



Doctorado en Ingeniería

Facultades de Cs. Agropecuarias; Cs. de la Alimentación e Ingeniería.

Carrera: **Doctorado en Ingeniería**

Mención: **Bioingeniería**

Curso de Posgrado: **"Técnicas para Rehabilitar el Miembro Inferior e Inducir Neuroplasticidad"**

Carga Horaria: **30 hs.**

Docente/s a cargo: **Ph.D. Erika G. Spaich y Ph.D. Gerardo G. Gentiletti, Semestre:1° - 2015**

Características del curso

1. **Carga horaria:** la cantidad de horas reloj: **30hs.**
2. **Curso teórico:** curso donde se desarrolla en forma expositiva una temática propia de la disciplina:
3. **Curso teórico-práctico:** curso que articula la modalidad del curso teórico con una actividad de la práctica con relación a la temática de estudio. Lo teórico y lo práctico se dan simultáneamente en forma interrelacionada:
4. **Carácter:** si son del ciclo común o del ciclo electivo: **Ciclo electivo**

Programa **Analítico de foja: 2 a foja: 3**

Bibliografía de foja:4 a foja:4

Aprobado Resoluciones de Consejos Directivos:

Fecha:

Modificado/Anulado/ Res. Cs. Ds.:

Fecha:

Carece de validez sin la certificación del Director/a del Doctorado:



**Facultades de Ingeniería, Ciencias Agropecuarias y
Ciencias de la Alimentación
Oro Verde-Concordia, E. R.
República Argentina**

PROGRAMA ANALÍTICO

Introducción y motivación

Rehabilitar la marcha es uno de los objetivos principales de los programas de rehabilitación de pacientes con discapacidades motoras. Usualmente se utilizan técnicas fisioterapéuticas en combinación con ortesis o neuroprótesis motoras. En este curso se presentarán los últimos avances en la rehabilitación de la marcha utilizando una neuroprótesis basada en el mecanismo fisiológico del reflejo de retirada. En primer lugar se presentarán los resultados científicos que justifican el uso de esta técnica. Seguidamente se presentarán los resultados clínicos y los avances ingenieriles, tanto en aspectos de desarrollo de hardware, como de software y técnicas de control, que conlleva la aplicación de la técnica.

La razón intrínseca por la que se abocan recursos a la rehabilitación de discapacidades motrices es porque hay evidencia documentada de que es posible re-aprender, eventualmente con ciertas limitaciones, las funciones perdidas o disminuidas luego de una lesión. El mecanismo que permite este reaprendizaje es la neuroplasticidad. En este curso se presentará también evidencia de cambios neuroplásticos y se presentarán especialmente los últimos avances en la utilización de una Interfaz Cerebro-Computadora para inducir neuroplasticidad.

Contenidos y Programa:

Parte I – (Spaich): Terapia basada en estimulación eléctrica funcional.

- 1) El reflejo de retirada, técnicas de activación.
- 2) Modulación del reflejo de retirada.
- 3) Principios y métodos para la utilización del reflejo de retirada en rehabilitación.
- 4) Rehabilitación de la marcha.
- 5) Apoyo de la iniciación de la marcha.
- 6) Estudios y desarrollos ingenieriles para mejorar la técnica: principios neurofisiológicos, técnicas de adquisición de señales, procesamiento de datos, estrategias de control.

Parte II – (Gentiletti): Introducción a las Interfaces Cerebro Computadora (BCI, por sus siglas en inglés).

- 7) Definición y clasificaciones de tipos de BCI.
- 8) BCI invasivas vs No invasivas basadas en el registro en tiempo real de Electroencefalografía (EEG).
- 9) Diagrama en bloques genérico, y principales módulos de una BCI.
- 10) Principios neurofisiológicos y Paradigmas clásicos de BCI.
- 11) Sincronía y Des-sincronía Relacionada a Eventos, y BCI basadas en Imaginería motora.
- 12) Algunas aplicaciones de las BCI.

Parte III - (Spaich): Neuroplasticidad.

- 1) Definición de neuroplasticidad.
- 2) Evidencia de cambios neuroplásticos: modelos animales y experiencias con humanos.
- 3) Neuroplasticidad maladaptativa.
- 4) Aprendizaje motor utilizando interfaces cerebro-computadora (BCI en inglés).
- 5) Detección de la intención de ejecutar un movimiento para control de prótesis.
- 6) Inducción de neuroplasticidad asociada a mejoras en la funcionalidad.



Facultades de Ingeniería, Ciencias Agropecuarias y
Ciencias de la Alimentación
Oro Verde-Concordia, E. R.
República Argentina

BIBLIOGRAFIA

Nota: Los artículos científicos serán provistos por los docentes del curso, si desde la FI-UNER no se tiene acceso particular a estos.

1. Andersen OK. Studies of the organization of the human nociceptive withdrawal reflex. Focus on sensory convergence and stimulation site dependency. *Acta Physiol (Oxf)* 2007;189 Suppl 654:1-35.
2. Andersen OK, Sonnenborg FA, Arendt-Nielsen L. Modular organization of human leg withdrawal reflexes elicited by electrical stimulation of the foot sole. *Muscle Nerve* 1999;22(11):1520-1530.
3. Barker RN, Brauer SG, Barry BK, Gill TJ, Carson RG. Training-induced modifications of corticospinal reactivity in severely affected stroke survivors. *Exp Brain Res* 2012; 221:211–221.
4. Jiang N, Gizzi L, Mrachacz-Kersting N, Dremstrup K, Farina D. A brain-computer interface for single-trial detection of gait initiation from movement related cortical potentials. *Clin Neurophysiol* 2015;126(1):154-159.
5. Mrachacz-Kersting N, Kristensen SR, Niazi IK, Farina D. Precise temporal association between cortical potentials evoked by motor imagination and afference induces cortical plasticity. *J Physiol* 2012;590(Pt 7):1669-1682.
6. Schouenborg J, Kalliomäki J. Functional organization of the nociceptive withdrawal reflexes. I. Activation of hindlimb muscles in the rat. *Exp Brain Res* 1990;83(1):67-78.
7. Schouenborg J, Weng HR. Sensorimotor transformation in a spinal motor system. *Exp Brain Res*

1994;100(1):170-174.

8. Spaich EG, Arendt-Nielsen L, Andersen OK. Modulation of lower limb withdrawal reflexes during gait: a topographical study. *J Neurophysiol* 2004;91(1):258-266.
9. Spaich EG, Hinge HH, Arendt-Nielsen L, Andersen OK. Modulation of the withdrawal reflex during hemiplegic gait: effect of stimulation site and gait phase. *Clin Neurophysiol* 2006;117(11):2482-2495.
10. Spaich EG, Svaneborg N, Jorgensen HR, Andersen OK. Rehabilitation of the hemiparetic gait by nociceptive withdrawal reflex-based functional electrical therapy: a randomized, single-blinded study. *J Neuroeng Rehabil* 2014;11:81.
11. Xu R, Jiang N, Mrachacz-Kersting N et al. A closed-loop brain-computer interface triggering an active ankle-foot orthosis for inducing cortical neural plasticity. *IEEE Trans Biomed Eng* 2014;61(7):2092-2101.
12. Xu R, Jiang N, Vuckovic A et al. Movement-related cortical potentials in paraplegic patients: abnormal patterns and considerations for BCI-rehabilitation. *Front Neuroeng* 2014; 7:35.
13. JR Wolpaw et al., "Brain-computer interface technology: a review of the first international meeting," *IEEE Trans. Rehabil. Eng.*, vol. 8, pp. 164-173, 2000.
14. JR Wolpaw, N Birbaumer, DJ McFarland, G Pfurtscheller, and TM Vaughan, "Brain-computer interfaces for communication and control.," *Clin Neurophysiol*, vol. 113, pp. 767-791, 2002.
15. SG Mason and GE Birch, "A general framework for brain-computer interface design," *IEEE Trans. Neural Syst. Rehabil. Eng.*, vol. 11, pp. 70-85, 2003.
16. GG Gentiletti, O Yañez-Suarez, V Medina-Bañuelos. "Electrode-Wise Classification Efficiency Analysis for the Oddball Paradigm". *Journal of Biomedizinische Technik*. pp.47-48, Vol 49, 2004. ISSN: 0013-5585.
17. GG Gentiletti, CB Tabernig., RC Acevedo, "Interfaz Cerebro-Computadora: Estado del arte y desarrollo en Argentina". *Revista Argentina de Bioingeniería (SABI)*, Vol. 13 No. 1, pp. 13-19, Junio 2007, ISSN: 0329-5257.
18. EG Cossio, GG Gentiletti, "Interfaz cerebro computadora (ICC) basada en el potencial relacionado con eventos P300: análisis del efecto de la dimensión de la matriz de estimulación sobre su desempeño," *Revista Ingeniería Biomédica*, vol. 2, no. 4, pp. 26-33, 2008.
19. GG Gentiletti, JG Gebhart, RC Acevedo, O Yañez-Suarez, and V Medina-Bañuelos, "Command of a Simulated Wheelchair on a Virtual Environment Using a Brain-Computer Interface", *Innovation and Research in BioMedical engineering*, vol. 30, no. 5, pp. 218-225, December 2009. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1959031809001122>
20. José del R. Millán et al., "Combining Brain-Computer Interfaces and Assistive Technologies: State-of-the-Art and Challenges," *Frontiers in Neuroscience*, vol. 4, no. 161, 2010. <http://www.frontiersin.org/neuroprosthetics/10.3389/fnins.2010.00161/abstract>
21. AA Bonardi, JG Gebhart, RC Acevedo, and GG Gentiletti, "Diseño y Evaluación de Estímulos Bimodales para Interfaz Cerebro Computadora," *Proceedings XVIII Congreso Argentino de*

Bioingeniería, vol. 1, p. 1, 2011.

http://www.sabi2011.fi.mdp.edu.ar/proceedings/SABI/Pdf/SABI2011_159.pdf

22. LM Baldezzari, AA Cabas, C Bonell, GG Gentiletti. "Análisis comparativo de respuestas P300 evocadas con estímulos auditivos vs. estímulos visuales", Memorias del XIX Congreso Argentino de Bioingeniería, Tucumán, Argentina. 4-6 de septiembre 2013. ISBN: 978-987-23950-8-7.

Otro material de estudio, desarrollado y provisto por los docentes del curso



UNER

**Facultades de Ingeniería, Ciencias Agropecuarias y
Ciencias de la Alimentación**

Oro Verde-Concordia, E. R.

República Argentina

PLANIFICACIÓN DEL CURSO

Objetivos Generales:

El objetivo de este curso es presentar los últimos avances en tecnologías para el apoyo de la rehabilitación motora que se basan en el uso de información sensorial e imaginaria motora.

Objetivos Específicos:

Los asistentes adquirirán conocimientos acerca:

- del uso del reflejo de retirada para facilitar la rehabilitación de la marcha de discapacitados motores, sus principios neurofisiológicos y los desarrollos ingenieriles asociados.
- de conceptos y paradigmas básicos de las BCI
- la inducción de neuroplasticidad y sus correlatos funcionales.

Metodología de Trabajo:

Se dictarán tres clases teóricas seguidas de otras dos clases donde los alumnos profundizarán diversos temas analizando y presentando artículos científicos provistos por los docentes del curso.

El curso consistirá de aproximadamente 18 horas presenciales y 12 horas de trabajo individual de los estudiantes en la lectura de la literatura propuesta, la lectura del artículo científico a presentar, búsqueda y lectura de material adicional, la preparación de dicha presentación. Las presentaciones serán públicas ante los docentes y resto de los alumnos del curso, generando que el grupo se nutra así de la totalidad de las presentaciones que se realicen.

Dichas actividades se organizan en cuatro jornadas presenciales más el referido trabajo individual, todo distribuido en dos semanas.

Profesores**Docentes responsables:**

Erika G. Spaich, Ph.D., Bioingeniera
Department of Health Science and Technology
Aalborg University

Gerard Gabriel Gentiletti, Ph.D., M.Sc., Bioingeniero
Departamento de Electrónica de la Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Entre Ríos

Docente(s) colaborador(es): no corresponde.

Cronograma:

Clase 1: 02-03-2015, de 9:00 a 13:00 hs

Clase 2: 02-03-2015, de 14:30 a 15.30 hs

Clase 3: 03-03-2015, de 9:00 a 13.00 hs

Clase 4: 12-03-2015, de 9 a 13 hs

Clase 5: 13-03-2015, de 9 a 13 hs

Los horarios de las clases son a confirmar ya que pueden sufrir algunas modificaciones dependiendo de la cantidad y situación de los alumnos que se inscriban al mismo.

En caso de ser necesario se fijará una fecha para un examen recuperatorio con los alumnos.

Condiciones de Regularidad y Promoción:

Para la aprobación del curso se requiere:

Asistencia a las tres clases teóricas, y a las de presentación de artículos científicos por parte de los asistentes.

La evaluación será oral y basada en el análisis y presentación realizada de los artículos científicos que se le asignen.

Infraestructura necesaria:

- Aula, pizarra y marcadores para pizarra
- Cañón proyector.

