

**PROTOTIPO ELECTRÓNICO PARA EL TRATAMIENTO DEL DOLOR
ARTICULAR Y MUSCULAR MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DE
ELECTROESTIMULACIÓN, TERMOTERAPIA Y CRIOTERAPIA
(Resumen Analítico)**

***ELECTRONIC PROTOTYPE FOR THE TREATMENT OF JOINT AND MUSCLE
PAIN THROUGH THE INTEGRATION OF ELECTROTHERAPY,
THERMOTHERAPY AND CRYOTHERAPY
(Analytical Summary)***

Autores (Authors): AREVALO CAÑIZARES Christian Camilo, CARRERA ENRIQUEZ Santiago Nicolas

Facultad (Faculty): de INGENIERIA

Programa (Program): INGENIERIA MECATRONICA

Asesor (Support): MSC. EDISON VIVEROS VILLADA

Fecha de terminación del estudio (End of the research): SEPTIEMBRE 2024

Modalidad de Investigación (Kind of research): Trabajo de Grado

PALABRAS CLAVE

TERMOTERAPIA
CRIOTERAPIA
ELECTROTHERAPIA
ESTIMULACIÓN NERVIOSA ELÉCTRICA TRANSCUTÁNEA
DOLOR MUSCULAR
DOLOR ARTICULAR

KEY WORDS

*THERMOTHERAPY
CRYOTHERAPY
ELECTROTHERAPY
TRANSCUTANEOUS ELECTRICAL NERVE STIMULATION
MUSCLE PAIN
JOINT PAIN*

RESUMEN: En la actualidad se ha evidenciado una alta tasa de población con padecimientos relacionados al dolor articular y muscular por diversos motivos. Por ello, se han desarrollado a lo largo de la historia diferentes métodos de tratamientos que contribuyen mantener o mejorar la calidad de vida de las personas que sufren de este tipo de padecimientos, sin embargo, aunque existen dispositivos electrónicos desarrollados con el fin de suministrar alguna de las terapias

implementadas para el tratamiento de estos dolores superficiales, la mayoría de los dispositivos cuentan con un solo tratamiento de manera individual por dispositivo o en casos particulares hasta un máximo de dos tratamientos. Por otro lado, los métodos convencionales de tratamiento fisioterapéutico, generalmente cuentan con complementos y accesorios necesarios para su adecuada aplicación, esto incide de manera directa al profesional fisioterapéutico por requerir un mayor número de implementos o herramientas para la preparación de un tratamiento a suministrar.

Como aporte a la solución de esta problemática, se planteó el desarrollo de un prototipo electrónico que cuente con un sistema capaz de brindar apoyo, precisión, flexibilidad y practicidad al profesional de fisioterapia al momento de suministrar tratamientos que implementen termoterapia, crioterapia y electroterapia de manera individual o conjunta.

El prototipo electrónico podrá aplicar termoterapia mediante la implementación y regulación de temperatura de una manta eléctrica comercial, la electroterapia mediante un canal de electrodos configurados por el control interno del prototipo articulados a una resistencia variable encargada de aumentar o disminuir la intensidad del tratamiento. La crioterapia se verá enfocada en el monitoreo de temperatura de la manta o superficie a utilizar para la aplicación de la terapia, en esta acción se adecuará un sistema de alarmas visuales y sonoras que indicarán el estado actual de la manta (falta refrigeración, lista o sobre refrigerada). El prototipo contará con una interfaz visual donde el especialista podrá desplazarse entre una serie de menús predispuestos para la configuración de los parámetros específicos, la visualización del estado de cada terapia activa y la opción de activar o desactivar las mismas.

ABSTRACT: *Currently, there is a high rate of the population suffering from joint and muscle pain due to various reasons. Throughout history, different treatment methods have been developed to help maintain or improve the quality of life for individuals dealing with these conditions. However, although there are electronic devices designed to administer some of the therapies used to treat these superficial pains, most devices provide only one treatment per device or, in some cases, up to a maximum of two treatments. On the other hand, conventional physiotherapeutic treatment methods generally require various accessories and tools for proper application, which directly impacts the physiotherapy professional by requiring a greater number of implements to prepare a treatment.*

As a contribution to solving this issue, the development of an electronic prototype was proposed, featuring a system capable of providing support, precision, flexibility, and convenience to the physiotherapy professional when administering treatments that implement thermotherapy, cryotherapy, and electrotherapy, either individually or in combination.

The electronic prototype will apply thermotherapy by regulating the temperature of a commercial electric blanket, electrotherapy through a channel of electrodes controlled internally by the prototype, connected to a variable resistor responsible for increasing or decreasing the intensity of the treatment. Cryotherapy will focus on monitoring the temperature of the blanket or surface used for therapy application.

This function will include a system of visual and auditory alarms indicating the current status of the blanket (insufficient cooling, ready, or over-cooled). The prototype will feature a visual interface where the specialist can navigate through a series of preset menus to configure specific parameters, view the status of each active therapy, and activate or deactivate them as needed.

CONCLUSIONES: Con el prototipo propuesto se alcanzó un diseño que involucra las tres terapias (termoterapia, crioterapia y electroterapia), integrando un sistema de control que permite la configuración de los parámetros específicos necesarios para la termoterapia y electroterapia, complementado por un sistema de monitoreo que alerta el estado de la manta de gel para la crioterapia. Además, se diseñó la tarjeta electrónica necesaria para la implementación del prototipo y se presentó una estructura física que soporta el dispositivo y sus componentes.

La fabricación y ensamble del prototipo propuesto implementa múltiples accesorios que permiten la aplicación o verificación de las distintas terapias en un solo equipo, minimizando la necesidad de utilizar otros dispositivos o recursos adicionales. Al combinar termoterapia, crioterapia y electroterapia en una sola unidad, se simplifica la experiencia del usuario, el espacio y los costos operativos.

Aunque el prototipo muestra un desempeño prometedor, es necesario realizar mejoras en la calibración de frecuencias bajas y en la estabilidad de la señal. Con estos ajustes, el prototipo podría alcanzar niveles de precisión comparables a los del Tens 3000, resaltando un posible potencial para su uso efectivo en tratamientos fisioterapéuticos.

El sensor DS18B20S muestra un buen nivel de precisión en comparación con la pistola DT8868H, con un error promedio del 2,7%. Esto sugiere que el sensor DS18B20S es suficientemente preciso para ser utilizado en aplicaciones que no requieren un nivel de precisión extremadamente alto, por ejemplo, la termoterapia y crioterapia.

CONCLUSIONS: *The proposed prototype achieved a design that incorporates all three therapies (thermotherapy, cryotherapy, and electrotherapy), integrating a control system that allows for the configuration of the specific parameters necessary for thermotherapy and electrotherapy, complemented by a monitoring system that alerts the status of the gel blanket for cryotherapy. Additionally, the necessary electronic board for the implementation of the prototype was designed, and a physical structure was presented to support the device and its components.*

The manufacturing and assembly of the proposed prototype implement multiple accessories that allow for the application or verification of the various therapies in a single device, minimizing the need for other devices or additional resources. By combining thermotherapy, cryotherapy, and electrotherapy into a single unit, user experience, space, and operational costs are simplified.

Although the prototype shows promising performance, improvements are needed in the calibration of low frequencies and signal stability. With these adjustments, the prototype could achieve levels of precision comparable to the Tens 3000, highlighting its potential for effective use in physiotherapeutic treatments.

The DS18B20S sensor shows a good level of accuracy compared to the DT8868H gun, with an average error of 2.7%. This suggests that the DS18B20S sensor is sufficiently accurate for applications that do not require an extremely high level of precision, such as thermotherapy and cryotherapy.

RECOMENDACIONES: Este es un prototipo electrónico que permite ser ajustado y modificado acorde a las necesidades de los especialistas, sin embargo, es necesario llevar a cabo una mayor cantidad de pruebas experimentales para validar el funcionamiento del prototipo en diferentes condiciones y con distintos tipos de pacientes. Esto permitirá obtener más datos para mejorar la precisión del dispositivo.

Para un mejor desempeño en el prototipo se sugiere optimizar la interfaz visual y los menús desplegables para hacerla más intuitiva y fácil de usar. Además, un diseño más ergonómico del dispositivo podría facilitar su manejo y transporte para un posible uso domiciliario.

Se recomienda añadir más canales de electrodos con configuraciones separadas para ampliar las opciones de tratamiento y permitir la aplicación de electroterapia en múltiples áreas del cuerpo o un mayor número de pacientes de manera simultánea.

RECOMMENDATIONS: *This is an electronic prototype that can be adjusted and modified according to the needs of specialists. However, it is necessary to conduct more experimental tests to validate the prototype's functionality under different conditions and with various types of patients. This will help gather more data to improve the accuracy of the device.*

For better performance of the prototype, it is suggested to optimize the visual interface and dropdown menus to make it more intuitive and user-friendly. Additionally, a more ergonomic design of the device could facilitate its handling and transportation for potential home use.

It is recommended to add more electrode channels with separate configurations to expand treatment options and allow the application of electrotherapy in multiple areas of the body or to treat more patients simultaneously.