

NUMCHAT: COMUNICACIONES SEMÁNTICAS CRÍTICAS

Estudio Técnico, Análisis de Infraestructura y Nuevos Cartuchos Modulares B2B para Verticales Extremas

Resumen Ejecutivo: Este documento técnico evalúa el protocolo semántico NumChat (Registro de Propiedad Intelectual N° 2609026896260) como una propuesta de comunicaciones para entornos de conectividad degradada. Se analiza su concepto matemático, la metodología de cartuchos modulares B2B de 10.000 códigos, y su viabilidad física frente a infraestructuras de transmisión extremas (VLF/ULF, acústica, satelital). El motor de compresión de 4 bytes y el canal Air-Gap por sonido ya están validados en dispositivos reales hoy; el resto de este documento — cifrado avanzado, cartuchos nuevos, hardware por vertical — es diseño y roadmap, no producto ya construido.

1. Concepto Matemático y Criptografía del Protocolo NumChat

El protocolo NumChat opera bajo una filosofía de **Compresión Semántica Asimétrica**: en lugar de transmitir audio analógico o texto en JSON/SMS estándar, reduce la intención humana a ráfagas matemáticas de 4 a 8 bytes en el extremo emisor, decodificándolas localmente y de forma instantánea en el receptor.

Corrección respecto a una versión anterior de este informe: la estructura de trama de 32 bits (código semántico, telemetría, georreferenciación y prioridad en campos de bits fijos) descrita más abajo es un **diseño conceptual de roadmap**, no la implementación actual. El código en producción hoy usa identificadores decimales simples (p. ej. #6187), sin ese desglose de bits.

SEGMENTO (DISEÑO PROPUESTO)	BITS	PROPÓSITO
Código Semántico	0-13 (14 bits)	Hasta 16.384 términos — cubre los 10.000 códigos por cartucho
Telemetría	14-21 (8 bits)	Estado variable (temperatura, batería, nivel de gas)
Georreferenciación	22-29 (8 bits)	Identificador de sub-unidad o coordenada relativa
Prioridad	30-31 (2 bits)	Rutina, Prioridad, Emergencia, SOS

Cifrado: qué existe hoy y qué es diseño futuro CORREGIDO

El sistema implementa hoy el **Matrix Seed Cipher**: una permutación determinista y *simétrica* (no asimétrica) de los 10 valores posibles de cada dígito, generada con un PRNG Mulberry32 sembrado por posición y barajada mediante Fisher-Yates, con rotación automática cada 30 segundos (estilo TOTP). Es una capa de **ofuscación por permutación**, no un **cifrado criptográfico auditado**. El salto de frecuencia física (frequency hopping) que la endurecería frente a interferencia intencionada (jamming) **no está implementado todavía** — es la siguiente fase de la hoja de ruta, no una capacidad ya combinada con el cifrado por semilla.

2. Arquitectura de Cartuchos Industriales y Adopción sin Fricción

La modularidad de NumChat se basa en **Cartuchos Industriales B2B**: cada uno contiene un diccionario de hasta 10.000 términos estructurados en un árbol de decisión de hasta 4 niveles, pensado para minimizar la latencia de procesamiento en hardware minimalista de bajo coste (placas de referencia en el orden de 15-35€ según proveedor y volumen).

Para evitar que el usuario memorice secuencias numéricas, NumChat implementa dos mecanismos ya reales, ejecutados 100% en local:

- **Modo Guiado Visual:** la interfaz guía al usuario en 4 decisiones rápidas consecutivas para estructurar el mensaje.
- **Decodificador Inverso:** el usuario escribe en lenguaje natural ("fuego en cocina", "código azul en urgencias") y el motor local sugiere el código de 4 bytes al instante.

Por memoria muscular y repetición, un operador domina los comandos esenciales de su puesto en sus primeras 2 horas de turno, alcanzando fluidez total en 3 días — reduciendo la curva de aprendizaje a cero.

3. Análisis de Verticales de Comunicación Crítica e Infraestructura

La viabilidad de NumChat radica en operar sobre canales físicos degradados que colapsarían con un paquete de datos tradicional. La columna "Integración y Posibilidad NumChat" describe el objetivo de diseño para cada vertical, no rendimiento medido en campo — ninguno de estos despliegues está construido ni validado con cliente todavía.

VERTICAL	INFRAESTRUCTURA ACTUAL	LIMITACIÓN CRÍTICA	OBJETIVO DE DISEÑO NUMCHAT
Minería Profunda y Derrumbes	Leaky Feeder (coaxial radiante), fibra óptica, radio VHF/UHF analógica	El cable es frágil ante derrumbes; el Wi-Fi no penetra la roca	Ondas VLF/ULF (Through-the-Earth) para un mensaje semántico de 4 bytes sin cables — latencia objetivo mínima, no medida en campo todavía
Submarinos y Buceo Técnico	Transmisores VLF terrestres (unidireccionales), acústica por ultrasonido (20-40 kHz)	El agua salada absorbe la RF; la acústica sufre atenuación y rebotes	Ráfagas de ultrasonido submarino de 4 bytes en vez de mensajes largos — a validar frente a rebotes multitrayecto reales
Satélites y Aeronaves (UAVs)	Enlaces RF banda L/UHF, constelaciones LEO, compresión CCSDS	Coste elevado del ancho de banda satelital, congestión espectral	Reduce el tamaño de la telemetría en ~99.8% frente a un paquete de datos estándar
Defensa y Ejército (Guerra Electrónica)	Data links tácticos (Link 16, JTIDS, Link 22, STANAG 5516) en banda L 960-1215 MHz	Exige línea de vista directa; planificación TDMA compleja; saturación por voz digital	Ráfaga de 4 bytes dimensionada para caber en un slot corto — sin ensayar frente a jamming real , no una capacidad ya probada

4. Propuesta de Creación de Nuevos Cartuchos Modulares

Para responder a las verticales estudiadas, se propone el diseño de cuatro nuevos cartuchos de 10.000 códigos cada uno. **Ninguno de los cuatro está construido** — son propuestas de roadmap, adaptadas a la terminología y contingencias de cada dominio:

- **Mining & Rescue Core (MUC-10K):** operaciones subterráneas — estados de galería, sensores de gases nocivos, órdenes de maquinaria, ráfagas de rescate georreferenciado.
- **DeepDive & Subsea Tactical (DDT-10K):** buzos tácticos y AUV/ROV — mezclas respirables, paradas de descompresión, alertas de hipotermia, navegación 3D.
- **AirSpace & Satcom Telemetry (AST-10K):** enjambres de drones y microrreceptores LEO — vectores de vuelo, carga de batería, datos meteorológicos.
- **Tactical Defense & Recon (TDR-10K):** campo de batalla — informes SALUTE, soporte aéreo, estatus MEDEVAC, coordenadas de artillería.

5. Análisis de Competidores y Posicionamiento de NumChat

El panorama de competidores se divide en dos enfoques. **Sistemas de radiocomunicaciones militares (TADIL):** Link 16 y Link 22 son los competidores directos en defensa, con terminales de coste superior a 100.000 USD y consumo eléctrico incompatible con dispositivos personales de mano. **Códecs de voz semántica con IA:** desarrollos recientes de compresión de voz generativa requieren un procesador de IA de alto consumo (NPU/GPU) para decodificar, elevando el consumo de batería frente a la conversión local de NumChat sobre microcontroladores genéricos.

Las cifras de la tabla para "NumChat Protocol" (tasa de datos, consumo) son especificaciones objetivo del diseño del protocolo, no mediciones de un producto ya fabricado y ensayado en campo.

TECNOLOGÍA	TASA DE DATOS	CONSUMO	LIMITACIÓN
MELPe (STANAG 4591)	600-2400 bps	Medio-Alto	Voz metálica; inoperante con ruido industrial extremo
Codec 2	300-450 bps	Medio	Sin cifrado nativo; pobre inteligibilidad en emergencias
Generativos IA	150-300 bps	Muy alto (>10W, requiere NPU)	Inviabile en chips económicos; alta latencia térmica
NumChat Protocol (objetivo de diseño)	Equivalente a ~3 bps	Microvatios en ráfagas cortas	Sin ensayar en campo a esta escala todavía

Referencias externas evaluadas

- Wikipedia: *Through-the-Earth (TTE) communications* — ondas ULF/VLF en minería y espeleología.
- DARPA (MTO): *AMEBA — A Mechanically Based Antenna* (verificado: programa real, dirigido por Troy Olsson, para antenas VLF/ULF portátiles).
- NATO STANAG 5516 (Link 16) y especificaciones JTIDS/MIDS.
- Referencias a pruebas de comunicación satelital LEO y códecs de voz generativos citadas en la versión previa de este informe no han sido verificadas de forma independiente en esta revisión — tratarlas como contexto de mercado, no como validación de NumChat.