

TR11: AP.9200135

CONDICIONES ACCIDENTALES DE CONVECCION NATURAL EN
. REACTORES NUCLEARES. INVESTIGACION EXPERIMENTAL

FOR

D.F. DELMASTRO y A. CLAUSSE

Centro Atómico Bariloche
Comisión Nacional de Energía Atómica
República Argentina

Trabajo a ser presentado a la XVIII Reunión Anual de
la Asociación Argentina de Tecnología Nuclear, 22-26
octubre de 1990 en Buenos Aires, Argentina.

CONFIDENTIAL

... nuclear reactor design...
... fluid in motion...
... knowledge in the flow evolution...
... hydraulic variables under these conditions. (6.1107)

CONDICIONES ACCIDENTALES DE CONVECCION NATURAL EN REACTORES NUCLEARES: INVESTIGACION EXPERIMENTAL

Dario F. Delmastro y Alejandro Clausse
Centro Atómico Bariloche

INTRODUCCION

En condiciones accidentales o de diseño en un reactor nuclear suele encontrarse el núcleo refrigerado por un fluido en circulación natural. Debido a la posible aparición del fenómeno de ondas de densidad, es importante tener un buen conocimiento de la evolución del caudal y otras variables termohidráulicas bajo estas condiciones.

La manifestación más común de las inestabilidades de ondas de densidad son las oscilaciones autosostenidas de las variables del sistema. La amplitud de estas oscilaciones puede ser muy grande y llevar a la inversión de caudal.

El estudio del comportamiento no lineal en flujos de dos fases ha cobrado gran interés recientemente. Sin embargo no se han realizado todavía demasiados experimentos que permitan estudiar las características no lineales del fenómeno.

En este trabajo se presenta un experimento llevado a cabo en un circuito de agua en ebullición bajo circulación natural. Los resultados son analizados utilizando una técnica de deconvolución que permite la reconstrucción de diferentes proyecciones del atractor dinámico en el espacio de las fases.

EQUIPO EXPERIMENTAL

En la Fig. 1 se muestra un diagrama del equipo experimental. Basicamente este circuito consiste en un tubo de bajada, una sección calefactora, un tanque abierto a la atmósfera y válvulas de entrada y salida.

Los experimentos se llevaron a cabo manteniendo constante la potencia calefactora, la temperatura del agua entrante a la sección calefactora y la apertura de las válvulas.

En los distintos experimentos se midieron las temperaturas de entrada y salida de la sección calefactora, y la evolución

temporal del caudal entrante a esta.

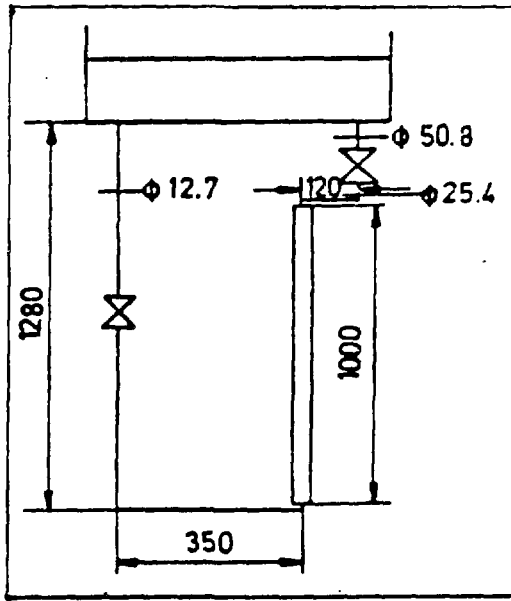


Figura 1 Equipo experimental.

RESULTADOS

Aumentando la potencia que se suministraba al sistema, el fluido circulaba por convección natural. Para un cierto rango de potencias la evolución temporal del caudal mostraba una oscilación de gran amplitud con un periodo de alrededor de 2 segundos. En la Fig. 2 se muestra la evolución temporal del caudal de entrada para una temperatura de entrada de 82,65°C y una potencia de 1568W.

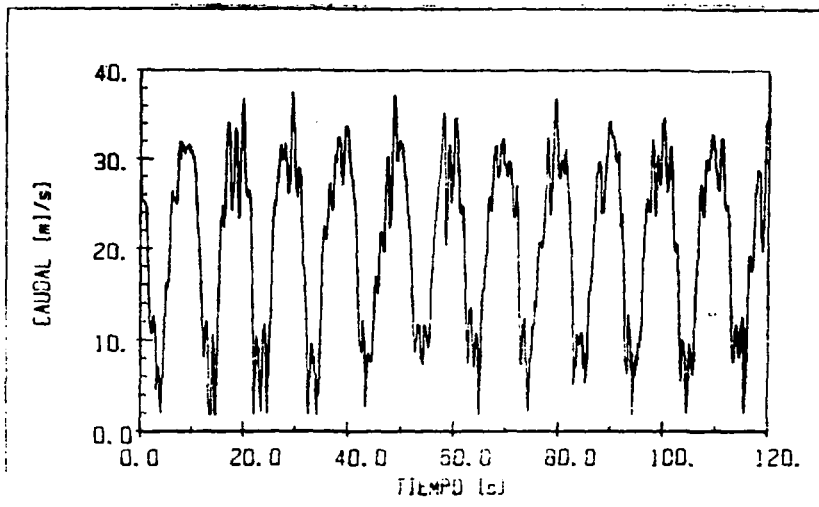


Figura 2 Evolución temporal del caudal de entrada.

Conociendo la evolución temporal de la velocidad a la entrada del canal y la potencia calefactora entregada se puede calcular la posición de la frontera de ebullición, y el título a la salida del canal, por medio de técnicas de deconvolución. Estas se basan en seguir la evolución de las partículas de fluido a lo largo del canal[1]. En las Figs. 3 y 4 se muestran la evolución temporal de la posición de la frontera de ebullición y el título a la salida, para el caso de la Fig. 2.

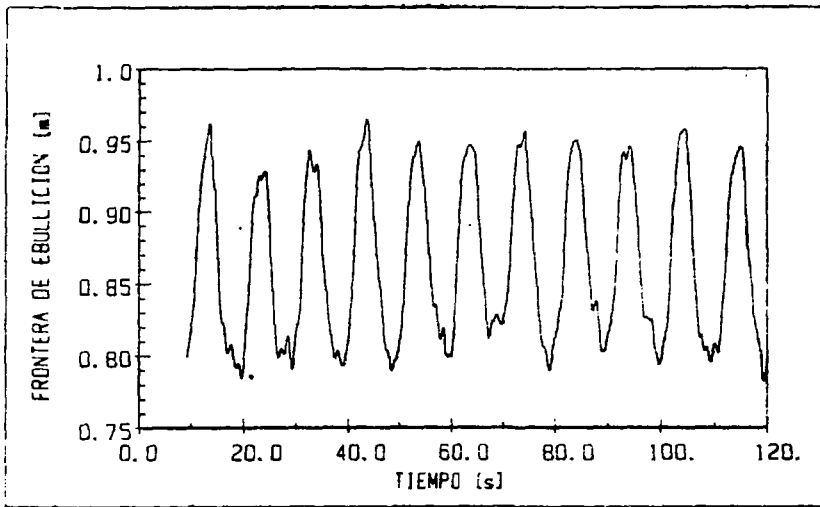


Figura 3 Evolución temporal de la frontera de ebullición.

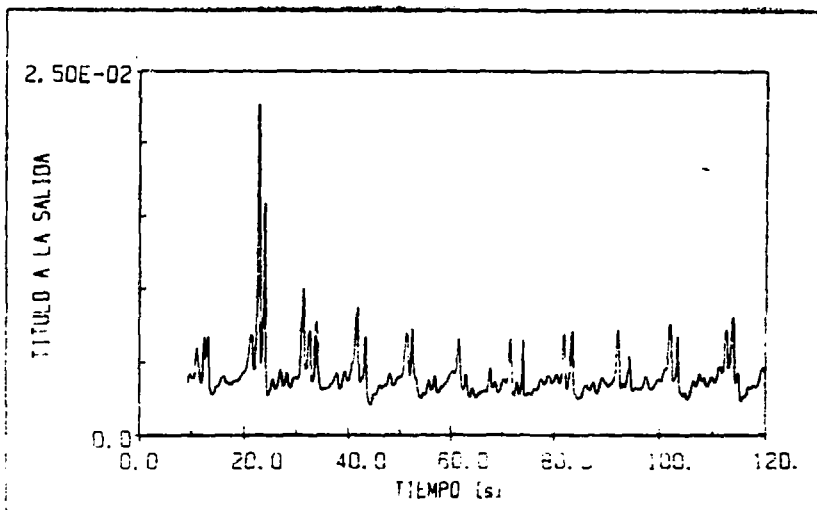


Figura 4 Evolución temporal del título a la salida.

Con el objeto de comparar los resultados experimentales con los análisis teóricos de este tipo de sistemas no lineales, se reconstruyen diferentes proyecciones del atractor dinámico en el espacio de las fases. Se observa que el caudal tiende a disminuir cuando la longitud de la región subenfriada aumenta, debido a la reducción de la fuerza boyante cuando la frontera de ebullición se aproxima al final del canal. En las Figs. 5 y 6 se muestran diferentes proyecciones del atractor para el caso de la Fig. 2.

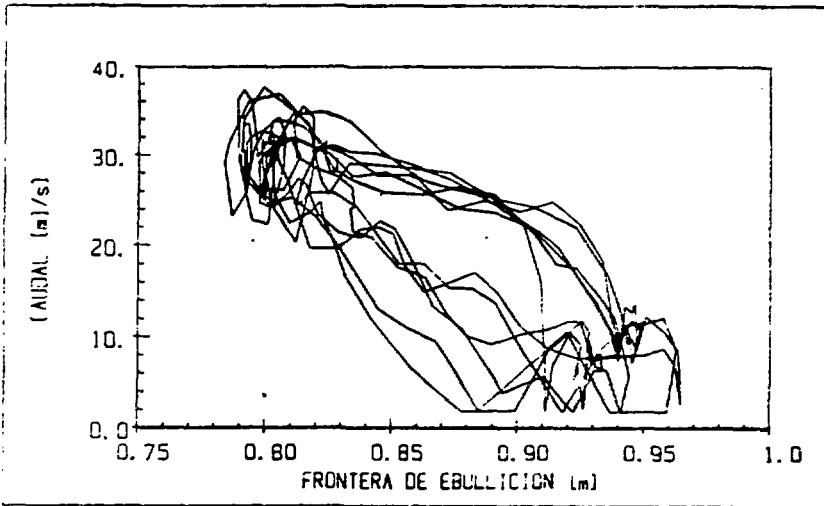


Figura 5 Proyección del atractor sobre el plano caudal-posición de la frontera de ebullición.

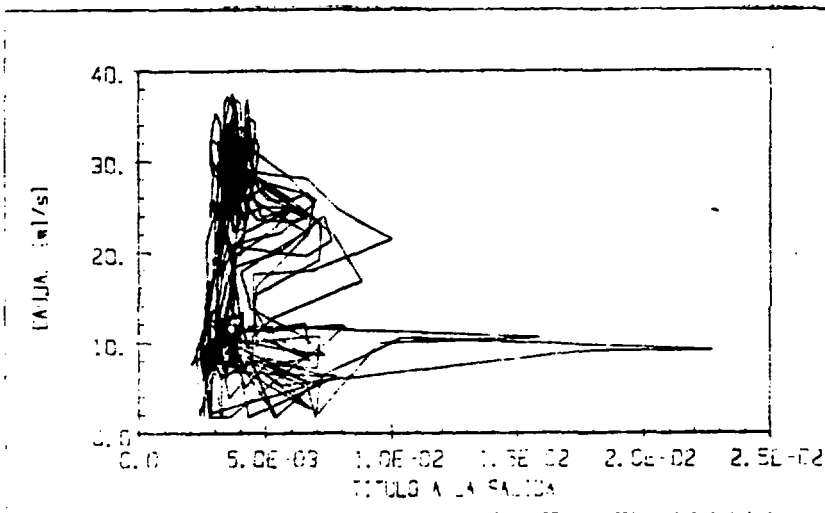


Figura 6 Proyección del atractor sobre el plano caudal-título a la salida.

Es interesante la similitud de las oscilaciones medidas con la respuesta caótica recientemente encontrada en otros sistemas dinámicos no lineales[2]. La manifestación más común son los llamados atractores extraños, los cuales tienen la propiedad de tornar impredecibles los sucesos futuros, debido al crecimiento exponencial de los errores. Este hecho es importante en los casos en que se necesita conocer correctamente la evolución del sistema como en la seguridad de reactores nucleares.

REFERENCIAS

[1] Achard, J.L., Drew, D.A., and Lahey, R.T., Jr., "The effect of gravity and friction on the stability of boiling flow in a channel." *Chem. Eng. Commun.* Vol. 11, pp. 59-79.

[2] Bergé, P., Pomeau, Y., and Vidal, C., "Order within chaos." Hermann and John Wiley&Sons, Inc., Paris, 1986.