

INFORME CIENTIFICO DE BECA

Legajo N°:

BECA DE Estudio **PERIODO** 2013

1. **APELLIDO:** Jáuregui Lorda

NOMBRES: MATÍAS

Dirección Particular: Calle: N°:

Localidad: La Plata **CP:** 1900 **Tel:**

Dirección electrónica (donde desea recibir información): mjaureguilorda@gmail.com

2. **TEMA DE INVESTIGACIÓN** (Debe adjuntarse copia del plan de actividades presentado con la solicitud de Beca)

Estudio numérico del flujo en una tobera supersónica y su descarga a la atmósfera

3. **OTROS DATOS** (Completar lo que corresponda)

BECA DE ESTUDIO: 1º AÑO: Fecha de iniciación: 01/04/2012

2º AÑO: Fecha de iniciación: 01/04/2013

BECA DE PERFECCIONAMIENTO: 1º AÑO: Fecha de iniciación:

2º AÑO: Fecha de iniciación:

4. **INSTITUCIÓN DONDE DESARROLLA LOS TRABAJOS**

Universidad y/o Centro: Universidad Nacional de La Plata

Facultad: Facultad de Ingeniería

Departamento: Departamento de Aeronáutica

Cátedra: Mecánica de los Fluidos - Fluidodinámica

Otros: UIDET GFC (Grupo de Fluidodinámica Computacional)

Dirección: Calle: 116 **N°:** s/n

Localidad: La Plata **CP:** 1900 **Tel:** (0221) 423 6679

5. **DIRECTOR DE BECA**

Apellido y Nombres: Scarabino, Ana Elena

Dirección Particular: Calle: N°:

Localidad: Gonnet **CP:** 1897 **Tel:**

Dirección electrónica: scarabino@ing.unlp.edu.ar

6. EXPOSICIÓN SINTÉTICA DE LA LABOR DESARROLLADA EN EL PERIODO. (Debe exponerse la orientación impuesta a los trabajos, técnicas empleadas, métodos, etc., y dificultades encontradas en el desarrollo de los mismos, en el plano científico y material).

Introducción

En este período se continuaron las tareas desarrolladas por el becario en su Beca de Estudio y su plan de Doctorado (Expediente N° 300-9192/12 ---VER---). El objetivo general es investigar en forma numérica el campo fluidodinámico de los gases de combustión de un motor cohete y su expansión y mezcla en la atmósfera en distintas condiciones de vuelo y en particular para su condición de despegue. Para esta última condición se estudia el empleo de diversos sistemas deflectores de gases y cómo la pluma se ve influenciada por dichos dispositivos. Se espera, mediante este plan de trabajo, alcanzar una mejor comprensión del fenómeno planteado y poder discernir sobre la correcta elección de deflectores de gases para una condición particular, llegando a un diseño óptimo para ese problema

Breve reseña del problema

La tecnología aeroespacial es considerada de alto valor estratégico, ya que permite impulsar el desarrollo de tecnologías de punta del país. Es por ello que dicha información suele ser clasificada y el acceso a la misma bastante restringido. Por ello también resulta primordial contar en nuestro país con recursos humanos calificados en investigación y tecnología en este tema. Bajo este concepto, y a partir de un convenio marco de cooperación, la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CoNAE) y VENG SA encomienda a docentes investigadores de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) el desarrollo de varios vehículos lanzadores (inyectores espaciales) experimentales y el desarrollo del vehículo denominado Tronador II LVS (Launch Vehicle System). Actualmente sólo se desarrollan estas actividades en el exterior y es la intención de nuestro Estado a través de CoNAE y VENG que se desarrollen tecnologías y capacidades científicas para estas actividades en nuestro país, en especial en las Universidades. La necesidad de estos vehículos se ve potenciada por el hecho de que Argentina ha demostrado dominar la tecnología de diseño y construcción de satélites de uso científico, como el recientemente puesto en órbita SAC-D, en cuyo desarrollo y construcción participó fuertemente la UNLP. En particular, en el Grupo Fluidodinámica Computacional (GFC) se llevan a cabo estudios teóricos y numéricos sobre: cálculo aerodinámico de distintos modelos de vehículos lanzadores (balística exterior), estudio de "sloshing" (oleaje) en los tanques de propelentes líquidos del lanzador, estudio del fenómeno de "pogo" (inestabilidad fluido-estructura característica del sistema de alimentación de combustible líquido) y diseño de dispositivos anit-pogo (Logarzo y Scarabino 2010, Logarzo et al 2011), estudios aeroelásticos de flutter en las aletas del vehículo, y estudio fluidodinámico de los gases de combustión en la tobera de empuje del vehículo.

Búsqueda bibliográfica

Si bien la búsqueda bibliográfica no figura como parte de las tareas en el segundo año, a medida que se van implementando modelos numéricos o se buscan alternativas de diseño para los diferentes sistemas deflectores de gases, siempre se hace una búsqueda bibliográfica previa para profundizar los conocimientos y, en especial para los métodos numéricos, para saber de ante mano si ya se han provado distintos modelos y cuales fueron los resultados de dicha utilización.

Modelado de la radiación

Se estudio la implementación de modelos de radiación en nuestro problema. Previamente a ello, se realizó un benchmark para contrastar los modelos numéricos con los resultados reales. El modelo simulado fue un modelo simple 2D, en donde se quería modelar únicamente la transferencia térmica por radiación. Se impuso una pequeña corriente de aire

para ayudar a la convergencia de la solución y se contrastaron los resultados con los teóricos, que solo contemplaban radiación. Se concluyó que el modelo empleado tiene un 5% de error en contraste con los resultados teóricos, valor aceptable según lo recomendado en la bibliografía.

Modelo de deflector tipo J

Luego del diseño del deflector plano a 45° , se concluyó que dicho deflector no es apto para una condición de despegue de un vehículo lanzador. Tomando en consideración lo establecido en la bibliografía, se optó por un deflector del tipo J (Jota). Este deflector tiene una parte plana, en donde impacta el chorro de descarga del motor cohete. Esta sección tiene una pendiente menor que 45° , de manera de disminuir las condiciones generadas por la onda de choque oblicua generada en el impacto. Se decidió por una sección plana a 30° . Luego se tiene una sección curvada, finalizando a 0° con respecto a la horizontal, de manera de evitar o disminuir el impacto del chorro de gases de escape con el suelo.

A manera de comparación, se tomó la misma distancia desde la sección de salida de la tobera hasta el deflector que para el modelo con deflector plano a 45° . También se utilizó el mismo ancho del deflector.

El aprovechó a optimizar el mallado, teniendo en cuenta que hay zonas que requieren de mallados más finos para poder ver mayores gradientes de presión y temperatura, y otras zonas en donde la visualización de los parámetros no es determinante. Se realizaron varias simulaciones de este caso, llegando a obtener una mejora considerable en el tiempo de simulación al ajustar las condiciones de borde y el entorno en general del vehículo lanzador. Los resultados fueron satisfactorios, obteniéndose valores significativamente menores de temperatura sobre las zonas aledañas al vehículo, como ser: pedestal de lanzamiento, pozo de descarga de los gases, torre umbilical, zonas de amarres del vehículo con el pedestal, etc.

De cualquier manera, se implementaron unas faldas sobre los laterales del deflector, debido a que los gases tienden a abrirse cuando se produce la onda de choque en el impacto. Esta solución mantiene a la pluma confinada en un sentido, sin recurrir a la solución de entubar completamente la pluma. Vale destacar que dicha solución no se observó en la bibliografía, pero, salvo en los casos en que el deflector se encuentra dentro de un pozo de descarga cerrado, en donde se intuye que los laterales del pozo servirían como confinadores de los gases de escape. Pero de esta manera, solo se deberá cambiar el deflector luego de un lanzamiento, y no hacer tareas de mantenimiento sobre las paredes, o proteger todo el sector, que suele ser un área muy grande.

Dificultades observadas hasta el momento

Al momento de confección del presente informe, no se cuentan con datos experimentales reales para validar la solución numérica y poder realimentar el modelo, ajustando los parámetros que sean necesarios en la simulación. Se deberá confeccionar un modelo experimental sencillo en el que se pueda tomar algunos datos relevantes.

7. TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN REALIZADOS O PUBLICADOS EN EL PERIODO.

7.1. PUBLICACIONES. Debe hacerse referencia, exclusivamente a aquellas publicaciones en la cual se halla hecho explícita mención de su calidad de Becario de la CIC. (Ver instructivo para la publicación de trabajos, comunicaciones, tesis, etc.). Toda publicación donde no figure dicha aclaración no debe ser adjuntada. Indicar el nombre de los autores de cada trabajo, en el mismo orden que aparecen en la publicación, informe o memoria técnica, donde fue publicado, volumen, página y año si corresponde; asignándole a cada uno un número. En cada trabajo que el investigador presente -si lo considerase de importancia- agregará una nota justificando el mismo y su grado de participación.

7.1.1 "Estudio de pluma de motor cohete impactando sobre diferentes superficies deflectoras de gases". Jáuregui Lorda, M., Scarabino, A., Anales AFA, edición especial: XII Reunión de Fluidos y sus Aplicaciones, Vol. 23, No 3, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Noviembre de 2012

7.1.2 "Estudio numérico del flujo en toberas supersónicas de distinta geometría". Ho, Y. K, Jáuregui Lorda, M., Santoiani, G., Bacchi, F., Scaraino, A. II Jornadas de Investigación y Transferencia de la Facultad de Ingeniería, UNLP, a realizarse en la La Plata, entre el 16 y 18 de Abril de 2013. Presentación en forma de Póster.

7.1.3 "Exhaust plume fluid dynamic field analysis impinging over a deflector system". Jáuregui Lorda, M., Bacchi, F., Scarabino, A. 2013 ESSS Conference & Ansys Users Meeting, a realizarse en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina, entre el 16 y 17 de Abril de 2013. Presentación en forma oral.

7.2. PUBLICACIONES EN PRENSA. (Aceptados para su publicación. Acompañar copia de cada uno de los trabajos y comprobante de aceptación, indicando lugar a que ha sido remitido. Ver punto 7.1.)

-

7.3. PUBLICACIONES ENVIADAS Y AUN NO ACEPTADAS PARA SU PUBLICACIÓN. (Adjuntar copia de cada uno de los trabajos. Ver punto 7.1.)

-

7.4. PUBLICACIONES TERMINADAS Y AUN NO ENVIADAS PARA SU PUBLICACIÓN. (Adjuntar resúmenes de no más de 200 palabras)

-

7.5. COMUNICACIONES. (No consignar los trabajos anotados en los subtítulos anteriores)

-

7.6. TRABAJOS EN REALIZACIÓN. (Indicar en forma breve el estado en que se encuentran)

-

8. OTROS TRABAJOS REALIZADOS. (Publicaciones de divulgación, textos, etc.)

8.1. DOCENCIA

-

8.2. DIVULGACIÓN

-

8.3. OTROS

Informes Técnicos en el marco del convenio VENG-UNLP realizados durante el período de la Beca:

Análisis fluidodinámico del motor Bagual. Abril 2012.

Modelo VEx1 en posición de despege - CFD 3D. Rev4. Abril 2012.

Análisis fluidodinámico del motor Bagual. Rev1. Junio 2012.

Modelo VEx1 en posición de despege - CFD 3D. Rev5. Junio 2012.

Modelo VEx1 en posición de despege - CFD 3D. Doc2. Agosto 2012.

Modelo VEx1 en posición de despeje - CFD 3D. Doc2. Rev1. Agosto 2012.

Modelo VEx1 en posición de despeje - CFD 3D. Doc2. Rev2. Diciembre 2012.

Modelo VEx1 en posición de despeje - CFD 3D. Doc2. Rev3. Febrero 2013.

Modelo VEx1 en posición de despeje - CFD 3D. Doc2. Rev4. Abril 2013.

Cargas térmicas sobre el PAD del VEx1 - CFD 3D. Abril 2013

Modelo VEx1 en posición de despeje - CFD 3D. Doc2. Rev5. Junio 2013.

Cargas térmicas sobre el PAD del VEx1 - CFD 3D. Junio 2013.

Modelo VEx1 en posición de despeje - CFD 3D. Doc2. Rev6. Agosto 2013.

Cargas térmicas sobre el PAD del VEx1 - CFD 3D. Agosto 2013.

Estos informes han sido aprobados por CONAE, pero no se adjuntan por razones de confidencialidad del convenio VENG-UNLP

9. ASISTENCIA A REUNIONES CIENTÍFICAS. (Se indicará la denominación, lugar y fecha de realización y títulos de los trabajos o comunicaciones presentadas)

9.1 Expositor en la XII Reunión sobre Recientes Avances en Física de Fluidos y sus Aplicaciones, realizada en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina, entre el 5 y 7 de Noviembre de 2012. Trabajo presentado oralmente: "Estudio numérico del flujo de gases de combustión en una tobera convergente-divergente y su descarga en la atmósfera".

9.2 Miembro Organizador del II Congreso Latinoamericano de Ingeniería del Viento, CLIV2, realizado en La Plata, Buenos Aires, entre el 5 y 7 de Diciembre de 2012.

9.3 Expositor en la II Jornadas de Investigación y Transferencia de la Facultad de Ingeniería, a realizarse en la La Plata, entre el 16 y 18 de Abril de 2013. Trabajo presentado en forma de póster: "Estudio numérico del flujo en toberas supersónicas de distinta geometría".

9.4 Expositor en 2013 ESSS Conference & Ansys Users Meeting, a realizarse en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina, entre el 16 y 17 de Abril de 2013. Trabajo presentado oralmente: "Exhaust plume fluid dynamic field analysis impinging over a deflector system".

10. CURSOS DE PERFECCIONAMIENTO, VIAJES DE ESTUDIO, ETC. (Señalar características del curso o motivo del viaje, duración, instituciones visitadas y si se realizó algún entrenamiento)

10.1 "Introducción a CFD I: Uso Práctico de Fluent". Especialización. 15hs. Ing. F. Bacchi, Dr. Ing. A. Scarabino. Escuela de Perfeccionamiento y Educación Continua (EPEC), FI, UNLP. Septiembre 2009. Aprobado.

10.2 "Performance de vuelo avanzada". Especialización. 20hs. Dr. Ing. J. Marañón Di Leo, Dr. Ing. U. Boldes. Escuela de Perfeccionamiento y Educación Continua (EPEC), FI, UNLP. Octubre 2009. Aprobado.

10.3 "El uso práctico del método de los elementos finitos". Especialización. 20hs. Dr. Ing. A. Cisilino, Ing. A. Martínez del Pezzo. Escuela de Perfeccionamiento y Educación Continua (EPEC), FI, UNLP. Marzo 2010. Aprobado.

10.4 "Introducción al Método de los Elementos Finitos". Curso válido para carrera de postgrado. 96hs. Dr. V. Vampa. Escuela de Perfeccionamiento y Educación Continua (EPEC), FI, UNLP. Agosto 2011 a Febrero 2012. Aprobado, nota: 9.

10.5 "Métodos Numéricos en Fenómenos de Transporte". Curso válido para carrera de postgrado. 60hs. Dr. Ing. N. Nigro. Escuela de Perfeccionamiento y Educación Continua (EPEC), FI, UNLP. Febrero 2012. Aprobado, nota: 8.

10.6 "Motores Cohete de Propulsión Líquida". Seminario. 6hs. Dr. Ing. Vigor Yang, Georgia Tech. Grupo de Ensayos Mecánicos Aplicados, FI, UNLP. Noviembre 2012. Asistido.

10.7 "Elementos sobre Ingeniería del Viento". Curso introductorio. 6hs. Dr. Ing. José Cataldo. Escuela de Perfeccionamiento y Educación Continua (EPEC), FI, UNLP. Diciembre 2012. Asistido.

10.8 "Dinámica de Vehículos Aeroespaciales". Curso válido para carrera de postgrado. 40hs. Dra. Walkiria Schulz. Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas - Observatorio de La Plata, UNLP. Abril 2013. Aprobado, nota: 9.

11. DISTINCIONES O PREMIOS OBTENIDOS EN EL PERIODO

-

12. TAREAS DOCENTES DESARROLLADAS EN EL PERIODO

12.1 Ayudante Diplomado Interino Dedicación Simple, "A0052-Mecánica de los Fluidos" (Ing. Mecánica y Electromecánica) y "A0099-Fluidodinámica" (Ing. Industrial), colaborando con las cátedras "A0011 Mecánica de los Fluidos I" y "A0015 Mecánica de los Fluidos II" (Ing. Aeronáutica), Departamento de Aeronáutica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata - UNLP. Septiembre 2011 a la fecha.

13. OTROS ELEMENTOS DE JUICIO NO CONTEMPLADOS EN LOS TÍTULOS ANTERIORES (Bajo este punto se indicará todo lo que se considere de interés para la evaluación de la tarea cumplida en el período)

13.1 Integrante del proyecto "Diseño de un vehículo lanzador", dirigido por el Dr. Ing. Marcos Actis y aprobado para el Programa de Incentivos UNLP durante el periodo 01/01/2009 – 31/12/2013

13.2 Participación en un proyecto integral de diseño y desarrollo nacional de un lanzador satelital, a partir de un convenio VENG S.A. – GEMA (UNLP - Fundación Facultad de Ingeniería) denominado "Asistencia técnica para el diseño preliminar y el diseño conceptual para el desarrollo de la estructura mecánica, sistemas auxiliares y MGSE del vehículo prototipo Tronador II". La participación dentro del proyecto, hasta el momento, fue el "Cálculo del efecto de la pluma en un motor cohete", "Análisis del aislante térmico en un motor cohete", "Efecto de la pluma de un motor cohete en su posición de despegue" y "Análisis de las cargas térmicas y de presión sobre el PAD para la condición de lanzamiento".

13.3 Integrante del proyecto "Aerodinámica de pequeños generadores eólicos", dirigido por la Dra. Ing. Ana Scarabino y aprobado para el Programa de Incentivos UNLP durante el periodo 01/01/2013 – 31/12/2016

14. TÍTULO DEL PLAN DE TRABAJO A REALIZAR EN EL PERIODO DE PRORROGA O DE CAMBIO DE CATEGORÍA (Deberá indicarse claramente las acciones a desarrollar)

Optimización del sistema deflector de gases de escape de un motor cohete en su posición de despegue.

Condiciones de Presentación

- A. El Informe Científico deberá presentarse dentro de una carpeta, con la documentación abrochada y en cuyo rótulo figure el Apellido y Nombre del Becario, la que deberá incluir:
- a. Una copia en papel A-4 (puntos 1 al 14).
 - b. Las copias de publicaciones y toda otra documentación respaldatoria, deben agregarse al término del desarrollo del informe
 - c. Informe del Director de tareas con la opinión del desarrollo del becario (en sobre cerrado).

Nota: El Becario que desee ser considerado a los fines de una prórroga, deberá solicitarlo en el formulario correspondiente, en los períodos que se establezcan en los cronogramas anuales.

.....
Firma del Director

.....
Firma del Becario