



پردیس دانشکده های فنی



دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

بسمه تعالی

جلسه دفاعیه رساله دکتری

گرایش: مخابرات میدان و موج

موضوع: کنترل و بهبود زمان همدوسی و ناهمدوسی سیستم های کوانتومی با استفاده از پرتوالکترونی و رزوناتور

توسط: سهیل یاسینی

استاد راهنما: دکتر محمود محمدطاهری و دکتر زهرا شاطرزاده یزدی

استاد مشاور: دکتر عماد حمیدی

روز، ساعت، تاریخ دفاع: سه شنبه ساعت ۱۱ الی ۱۴ مورخ ۱۴۰۲/۱۱/۱۰

مکان دفاع: اتاق ۸۰۳

چکیده: مشخصه‌یابی و کنترل همدوس کیوبیت‌های اسپینی، دو لازمه‌ی بنیادی برای توسعه و پیاده‌سازی برخی فناوری‌های کوانتومی هستند. روش معمول برای کنترل کیوبیت‌های اسپینی استفاده از میدان مغناطیسی می‌باشد. اما، به دلیل گستردگی فضایی میدان مغناطیسی، کنترل یک کیوبیت اسپینی در مجموعه‌ای از کیوبیت‌های اسپینی کاری دشوار است و بر مشخصه‌های کیوبیت‌های مجاور تاثیر منفی می‌گذارد. در این پژوهش، یک طرح مناسب برای مشخصه‌یابی کیوبیت‌های اسپینی پیشنهاد شده است. طرح پیشنهادی، شامل یک رزوناتور و یک پرتو الکترونی مدوله شده می‌باشد. رزوناتور، سیستم کوانتومی (کیوبیت‌ها) را دربر می‌گیرد و پرتو الکترونی مدوله شده از مجاورت کیوبیت مورد نظر، برای کنترل، عبور می‌کند. با توجه به اینکه میدان مغناطیسی حاصل از پرتو الکترونی مدوله شده به طول موج دوبروی الکترون‌ها مرتبط است، مشکل گستردگی فضایی میدان مغناطیسی برای کنترل همدوس کیوبیت‌ها، مرتفع می‌گردد. همچنین، حضور رزوناتور در این طرح، در کنار پرتو الکترونی مدوله شده، باعث می‌شود که با تنظیم مناسب پارامترهای این دو سیستم فیزیکی، امکان ایجاد شرایط تشدید در کیوبیت مورد نظر راحت تر فراهم شود، و در نتیجه زمینه کنترل همدوس کیوبیت‌ها فراهم گردد.

برای مدل‌سازی طرح پیشنهادی از معادله شاخص لیندبلاد حاکم بر سیستم کوانتومی استفاده کرده و تحولات زمانی چگالی حالت سیستم را بدست آورده و مشخصه‌های آن شامل نرخ‌های همدوسی و ناهمدوسی سیستم را بررسی می‌کنیم. برای اعتبارسنجی مدل پیشنهادی، این مدل را بر روی اتم پتاسیم، به عنوان نماینده‌ای از اتم‌های قلیایی، و همچنین مرکز تهی‌جای نیتروژن در الماس، ارزیابی کرده‌ایم. هر دو مورد، در فناوری‌های کوانتومی مورد توجه بوده و پرکاربرد می‌باشند. نتایج نشان می‌دهند که با تنظیم پارامترهای قابل کنترل رزوناتور و پرتو الکترونی، نرخ همدوسی و ناهمدوسی این سیستم‌های کوانتومی بهبود می‌یابد. طرح پیشنهاد شده قابلیت مشخصه‌یابی انواع مختلف سیستم‌های کوانتومی بر پایه اسپین را داراست. همچنین، می‌توان با قابلیت کنترلی که استفاده‌ی هم‌زمان رزوناتور و پرتو الکترونی ایجاد می‌کنند، گیت‌های کوانتومی برای محاسبات کوانتومی را پیاده‌سازی کرد.