

Relevancia de una Red Nacional de Sincronía y Sintonía (RENAS²) para comunicaciones eficientes y confiables en el país

Carlos Andrés Ortiz C.
Grupo de Tiempo y Frecuencia
Centro Nacional de Metrología (CENAM)
Abril 24 / 2024

Diálogos Sectoriales (Telecomunicaciones)



Red Nacional de Sincronía y Sintonía (RENAS²)

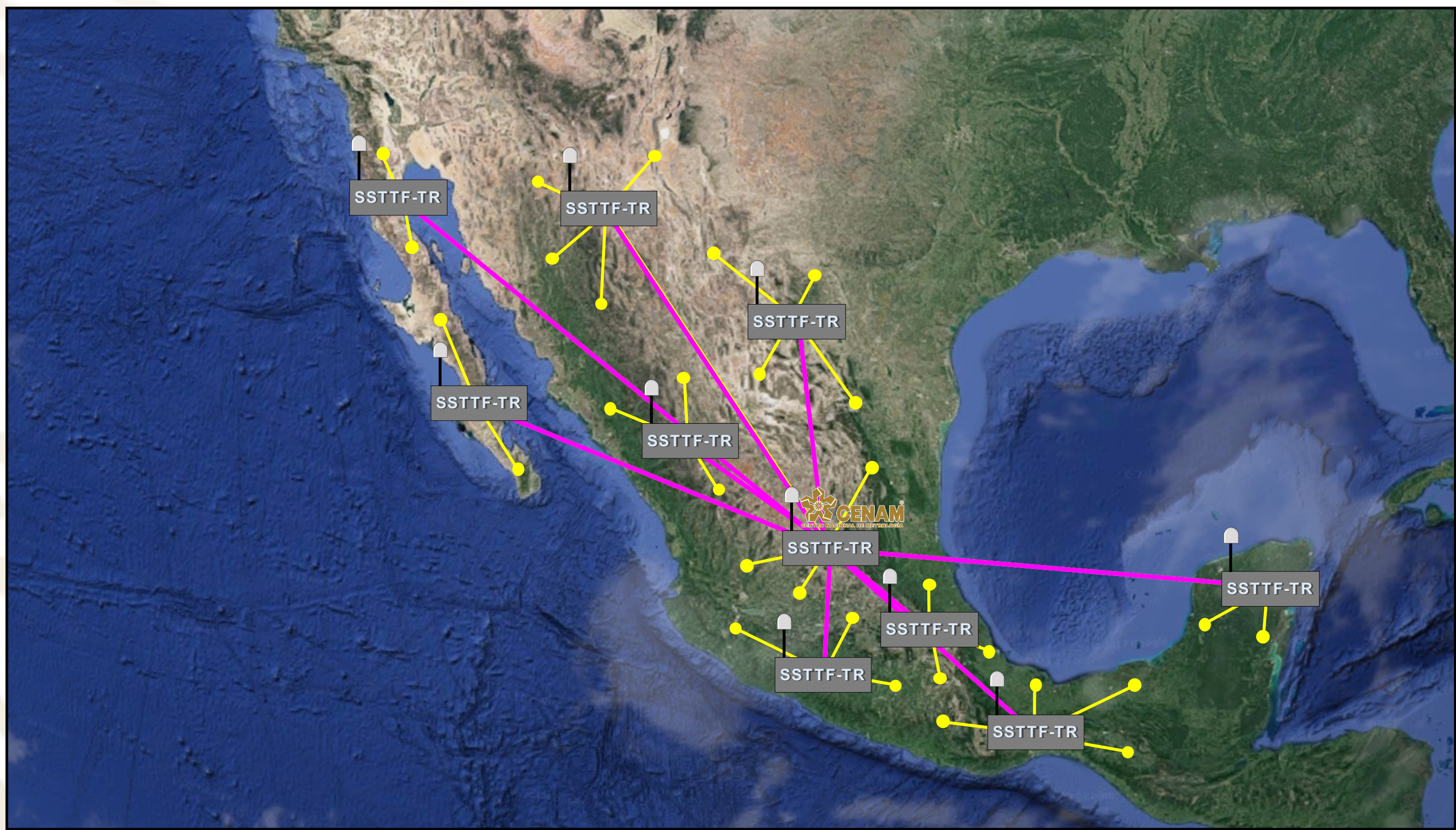
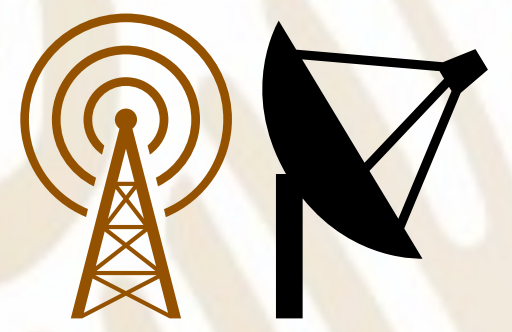
GNSS
Vista común/
TWSTFT



Fibras ópticas



RF

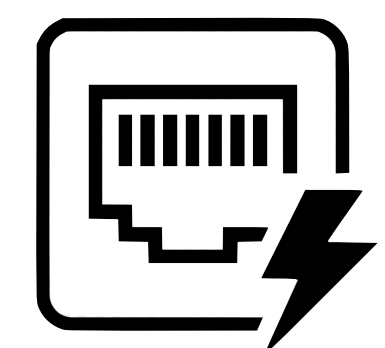


Guardian del Tiempo

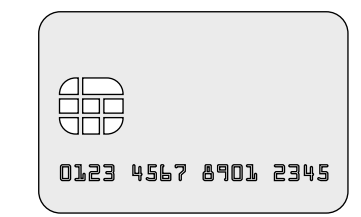
SSTTF-TR

Desarrollado por CENAM

Ethernet

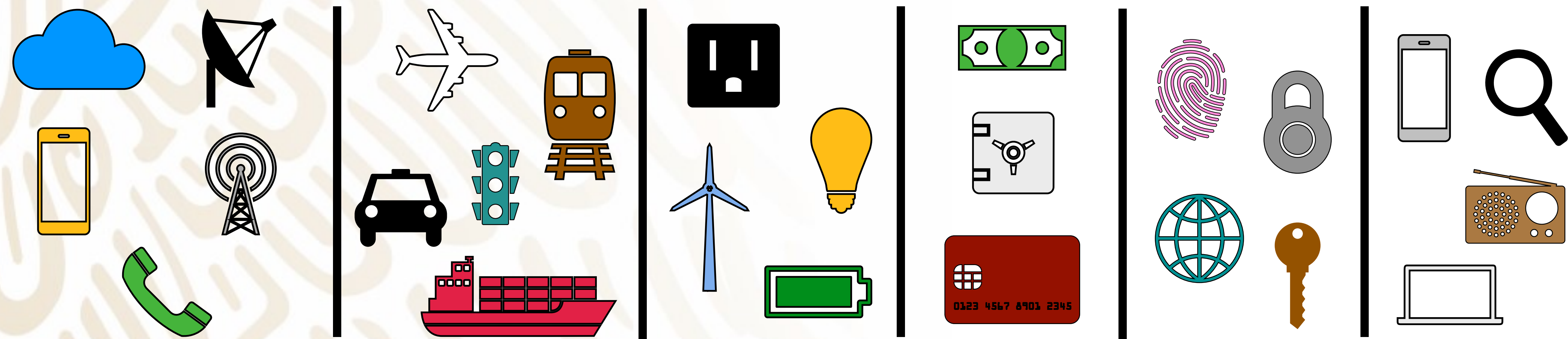


Two-Way Satellite Time Transfer Method

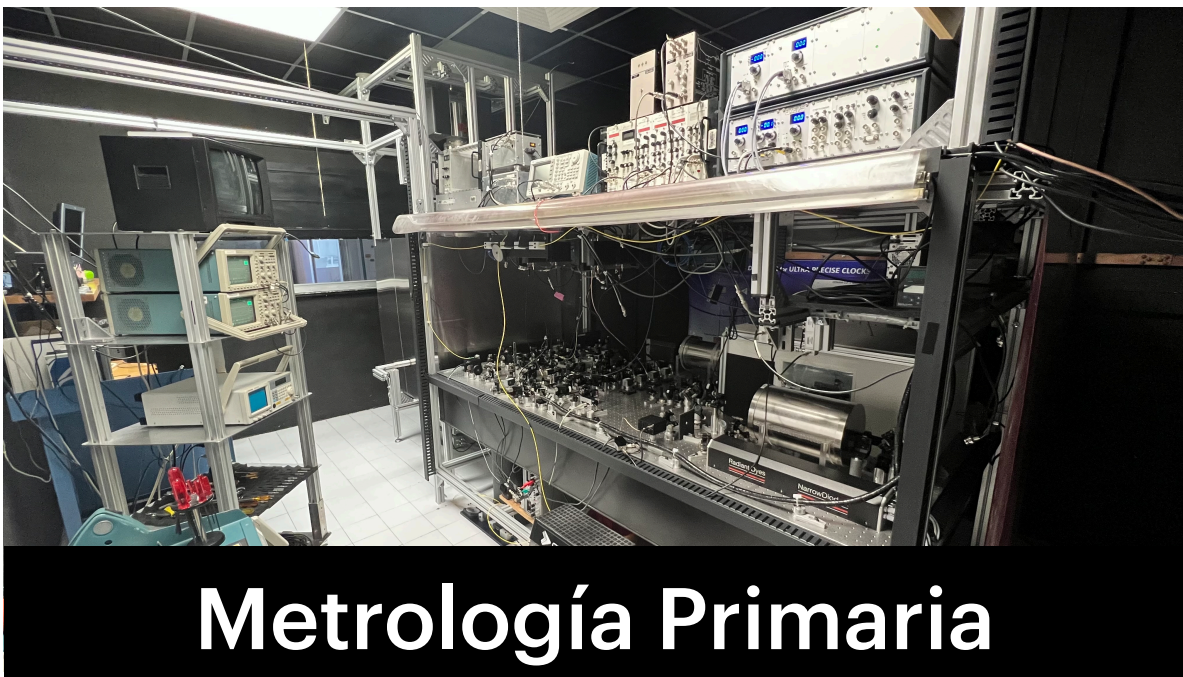
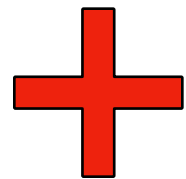


¿Qué Sectores e Industrias dependen de mediciones precisas de TIEMPO?

Comunicaciones	Transporte	Eléctrico	Financiero	Seguridad	TI
Telecomunicaciones Operaciones en la nube Internet de las cosas (IoT)	Aéreo Marítimo Terrestre Ferroviario	Monitoreo Cobros dinámicos Detección de fallas	Regulaciones Operaciones bursátiles Redes ATM	Criptografía Control de acceso Vigilancia <i>Blockchain</i>	Dispositivos inteligentes Investigaciones de incidentes



Patrón Nacional de Tiempo

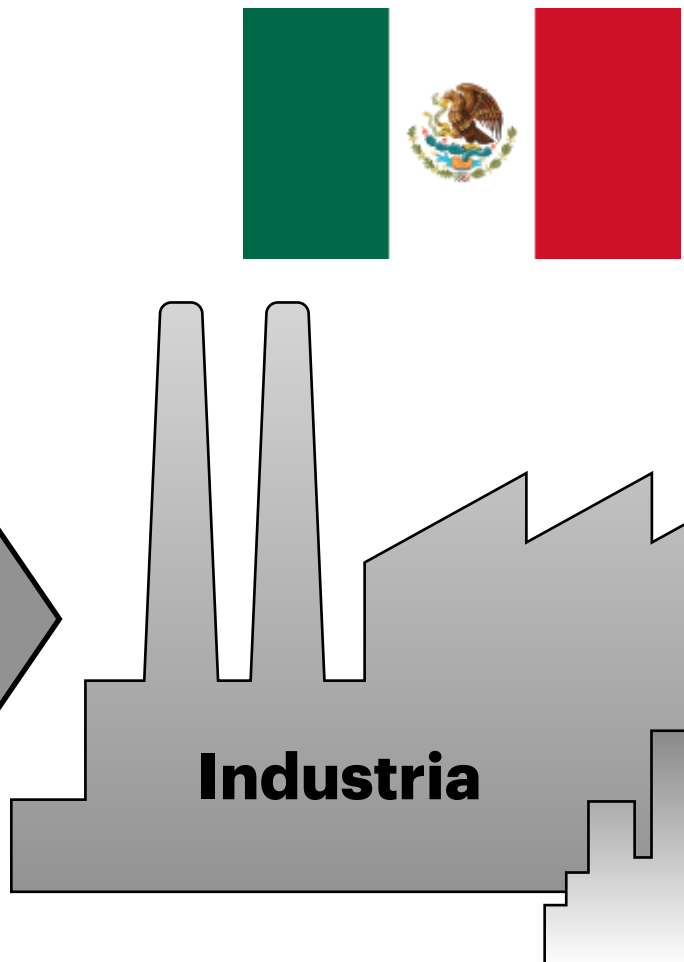
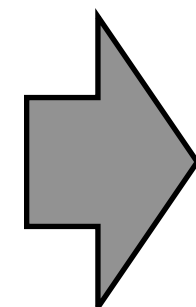
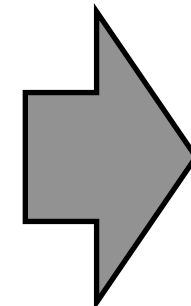


TRAZABILIDAD a otras propiedades medibles

**+180 servicios de catálogo y
+800 servicios anuales**



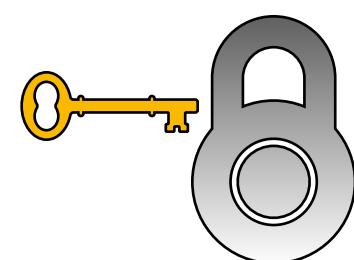
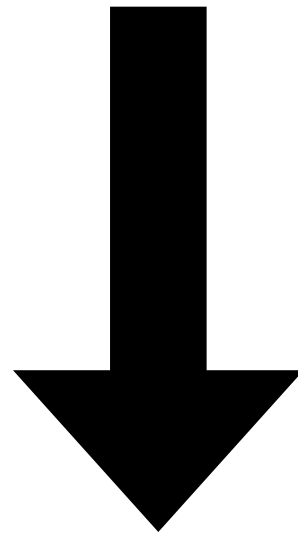
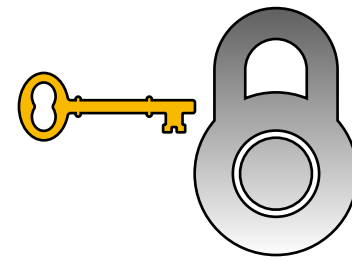
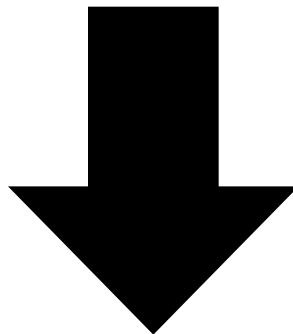
18 millones de facturas por día



Infraestructura Crítica y de Seguridad Nacional

HORA OFICIAL DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS / UTC(CNM)

Normatividad y Regulaciones (14)

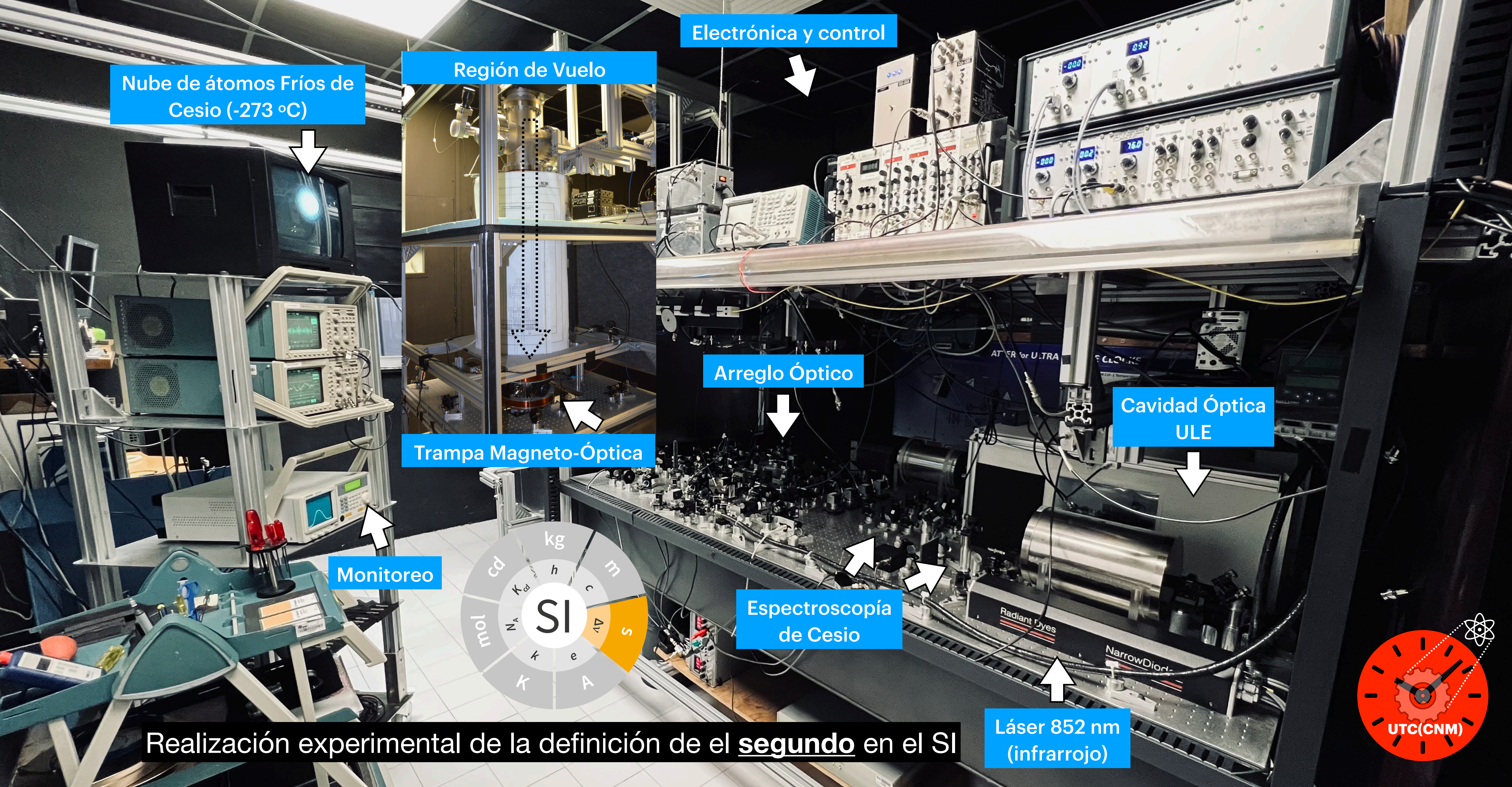


99 millones de dispositivos sincronizados



518 millones de peticiones de sincronía atendidas diariamente (6% de la demanda)





Nube de átomos Fríos de Cesio (-273 °C)

Región de Vuelo

Electrónica y control

Arreglo Óptico

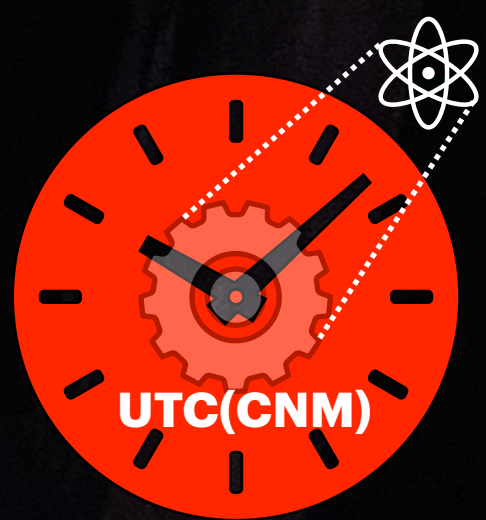
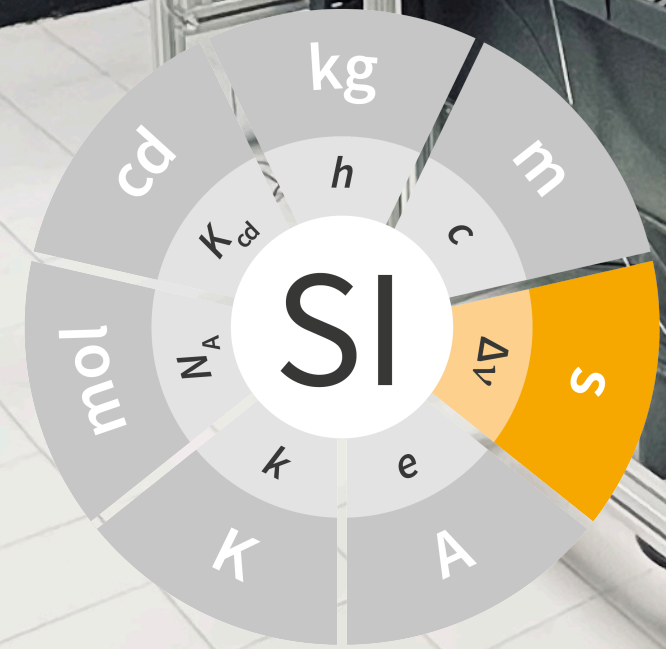
Cavidad Óptica ULE

Trampa Magneto-Óptica

Monitoreo

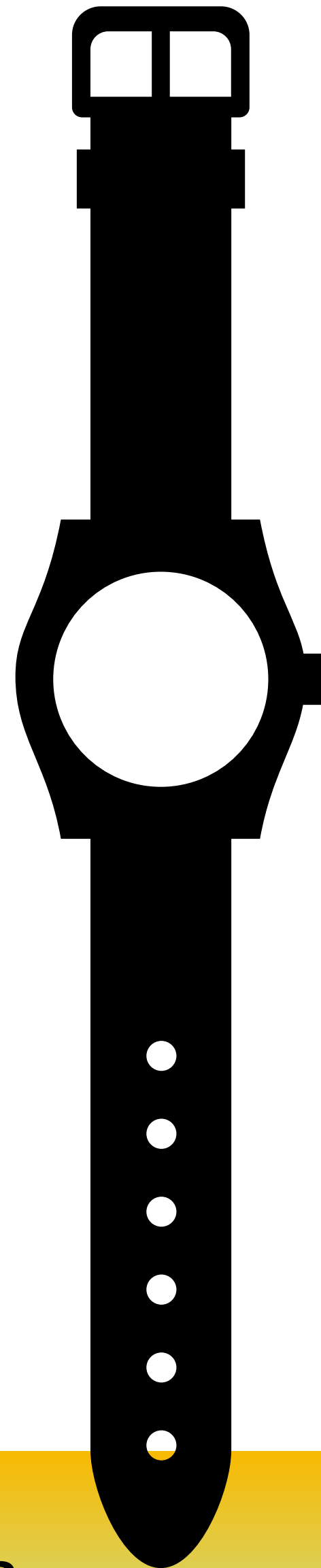
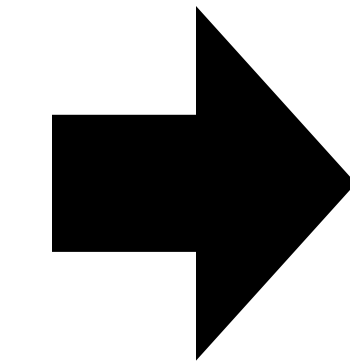
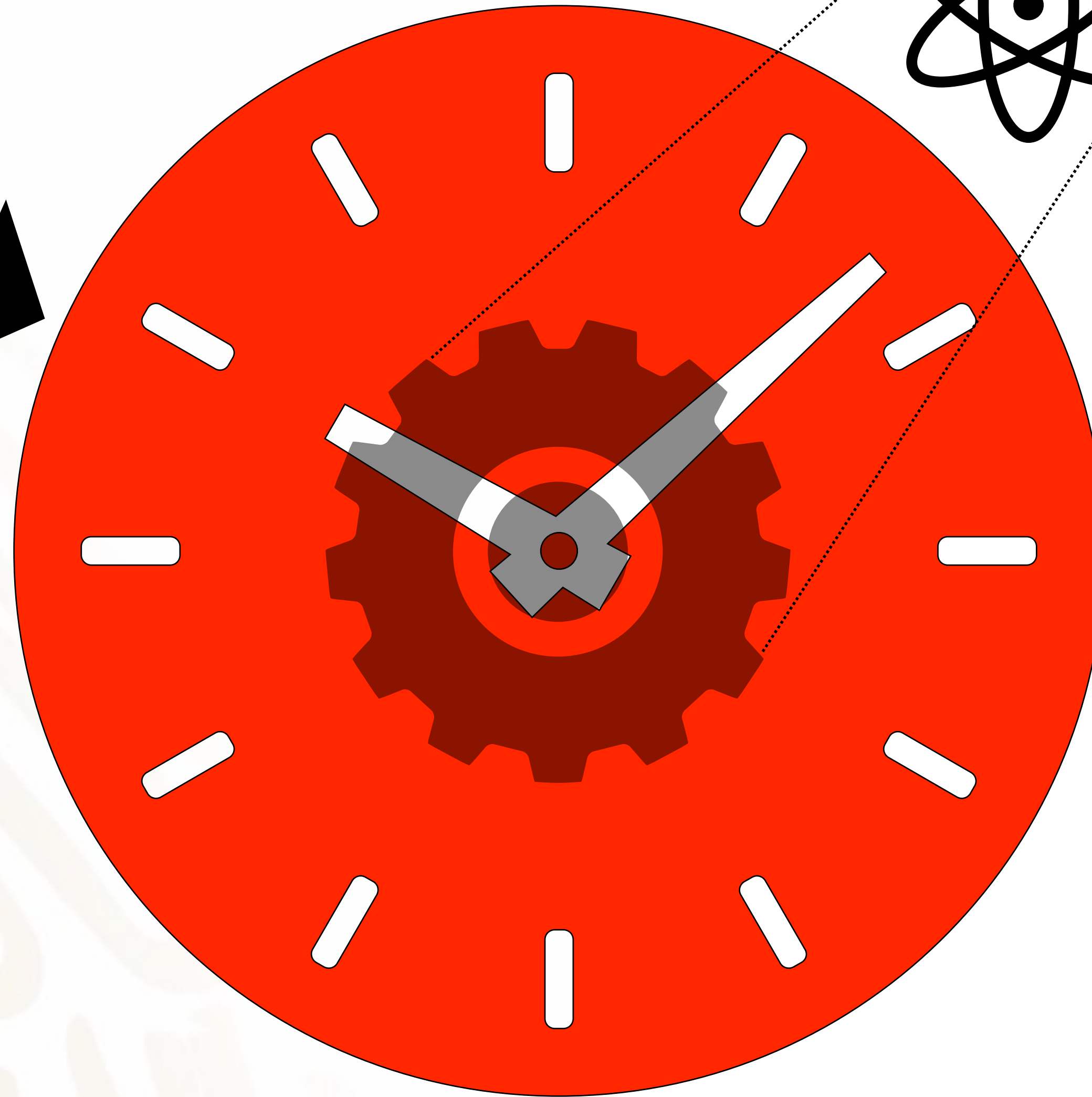
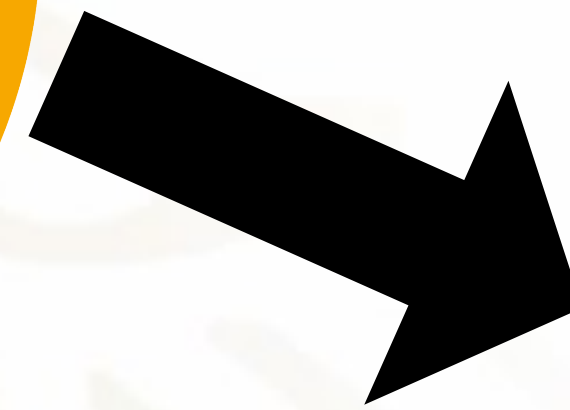
Espectroscopía de Cesio

Láser 852 nm (infrarrojo)



Realización experimental de la definición de el segundo en el SI

Patrón Nacional de Tiempo (PNT) / Reloj de Átomos Fríos CENAM-CsF₁ / 1.000 000 000 000 00 (X) s

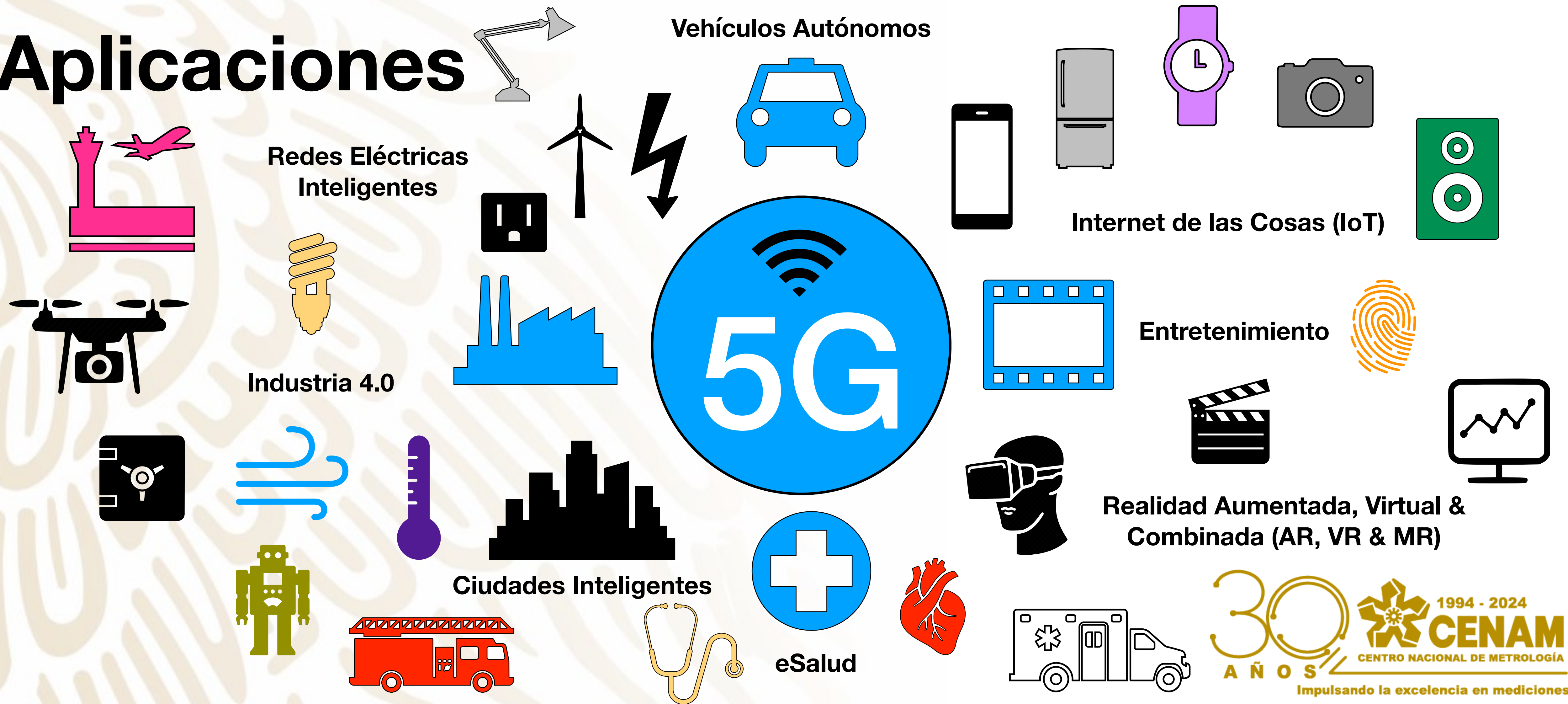


La solidez de una nación depende de la precisión del tiempo. Dadas las amenazas generalizadas que interrumpen los GNSS, un sistema horario alternativo hace parte de la infraestructura crítica, especialmente para los países que no pueden lanzar sus propios sistemas GNSS, operar sistemas de escala de tiempo sincronizados con el UTC y que, además, estén ubicados dentro de sus fronteras, es ahora una cuestión de seguridad nacional y parte de sus estrategias de ciberseguridad. En ese sentido, para proteger y defenderse contra las vulnerabilidades de los GNSS, el papel del UTC(CNM) está cambiando: además de ser un instrumento de medición científica, pasa a ser una parte vital de la infraestructura crítica de México.

HORA OFICIAL DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS / UTC(CNM) / 1 .000000000000000(X) s

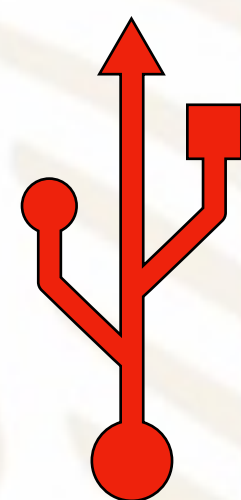
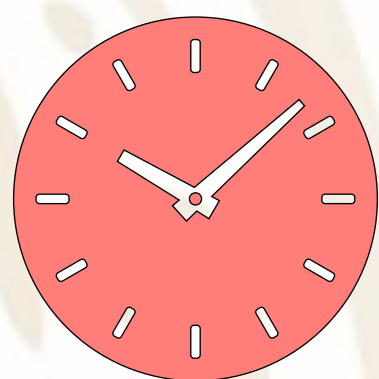


Aplicaciones

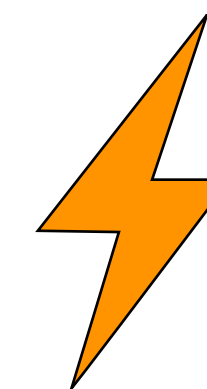




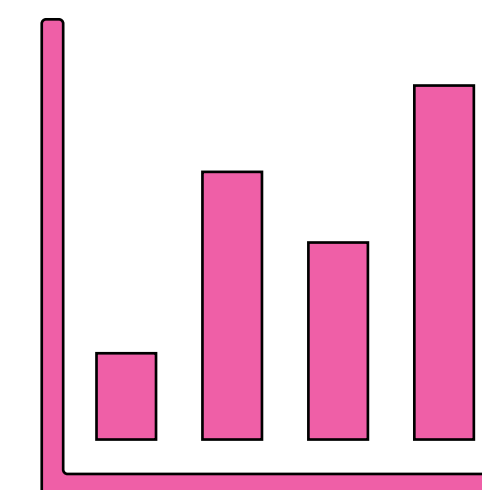
5G en comparación con redes LTE:



1000 x - Tráfico de Datos



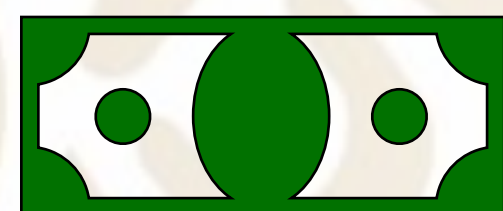
100 x - Conexiones



10 Mbps (cualquier momento & lugar) - Vel. Transferencia

Latencia **más baja**

Retardos en **mili segundos**

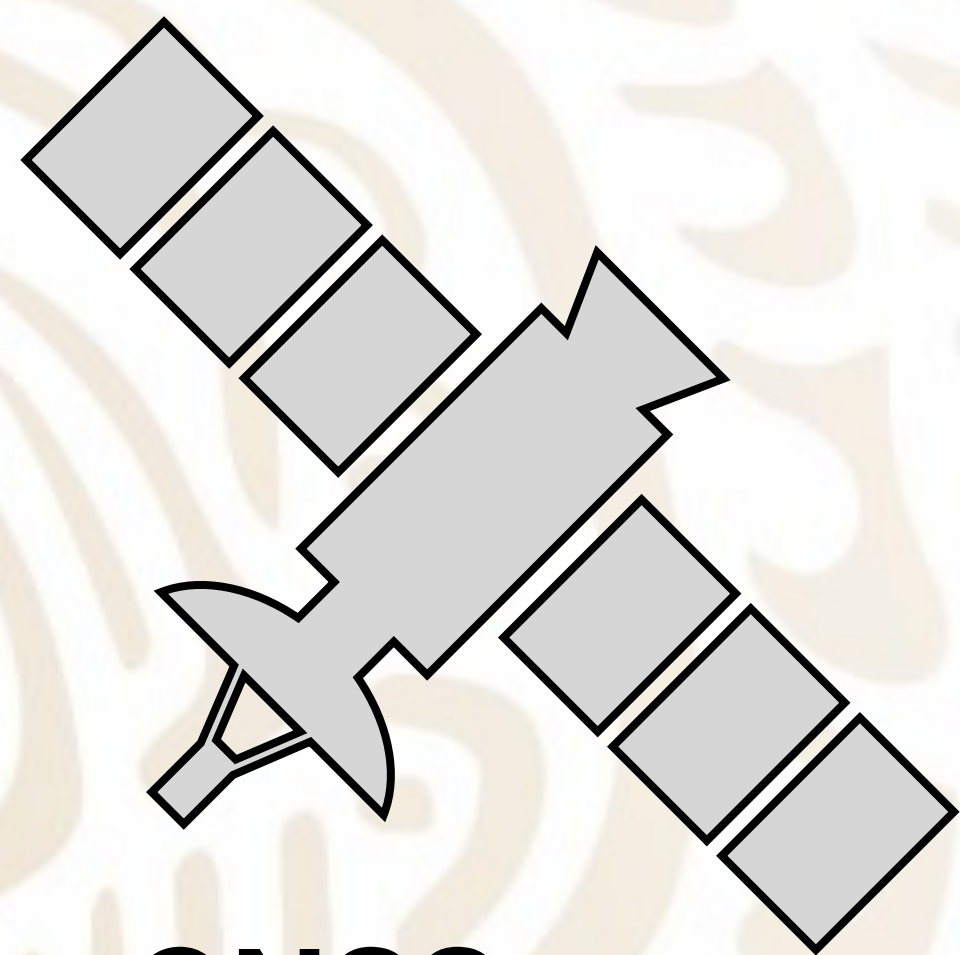


3-5 x - Eficiencia en uso del espectro

1/1000 - Costo por bit

1/1000 - Eficiencia energética por bit



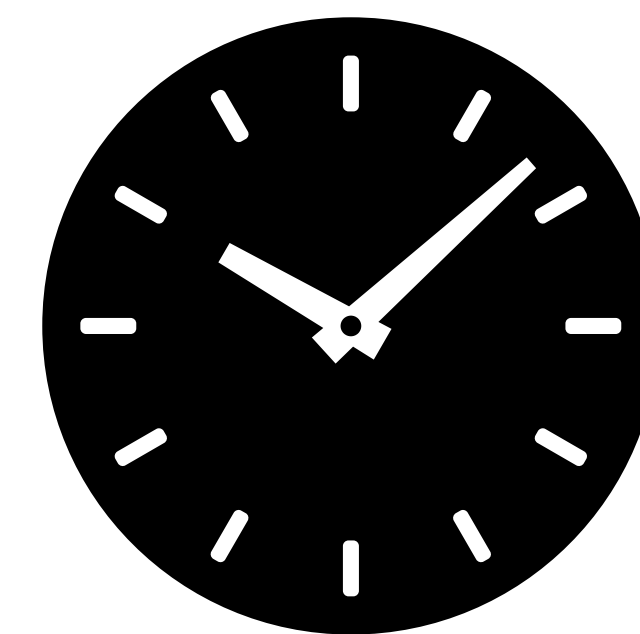


GNSS:

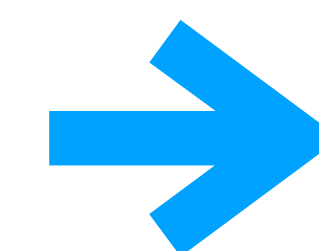
GPS
GLONASS
Galileo
BeiDou



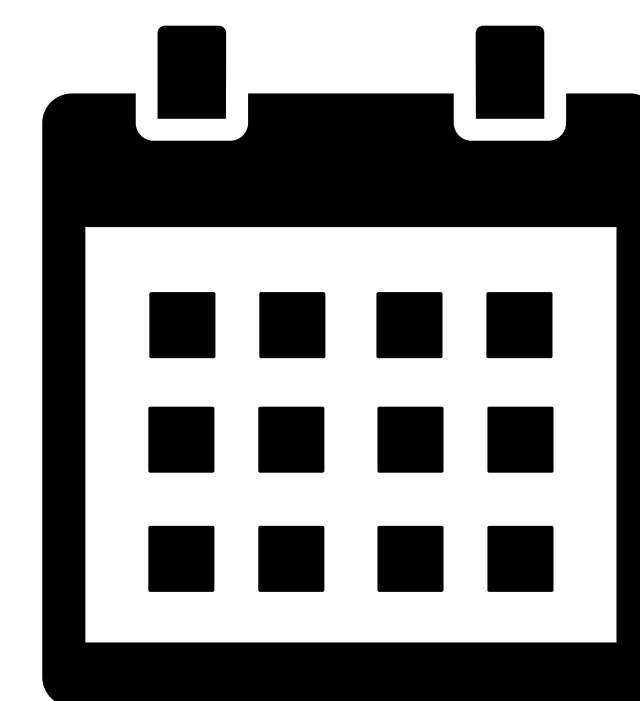
La sincronía de alto desempeño es **INDISPENSABLE** en redes 5G



$$\Delta t = 0.000000100 \text{ s}$$

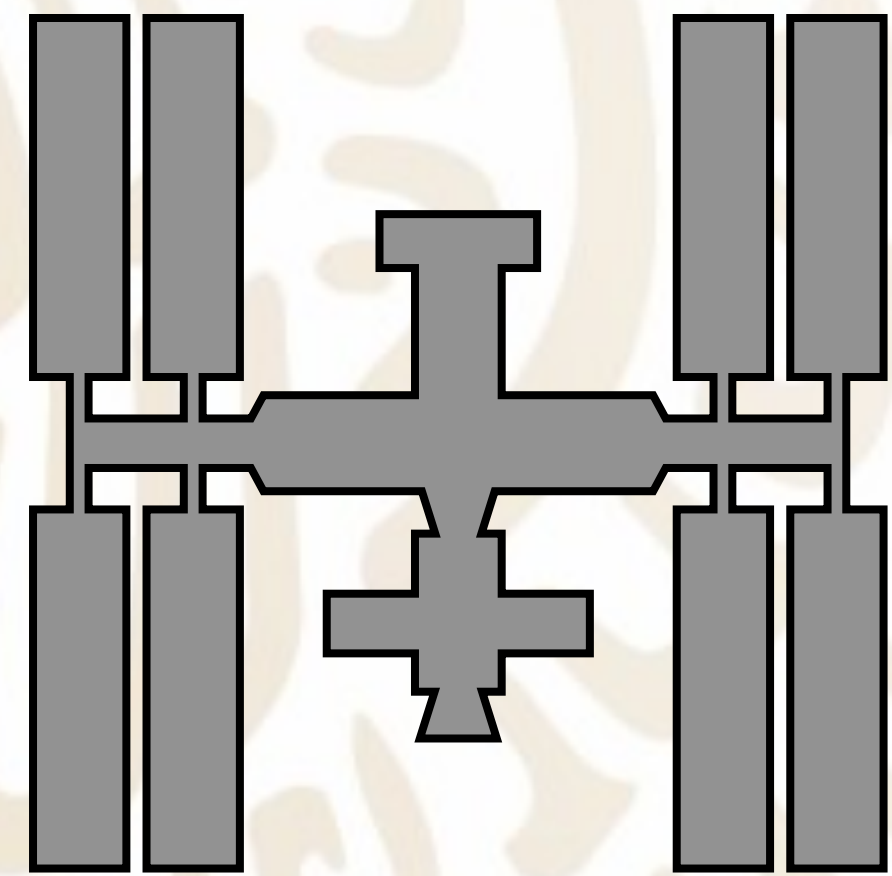
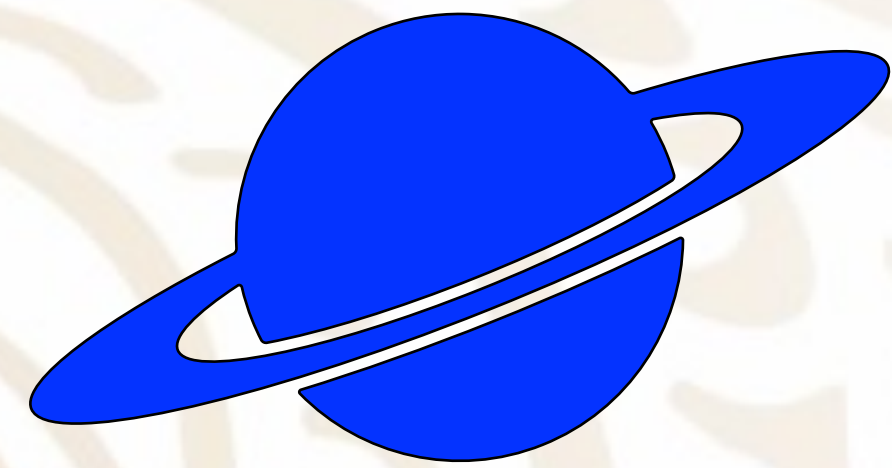


nano
segundos



GNSS, PTP & NTP no son suficientes en si mismos

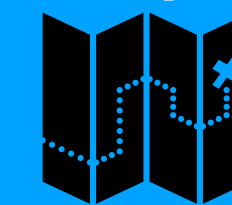
Global Navigation Satellite System / Precise Time Protocol / Network Time Protocol



Limitaciones de los GNSS:

1. Spoofing and Jamming.
2. Interferencia.
3. Uso en interiores.
4. Consumo de potencia.
5. Exactitud de posicionamiento.
6. Alto costo (Hiperconectividad).

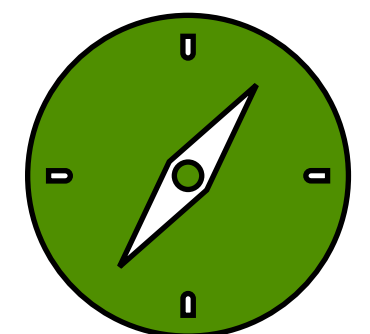
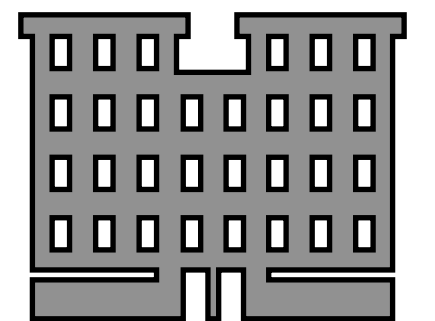
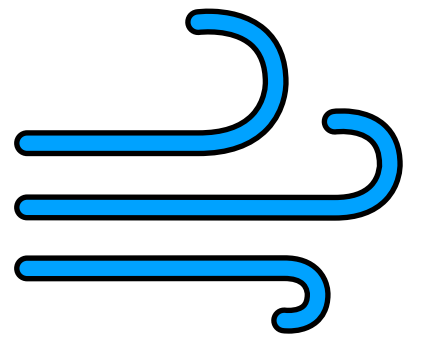
Exactitud de Posición
en tiempo real:



WiFi - 3 m

GPS - 5 m

4G LTE - decenas de m

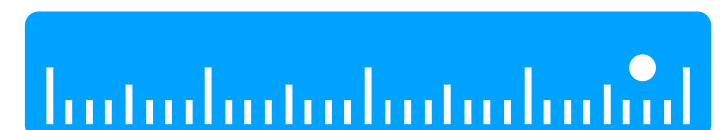


< 1metro

5G DEBE proveer una exactitud en el la posición de 1 metro (al menos)

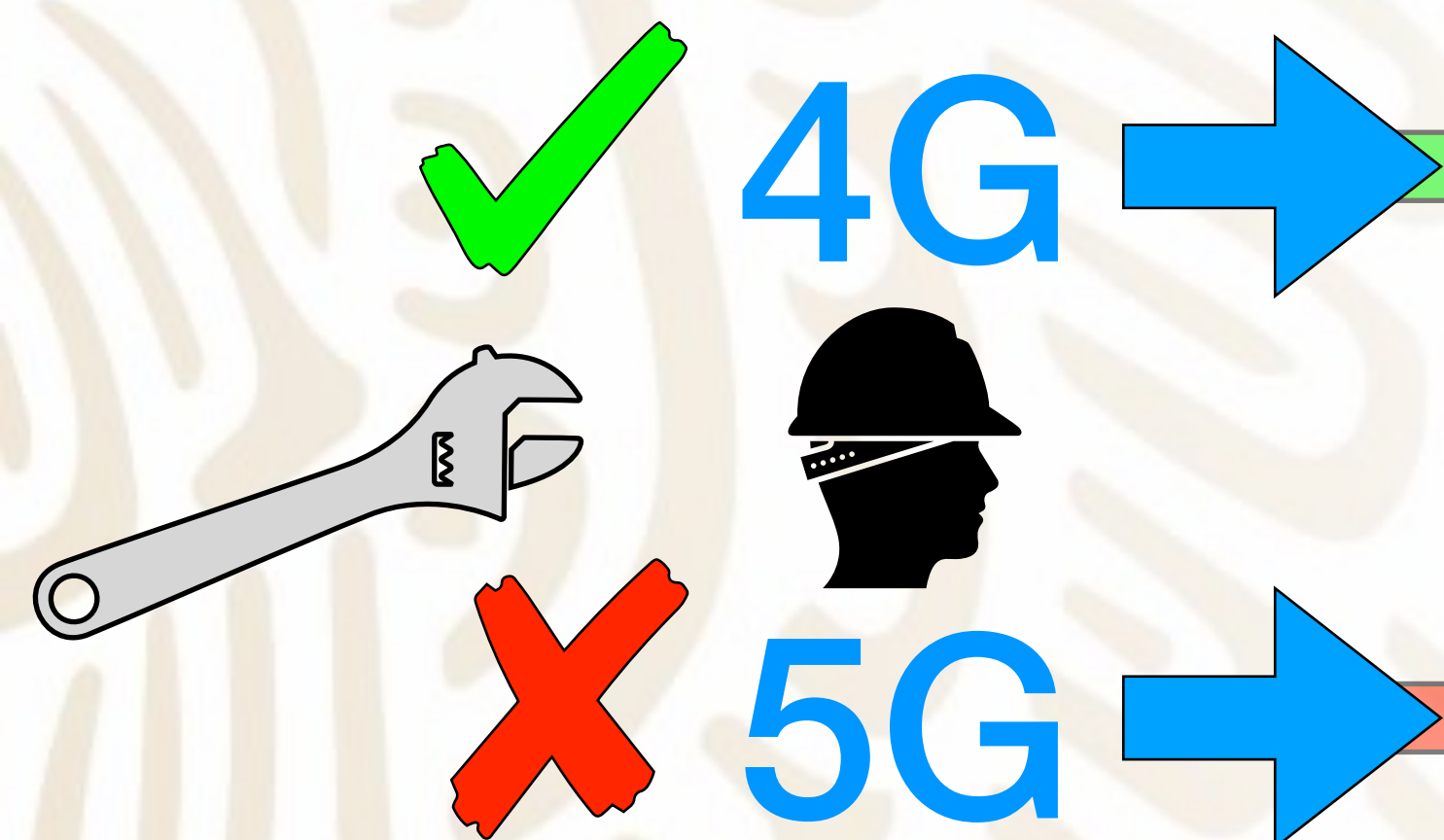
POSICIONAMIENTO UBICUO EN "TIEMPO REAL"

(ej. vehículos autónomos, gemelos digitales, redes inteligentes, etc.)

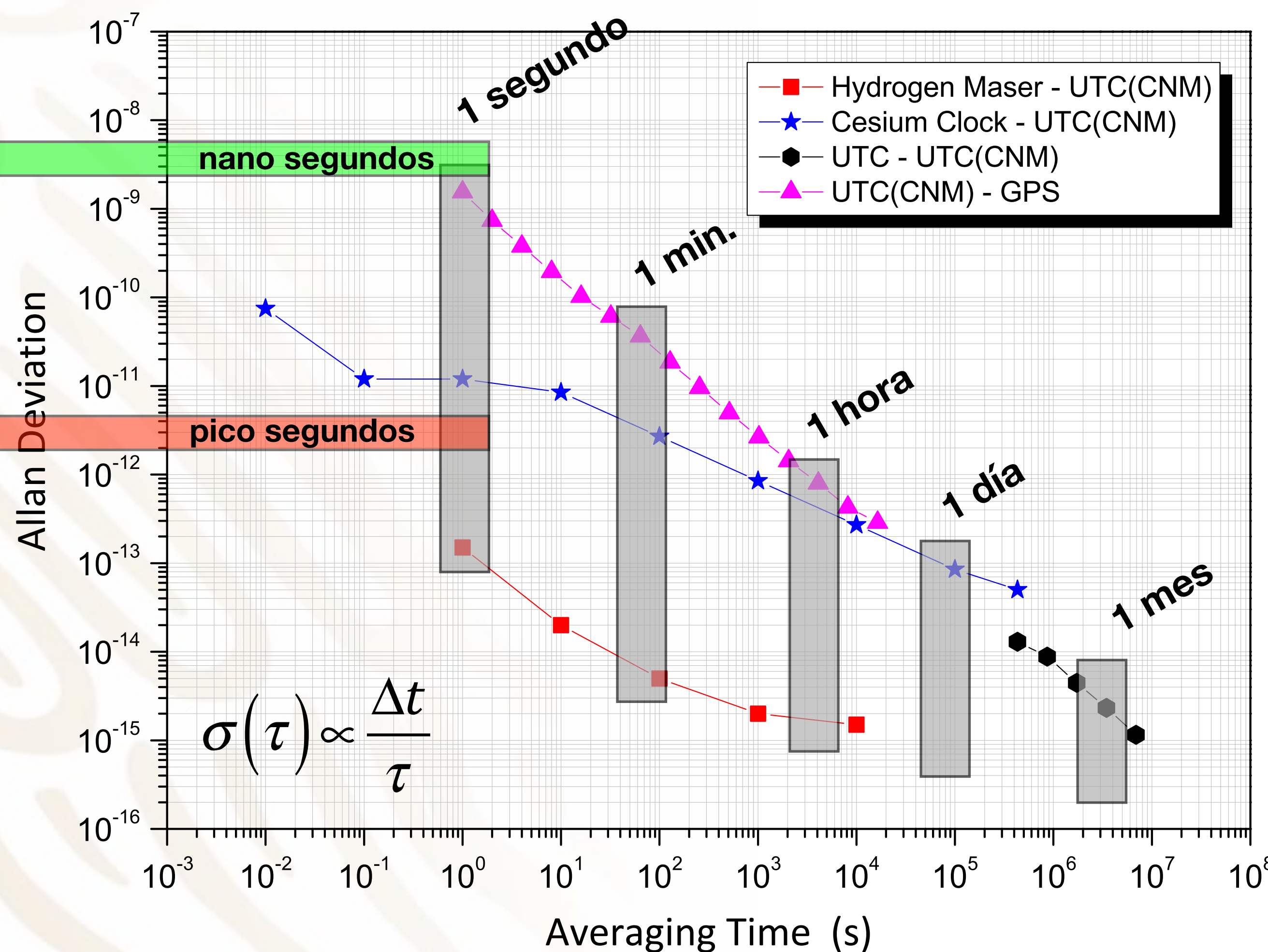




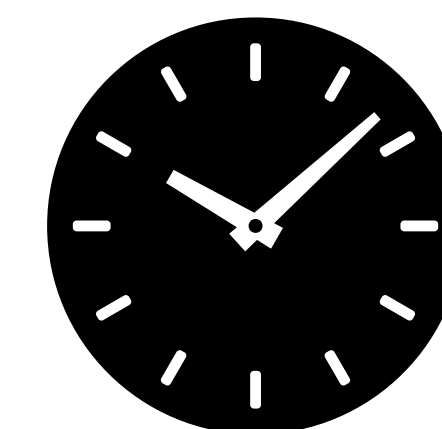
Inestabilidad



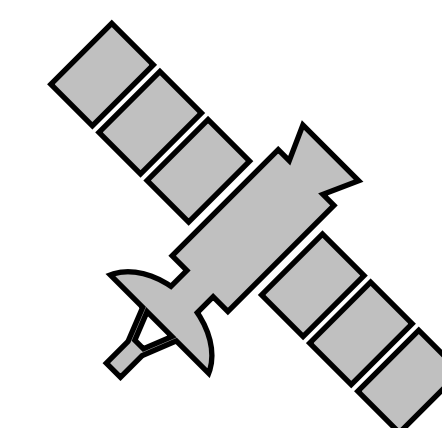
10³ - Pérdidas por sincronización



Mejores opciones:



UTC(k)



GPS

***Mediciones realizadas por el Grupo de Tiempo y Frecuencia del CENAM**

Estados Unidos ordena crear una fuente del UTC independiente de los GNSS (2020)

AUTHENTICATED U.S. GOVERNMENT INFORMATION GPO	9359
Federal Register	Presidential Documents
Vol. 85, No. 32	
Tuesday, February 18, 2020	
Title 3—	Executive Order 13905 of February 12, 2020
The President	Strengthening National Resilience Through Responsible Use of Positioning, Navigation, and Timing Services
	By the authority vested in me as President by the Constitution and the laws of the United States of America, it is hereby ordered as follows:
	Section 1. Purpose. The national and economic security of the United States depends on the reliable and efficient functioning of critical infrastructure. Since the United States made the Global Positioning System available worldwide, positioning, navigation, and timing (PNT) services provided by space-based systems have become a largely invisible utility for technology and infrastructure, including the electrical power grid, communications infrastructure and mobile devices, all modes of transportation, precision agriculture, weather forecasting, and emergency response. Because of the widespread adoption of PNT services, the disruption or manipulation of these services has the potential to adversely affect the national and economic security of the United States. To strengthen national resilience, the Federal Government must foster the responsible use of PNT services by critical infrastructure owners and operators.

Estados Unidos ordena crear una fuente del UTC independiente de los GNSS (2020)

Once the plan is published, the Director of OSTP shall coordinate updates to the plan every 4 years, or as appropriate.

(i) Within 180 days of the date of this order, the Secretary of Commerce shall make available a GNSS-independent source of Coordinated Universal Time, to support the needs of critical infrastructure owners and operators, for the public and private sectors to access.

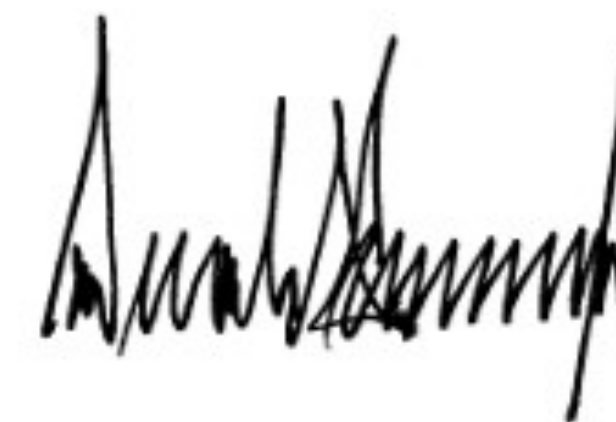
Sec. 5. General Provisions. (a) Nothing in this order shall be construed to impair or otherwise affect:

(i) the authority granted by law to an executive department or agency, or the head thereof; or

(ii) the functions of the Director of the Office of Management and Budget relating to budgetary, administrative, or legislative proposals.

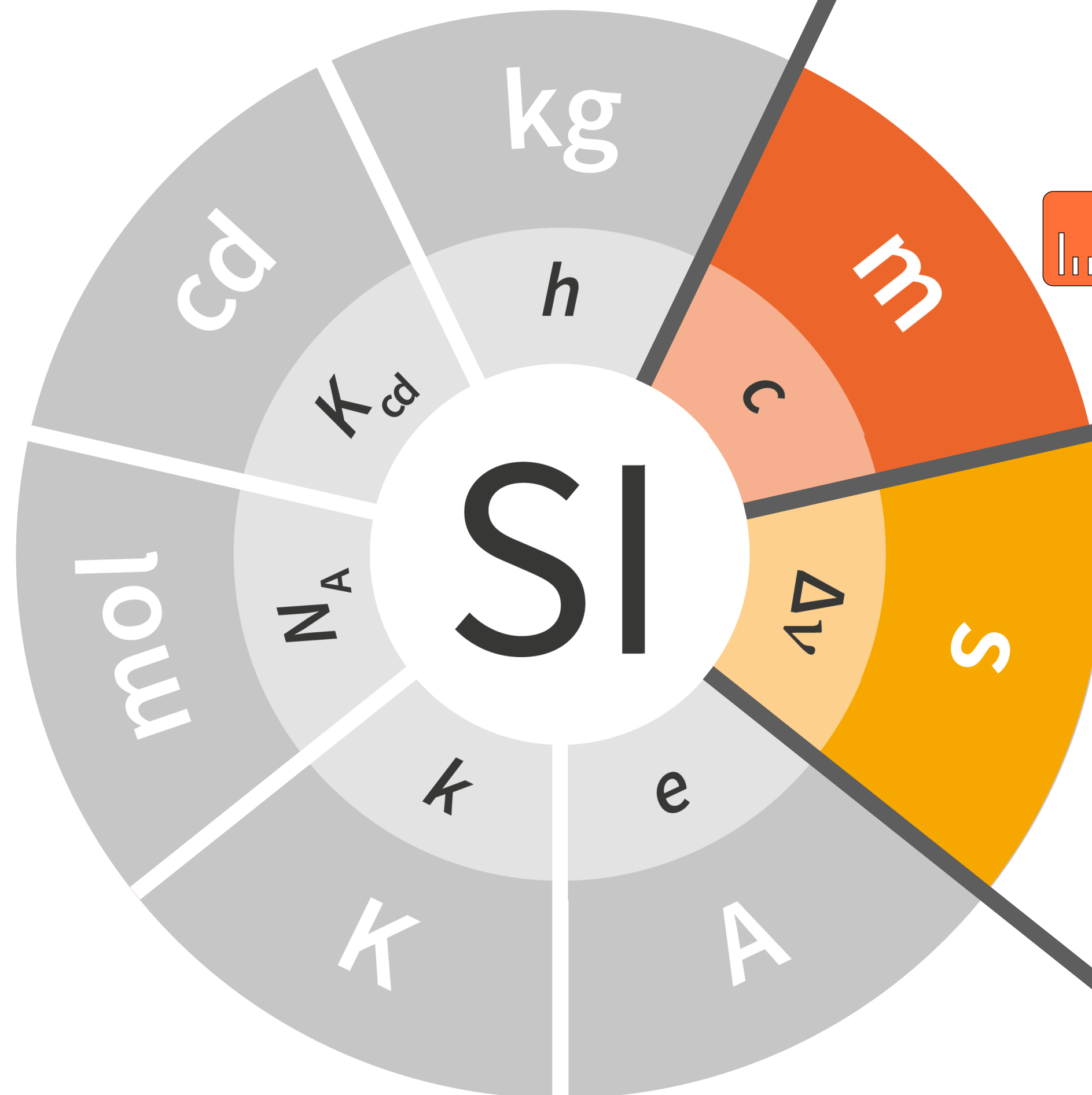
(b) This order shall be implemented consistent with applicable law and subject to the availability of appropriations.

(c) This order is not intended to, and does not, create any right or benefit, substantive or procedural, enforceable at law or in equity by any party against the United States, its departments, agencies, or entities, its officers, employees, or agents, or any other person.



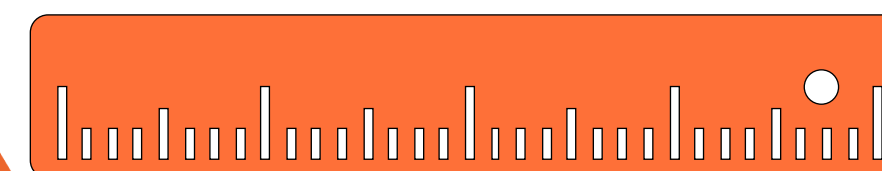


Tiempo y Frecuencia



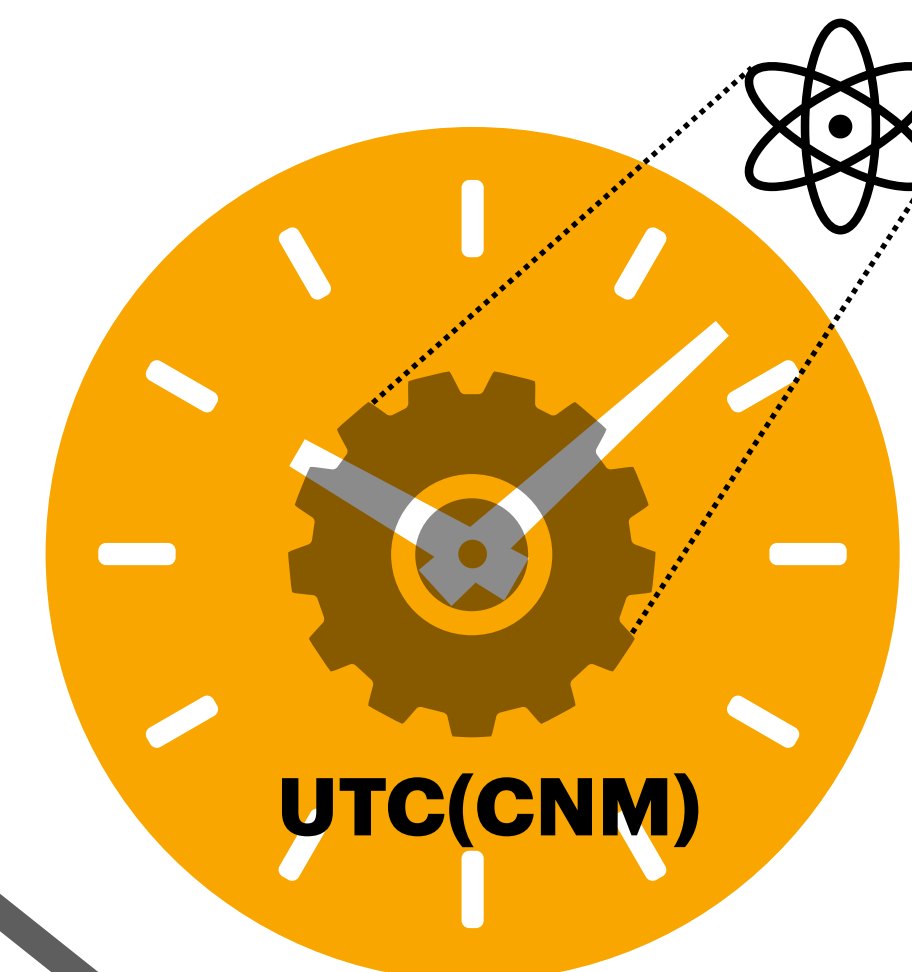
Patrón Nacional de Frecuencias Ópticas *Peine de Frecuencias*

1.000 000 000 00(X) m

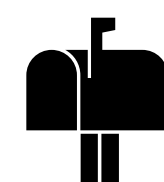


Patrón Nacional de Tiempo *Reloj de Átomos Fríos*

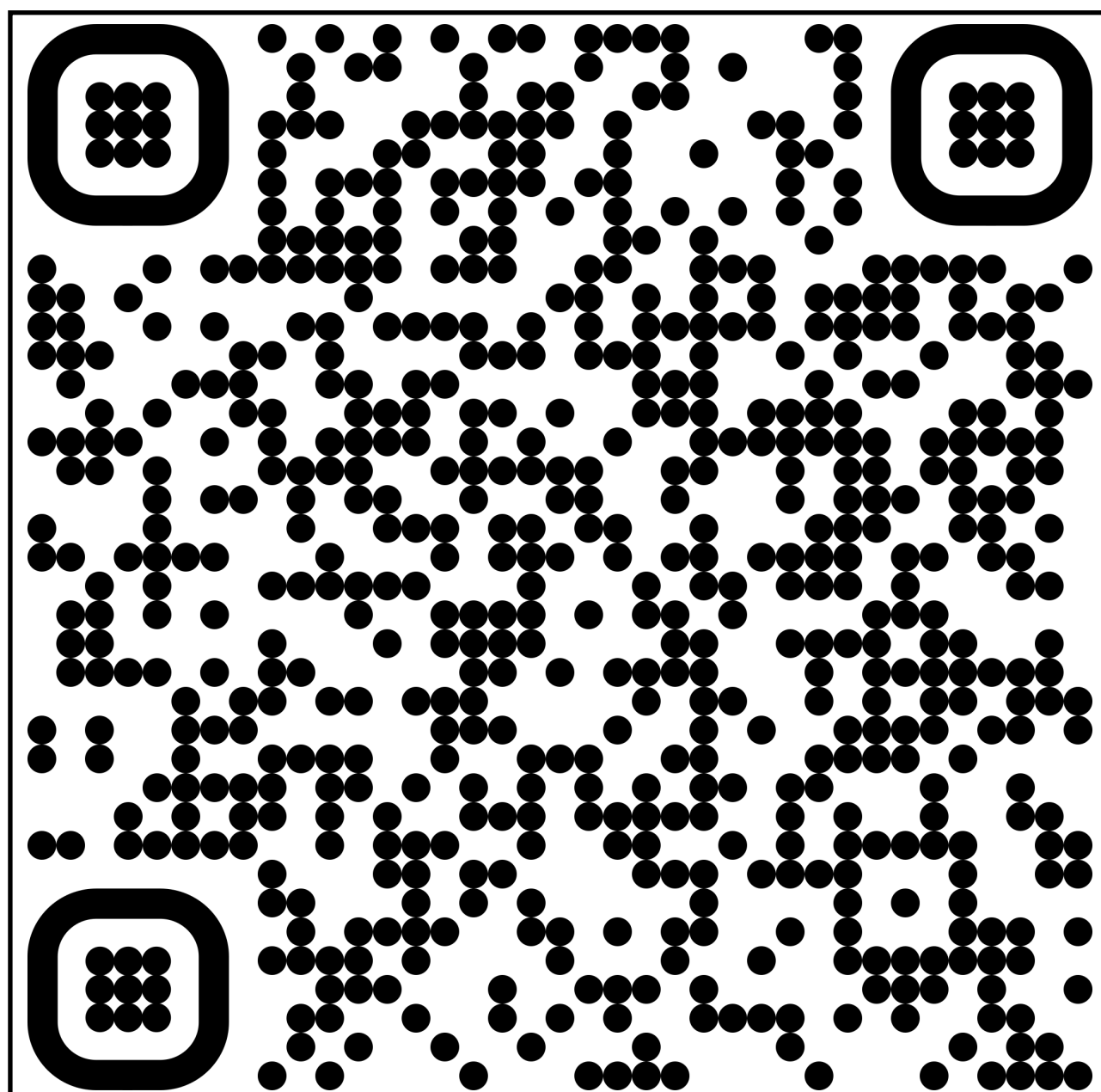
1.000 000 000 000 00(X) s



¿Quieres saber más de nosotros?
¡ Escanea el código QR !



tiempo@cenam.mx



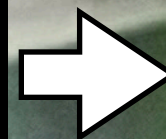
Súper continuo



Láser
Ti:Za



Fibra Óptica
Microestructurada



Realización experimental de la definición de el metro en el SI

Patrón Nacional de Frecuencias Ópticas (PNFO) / Peine de Frecuencias