

Estudo da Impedância numa Amostra de $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ Sinterizado

Objetivo

Estudar as propriedades magnéticas de uma amostra de $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ por impedânciometria. Em especial, procura-se investigar os efeitos da frequência da corrente de sonda nas partes real e imaginária da impedância no regime de aproximação ao estado de resistência nula.

Abordagem Teórica

A temperatura de transição da fase normal para a fase supercondutora da amostra policristalina de $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$, chamada de temperatura crítica (T_c), é de aproximadamente 92K. Queremos estudar os efeitos da frequência da corrente de sonda nesta amostra nas proximidades de T_c .

A técnica de impedânciometria pode ser utilizada para estudos de transições de fase magnética e estrutural. A impedância é dada pela expressão

$$Z = \frac{V}{I} = R + iX$$

onde

$$V = [R - i(\chi_L + \chi_C)]I$$

V : diferença de potencial
 I : corrente elétrica
 R : resistência
 χ_L : reatância indutiva
 χ_C : reatância capacitiva

A reatância indutiva ($\chi_L = \omega L$, onde L é a indutância) é diretamente proporcional à frequência (ω) de corrente de sonda, enquanto a reatância capacitiva ($\chi_C = 1/\omega C$, onde C é a capacitância) é inversamente proporcional a essa frequência.

Equipamento Utilizado

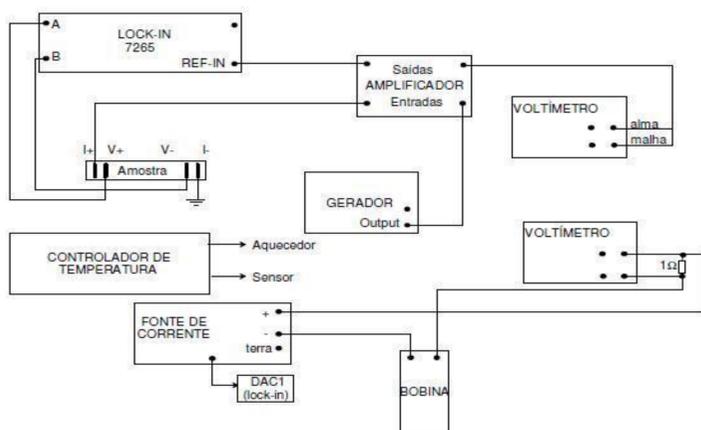


Figura 1: Diagrama em blocos do equipamento utilizado para as medidas. Fonte: Trabalho de Conclusão de Curso de Lucas Royes Schardosim.

O gerador de sinais envia uma corrente de sonda senoidal para a amostra e para o lock-in através do amplificador. A diferença de potencial entre os terminais de tensão da amostra ($V+$ e $V-$) é lida pelo lock-in no modo A-B. Assim, é possível obter as medidas da resistência (sinal em fase) e da reatância (sinal fora de fase).

Amostra e Medidas

As medidas foram realizadas utilizando-se a técnica de quatro-pontas e os contatos elétricos foram feitos com cola prata.

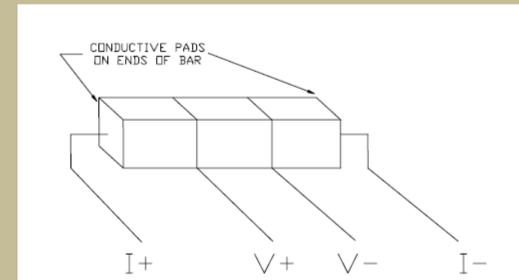


Figura 2: Esquema da amostra com os 4 contatos elétricos.

A técnica consiste em passar uma corrente elétrica alternada ao longo da amostra (entre os terminais $I+$ e $I-$) e medir a diferença de potencial entre dois pontos da superfície da amostra (entre $V+$ e $V-$). Medimos a impedância em função da temperatura para as frequências constantes de 37Hz e 100kHz.

Resultados

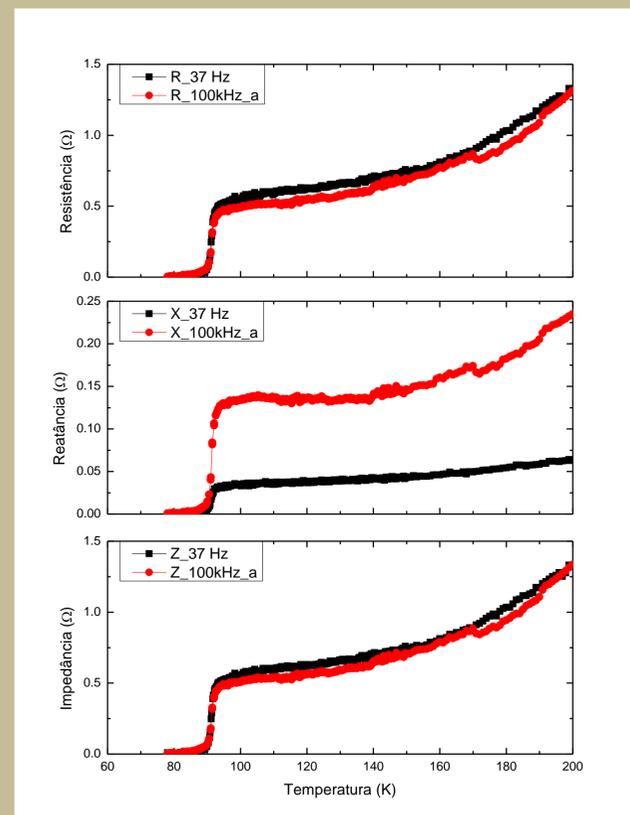


Figura 3: Comportamento da resistência, da reatância e da impedância em função da temperatura numa amostra policristalina de $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ para frequências de corrente de sonda de 37Hz e 100kHz.

Uma diminuição abrupta em $R(T)$, $X(T)$ e $Z(T)$ é percebida em torno de 92K. Esse comportamento evidencia a transição da fase normal para a fase supercondutora. Também é evidente a diferença quantitativa nas curvas de reatância para frequências distintas.

Conclusão

Neste trabalho foram realizadas medidas de impedância de uma amostra de YBCO supercondutor. Dessas medidas obtivemos a resistência e a reatância em função da temperatura para duas frequências de corrente. Dos dados foi possível determinar a temperatura de transição da fase normal para a fase supercondutora. Também podemos verificar um aumento da reatância com a frequência da corrente de sonda. Isto significa que a contribuição indutiva é dominante na reatância. Observamos também que a transição ao estado supercondutor não é significativamente alargada pelo aumento da frequência.