

OFFRE DE STAGE DE 6 MOIS (MASTER 2)

PROGRAMMATION ANALOGIQUE DES DISPOSITIFS PCM À DES TEMPÉRATURES CRYOGÉNIQUES

Institut Interdisciplinaire d'Innovation Technologique (3IT) – Usherbrooke.ca/3IT

Contexte : Le stockage cryogénique des données est essentiel pour faire progresser les technologies quantiques, en particulier l'électronique et l'informatique quantiques supraconductrices. Un des défis actuels réside dans l'absence de mémoire cryogénique compatible avec des températures aussi basses que 4 K. En effet, les ordinateurs quantiques nécessitent de développer non seulement des qubits (bits quantiques), mais également le processeur de contrôle et la mémoire associée. Les qubits, qui fonctionnent à des températures de l'ordre du millikelvin pour minimiser l'impact du bruit, sont confrontés à des problèmes de connectivité avec un processeur de contrôle et une mémoire fonctionnant à température ambiante. Si cette configuration fonctionne pour quelques qubits, l'extension à des centaines de qubits exige une approche différente où le processeur de contrôle et la mémoire sont placés à la température des qubits, afin de faciliter la communication entre les différents éléments. Une mémoire cryogénique à 4 K, compatible avec le processeur de contrôle supraconducteur, résoudrait ce problème, permettant l'extensibilité de l'ordinateur quantique avec une interférence thermique minimale. Si le refroidissement de la mémoire à 4 K est coûteux, l'exploration de températures légèrement plus élevées, comme 77 K, est une option qui permet de réduire les coûts, même si elle présente un léger inconvénient en termes de fuites thermiques.

Le potentiel des mémoires à changement de phase et à base d'oxyde dans les environnements cryogéniques est encourageant. STMicroelectronics propose des mémoires PCM intégrées à la technologie FDSOI 28 nm, avec une exploration en cours de la programmation analogique à température cryogénique. Les travaux de ce stage visent à examiner les limites de fonctionnement analogique des mémoires PCM jusqu'à 4K. L'accent est mis sur la compréhension des plages SET et RESET, des largeurs d'impulsion et des états réalisables au cours de la programmation analogique. En outre, la compréhension des phénomènes de drift et de rétention pour chaque multi-état est cruciale pour identifier les aspects de l'application.

Projet : L'étudiant sera en charge de a) la caractérisation électrique des dispositifs, de la programmation en courant continu et par impulsions ; la programmation sera effectuée à l'aide d'une station LakeShore équipée d'un système de refroidissement capable d'atteindre des températures allant jusqu'à 4K. L'étudiant doit suivre une formation pour faire fonctionner ce système situé dans le FabLab de l'Institut quantique (IQ). Les dispositifs sont programmés à l'aide de générateurs d'impulsions WGFMU sur un analyseur de paramètres de dispositifs Agilent B1500. L'étudiant doit faire fonctionner la machine à l'aide d'une routine de test créée en C ou en Python pour établir la communication avec le B1500 par le biais d'une connexion GPIB.

Environnement de travail : Ce projet sera réalisé sous la supervision du Pr. Dominique Drouin et se déroulera au 3iT/IQ. Le travail sera effectué principalement à l'Institut Interdisciplinaire d'Innovation Technologique (3IT) et à l'Institut Quantique (IQ) de l'UdeS, en collaboration étroite avec l'entreprise STMicroelectronics. Le 3IT est un institut unique au Canada, spécialisé dans la recherche et le développement de technologies innovantes pour l'énergie, l'électronique, la robotique et la santé. L'IQ est un institut de pointe ayant pour mission d'inventer les technologies quantiques de demain et de les transférer en milieu industriel. La personne bénéficiera ainsi d'un environnement de recherche exceptionnel où le personnel étudiant, professionnel, professoral et industriel travaillent conjointement pour développer les technologies futures.

Profil recherché :

Spécialisation en micro-nanotechnologie, génie électrique ou science des matériaux

Compétences en programmation (Python, QT, C++)

Atouts : Connaissances en memristors et/ou réseaux de neurones artificiels

Goût prononcé pour la conception, le travail expérimental en salle blanche, la R&D interdisciplinaire

Informations importantes :

- Faire parvenir CV, références ou lettres de recommandation et relevés de notes des 2 dernières années à jobnano@usherbrooke.ca

6-MONTH INTERNSHIP (MASTER 2)

CHARACTERIZATION OF PCM DEVICES AT CRYOGENIC TEMPERATURES

Interdisciplinary Institute for Technological Innovation (3IT) – USherbrooke.ca/3IT

Context: Cryogenic data storage is essential for advancing quantum technologies, particularly in superconducting quantum electronics and computing. The challenge lies in the absence of cryogenic memory compatible with temperatures as low as 4 K. Quantum computers consist of qubits (quantum bits), a control processor, and memory. Qubits, operating at millikelvin temperatures to minimize noise interference, face connectivity issues with a room-temperature control processor. While this setup works for a few qubits, scaling to hundreds demands a different approach. Placing the control processor at the qubits' temperature, facilitated by superconducting interconnects, is crucial for scalability. However, this restricts memory options, ruling out room-temperature memories due to thermal leakage. Cryogenic 4 K memory, compatible with the superconducting control processor, solves this problem, allowing for quantum computer scalability with minimal thermal interference. While cooling memory to 4 K is expensive, exploring slightly higher temperatures like 77 K is a cost-reducing option, albeit with a small thermal leakage drawback.

The potential of phase-change and oxide-based memories in cryogenic environments is encouraging. STMicroelectronics provides PCM memories integrated with FDSOI 28nm technology, with ongoing exploration of analog programming at cryogenic temperature. This research seeks to examine the analog operation limits of PCM memories up to 4K. The focus is on comprehending the SET and RESET ranges, pulse widths, and attainable states during analog programming. Additionally, understanding drift and retention phenomena for each multi-state is crucial to identify application aspects.

Project: The student will be in charge of a) Electrical characterization of the devices, DC and pulse-based programming; Programming will be carried out utilizing a LakeShore probestation equipped with a cooling system capable of reaching temperatures up to 4K. The student must undergo training to operate this system located in the FabLab at the quantum institute (IQ). The devices are programmed using WGFMU pulse generators on an Agilent B1500 device parameter analyser. The student is required to operate the machine using a testing routine created either on C or Python to establish the communication with the B1500 through a GPIB connection.

Supervision and work environment: Under the supervision Prof. Dominique Drouin, the work will be carried out mainly at the Interdisciplinary Institute for Technological Innovation (3IT) and at the Quantum Institute (IQ) of UdeS, in close collaboration with the company STMicroelectronics. 3IT is a unique institute in Canada, specializing in the research and development of innovative technologies for energy, electronics, robotics and health. The IQ is a state-of-the-art institute whose mission is to invent the quantum technologies of tomorrow and transfer them to the industry. The student will thus benefit from an exceptional research environment that combines students, professionals, professors and industrialists working together to develop the future technologies.

Desired profile:

- Specialization in micro-nanotechnology, electrical engineering, or materials science
- Programming skills (Python, QT, C++)
- Assets: Knowledge of memristors and/or artificial neural networks
- Strong taste for design, experimental cleanroom work and interdisciplinary research and development

Important information:

- Send CV, references and transcripts of the last 2 years to: jobnano@usherbrooke.ca