

## COUPLAGE LONGITUDINAL PARAMÉTRIQUEMENT MODULÉ

### PROBLÈME ADRESSÉ

Ces dernières années ont vu un progrès remarquable dans la fabrication de dispositifs supraconducteurs obéissant aux lois quantiques qui interagissent avec des photons micro-ondes uniques. En électrodynamique quantique en circuit (cQED), un bit quantique supraconducteur (qubit) est fortement couplé au champ électromagnétique d'un résonateur micro-onde de haute-qualité. La cQED est largement reconnue comme une des architectures les plus prometteuses pour la réalisation d'un ordinateur quantique.

Pour atteindre ce but, il est absolument nécessaire que la lecture de l'état d'un qubit soit rapide, de très haute fidélité et idéalement non-destructive. Afin de réaliser un processeur quantique, des portes logiques à deux qubits doivent être effectuées elles aussi avec une grande rapidité et un très haut degré de fidélité.

### TECHNOLOGIE

Nos deux inventions forment une nouvelle architecture pour le futur processeur quantique.

En modulant le couplage longitudinal d'un qubit à une cavité micro-onde à la fréquence de la cavité, ceci permet de faire une lecture idéale de l'état du qubit avec une très grande rapidité. Le formalisme du principe de mesure est général alors qu'on ne considère qu'un oscillateur harmonique (la cavité) en interaction avec un ou plusieurs systèmes quantiques à deux niveaux (le qubit). L'interaction doit être longitudinale et modulable dans le temps alors que la mesure est effectuée en détectant la phase du signal de sortie de la cavité.

En ayant deux qubits couplés de cette manière avec la même cavité, il est possible de générer une porte logique à deux qubits très rapide et de haute-fidélité en modulant le couplage des qubits de manière simultanée à une fréquence loin de la résonance avec la cavité. Ici, la cavité joue le rôle d'un bus quantique procurant une interaction effective entre les qubits. La porte logique est réalisée en contrôlant l'amplitude, la durée et la phase des signaux modulant l'interaction des qubits avec la cavité.

### AVANTAGES DE CETTE SOLUTION

#### AVANTAGES TECHNIQUES

- **Nouvelle architecture** pour un futur processeur quantique réalisant simultanément les conditions permettant une **mesure rapide** du contrôle cohérent d'information quantique.
  - Rencontrer les contraintes exigeantes à remplir pour faire du calcul quantique.
- Mesurer **rapidement** l'état d'un ou plusieurs qubits avec un **haut niveau de fidélité**.
  - Invention permettant une lecture rapide, de haute fidélité et non-destructive.
- Invention procurant des portes logiques à deux **qubits rapides et de très haute fidélité**.

#### AVANTAGES COMMERCIAUX

- Technologie offrant des avantages concurrentiels en permettant des gains majeurs.
  - Énormément d'intérêt dans la communauté scientifique envers les processeurs quantiques ainsi que ce type de mesure et d'interaction.
  - Des chercheurs de plusieurs grandes universités ont manifestés leur intérêt à implémenter le dispositif de mesure paramétrique longitudinale de qubits.

## APPLICATIONS POSSIBLES

- Architecture applicable à toutes sortes de systèmes physiques pouvant se rapporter au modèle de base (cavité + système à deux niveaux + couplage longitudinal paramétrique).
  - Nouvelle architecture permettant une multitude de nouvelles applications.
- Lecture de l'information quantique avec rapidité et efficacité accrues.
- Portes-quantiques permettant un contrôle plus efficace et précis de l'information.
- Sans perturbation aux signaux de bruits incidents dans le réseau.
- Flexibilité des configurations possibles.

## STATUT DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

### MATURITÉ DE LA TECHNOLOGIE (TRL)

- TRL-2

### PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

- Brevet américain no. 20190005403A1, publié le 3 janvier 2019.
- Demande de brevet américain no. 2017/0262765A1, octroyé le 3 juillet 2018.
- Demande de brevet américain no. 10013657B2, octroyé le 3 juillet 2018.
- Demande de brevet canadien no. CA3010686A1, déposée le 5 juillet 2018.

### CE QUE NOUS RECHERCHONS

- Collaborations avec partenaires de recherche pour approfondir le développement et étendre à d'autres types de circuits et domaines d'applications.
- Licences avec entreprises existantes.

## CONTACT TRANSFERTECH SHERBROOKE

François Nadeau, directeur de projets  
f.nadeau@transfertechn.ca  
Cellulaire : 873 339 2028  
www.transfertechn.ca

## AUTRES

Photo : l'image utilisée est illustrative et provient de la source : Michael Dzedzic, <https://unsplash.com/photos/1cRW5n6YvoE>, Unsplash License Parametrically Modulated Longitudinal Coupling - For Quantum Processors.

