

# MÉTODO Y EQUIPO PARA LA DETERMINACIÓN DEL EQUILIBRIO LÍQUIDO-LÍQUIDO-VAPOR ISOBÁRICO EN SISTEMAS HETEROGENEOS

**P** PATENTED TECHNOLOGY

## CONTACT DETAILS:

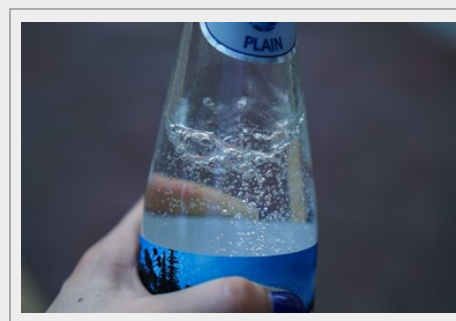
Relaciones con la Empresa  
Oficina de Transferencia de Resultados de la Investigación-OTRI  
Universidad de Alicante  
Tel.: +34 96 590 99 59  
Email: [areaempresas@ua.es](mailto:areaempresas@ua.es)  
<http://innoua.ua.es>

## ABSTRACT

La metodología más utilizada en la determinación del equilibrio líquido-vapor isobárico es mediante el uso de aparatos que utilizan el método dinámico. Sin embargo, estos equipos son útiles sólo cuando el líquido está formado por una sola fase, es decir, es homogéneo.

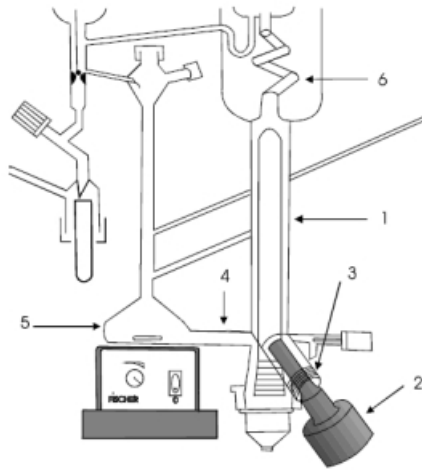
En el caso de la existencia de dos fases líquidas no pueden usarse estos equipos ya que no es posible alcanzar un régimen estacionario: debido a la limitada velocidad de transferencia de materia entre las fases líquidas y a los cambios producidos en la circulación de las dos fases líquidas se producen importantes fluctuaciones que hacen que no se puedan llevar a cabo medidas en los aparatos.

La tecnología desarrollada por el Departamento de Ingeniería Química que se presenta, transforma a estos equipos para que también sean capaces de obtener datos de equilibrio cuando el líquido tiene dos fases, es decir, es heterogéneo. Por tanto, los transforma en aparatos para la determinación del equilibrio líquido-líquido-vapor.



## TECHNICAL DESCRIPTION

Partiendo de un equipo estándar para la determinación del ELV en sistemas homogéneos, la invención consiste en aplicar ultrasonidos a la mezcla líquido-líquido-vapor mediante una sonda ultrasónica (7) acoplada en un tubo (5) soldado al calderín (1) y en comunicación con este, quedando la extremidad inicial del tubo (5) y el extremo operativo de la sonda (7), situado en el seno del calderín (1) al nivel del conducto (3) que lo relaciona con el matraz mezclador (2), adoptando además dicho tubo (5) y la sonda (7) una dirección de mínima inclinación con respecto al imaginario eje del calderín (1), y estableciéndose además entre la sonda (7) y el tubo (5) un cierre hermético para evitar la fuga de líquido y/o vapor con la menor pérdida de la energía acústica que se transmite a la mezcla líquido-líquido-vapor.



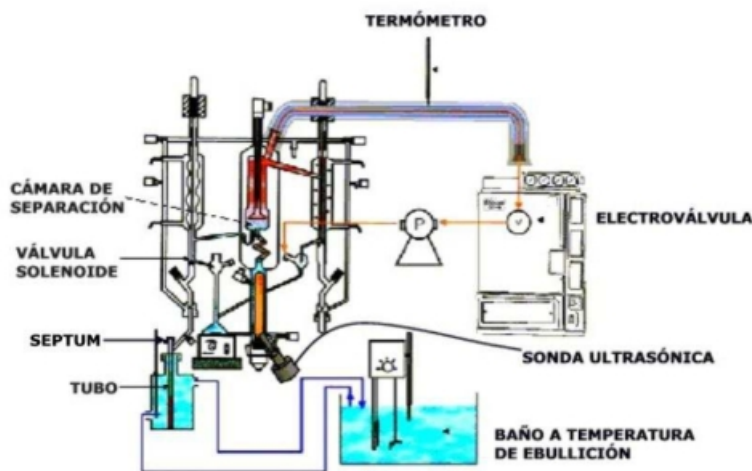
**Figura 1.** Posición y orientación del homogenizador ultrasónico en el instrumento.

El funcionamiento del equipo de determinación del equilibrio líquido-líquido-vapor sería similar al equipo sin sonda para líquidos homogéneos pero incluyendo una variable más: La potencia aplicada de ultrasonidos. Esta debe ser tal que produzca una emulsión constante en el calderín de modo que no se produzca separación de las dos fases líquidas.

La toma de muestras del líquido recirculado para el análisis de la composición de las dos fases constituyentes se efectúa del mismo modo que cuando el líquido es homogéneo, pero el líquido se toma sobre tubos termostatizados a la misma temperatura que la del punto de burbuja de la mezcla (que es medida por el aparato) dejando tiempo para que las dos fases líquidas se separen a esa temperatura y proceder a la toma de muestras y análisis de cada una de ellas.

La toma de muestra de la fase vapor se puede hacer tras la condensación si el vapor condensado produce un líquido homogéneo. Si es heterogéneo, el análisis directo del vapor sin condensación previa es el procedimiento óptimo para la determinación de su composición.

Esta invención se ha llevado a cabo aplicando ultrasonidos (homogeneizador ultrasónico Labsonic L de la casa Braun) en un de los equipos más utilizado en la actualidad para la obtención de datos de equilibrio líquido-vapor (ELV) isobáricos, el Labodest (Fischer Labor und Verfahrenstechnik, Alemania) para su uso en la determinación del equilibrio líquido-líquido-vapor (ELLV) isóbaro en sistemas heterogéneos. En la figura 2 se presenta todo el equipo experimental con objeto de mostrar también el montaje realizado para la toma de las muestras de las fases líquidas y vapor.



**Figura 2.** Aparato experimental para la determinación del equilibrio

A continuación mediante dos tablas se presentan los datos de equilibrio líquido-líquido-vapor de dos sistemas ternarios que han sido determinados experimentalmente mediante esta nueva técnica. En cada tabla se especifica las composiciones (en fracciones molares) de las fases líquidas y de las fases vapor, así como las temperaturas de burbuja. La potencia suministrada por el generador de ultrasonidos para determinar el equilibrio líquido-líquido-vapor de ambos sistemas no superaba los 100 vatios.

**Tabla 1. Datos de equilibrio líquido-líquido-vapor (fracciones molares) del sistema ternario agua (1) – etanol (2) – acetato de etilo (3).**

	FASE ACUOSA			FASE ORGÁNICA			VAPOR			T <sub>b</sub> (°C)
	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	y <sub>1</sub>	y <sub>2</sub>	y <sub>3</sub>	
<b>BIN</b>	0,988	...	0,0120	0,225	...	0,775	0,306	...	0,694	70,45
<b>1</b>	0,967	0,0176	0,0157	0,269	0,0566	0,674	0,302	0,0527	0,646	70,20
<b>2</b>	0,945	0,0341	0,0205	0,356	0,0987	0,546	0,303	0,0891	0,608	70,30
<b>3</b>	0,928	0,0480	0,0236	0,426	0,129	0,445	0,306	0,111	0,583	70,40
<b>4</b>	0,887	0,0704	0,0427	0,583	0,140	0,278	0,310	0,134	0,556	70,80

**Tabla 2. Datos de equilibrio líquido-líquido-vapor (fracciones molares) del sistema ternario agua (1) – 2-propanol (2) – ciclohexano (3).**

	FASE ACUOSA			FASE ORGÁNICA			VAPOR			T <sub>b</sub> (°C)
	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	y <sub>1</sub>	y <sub>2</sub>	y <sub>3</sub>	
<b>BIN</b>	0,9999	...	0,0001	0,0030	...	0,997	0,299	...	0,701	69,45
<b>1</b>	0,969	0,0308	0,0001	0,0119	0,0303	0,958	0,245	0,150	0,605	65,80
<b>2</b>	0,937	0,0628	0,0002	0,0188	0,104	0,878	0,232	0,200	0,568	64,35
<b>3</b>	0,909	0,0904	0,0009	0,0378	0,182	0,781	0,221	0,219	0,560	64,30
<b>4</b>	0,882	0,116	0,0019	0,0825	0,273	0,645	0,223	0,226	0,551	64,20
<b>5</b>	0,838	0,156	0,0055	0,176	0,344	0,481	0,223	0,230	0,547	64,30

Los datos de equilibrio líquido-líquido-vapor de ambos sistemas se intentaron obtener en el equipo Labodest sin modificar y no pudo obtenerse datos reproducibles. Incluso para las mezclas ternarias pobres en propanol del sistema agua-propanol-ciclohexano fue imposible determinar el equilibrio debido a la gran inestabilidad del sistema donde se producían oscilaciones importantes en el valor de la temperatura (en algunos casos de más de 10°C).

También fue imposible determinar el equilibrio en el rango de concentraciones pobres en etanol para el sistema agua-etanol-acetato de etilo debido a la escasez (en algunos casos nula) de fase orgánica recirculada a través de la bomba Cottrell.

#### ADVANTAGES AND INNOVATIVE ASPECTS

La aplicación de ultrasonidos en la determinación del equilibrio líquido-líquido-vapor resulta una técnica completamente nueva. Esta técnica se ha puesto a punto tras la realización de una larga experimentación que ha conducido por una parte a optimizar la posición y orientación de la sonda ultrasónica introducida en el equipo y por otra a la obtención de un método eficaz para la realización del cierre hermético entre la sonda ultrasónica y la apertura por donde es introducida dicha sonda.

#### MARKET APPLICATIONS

La fabricación de equipos estándar para la determinación del equilibrio líquido-vapor isobárico que sean útiles tanto para la determinación de sistemas heterogéneos como para la determinación de sistemas homogéneos, sería de gran interés para los investigadores que trabajan en el campo del equilibrio líquido-vapor. Muchos de estos investigadores que ya poseen el equipo estándar actual que sólo funciona bien para la determinación experimental del equilibrio líquido-vapor isobárico de sistemas homogéneos, estarían interesados en conseguir un equipo que también fuera útil para sistemas heterogéneos.

Por tanto esta invención desarrollada por el Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Alicante permitiría que las empresas que actualmente fabrican equipos para la determinación experimental del ELV, pudieran fabricar equipos que fueran útiles tanto para la determinación del ELV como para la determinación del ELLV.

#### INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS

La invención está patentada a nivel nacional.

Título: -Método y equipo para la determinación del equilibrio líquido-líquido-vapor isobárico en sistemas heterogéneos. Patente española. (1999).

Inventores (p.o. de firma): D. Francisco Ruíz Beviá, Vicente Gomis Yagües y Juan Carlos Asensi

Nº de solicitud: ES2187220

País de prioridad: España

Fecha de prioridad: 13 de julio de 1999

MARKET APPLICATION (1)

Tecnología Química