

Optimizando sensores cuánticos para la estimación multiparamétrica

Propuesta de tesis para la Maestría en Ciencias Física

Lugar de trabajo: [Laboratorio de Espectroscopia e Imágenes por Resonancia Magnética](#)

[Nuclear](#) - Departamento de Física Médica - Centro Atómico Bariloche

Directora: Dra. Analia Zwick (Física - CAB)

Codirector: Dr. Gonzalo A. Alvarez (Física - CAB)

Colaboradores: Dr. Guillermo Pregliasco (CAB), Dr. Dieter Suter (Universidad de Dortmund, Alemania), Dr. Gershon Kurizki (Instituto Weizmann, Israel)

Orientación: Física en Medicina y Biología

Orientación alternativa: Sistemas Complejos

Metodología: Teórica y Experimental

Contacto: analia.zwick@cab.cnea.gov.ar, <http://fisica.cab.cnea.gov.ar/nmrsi>

El desarrollo de tecnologías cuánticas es un campo de gran crecimiento e importancia actual. Propiedades específicas de sistemas cuánticos son explotadas para mejorar el desempeño de numerosas aplicaciones que requieren la transmisión, el proceso y/o monitoreo de la información cuántica. Estas tecnologías sirven por ejemplo para simular sistemas cuánticos, para hacer cómputos complejos de forma más rápida que con las computadoras clásicas convencionales o para usarlos como sensores a escalas moleculares, nanométricas y micrométricas con fuertes aplicaciones en el ámbito físico, químico, biológico y médico.

El gran desafío a afrontar para el desarrollo de estas nuevas tecnologías, es que los sistemas cuánticos son muy sensibles al medioambiente con el cual inevitablemente interactúan [1]. Estas interacciones degradan las propiedades cuánticas indispensables para estas nuevas tecnologías, como las coherencias o el entrelazamiento cuántico. Sin embargo, esta misma interacción con el ambiente puede ser utilizada como una herramienta si es controlada de forma adecuada tanto para el monitoreo del ambiente [2-4] o como proceso de control para hacerlo más robusto ó eficiente [5-6]. Es entonces esencial controlar la interacción entre el dispositivo y su medio ambiente, para suprimir los efectos indeseados del ambiente, mientras que la interacción necesaria para que los dispositivos funcionen de la forma deseada se mantenga.

Con esta tesis se contribuirá al desarrollo de sensores cuánticos robustos y optimizados para estimar múltiples parámetros que caracterizan procesos biofísicos a escalas nanométricas. Se combinarán técnicas de control dinámico cuántico con herramientas de teoría de la información cuántica [4,7] para maximizar la precisión en la estimación [2-5,7-12]. Se contrastarán los resultados teóricos con métodos adaptativos de medición, novedosos y relevantes para el diseño e implementación experimental. Se desarrollará el algoritmo adaptativo para implementar experimentalmente en el equipo de resonancia magnética nuclear Bruker 9T. Con este protocolo se controlará los espines nucleares que actúan como sensores cuánticos y la adquisición de la señal resultante de sus oscilaciones, de forma automática y adaptativa a tiempo real. El resultado será generar entonces un método optimizado para reducir el tiempo de adquisición de una imagen cuantitativa por MRI con aprendizaje automático.

1 D. Suter and G.A. Álvarez. [Rev. Mod. Phys.](#) **88**, 041001 (2016).

2 G. A. Álvarez and D. Suter, [Phys. Rev. Lett.](#) **107**, 230501 (2011).

3 G. A. Álvarez, N. Shemesh, and L. Frydman, [Phys. Rev. Lett.](#) **111**, 080404 (2013).

4 A. Zwick, G. A. Álvarez, and G. Kurizki, [Phys. Rev. Applied](#) **5**, 014007 (2016).

5 C. O. Bretschneider, G. A. Álvarez, G. Kurizki, and L. Frydman, [Phys. Rev. Lett.](#) **108**, 140403 (2012).

6 G. A. Álvarez, C. O. Bretschneider, R. Fischer, P. London, H. Kanda, S. Onoda, J. Isoya, D. Gershoni, and L. Frydman, [Nat. Commun.](#) **6**, 8456 (2015).

7 A. Zwick, G.A. Álvarez, and Gershon Kurizki. [Phys. Rev. A](#) **94**, 042122 (2016).

8 N. Shemesh, G. A. Álvarez, and L. Frydman, [J. Magn. Reson.](#) **237**, 49 (2013).

- 9 G. A. Álvarez, N. Shemesh, and L. Frydman, *J. Chem. Phys.* **140**, 084205 (2014).
- 10 N. Shemesh, G. A. Álvarez, and L. Frydman, *PLoS ONE* **10**, e0133201 (2015).
- 11 G. A. Álvarez and D. Suter, *Phys. Rev. Lett.* **104**, 230403 (2010).
- 12 G. A. Álvarez, D. Suter, and R. Kaiser, *Science* **349**, 846 (2015).