

**MODELO COMPUTACIONAL PARA LA RECONSTRUCCIÓN NO-INVASIVA DE  
LA ACTIVIDAD CARDIACA 3D  
(Resumen Analítico)**

**COMPUTATIONAL MODEL FOR NON-INVASIVE RECONSTRUCTION OF 3D  
CARDIAC ACTIVITY  
(Analytical Summary)**

**Autores (*Authors*):** DIAZ RIASCOS Mónica Marcela

**Facultad (*Faculty*):** de INGENIERIA

**Programa (*Program*):** INGENIERIA MECATRÓNICA

**Asesor (*Support*):** MsC. DAGOBERTO MAYORCA TORRES

**Fecha de terminación del estudio (*End of the research*):** ABRIL 2023

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

**PALABRAS CLAVE**

INVERSO.

PROBLEMA.

ECGI.

NO INVASIVO.

RECONSTRUCCIÓN.

REGULARIZACIÓN.

TECNICAS.

**KEY WORDS**

*REVERSE.*

*PROBLEM.*

*ECGI.*

*NON-INVASIVE.*

*RECONSTRUCTION.*

*REGULARIZATION.*

*TECHNIQUES.*

**RESUMEN:** El enfoque abordado en este proyecto es la imagen electrocardiográfica (ECGI, por sus siglas en inglés), una técnica novedosa que permite obtener un mapeo eléctrico sobre la superficie del corazón sin necesidad de utilizar instrumentos ni técnicas invasivas, y con mayor resolución que la electrocardiografía tradicional. Uno de los mayores problemas alrededor de ECGI es la falta de modelos computacionales accesibles que apoyen el estudio de la actividad cardiaca. Debido a lo anterior, se propone el desarrollo de un modelo computacional asequible que permita el estudio de las anomalías cardíacas, dicho modelo es un modelo de simulación que se desarrolla en Matlab, usa bases de datos obtenidos de corazones

humanos o animales, el modelo trabaja con potenciales obtenidos de torso y corazón a través del tiempo. La optimización de la solución se realiza mediante la aplicación de métodos de regularización y de filtrado que permitan la obtención de soluciones estables que garanticen la fiabilidad de las medidas de potencial reconstruido. Este proyecto hace parte de un proyecto profesoral vinculado al Grupo de Investigación de Ingeniería Mecatrónica (GRIM) y el grupo Smart Data Analysis Systems Group (SDAS Group), cuyo objetivo es fortalecer la visibilidad del grupo en materia de bioingeniería; dar a conocer la importancia del proyecto. Un tema de alto impacto que podría generar los resultados de este tipo de investigaciones sobre la comunidad científica, con efecto positivo el tratamiento en procedimientos de la electrocardiografía como ablación, y en el tratamiento de arritmias cardíacas.

**ABSTRACT:** *The approach addressed in this project is electrocardiographic imaging (ECGI), a novel technique that allows electrical mapping to be obtained on the surface of the heart without the need to use instruments or invasive techniques, and with higher resolution than electrocardiography. traditional. One of the biggest problems around ECGI is the lack of accessible computational models that support the study of cardiac activity. Due to the above, the development of an affordable computational model that allows the study of cardiac anomalies is proposed. This model is a simulation model that is developed in Matlab, uses databases obtained from human or animal hearts, the model works with potentials obtained from torso and heart over time. The optimization of the solution is carried out by applying regularization and filtering methods that allow obtaining stable solutions that guarantee the reliability of the reconstructed potential measurements. This project is part of a teaching project linked to the Mechatronics Engineering Research Group (GRIM) and the Smart Data Analysis Systems Group (SDAS Group), whose objective is to strengthen the group's visibility in bioengineering; publicize the importance of the project. A high-impact topic that could generate the results of this type of research on the scientific community, with a positive effect on treatment in electrocardiography procedures such as ablation, and in the treatment of cardiac arrhythmias.*

**CONCLUSIONES:** En el estudio, se evaluaron dos métodos de regularización, a saber, el método de Tikhonov de cero orden y el método de pnu de cero orden, para su aplicación en la reconstrucción de señales. Estos métodos fueron sometidos a pruebas y análisis exhaustivos para determinar su eficacia en la reconstrucción de señales cardíacas.

El método de Tikhonov de cero orden demostró ser altamente preciso en la reconstrucción de señales. En la mayoría de los casos, se lograron valores de coeficiente de correlación superiores al 80%, lo que refleja una notable consistencia en la reconstrucción de la señal. Este método destacó en la captura de la forma de la señal "X".

Por otro lado, el método de pnu evaluado en cero orden demostró una buena

capacidad para reconstruir señales en función del tiempo. Se obtuvieron coeficientes de correlación que oscilaron entre el 80% y el 100%, lo que indicó una alta precisión en la reconstrucción de la señal. Además, el método ART sobresalió en la reconstrucción de la amplitud de la señal.

Basándonos en los resultados obtenidos en las evaluaciones métricas, podemos concluir que tanto el método de Tikhonov de cero orden como el método pnu de cero orden son opciones sólidas para investigaciones futuras. El método de Tikhonov es particularmente eficaz en la captura de la forma de la señal, mientras que el método ART destaca en la reconstrucción de la amplitud.

**CONCLUSIONS:** *In the study, two regularization methods, namely zero-order Tikhonov method and zero-order pnu method, were evaluated for application in signal reconstruction. These methods were subjected to extensive testing and analysis to determine their effectiveness in reconstructing cardiac signals.*

*The zero-order Tikhonov method proved to be highly accurate in signal reconstruction. In most cases, correlation coefficient values greater than 80% were achieved, reflecting remarkable consistency in signal reconstruction. This method excelled in capturing the shape of the "X" signal.*

*On the other hand, the pnu method evaluated in zero order demonstrated a good ability to reconstruct signals as a function of time. Correlation coefficients ranging from 80% to 100% were obtained, indicating high accuracy in signal reconstruction. Furthermore, the ART method excelled in reconstructing signal amplitude.*

*Based on the results obtained in the metric evaluations, we can conclude that both the zero-order Tikhonov method and the zero-order pnu method are solid options for future research. The Tikhonov method is particularly effective at capturing the signal shape, while the ART method excels at reconstructing the amplitude.*

**RECOMENDACIONES:** Para investigaciones posteriores, se planea utilizar estos métodos en la predicción de señales y realizar estudios con señales en tiempo real en lugar de basarse en bases de datos preexistentes. Estos hallazgos proporcionan una guía útil para seleccionar el método más adecuado según los objetivos de la investigación, lo que tiene un gran potencial en aplicaciones médicas y científicas.

**RECOMMENDATIONS:** *For further research, it is suggested to use these methods in signal prediction and conduct studies with real-time signals instead of relying on pre-existing databases. These findings provide a useful guide for selecting the most appropriate method according to the research objectives, which has great potential in medical and scientific applications.*