

# Tabla de Contenido

Índice de Tablas	xi
Índice de Ilustraciones	xii
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Estudio del sueño	1
1.1.1. Análisis de polisomnogramas para la investigación del sueño	4
1.1.2. Eventos fásicos en el EEG	6
1.2. Husos Sigma	8
1.3. Motivación de la memoria	10
1.3.1. Detección automática y caracterización de husos sigma en registros polisomnográficos de niños	11
1.3.2. Descomposición de potenciales neuronales en un canal del EEG	13
1.4. Objetivos	14
1.4.1. Objetivo General	14
1.4.2. Objetivos Específicos	14
1.5. Estructura de memoria	14
<b>2. Antecedentes generales</b>	<b>16</b>
2.1. Algoritmos de descomposición de señal usando diccionarios	16
2.1.1. Descomposición atómica de señales	16
2.1.2. Matching Pursuit (MP)	17
2.1.3. K-SVD	19
2.2. Modelos de descomposición de señal	25
2.2.1. Descomposición modal empírica	25
2.2.2. Modelo de descomposición de señal de A. Brockmeier y J. Principe	28
<b>3. Método</b>	<b>36</b>
3.1. Consideraciones previas	36
3.2. Método de detección de husos sigma a partir de descomposición de señal	38
3.2.1. Modelo de descomposición de señal	38
3.2.2. Algoritmo propuesto de detección de husos sigma	39
<b>4. Presentación y Análisis de resultados</b>	<b>48</b>
4.1. Resultados del método	48
4.1.1. Criterios utilizados para comparar la concordancia entre las detecciones del sistema y las marcas de los expertos	48

4.1.2.	Medidas estadísticas utilizadas . . . . .	51
4.1.3.	Desempeño del sistema de detección de husos sigma . . . . .	51
4.2.	Análisis de resultados . . . . .	53
4.2.1.	Proceso de entrenamiento y diccionarios aprendidos . . . . .	53
4.2.2.	Inspección visual de resultados usando el modelo descomposición de señal . . . . .	55
<b>5.</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>64</b>
5.1.	Conclusiones . . . . .	64
5.2.	Trabajo Futuro . . . . .	66
<b>6.</b>	<b>Bibliografía</b>	<b>68</b>

# Índice de Tablas

1.1. Tabla resumen con las bandas de frecuencia y etapas de sueño de los patrones de señal del EEG . . . . .	8
4.1. Resultados de 10 pruebas distintas del sistema de detección de husos sigma sobre el conjunto de entrenamiento . . . . .	52
4.2. Resultados de 10 pruebas distintas del sistema de detección de husos sigma sobre el conjunto de prueba . . . . .	52
4.3. Tabla de referencia con los resultados del método propuesto y los resultados del detector de Leonardo Causa . . . . .	62

# Índice de Ilustraciones

1.1.	Hipnograma de un niño de 10 años . . . . .	4
1.2.	Observación de los canales de un polisomnograma . . . . .	5
1.3.	Colocación de electrodos en un paciente . . . . .	5
1.4.	Zonas de distribución de electrodos en el cuero cabelludo para el EEG . . . . .	7
1.5.	Ejemplos de husos sigma marcados por un experto en un registro del EEG . . . . .	9
1.6.	Ejemplo de la morfología de una <i>Morlet wavelet</i> y un huso sigma . . . . .	9
1.7.	Diagrama de módulos de sistema de detección en cascada desarrollado por Leonardo causa . . . . .	12
1.8.	Ejemplo de descomposición de una señal según modelo de Brockmeier y Principe . . . . .	13
2.1.	Descomposición parcial de onda cuadrada por serie de Fourier . . . . .	18
2.2.	Modelo de K-means para la separación de observaciones en 5 grupos o clusters . . . . .	21
2.3.	Ejemplo de descomposición de una señal usando EMD . . . . .	27
2.4.	Proceso de <i>Sifting</i> en EMD . . . . .	29
2.5.	Modelo de descomposición de señal propuesto por Austin Brockmeier y Jose Principe . . . . .	30
2.6.	Cálculo del producto interno entre las formas de onda del diccionario y la señal del canal . . . . .	33
2.7.	Formación de la matriz de error $\check{E}_p$ . . . . .	35
3.1.	Ejemplo de un registro de polisomnograma con marcas de experto en rojo indicando presencia de husos sigma . . . . .	37
3.2.	Diagrama de la metodología del método de detección de husos sigma . . . . .	40
3.3.	Ejemplo de asignación aleatoria de conjuntos de entrenamiento y prueba . . . . .	41
3.4.	Visualización de una muestra de la base de datos (arriba) y su IMF con mayor valor de potencia media en la banda sigma (abajo) . . . . .	42
3.5.	Procedimiento controlado de descomposición de señal . . . . .	43
3.6.	Selección de husos sigma según sus longitudes, para el entrenamiento de los sub-diccionarios . . . . .	45
3.7.	Obtención del residuo de cada iteración de MP en la fase de prueba . . . . .	46
3.8.	Detección de husos sigma usando formas de onda combinada . . . . .	47
4.1.	Criterios usados para cuantificar el desempeño del detector de husos sigma . . . . .	50
4.2.	Resultados del entrenamiento de un diccionario conformado por formas de onda de 8 longitudes distintas . . . . .	54
4.3.	Resultados del sistema usando la representación del modelo de descomposición de A. Brockmeier y J. Principe . . . . .	56

4.4.	Resultados del sistema para la muestra 1, correspondiente a un segmento continuo de la señal del conjunto de prueba . . . . .	59
4.5.	Resultados del sistema para la muestra 2, correspondiente a un segmento continuo de la señal del conjunto de prueba . . . . .	60
4.6.	Resultados del sistema para la muestra 3, correspondiente a un segmento continuo de la señal del conjunto de prueba . . . . .	61