

Kretskvantelektrodynamiska komponenter för undersökning av Majorana-nollmoder

Populärvetenskaplig sammanfattning av masteruppsats. Oscar Erlandsson, 2018.

Informationsteknikens utveckling under 1900-talet har haft stor påverkan på världen. Möjligheten att framställa mindre och mindre transistorer, de klassiska datorernas byggstenar, har lett till massproduktion av komponenter små nog att rymmas i handen. Medan denna teknikutveckling säkerligen kommer att fortgå i framtiden, talar fysiken om för oss att transistorernas minskande storlek närmar sig kvantmekanikens regim, där underliga kvanteffekter, såsom superposition av tillstånd och kvanttunnling, kommer att påverka komponenterna.

Bortom de bekanta klassiska datorerna finns idén om kvantdatorn, som utgör ett paradigmskifte inom informationsteknik. I en kvantdator är den klassiska binära biten, som antingen kan ha värdet 0 eller 1, ersatt med en kvantbit, som kan existera i en godtycklig superposition av tillstånden 0 och 1. I teorin kan en kvantdator utnyttja kvantmekaniska effekter för att utföra vissa beräkningar mycket snabbare än vad som är möjligt för en klassisk dator. De kvantdatorer som man hittills lyckats konstruera har dock för få kvantbitar för att kunna utföra användbara beräkningar. En av utmaningarna är att finna ett fysikaliskt system som är optimalt att använda som kvantbit. I denna masteruppsats har ett sådant potentiellt system undersökts experimentellt.

Den kvantbit som försökts implementeras i detta projekt är ett hybridssystem som kombinerar en supraledande kvantbit och en Majorana-kvantbit. Supraledande kvantbitar är bland de mest utvecklade kvantbitarna och används i många världsledande kvantdatorprojekt. Majorana-kvantbiten befinner sig fortfarande i ett tidigt utvecklingsstadium, men resultat från teoretisk forskning tyder på att dessa kvantbitar skulle kunna vara extremt robusta.

I detta projekt har kvantbitskomponenter med delar i nanometerskala framställts i renrum med hjälp av toppmodern teknologi. De framställda komponenterna har karaktäriserats i en dilutionskylare, där de kylts ned till temperaturer under 50 millikelvin. En nanometer är en miljon gånger mindre än en millimeter, och 50 millikelvin är ungefär 5000 gånger kallare än en typisk skandinavisk vinter. De små storlekarna och låga temperaturerna är vad som gör kvantregimen tillgänglig i laboratoriet.

Resultaten som erhållits i detta projekt är inte slutgiltiga; för att realisera den ifrågasatt hybridkvantbiten krävs ytterligare forskning. Inga tecken på Majorana-effekter i de framställda

komponenterna har påträffats i mätresultaten. Resultaten kan dock vara användbara för fortsatt forskning, och tillför information om vad som krävs för att implementera en robust kvantdator.