

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN APLICADA**  
**The Open Device: Quacho**  
**DESCRIPCIÓN GENÉRICA**

INVESTIGADOR ECCI: **FERNEY ALBERTO BELTRÁN MOLINA**

**PALABRAS CLAVES:**

Codiseño SW/HW, sistema embebido, sistemas reconfigurables, SDR, SDI, GNURadio, procesamiento de señal, instrumentación médica, radio cognitiva.

**RESUMEN:**

El propósito de Quacho como plataforma académica es brindar nuevas herramientas académicas, tanto en Software como en Hardware, que sirvan como apoyo docente en el aula y que den soporte al vertiginoso desarrollo que están experimentando las tecnologías inalámbricas. Adicionalmente, el valor añadido de la plataforma Quacho es la implementación de módulos y guías académicas que brinden acompañamiento muy cercano a las universidades.

Quacho como plataforma investigativa tiene como objetivo dar soporte a las actuales investigaciones en el área de adquisición y procesamiento de señales de alta demanda, tales como la Radio Cognitiva y la Electrofisiología. Estas dos líneas, aunque a priori parecen no estar relacionadas, tienen en común la necesidad apremiante de disponer de dispositivos abiertos y de bajo costo, que no limiten la calidad de la información registrada y que permitan a los investigadores tratar de manera transparente la adquisición de señales en todas sus etapas.

En cuanto a aplicaciones directas, Quacho pretende, en primer lugar, abordar los actuales paradigmas de Radio Definida mediante Software (SDR) en la academia. Como se expresa en [refe1], la SDR es un campo que está impulsando rápidamente el desarrollo y la innovación en la tecnologías inalámbricas. Es así cómo el estudio y desarrollo de la SDR implica un conjunto multidisciplinario, que abarca distintos campos como la ingeniería de radiofrecuencia y comunicaciones, el procesamiento de señales, el diseño de sistemas embebidos y la ingeniería de software, entre otros. De esta manera, la SDR constituye un sistema integrado que facilita el pensamiento sistemático y el aprendizaje entre pares.

En el tema de adquisición de señales electrofisiológicas, Quacho busca dar soporte a los

laboratorios de investigación que parten de la adquisición de señales y el procesamiento in situ de las mismas. En este ámbito, Quacho busca dar la flexibilidad necesaria en las investigaciones con el fin de ejecutar experimentos más controlados (en el ámbito de la adquisición) y a un menor costo.

En el proyecto Quacho se definen tres tipos de shield, **SSDR**, **SSDI** y **SSDIM**, que están soportados sobre plataformas basadas en SoC ARM. En otras palabras, el núcleo central de procesamiento, llamado **Quacho Basic**, está basado en plataformas ya extendidas comercialmente y con fuerte presencia del ámbito académico.

La configuración de las diferentes shield se gestiona desde un servidor HTML5 implementado en **Quacho Basic**, dando de esta manera la versatilidad de usar tanto en computadoras como en dispositivos portátiles, tales como tablets y smartphone. Por lo tanto, mediante aplicaciones web se administra y/o configura el hardware respectivo. Dichas aplicaciones web toman como referencia la herramienta gráfica para la creación y generación de código fuente GNU Radio Companion.

El ecosistema del proyecto Quacho tiene tres componentes bien diferenciados. El primero de ellos está integrado por el hardware basado en **Quacho Basic**, es decir, los shields SSDR, SSDI y SSDIM. El diseño de los shields Quacho Basic aspira a ser compatible con otros sistemas y proyectos hardware y software actuales, entre los que destacan GRC, Android o Tessel. El segundo componente, denominado **Quacho Lab**, integra todos los elementos software del ecosistema, desarrollados sobre HTML5, Python, C/C++ y Linux. El tercer componente del ecosistema es **Quacho.org**, un sitio web que sirve de repositorio de código, herramientas y otros recursos tales como tutoriales, vídeos, libros y material docent

## OBJETIVOS GENÉRICOS

**OG1** El proyecto open-source Quacho tiene como objetivo definir, desarrollar e implementar dispositivos hardware de adquisición y transmisión de datos y señales, reconfigurables vía software. Su objetivo es proporcionar una plataforma económica de experimentación y simulación con aplicación a laboratorios docentes e investigativos de instrumentación y medida. Constituye, por tanto, un eje transversal entre el aula y el investigador, con el fin de nutrir bidireccionalmente ambas vías.

**OE1** Desarrollar el sistema Quacho Basic compatible con plataformas ARM SoC y sistema operativo linux con soporte de servidor web HTML5.

**OE2** Desarrollar el shield SDR de quacho (SSDR), hardware específico de la plataforma de Software Defined Radio (SDR). diseñar el SSDR para trabajar en la banda libre de 2.45 GHz.

**OE3** Desarrollar el shield shield SDMI de quacho (SSDMI), hardware para la adquisición de señales electrofisiológicas. SSDMI está basado en el sistema de adquisición RHD2000 de

Intan Technologies y adquiere 32 señales unipolares, correspondiente a 32 canales, siendo expandible hasta 256 canales.

## **PAQUETES DE TRABAJO**

### ***WP1- Desarrollo de drivers***

La amplia utilización de GNUradio como plataforma para SDR hace necesario el desarrollo de drivers de las tarjetas comerciales de procesamiento empotrado (ejmplo ITEAD A20) para la comunicación entre GNURadio y las diferentes Shield Quacho.

La idea es, por lo tanto, expandir la funcionalidad de GNURadio con la construcción de nuevos módulos y bloques que abstraen las diversas configuraciones de los instrumentos virtuales para cada Quacho Shield.

### ***WP2- Desarrollo e implementación de QuachoLab***

Si bien este módulo de trabajo requiere una descripción más detallada de la funcionalidad, el objetivo en esta fase es la implementación del prototipo de la plataforma QuachoLab, en la tarjetas ITEAD A20 y las desarrolladas en la Universidad Nacional de Colombia

### ***WP3- Diseño y desarrollo de Quacho Basic***

El objetivo de este módulo de trabajo es incluir procesamiento en hardware basado en FPGA y soporte de compatibilidad con el pinout de las tarjetas comerciales. En consecuencia, se redefinen las prestaciones del sistema en materia de hardware, lo cual se reflejará en los desarrollos correspondientes a los módulos de trabajo 1 y 2.

### ***WP4- Diseño y desarrollo tarjeta SSDR***

Teniendo como base los diseños desarrollados por HackRF, específicamente la tarjeta Lemondrop, el primer proceso es la adaptación de dicho sistema y la evaluación de posibles mejoras, para su integración con las tarjetas de Quacho Basic basadas en los desarrollos realizados por la Universidad Nacional de Colombia, junto con tarjetas comerciales que incluyen el procesador A20

### ***WP5- Validación tarjeta SSDR***

La fabricación de los prototipos se entiende que se realiza de forma externa, por lo que en este paquete de trabajo se plantea la validación del sistema SSDR y su

contraste en cuanto a prestaciones con los sistemas actuales de SDR.

#### ***WP6- Validación SSDMI con Quacho Basic***

Teniendo como punto de partida los kits de desarrollo de Intan Technologies el primer proceso es la adaptación del sistema de adquisición RHD2132 y la evaluación de posibles mejoras para su integración con las tarjetas de Quacho Basic.

#### ***WP7- Implementación módulos Quacho Lab***

El control y adquisición del sistema se realiza por medio del software Quacho Lab. En esta etapa, el objetivo es definir y desarrollar los bloques funcionales de la SSDMI que configuren la adquisición, la visualización, el procesamiento y el almacenamiento de las señales electrofisiológicas.

#### ***WP8- Selección del sistema de electrodos***

Se contempla usar un sistema de electrodos, como por ejemplo un chaleco de torso o un calcetín de electrodos, para la adquisición de las señales electrofisiológicas. El objetivo es validar en laboratorios de electrofisiología la plataforma formada por los elementos SSDMI + Quacho Basic + Quacho Labs.

#### ***WP9- Diseño y fabricación del prototipo SSDMI***

Acorde a los resultados y al análisis de los paquetes de trabajo WP6 y WP7, se diseña y fabrica la tarjeta SSDMI con el objetivo de reducir los costos de fabricación y la integración con las tarjetas de procesamiento existentes.

**Departamentos de la ECCI Involucrados:** Ingeniería de sistemas, Ingeniería Electrónica, Estadística, Ingeniería Biomédica.

#### **INSTITUCIONES PARTICIPANTES::**

Queen Mary University of London, Londres, Reino Unido  
Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, España  
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia  
Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador  
Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador  
Universidad ECCI, Bogotá, Colombia