IRAMIS : Institut Rayonnement Matlère de Saclay

Saclay

SPEC/GQ

Réalisation d'amplificateurs limités quantiquement

Spécialité Physique de la matière condensée

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil SPEC/GQ

Candidature avant le 09/04/2018

Durée 3 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact VION Denis
+33 1 69 08 74 44/55 29
denis.vion@cea.fr

Autre lien http://iramis.cea.fr/spec/Pres/Quantro/static/

Résumé

Le but du stage est de développer un nouveau type d'amplificateur paramétrique limité quantiquement, de se familiariser avec leur fabrication et leur test, et si la durée du stage est suffisante, de participer à une expérience d'information quantique utilisant un amplificateur paramétrique.

Sujet détaillé

Le groupe Quantronique au CEA Saclay effectue des recherches en physique fondamentale des solides, et en particulier sur l'électronique quantique. La plupart de nos expériences nécessitent une instrumentation hyperfréquence avancée dont le composant clé est un amplificateur limité quantiquement.

Un amplificateur limité quantiquement est un dispositif ajoutant une quantité limitée de bruit au signal mesuré, c'est-à-dire une demi-photon à la fréquence du signal, définie par le principe d'incertitude. Il est largement développé dans de nombreux groupes leader dans le domaine du traitement de l'information quantique, car il permet par exemple de squeezer des états quantiques, de mesurer l'état de Qubit en « single-shot » ou de suivre des trajectoires quantiques. Il est également un outil essentiel en physique mésoscopique à haute fréquence et présente un fort potentiel d'application aux expériences d'astronomie.

Il existe actuellement diverses propositions pour implémenter ce dispositif. Dans le groupe, nous avons développé un amplificateur paramétrique Josephson (JoPA) [1] tirant parti de la non linéarité de l'inductance Josephson. Notre projet consiste maintenant à implémenter un JoPA ayant une plus grande largeur de bande et à utiliser des principes complètement nouveaux pour améliorer la bande passante et la puissance de saturation.

Au cours du stage, le candidat se familiarisera avec l'amplification limitée quantiquement en fabriquant des modèles existants et en les mesurant. Il / elle participera également au développement de nouveaux modèles ayant de meilleures performances. En fonction de la durée du stage, l'étudiant(e) pourrait participer à des expériences utilisant

ses amplificateurs. L’étudiant sera encadré par 2 chercheurs permanents et un post-doc travaillant sur ce sujet.

Le candidat devrait avoir des bases solides en physique quantique et en matière condensée et devrait pouvoir mener dès le début la modélisation d'un circuit quantique, en utilisant des logiciels tels que mathematica et spice. Un certain degré d'indépendance et de compétences expérimentales sont un atout.

Mots clés

Electronique quantique

Compétences

Simulation numérique, nanofabrication, cryogénie, mesures micro-ondes

Logiciels

Python, spice, mathematica

Realization of quantum limited amplifiers

Summary

The goal of the internship is to design broadband quantum limited parametric amplifiers, to fabricate and measure existing designs, and if time allows to participate to a quantum information experiment using those parametric amplifiers.

Full description

The Quantronics group at CEA Saclay is performing research in fundamental solid state physics at very low temperature, and in particular in quantum electronics. Most of our experiments require advanced microwave instrumentation whose key component is a quantum limited amplifier.

A quantum limited amplifier is a device that adds a limited amount of noise to the measured signal, i.e. half a photon at the frequency of the signal, defined by the uncertainty principle. It is widely developed in many leading groups in the domain of quantum information processing, as it enables for instance quantum states squeezing, single-shot measurement of Qubit states or following quantum trajectories. It is also an essential tool in fundamental solid state physics at high frequency, and has a high potential for applications to astronomy experiments.

There exists nowadays various propositions to implement such device. In the group, we have developed a Josephson parametric amplifier [1] taking advantage of the Josephson inductance non-linearity. Our project now is to implement a larger bandwidth version of JoPA, and by turning to completely new working principles to improve both bandwidth and saturation power.

During the internship, the candidate will get familiar with quantum limited amplification by fabricating existing designs, and measuring them. He/she will also participate to the development of new types of designs to enhance their performances. Depending on the internship duration, the student could participate to experiments using his/her paramps. The student will be supervised by 2 permanent researchers and a post-doc working on the subject.

The candidate should have solid grounds in quantum and solid state physics and should be able from the start to lead the modelization of a quantum circuit, using softwares such as mathematica and spice. A certain degree of independence and of experimental skills are a plus.

[1] X. Zhou, V. Schmitt, P. Bertet, D. Vion, W. Wustmann, V. Shumeiko, and D. Esteve Phys. Rev. B 89, 214517 (2014).

contact: Helene le Sueur and Denis Vion

Keywords

Quantum electronics

Skills

Numerical simulation, nanofabrication, cryogenics, microwave measurements

Softwares

Python, spice, mathematica