|  |  |
| --- | --- |
| **CENTRO DE FORMACIÓN EJECUTOR** | Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones CEET |
| **TÍTULO DE LA PROPUESTA Y/O**  **PROYECTO** | **Diseño y elaboración de prototipo de equipo de telemedicina para la monitorización remota de variables vitales en el contexto de pandemia por coronavirus Covid-19** |
| **MODALIDADES DE INNOVACIÓN** | ✓ Transferencia y apropiación de conocimientos que contribuyan a  Generar soluciones que permitan mitigar la pandemia COVID-19 en Colombia |
| **RED(ES) DE CONOCIMIENTO** | **Redes de Conocimiento Sectoriales:**  1. Red de Biomédica  2. Red de Electrónica y automatización. |
| **DESCRIPCIÓN DE LA NECESIDAD** | La actual situación por la pandemia COVID-19, ha desencadenado una crisis a nivel mundial en todas las actividades humanas. El crecimiento a un ritmo exponencial de la propagación del virus (fácil contagio), y su larga latencia en el aire y en diferentes superficies de contacto, han sido uno de los factores, para que el gobierno nacional y los entes territoriales determinaran la cuarentena preventiva (limitar el contacto humano) por el periodo de del 24 de marzo, al 13 de abril. Con esto se pretende no alcanzar un punto de saturación (pico) en los sistemas de atención médica en todo el territorio nacional, así como limitar el número de contagios y decesos. Sin embargo, es necesario estar listos ante el surgimiento de algún tipo de contingencia o necesidad, que la pandemia ocasione en el territorio nacional. Estimaciones prevén que, si el 1% de la población contrae la enfermedad, se tendrían 500.000 infectados, de este porcentaje, 15% serían de tipo severo (75.000). Y un 5% de tipo critico (25. 000). El país cuenta con alrededor de 5.374 unidades de UCI con equipo de apoyo respiratorio. Pero entre el 80% y 90% de estas unidades están ocupadas en la actualidad, lo que llevaría a que tan solo se tendría disponible entre 1075 y 537 unidades de UCI para la atención de los pacientes críticos por COVID-19. Por lo anterior, y teniendo en cuenta las anteriores estimaciones, se tendrían alrededor de 24.000 pacientes en estado crítico sin atención prioritaria en el país, en el caso de la ocurrencia de un pico epidemiológico.  Con este posible panorama, y siendo conscientes de la actual coyuntura, el grupo de investigación GICS del Centro de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones (CEET). Presenta la siguiente propuesta tecnológica a nivel de prototipo (TRL 5), ante un surgimiento de una contingencia causada por la pandemia. Tomando como insumo principal, el conocimiento y la experticia en cada área que poseen los investigadores e instructores del centro: **Diseño y elaboración de prototipo de equipo de telemedicina para la monitorización remota de variables vitales en el contexto de pandemia por coronavirus Covid-19.**  Esta propuesta trata de apoyar la valiosa labor que las instituciones de salud a nivel público y privado están actualmente realizando, tratando de disminuir la brecha a nivel tecnológico con una solución de tipo nacional, que permita realizar un monitoreo remoto de señales biomédicas de pacientes con sospecha de contagio por COVID-19 o en estado leve de la infección. Lo cual permitiría optimizar el manejo del capital humano, como son: médicos, enfermeros, auxiliares de enfermería, y a su vez no saturar el recurso hospitalario a nivel de infraestructura y equipos. |
| **OBJETIVO GENERAL DE LA PROPUESTA Y/O PROYECTO** | Diseñar e implementar un prototipo de equipo de telemedicina para monitorización remota de oximetría de pulso de pacientes, en el contexto de la pandemia por coronavirus Covid-19. |
| **OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA PROPUESTA Y/O PROYECTO** | 1. Implementar un prototipo de telemedicina para monitorización remota de oximetría 2. Realizar pruebas piloto del prototipo de telemedicina, para monitorización remota de oximetría, en condiciones controladas, y en condiciones reales bajo la supervisión de un profesional de la salud. 3. Realizar la documentación necesaria para su transferencia tecnológica, tales como manuales y guías. |
| **BENEFICIARIOS SENA** | Comunidad SENA- CEET de los programas de nivel técnico y tecnológico, listados a continuación:  **Área de Biomédica:**  Técnico en mantenimiento de equipo biomédico  **Área de Electrónica:**  Tecnología en mantenimiento electrónico e instrumental industrial. |
| **BENEFICIARIOS SECTOR PRODUCTIVO** | Ante la actual contingencia por la pandemia por COVID-19, los beneficiarios serian todos lo sectores productivos, ya que se busca salvaguardar la vida de todos los colombianos. |
| **JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA Y/O PROYECTO** | La pandemia global COVID-19 actualmente ha ocasionado el deceso de más de 52.900 personas alrededor del mundo. En Colombia, actualmente se han presentado 19 decesos al día 02 de abril de 2020 [1]. Sin embargo, para Colombia apenas inicia su fase de propagación epidemiológica. De acuerdo al Imperial College of London [2], la pandemia presenta un ritmo de contagio de 2.65 individuos, por persona infectada, lo que representa un ritmo de tipo exponencial en su propagación. Este ritmo de crecimiento puede ser detenido, tomando medidas de aislamiento y contención de la población (cuarentena), lo que ha sido llamado la curva del martillo y la danza (The hammer / The Dance). Donde la rigurosidad y la atención del público a estas normas determinaran el aplanamiento de esta cuerva de comportamiento epidemiológico. Para Colombia se espera que las actuales directrices tomadas por el gobierno nacional para el control del Covid-19, logren mitigar una posible saturación del sistema de salud. Sin embargo, en el llegado caso de que estas no logren su objetivo, es necesario tener medidas para lograr superar dicha contingencia, la cual se representa en la carencia de personal médico, equipos e infraestructura para cubrir la tasa de contagios. En el Handbook para la prevención y el tratamiento del COVID-19, publicado por la facultad de medicina de la universidad de Zhejiang [3], aparece en el apartado de soporte digital como opción para el control de epidemias, el tratamiento en línea de pacientes para disminuir el número de visitantes en los centros de salud, minimizar el riesgo de infección cruzada, reducir la intensidad del trabajo de personal de la salud e identificar rápidamente casos graves.  En este contexto el proyecto actual propone el diseño y elaboración de un prototipo de equipo de telemedicina para la monitorización remota de variables vitales en el contexto de pandemia por coronavirus Covid-19. Dicho prototipo posibilita el monitoreo remoto de pacientes, de los cuales se sospeche que estén contagiados por COVID-19, o que estén en las fases leves de la enfermedad, lo cual se deriva en un mejor aprovechamiento del capital humano y del recurso hospitalario, ya que el monitoreo remoto permitiría que este tipo de pacientes puedan tener un seguimiento en sus lugares de residencia, y en el caso de un posible agravamiento de estos, puedan ser trasladados a una unidad hospitalaria de manera justificada. El prototipo propuesto es de fácil transferencia tecnológica entre otros actores, que estén interesados en implementarlo.  Referencias Consultadas:   1. [LIVE] Coronavirus Pandemic: Real Time Counter, World Map, News. <https://www.youtube.com/watch?v=qgylp3Td1Bw> 2. <https://medium.com/@tomaspueyo/coronavirus-the-hammer-and-the-dance-be9337092b56> 3. Editor-in-Chief, Prof & Yu, Ligen. (2020). Handbook of COVID-19 Prevention and Treatment. |
| **ALCANCE** | Elaboración de equipo prototipo de telemedicina para monitorización remota de oximetría de pacientes. Los equipos servirían de dotación de instituciones hospitalarias a utilizarse en pacientes atendidos tanto en las mismas instalaciones de los hospitales, o adecuadas para ello, como a nivel domiciliario. |
| **IMPACTO ESPERADO** | Apoyar la expansión hospitalaria, en cuanto a la monitorización de pacientes, dada la muy limitada dotación biomédica de la red hospitalaria actual, evidenciada a través de los medios de comunicación masiva. |
| **PROTOTIPO PROPUESTO** | Entendiendo que para la identificación del nivel de compromiso pulmonar y la estimación de la necesidad de proveer o no a un paciente con ventilación mecánica, el primer paso es la monitorización de la saturación arterial de oxígeno (SpO2) y que ello se puede hacer a través de sensores puestos en la muñeca o en los dedos del paciente. La figura 1 muestra el prototipo propuesto, el cual involucra tres bloques: (1) **monitoreo**, corresponde a un accesorio para uso del paciente (*Ver figura 2.)*, compuesto por un sensor de oximetría que permite medir la saturación de oxígeno en la sangre, un módulo wifi para la transmisión de dicho dato, y una batería con su respectivo controlador de carga. (2) **base de datos**, para el almacenamiento de las mediciones transmitidas, alojada bien sea en un servidor local o en un servidor dedicado en la nube. (3) **visualización,** cuyas alternativas son un portal web o/y una aplicación móvil.    **Figura 1.** Esquema de Telémedicina de desarrollo propuesto.    **Figura 2.** Diagrama de bloques accesorio paciente.  La propuesta cuenta con antecedentes de implementación como **[1]** ERPHA: plataforma de monitoreo para asistencia remota pre-hospitalaria de emergencia, cuyo propósito es ofrecer servicios de adquisición, transmisión, almacenamiento y monitoreo de signos vitales. **[2]** Prototipo de monitorización de frecuencia cardíaca grupal con NODEMCU ESP8266, donde se utiliza el microcontrolador ESP8266 como componente principal para establecer la conexión inalámbrica y enviar la información a un servidor node.js. **[3]** Oxímetro de pulso con visualización de datos en Internet, en el que se usa una variación del prototipo [2] para el monitoreo de oxígeno. **[4]** Sistema de pulsioximetría y capnografía para dispositivos móviles Android, en el que se desarrolló una aplicación Android para la visualización y registro de las señales biomédicas en una base de datos local, compatible con dispositivos móviles con conectividad wifi. Aunque esta última referencia corresponde a una implementación de la universidad del Valle Colombia, no se encuentra evidencia de implementación en instituciones de salud. Este tipo de iniciativa, como resultado de la pandemia actual, se encuentra implementándose en hospitales como Clevevland (wjw) y University Hospitals Cleveland Medical Center en Ohio.  Referencias:  **[1]** González, A. J., Merello, A. L., Carrasco, C. R., Hernández, C. A., Velásquez, D. A., Cid, H. D., ... & Ávila, A. (2012). ERPHA: PLATAFORMA DE MONITOREO PARA ASISTENCIA REMOTA PRE-HOSPITALARIA DE EMERGENCIA.  **[2]** Škraba, A., Koložvari, A., Kofjač, D., Stojanović, R., Stanovov, V., & Semenkin, E. (2017, June). Prototype of group heart rate monitoring with NODEMCU ESP8266. In *2017 6th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO)* (pp. 1-4). IEEE.  **[3]** Mota, G. C., López, R. L., & Ramos, C. B. (2018). Oximetro de pulso con visualizacion de datos en Internet. *Sistemas & Telematica*, *16*(45), 9-19.  **[4]** Gómez García, C. A., & Velasco Medina, J. (2014). A PULSE-OXIMETRIC AND CAPNOGRAPHIC SYSTEM FOR ANDROID MOBILE DEVICES. *Revista Ingeniería Biomédica*, *8*(15), 36-44. |
| **RESULTADOS ESPERADOS Y/O PRODUCTOS.** | 1. Prototipo de equipo (Open Source) de telemedicina para la monitorización remota de variables vitales en el contexto de pandemia por coronavirus Covid-19  2. Informe pruebas de funcionamiento en condiciones controladas  3. Informe de pruebas en condiciones reales  4. Manuales y guías del prototipo que permitan la producción masiva |
| **TRABAJO ADELANTADO HASTA EL MOMENTO** | Captura de pantalla de un celular en la mano  Descripción generada automáticamente  **Figura 3.** Superior izquierda, desarrollo plataforma WEB, superior derecha, desarrollo APP móvil inferior. Wearable biomédico funcional para envio de datos.    **Figura 4.** Visualización de datos plataforma WEB. |
| **CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN** | **Semana 1 y 2:** Implementación de diseños de la estructura del prototipo Open Sources, integración entre módulos, adaptaciones y mejoras del prototipo  **Semana 3:** Desarrollo de pruebas de laboratorio de funcionamiento del prototipo, realizar mejoras y posibles cambios para mejorar la transferencia tecnológica  **Semana 4:** Desarrollo de las pruebas en un ambiente real con apoyo de un profesional de la salud  **Semana 5 y 6:** Desarrollo de posibles modificaciones, manuales y guías. |
| **EQUIPO DE TRABAJO CEET** | Juan Carlos Maya  Instructor del área de biomédica  Leonel Lozada Cardozo  Instructor del área de biomédica  Andrés Camilo Gutiérrez Escobar  Instructor del área de telecomunicaciones  Carlos Andrés Rivera  Líder Sennova  Camila Espitia Duarte  Profesional de innovación y competitividad |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **PRESUPUESTO DE LA PROPUESTA Y/O PROYECTO** | | | |
| **RUBROS** | **DESCRIPCIÓN** | **CANTIDAD** | **VALOR** |
| Materiales | Tarjeta electrónica ensamblada con microcontrolador ESP32 | 1 | 40.000 |
| Materiales | Sensor de oximetría MAX30102 | 1 | 40.000 |
|  | Display OLED 0.96" 128x64 | 1 | 40.000 |
| Materiales | Conector de alimentación microusb | 1 | 5.000 |
| Materiales | Conector a pantalla oled en protocolo I2C | 1 | 5.000 |
| Materiales | Carcasa plástica en forma de smart watch o similar (el material de la carcasa debe ser de uso clínico (para evitar proliferación de infecciones) | 1 | 50.000 |
| Materiales | Correa para ajuste de la carcasa a la muñeca del paciente. | 1 | 10.000 |
| Materiales | Computador con puerto HDMI para conexión a televisor, 4 Gb de RAM y almacenamiento de 500G | 1 | 2.000.000 |
| Materiales | Servidor web dedicado: 4 Gb de RAM y almacenamiento de 500G  <https://www.tecnoweb.net/es-co/dedicated_servers.php?gclid=CjwKCAjwvZv0BRA8EiwAD9T2VarFuIEqzkatH5ZbAqFWo-XWJVw5GGcpClWd4J8Oel1y32SG4NINDBoCWN0QAvD_BwE> | 1 | Desde 700.000 cargo mensual |
| Materiales | Televisor de al menos 50 pulgadas | 1 | 2.000.000 |
| **TOTAL** | | |  |