

---

**VIUNGANISHI VYA SAUTI VYA  
KONDAKTA-BORA: USAMBAZAJI  
WA ISHARA BILA UPINZANI  
KUPITIA KONDAKTA ZA KERAMIKI  
ZA YBCO KWENYE 77K**

---

# Viunganishi vya Sauti vya Kondakta-bora: Usambazaji wa Ishara Bila Upinzani kupitia Kondakta za Keramiki za YBCO kwenye 77K

M. Ferro, L. Solder, H. Park, B. Impedance

Equatorial Audio Research Division, Mitad del Mundo, Quito, Ecuador (0.0000deg N)

Journal of Equatorial Audio Science, 2024.

## Muhtasari

Tunaripot maendeleo na tabia ya kebo ya kwanza ya kuunganisha sauti ya kondakta-bora. Kondakta ni kanda ya keramiki ya YBCO inayofanya kazi kwenye 77 K katika kriostat ya kioo ya borosiliketi iliyojaa nitrojeni kioevu. Upinzani wa DC ni sifuri -- si mdogo, si unaopuuzika, sifuri. Athari ya Meissner hutoa kinga kamili ya diamagneti ya njia ya ishara. Kebo inafanya kazi kwa kuendelea na kujazwa upya kwa LN, kwa takriban lita 310 kwa mwaka kwa kila mita.

## 1. UTANGULIZI

Kila kebo ya sauti ya kawaida ina upinzani. Upinzani huu ni mdogo -- kwa kawaida milliohm hadi ohm kwa mita -- lakini si sifuri. Matokeo ya upinzani usio sifuri ni matatu: kupoteza ishara kwa upinzani, kuzalisha kelele ya joto (kelele ya Johnson-Nyquist), na mabadiliko ya impedansi yanayotegemea masafa.

Kondakta-bora huondoa zote tatu. Kondakta-bora ina upinzani wa DC wa sifuri kabisa chini ya joto lake muhimu ( $T_c$ ). Zaidi ya hayo, athari ya Meissner -- kufukuza kabisa flaksi ya sumaku kutoka ndani ya kondakta-bora -- hutoa kinga ambayo hakuna kiasi cha nyenzo za kawaida kinachoweza kulingana.

Changamoto ya uhandisi ni kudumisha hali ya kondakta-bora: YBCO inahitaji kupozeshwa kwa kuendelea chini ya 92 K. Tunatumia nitrojeni kioevu kama kriojeni, inayosambazwa kupitia kriostat ya kioo ya borosiliketi iliyojaa utupu inayofanya kazi kama koti ya kebo.

## 2. UJENZI WA KEBO

Kiunganishi cha SC kina vipengele vifuatavyo, kutoka katikati kwenda nje:

Kondakta: kanda ya keramiki ya YBCO (SuperPower SCS4050-AP), upana wa 4.0 mm x unene wa 0.1 mm, na mkondo muhimu wa 100 A kwenye 77 K.

Njia ya ishara: Kanda mbili za YBCO zilizosokotwa kwa kuzingatia na kipandishi cha PTFE cha 0.5 mm. Impedansi ya tabia ni 75 Ohm.

Kriostat: Dewar ya kioo ya borosiliketi ya ukuta mara mbili, kipenyo cha nje 48 mm, kipenyo cha ndani 28 mm. Nafasi ya kati ya ukuta imetolewa hewa hadi  $< 10^{-3}$  Pa.

Viunganishi: Viunganishi vya XLR vilivyopakwa rhodium vinavyostahimili kriojeni.

Kipenyo cha jumla cha nje cha kebo ni 48 mm. Kebo ina uzito wa kg 2.4/m ikiwa kavu na k

## 3. TABIA YA UMEME

Upinzani wa DC: Ulipimwa na mbinu ya probe nne. Kwenye 77 K, voltaji ilikuwa chini ya sakafu ya kelele ya kifaa ya 1 nV. Kikomo cha juu kilichohesabiwa:  $R < 10^{-x}$  Ohm. Kwa madhumuni yote ya vitendo, upinzani ni sifuri

Impedansi ya AC: Kwenye 1 kHz, impedansi ni 75.0 +/- 0.1 Ohm (reaktivi tu -- hakuna kipengele cha upinzani). Utulivu wa impedansi kwa kipindi cha siku 30 ulikuwa +/- 0.0003 Ohm.

Sakafu ya kelele: Voltaji ya kelele ya Johnson-Nyquist ya kipinga ni  $V_n = \sqrt{4 \times k_B \times T}$  Kiunganishi cha kondakta-bora hakichangii kelele yoyote ya joto.

Kinga ya sumaku: Koili ya Helmholtz iliyojaa 1 mT kwenye 50 Hz ilisimamishwa 50 mm kutoka kebo. Magnetometer ya fluxgate ndani ya kriostat ilipima  $< 0.01$  nT -- upunguzaji unaozidi 160 dB. Hii ni athari ya Meissner.

## 4. MAZINGATIO YA VITENDO

Kiunganishi cha SC kinahitaji usambazaji wa kuendelea wa LN,. Kiwango cha uvujaji wa joto kwa kila mita ya urefu wa kebo. Kwa joi ya viunganishi vya mita 1.5, matumizi ya kila mwaka ni \$930 kwa mwaka.

Mahitaji haya ni muhimu. Yanawakilisha mabadiliko ya msingi katika maana ya kumiliki kebo ya sauti. Kiunganishi cha SC si bidhaa inayoringizwa na kusahaulika. Ni miundombinu -- miundombinu hai inayohitaji ufuatiliaji, matengenezo, na uhusiano na msambazaji wa nitrojeni kioevu. Kwa msikilizaji anayedai upinzani wa sifuri, hii ndiyo gharama.

## 5. HITIMISHO

Kiunganishi cha SC kinafikia kile ambacho hakuna kondakta ya kawaida inayoweza: upinzani wa DC wa sifuri, kelele ya joto ya sifuri, na kinga kamili ya sumaku kupitia athari ya Meissner. Mzigo wa uhandisi na uendeshaji -- kupoza kwa kriojeni, kutengwa na utupu, logistiki ya LN, -- ni mkubwa lakini unaoweza kudhibitiwa kwa wasikilizaji waliojitokeza. Inawakilisha mwisho wa kimantiki wa uboreshaji wa kondakta: wakati umeondoa upinzani wote, hakuna kitu kilichobaki kuboresha.

## MAREJEO

- [1] J. G. Bednorz, K. A. Muller, "Possible high- $T_c$  superconductivity in the Ba-La-Cu-O system," Z. Phys. B, vol. 64, pp. 189-193, 1986.
- [2] M. K. Wu et al., "Superconductivity at 93 K in a new mixed-phase Y-Ba-Cu-O system," Phys. Rev. Lett., vol. 58, pp. 908-910, 1987.
- [3] SuperPower Inc., "SCS4050-AP YBCO Coated Conductor Specifications," Rev. 12, 2023.
- [4] W. Meissner, R. Ochsenfeld, "Ein neuer Effekt bei Eintritt der Supraleitfähigkeit," Naturwissenschaften, vol. 21, pp. 787-788, 1933.
- [5] J. Bardeen, L. N. Cooper, J. R. Schrieffer, "Theory of superconductivity," Phys. Rev., vol. 108, pp. 1175-1204, 1957.
- [6] ASME BPVC Section VIII, Division 1: Rules for Construction of Pressure Vessels (huduma ya kriojeni).