

Abstrakt

Autor: Mgr.Samuel Kern

Názov: Kvantovo limitované detektory na báze supravodivých metamateriálov

Univerzita: Univerzita Komenského

Fakulta: Fakulta Matematiky, Fyziky a Informatiky

Katedra: Katedra experimentálnej fyziky

Školiteľ: prof. RNDr. Miroslav Grajcar, DrSc.

Miesto: Bratislava

Dátum: 20.2.2024

Typ záverečnej práce: Dizertačná práca

Dizertačná práca sa zaoberá kvantovo limitovanou detekciou v supravodivých štruktúrach, a to v infračervenom aj mikrovlnnom pásme.

V mikrovlnnom pásme skúmame parametrické zosilňovače na báze postupujúcich vĺn (TWPA)- kľúčové prvky pri detekcii signálov na kvantovej úrovni. Štandardná analýza pomocou teórie viazaných módov predpokladá impedančné prispôsobenie a zanedbáva odrazy. V práci navrhujeme model, ktorý zohľadňuje vplyv odrazených vĺn v nelineárnych vlnovodoch, čo vedie k zvýšenému zosilneniu a potlačeniu nechcených nelineárnych fázových modulácií. Model je overený na dvoch typoch TWPA: jeden je založený na supravodičoch s vysokou kinetickou indukčnosťou a druhý využíva reťaz Josephsonových spojov.

V infračervenom pásme skúmame neusporiadané ultratenké vrstvy NbN a NbTiN – kľúčové materiály pre jednofotónové detektory na báze supravodivých nanodrotoch (SNSPD). Napriek tomu, že optické vlastnosti Nb(Ti)N boli intenzívne skúmané, v ich základných elektronických parametroch pretrvávajú nezhody. Ukazujeme, že rozdiely sú dôsledkom zanedbania kvantových korekcií k vodivosti. Započítaním týchto korekcií do modifikovaného Drude-Lorentzovho modelu optickej vodivosti získavame parametre elektrónovej kvapaliny v súlade s transportnými a supravodivými meraniami. Náš model dáva presnejší obraz dynamiky nosičov náboja v neusporiadaných supravodičoch.

Kľúčové slová: kvantová limita, parametrický zosilňovač, kvantové korekcie, neusporiadané kovy a supravodiče