

APÉNDICE A. CONCEPTOS PREVIOS

Apéndice A. Conceptos Previos

Este capítulo tiene como propósito presentar los conceptos fundamentales que permiten comprender el funcionamiento del sistema desarrollado. Se abordan únicamente aquellos elementos teóricos cuya comprensión no es evidente o podría generar interpretaciones erróneas.

2.1 Google Apps Script

Google Apps Script es un entorno de desarrollo basado en JavaScript que permite automatizar procesos dentro del ecosistema Google (Drive, Sheets, Gmail, etc.). Su interfaz web facilita la creación de servicios accesibles sin necesidad de desplegar servidores propios (*Descripción General De Google Apps Script*, 2024).

2.1.1 servicio web (*web service*)

Un servicio web es un método de comunicación entre dos sistemas a través de una red, que permite el intercambio de datos estructurados de forma automática. Estos datos se transmiten mediante mensajes en formato XML, enviados y recibidos sobre el protocolo HTTP. En un servicio web, el sistema emisor envía una solicitud estructurada, y el receptor responde con información también organizada bajo un protocolo común, lo que permite que múltiples aplicaciones se integren y comuniquen desde cualquier parte del mundo. (Ballejos, 2024)

2.2 Node-RED

Node-RED es una herramienta de programación visual basada en flujos, que permite a cualquiera crear aplicaciones que recopilen, transformen y visualicen sus datos; construyendo flujos que puedan automatizar su mundo. Su naturaleza de código bajo lo hace

APÉNDICE A. CONCEPTOS PREVIOS

accesible a los usuarios de cualquier fondo, ya sea para domótica, sistemas de control industrial o cualquier cosa intermedia (OpenJS, 2024).

2.3 Microsoft Azure

Microsoft Azure es una plataforma de servicios en la nube con más de 200 productos, diseñada para crear, ejecutar y administrar aplicaciones en múltiples entornos, tanto locales como en la nube, utilizando tus herramientas y marcos preferidos. (Rojas, 2024)

2.4 Análisis de tráfico con Wireshark

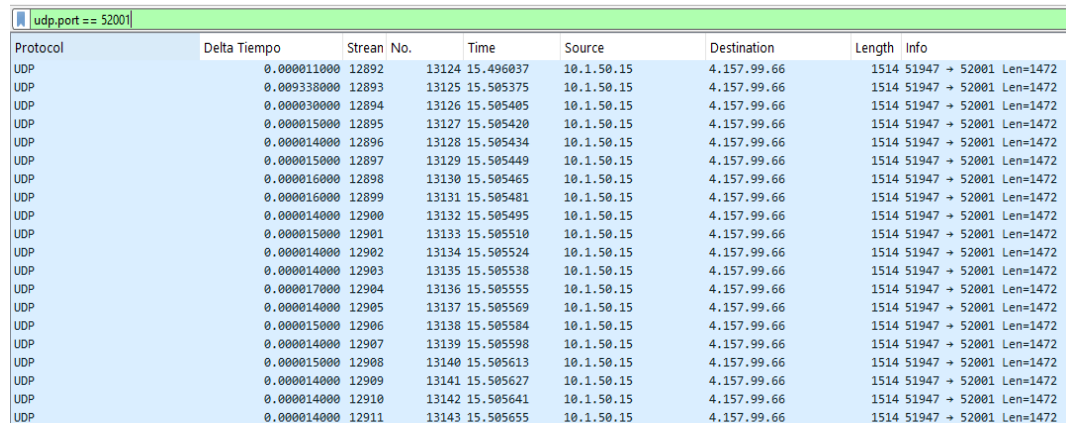
Wireshark es una herramienta que permite analizar los datos que pasan por una red, mostrando toda la información de los paquetes que se transmiten. Se podría comparar con un voltímetro, pero en lugar de medir electricidad, mide los datos que circulan por los cables de red. Antes, las herramientas para hacer esto eran caras, pero Wireshark es gratuito y de código abierto, lo que lo hace muy popular. Es muy útil en diversas situaciones: los administradores de red lo usan para resolver problemas, los ingenieros de seguridad lo emplean para detectar fallos de seguridad, y los desarrolladores lo usan para mejorar sus programas. Además, es una excelente herramienta para aprender cómo funcionan los protocolos de comunicación en las redes. En el ámbito de la tecnología, entender Wireshark es clave para desarrollar soluciones que permitan monitorear redes de manera eficiente. Por ello, conocer esta herramienta es fundamental para quienes trabajan con redes y tecnología (Warnicke & Lamping, n.d.).

Se usó la herramienta Wireshark con el fin de comprobar que los datos enviados desde GNU Radio se enviarán a la IP correcta y con el número del puerto correcto.

Figura 1.

Resultados del protocolo UDP visto de la herramienta Wireshark.

APÉNDICE A. CONCEPTOS PREVIOS



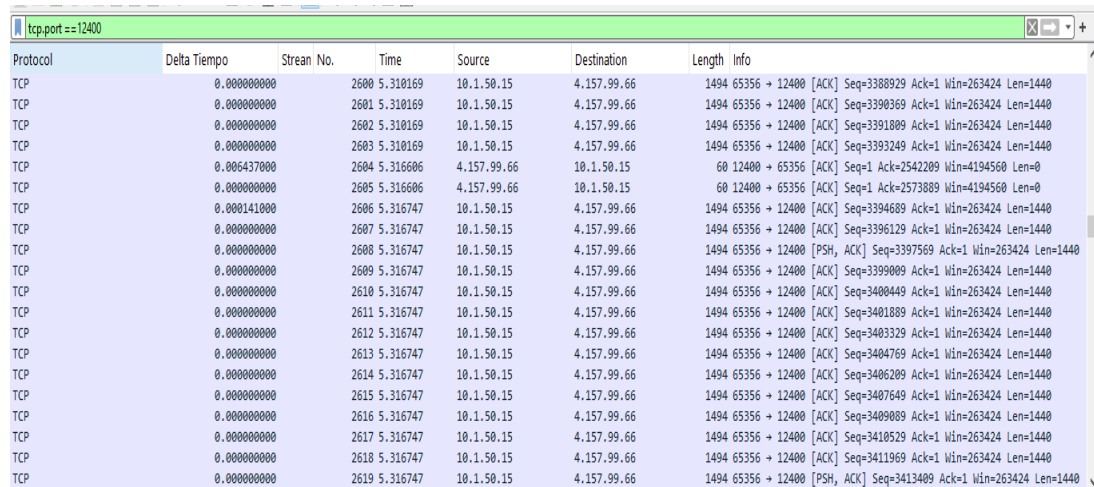
A screenshot of the Wireshark network protocol analyzer showing a packet capture filtered for 'udp.port == 52001'. The interface displays a list of 20 UDP packets in a table format. Each row represents a packet with columns for Protocol, Delta Tiempo, Stream No., Time, Source, Destination, Length, and Info. The packets are all of type UDP, originating from 10.1.50.15 and destined for 4.157.99.66. The 'Info' column shows details like '1514 51947 → 52001 Len=1472'.

Protocol	Delta Tiempo	Stream No.	Time	Source	Destination	Length	Info
UDP	0.000011000	12892	13124 15.496037	10.1.50.15	4.157.99.66	1514	51947 → 52001 Len=1472
UDP	0.009338000	12893	13125 15.505375	10.1.50.15	4.157.99.66	1514	51947 → 52001 Len=1472
UDP	0.000030000	12894	13126 15.505405	10.1.50.15	4.157.99.66	1514	51947 → 52001 Len=1472
UDP	0.000015000	12895	13127 15.505420	10.1.50.15	4.157.99.66	1514	51947 → 52001 Len=1472
UDP	0.000014000	12896	13128 15.505434	10.1.50.15	4.157.99.66	1514	51947 → 52001 Len=1472
UDP	0.000015000	12897	13129 15.505449	10.1.50.15	4.157.99.66	1514	51947 → 52001 Len=1472
UDP	0.000016000	12898	13130 15.505465	10.1.50.15	4.157.99.66	1514	51947 → 52001 Len=1472
UDP	0.000016000	12899	13131 15.505481	10.1.50.15	4.157.99.66	1514	51947 → 52001 Len=1472
UDP	0.000014000	12900	13132 15.505495	10.1.50.15	4.157.99.66	1514	51947 → 52001 Len=1472
UDP	0.000015000	12901	13133 15.505510	10.1.50.15	4.157.99.66	1514	51947 → 52001 Len=1472
UDP	0.000014000	12902	13134 15.505524	10.1.50.15	4.157.99.66	1514	51947 → 52001 Len=1472
UDP	0.000014000	12903	13135 15.505538	10.1.50.15	4.157.99.66	1514	51947 → 52001 Len=1472
UDP	0.000017000	12904	13136 15.505555	10.1.50.15	4.157.99.66	1514	51947 → 52001 Len=1472
UDP	0.000014000	12905	13137 15.505569	10.1.50.15	4.157.99.66	1514	51947 → 52001 Len=1472
UDP	0.000015000	12906	13138 15.505584	10.1.50.15	4.157.99.66	1514	51947 → 52001 Len=1472
UDP	0.000014000	12907	13139 15.505598	10.1.50.15	4.157.99.66	1514	51947 → 52001 Len=1472
UDP	0.000015000	12908	13140 15.505613	10.1.50.15	4.157.99.66	1514	51947 → 52001 Len=1472
UDP	0.000014000	12909	13141 15.505627	10.1.50.15	4.157.99.66	1514	51947 → 52001 Len=1472
UDP	0.000014000	12910	13142 15.505641	10.1.50.15	4.157.99.66	1514	51947 → 52001 Len=1472
UDP	0.000014000	12911	13143 15.505655	10.1.50.15	4.157.99.66	1514	51947 → 52001 Len=1472

Nota. En esta imagen se muestran los resultados en el tiempo del protocolo UDP por el puerto 52001.

Figura 2.

Resultados del protocolo TCP visto de la herramienta Wireshark



A screenshot of the Wireshark network protocol analyzer showing a packet capture filtered for 'tcp.port == 12400'. The interface displays a list of 20 TCP packets in a table format. Each row represents a packet with columns for Protocol, Delta Tiempo, Stream No., Time, Source, Destination, Length, and Info. The packets are all of type TCP, originating from 10.1.50.15 and destined for 4.157.99.66. The 'Info' column shows details like '1494 65356 → 12400 [ACK] Seq=3388929 Ack=1 Win=263424 Len=1440'.

Protocol	Delta Tiempo	Stream No.	Time	Source	Destination	Length	Info
TCP	0.000000000	2600	5.310169	10.1.50.15	4.157.99.66	1494	65356 → 12400 [ACK] Seq=3388929 Ack=1 Win=263424 Len=1440
TCP	0.000000000	2601	5.310169	10.1.50.15	4.157.99.66	1494	65356 → 12400 [ACK] Seq=3390369 Ack=1 Win=263424 Len=1440
TCP	0.000000000	2602	5.310169	10.1.50.15	4.157.99.66	1494	65356 → 12400 [ACK] Seq=3391809 Ack=1 Win=263424 Len=1440
TCP	0.000000000	2603	5.310169	10.1.50.15	4.157.99.66	1494	65356 → 12400 [ACK] Seq=3393249 Ack=1 Win=263424 Len=1440
TCP	0.006437000	2604	5.316606	4.157.99.66	10.1.50.15	60	12400 → 65356 [ACK] Seq=1 Ack=2542209 Win=4194560 Len=0
TCP	0.000000000	2605	5.316606	4.157.99.66	10.1.50.15	60	12400 → 65356 [ACK] Seq=1 Ack=2573889 Win=4194560 Len=0
TCP	0.000141000	2606	5.316747	10.1.50.15	4.157.99.66	1494	65356 → 12400 [ACK] Seq=3394689 Ack=1 Win=263424 Len=1440
TCP	0.000000000	2607	5.316747	10.1.50.15	4.157.99.66	1494	65356 → 12400 [ACK] Seq=3396129 Ack=1 Win=263424 Len=1440
TCP	0.000000000	2608	5.316747	10.1.50.15	4.157.99.66	1494	65356 → 12400 [PSH, ACK] Seq=3397569 Ack=1 Win=263424 Len=1440
TCP	0.000000000	2609	5.316747	10.1.50.15	4.157.99.66	1494	65356 → 12400 [ACK] Seq=3399009 Ack=1 Win=263424 Len=1440
TCP	0.000000000	2610	5.316747	10.1.50.15	4.157.99.66	1494	65356 → 12400 [ACK] Seq=3400449 Ack=1 Win=263424 Len=1440
TCP	0.000000000	2611	5.316747	10.1.50.15	4.157.99.66	1494	65356 → 12400 [ACK] Seq=3401889 Ack=1 Win=263424 Len=1440
TCP	0.000000000	2612	5.316747	10.1.50.15	4.157.99.66	1494	65356 → 12400 [ACK] Seq=3403329 Ack=1 Win=263424 Len=1440
TCP	0.000000000	2613	5.316747	10.1.50.15	4.157.99.66	1494	65356 → 12400 [ACK] Seq=3404769 Ack=1 Win=263424 Len=1440
TCP	0.000000000	2614	5.316747	10.1.50.15	4.157.99.66	1494	65356 → 12400 [ACK] Seq=3406209 Ack=1 Win=263424 Len=1440
TCP	0.000000000	2615	5.316747	10.1.50.15	4.157.99.66	1494	65356 → 12400 [ACK] Seq=3407649 Ack=1 Win=263424 Len=1440
TCP	0.000000000	2616	5.316747	10.1.50.15	4.157.99.66	1494	65356 → 12400 [ACK] Seq=3409089 Ack=1 Win=263424 Len=1440
TCP	0.000000000	2617	5.316747	10.1.50.15	4.157.99.66	1494	65356 → 12400 [ACK] Seq=3410529 Ack=1 Win=263424 Len=1440
TCP	0.000000000	2618	5.316747	10.1.50.15	4.157.99.66	1494	65356 → 12400 [ACK] Seq=3411969 Ack=1 Win=263424 Len=1440
TCP	0.000000000	2619	5.316747	10.1.50.15	4.157.99.66	1494	65356 → 12400 [PSH, ACK] Seq=3413409 Ack=1 Win=263424 Len=1440

Nota. En esta imagen se muestran los resultados en el tiempo del protocolo TCP por el puerto 24000.

2.5 Internet de las Cosas (IoT) y Servicios en la Nube

El Internet de las Cosas (IoT) hace referencia a una red de objetos físicos equipados con sensores, actuadores y capacidades de comunicación que recopilan e intercambian datos a través de internet sin intervención humana directa (*¿Qué Es El Internet De Las Cosas*

APÉNDICE A. CONCEPTOS PREVIOS

(IoT)?, n.d.). Cuando estos dispositivos se integran con servicios en la nube, se habilitan esquemas de análisis remoto, almacenamiento distribuido y visualización en tiempo casi real (Joey, 2024).

Los principales beneficios de esta integración son la escalabilidad, la disponibilidad global y la posibilidad de monitoreo sin necesidad de infraestructura física local. No obstante, también se enfrentan restricciones importantes como límites de ejecución, problemas de latencia y potenciales brechas de seguridad (*Advantages Of Cloud Computing*, n.d.) (*Los Beneficios De IoT: Ejemplos Del Mundo Real*, n.d.).

2.6 Protocolos de Comunicación (TCP, UDP, HTTP)

2.6.1 Protocolo TCP/IP

TCP/IP es un protocolo utilizado en Internet para permitir que dispositivos envíen y reciban datos. Sus siglas provienen de Transmission Control Protocol y Internet Protocol. Desarrollado en los años 70 por DARPA, TCP/IP comenzó como uno de varios protocolos de Internet y se convirtió en el estándar de ARPAnet, el precursor de Internet. Hoy en día, es el protocolo global para las comunicaciones en la red (Bodnar, 2021).

TCP/IP es la base de las comunicaciones modernas en redes, incluyendo internet. Dentro de esta, se destacan tres protocolos usados en el proyecto: **TCP**, **UDP** y **HTTP**. **TCP** es un protocolo orientado a conexión que garantiza la entrega ordenada y fiable de datos, aunque con cierta latencia (Sacco, 2024).

2.6.2 Protocolo UDP

El Protocolo UDP (User Datagram Protocol) es un protocolo de comunicación fundamental en la arquitectura de internet, diseñado para la transferencia de datos sin necesidad de establecer una conexión formal. A diferencia de TCP, UDP es un protocolo sin conexión, lo que significa que los datos se transmiten sin verificar si llegaron correctamente

APÉNDICE A. CONCEPTOS PREVIOS

a su destino, lo que lo hace mucho más rápido en comparación con otros protocolos (*UDP: Conozca La Revolución Silenciosa En La Transmisión De Datos*, 2025).

2.6.3 Protocolo HTTP

El protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP) constituye los cimientos de la red mundial, y se utiliza para cargar páginas web mediante enlaces de hipertexto. HTTP es un protocolo de capa de aplicación diseñado para transferir información entre los dispositivos conectados de la red, y se ejecuta sobre otras capas del conjunto de protocolos de la red. Un flujo típico sobre HTTP implica una máquina cliente que realiza una solicitud a un servidor, que a continuación envía un mensaje de respuesta (Cloudflare, 2025).

2.7 Radio Definida por Software (SDR)

La Radio Definida por Software (SDR, por sus siglas en inglés) es una tecnología que permite que funciones implementadas en hardware (circuitería), como la modulación, demodulación y filtrado o mezcla de frecuencias sean realizadas por software (programas). lo que otorga una flexibilidad en el diseño de sistemas de radiocomunicaciones.

En una arquitectura típica SDR, la señal de radiofrecuencia es capturada por una antena y digitalizada mediante un convertidor analógico-digital (ADC), para luego ser procesada en tiempo real por un computador u otro sistema embebido (de Villegas, 2024).

2.7.1 HackRF One

El HackRF One de Great Scott Gadgets es un periférico de Radio Definido por Software capaz de transmitir o recibir señales de radio de 1 MHz a 6 GHz. Diseñado para permitir la prueba y el desarrollo de tecnologías de radio modernas y de próxima generación, HackRF One es una plataforma de hardware de código abierto que se puede usar como periférico USB o programar para una operación independiente (*HackRF One*, 2009-2023).

APÉNDICE A. CONCEPTOS PREVIOS

Tabla 1

Características del HackRF One

HackRF One	
Rango de frecuencia	1 MHz a 6 GHz
Ancho de banda máximo RF	20 MHz
Resolución del ADC	8 bits I y 8 bits Q
velocidad de muestreo	20MSPS
Transmite	Half-duplex
Alta velocidad	USB 2.0
Potencia de puerto de antena controlada por software	máx. 50 mA de 3,0 a 3,3 V
Potencia de transmisión	-10dBm+ (15dBm @ 2.4GHz)
Precio	USD 339.95

Nota. El HackRF One es una herramienta accesible y flexible para aplicaciones SDR, ideal para pruebas de señales en un amplio rango de frecuencias.

2.8 GNU Radio

GNU Radio es un kit de herramientas de desarrollo de software gratuito y de código abierto que proporciona bloques de procesamiento de señales para implementar radios de software. Se puede usar con hardware de RF externo de bajo costo fácilmente disponible para crear radios definidas por software, o sin hardware en un entorno similar a la simulación. Es ampliamente utilizado en entornos de investigación, industria, academia, gobierno y aficionados para apoyar tanto la investigación de comunicaciones inalámbricas como los sistemas de radio del mundo real (What Is GNU Radio - GNU Radio, 2022).

APÉNDICE A. CONCEPTOS PREVIOS

2.9 Tiempo Real

Existen dos tipos de sistemas Tiempo Real:

Tiempo Real Duro (Hard Real-Time): Requiere que los plazos de tiempo sean cumplidos de manera rigurosa.

Tiempo Real Blando (Soft Real-Time): Los plazos son importantes, pero pequeños retrasos son tolerables sin afectar el funcionamiento general.

En este trabajo, cuando nos referimos a Tiempo Real, estamos hablando de Tiempo Real Blando, donde la latencia mínima es importante, pero pequeños retrasos no afectan significativamente la operación del sistema (Jain, 2025).

2.10 Front-End

El Front-End, es la parte visual de una aplicación web, es decir, lo que el usuario ve y con lo que interactúa directamente en su navegador. Esto incluye elementos como fondos, colores, texto, animaciones o efectos. Es la parte con la que los usuarios interactúan directamente al explorar un sitio web (Frisoli, 2025).

2.11 Back-End

El Back-End es la parte de una aplicación que se ejecuta del lado del servidor. Esta parte permanece en segundo plano, no es visible para el usuario, pero es responsable de procesar la lógica de la aplicación, gestionar bases de datos, autenticar usuarios y responder a las solicitudes enviadas desde el front-end (Frisoli, 2025).

2.12 Sistema SCADA

Un sistema SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) es una solución tecnológica que permite supervisar y controlar procesos industriales complejos a través de internet y en tiempo real. Este sistema recopila datos de campo a través de sensores y dispositivos conectados, los transmite a una estación central mediante una red de

APÉNDICE A. CONCEPTOS PREVIOS

comunicaciones y permite a los operadores visualizar y gestionar estos datos desde una interfaz gráfica.

Interfaz Hombre-Máquina (HMI): Permite a los operadores interactuar con el sistema, visualizar datos y controlar procesos.

Sistema de supervisión: Procesa y analiza los datos recopilados para facilitar la toma de decisiones.

Unidades Terminales Remotas (RTU): Dispositivos que recogen datos de sensores y los envían al sistema central.

Autómatas Programables (PLC): Controlan y automatizan procesos específicos dentro del sistema.

Infraestructura de comunicaciones: Redes que permiten la transmisión de datos entre los distintos componentes del sistema.

Estos sistemas se utilizan ampliamente en industrias como la energética, la manufactura y la gestión de aguas, donde se requiere eficiencia y una rápida capacidad de respuesta. Al automatizar la supervisión y el control de procesos, los sistemas SCADA contribuyen a reducir costos operativos, mejorar la calidad del producto y aumentar la seguridad en las operaciones industriales. *(Qué Es Un Sistema SCADA, Cómo Funciona Y Para Qué Sirve, 2021)*

2.13 Dirección IP

La dirección IP es un número único que permite ubicar cada equipo o servicio. En este caso, se usa la IP pública de Node-RED en Azure como ese punto de llegada para todos los datos del espectro. Cuando nuestro flujograma en GNU Radio envía información por UDP o TCP, o hace peticiones HTTP, lo hace señalando esa IP, de modo que Node-RED recibe los paquetes, gráfica y realiza tablas de los datos recibidos del espectro. Así, cualquiera

APÉNDICE A. CONCEPTOS PREVIOS

que conozca esa dirección puede abrirla en el navegador y ver todo sin complicaciones(Cisco, 2018).

2.14 Sockets

Un socket es un punto de conexión virtual que vincula dos aplicaciones a través de la red, combinando una dirección IP con un puerto numérico para diferenciar servicios y canales de comunicación. En la práctica, cada socket define un canal bidireccional:

IP: identifica de manera única al dispositivo o contenedor en la red.

Puerto: distingue el servicio o flujo de datos dentro de ese dispositivo (*Sockets*, n.d.).

2.15 Espectro Radioeléctrico

El espectro radioeléctrico es el conjunto de ondas electromagnéticas con frecuencias por debajo de los 3000 GHz que se propagan por el espacio sin necesidad de cables. Estas ondas permiten servicios como la radio, la televisión, la telefonía móvil y el Wi-Fi. En Colombia, el espectro es un recurso público gestionado por la Agencia Nacional del Espectro (ANE), que se encarga de planificar, asignar y controlar su uso para garantizar una transmisión eficiente y sin interferencias (*¿Qué es El Espectro Radioeléctrico? | Generalidades*, n.d.).

2.16 Metadatos

Los metadatos son información estructurada que describe, explica, localiza o facilita el uso y la gestión de otros datos. Según PowerData, el término proviene del griego "meta" (más allá) y del latín "datum" (dato), lo que literalmente significa "más allá de los datos". En la práctica, los metadatos proporcionan detalles como el autor, la fecha de creación, el formato o la ubicación de un archivo, permitiendo una mejor organización y recuperación de la información (*Metadatos, Definición Y Características*, n.d.).

APÉNDICE A. CONCEPTOS PREVIOS

2.17 TCP/IP

TCP/IP es la base de las comunicaciones modernas en redes, incluyendo internet. Dentro de esta, se destacan tres protocolos usados en el proyecto: TCP, UDP y HTTP. TCP es un protocolo orientado a conexión que garantiza la entrega ordenada y fiable de datos, aunque con cierta latencia. UDP, por otro lado, es un protocolo sin conexión que prioriza la velocidad y minimiza la latencia, aunque puede perder paquetes y no garantiza orden. HTTP es un protocolo de capa de aplicación basado en TCP, comúnmente usado para Web service y APIs, que facilita la comunicación entre clientes y servidores. Estas diferencias en los protocolos determinan en qué área tiene mejor uso según el desempeño del protocolo (Bodnar, 2021).

2.18 Reloj Unix

El tiempo Unix, también conocido como Epoch time, representa el número de segundos transcurridos desde las 00:00:00 UTC del 1 de enero de 1970. Es una referencia estándar para sistemas POSIX y redes, que permite la sincronización de eventos y el registro temporal preciso. Los sistemas modernos suelen manejarlo como un entero de 64 bits, pero muchas aplicaciones heredadas aún lo representan como un entero de 32 bits con signo, lo que impone un límite máximo de tiempo representable: el 19 de enero de 2038, conocido como el "problema del año 2038" (Unix / Epoch Timestamp Conversion Tools, 2025).

Para facilitar la comprensión de este concepto, se presentan dos formas visuales. En la Figura 1 se muestra una representación circular del valor Unix actual, se divide en tres bytes en notación hexadecimal. Cada aguja representa un byte distinto, de mayor a menor significancia, y su posición indica el avance relativo hacia el límite de 2038. Esta visualización ayuda a entender cómo el sistema se aproxima a su capacidad máxima de representación numérica (S32 De Unix, 2025).

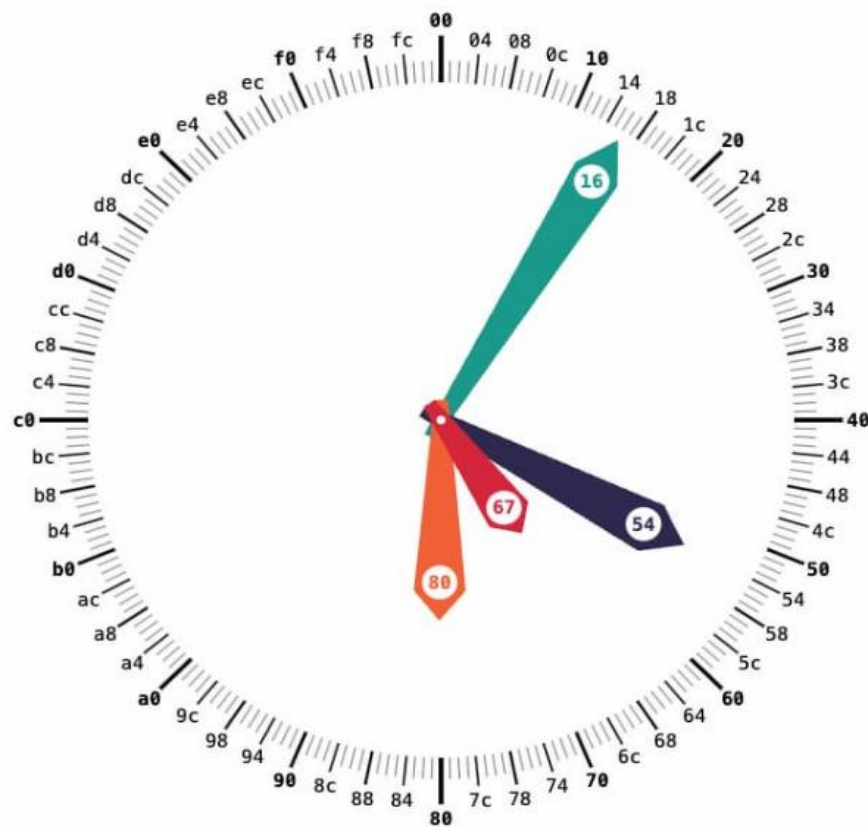
APÉNDICE A. CONCEPTOS PREVIOS

Por otro lado, la Figura 2 muestra una herramienta en línea que permite convertir fechas humanas al formato Epoch y viceversa. Esta interfaz es útil para comprobar manualmente valores de timestamp generados por sistemas distribuidos, como GNU Radio y Node-RED, permitiendo verificar la exactitud de los datos enviados y recibidos durante pruebas de latencia.

Ambas representaciones permiten abordar el tiempo Unix no solo como un número absoluto, sino como un fenómeno visual y práctico dentro del desarrollo de aplicaciones temporalizadas.

Figura 3.

Representación circular del tiempo Epoch



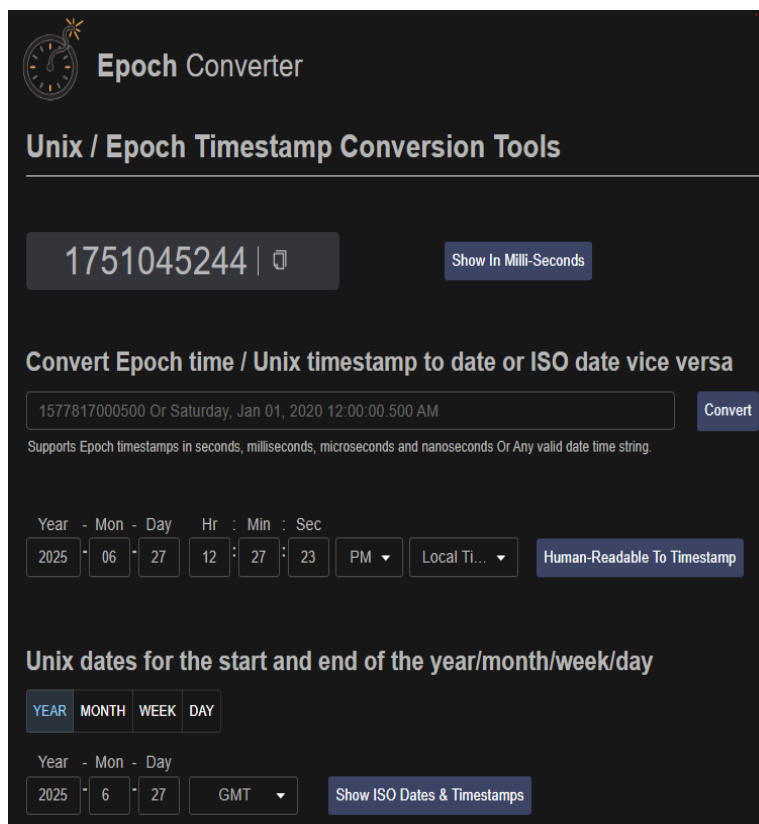
Nota. Reloj hexadecimal que muestra el avance del tiempo Unix hacia el límite del año 2038, cuando se alcanzará el valor máximo representable con un entero de 32 bits. La aguja roja

APÉNDICE A. CONCEPTOS PREVIOS

representa el byte menos significativo del tiempo Unix, que cambia rápidamente con cada segundo. Esta visualización indica gráficamente cuánto tiempo ha transcurrido hasta llegar a dicho límite (S32 De Unix, 2025).

Figura 4.

Conversión entre fechas humanas y timestamps Epoch



The screenshot displays the 'Epoch Converter' website interface. At the top, there's a logo and the title 'Epoch Converter'. Below it, a section titled 'Unix / Epoch Timestamp Conversion Tools' features a large input field containing the number '1751045244' and a 'Show In Milli-Seconds' button. A central section, 'Convert Epoch time / Unix timestamp to date or ISO date vice versa', includes a text box with the example '1577817000500 Or Saturday, Jan 01, 2020 12:00:00.500 AM' and a 'Convert' button. Below this, a note states: 'Supports Epoch timestamps in seconds, milliseconds, microseconds and nanoseconds Or Any valid date time string.' Further down, a 'Human-Readable To Timestamp' section has fields for Year (2025), Mon (06), Day (27), Hr (12), Min (27), Sec (23), a PM/AM dropdown, a 'Local Ti...' dropdown, and a 'Human-Readable To Timestamp' button. The bottom section, 'Unix dates for the start and end of the year/month/week/day', includes tabs for YEAR, MONTH, WEEK, and DAY. The 'YEAR' tab is active, showing Year (2025), Mon (6), Day (27), a GMT dropdown, and a 'Show ISO Dates & Timestamps' button.

Nota. Herramienta interactiva que permite convertir una fecha y hora en formato legible a su correspondiente valor Epoch (Unix timestamp), útil para depuración o análisis temporal (Unix / Epoch Timestamp Conversion Tools, 2025).

2.19 NTP

El protocolo NTP sincroniza los relojes de estos sistemas mediante mensajes UDP por el puerto 123 en una jerarquía de estratos, calcula el desfase a partir del retardo de ida y

APÉNDICE A. CONCEPTOS PREVIOS

vuelta y el jitter, y ajusta gradualmente el reloj local para lograr precisiones de milisegundos en Internet y microsegundo en redes locales (*Servidor NTP O Servidor De Hora*, 2025).