

Desarrollo de técnicas alternativas para la medida del empuje de motores de plasma

Quizás el parámetro mas relevante de un motor de plasma sea el empuje o “*thrust*” capaz de suministrar (mN). Su medida no esta exenta de retos, ya que ha de realizarse en condiciones lo mas parecidas a las existentes en el vacío espacial, sin interferencia de los elementos sólidos próximos al motor y necesarios para su operación en el vacío de laboratorio. El método actualmente validado se basa en la “balanza de empuje”, donde la deflexión del brazo de la balanza por la fuerza ejercida por el motor se amplifica y mide por métodos ópticos. Sin embargo, el método es bastante engorroso y no está exento de limitaciones. Por ello se están buscando en la actualidad métodos alternativos. Uno de ellos es el uso de microbalanzas de cuarzo [1], donde la frecuencia de oscilación de un cristal de cuarzo se ve afectada por la fuerza o peso equivalente del plasma eyectado. El rango de presiones equivalentes a medir se sitúa en el $\square\text{N/cm}^2$, en el límite de los micro-acelerómetros actuales. Se observó que cerca de la tobera del motor el sensor es fuertemente perturbado por el plasma, y las medidas realizadas por esta técnica dieron dos ordenes de magnitud superiores a lo esperado.

A diferencia de la medida del cambio de frecuencia de oscilación, los manómetros de capacidad o baratrones usan un circuito RF en el que una fina membrana metálica, que se deflacta por la presión diferencial existente entre el vacío a medir y una referencia interna, es parte de un condensador cuya capacidad varia con el espaciado entre la membrana y un contra-electrodo de referencia. (Figura 1) Los modelos disponibles en el mercado abarcan un rango amplísimo de presiones, hasta un rango mínimo de medida de $5 \cdot 10^{-6}$ a $2 \cdot 10^{-2}$ torr. Los modelos de presiones mínimas suelen ir internamente calefactados para compensar derivas térmicas.

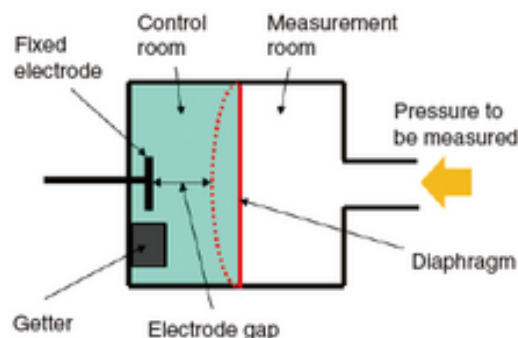


Figura 1. Esquema de manómetro de capacidad o Baratrón.

En el Laboratorio del LNF / Ciemat se han iniciado las pruebas de medida de flujos direccionales con baratrones comerciales de la casa Leybold. El manómetro en cuestión se sumerge completamente en vacío y las conexiones eléctricas se hacen llegar por pasamuros desde la unidades de control. Dadas las presiones equivalentes tan pequeñas implicadas (en el rango de 10^{-5} mbar) el reto es la estabilidad de la señal en condiciones de trabajo no convencionales. La comparación entre las medidas del cabezal inmerso y el convencional (exterior) se usa para comprobar la calidad y fiabilidad de la medida. Se planea continuar en esta línea de investigación y resolver los problemas técnicos encontrados hasta ahora, sobre todo el efecto de derivas térmicas en condiciones de aislamiento térmico proporcionado por el vacío en el cabezal inmerso.

[1] Paul-Quentin Elias et al. “Thrust measurements using plasma pressure measurements in the plume: a feasibility” *The 36th International Electric Propulsion Conference, University of Vienna, Austria September 15-20, 2019.*