



DEPARTAMENTO DE PLASMA TERMONUCLEAR

Jefe del Departamento: Dr. Leopoldo Soto N.
Isoto@cchen.cl

Integrantes del Departamento

Dr. Leopoldo Soto, físico investigador, Jefe del Departamento
Dr. José Moreno, físico investigador
Dr. Marcelo Zambra, físico investigador
Dr. Cristian Pavéz, físico investigador
Dr. Felipe Veloso, físico investigador
Dr. Miguel Cárdenas, físico investigador
Sr. Patricio San Martín, técnico mecánico
Srta. Karla Cubillos, traductora/asistente administrativa

Objetivos

- Realizar investigación y desarrollos en física de plasmas, así como en física y tecnologías nucleares y otras disciplinas derivadas y/o soportantes.
- Investigar, crear conocimiento y desarrollar tecnologías en el tema de la fusión nuclear y sus aplicaciones, para contribuir a la producción y el bienestar social de Chile.

Líneas de Trabajo

- Investigación en torno a plasmas densos transientes generados a través de descargas eléctricas donde se estudia física básica como procesos de ionización, estabilidad, emisión de radiación electromagnética (luz visible, UV, rayos-X blandos y duros) y partículas (neutrones, iones y electrones).
- Estudios de fuentes de neutrones y rayos-X a partir de plasmas densos transientes. Para ello cuenta actualmente con una variedad de generadores en un rango amplio de energías. Generadores de baja energía en la configuración Plasma Foco: Nanofoco (100 mJ), PF-50J (30-70 Joules), PF-400J (180-400 Joules). Un plasma foco de energía media llamado SPEED4 que puede trabajar con una energía de 4 a 6 KJoules y el generador SPEED2 de una energía nominal de 180 KJoules y 4 Mega-amperes de corriente. El SPEED2 es el generador de plasmas densos transientes de mayor potencia del hemisferio sur y fue donado por la Universidad de Dusseldorf a la CCHEN en el año 2002. En la actualidad puede ser operado en las configuraciones Plasma Foco y Z-pinch. También se cuenta con una descarga de cátodo hueco y una descarga capilar.
- Estudios y desarrollo de tecnologías asociadas a potencia pulsada. Estas tecnologías tienen aplicaciones en varios campos de ciencia e ingeniería: producción de descargas eléctricas transientes y plasmas, generación de radiación y haces de iones, materia de alta densidad, producción de campos magnéticos pulsados intensos y ondas de choque.

El departamento cuenta con equipamiento especializado para diagnosticar el plasma generado en los dispositivos, como: osciloscopios rápidos (resolución superior a 1 ns), detectores de neutrones (plata activada, contadores proporcionales en base a tubos de ^3He , centellador+fotomultiplicador), detectores de rayos-X (centellador+fotomultiplicador, diodos, cámara pin-hole, cámara MCP multicuadro, espectrómetro), cámara para el visible ICCD (ventana de 5 ns), cámara MCP multicuadro para VUV y rayos X y un láser pulsado Nd-YAG (8ns, 1.2J, 1.06 μm ; 600mJ, 532nm; 200mJ, 266nm) para diagnósticos ópticos entre otros.



PROYECTOS CON FINANCIAMIENTO EXTERNO

Durante el año 2009 la investigación fue apoyada principalmente por proyectos obtenidos de fondos concursables:

- “Detección de minas antipersonales en suelos áridos usando la técnica de retrodispersión de neutrones como herramienta de confirmación”, CHI1018 01 en Proyecto de Cooperación Técnica del OIEA dirigido por el Dr. Leopoldo Soto.
- “Fortalecimiento de la Investigación en Física de Plasmas y Desarrollo de Aplicaciones y Tecnologías Derivadas” PSD-01, financiado por el Programa Bicentenario en Ciencia y Tecnología de CONICYT y el Banco Mundial.
- “Centro de Investigación y Aplicaciones en Física de Plasmas y Potencia Pulsada”, PBCT-ADI-26 (2007-2009). Proyecto Anillo en C y T del Programa Bicentenario en Ciencia y Tecnología, CONICYT. Director: Dr. Leopoldo Soto, investigadores titulares Drs. José Moreno y Claudio Tenreiro (este último perteneciente a la Universidad de Talca).
- “Experimental studies on driver-load coupling of Z-pinches plasma configurations”. Proyecto de Iniciación, Fondecyt N° 11090377 (desde octubre de 2009). A cargo del Dr. Cristian Pavéz Morales.

RESULTADOS Y HECHOS RELEVANTES

- Se continuó trabajando en las líneas de trabajo iniciadas en años anteriores y descritas anteriormente, obteniendo diversos resultados los que se presentaron en conferencias internacionales y en artículos enviados a revistas internacionales.
- Fue publicado el libro preparado por el Ministerio de Economía: “70 historias exitosas de innovación y ciencia: una recopilación de experiencias destacadas entre 2000 y 2008” donde se destacaron las actividades que realiza el DPTN. Cabe señalar que sólo 3 iniciativas conducidas por físicos fueron destacados en dicho libro. Dos de ellas relacionadas con reconocimiento de imágenes (una con aplicación a la industria financiera y otra a la medicina) y la tercera la correspondiente al DPTN. Esta última se titula “Energía a pequeña escala para la solución de grandes problemas”, siendo la única clasificada en el libro en el área de física. Febrero 2009.
- Se realizaron pruebas exitosas de detección de minas antipersonales bajo condiciones simuladas y controladas en laboratorio emplazado en el desierto, utilizando el detector HYDAD-D que utiliza fuente isotópica. Esta actividad se llevó a cabo en las ciudades de Calama y Arica, la que fue coordinada y desarrollada en conjunto con el Ejército de Chile. Septiembre 2009.

La experiencia en terreno no sólo permitió confirmar la validez de la técnica de detección al examinar minas antipersonales y antitanques sin espoleta en terrenos secos, si no más bien permitió definir el real escenario bajo el cual se debe proyectar un prototipo final de detector, el que considera, tanto el entorno físico en que debe ser aplicado, como las dificultades que conlleva trabajar con una fuente radiactiva isotópica.

- Adjudicación del Proyecto Fondecyt de Iniciación, titulado “Experimental studies on driver-load coupling of Z-pinches plasma configuration”, por parte del Dr. Cristian Pavéz Morales. Septiembre 2009.



- En el marco del Proyecto “Centro de Investigaciones y Aplicaciones en Física de Plasmas y Potencias Pulsadas, P4”, desde el 28 de septiembre al 17 de octubre del presente año, el Dr. Hilal Goktas, proveniente de la Canakkale Onsekiz Mart University de Turquía, en visita científica realizó trabajos experimentales en conjunto con el grupo de investigadores de este departamento.
- Los investigadores del DPTN, Doctores Leopoldo Soto, José Moreno, Cristian Pavéz, Marcelo Zambra, Felipe Veloso y la traductora/asistente administrativa Karla Cubillos pasan a formar parte del Comité Organizador Local del XV International Congress on Plasma Physics combinado con el XIII Latin American Workshop on Plasma Physics. Cabe mencionar que el Chairman de esta importante conferencia internacional es el jefe del DPTN, Dr. Leopoldo Soto N. Septiembre 2009.
- Participación de los investigadores del DPTN en la Semana Nacional de la Ciencia y la Tecnología del Programa EXPLORA CONICYT “1000 científicos - 1000 aulas” con el objetivo de acercar los saberes de las ciencias exactas, naturales y sociales, junto a la tecnología, en forma cercana y didáctica a niñas, niños y jóvenes en todo el país. Santiago, Chile. Octubre 2009.
- En el marco del Proyecto CHI1018 01, “Development of a Confirmation Method using the Neutron Backscattering Technique for the Detection of Landmines in Arid Soil”, la semana del 5 al 9 de octubre, el Experto OIEA, Sr. Giancarlo Nebbia, desarrolló una evaluación del sistema de detección por retrodispersión de neutrones en la CCHEN como parte de la finalización de dicho proyecto. El experto asesoró a la contraparte en pruebas adicionales y posibles mejoras del sistema, así como también el uso potencial fuera del laboratorio y fuera de este proyecto de cooperación técnica. Además, el experto apoyó a la contraparte a formular los próximos pasos que conllevarían a la viabilidad del proyecto dentro de los intereses del país.
- En el marco del Proyecto “Centro de Investigaciones y Aplicaciones en Física de Plasmas y Potencias Pulsadas, P4”, el Dr. Alejandro Clausse, quien proviene de la Comisión Nacional de Energía Atómica de Argentina y de la Red de Plasmas Densos Magnetizados (PLADEMA), realizó trabajos de colaboración con el Departamento de Plasmas Termonucleares de la CCHEN y el Anillo P4. Octubre 2009.
- En el marco del Proyecto “Centro de Investigaciones y Aplicaciones en Física de Plasmas y Potencias Pulsadas, P4”, el miembro de nuestro grupo, Dr. Felipe Veloso, asiste como visita científica al Laboratorio “High Energy Density Physics Group” del Departamento de Ingeniería Mecánica y Aeroespacial de la Universidad de California, entre al 7 de noviembre y el 11 de diciembre.
- Participación del Dr. Leopoldo Soto, en la reunión final de los proyectos coordinados del OIEA sobre Técnicas de neutrones para detección de explosivos y sustancias ilícitas, Sud Africa. Durante su estadía en Sudafrica, L. Soto visitó instalaciones del iThemba Labs y del instituto NECSA, donde obtuvo información relevante para la planificación estratégica. Noviembre 2009.
- Participación del Dr. Leopoldo Soto, como conferencista invitado en el X Encuentro Brasileiro de Física de Plasmas. (Noviembre 2009)

COMISIONES EN EL EXTRANJERO FINANCIADAS CON FONDOS EXTERNOS A LA CCHEN (P4 ANILLO PBCT, PSD-01 PBCT, OIEA Y FONDECYT).

- Asistencia del Dr. Felipe Veloso a la XXIX International Conference on Phenomena in Ionized Gases, ICPIG realizada en Cancún México entre el 12 y 17 de julio de 2009, además del workshop sobre plasmas densos magnetizados realizado como encuentro satélite del ICPIG.



- Asistencia de los Doctores Leopoldo Soto y Felipe Veloso al 19th IAEA Technical Meeting on “Research Using Small Fusion Devices” en Kurchatov, Kazakhstan desde el 23 septiembre al 03 de octubre de 2009.
- Asistencia del Dr. Leopoldo Soto como miembro del CRP on “Neutron Based Techniques for the Detection of Illicit Materials and Explosives” al 3rd IAEA-RCM en el Necs Research and Development Division en Johannesburg, Sudáfrica, desde el 14 al 21 de noviembre de 2009.
- Asistencia del Dr. Leopoldo Soto como invited speaker al 10th Brazilian Meeting on Plasma Physics de la Sociedad Brasileira de Física, en Sao Paulo, Brasil, desde el 21 al 28 de noviembre de 2009.
- Visita Científica del Dr. Felipe Veloso al laboratorio del High Energy Density Physics Group del Department of Mechanical and Aerospace Engineering de la University de California San Diego, USA, desde el 07 de noviembre hasta 11 de diciembre de 2009.

PUBLICACIONES EN REVISTAS INTERNACIONALES

- “Motion of a red blood cell in interference field”; Luis Alfredo Viera, Ignacio Lira, Leopoldo Soto, Cristián Pavéz. Optics Communications, Vol. **282**, issue 1, p. 64-68, Enero 2009.
- “Experimental Study of the hard x-ray emissions in a Plasma Focus of hundreds of joule”; Barbaglia, Bruzzone, Acuña, Soto y Clause. Plasma Physics and Controlled Fusion Vol. **51**, N° 4, 045001, abril 2009.
- “Nanofocus: an ultra-miniature dense pinch plasma focus device with submillimetric anode operating at 0.1 J”; Leopoldo Soto, Cristián Pavéz, José Moreno, Mario Barbaglia and Alejandro Clause, Plasma Sources Sci. Technol. Vol. **18**, 015007 (5pp), febrero 2009.
- “Current sheet thickness in the plasma focus snowplow model”; M. Zambra, D. Kalise, J. Fernandez, E. Hernandez, D. Pastén, V. Muñoz., J. Plasma Fusion Res. SERIES, Vol. **8**, p 879-882, septiembre 2009.
- “Numerical experiments on plasma focus neutron yield versus pressure compared with laboratory experiments”; S Lee, S H Saw, L Soto, S V Springham and S P Moo. Plasma Phys. Control. Fusion, Vol. **51**, 075006 (11pp), mayo 2009.
- “Experimental results on hard x-ray energy emitted by a low-energy plasma focus device: a radiographic image analysis”; Marcelo Zambra, Patricio Silva, Cristian Pavéz, Denisse Pastén, José Moreno and Leopoldo Soto., Plasma Phys. Control. Fusion, Vol. **51**, 125003 (10pp), octubre 2009.

PRESENTACIONES EN CONGRESOS INTERNACIONALES

- Scaling Laws in Plasma Focus Devices. Leopoldo Soto, Cristian Pavéz, Ariel Tarifeño, José Moreno and Felipe Veloso; XXIX International Conference on Phenomena in Ionized gases, ICPIG2009.



- Neutron Emission from a Hundreds of Joules Plasma Focus Using Gas Mixtures: Preliminary Results. Felipe Veloso, Leopoldo Soto, Cristian Pavez, José Moreno and Ariel Tarifeño. 19th IAEA Technical Meeting on Research Using Small Fusion Devices. Kurchatov, Kazakhstan.
- Portable Neutron Generator for Field Application Based on Plasma Focus Technology. Leopoldo Soto, Cristian Pavéz, José Moreno, Ariel Tarifeño, Felipe Veloso and José Pedreros. IAEA CRP on Neutron Based Techniques for the Detection of Illicit Materials and Explosives. Johannesburg, South Africa.
- Dense Transient Electrical Discharges and Pulsed Power Similarities and Differences in Pinch Plasma Focus Devices from 1MJ to 0.1J. Leopoldo Soto, Cristian Pavez, José Moreno, Ariel Tarifeño, Felipe Veloso and José Pedreros. 10th Brazilian Meeting on Plasma Physics. Maresias, SP, Brazil.
- Poster Portable Neutron Generator for Field Applications Based on Plasma Focus Technology. Leopoldo Soto, Cristian Pavéz, José Pedreros, Luis Altamirano, Felipe Veloso. XXIX International Conference on Phenomena in Ionized Gases, ICPIG2009. Cancún, México.
- Poster Scaling Laws For Plasma Focus Devices. Studies Using Plasma Focus Devices From 70 KJ to Tenths of Joules. Leopoldo Soto, Cristian Pavéz, José Moreno, Ariel Tarifeño, Roberto Mayer, and Felipe Veloso. XXIX International Conference on Phenomena in Ionized Gases, ICPIG2009. Cancún, México.
- Use of Proportional Counters for Yield Measurement in Extremely Short Pulses of Fast Neutrons: Counting Statistics and Absolute Calibration. Ariel Tarifeño, Roberto E. Mayer, Cristian Pavéz, and Leopoldo Soto. VIII Latin American Symposium on Nuclear Physics and Applications. Santiago, Chile.
- Poster Enhanced Calibration Method of Silver Detector to Use in a Plasma Focus Device of Low Yield. José Moreno, Ariel Tarifeño, Cristian Pavez, Leopoldo Soto. VIII Latin American Symposium on Nuclear Physics and Applications. Santiago, Chile.
- Poster Tests of the HYDAD-D Landmine Detector on Dry Soil in Northern Chile (Premiado como mejor Poster Experimental). Cristian Pavéz M., et al. VIII Latin American Symposium on Nuclear Physics and Applications. Santiago, Chile.

SEMINARIOS ORGANIZADOS POR EL DPTN

- “Dosimetría Retrospectiva de Cabello Humano Utilizando Resonancia de Spin Eléctrico” dictado por el Doctor Jorge Gómez de la Universidad de Sao Paulo, Brasil. 21 septiembre 2009.
- “Plasma Polymeration by Double Discharge Methods”, dictado por el Dr. Hilal Goktas. 15 octubre 2009.
- “Ingeniería de Generadores de Potencia Pulsada (aplicación a física de plasma)”, dictado por el Dr. Sebastián Caballero. 27 octubre 2009.



COLABORACIONES NACIONALES E INTERNACIONALES

- Dr. Claudio Tenreiro, Dr. Luis Huerta, Dr. José Luis Giordano, Facultad de Ingeniería, Universidad de Talca.
- Dr. Jorge Ramos, Dr. Rodrigo Escobar, Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Dr. Hilal Goktas Canakkale Onsekiz Mart University de Turquía.
- Dr. Alejandro Clause, Comisión de Energía Atómica Argentina.
- Dr. Julio Herrera y Dr. Fermín Castillo, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.
- Dr. Farhat Beg y Dr. Simon Bott, Departamento de Ingeniería Mecánica y Aeroespacial, Universidad de California, San Diego, Estados Unidos.
- Dr. Sing Lee, Institute for Plasma Focus Studies, INTI University College, Malaysia. Nanyang Technological University, NIE, Singapore.
- Ejército de Chile (en trabajo en conjunto para pruebas con detector de minas antipersonales HYDAD-D en el Norte de Chile).
- Dr. F. D. Brooks of the University of Cape Town, South Africa and F. D. Smit of iThemba LABS, South Africa.

ESTUDIANTES EN PRÁCTICA Y TESIS

- Ariel Tarifeño, estudiante de Doctorado en Física, Universidad de Concepción.
- Denisse Pastén, estudiante de Doctorado en Física, Universidad de Chile.
- José Pedreros, estudiante en tesis de pre grado de Ingeniería Física, Universidad de Santiago de Chile.
- José Fernández, estudiante de Ingeniería en Matemáticas, Universidad Técnica Federico Santa María.
- Dante Kalize, estudiante de Ingeniería en Matemáticas, Universidad Técnica Federico Santa María.
- Adio Stefoni, estudiante de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Chile.
- Víctor Galaz, estudiante de Ingeniería Civil Electricista, Universidad de Chile.

PREMIOS Y DISTINCIONES

- El Consejo Directivo de Comisión Chilena de Energía Nuclear le otorgó el Galardón Azul al DPTN en abril de 2009, por su consolidación como uno de los grupo de investigación experimental en física y tecnologías de plasma más importante a nivel nacional y mundial y ha logrado ser referente en temas de dispositivos plasma focus de muy baja energía, ampliando el rango de estudios de fenómenos de emisión de partículas y radiación debido a su contribución en las leyes de escalamiento de parámetros de diseño de dichos dispositivos.
- Premio al mejor Póster del VIII Latin American Symposium on Nuclear Physics and Applications presentado por el investigador del DPTN Dr. Cristian Pavéz. Santiago, Chile, diciembre 2009.