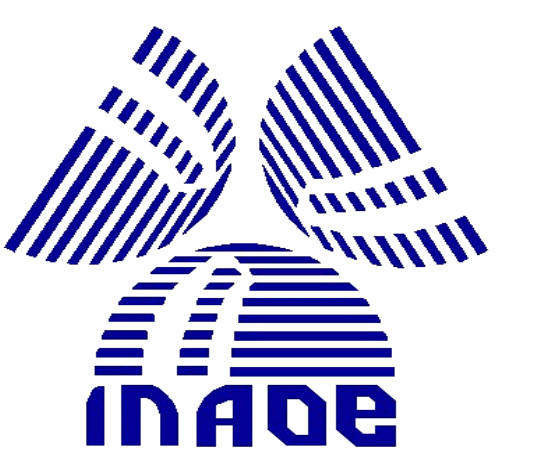




# Selección automática de canales de electroencefalogramas registrados durante el habla imaginada



INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA

Alejandro Antonio Torres García

Asesores

Dr. Carlos Alberto Reyes García y Dr. Luis Villaseñor Pineda

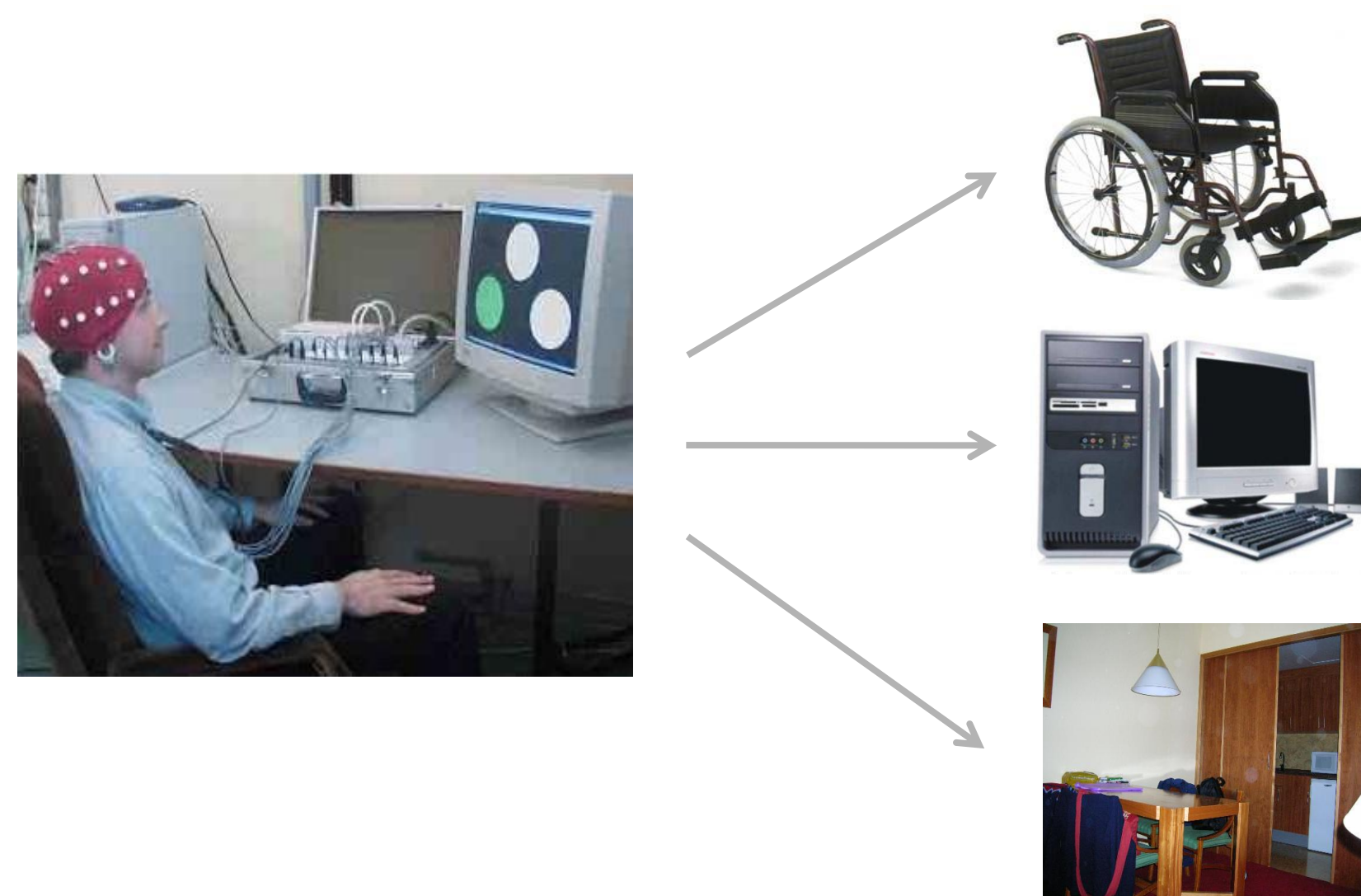
COORDINACIÓN DE CIENCIAS COMPUTACIONALES

## Motivación

- Proporcionar un medio de comunicación para permitir la integración de las personas con discapacidad motriz severa.

## Introducción

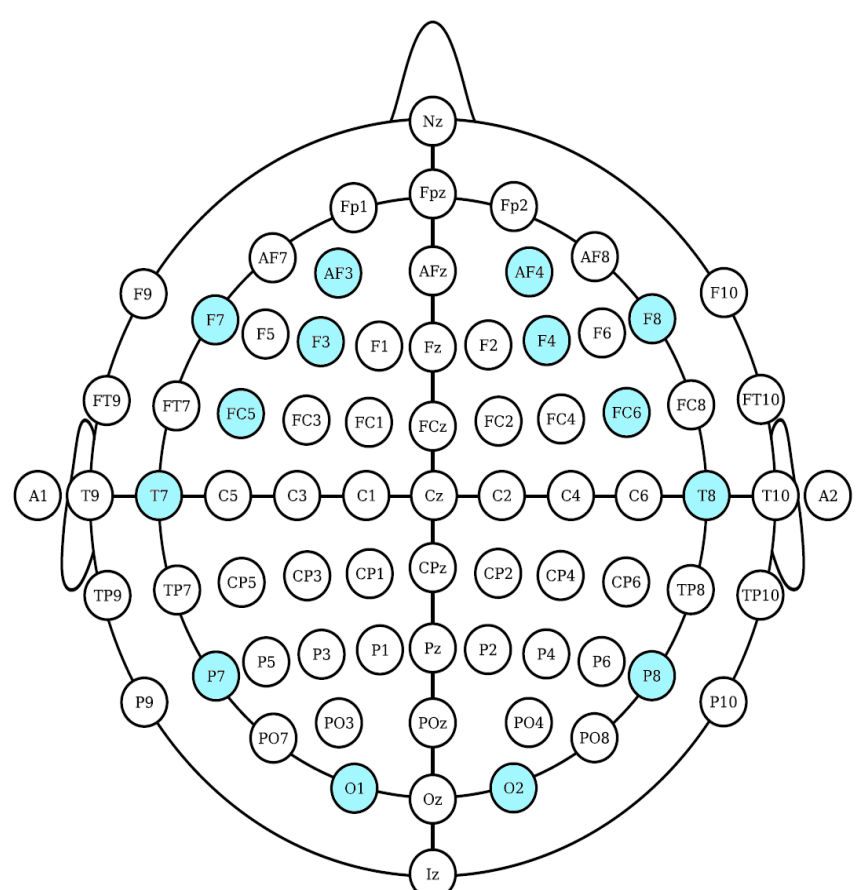
- Una Interfaz Cerebro Computadora (BCI, por sus siglas en inglés) es un sistema que intenta proveer al cerebro de un nuevo canal de comunicación y control [Wolpaw et al., 2002].
- Para adquirir la actividad cerebral existen diversas alternativas, no obstante los electroencefalogramas (EEG) son los más utilizados debido a que son no invasivos, económicos y relativamente sencillos.
- Existen diversas señales presentes en los electroencefalogramas que han sido utilizadas para controlar a las BCIs dentro de ellas las principales son: los potenciales corticales lentos, los potenciales visuales evocados, las imágenes motoras y las ondas P300.
- Recientemente se han explorado otras alternativas dentro de las que se encuentra el uso del habla imaginada, también referida como habla interna o no pronunciada.



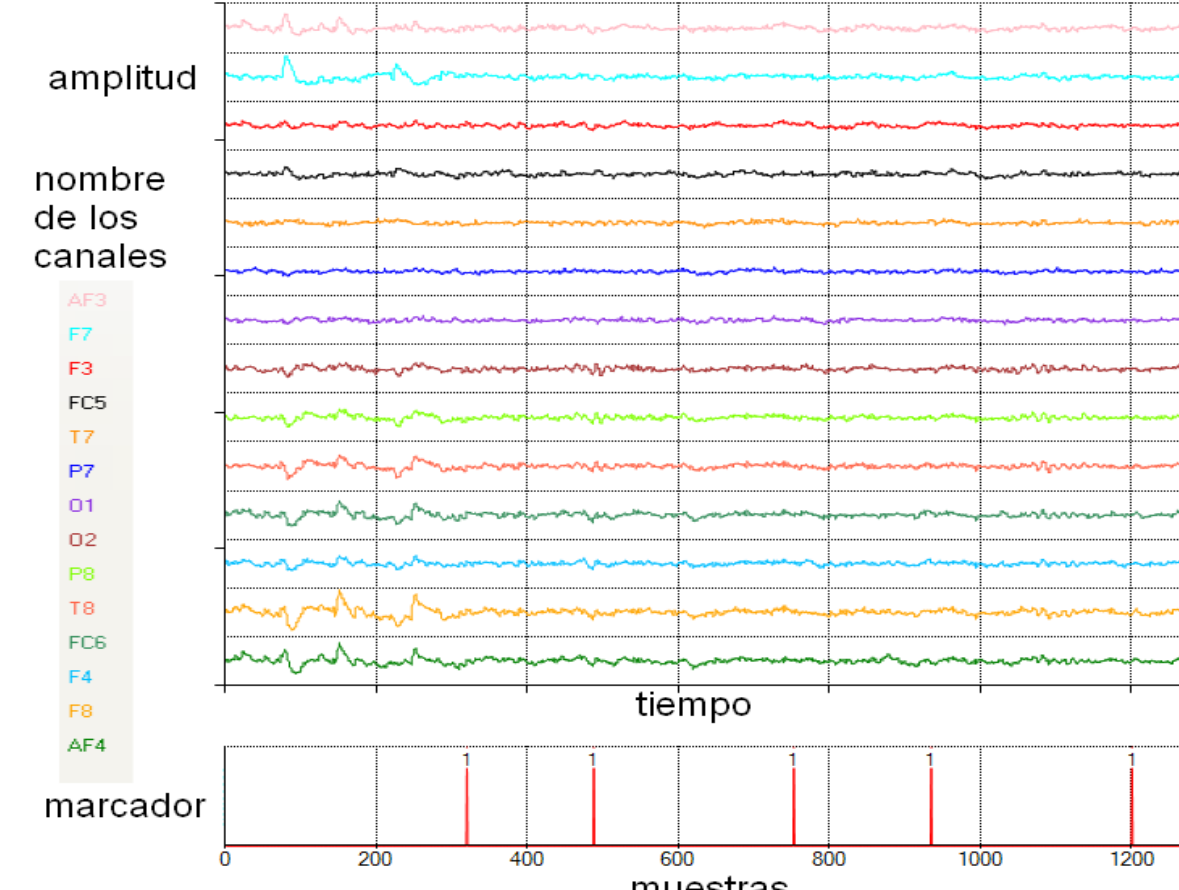
Persona con una interfaz cerebro-computadora basada en EEG [Millan, 2002]

## Problemática

- Ambos tipos de BCIs aún no son usados en aplicaciones de la vida real. Un factor importante es que muchos de los algoritmos disponibles se enfocan en analizar el EEG proveniente de múltiples canales. Asimismo se dispone de un conjunto de entrenamiento pequeño [Wang et al., 2006].
- La maldición de la dimensionalidad es el problema que más afecta a las BCIs [Lotte et al., 2006].
- Para tratar de solucionar al problema anterior, básicamente se han seguido tres enfoques: selección de características, filtrado espacial, y selección de canales.



Posiciones de los electrodos de acuerdo al sistema internacional 10-20. En azul se marcan los electrodos del kit de la compañía EMOTIV



Ejemplo de señales EEG grabadas mientras se imagina la pronunciación de la palabra "arriba"

## Estado del Arte

Trabajo	Objetivos	Tipo	Clases	Características	Remoción de artefactos	Clasificador
Lal et al. 2004	Exactitud	Embebido	2	C.A de orden 3	No	SVM
Lan et al. 2006	Exactitud	Filtrado	2	PSD sobre 5 bandas de frecuencias	remoción parpadeos (EOG)	Ensamble de GMM, KNN, and KDE
Wang et al. 2006	Exactitud	Filtrado	2	CSP	No	LDA
Yang et al. 2012	Exactitud	Envoltura	2	FFT	No	MLP
Al-Ani and Al-Sukker 2006	Exactitud	Envoltura	2	PWT	No	LSVM
Lv and Liu 2008	Exactitud y núm. canales (suma ponderada)	Envoltura	2	CSP	No	LDA
Hasan and Gan 2009	Exactitud y núm. de canales	Envoltura	2	C.A. de orden 6	No	LDA
Al Moubayed et al. 2010	Exactitud y núm. de canales	Envoltura	2	C.A. de orden 6	No	LDA
Propuesta	Exactitud y núm. de canales	Envoltura	Multi-clase	Fusión de varios dominios	Sí, únicamente con EEG	por definir

- Hasta donde se tiene conocimiento, los trabajos previos en optimización multi-objetivo no han atacado:
  - Habla imaginada como fuente electrofisiológica.
  - Problemas multi-clase.
  - Artefactos en su espacio de búsqueda: latidos de corazón, parpadeos, entre otros.
  - Un único dominio de características para representar la información del canal.

## Objetivos

### Objetivo General

- Desarrollar un método de selección automática de canales de EEG basado en optimización multi-objetivo cuya exactitud y número de canales seleccionados sea comparable con trabajos previos. Este método será aplicable a problemas de clasificación multi-clase.

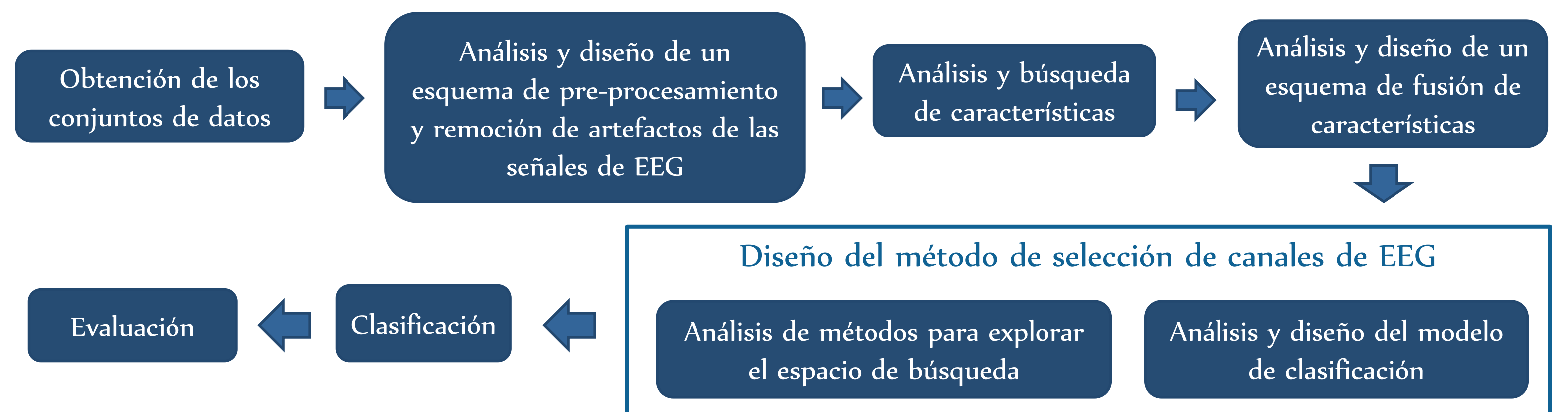
### Objetivos Específicos

- Diseñar una estrategia para la remoción de artefactos presentes en las señales de EEG.
- Identificar diferentes tipos de características relevantes tanto en el reconocimiento de movimientos imaginados como de habla imaginada.
- Diseñar una configuración de fusión de diferentes tipos de características.
- Diseñar e implementar una estrategia de búsqueda para poder explorar el espacio de posibles combinaciones de canales de EEG.
- Diseñar e implementar un modelo de clasificación de señales EEG que permita tratar la información a nivel canal.

## Contribuciones

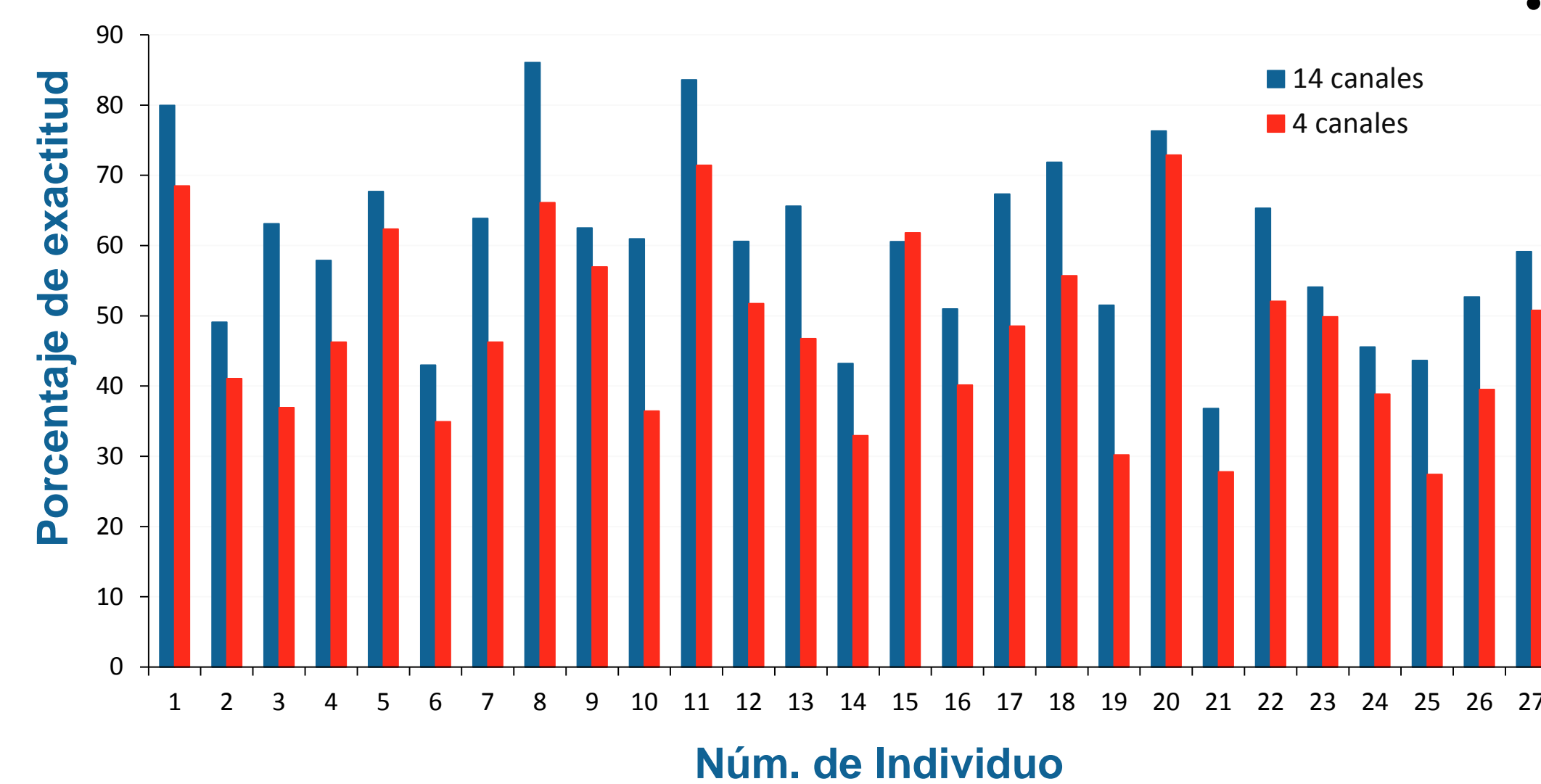
- Un método para la selección de canales EEG robusto a problemas multi-clase y a artefactos como parpadeos y latidos de corazón.
- Un esquema de fusión de características para enriquecer la información de un mismo canal, que permita su interpretación, y que sea robusta a distintos individuos.
- Un modelo de clasificación de señales de EEG que permita tratar la información a nivel canal.

## Metodología

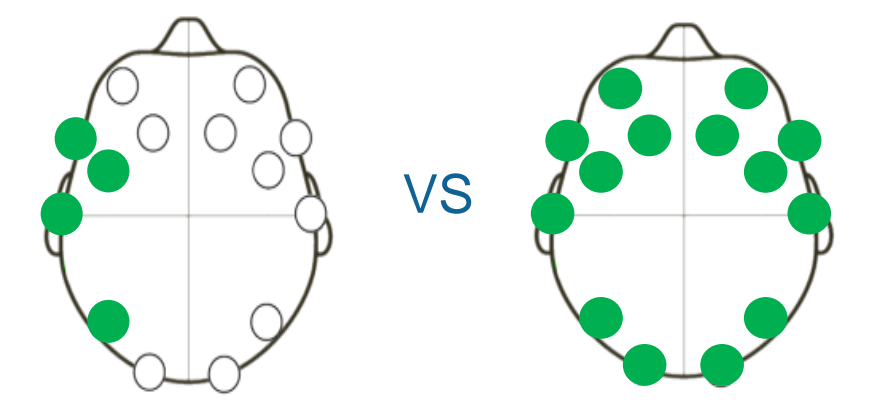


## Resultados preliminares

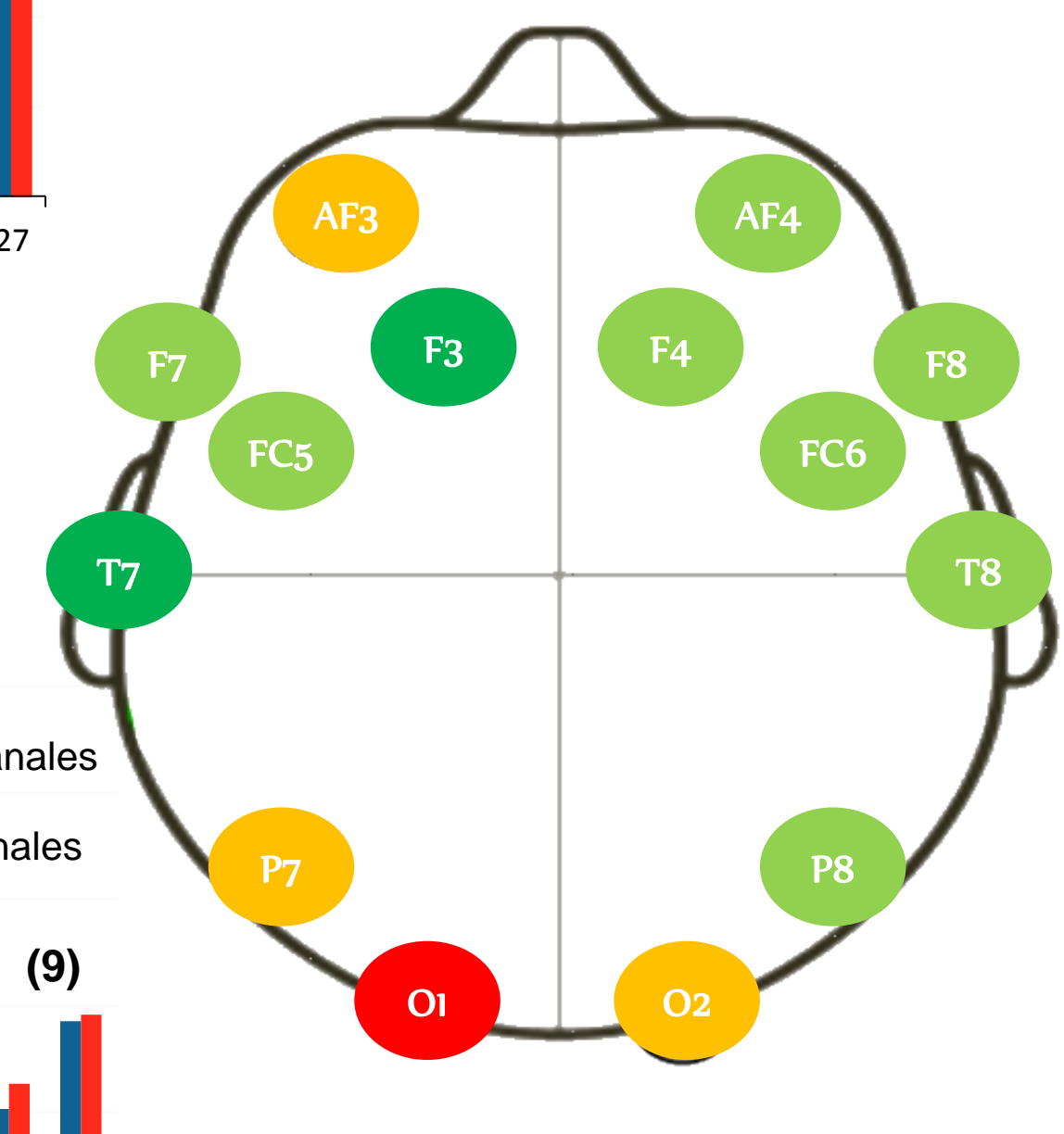
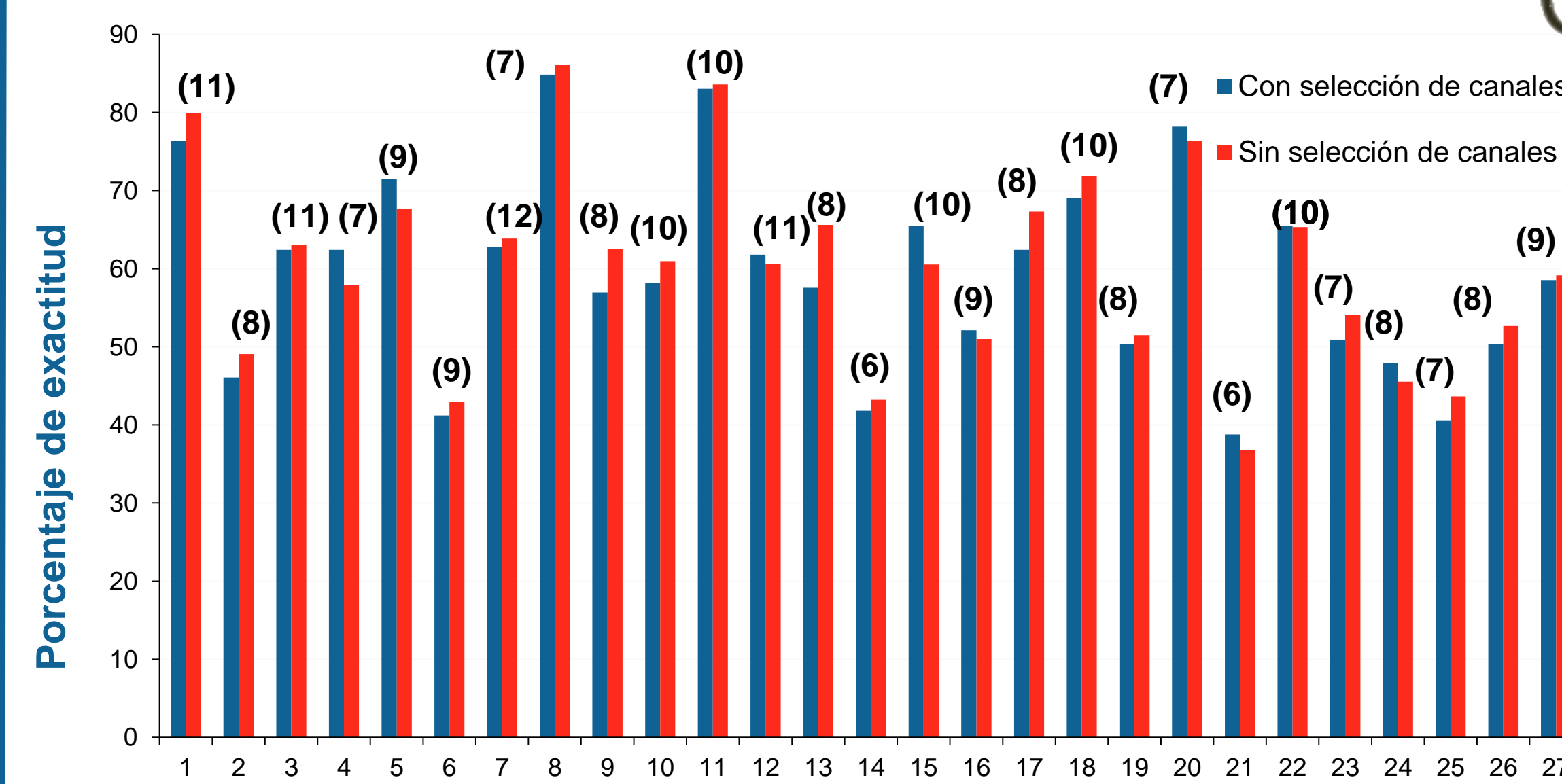
Experimento 1. ¿Aportan información otros canales distintos a los cercanos a las áreas lingüísticas de Broca y Wernicke?



- Artículo enviado a la revista mexicana de ingeniería biomédica



Experimento 2. ¿Es posible mantener las exactitudes obtenidas utilizando un menor número de canales?



Color	Número de apariciones
Verde	21-25
Amarillo	16-20
Naranja	11-15
Rojo	0-10

Distribución de los canales seleccionados

## Conclusiones

- Es posible mejorar los resultados de trabajos previos en habla imaginada.
- Pueden otros canales, diferentes a los ubicados en las zonas lingüísticas del hemisferio izquierdo, aportar más información a la clasificación de habla imaginada.
- Es recomendable llevar a cabo un proceso de selección de canales en habla imaginada.

## Referencias

[Al-Ani and Al-Sukker, 2006] Al-Ani, A., and Al-Sukker, A. (2006). Effect of feature and channel selection on eeg classification. In *Engineering in Medicine and Biology Society, 2006. EMBS'06. 28th Annual International Conference of the IEEE*, pages 201-204. IEEE.

[Al Moubayed et al., 2010] Al Moubayed, N., Hasan, B., Gan, J., Petrovski, A., and McCall, J. (2010). Brainwave and its application in channel selection for brain-computer interface. In *Computational Intelligence (CI) 2010 10th Workshop on*, pages 4-8. IEEE.

[Arvanth et al., 2011] Arvanth, M., Gan, C., Ang, K., and Qian, H. (2011). Optimizing the channel selection and classification accuracy in eeg-based bci. *BioMedical Engineering Online*, 10(1):1-12.

[Brendel et al., 2008] Brendel, J., Nien-Cadmon, A., Kennedy, P., and Clavier, T. (2008). Brain-computer interface for speech communication. *Speech communication*, 50(12):207-219.

[Duan-Horikawa et al., 2012] Duan-Horikawa, J., Kuro, T., Mochizuki, H., Hennig, L., Thoenen, C., and Sorenson, H. (2012). Channel selection for automatic seizure detection. *Clinical Neurophysiology*, 123(5):84-92.

[Hasan and Gan, 2009] Hasan, B., and Gan, J. (2009). Multi-objective particle swarm optimization for channel selection in brain-computer interfaces. In *The 18th Workshop on Computational Intelligence (IAAC2009)*.

[Lal et al., 2004] Lal, T., Schroder, M., Hinterberger, T., Weston, J., Ripstein, M., Birbaumer, N., and Schalkoff, B. (2004). Support vector channel selection in bci. *Biomedical Engineering Online*, 3(1):1-10.

[Lan et al., 2006] Lan, T., Endagawa, D., Adami, A., Pavol, M., and Mathun, S. (2006). Salient eeg channel selection in brain-computer interfaces by mutual information maximization. In *Engineering in Medicine and Biology Society, 2006. EMBS'06. 28th Annual International Conference of the*, pages 2064-2067. IEEE.

[Lotte et al., 2007] Lotte, F., Congedo, M., Lécuyer, A., Lamarche, F., and Arnaldi, B. (2007). A review of classification algorithms for eeg-based brain-computer interfaces. *Journal of neural engineering*, 4(4).

[Liu and Liu, 2008] Liu, J., and Liu, M. (2008). Common spatial pattern and particle swarm optimization for channel selection in bci. In *Innovative Computing Information and Control Informatics (ICICI'08) 3rd International Conference on*, pages 457-457. IEEE.

[Sannelli et al., 2010] Sannelli, C., Diabasis, T., Hildner, S., Hammer, E., Müller, K., and Blankertz, B. (2010). On optimal channel configurations for user-based brain-computer interfaces. *Brain topography*, 23(2):186-192.

[Wang et al., 2006] Wang, Y., Gan, S., and Gan, X. (2006). Common spatial pattern method for channel selection in motor imagery based brain-computer interface. In *Engineering in Medicine and Biology Society, 2006. IEEE-EMBS 2006. 27th Annual International Conference of the*, pages 5391-5395. IEEE.

[Waters, 2006] Waters, M. (2006). *Imagined Speech: Speech Recognition Based On Electroencephalography*. Master's thesis, Institute für Theoretische Informatik Universität Karlsruhe (TH), Karlsruhe, Germany.

[Wolpaw et al., 2002] Wolpaw, J., Birbaumer, N., McFarland, D., Pfurtscheller, G., and Vaughan, T. (2002). Brain-computer interfaces for communication and control. *Clinical neurophysiology*, 113(8):767-791.

[Yang et al., 2012] Yang, J., Singh, H., Hines, E., Schlegel, B., Riecke, D., Leson, M., and Stock, N. (2012). Channel selection and classification of electroencephalogram signals: An artificial neural network and genetic algorithm-based approach. *Artificial Intelligence in Medicine*.