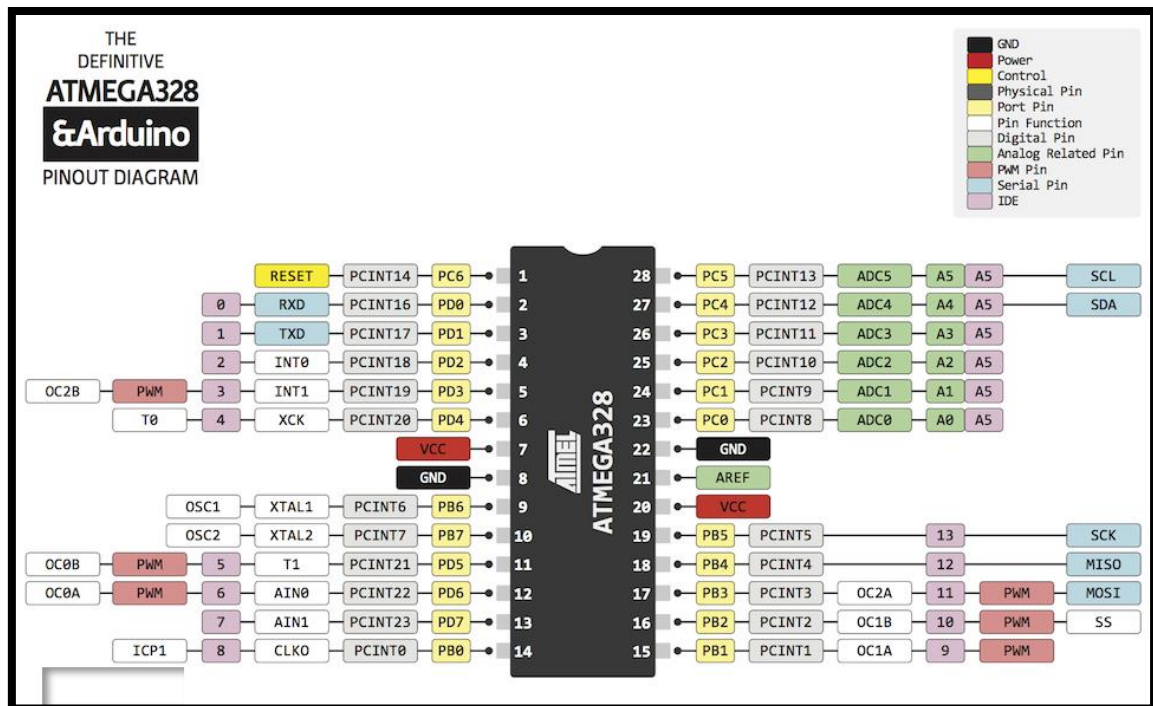
Este sistema contara con un indicador de emergencia en caso de que un signo vital se salga de los parámetros normales, emitiendo un sonido de alarma al doctor que se encuentra de guardia, de esta forma, el doctor podrá estar atendiendo a otros pacientes con la tranquilidad de poder observar los datos y ser alertado cuando uno de sus pacientes se encuentre con valores fuera del rango adecuado, y de esta manera, poder acudir a él lo antes posible.

Descripción de los elementos a utilizar

Este proyecto es aplicable para entidades como hospitales, dispensarios, clínicas privadas, etc. Para el correcto funcionamiento del sistema, este deberá contar con un suministro de energía ininterrumpida, un ambiente fresco y además el lugar deberá contar con acceso a internet.

El atmega328P

Uno de los microcontroladores que más van a encontrar en las plataformas de Arduino sin lugar a duda, será el Atmega328p. Este es un microcontrolador de la firma Atmel (ahora distribuida por Microchip) y está basado en la arquitectura AVR. AVR es una arquitectura basada en RISC, recordemos que la arquitectura de un microprocesador o microcontrolador detalla la estructura interna del mismo y como se conforma la distribución, acceso y control de los diversos bloques que componen al microcontrolador.



Como podremos ver en la imagen, tendremos conjuntos 3 puertos (B, C y D), los cuales poseen múltiples configuraciones, como por ejemplo el PC4 donde hacemos referencia al puerto C pin número 4 que aparte de funcionar como una entrada o salida, puede funcionar como un canal multiplexado del ADC (en este caso el canal 4) también funciona como uno de los pines de la interfaz I2C (en este caso el SDA) y también como interrupción (en este caso como PCINT12).

Esto nos ejemplifica que el microcontrolador puede ser configurado de múltiples maneras y puede configurar sus pines de diferentes formas según su hardware se lo permita, claro que también podremos realizar algunos protocolos por software y asignarlo a pines que no están dedicados, por ejemplo podríamos tener un pin SDA en un pin PB5, que no posee esta propiedad por hardware pero podríamos hacer la trama por software y utilizarlo, lo que no podremos hacer es usar este PB5 como un canal ADC ya que es una propiedad intrínseca del microcontrolador.

ESPECIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS

- Chip: ATMEGA328P-PU
- Familia: AVR ATmega
- CPU: 8-bit AVR
- Formato DIP
- Voltaje de alimentación: 1.8V a 5.5V
- Máxima frecuencia de funcionamiento: 20 Mhz

- Comunicación: I2C, SPI, UART
- Temperatura: -40°C ~ 85°C
- Dimensiones: 4.6 mm x 34.8 mm x 7.5mm
- Peso: 2.2 g
- Pines: 28
- I/O: 23
- Tamaño de memoria del programa: 32 kB
- Memoria FLASH: 32KB
- RAM: 2 kB
- ROM: 1 kB
- EEPROM: 1024 bytes
- ADC: 6 canales

Raspberry Pi

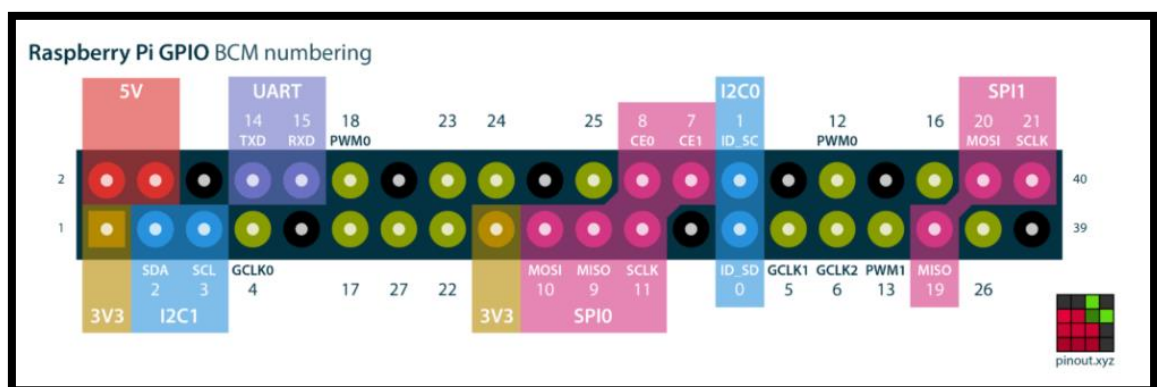


La Raspberry Pi es un ordenador de bajo coste y tamaño reducido, pero sin embargo tiene la capacidad de hasta poder conectarle un televisor y un teclado para interactuar con ella exactamente igual que cualquier otra computadora.

La Raspberry Pi es la placa de un ordenador simple compuesto por un SoC, CPU, memoria RAM, puertos de entrada y salida de audio y vídeo, conectividad de red, ranura SD para almacenamiento, reloj, una toma para la alimentación, conexiones para periféricos de bajo nivel, reloj etc.

Sí, es cierto que existen infinidad de proyectos que podemos llevar a cabo con una Raspberry, pero la mayoría de los usuarios acaban empleándola para 4 cosas:

- ✓ Como media center, o lo que es lo mismo, para convertir una televisión en una smart TV, con software LIBRELEC o OSMC.
- ✓ Para emular una videoconsola retro jugando a grandes clásicos con RetroPie instalado.
- ✓ Como ordenador con sistema Linux, a través de distribuciones como Ubuntu, Raspbian(Debian) o Pidora (Fedora).
- ✓ Domótica, con Windows 10 IOT Core, lo que permite hacer de nuestra casa un espacio un poco más inteligente con proyectos como estaciones meteorológicas o hubs inteligentes.



La Raspberry Pi 3 B+ cuenta con un GPIO de 40 pines, el cual permite el contacto con el mundo exterior, tanto por sensores como con actuadores, en este punto es importante conocer que el GPIO de Raspberry trabaja con un nivel de 3.3V de esta forma, si se le conecta un voltaje superior existe la posibilidad de quemarla, así que si quieres conectar sensores que operan a 5V necesitaras un convertor de niveles lógicos te recomendamos el MCI00582 comercializado por MCI Electronics. Debido que una de las desventajas es que el procesador de la Raspberry Pi no tiene un convertor de analógico a digital integrado, por lo tanto, si quieres leer sensores analógicos debería de usar un convertor ADC externo. Además, cuentas con puertos de comunicación I2C, SPI y UART.

Tabla de componentes y precios

Elemento	Especificaciones	Precio
Arduino UNO	Voltaje de trabajo: 5V	\$15
Raspberry Pi	5.1V – 2.5A	\$45
Sensor Pulso Cardíaco	3V-5V ; Consumo 4mA	\$6
Sensor Oxígeno en Sangre	3V-5V	\$8
Sensor de Temperatura	3V-5.5V ; Rango: -55°C a 125°C	\$3
Jumpers	Tipo Macho – Macho	\$2

Aplicaciones a futuro

Este sistema de monitoreo de signos vitales sin duda alguna es un gran proyecto en mira al futuro para los hospitales y clínicas privadas del país ya que, mediante la utilización de este sistema, los hospitales podrán brindar una mejor y oportuna atención al paciente. En un futuro es posible poder agregarle otros tipos de sensores al sistema como, por ejemplo, sensor de presión arterial, sensor de frecuencia respiratoria, entre otros, con el objetivo de que el paciente se sienta con la mayor tranquilidad.

También, en un futuro este proyecto puede ser aplicado en dispensarios pequeños, ya que posee un bajo consumo de energía y bajo costo de adquisición, lo cual hace rentable el uso incluso en dispensarios pequeños y sin un presupuesto elevado. Además, existe también la posibilidad de que sea comercializado para que los doctores que trabajan a domicilio puedan dejar al paciente en su casa con este sistema y mediante los datos en la nube él poder observar los signos vitales y poder ser alertado en todo momento.

Conclusiones

- ✓ Se implementó un sistema que permite monitorear los signos vitales de un paciente que requiera una supervisión constante, para ello se hizo uso de un conjunto de sensores que se encuentran conectados al usuario y éstos envían datos al microcontrolador.
- ✓ Se logró mantener una comunicación serial entre el Atmega y la Raspberry Pi y de esta manera poder procesar los datos y posteriormente subirlos a la nube para que el doctor pueda ser uso de ellos.
- ✓ Se realizó un sistema capaz de alertar al doctor cuando un paciente se encuentre en riesgo, ya que detecta cuando uno de los signos vitales se encuentra fuera del rango de los valores normales.

Recomendaciones

- ❖ Se recomienda tener el sistema en un ambiente fresco y con buena conectividad a internet, ya que si se recalienta puede tomar valores erróneos, además puede que con una mala conectividad a internet, los datos no se actualicen de manera inmediata y exista retardo al momento de subirlos a la nube, generando que el doctor no realice una respuesta inmediata
- ❖ Se recomienda que los doctores posean dispositivos con una amplia pantalla, ya que de esta manera podrá observar con mayor facilidad los datos que se van generando y así realizar un estudio más efectivo.

Bibliografía

- Electgpl. (15 de Agosto de 2019). *Electgpl*. Obtenido de <http://electgpl.blogspot.com/2016/06/el-atmega328p.html>
- electronic, U. (14 de Septiembre de 2018). *UNIT electronic*. Obtenido de <https://uelectronics.com/producto/atmega328p-atmel-microcontrolador/>
- Guillermo Acevedo, F. H. (23 de Marzo de 2017). *redalyc.org*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/5075/507555007002/html/>
- LUIS, E. R. (15 de Julio de 2018). *xataka*. Obtenido de <https://www.xataka.com/makers/cero-maker-todo-necesario-para-empezar-raspberry-pi>
- Zambrano, W. A. (2018). *Diseño de prototipo "Doctor PI" para medición y monitorización de signos vitales en adultos mayores utilizando sensores biométricos acoplados a Raspberry*. Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana.