



Conference: Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables -  
Mantenimiento Industrial - Mecatrónica e Informática

*Booklets*



**RENIECYT**  
Registro Nacional de Instituciones  
y Empresas Científicas y Tecnológicas

2015-20795

**CONACYT**

LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - E-Revistas - Google Scholar  
DOI - REBID - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

**Title:** Determinación de actividad electroencefalográfica en personas escuchando música mediante transformada wavelet y análisis espectral

**Authors:** José Jaime ESQUEDA ELIZONDO, David Octavio ROA RICO, Marco Antonio PINTO RAMOS, Roberto Alejandro REYES MARTÍNEZ

**Editorial label ECORFAN:** 607-8324  
**BCIERMIMI Control Number:** 2017-02  
**BCIERMIMI Classification (2017):** 270917-0201

**Pages:** 17  
**Mail:** [jjesqueda@uabc.edu.mx](mailto:jjesqueda@uabc.edu.mx)  
**RNA:** 03-2010-032610115700-14

**ECORFAN-México, S.C.**  
244 – 2 Itzopan Street  
La Florida, Ecatepec Municipality  
Mexico State, 55120 Zipcode  
Phone: +52 1 55 6159 2296  
Skype: ecorfan-mexico.s.c.  
E-mail: [contacto@ecorfan.org](mailto:contacto@ecorfan.org)  
Facebook: ECORFAN-México S. C.

**Twitter:** @EcorfanC

[www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

**Holdings**

Bolivia	Honduras	China	Nicaragua
Cameroon	Guatemala	France	Republic of the Congo
El Salvador	Colombia	Ecuador	Dominica
<b>Peru</b>	<b>Spain</b>	<b>Cuba</b>	<b>Haití</b>
Argentina	Paraguay	Costa Rica	Venezuela
Czech Republic			



- Cárdenas Chávez María Jesús (ITESCA)
- Espinosa Dorado Brian David (UTXJ)
- López Quezada Sarai (UPIBI-IPN)
- Montes Gaspar Monica (UPIBI-IPN)
- Hernandez Barragan Anhaid (UPIITA-IPN)
- Ramos Fierro Julio Gabriel (UPIITA-IPN)
- González Ramírez Erik Omar
- Brito Calvo Sara Jessica



San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,  
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

**2017**

# Introducción

El estudio de los efectos de la música en el cerebro es un tópico de especial interés (Levitin, 2013), la forma en la que esta afecta la actividad cerebral de quien la escucha puede ser estudiada mediante diversos métodos para su registro y caracterización. Los empleados en estas pruebas fueron :

- Adquisición de la actividad eléctrica mediante señales EEG.
- Transformada de Fourier.
- Teorema de Wiener-Khintchine.
- Transformada Wavelet Continua.
- Densidad Espectral de Potencia  $S_{xx}(f)$ .

San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.



Un electroencefalograma (EEG), es una herramienta clínica no invasiva capaz de monitorear y registrar la actividad eléctrica producida en la corteza cerebral, usada para la adquisición y registro de señales (Bermúdez, 2013).

Se implementó la transformada Wavelet Continúa debido a las características no estacionarias del trazo, y su capacidad de descomposición multi-resolución que refleja sus coeficientes en el dominio del tiempo-frecuencia (Medina, 2007) .

San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.



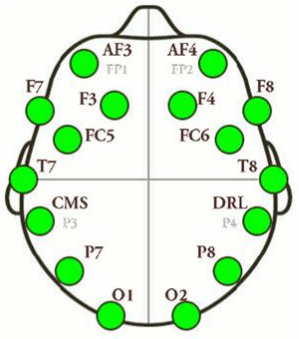
**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,  
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

**2017**

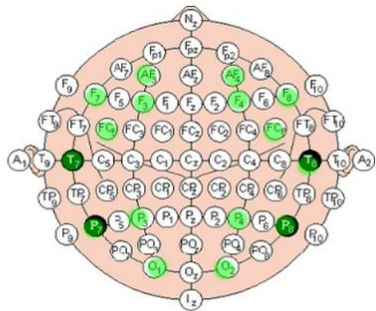
# Metodología

## EMOTIV EPOC HEADSET (Plataforma Encefalográfica)

EEG HEADSET	
Número de canales	14 canales, 2 referencias (CMS,DLR)
Nombre de los canales	AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8, AF4
Frecuencia de muestreo	128 Hz ,128 SPS, (2048 Hz interno)
Resolución	ADC de 16 bits,2 bits se descartan como ruido instrumental,0.51uV
Conectividad	Bluetooth 4.0, 2.4 GHz
Ancho de banda	0.2 - 45Hz, Filtrado Digital para evitar interferencias de 50 y 60 Hz



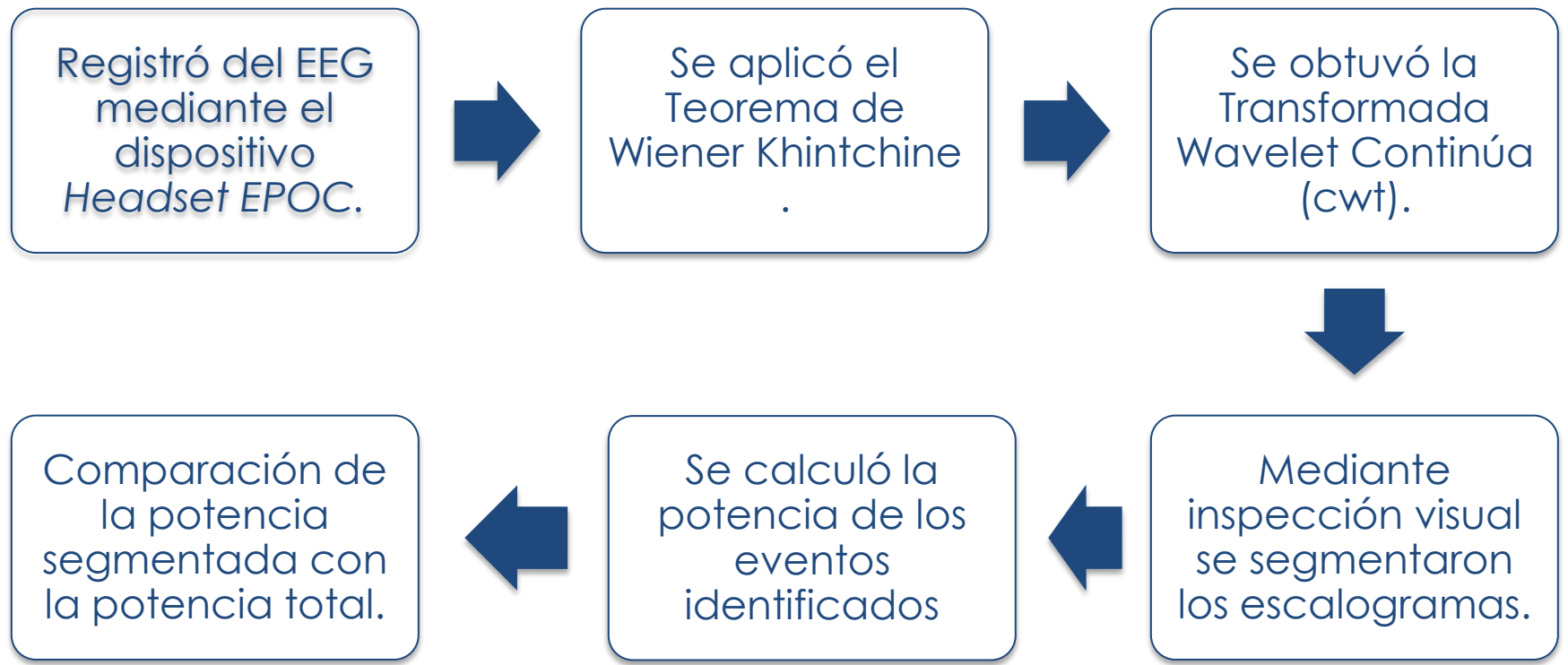
Distribución EEG Headset.



Distribución internacional 10-10.



San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.



San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.



# Resultados

Canales con mayor actividad para S1, al escuchar “For Elise” y “Raining blood”.

Clásica		Metal	
Canal	Potencia	Canal	Potencia
T8	76.20	F8	69.02
T7	1.71	F7	3.34
F8	64.11	T8	53.95
F7	2.52	T7	1.96
P8	19.21	FC5	46.81
P7	1.38	FC6	9.85

San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.

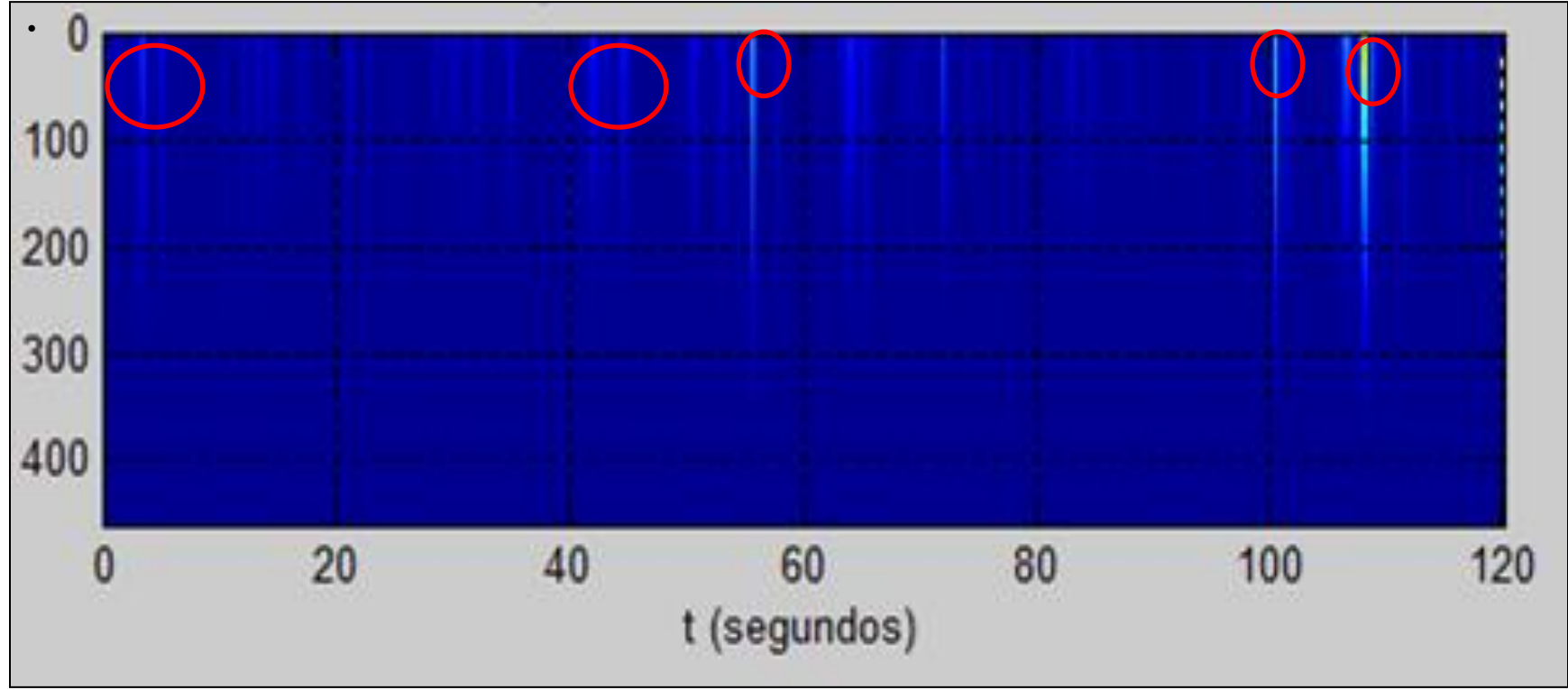


**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables, Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

**2017**



# Escalograma de la Transformada Wavelet para el electrodo FC6 canción "For Elise",



San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.



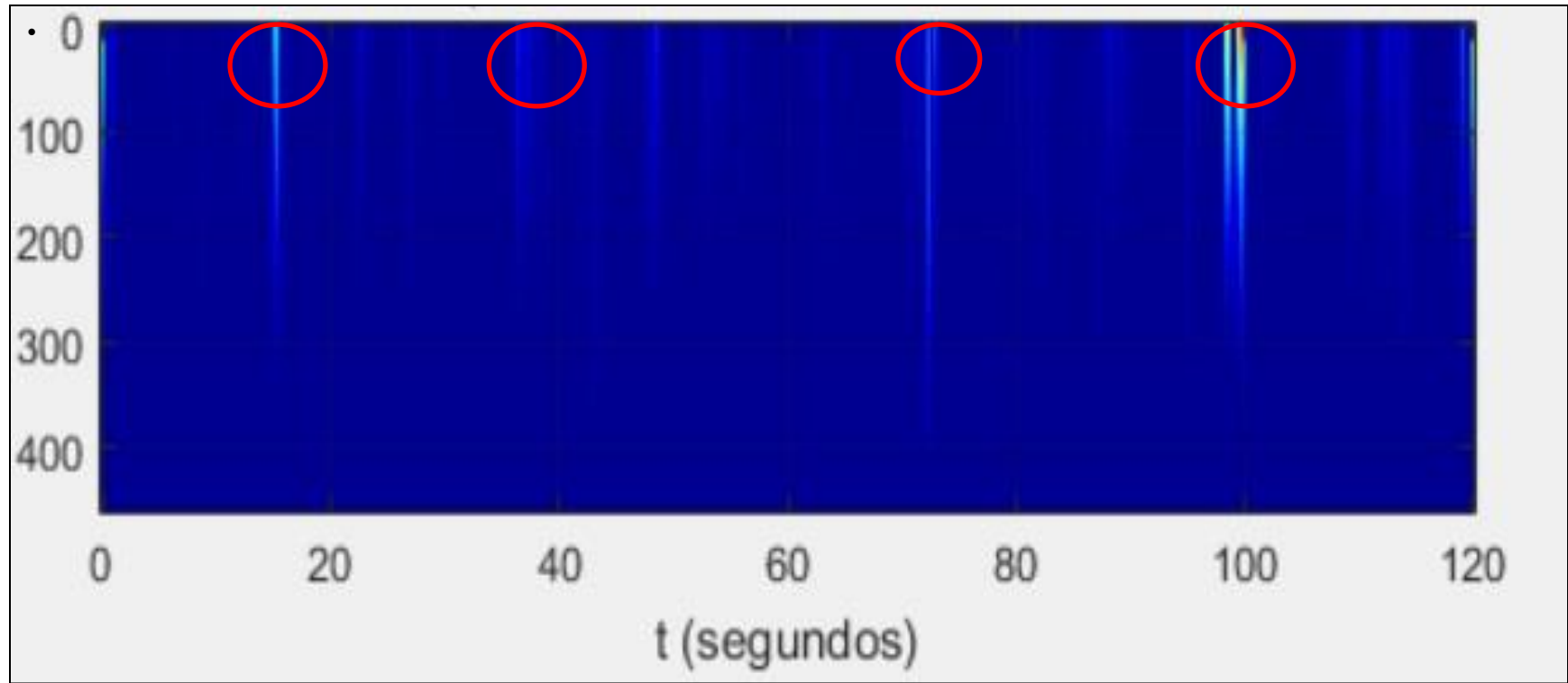
## Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables, Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática

# 2017





# Escalograma de la Transformada Wavelet para el electrodo FC6 canción "Raining Blood".



San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.



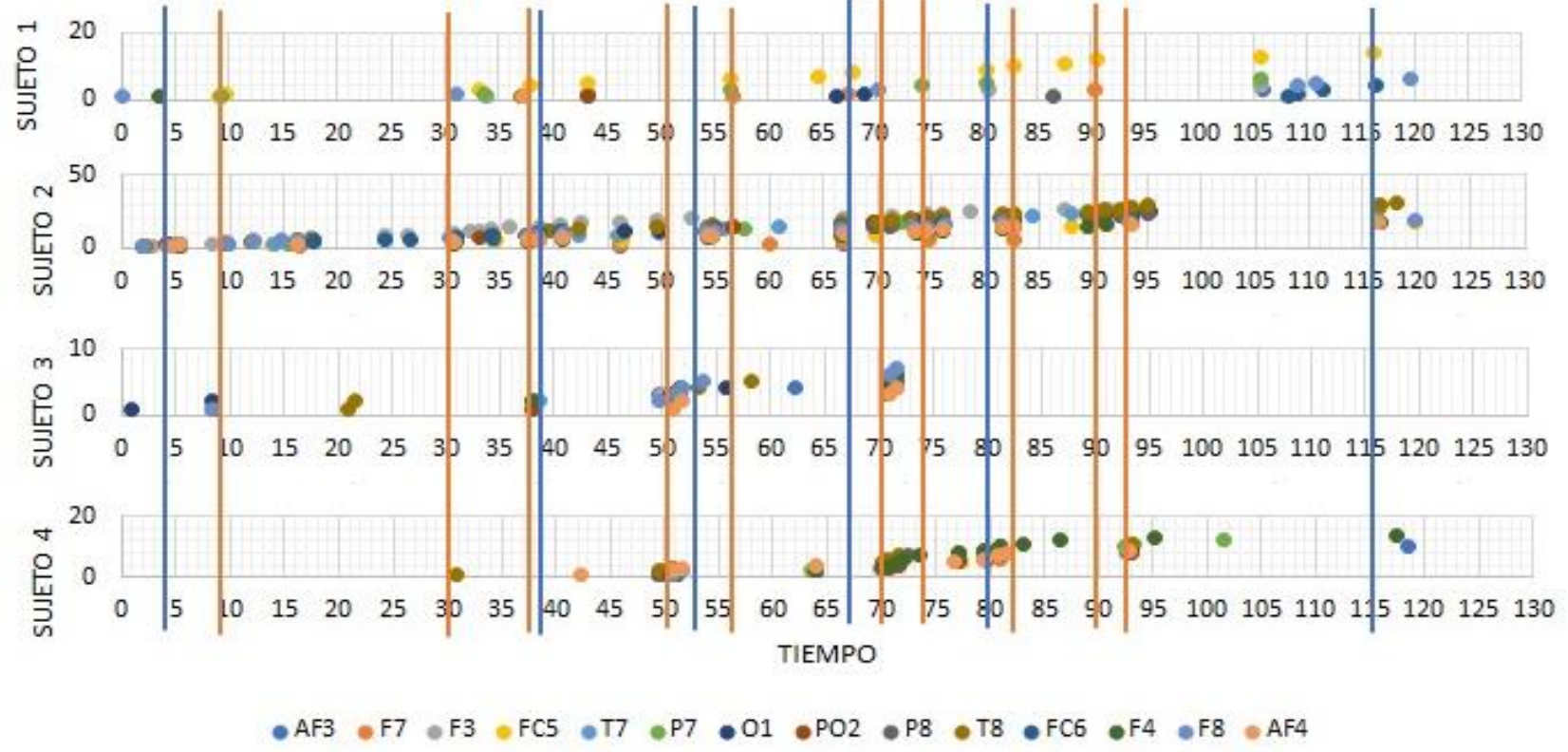
## Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables, Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática

# 2017



# Música Clásica - For Elise – Beethoven

Análisis gráfico para detección de eventos coincidentes entre sujetos.



San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.



## Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables, Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática

# 2017



# Tiempos en segundos con mayor coincidencia de eventos entre sujetos

2 SUJETOS		3 SUJETOS			
4	67	9	50	74	93
39	80	31	56	82	
53	116	38	70	90	

San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.



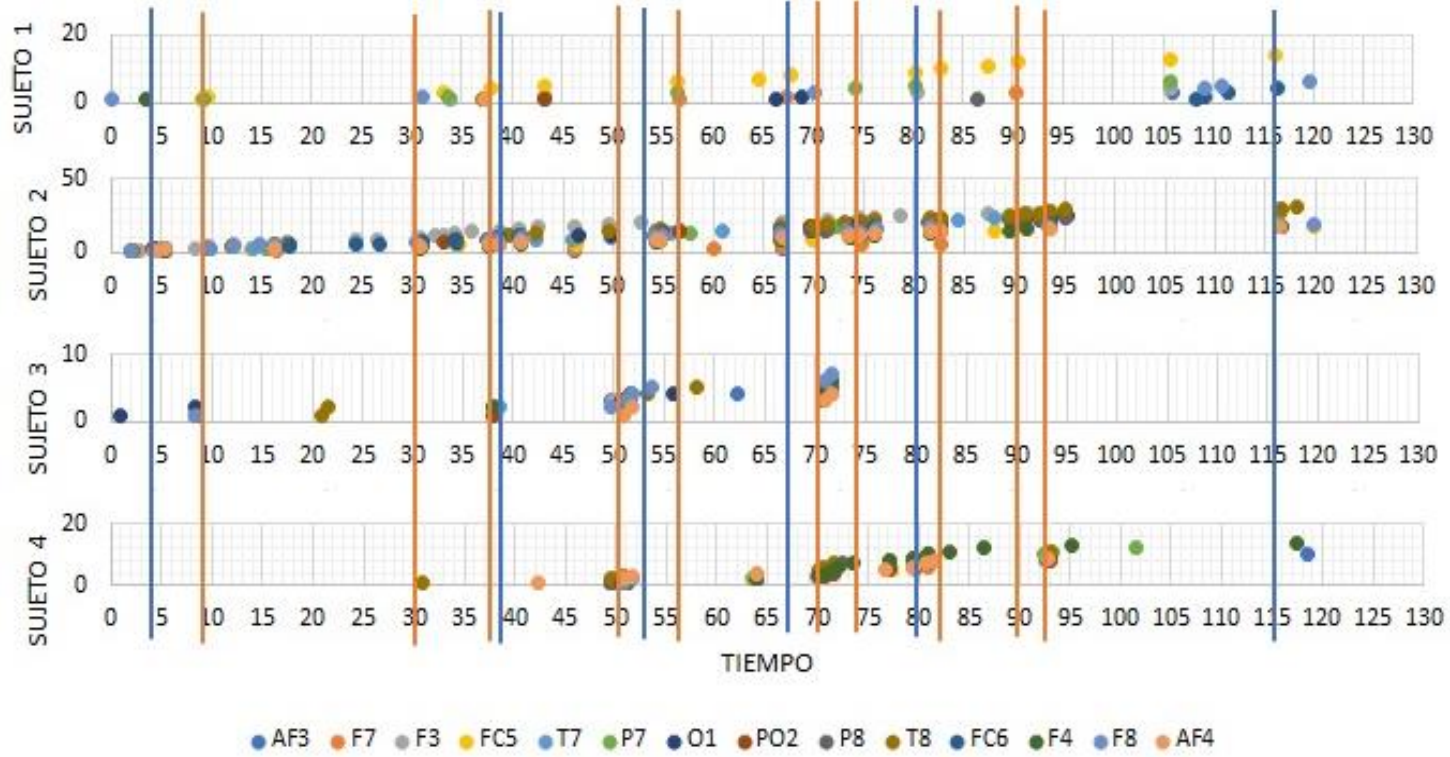
**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,  
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

**2017**



# Música Heavy Metal - Raining Blood - Slayer

Análisis gráfico para detección de eventos coincidentes entre sujetos.



San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.



## Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables, Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática

# 2017

*Tiempos en segundos con mayor coincidencia de eventos entre sujetos.*

2 SUJETOS		3 SUJETOS			
4	67	9	50	74	93
39	80	31	56	82	
53	116	38	70	90	

San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.

# Conclusiones

- El uso de la Transformada Wavelet permite conocer el comportamiento en frecuencia a cada instante de la señal EEG.
- Se registró una reincidencia notable en los electrodos T8, F8, FC6 y AF4.

San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.

- En la música clásica (For Elise), se observó que la mayoría de los tiempos registrados coinciden con las partes de la melodía en la que se repetían los primeros cuatro compases.
- Para la música heavy metal (Raining Blood), no se detectaron momentos de coincidencia generalizados.

San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.

# Referencias

- Bermúdez, A. N. (2013). Técnicas de procesamiento de EEG para detección de eventos. UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA.
- Chanda M. L. y Levitin D. J. (2013). The neurochemistry of music. Trends Cogn Sci. Vol. 17.
- Chávez, V., Torres, D., Herrera, J., & Hernández, A. (2016). Adquisición y análisis de señales encefalográficas utilizando el dispositivo Emotiv EPOC. (ECOFRAN, Ed.) Revista de Tecnología e Innovación.
- Cortés O., J. A., Medina A., F. A. y Chaves O., J. A. (2007). “Del análisis de Fourier a las Wavelets, análisis de Forier”. Univesidad Tecnológica de Pereira. Vol. 1.
- Duvinage, M., Castermans, T., Dutoit, T., Petieau, M., Hoellinger, T., De-Saedeleer, C., Seetharaman, K. y Cheron, g. (2012). “AP300-Based quantitative comparison between the Emotiv EPOC headset and a medical EEG device,” in Proc. Biomedical Engineering, track 764-071.
- Esqueda, J. J., Jimenez Beristain, L., Reyes Martinez, R. A., Camacho Parales, A., Mena Quevedo, E. y Roque Sandoval, J. A. (2014). “Metodología para el análisis de señales encefalográficas en actividad lúdicas”. Congreso Internacional de Investigación.

San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.



- Esqueda, J. J., Bermúdez, E. E., Jiménez, L., Rojo, Y., Mungía, P. E., y Zaragoza, J. M. (2015) “Análisis de señales electroencefalográficas en un niño con autismo realizando diferentes actividades de aprendizaje”, Congreso Internacional en Ingeniería Electrónica. Mem. Electro.
- Kridsakron, Y., Seth, P. y Pasin Irasena, N. A. (2012) “Brian Signal Detection Methodology for Attention Training using minimal EEG channels”. tenth International Conference on ICT and Knowledge Engineering.
- Luna Guevara, G. (2014). Reduccion de ruido en señales de electrocenfalograma: una aplicación para mejorar las imágenes de mapeo cerebral. Electronic Journal of Biomedicine.
- Nunez Juan Manuel (2008), La música clásica y el Heavy Metal, Creación y Producción en Diseño y Comunicación N°19, ISSN: 1668-5229.
- Morales, L. N., Ríos, J. A., Hernández, J., & Martínez, P. (2016). Manipulación de un brazo robótico mediante señales electroencefalográficas. (ECOFRAN, Ed.) Revista de Tecnología e Innovación, pp.89-98.

San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.



- Morales, L. N., Ríos, J. A., Hernández, J., & Martínez, P. (2016). Actividad encefalográfica cuantitativa y sueño en estudiantes de medicina Campus Durango de la UJED. (ECOFRAN, Ed.) Revista de Ciencias de la Salud, pp.1-10.
- Patrik, J. N. y Sloboda, J. A. (2001). “Music and emotion: Theory and research”. Oxford University Press.
- Patrik, J. N. y Västfjäll, D. (2008). “Emotional responses to music: The need to consider underlying mechanisms”. Behavioral and brain sciences, Vol. 31.
- Rioul, O. y Vetterli, M. (1991). Wavelets and Signal Processing. IEEE signal processing magazine.

San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,  
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

**2017**



**ECORFAN®**

**© ECORFAN-Mexico, S.C.**

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMIMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- ([www.ecorfan.org/](http://www.ecorfan.org/) booklets)