

Lead institution:	Mechanical Engineering
Work Address of the position:	Av Prof Mello Moraes, 2231 - Cidade Universitária – São Paulo/SP
Supervisor name: Prof. Ernani V. Volpe	Department: Mechanical Engineering
APPLY AT: http://www.rcgi.poli.usp.br/opportunities/ http://www.rcgi.poli.usp.br/opportunities/applicationform-rcgi/ <u>Position 18SIR083</u>	Type: Scientific Initiation Number Of Months: 12 months
Project title: Adjoint Based Optimization of a Supersonic Separator Otimização de um Separador Supersônico baseada no Método Adjunto	
Research theme area: The research involves the study of compressible flows, with especial emphasis on the supersonic regime. Where one expects phenomena such as shock waves and Prandtl-Meyer expansions fans to occur. Moreover, the program includes the conceptual foundations of the adjoint method, which is widely regarded as one of the most powerful tools for optimization and inverse design in aerospace applications. A pesquisa envolve estudos de escoamentos compressíveis, especialmente no regime supersônico, com a ocorrência de fenômenos como ondas de choque e processos de expansão de Prandtl-Meyer. Além disso, o programa inclui os fundamentos conceituais do método adjunto, reconhecido como uma das ferramentas mais poderosas de otimização e projeto inverso em aplicações na área aeroespacial.	
Abstract: <i>Supersonic Separators:</i> An emerging technology for separating gaseous mixtures, these devices expand the fluid to supersonic speeds through a convergent--divergent nozzle, so as to condense components that have higher condensation temperatures. The introduction of swirl causes the heavier liquid phase to be centrifuged toward the wall, where it is collected. Widely recognized for their compactness and for the absence of moving parts, the supersonic separators are deemed an attractive alternative for removing contaminants from natural gas, wherever the available space is severely limited, such as in oil rigs. Yet they still pose some significant technical hurdles. Shock waves can seriously hamper the device efficiency, as a sudden rise in temperature may stop the condensation process or even cause the condensate to re--evaporate. Thermodynamics modeling of fluid behavior and state equations must account for the saturation region and phase change. In addition, the vanes that cause the flow to swirl must be carefully designed, so as not to interfere with the supersonic expansion, itself. In view of these challenges, we attempt an adjoint based computation of sensitivities and optimization of the device. To that end, we make use of the SU2 (Stanford University Unstructured), an open-source suite of tools for performing CFD simulations and optimization, which includes non--ideal gas models that are crucial for the problem. <i>Separadores Supersônicos:</i> Tecnologia emergente para separação de misturas gasosas, estes dispositivos expandem o fluido a velocidades supersônicas através de bocais convergentes--divergentes, de modo a condensar componentes que têm temperaturas de condensação mais altas. A introdução de turbilhonamento na corrente faz com que a fase líquida, mais pesada, seja centrifugada para as paredes, onde pode ser	

recolhida. Amplamente reconhecido por sua compacidade e pela ausência de partes móveis, os separadores supersônicos são considerados uma alternativa atraente para a remoção de contaminantes do gás natural sempre que o espaço disponível é severamente limitado, como é o caso em plataformas de petróleo. Entretanto, esses dispositivos ainda apresentam alguns desafios técnicos relevantes. Ondas de choque podem prejudicar seriamente seu desempenho, já que um aumento abrupto de temperatura pode interromper a condensação, ou mesmo causar a re-evaporação do condensado. O modelo termodinâmico do comportamento do fluido e as equações de estado dos componentes precisam considerar a região de saturação e a possibilidade de mudanças de fase. Além disso, as aletas que produzem o turbilhonamento devem ser cuidadosamente projetadas, de modo a não interferir com a expansão supersônica. Em vista desses desafios, nós pretendemos realizar uma otimização baseada no método adjunto. Para tanto propomos usar um código aberto de dinâmica dos fluidos computacional SU2 (Stanford University Unstructured), que já dispõe de grande parte dos recursos necessários ao problema.

Description:

The undergraduate student shall take part, along with graduate students, of performing computational simulations of compressible nozzle flows. These numerical tests aim at analysing the flow physics, as well as at investigating the device optimization. They shall also be involved with the development of thermodynamic models, by making use of symbolic manipulation software to that end.

O estudante de graduação deverá participar, juntamente com alunos de pós-graduação, na realização de simulações computacionais de escoamentos compressíveis em bocais convergente-divergentes, a fim de analisar sua física, e investigar sua otimização. Também se envolverá com o desenvolvimento de modelos termodinâmicos, utilizando-se para isso de software de manipulação simbólica.

Requirements to fill the position.

Prospective applicants should have basic knowledge on Thermodynamics and Fluid Mechanics, which are compatible with the following undergraduate courses: Thermodynamics I and Fluid Mechanics I and II. To have taken or to be taking the classes Thermodynamics II and Thermodynamics of Compressible Flows is definitely a plus..

O candidato ou candidata deve ter conhecimentos fundamentais em Termodinâmica e Mecânica dos Fluidos, compatíveis com os cursos de graduação Termo I e Mec.Flu I e II. Ter cursado ou estar cursando Termo II e Termodinâmica dos Escoamentos Compressíveis será considerado um atrativo.