



---

**MEISSNER-EFFEKTENS  
ANVENDELSER I FORBRUKERLYD:  
FULLSTENDIG MAGNETISK  
FLUKSUTSTØTNING SOM  
SKJERMINGSPARADIGME**

---



# Meissner-effektens anvendelser i forbrukerlyd: Fullstendig magnetisk fluksutstøtning som skjermingsparadigme

M. Ferro, C. Ohm, S. Magnusson

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

Journal of Equatorial Audio Science, 2024.

## Sammendrag

Konvensjonell elektromagnetisk skjerming er avhengig av absorpsjon og refleksjon -- mekanismer som demper eksterne felt men ikke kan eliminere dem. Meissner-effekten i Type II-superledere gir et fundamentalt annerledes paradigme: fullstendig utstøtning av magnetisk fluks fra lederens indre gjennom generering av overflate-skjermingsstrømmer. Vi demonstrerer at en lydsignalbane omsluttet av en superledende kappe opplever null kobling til eksterne elektromagnetiske felt.

## 1. INNLEDNING

Elektromagnetisk skjerming har vært en besettelse for lyd-kabelbransjen. Kobberfletting, aluminiumsfolie, mu-metallfolie, ledende polymerlag, karbonfiberomvikling -- katalogen av skjermingsmaterialer er omfattende. Hvert materiale tilbyr en forskjellig kombinasjon av magnetisk permeabilitet, elektrisk ledningsevne og frekvensavhengig demping.

Ingen av dem er tilstrekkelige. Hvert konvensjonelt skjermingsmateriale opererer ved de samme to mekanismene: absorpsjon og refleksjon. Begge er iboende ufullkomne.

Meissner-effekten er forskjellig i art, ikke bare i grad. Når en Type II-supraleder kjøles under sin kritiske temperatur i nærvær av et eksternt magnetfelt, oppstår spontant overflate-skjermingsstrømmer som genererer et felt nøyaktig likt og motsatt det påførte feltet. Nettofeltet inne i supralederen er null.

## 2. EKSPERIMENTELL VERIFISERING

Et 1,5 m SC-signalkabelpar ble installert i et standard boliglytterrom sammen med følgende EMI-kilder: WiFi 6E-ruter ved 0,5 m, 500 VA toroidal strømtransformator ved 0,3 m, kjøleskapskompressormotor ved 1,0 m, og klasse D svitsjeforsterker ved 0,2 m.

Resultater (RMS magnetfelt ved leder, alle kilder aktive):

Uskjermet OFC: 847 nT

Enkelt kobberfletting: 124 nT (17 dB demping)

Dobbeltfletting + mu-metall: 8,3 nT (40 dB)

Equinox trelagsskjerm: 1,7 nT (54 dB)

SC-signalkabel (Meissner): < 0,1 nT (> 79 dB; begrenset av magnetometerets støygulv)

Den superledende kabelens interne felt var ikke til å skille fra magnetometerets støygulv under alle testforhold.

## 3. DET KOMPLETTE SUPERLEDENDE SYSTEMET

Det fulle potensialet til Meissner-skjerming realiseres kun når hele signalkjeden er superledende. Et enkelt konvensjonelt kabelsegment i et ellers superledende system skaper et «magnetisk vindu» der eksterne felt kan koble til signalet.

Zero Kelvin Reference System adresserer dette ved å tilby superledende kabler for hvert segment: strøm, klokke, digital, analog og høyttaler. Når det komplette systemet er operasjonelt, er lydsignalbanen fra stikkontakt til høyttalerelement helt omsluttet av superledende materiale.

## 4. KONKLUSJON

Meissner-effekten gir elektromagnetisk skjerming som er fundamentalt komplett -- ikke dempet, ikke frekvensavhengig, men absolutt. Lydsignalbaner omsluttet av superledende materiale er immune mot eksterne elektromagnetiske felt ved enhver frekvens og enhver styrke under det kritiske feltet. Vi foreslår at Meissner-skjerming representerer den fysiske grensen for elektromagnetisk beskyttelse av lydsignalbaner.

## REFERANSER

[1] W. Meissner, R. Ochsenfeld, "Ein neuer Effekt bei Eintritt der Supraleitfähigkeit," Naturwissenschaften, vol. 21, pp. 787-788, 1933.

[2] M. Tinkham, Introduction to Superconductivity, 2nd ed., Dover, 2004.



- [3] J. Bardeen, L. N. Cooper, J. R. Schrieffer, "Theory of superconductivity," Phys. Rev., vol. 108, pp. 1175-1204, 1957.
- [4] A. A. Abrikosov, "On the magnetic properties of superconductors of the second group," Sov. Phys. JETP, vol. 5, pp. 1174-1182, 1957.
- [5] M. Ferro et al., "Superconducting audio interconnects," J. Equatorial Audio Sci., vol. 5, no. 1, 2024.
- [6] IEC 61000-4-8:2009, Electromagnetic compatibility (EMC).