

Wearable Device for Stress Detection

Diana Cerdas Vargas

Academic Area of Mechatronics Engineering, Costa Rica Institute of Technology

INTRODUCCIÓN

Para este proyecto, se busca crear un dispositivo portátil, de bajo costo y de hardware libre, que sea capaz de rastrear el nivel de estrés en una persona. En este caso, para medir el nivel de estrés se va a implementar el método de la variabilidad cardiaca HRV (por sus siglas en inglés). A continuación, se menciona cuáles son las variables y el comportamiento que estas tienen ante estímulos estresantes.

- Frecuencia cardiaca en reposo

Para un adulto promedio en reposo la frecuencia cardiaca tiene un valor de $(74,2 \pm 9,46)$ BPM.

- Frecuencia cardiaca ante condiciones de estrés

Para un adulto joven el promedio de la frecuencia cardiaca durante la prueba de estrés fue de $(87,4 \pm 15,32)$ BPM.

- Variabilidad cardiaca (HRV) en reposo

Para hombres entre los 18 y 29 años la variabilidad cardiaca RMSSD promedio es de 58,506 ms.

- Variabilidad cardiaca (HRV) ante diferentes niveles de estrés

- Estrés moderado: RMSSD = 59,50 ms.
- Estrés alto: RMSSD = 33,55 ms.
- Estrés severo: RMSSD = 24.60 ms.

- Temperatura ante situaciones de estrés

Los cambios en la temperatura de la piel debido al estrés varían según la zona donde se mida, en la palma de la mano, la muñeca y la parte alta del brazo existen cambios significativos en la temperatura debido al estrés.

METODOLOGÍA

La metodología seguida para realizar este proyecto se dividió en tres grandes etapas: la creación del dispositivo, la realización de pruebas con un sujeto de estudio y la determinación de los rangos de valores que indican distintos niveles de estrés.

Creación del dispositivo

- Se seleccionaron los sensores, la pantalla, el microcontrolador y las baterías para el dispositivo.

- Se creó un modelo en 3D para la carcasa del dispositivo.

- Se creó el algoritmo para el microcontrolador. Este se encarga de tomar las señales analógicas de los sensores y las convierte en: BPM, HRV y temperatura corporal.

- Se calibran los sensores: para las variables de BPM y HRV se utiliza un dispositivo “wearable” comercial, mientras que para la temperatura corporal se usó un termómetro comercial.

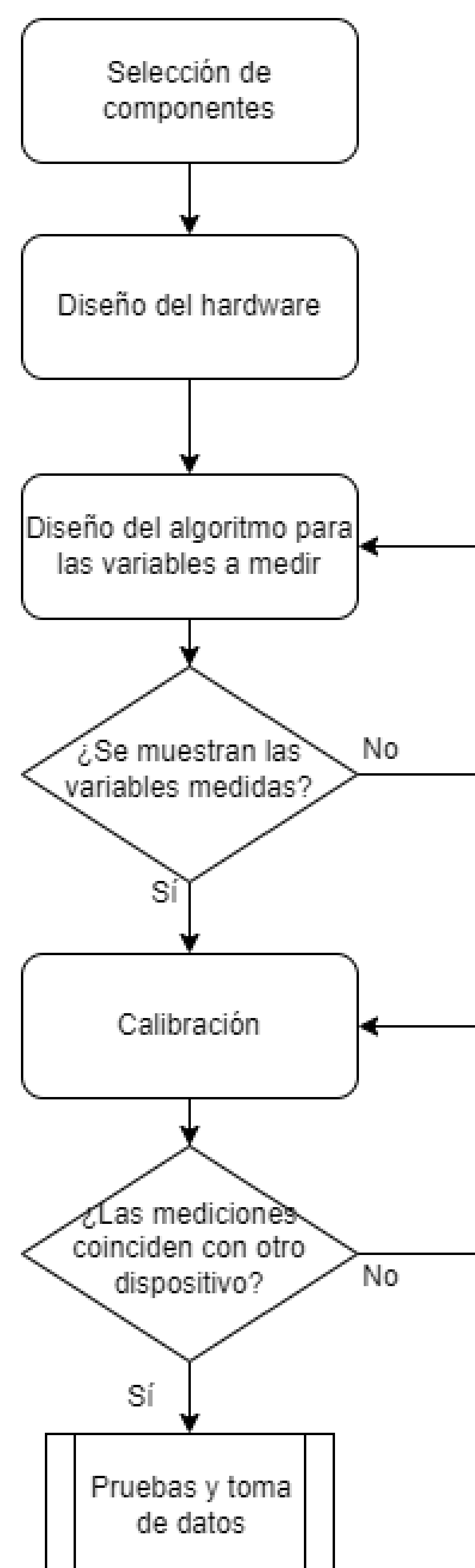


Fig 1. Diagrama de flujo para la creación del dispositivo.

METODOLOGÍA (CONTINUACIÓN)

Proceso de pruebas y validación

- Se seleccionó un sujeto de pruebas de género masculino, de 21 años y sin historial médico significativo.

- Se definieron 4 casos de prueba diferentes, en las cuales el sujeto de estudio realizó una actividad específica durante 5 minutos.

- Con los datos recopilados se obtienen los valores umbrales para determinar el nivel de estrés.

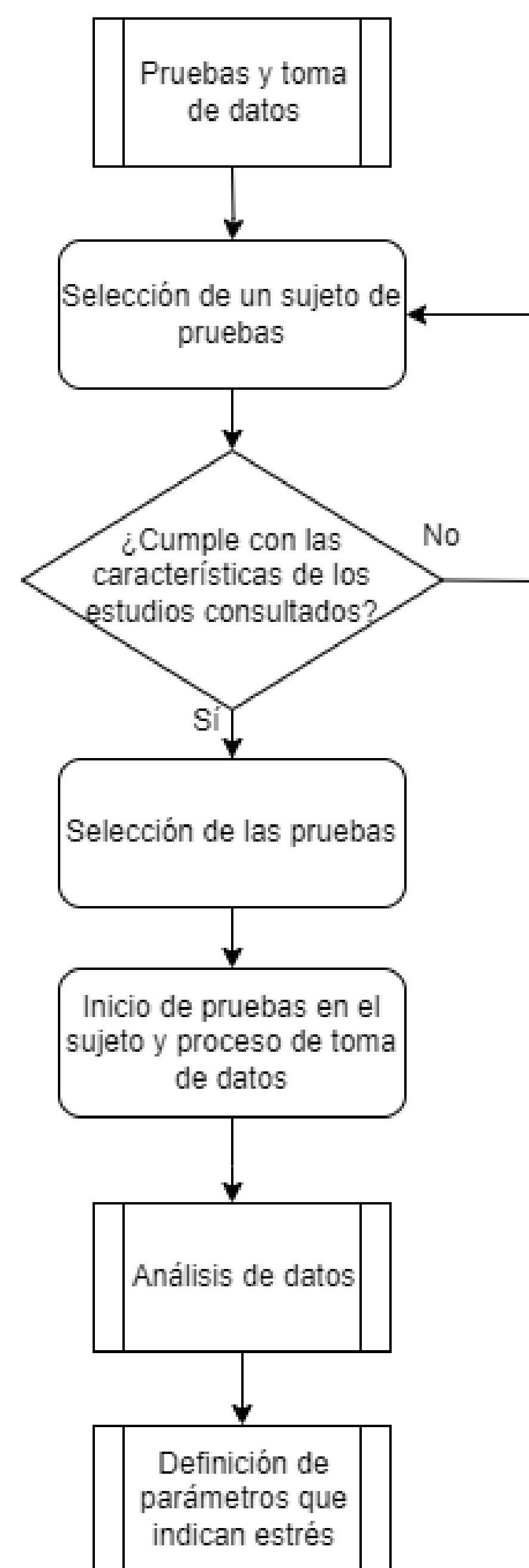


Fig 2. Diagrama de flujo para el proceso de pruebas.

DISEÑO Y PRODUCTO FINAL



Fig 3. Diseño renderizado del prototipo.

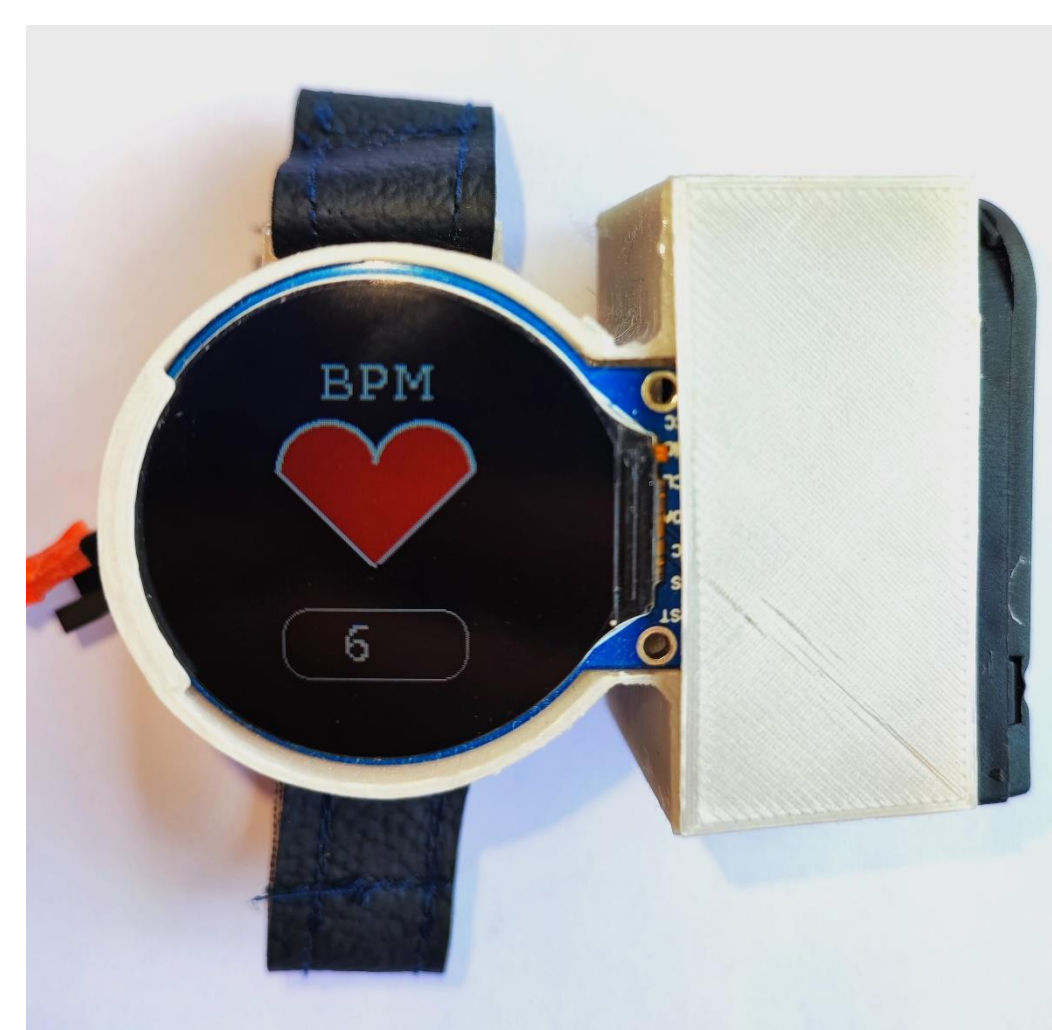


Fig 4. Prototipo físico del dispositivo wearable.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Resultados gráficos obtenidos al someter al sujeto de estudio a diversas actividades.

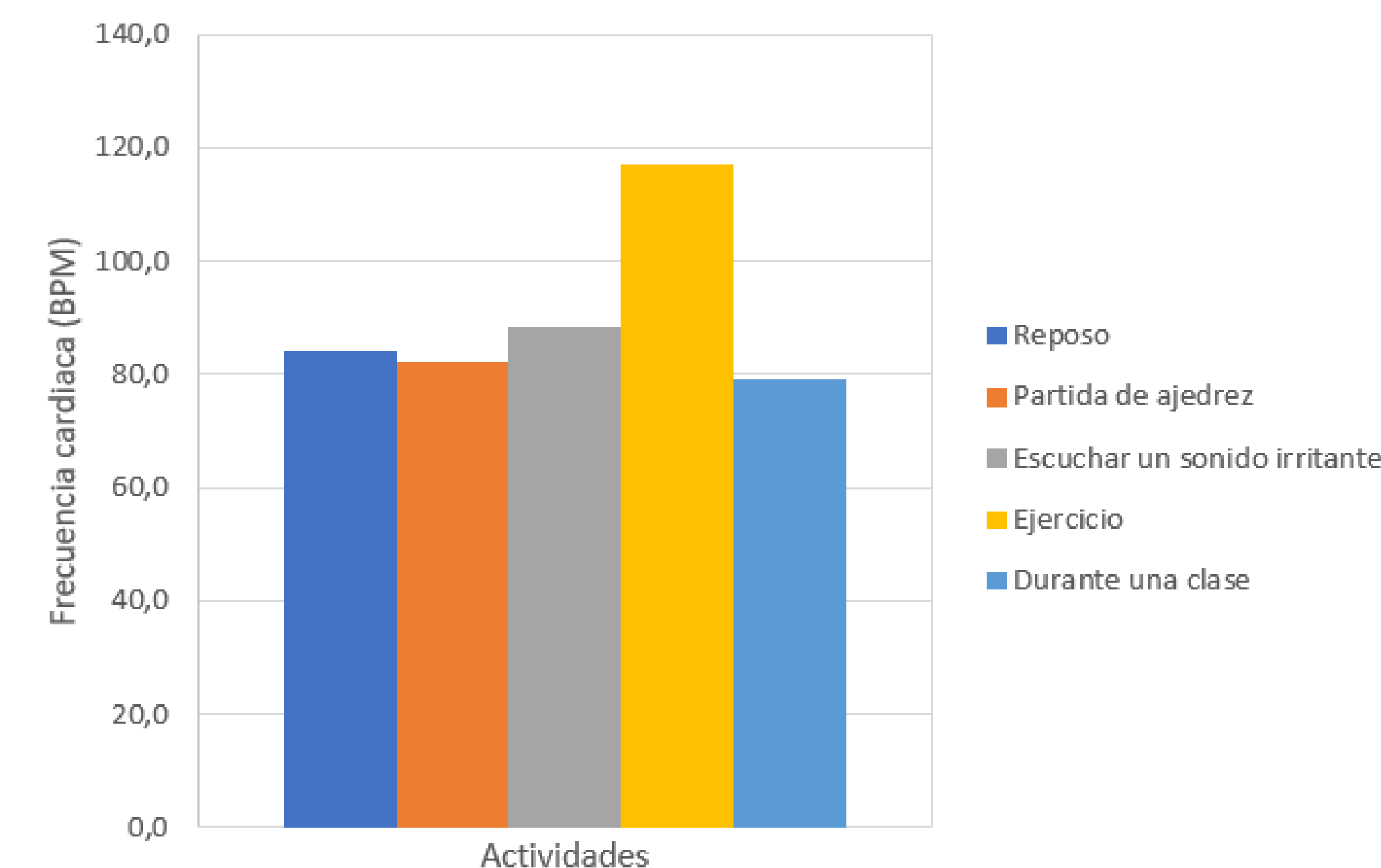


Fig 5. Valores de frecuencia cardiaca de acuerdo con la actividad realizada.

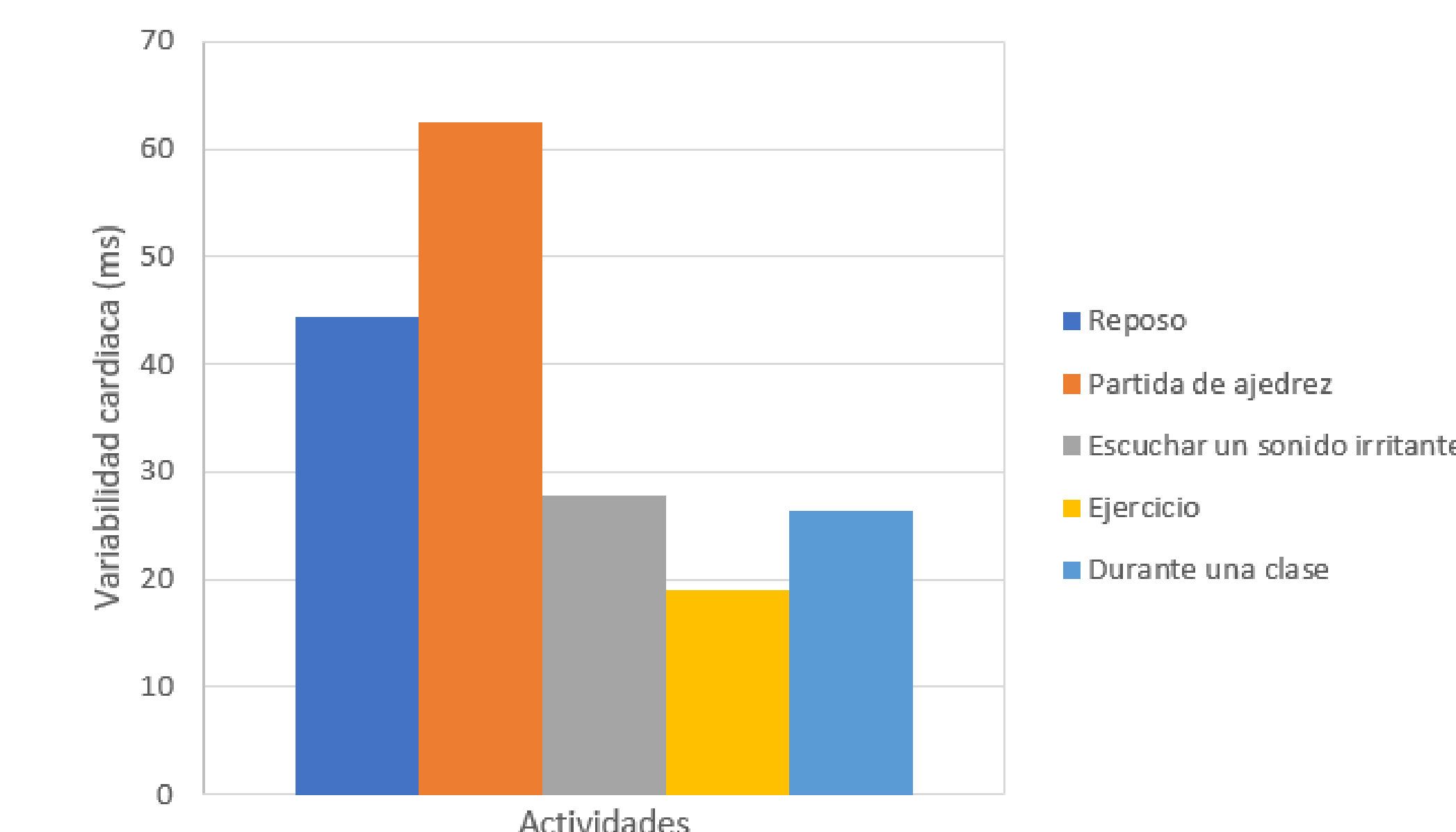


Fig 6. Valores de variabilidad cardiaca (HRV) de acuerdo con actividad realizada.

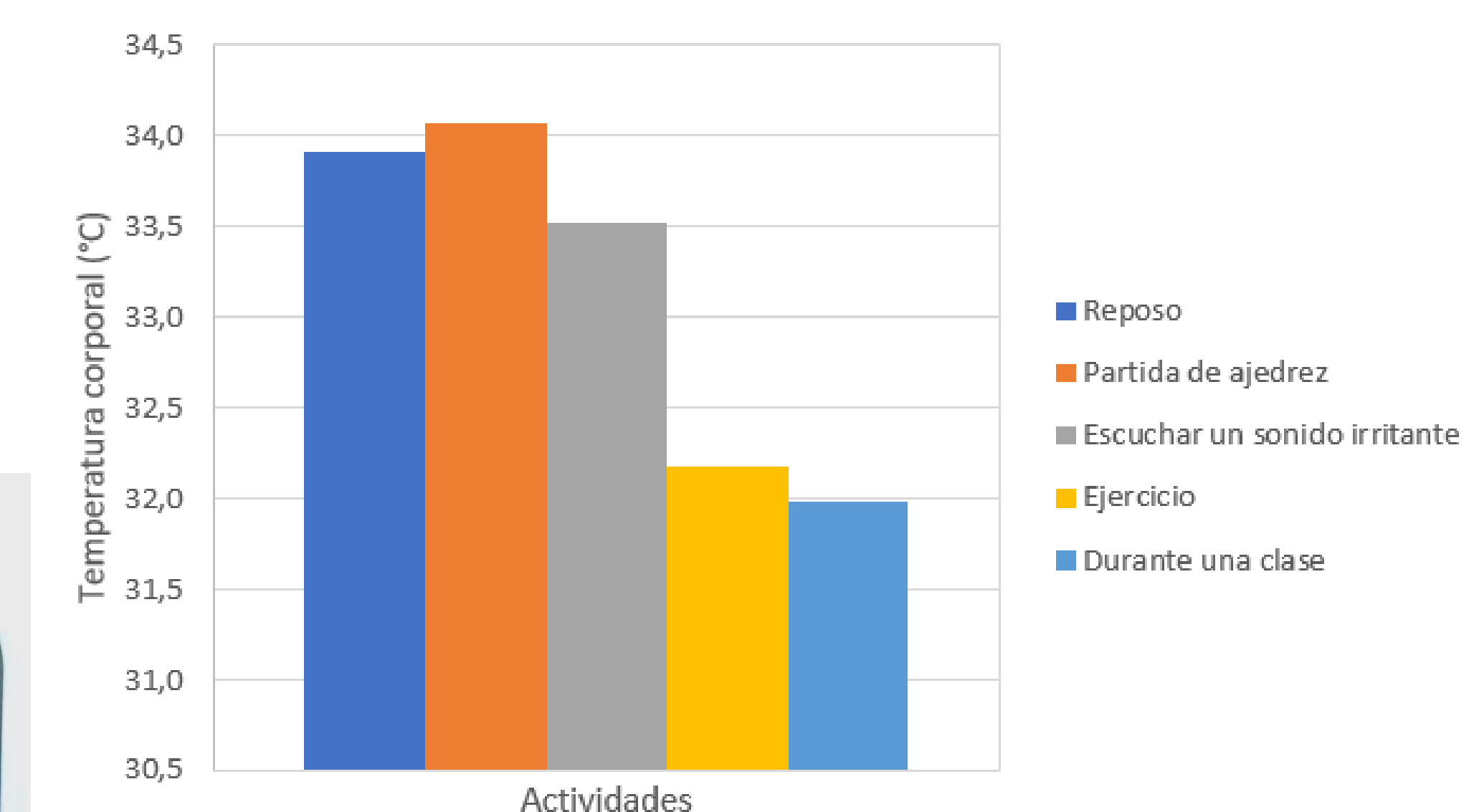


Fig 7. Valores de temperatura corporal de acuerdo con actividad realizada.

Criterio para definir los valores umbrales para los distintos niveles de estrés

- Nivel de estrés bajo: valores de frecuencia cardiaca menores a 85 BPM y una variabilidad cardiaca mayor a 40ms.
- Nivel de estrés moderado: valores de BPM en el rango entre 70 y 90, mientras que la variabilidad cardiaca se encuentra entre 40 y 30 ms.
- Nivel de estrés severo: número de latidos por minuto entre 75 y 110 y la variabilidad cardiaca menor a 30 ms.
- Actividad física: número de latidos por minuto mayores a 110 BPM, la variabilidad cardiaca es menor que 30 ms.

CONCLUSIONES

- Se logró implementar un circuito electrónico de hardware libre que es capaz de medir la temperatura corporal, la frecuencia y la variabilidad cardiaca por medio de sensores comerciales.
- A partir de varias pruebas y del análisis de datos se obtuvo una relación válida entre las variables medidas y el nivel de estrés de un sujeto de estudio.
- Se concluye que la diferencia entre un estado de estrés y de actividad física (ejercicio) está principalmente en la frecuencia cardiaca y la temperatura corporal.
- Los resultados obtenidos en este informe no se pueden generalizar para una población, ya que las variables cardiacas como la frecuencia y la variabilidad se ven alteradas por una gran variedad de factores externos y por ende el estrés también podría alterar estas variables de una forma diferente.

Recomendaciones

Se recomienda utilizar un sensor cardiaco más robusto, que permita detector más fácilmente los signos vitales de la persona.

REFERENCIAS

- [1] Healthline (S. Ferguson), "How Can You Measure Stress?", 2022. [Online]. Available: <https://www.healthline.com/health/stress/stress-measurement>. [Accessed Aug. 10, 2023].
- [2] Cleveland Clinic, "Heart Rate Variability (HRV)", Cleveland Clinic. [Online]. Available: <https://my.clevelandclinic.org/health/symptoms/21773-heart-rate-variability-hrv> (accessed May. 31, 2023).
- [3] E. R. Laskowski, "¿Cuál es la frecuencia cardíaca normal en reposo?", Mayo Clinic. [Online]. Available: <https://www.mayoclinic.org/es-es/healthy-lifestyle/fitness/expert-answers/heart-rate/faq-20057979> (accessed May. 31, 2023).
- [4] C. Schubert, M. Lambert, R. Nelesen, W. Bardwell, JB. Choi, JE. Dimsdale. Effects of stress on heart rate complexity—a comparison between short-term and chronic stress. *Biol Psychol.* 2009 Mar;80(3):325-32. doi: 10.1016/j.biopsycho.2008.11.005. Epub 2008 Dec 3. PMID: 19100813; PMCID: PMC2653595.
- [5] K. Hye-Geum, C. Eun-Jin, B. Dai-Seg, H. L. Young and K. Bon-Hoon, "Stress and Heart Rate Variability: A Meta-Analysis and Review of the Literature," Korean Neuropsychiatric Association, Daegu, 2018.
- [6] O. Gutiérrez. Variabilidad de la frecuencia cardíaca en individuos sanos costarricenses. *Revista Costarricense de Cardiología*, 2(1), 2-10. Retrieved June 01, 2023, from <http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci-arttext&pid=S1409-41422000000100002&lng=en&tlng=es>.
- [7] PP. Punita, K. Saranya, M. Chandrasekar and S. S. Kumar, "Gender difference in heart rate variability in medical students and association with the level of stress", *National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology*, vol. 6, no. 5, pp. 431-437, 2016, doi: 10.5455/njppp.2016.6.0102325042016.
- [8] C. H. Vinkers, R. Penning, J. Hellhammer, J. C. Verster, J. H. G. M. Klaessens, B. Olivier and C. J. Kalkman, "The effect of stress on core and peripheral body temperature in humans", *The International Journal on the Biology of Stress*, vol. 16, no. 5, pp. 520-530, 2013, doi: 10.3109/10253890.2013.807243.
- [9] O. F. Barak, D. G. Jakovljevic, J. Z. Popadic Gacesa, Z. B. Ovcin, D. A. Brodie and N. G. Grujic, "Heart rate variability before and after cycle exercise in relation to different body positions", *Journal of sports science & medicine*, vol. 9, no. 2, pp. 176–182, 2010.

CONTACTO

Estudiante de Ingeniería Mecatrónica, TEC
dianacerdas2002@gmail.com