

# Meta Volante #2

## Introducción

La computación cuántica es una nueva tecnología que ha estado en crecimiento durante los últimos años y promete muchas cosas como lo son la aceleración exponencial de algunos procesos computacionales. Sin embargo, en la actualidad se ve limitada por factores físicos, como la dificultad de construir sistemas con muchos qubits debido a la dificultad de mantener la coherencia y el ruido cuántico, y por su alto costo. Es por esto, que una excelente opción para diseñar circuitos son los simuladores cuánticos como QuEST. Si bien estos simuladores sólo pueden trabajar con pocos qubits, su uso permite experimentar con circuitos cuánticos, **facilitando que cualquier persona pueda estudiar la computación cuántica.**

## Objetivo general

El objetivo de esta meta volante es desarrollar habilidades de optimización empezando por aprender a hacer análisis de performance en una aplicación. Cuando se quiere optimizar una aplicación es muy importante entender cuál es su estado actual. Para esto es importante hacer una análisis de performance de la aplicación, lo cual es una habilidad crucial en el área de computación de alto rendimiento.

## Planteamiento

La segunda meta volante estará enfocada en la **instalación, análisis y optimización** de [QuEST \(Quantum Exact Simulation Toolkit\)](#), una aplicación de computación de alto rendimiento que simula circuitos cuánticos.

Cada equipo será puntuado con la siguiente fórmula:

$$P_3 = \sum_{i=1}^N \left( \frac{T_i \text{ min}}{T_i} \times \frac{S_i}{2} + P_s \right)$$

Donde:

- N representa el número de problemas.
- $S_i$  es el score completo del problema i-ésimo. En la fase 1, para cada problema este valor es de 7.5, sumando en total 15. En la fase 2, el valor de cada problema es 2 para una suma de 10 puntos. Cuando este problema no tiene resultados correctos,  $S_i$  es igual a 0.

- $T_i$  es el tiempo de ejecución del problema i-ésimo.
- $T_{i\min}$  es el tiempo de ejecución mínimo del problema i-ésimo entre todos los participantes.
- $P_s$  toma el valor de  $\frac{S_i}{2}$  si se llega a la solución correcta o toma el valor de 0 si se llega a una solución incorrecta.

Para cumplir con los objetivos de esta entrega es importante que se garanticen puntos medios, lo que quiere decir, **que como requisito mínimo, que la aplicación se ejecute y de resultados correctos**. Podemos observar los puntos medio en la fórmula como la expresión de  $P_s$ .

Esta segunda meta volante estará dividida en 2 fases para que se pueda llevar a cabo exitosamente. **La primera fase tendrá un plazo hasta el 22 de Agosto y la segunda fase se llevará a cabo inmediatamente cuando termine la primera fase hasta el 5 de Septiembre.**



Esta meta volante entrega 15 puntos para el curso, **de los cuales 10 puntos serán por QuEST y 5 por HPL.**

La primera fase no es de obligatorio cumplimiento, sin embargo, **los animamos a que lo intenten debido a que el cumplimiento de ésta les dará un bono adicional de 10 puntos.**

Es fundamental para el desarrollo de la meta volante que hayan leído el documento [“Laboratorio real en Cronos Rev2.pdf”](#).

## Fase 1: **nice to have (SLURM).**

1. Reprovisionar los clusters. (NFS, infiniband, mpi). (chequear que dependencias requiere QuEST).

La primera fase se desarrollará en los cinco cluster que se utilizaron en la primera meta volante. **Estos cluster serán reiniciados por lo que se perderán todas las configuraciones previas de todos los cluster.**

2. Entender los circuitos cuánticos que se van a trabajar. Primero teóricamente, después en términos de profiling

En esta fase se trabajará con los circuitos cuánticos de la ronda preliminar del ASC20-21, que se mencionan en [este documento](#). Los documentos de QuEST que se citan en el documento anterior [están disponibles en nuestro Dropbox](#). Son problemas que podrán usar para estudiar la aplicación.

Sus conocimientos previos y aquellos que obtuvieron en el desarrollo de la primera meta volante les **será de mucha ayuda para aprovisionar y configurar de nuevo los clusters y seguir adquiriendo más experiencia.**

3. Instalar QuEST y hacerle profiling.

Luego de configurar su entorno de trabajo, instalarán [QuEST](#), una aplicación que simula circuitos cuánticos. **Se recomienda usar la versión 3.2**, para garantizar compatibilidad con los problemas que usaremos en la fase 2. Una vez instalada la aplicación, se le realizará el

4. optimizar y testear.

perfilamiento y el análisis de performance para poder identificar cuellos de botella y oportunidades de optimización de la aplicación. En general, una aplicación al ejecutarse pasa la mayoría del tiempo de su ejecución en algunas líneas de código que pueden ser loops, procesos de alto cómputo u otras cosas. Para saber en qué partes del código se invierte la mayor parte del tiempo la ejecución se hacen unos análisis de performance. Aquí es cuando entran algunas herramientas muy útiles que son los perfiladores. Así, en el proceso de optimización se podrá dar más importancia a las partes de código en las que la ejecución invierte la mayor parte del tiempo y no enfocarse en otras partes del código que no son relevantes en el performance (en este caso, en el tiempo de ejecución).

La entrega de esta fase se realizará por la plataforma interactiva virtual. Los archivos que se deben anexar son:

- Un documento mostrando los tiempos de ejecución y que el resultado es correcto.
- La documentación del trabajo.

**Esta fase debe ser muy bien documentada y se debe demostrar que hay un entendimiento de dónde están los retos de optimización de código. Mientras mejor el entendimiento, mejor puntaje.**

hay que entender como funciona QuEST, es buena id

## Fase 2:

En esta segunda fase se desharán todos los cluster de los equipos para poder crear y utilizar un cluster más grande con todos los nodos disponibles. Esto es debido a que algunos problemas de QuEST necesitan de mucha memoria y capacidad computacional y no sería posible ejecutar estos problemas en los pequeños cluster que se tienen actualmente. Este nuevo cluster será administrado por nosotros, de modo que no tendrán que hacer administración de cluster en esta fase.

Los problemas de esta fase están montados en el Dropbox. En la misma carpeta está el documento QuEST\_README.pdf; en este documento y el documento de reglas del ASC20-21, se explica por completo el reto de QuEST en la ronda final.

En este nuevo supercomputador, todos los grupos podrán compartir el mismo entorno y aprovechar al máximo el rendimiento de todos los nodos. Se usará SLURM para administrar los recursos del cluster. Cada equipo deberá hacer su propia instalación de QuEST y HPL con sus respectivas optimizaciones, y usar SLURM para lanzar sus trabajos. El objetivo de esta segunda fase está centrado únicamente en la optimización de la aplicación utilizando los datos obtenidos con el perfilamiento y análisis del código que se hizo cada equipo en la primera fase.

Correr HPL de nuevo también es una prioridad en esta fase. Con el trabajo que realizaron en la anterior meta volante, y con la ayuda del equipo con mejor puntaje en la prueba, estarán en capacidad de optimizar de nuevo HPL para sacar un puntaje mucho mejor que el que sacó el mejor equipo en la meta pasada. Sacar un resultado mejor que el ganador de la MV #1 es un requisito. Estos resultados serán fáciles de alcanzar sabiendo que se tendrá un cluster mucho más grande.



## Recursos

- <https://quest.qtechtheory.org/>
- <https://www.dropbox.com/s/ev8o3vz3qep0vkw/ASC20-21%20Preliminary%20Round%20Notification.pdf?dl=0>
- <https://blogthinkbig.com/que-es-la-computacion-cuantica-y-por-que-es-importante-para-el-desarrollo-de-nuevas-tecnologias>
- <https://www.youtube.com/watch?v=lrbJYsep45E> : Existe desde antes de que hubieran computadores cuánticos reales, pero explica muy bien el modelo matemático.