



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

CALORA

Integrantes:

- Fabricio Estrada
- Jairo Cochachin
- Ángela Chávez
- Carla Chumbe
- Arnie Collachagua
- Lindsey Durán





ANÁLISIS DEL CASO

Paciente diagnosticada con enfermedad de Camurati–Engelmann, patología genética rara que compromete el desarrollo óseo y genera dolor y entumecimiento en las extremidades inferiores, especialmente durante la noche.

Estos síntomas afectan su descanso y rendimiento académico, constituyendo la principal necesidad clínica a abordar.

Según la literatura pediátrica, el dolor neuropático infantil se caracteriza por hormigueo, hipersensibilidad y molestias persistentes, con una prevalencia del 15–25 % en población pediátrica, afectando principalmente las extremidades inferiores

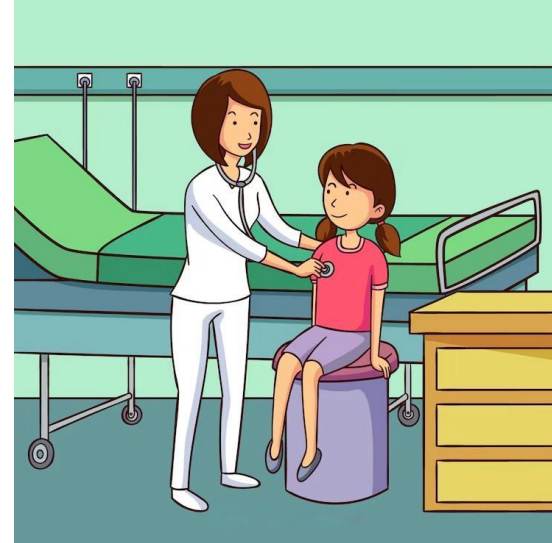




ANÁLISIS DEL CASO

La necesidad prioritaria identificada en la paciente es disminuir el dolor y el entumecimiento en las extremidades inferiores, síntomas que interfieren con su descanso nocturno y su rendimiento escolar.

Por ello, el abordaje terapéutico debe centrarse en aliviar el dolor y mejorar la función muscular mediante estrategias no invasivas que favorezcan la circulación, la relajación y el bienestar general.



ESTADO DEL ARTE

Producto 1

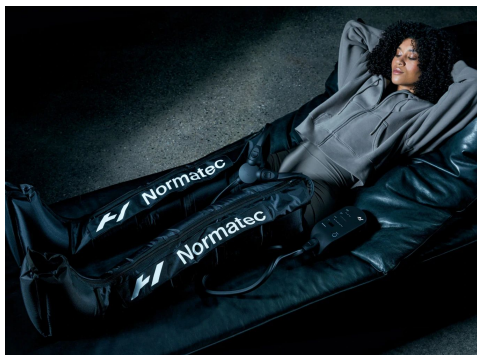
MASAJEADOR DE PIERNAS POR COMPRESIÓN CON CALOR RENPHO



Este dispositivo consiste en unas envolturas ajustables que cubren los pies, pantorrillas y muslos. Utiliza compresión de aire secuencial combinada con calor, con el fin de mejorar la circulación y aliviar la tensión muscular. Incluye un mando que permite elegir entre 6 modos de masaje y 4 niveles de intensidad, con apagado automático a los 20 minutos para mayor seguridad.

ESTADO DEL ARTE

Producto 2

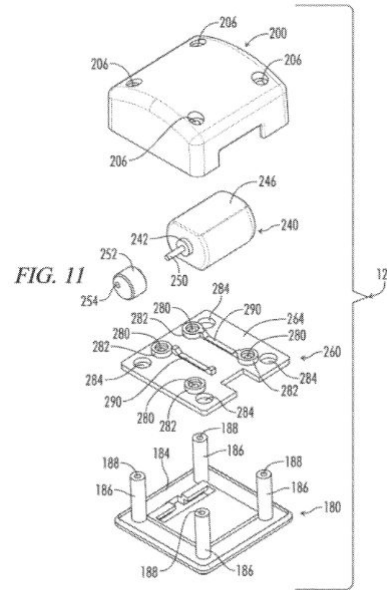


BOTAS DE COMPRESIÓN DINÁMICA NORMATEC 3

Este dispositivo integra compresión neumática, lo cual favorece la estimulación circulatoria y la relajación muscular. Su diseño ergonómico y el uso combinado de estímulos mecánicos que permiten mejorar la microcirculación y disminuir la rigidez de manera segura y no invasiva. Además, la presencia de niveles de intensidad ajustables facilita su adaptación al nivel de confort del usuario, lo que es especialmente importante en población pediátrica.

ESTADO DEL ARTE

Patente 1



SYSTEM AND APPARATUS TO APPLY VIBRATION, THERMAL AND COMPRESSIVE THERAPY

- **Número de patente / Publicación:** US20230084903A1
- **Inventores:** Wenbin Li, Ke Xu
- **Año de publicación:** 16 de marzo de 2023
- **Entidad solicitante:** Tammy Hancock

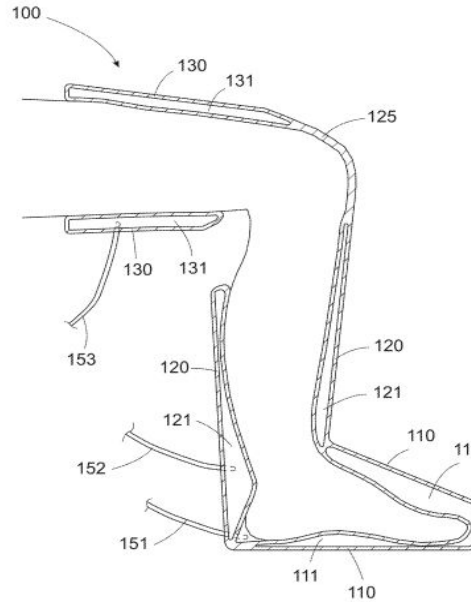
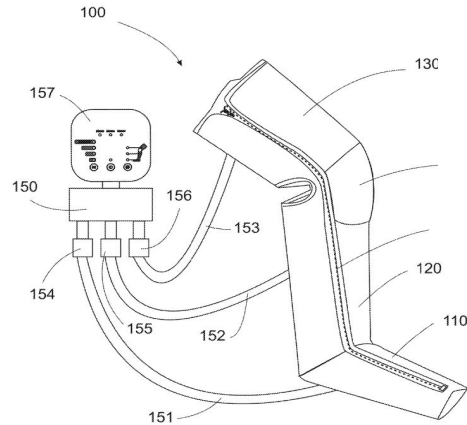
Resumen Funcional:

Aparato para proporcionar tratamiento combinando calor localizado mediante elementos calefactores , masaje a través de vibración controlable por el usuario y un sistema de compresión.

- Incluye correas ajustables tipo Velcro.
- Funciona con alimentación eléctrica de red o bajo voltaje, ofreciendo versatilidad de uso.
- Su finalidad es reducir molestias, tensión, hinchazón y adormecimiento, optimizando el flujo sanguíneo y promoviendo la rehabilitación de músculos y articulaciones.

ESTADO DEL ARTE

Patente 2



LEG MASSAGER

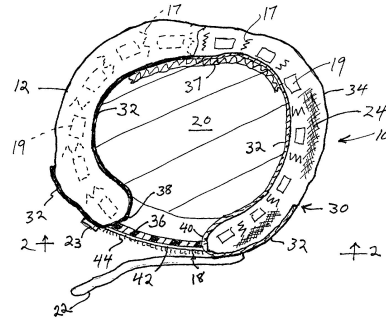
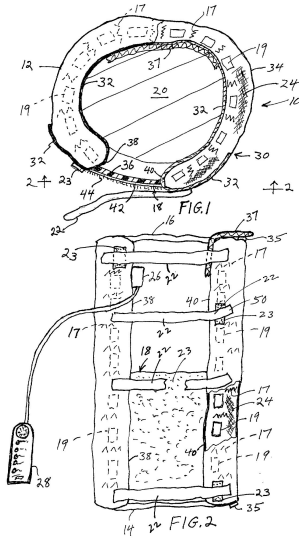
- **Número de patente / Publicación:** US20250127679A1
- **Inventores:** Yuanhao FENG, Dongguan Guangdong
- **Año de publicación:** 24 de abril de 2025
- **Entidad solicitante:** Reestar International Limited, Kowloon (HK)

Resumen Funcional:

- Es un masajeador de pierna completo dividido en secciones flexibles para pie, pantorrilla, rodilla y muslo.
- Integra cámaras internas que se inflan y desinflan mediante un sistema de compresión neumática.
- La compresión es secuencial y está controlada electrónicamente, permitiendo ajustar la presión en cada zona.
- Su objetivo es mejorar la circulación sanguínea y reducir la fatiga muscular.

ESTADO DEL ARTE

Patente 3



THERAPEUTIC MASSAGE AND HEATING PAD

- **Número de patente / Publicación:** US 20020169398 A1
- **Inventor:** Tammy Hancock
- **Año de publicación:** 14 de noviembre de 2002
- **Entidad solicitante:** Tammy Hancock

Resumen Funcional:

- El dispositivo es una almohadilla terapéutica tubular y alargada que permite insertar una pierna o brazo.
- Combina calor localizado mediante elementos calefactores y masaje a través de vibración controlable por el usuario.
- Incluye correas ajustables tipo Velcro.
- Funciona con alimentación eléctrica de red o bajo voltaje, ofreciendo versatilidad de uso.
- Diseño anatómico y de confort: materiales blandos (espuma, fibras de poliéster, algodón, etc.), forma “acolchada”

METODOLOGÍA VDI

Descripción de la propuesta solución

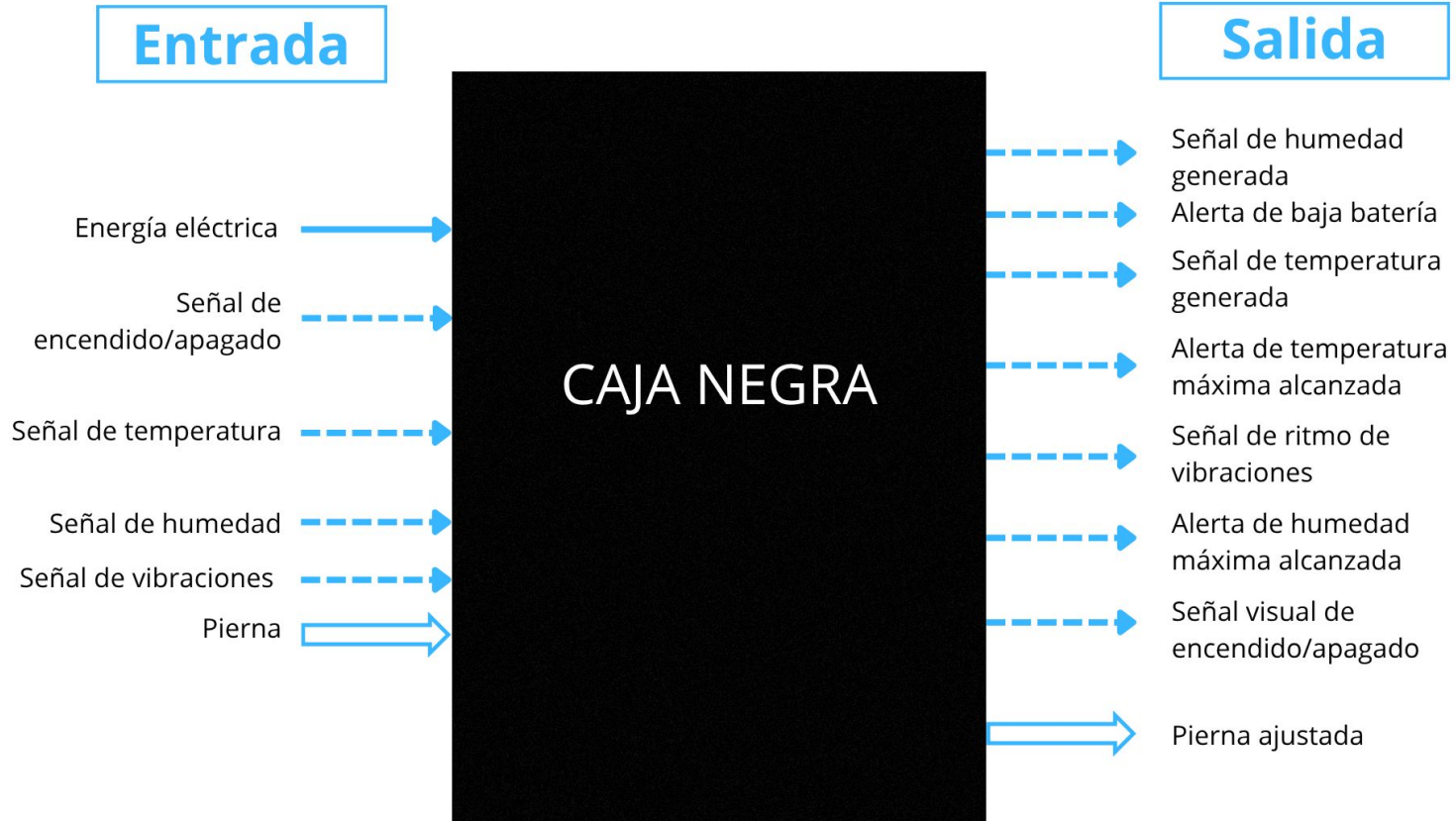
- Se plantea el diseño de un dispositivo terapéutico portátil que combine módulos de calor y vibración para aliviar el dolor en las extremidades inferiores.
- El sistema incorporará sensores de temperatura y humedad que aseguren un uso seguro, previniendo daños por exceso de calor o acumulación de sudor durante la terapia.
- El dispositivo estará orientado a uso domiciliario, con una interfaz sencilla e intuitiva que permita su manipulación tanto por el paciente como por su cuidador.

METODOLOGÍA VDI

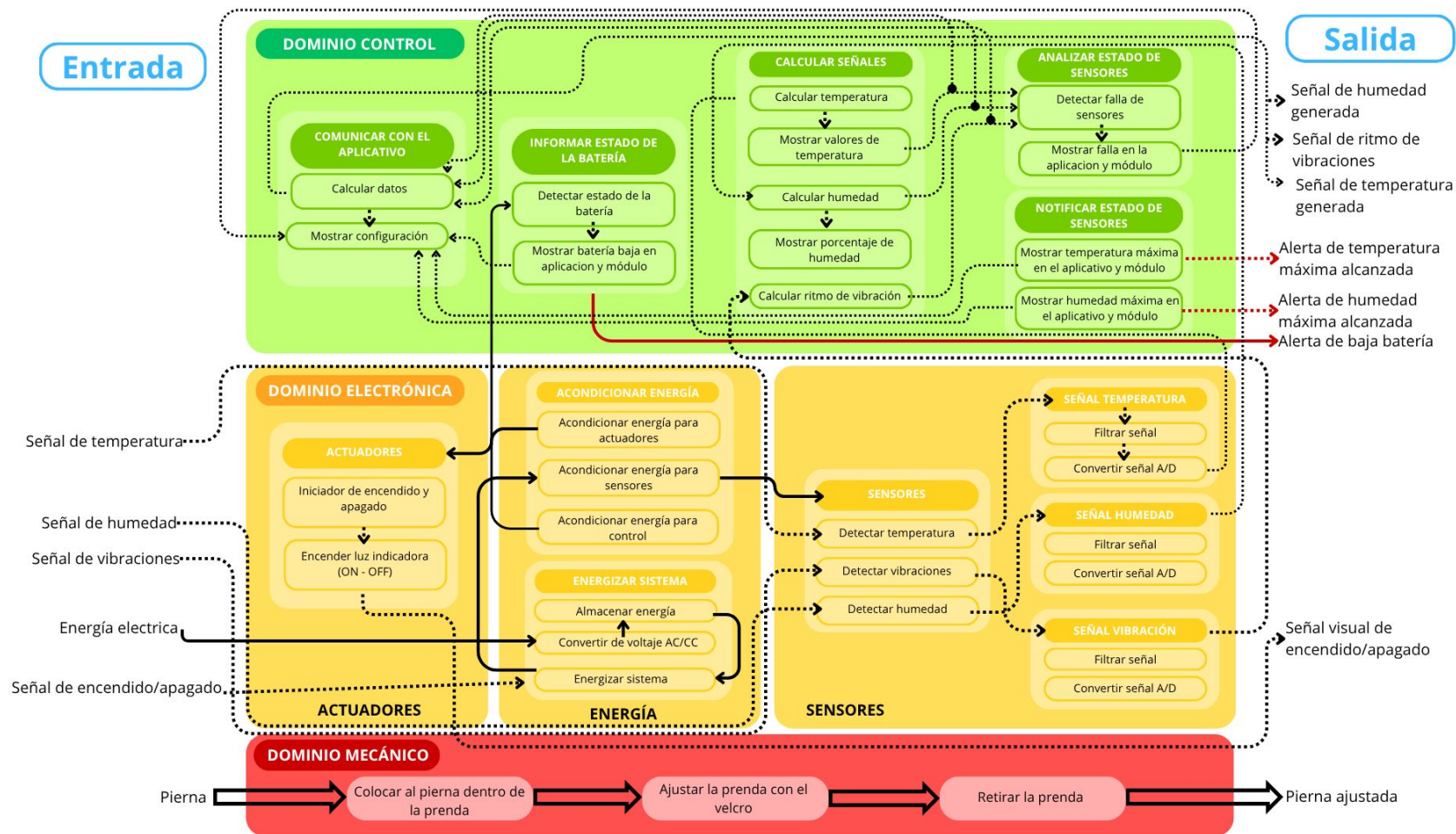
Categoría principal		Descripción del requisito		Clasificación (VDI)
Requerimiento funcional		Aplicar calor y vibración controlados para reducir dolor nocturno en extremidades.		Must have
		La energía eléctrica almacenada se transforma en energía térmica (elementos calefactores) y energía mecánica (motores de vibración), reguladas por el sistema de control		Must have
		Detectar temperatura y humedad en tiempo real		Must have
		El sistema enlaza los módulos de calor y vibración con la unidad de control que recibe configuraciones desde la app móvil.		Must have
		Además, usa sensores e indicadores luminosos para monitorear y mostrar su funcionamiento.		Must have
		Interconectar módulos de calor, vibración y control		Must have
Requerimiento no funcional	Diseño	Transmitir calor y vibración hacia la piel de forma uniforme.		Must have
		Adaptabilidad al tamaño de la paciente		Must have
		Estabilidad mecánica y resistencia estructural		Must have
		Distribución eficiente de energía térmica y mecánica mediante un sistema electrónico seguro		Must have
		control de intensidad del calor y vibración, con actualizaciones remotas para mejorar su rendimiento según las condiciones del usuario		Must have
		Mantener temperatura entre 35–38 °C y niveles de vibración seguros para uso pediátrico. Apagado automático por seguridad e inactividad		Must have
		El sistema debe usar materiales biocompatibles y duraderos, con batería recargable USB para garantizar sostenibilidad.		Must have
		Diseño ligero, ajustable y cómodo		Must have
	Realización	Atractivo visual infantil		Should have
		Disponibilidad de piezas y proveedores confiables		Must have
		Procesos de fabricación simples y económicos		Must have
		La calidad del sistema se asegura mediante pruebas en cada etapa de ensamblaje para garantizar precisión, seguridad y confiabilidad.		Must have
		Diseño modular con piezas reemplazables		Must have
		Actualizaciones periódicas de software		Should have
	Uso	Fácil mantenimiento y limpieza del sistema		Must have
		Interfaz sencilla y indicadores luminosos y calor controlado		Must have / should have
		Material antialérgico y textil reciclable, textiles lavables, transpirables.		Should have
	Organización	Peso ligero para fácil traslado, diseño portátil y resistente al transporte		Must have
		Materiales duraderos y piezas fáciles de conseguir en el mercado. Puede adaptarse a otras condiciones con dolor y rigidez similares.		Must have/Nice to have
		Apagado progresivo y bajo consumo energético		Should have
		Diseño agradable y no estigmatizante		Must have
		El dispositivo ofrece calor y vibración, al mismo tiempo.		Must have

METODOLOGÍA VDI












Caja negra:












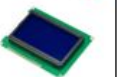



Esquema de funciones:



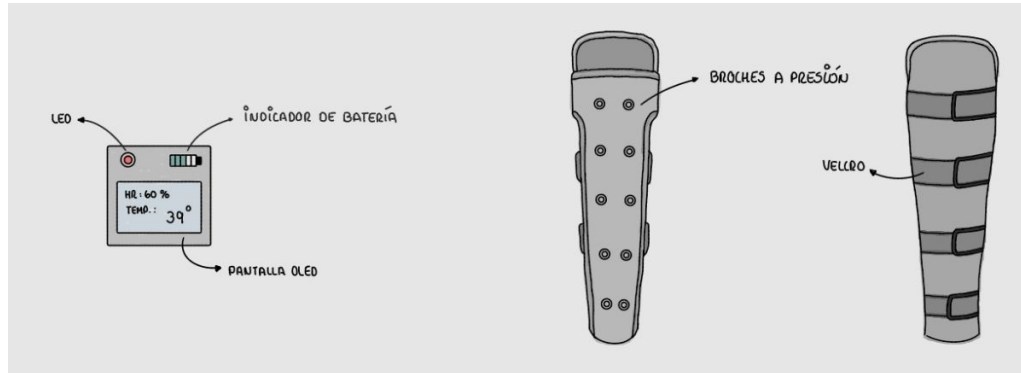
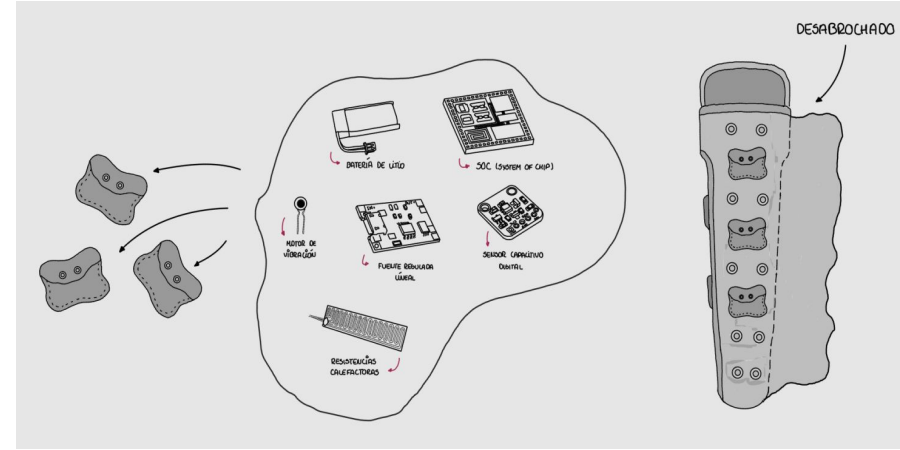
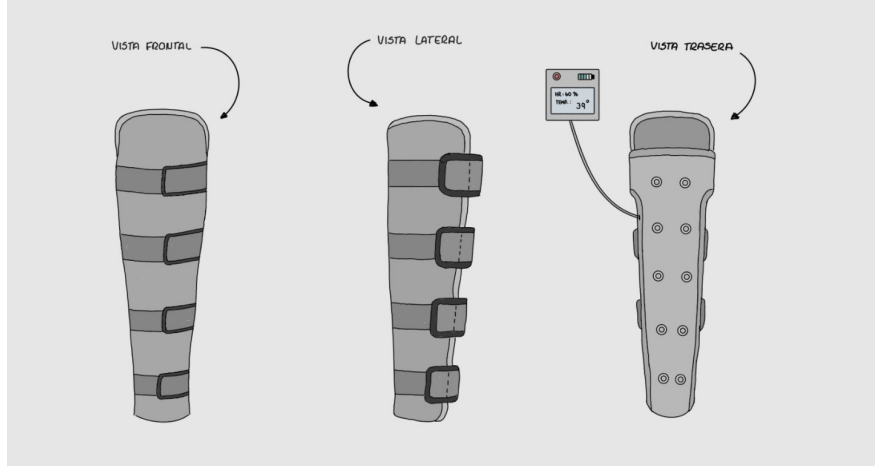
Matriz morfológica:

FUNCIÓN	PORTADOR DE FUNCIÓN		
	Primera opción	Segunda opción	Tercera opción
1 ENERGIZAR EQUIPO	 Slide switch	 Rocker Switch	 Pulsador
2 ADQUIRIR ENERGÍA ELÉCTRICA AC	 Cable USB	 Adaptador de corriente	 Cargador de pilas
3 CONVERTIR ENERGÍA ELÉCTRICA DE AC/DC	 Fuente reguladora conmutada	 Fuente regulada lineal	
4 ALMACENAR ENERGÍA	 Baterías de níquel-cadmio	 Baterías de níquel-cadmio	 Baterías Litio-Ion

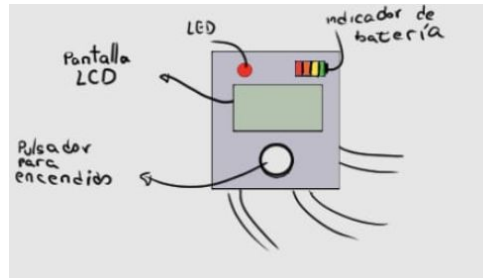
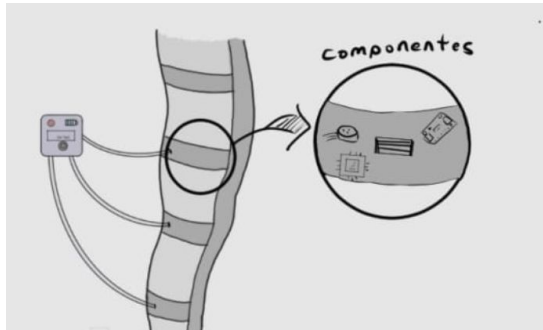
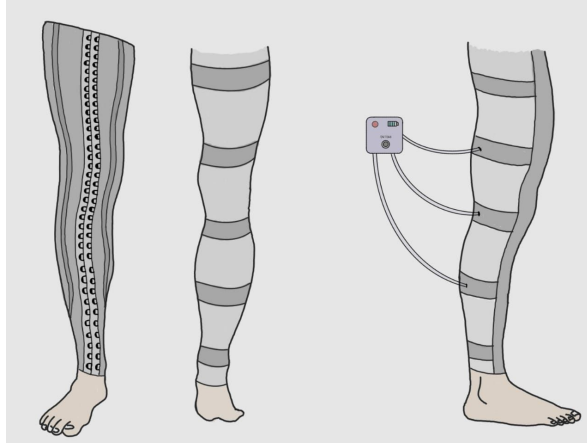
		Polímero de Litio	
5		 Microcontroladores	 Mini computador
6	DETECTAR LA HUMEDAD	 Sensor resistivo de humedad	 Sensor capacitivo digital
7	DETECTAR LA TEMPERATURA	 Termistor (NTC o PTC)	
8	GENERAR VIBRACIÓN	 Motor de vibración	 Actuador piezoeléctrico vibratorio
9	GENERAR CALOR	 Resistencias calefactoras	 Películas calefactoras de Calefactores PTC

		grafeno	
10	ALERTA DE TEMPERATURA ALTA	 Pantalla LCD	 Buzzer
11	ALERTA DE HUMEDAD EXCESIVA	 Pantalla OLED	
12	MATERIAL TEXTIL	 Twill de algodón	 Tela gabardina
13	ADHERIR SENSORES	 Cosido	 Engrapado

BOCETO 1 - SOLUCIÓN AZUL



BOCETO 2 - SOLUCIÓN VERDE



Conclusiones/siguientes pasos

La paciente presenta dolor y entumecimiento de los miembros inferiores, afectando su descanso, concentración. El impacto sobre su bienestar físico y emocional es significativo, generando una limitación funcional en las actividades de la vida diaria y una disminución en su autonomía. Este contexto refuerza la importancia de abordar la problemática desde la ingeniería biomédica, priorizando soluciones seguras, accesibles y centradas en el usuario.

El análisis de la necesidad funcional permitió establecer que el problema principal radica en la fatiga muscular y la deficiente circulación local, especialmente durante el reposo, lo que justifica el enfoque en estrategias no invasivas y de estimulación externa.

Cómo siguientes pasos, se propone validar los parámetros fisiológicos y térmicos mediante consulta con especialistas en rehabilitación pediátrica. Posteriormente, se realizará una simulación del comportamiento térmico y de vibración para verificar la eficacia y seguridad dentro del rango de 34–38 °C. Finalmente, se plantea la fabricación del prototipo inicial y pruebas de confort y usabilidad, asegurando su correcta adaptación al entorno domiciliario.

Referencias

[1] Walker SM. Neuropathic pain in children: Steps towards improved recognition and management. EBioMedicine. 2020 Dec;62:103124. doi: 10.1016/j.ebiom.2020.103124. Epub 2020 Nov 25. PMID: 33248373; PMCID: PMC7704400.

[2] Roberts DW. Treating mechanical joint dysfunction in children: a retrospective exploratory report of selected cases. J Man Manip Ther. 2024 Jun;32(3):325-334. doi: 10.1080/10669817.2022.2099182. Epub 2022 Jul 10. PMID: 35815625; PMCID: PMC11216240.

[3] G. J. van Leeuwen, M. M. A. van den Heuvel, P. J. E. A. Bindels, S. M. A. Bierma-Zeinstra, and M. van Middelkoop, "Musculoskeletal pain in 13-year-old children: The Generation R study," Pain, vol. 165, no. 8, pp. 1806–1813, Aug. 2024, doi: 10.1097/j.pain.0000000000003182

[4] C. T. Chambers et al., "The prevalence of chronic pain in children and adolescents: A systematic review update and meta-analysis," Pain, vol. 165, no. 10, pp. 2215–2234, Oct. 2024, doi: 10.1097/j.pain.0000000000003267