

El microsegundo que redituó un millón de dólares – Achim M. Loske



El 4 de agosto de 2025, NovaTech informó sobre el desarrollo de una batería revolucionaria que transformaría la industria de los autos eléctricos. Se sabía con anticipación que el anuncio se publicaría en plataformas financieras exactamente a las 10:00:00.000000 horas UTC. “UTC” significa Tiempo Universal Coordinado (*Coordinated Universal Time*). En 1970 el UTC, basado en la definición del segundo en términos atómicos, sustituyó a la escala de tiempo astronómica conocida como Tiempo Medio de Greenwich (GMT). Actualmente, es el estándar internacional de tiempo que regula los relojes del mundo. Por tratarse de sistemas digitales de última generación, la hora de publicación puede programarse con gran precisión.

Quantum Trade y Trading X, dos empresas especializadas en *trading* de alta frecuencia, esperaban ese momento. Se llama *trading* de alta frecuencia (HFT, por sus siglas en inglés) al uso de algoritmos y computadoras ultrarrápidas para ejecutar miles de operaciones bursátiles en fracciones de segundo. Estas empresas cuentan con sistemas capaces de

analizar noticias automáticamente, con servidores conectados directamente a la bolsa de valores. En cuanto se publicó la noticia, los algoritmos de ambas compañías procesaron el contenido y lo interpretaron como positivo para las acciones de NovaTech, por lo que emitieron órdenes de compra, pero Quantum Trade actuó un microsegundo antes que Trading X, alcanzando a comprar 25,000 acciones al precio original. Instantes después, el mercado reaccionó y el costo subió, por lo que Trading X sólo alcanzó a comprar pocas acciones al nuevo precio. La diferencia en la ganancia entre ambas compañías fue de un millón de dólares, debido a ese microsegundo de ventaja y la capacidad de aprovecharlo en operaciones bursátiles.

¡Un microsegundo es una millonésima de segundo! Es un tiempo tan corto que en ese lapso la luz apenas recorre unos 300 metros. Aun así, hoy en día, en un microsegundo se pueden perder o ganar fortunas. En el mundo del *trading* moderno, las decisiones no las toman seres humanos. Quienes compiten son sistemas automáticos que utilizan relojes atómicos de altísima precisión (ver Figura 1), software avanzado de procesamiento de lenguaje capaz de interpretar noticias en tiempo real y algoritmos que determinan si conviene comprar o vender acciones.

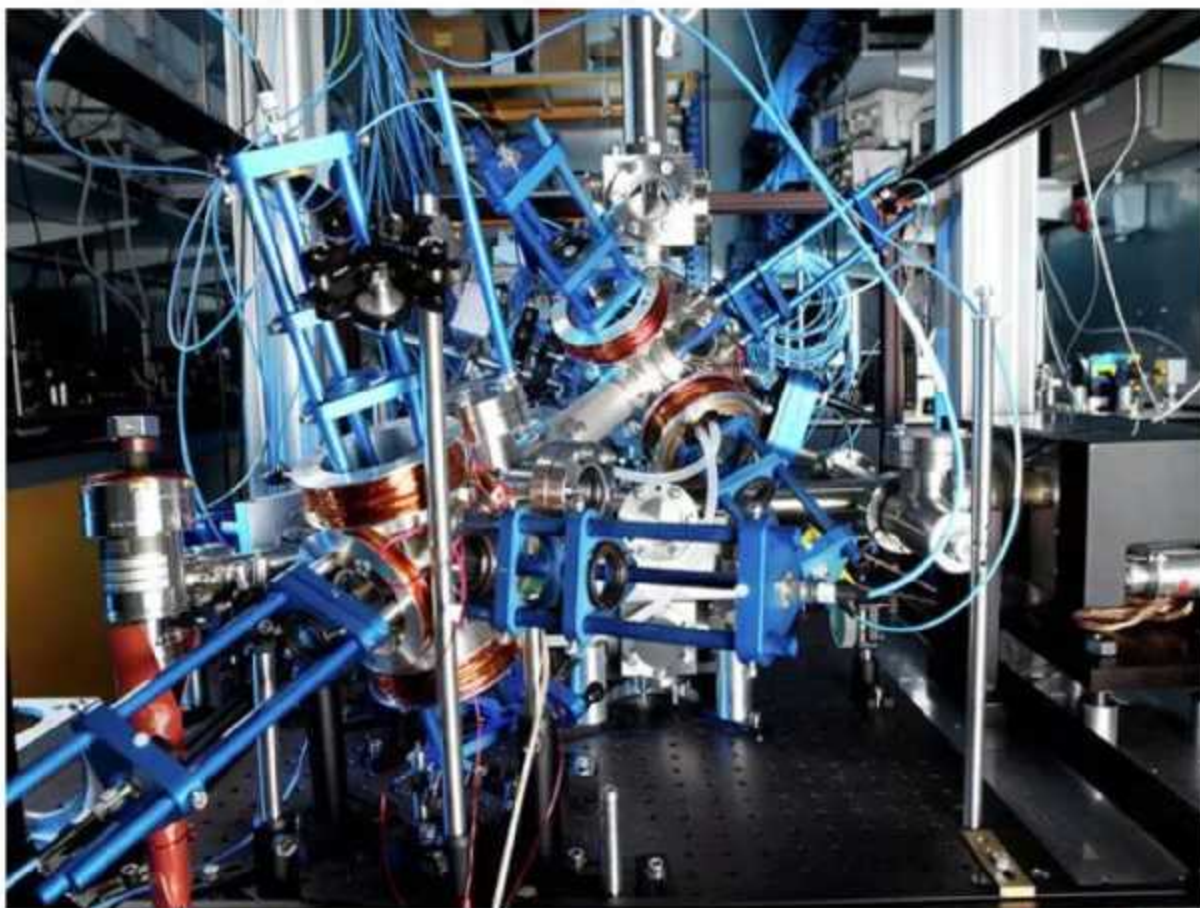


Figura 1. Reloj atómico de rubidio del tipo usado en centros de datos financieros. En su interior, se calientan átomos de rubidio que son excitados por microondas. Cuando estas alcanzan la frecuencia justa, los átomos responden de forma muy precisa. Esta frecuencia de resonancia se usa para generar una señal de tiempo extremadamente estable.

Además, estas empresas cuentan con servidores alojados en centros de datos especializados, como el que se muestra en la Figura 2, conectados físicamente a las bolsas de valores, para reducir al mínimo el tiempo que tardan las señales en llegar.



Figura 2. Centro de datos con racks de servidores interconectados, utilizados por empresas de trading algorítmico. Estos centros alojan los sistemas automáticos que procesan noticias, ejecutan decisiones de compra o venta de acciones y se sincronizan con relojes atómicos.

El relato anterior es ficticio; sin embargo, este tipo de eventos suceden. Hace apenas unas décadas, las operaciones en la bolsa se hacían por teléfono o los operadores gritaban sus órdenes en el piso de negociación. Con la llegada de las computadoras e Internet, surgió el *trading* algorítmico, y poco después el HFT. Aunque siguen existiendo espacios como el piso de la Bolsa de Valores de Nueva York (ver Figura 3); hoy en día, un porcentaje muy alto de las operaciones bursátiles se realizan mediante equipos y algoritmos automáticos. En este contexto, los relojes atómicos son fundamentales para que los sistemas de *trading* actúen en el instante preciso. Por ello, las empresas dedicadas al HFT instalan sus propios relojes atómicos (de rubidio o de cesio) en sus centros de datos, o bien sincronizan sus sistemas mediante señales de los relojes atómicos a bordo de los satélites del sistema GPS. Algunas están conectadas a los relojes de instituciones como el NIST (*National Institute of Standards and Technology*) en Estados Unidos, o el CENAM (Centro Nacional de Metrología)

en México, ubicado en Querétaro, que cuenta con relojes atómicos interconectados con los de otros institutos de metrología a través de redes internacionales, lo que permite mantener sincronizado el UTC.

Aunque los relojes atómicos son indispensables para una sincronización perfecta, no son suficientes por sí solos. Se debe contar con un software capaz de detectar una noticia, ya sea en una página web, un canal de noticias financieras o una fuente oficial, interpretar su contenido y clasificarla como positiva o negativa. Finalmente, debe decidir si conviene comprar o vender, y ejecutar la orden antes de que lo hagan otras empresas.

Volviendo al caso ficticio en el que Trading X perdió un millón de dólares, eso puede atribuirse a que su software de análisis de lenguaje era menos eficiente, o su reloj atómico no estaba perfectamente sincronizado. Sea como sea, es un hecho que en el mundo del HFT una millonésima de segundo puede valer un millón de dólares.



Figura 3. Piso de operaciones de la Bolsa de Valores de Nueva York (NYSE), con sus puestos de negociación y pantallas de operaciones electrónicas. Lugares como este siguen siendo un símbolo del mercado financiero global y ocasionalmente se utilizan para eventos importantes o para operaciones menos automatizadas. Fotografía: K. Hutchinson.

Una pregunta que surge es: ¿Cómo saben las empresas de HFT si el anuncio será positivo? La respuesta es que no lo saben. Aplican inteligencia artificial para analizar palabras clave, el lenguaje usado e incluso cómo reaccionan las operaciones en la bolsa y estiman la probabilidad de que el anuncio sea favorable. Si la probabilidad es alta, compran justo antes. Si no, esperan a reaccionar en el primer instante en que se confirma que la noticia es buena. Actualmente, medir el tiempo con precisión extrema es cada vez más importante para muchas aplicaciones, como, por ejemplo, la sincronización de redes eléctricas, la navegación satelital (GPS) y las telecomunicaciones. Si bien la probabilidad de que todos los relojes atómicos se desincronicen al mismo tiempo es extremadamente baja, la infraestructura es constantemente evaluada para evitar cualquier riesgo.

Los relojes atómicos funcionan midiendo las oscilaciones regulares de los átomos. Por ejemplo, un reloj atómico de cesio cuenta el número de vibraciones de los átomos de cesio-133, que “laten” exactamente 9,192,631,770 veces por segundo. Los relojes más modernos, llamados relojes atómicos ópticos, utilizan átomos como el estroncio y alcanzan una precisión tal que, si funcionaran durante toda la edad del universo, apenas se atrasarían un segundo.

En un mundo donde el tiempo literalmente vale oro, contar con la hora exacta puede marcar la diferencia entre ganar millones... o perderlos.

Referencias

- Rooney D. *A tiempo: Una historia de la civilización en doce relojes*. Madrid: Alianza Editorial; 2022.
- MacKenzie DA. *Trading at the Speed of Light: How Ultrafast Algorithms Are Transforming Financial Markets*. Princeton: Princeton University Press; 2021. doi:10.1515/9780691214277.
- Lewis M. *Flash Boys: A Wall Street Revolt*. New York: W. W. Norton & Company; 2014.

El doctor Achim M. Loske es investigador en el Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada de la UNAM Unidad Juriquilla

AQUI PUEDES LEER TODAS LAS ENTREGAS DE “DESDE LA UNAM”, LA COLUMNA DE LA UNAM, CAMPUS JURIQUELLA, PARA LALUPA.MX

<https://lalupa.mx/category/aula-magna/desde-la-unam/>