

# NEBULIZADOR MULTICONDUCTO PARA LA NEBULIZACIÓN SIMULTÁNEA DE DOS O MÁS LÍQUIDOS

**P** PATENTED TECHNOLOGY

## CONTACT DETAILS:

Relaciones con la Empresa  
Oficina de Transferencia de Resultados de la Investigación-OTRI  
Universidad de Alicante  
Tel.: +34 96 590 99 59  
Email: [areaempresas@ua.es](mailto:areaempresas@ua.es)  
<http://innoua.ua.es>

## ABSTRACT

El grupo de investigación de “Espectroscopía atómica-masas y Química Analítica en condiciones extremas” de la Universidad de Alicante ha desarrollado un novedoso nebulizador neumático multiconducto que permite la nebulización simultánea de dos o más líquidos, miscibles o no entre sí, por una pluralidad de conductos de aporte de flujo líquido independientes, y provisto de un solo orificio de salida para el aerosol generado. El dispositivo se caracteriza porque simplifica el proceso de análisis y ahorra tiempo, muestra y reactivos. Además, consigue un alto grado de mezclado, con emulsiones estables y aerosoles de excelentes características, y se puede construir con las dimensiones adecuadas para conectarlo a cualquier cámara de nebulización comercial. Se ha construido un prototipo a escala de laboratorio que está disponible para cualquier demostración. Este dispositivo se puede usar en la preparación e introducción de muestras líquidas en técnicas espectrométricas en el campo del análisis químico. Se buscan empresas interesadas en adquirir esta tecnología para su explotación comercial.



## INTRODUCTION

La espectrometría de emisión óptica por plasma de acoplamiento inductivo (ICP-OES), la espectrometría de emisión óptica por plasma inducido por microondas (MIP-OES) y la espectrometría de masas por plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS), son técnicas espectrométricas que permiten detectar, identificar y cuantificar elementos en muestras. Generalmente las muestras se introducen en estado líquido, ya que el analito está distribuido homogéneamente en dicho medio y resulta más fácil preparar patrones de calibración, así como disolver la mayoría de especies metálicas. La forma más común de transportar las muestras líquidas hasta el plasma es en forma de aerosol, generado mediante un nebulizador.

Existen diferentes tipos de nebulizadores, siendo los de tipo neumático los más utilizados para introducir muestras líquidas en las técnicas analíticas basadas en plasma por su fácil manejo, robustez y bajo coste. Se pueden encontrar en el mercado una gran variedad de nebulizadores convencionales tales como micronebulizadores cuyo flujo de líquido es pequeño, o nebulizadores de inyección directa (el aerosol se introduce directamente en el plasma, sin utilizar una cámara de nebulización ni tubo inyector). En la mayor parte de los métodos de análisis elemental, la muestra original tiene que ser tratada y preparada de forma adecuada a la técnica experimental en cuestión. Este proceso de preparación es laborioso y complejo, lo que frecuentemente provoca errores e incertidumbre y aumenta el tiempo de análisis.

Recientemente se han desarrollado sistemas de introducción de muestras líquidas que permiten la nebulización simultánea de una o varias disoluciones. Estos sistemas de nebulización múltiple presentan una clara ventaja respecto a los sistemas

convencionales, ya que permiten realizar parte o toda la preparación de la muestra mediante el mezclado de los aerosoles individuales de la muestra con los de los reactivos. De esta forma, todas o parte de las etapas de preparación se pueden realizar de forma rápida, fácil y eficiente.

Actualmente, se conocen tres tipos de sistemas de nebulización múltiple:

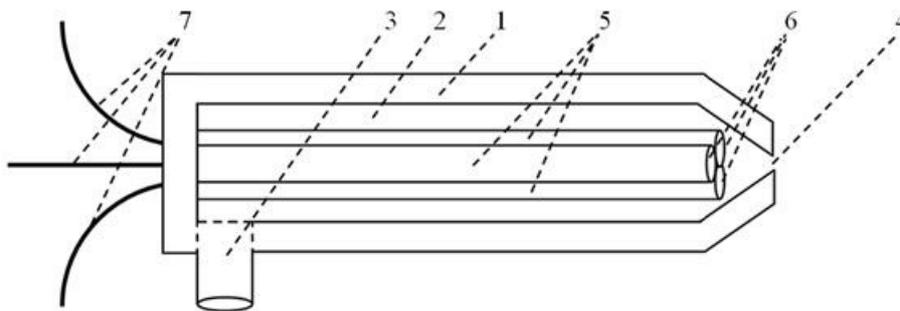
- 1) Sistemas con varias cámaras de nebulización distintas
- 2) Sistemas con varios nebulizadores convencionales mediante entradas distintas en una única cámara de nebulización modificada
- 3) Sistemas con un solo nebulizador con varios orificios de salida del aerosol con conductos de aporte de flujo líquido independientes (multinebulizadores)

Un problema de estos sistemas múltiples es que el flujo total de gas de nebulización se divide por los distintos nebulizadores u orificios de nebulización, por lo que suelen trabajar en condiciones de flujo de gas de nebulización inferiores a su valor óptimo, lo que influye negativamente en el transporte del aerosol hasta el plasma. Muchos de estos sistemas presentan otros problemas adicionales, tales como riesgo de bloqueo y efectos de memoria, lo que no permite analizar muestras reales complejas. Por tanto, se hace necesario desarrollar sistemas múltiples que permitan preparar muestras básicas en fase aerosol, con bajo riesgo de bloqueo, bajo efecto de memoria, alta robustez química y mecánica, manejo sencillo, alta eficiencia de transporte de analitos y universalidad en la aplicación a muestras reales complejas.

#### TECHNICAL DESCRIPTION

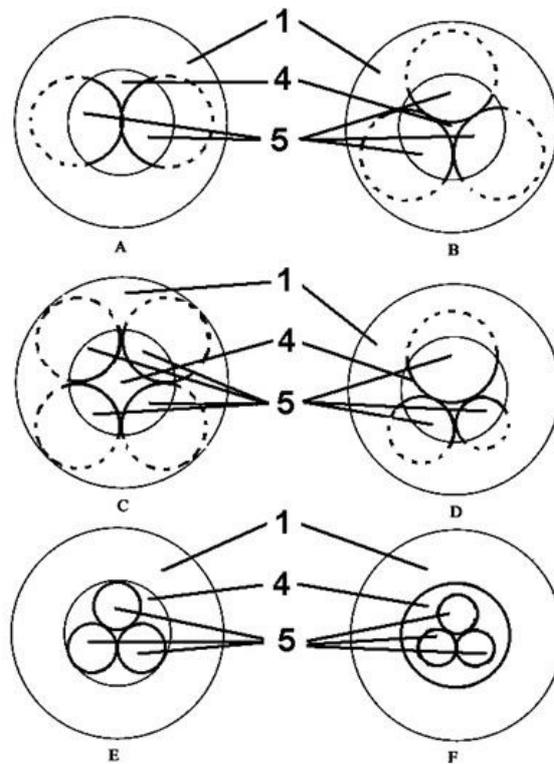
Con el objetivo de superar las limitaciones anteriormente descritas, se ha desarrollado un **novedoso nebulizador neumático multiconducto** que permite la **nebulización simultánea de distintos líquidos**, miscibles o no entre sí, por una pluralidad de conductos de aporte de flujo líquido independientes con **un solo orificio de salida del aerosol**.

Como se puede observar en la Figura 1, el cuerpo externo (1) del nebulizador comprende una cámara a presión (2) para la conducción de un gas de nebulización, así como un tubo de entrada (3) de dicho gas y un orificio de salida (4) del mismo, abierto al exterior. Dentro de la cámara a presión se encuentran alojados una pluralidad de conductos de aporte de flujo líquido (5), preferentemente dispuestos en paralelo, cuyas salidas (6) están comúnmente posicionadas en la zona del orificio de salida del nebulizador y cuyas entradas están conectadas a los tubos de alimentación (7) de los líquidos, de forma que cada conducto de aporte de flujo líquido está conectado a un tubo de alimentación independiente. Los flujos líquidos a nebulizar son aspirados o bombeados por los distintos tubos de alimentación y por los conductos de aporte de flujo líquido del nebulizador, situados dentro de la cámara a presión. A la salida de los conductos, los flujos interaccionan con el flujo de gas a alta o baja velocidad, y a alta o baja presión en la cámara a presión, mezclándose los fluidos entre sí, formando el aerosol que es empujado hacia el orificio de salida del nebulizador, expulsando así al exterior el producto nebulizado.



*Figura 1. Nebulizador multiconducto compuesto por: (1) cuerpo externo del nebulizador; (2) cámara a presión; (3) tubo de entrada del gas de nebulización; (4) orificio de salida del aerosol; (5) conductos de aporte de flujo líquido (muestra, patrones de calibración, reactivos, disolventes, etc.); (6) salidas de los conductos de aporte de flujo líquido en la zona del orificio; (7) tubos de alimentación de los conductos de aporte de flujo líquido.*

El dispositivo desarrollado puede adoptar múltiples configuraciones, lo que le proporciona gran versatilidad para su adaptación a diferentes aplicaciones. A modo de ejemplo, la Figura 2 muestra algunas de ellas, sin ser éstas limitativas, con distinto número y geometría de los conductos de aporte de flujo líquido.



*Figura 2. Algunas de las posibles configuraciones del nebulizador multiconducto (vista frontal) mostrando diferente número (2,3 ó 4) y/o geometría (simetría y diámetro) de los conductos de aporte de flujo líquido, y su posicionamiento y dimensiones respecto al orificio de salida del aerosol, donde: (1) cuerpo externo del nebulizador, (4) orificio de salida del nebulizador y (5) conductos de aporte de flujo líquido.*

## ADVANTAGES AND INNOVATIVE ASPECTS

### VENTAJAS DE LA TECNOLOGÍA

Este nebulizador multiconducto posee las siguientes ventajas respecto a los actuales sistemas múltiples de nebulización:

- Se consigue un **alto grado de mezclado** entre los distintos líquidos nebulizados en las gotas del aerosol porque la mezcla tiene lugar en condiciones turbulentas de alta presión y velocidad.
- Aunque los líquidos sean no miscibles, el dispositivo consigue obtener **emulsiones estables** durante el tiempo de transporte de las gotas hasta el plasma.
- Se puede trabajar, bien en modo convencional (nebulizando un solo líquido: muestra o patrón de calibración), o bien combinar la preparación e introducción de muestras mediante **nebulización simultánea de varios líquidos**.
- Se **disminuye** y se **simplifica el trabajo** realizado manualmente.
- Se **disminuye la incertidumbre** y se evitan errores accidentales en el proceso de análisis.
- Se **ahorra tiempo**.
- Se **ahorra cantidad de muestra y reactivos**.
- Se **intensifican algunos procesos** debido a la alta presión y velocidad de los flujos en la zona de mezclado.
- El flujo del gas de nebulización no se divide entre distintos orificios, por lo que las condiciones óptimas de trabajo coinciden con las **condiciones óptimas de trabajo** del espectrómetro. En este sentido, el número de conductos de aporte de flujo líquido se puede ajustar a la aplicación concreta del nebulizador.
- Se puede construir con las **dimensiones adecuadas** para permitir su conexión a cualquier cámara de nebulización comercial (para todas las marcas y modelos de espectrómetros basados en plasma).
- Según la geometría de la zona del orificio de salida del aerosol, se pueden producir **aerosoles con excelentes características** en un amplio intervalo de flujos líquidos que dan lugar a distintos mecanismos de nebulización.

### ASPECTOS INNOVADORES DE LA TECNOLOGÍA

El presente nebulizador multiconducto permite el **mezclado** y la **nebulización simultánea** de **dos o más líquidos**, sean **miscibles o no** entre sí.

Este dispositivo se diferencia del resto de nebulizadores convencionales o de nebulización múltiple, por la **pluralidad de conductos independientes** de aporte de flujo líquido con un único orificio de salida del aerosol.

## CURRENT STATE OF DEVELOPMENT

Se ha desarrollado un prototipo a escala de laboratorio que está disponible para realizar cualquier demostración (*Figura 3*). Los experimentos y ensayos realizados confirman su fiabilidad, reproducibilidad, robustez y fácil manejo.



*Figura 3. Fotografía del prototipo disponible en el laboratorio*

## MARKET APPLICATIONS

La presente invención se enmarca en el campo de las tecnologías de nebulización de fluidos. Concretamente, se trata de un dispositivo que permite mezclar y nebulizar dos o más fluidos, lo que lo hace especialmente adecuado en la **preparación e introducción de muestras líquidas** en técnicas espectrométricas en el campo del **análisis químico**.

El nebulizador multiconducto se puede usar para:

- **Dilución de muestras** (permite automatizar el proceso de dilución).
- **Calibración mediante patrón interno** (permite corregir interferencias).
- **Calibración mediante adición de patrón** (permite automatizar y simplificar el proceso).
- Análisis mediante **dilución isotópica**.
- **Derivatización y generación de especies volátiles** de analitos (permite que tengan lugar las reacciones químicas en fase aerosol entre los analitos de la muestra y los patrones de calibración, y uno o más reactivos).
- **Introducción y análisis de muestras orgánicas** (permite introducir muestras orgánicas en el plasma emulsionándolas con una disolución acuosa. Se consigue un alto grado de mezclado y se previene la formación de depósitos de carbón en la salida del tubo inyector).
- **Extracción líquido-líquido** (permite reducir el tiempo de procesado, las pérdidas de analito y la contaminación de la muestra. Además, no se precisan grandes cantidades de muestra, ni de reactivos orgánicos caros y/o tóxicos).
- **Introducción discreta de muestras y/o patrones** (permite introducir de forma discreta el analito en fase aerosol directamente en la cámara de nebulización, eliminando así el problema de la difusión).

## COLLABORATION SOUGHT

Se buscan empresas interesadas en adquirir esta invención para su **explotación comercial** mediante:

- Acuerdos de licencia de la patente.
- Búsqueda de oportunidades de financiación para desarrollar nuevas aplicaciones, adaptarlo a las necesidades específicas de la empresa, etc.
- Acuerdos en materia de transferencia de tecnología y de conocimiento.
- Realizar informes técnicos y asesoría científica para empresas.
- Ofrecer formación específica a medida de las necesidades de la empresa.
- Servicios de normalización, calibración, elaboración de normas técnicas nacionales e internacionales, etc.
- Ofrecer apoyo tecnológico en aquellas técnicas que requieren una alta capacitación o instrumental sofisticado que no esté

al alcance de la empresa solicitante.

- Intercambio de personal por períodos de tiempo definidos (para el aprendizaje de una técnica, etc.).
- Alquiler del equipamiento interno a los clientes que deseen llevar a cabo sus propios ensayos (infraestructura propia del Departamento de Química Analítica o de los Servicios Técnicos de Investigación (SSTI) de la Universidad de Alicante).

#### INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS

La presente invención se encuentra protegida mediante patente concedida con examen:

- Título de la patente: "Nebulizador multiconducto, uso de dicho nebulizador y método para la nebulización de dos o más líquidos"
- Número de solicitud: P201431797
- Fecha de solicitud: 4 de diciembre de 2014

#### MARKET APPLICATION (4)

Agroalimentación y Pesca  
Contaminación e Impacto Ambiental  
Medicina y Salud  
Tecnología Química