

# RESISTIVIDAD DEL SISTEMA



G. F. Goya, G. Punte\*, y R. C. Mercader\*

*Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, C.C.67, 1900 La Plata.*

E.J. Baran\*

*Departamento de Química, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, 15 y 47, 1900 La Plata.*

El método de cuatro puntas se ha utilizado para estudiar la dependencia con la temperatura de la resistividad AC del sistema  $\text{Bi}_{1.6} \text{Pb}_{0.3} \text{Sb}_{0.1} \text{Sr}_2 \text{Ca}_2 \text{Cu}_2 \text{O}_y$  entre 77 y 300 K. Se encuentra que la variación de la resistividad con la temperatura depende de la historia térmica de la muestra. Muestras sinterizadas a temperaturas mayores que 800° C presentan transición superconductora en el rango medido. Se comparan los resultados obtenidos con los de sistemas similares.

## INTRODUCCION

La primera observación de superconductividad a alta temperatura en el sistema Bi-Ca-Sr-Cu-O fue realizada por Maeda et al.<sup>1</sup> Las numerosas investigaciones posteriores sobre el mismo sistema permitieron identificar tres fases superconductoras con temperaturas críticas de  $\approx 20$ ,  $\approx 80$  y  $\approx 110$  K. Takano et al.<sup>2</sup> encontraron que la fase de 110 K puede ser estabilizada con la adición de Pb y Liu Hongbao et al.<sup>3</sup> observaron transiciones a 120 K con la adición de Sb.

Recientemente Chen Zuyao et al.<sup>4</sup> informaron que el sistema multimetálico del título, así como otros de composiciones cercanas, presentan superconductividad con Tc alrededor de 130 K. Resultados similares han sido obtenidos por Liu Hongbao et al.<sup>5</sup>

Con el objeto de obtener información sobre las posibles fases presentes y comprender mejor las propiedades de estos sistemas polifásicos hemos procedido a la preparación en diferentes condiciones de  $\text{Bi}_{1.6} \text{Pb}_{0.3} \text{Sb}_{0.1} \text{Sr}_2 \text{Ca}_2 \text{Cu}_2 \text{O}_y$  y al estudio de sus propiedades conductoras.

## SINTESIS

El compuesto fue preparado por reacción en fase sólida partiendo de una mezcla en las proporciones adecuadas, de  $\text{Bi}_2 \text{O}_3$ , PbO,  $\text{SrCO}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$ , y CuO. La mezcla se calentó lentamente hasta 820° C y se mantuvo a esa temperatura durante 70 hrs, con numerosas moliendas intermedias. Finalmente, se empastilló y se calcinó 5 hrs. más a 820° C (muestra A).

\* Investigador del CONICET.

Con otra parte de la mezcla se preparó otra pastilla, la que se calentó en corriente de  $\text{O}_2$ , llevándola lentamente a 600° C y manteniéndola a esa temperatura durante 4 hrs. Luego se enfrió muy lentamente, también en corriente de  $\text{O}_2$  (muestra B).

## EXPERIMENTOS

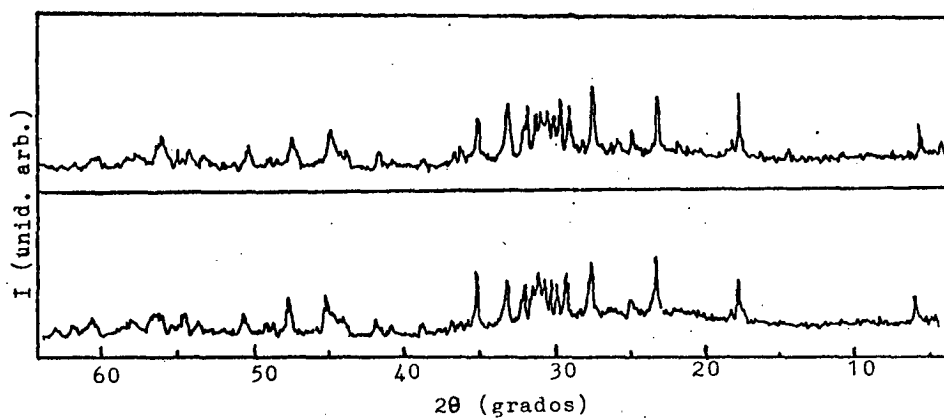
Los diagramas de difracción de Rayos-x para las muestras A y B se presentan en la Fig. 1. Los mismos fueron obtenidos en un difractómetro de polvo utilizando la radiación  $\text{K}\alpha$  de un ánodo de Cu.

Se midió la resistividad AC del sistema mediante la técnica de cuatro puntas, utilizando un amplificador lock-in, dentro del rango de temperaturas comprendido entre 77 y 300 K. Para la medición de la temperatura se utilizó una resistencia de Pt calibrada según norma DIN 43760, con una tolerancia máxima de  $\pm 0.4 \Omega$  a 77 K. La corriente de medida estuvo comprendida entre 100 y 150  $\mu\text{A}$ . Los contactos se realizaron con una pintura fabricada en el laboratorio mezcla de Ag en polvo y adhesivo sintético. Se consideraron valores aceptables para las resistencias de contacto los comprendidos entre 5 y 30  $\Omega$ . Las curvas de resistividad vs. temperatura se muestran en la Fig. 2.

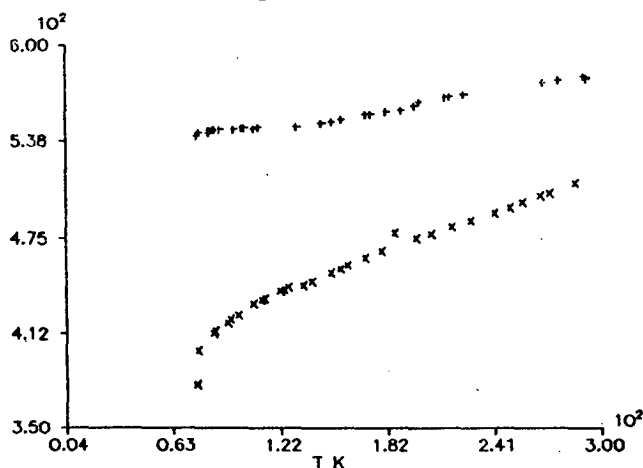
## DISCUSION

De los difractogramas puede concluirse que ambos sistemas presentan varias fases. El análisis de las intensidades y posiciones de las líneas de difracción indican la existencia de componentes que pueden interpretarse como las fases 4334<sup>6</sup> y 2212<sup>7</sup> estudiadas en el sistema Bi-Sr-Ca-Cu-O. Estas dos fases presentan superconductividad a  $\approx 80$  K.

La existencia de un pequeño porcentaje de una



**Figura 1: Difractograma de rayos X. Figura superior: muestra A. Figura inferior: muestra B**



**Figura 2: Curvas de resistividad vs. temperatura. x: muestra A +: muestra B**

fase comparable a la fase de  $\approx 110\text{K}$ , estudiada en el sistema Bi-Sr-Ca-Cu-O, puede asimismo inferirse a partir de la presencia de una línea de difracción en  $2\theta = 29,75^\circ$ , interpretable como la más intensa de la fase  $\text{Bi}_{1.9}\text{Pb}_{0.35}\text{Ca}_2\text{Sr}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+y}$  superconductor a  $106\text{K}$ <sup>8</sup>.

En ambos diagramas aparecen picos que no pueden interpretarse en base a las fases conocidas para el sistema Bi-Sr-Ca-Cu. Líneas de difracción en posiciones análogas han sido descritas por Liu Hongbao et al.<sup>3</sup> a partir del estudio de  $\text{Bi}_{2-x}\text{Sb}_x\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$  para  $x = 0.2$  y por el mismo autor<sup>5</sup> en el sistema  $\text{Bi}_{1.9-x}\text{Pb}_x\text{Sb}_{0.1}\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$  con  $x = 0.3; 0.4$ .

A partir de los diagramas de resistividad versus temperatura también se puede inferir la presencia de varias fases, pues en ambas muestras se observan comportamientos metálicos con tres zonas diferentes. Haciendo regresiones lineales para las tres regiones se encuentra, respectivamente para las muestras A y B, que existe una primera inflexión a los 138.1 y 133.4K, otra a los 78.1 y 77.8 K y finalmente la muestra A se torna superconductor

mientras que la B no lo hace en el rango de temperaturas disponible.

Como ha sido observado por Sarkar et al.<sup>9</sup> las inflexiones en las curvas de resistividad vs. temperatura son comunes en los sistemas Bi-Sr-Ca-Cu-O, permitiendo suponer la coexistencia de fases de distinta Tc.

Nuestros resultados serían por lo tanto consistentes con los resultados informados Chen Zuyao et al.<sup>4</sup> y por Liu Hongbao et al.<sup>5</sup> en lo que respecta a la posibilidad de existencia de la fase de  $\approx 130\text{K}$  y contraria a la de Oto et al.<sup>10</sup> quienes no encontraron evidencias de esa transición.

En resumen a partir de las evidencias existentes creemos que la inclusión de Pb y Sb en el sistema Bi-Sr-Ca-Cu-O permitiría la obtención de una fase superconductor con una temperatura crítica de  $\approx 130\text{K}$ . Entendemos que debe realizarse un estudio cuidadoso de las condiciones de preparación y porcentajes de sustitución necesarios para estabilizarla a fin de dilucidar su naturaleza.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a D. Vega la obtención de los difractogramas de rayos - X.

## REFERENCIAS

1. H. Maeda, Y. Tanaka, M. Fukutomi y T. Asano. Jpn. J. Appl. Phys. 27, L209 (1988).
2. M. Takano, J. Takada, K. Oda, H. Kitaguchi, Y. Miura, Y. Ikeda, Y. Tomii, y H. Mazaki. Jpn. J. Appl. Phys., 27, L1041 (1988).
3. Liu Hongbao, Zhan Xiaonong, Chao Yaozu, Zhou Guien, Ruan Yaozhong, Chen Zhaojia y Zhang Yuheng, g. Physica C 156, 804 (1988).
4. Chen Zuyao, Zhang Weijie, Mao Xianglei, Zhou Ling, Mao Zhiqiang, Qian Yitai, Cao Liezhao, Chen Zhaojia, and Zhan Yuheng. Submitted to Beijing International Workshop on High-Tc Supercond. Sept. 4-8, 1989.
5. Liu Hongbao, Cao Liezhao, Zhou Ling, Mao

- Zhigiang, Li Xiaoxian, Yu Zhidong, Xue Bai, Mao Xianglei, Zhou Guien, Run Yaozhong, Chen Zhaojia, Zhang Yuheng. *Solid State Comm.* 69, 8, 867 (1989).
6. J.M. Tarascon, Y. Le Page, P. Barboux, B.G. Bagley, L. H. Greene, W.R. McKinnon, G. W. Hull, M. Giroud, y D. M. Hwang. *Phys. Rev.* 839, 1988.
7. Y. Gao, P. Lee, P. Coppens, M. A. Subramanian y A.W. Sleight. *Science*. In press.
8. J.L. Tallon, R. G. Buckley, P.W. Gilbert y M. R. Presland. En prensa en *Physica C*.
9. A. K. Sarkar, B. Kumar, I. Maartense y T. L. Peterson, *J. Appl. Phys.* 65, 2392 (1989).
10. K. Oto, K. Murase y S. Takaoka. *Solid State Comm.* 71, 819 (1989).