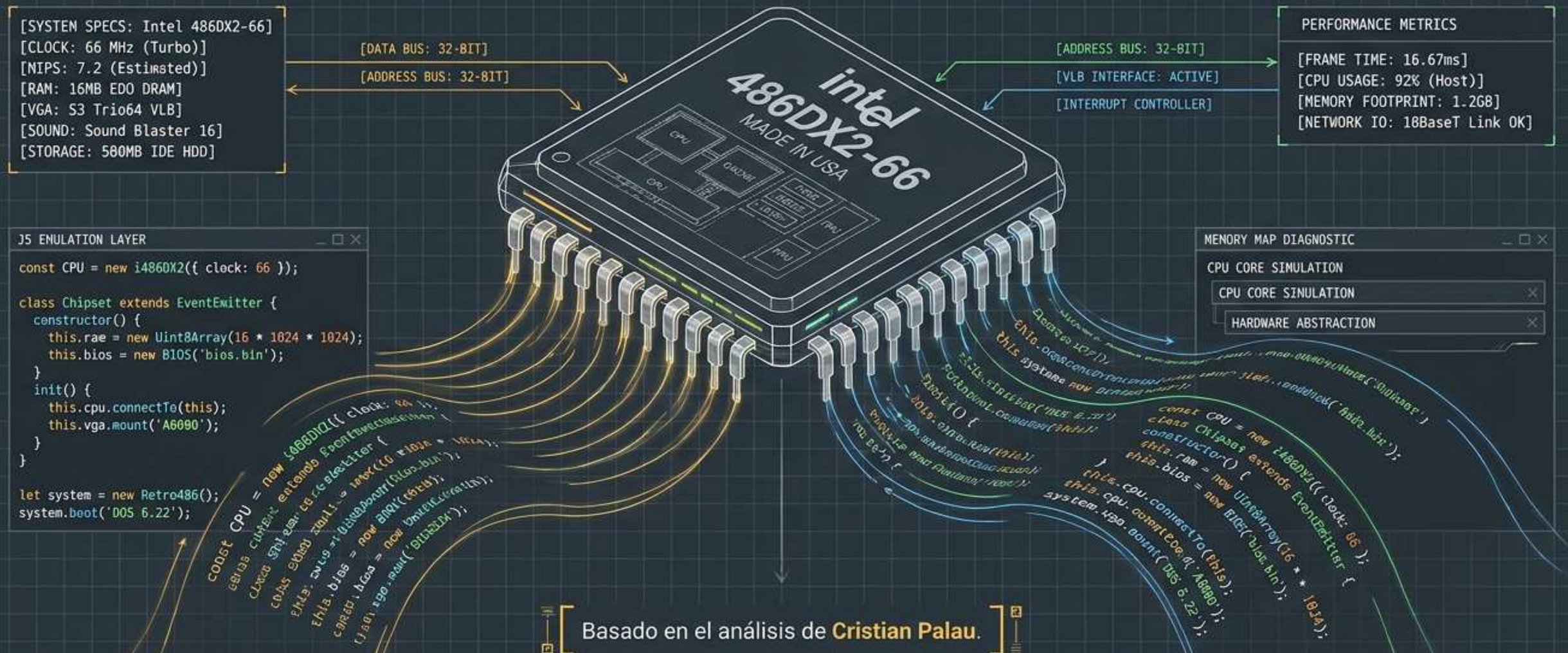
Retro486: Un 486DX2-66 en el navegador

Un PC completo de 1992 escrito en JavaScript puro a 7,2 MIPS.



Gemini Notebook

La Promesa Central: Emulación sin fricción

El Resultado



Un emulador de PC que no se instala. Arranca SeaBIOS, carga FreeDOS 1.3 y llega al prompt directamente en una pestaña del navegador con solo abrir un **index.html**.

La Magia Técnica

[❌] Sin WebAssembly

[❌] Sin Emscripten

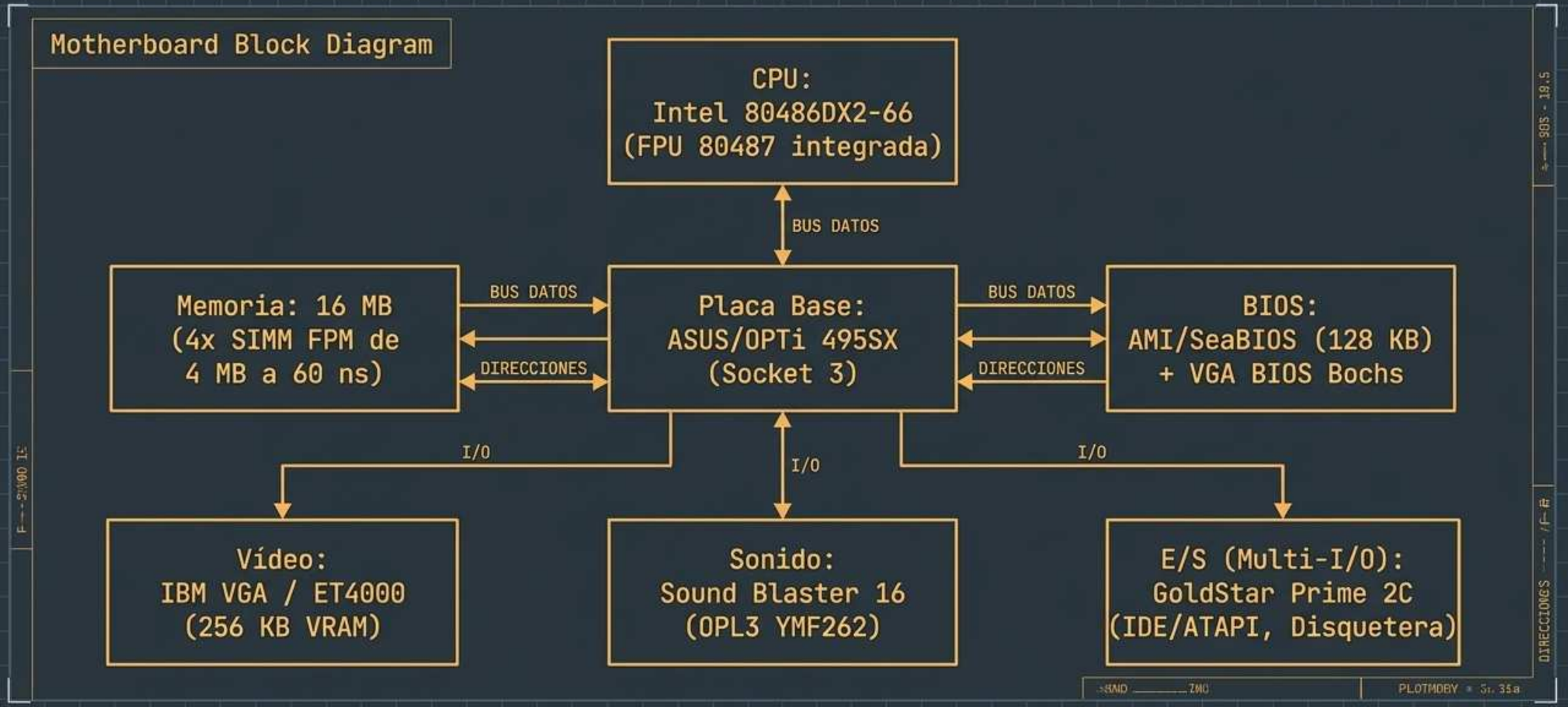
[❌] Sin dependencias de C/C++

[❌] Sin proceso de build (npm install)

[✅] 100% Módulos ES6 (JavaScript puro)

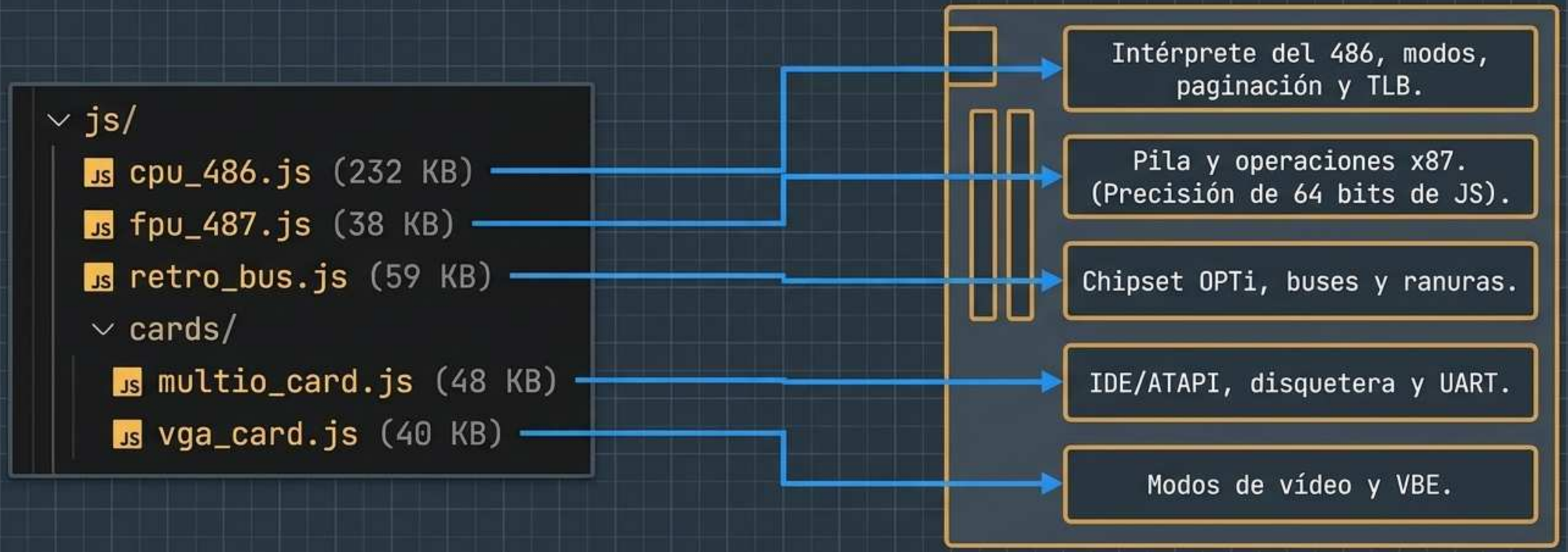
Gemini Notebook

Especificaciones del Sistema Emulado



Gemini Notebook

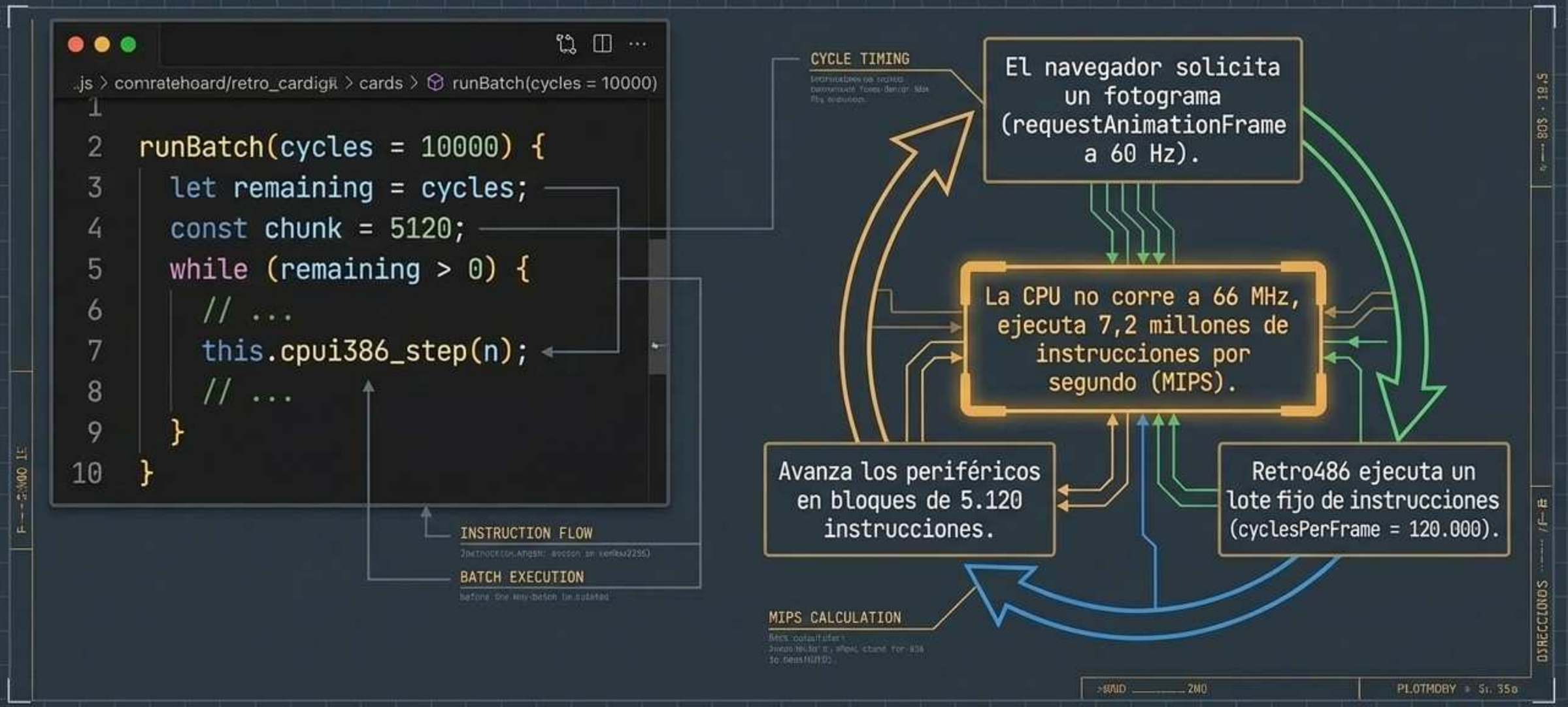
El Hardware es Código



El reparto es la mejor documentación del proyecto.
Cada periférico es un fichero que se puede leer en una tarde.

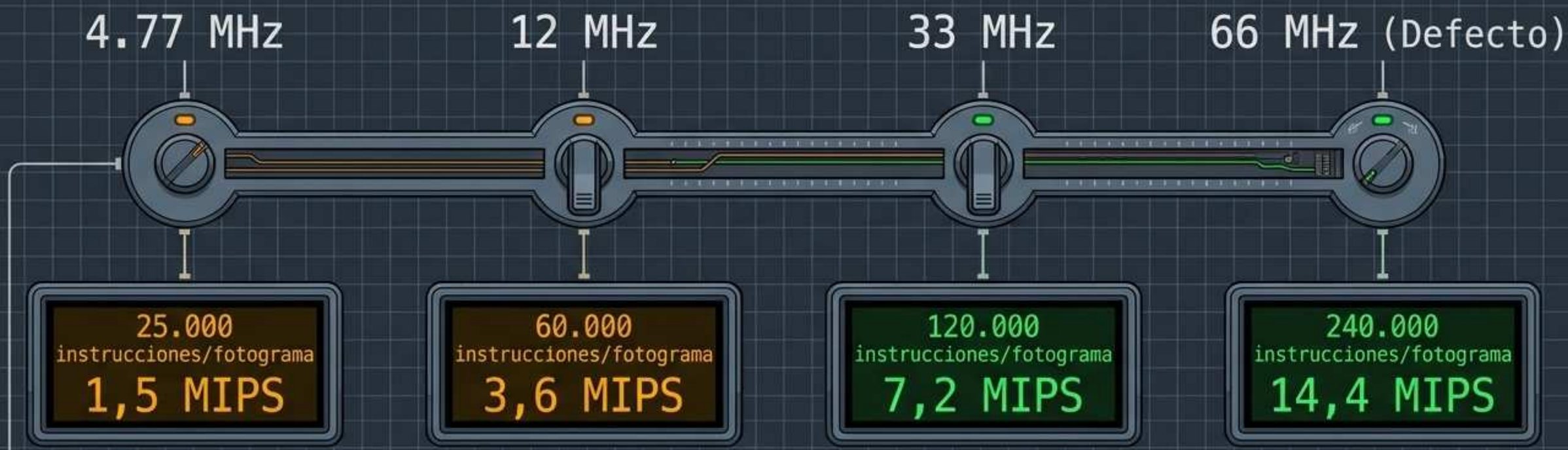
Gemini Notebook

El Mito del Reloj: Emulando Frecuencia sin Cuarzo



Gemini Notebook

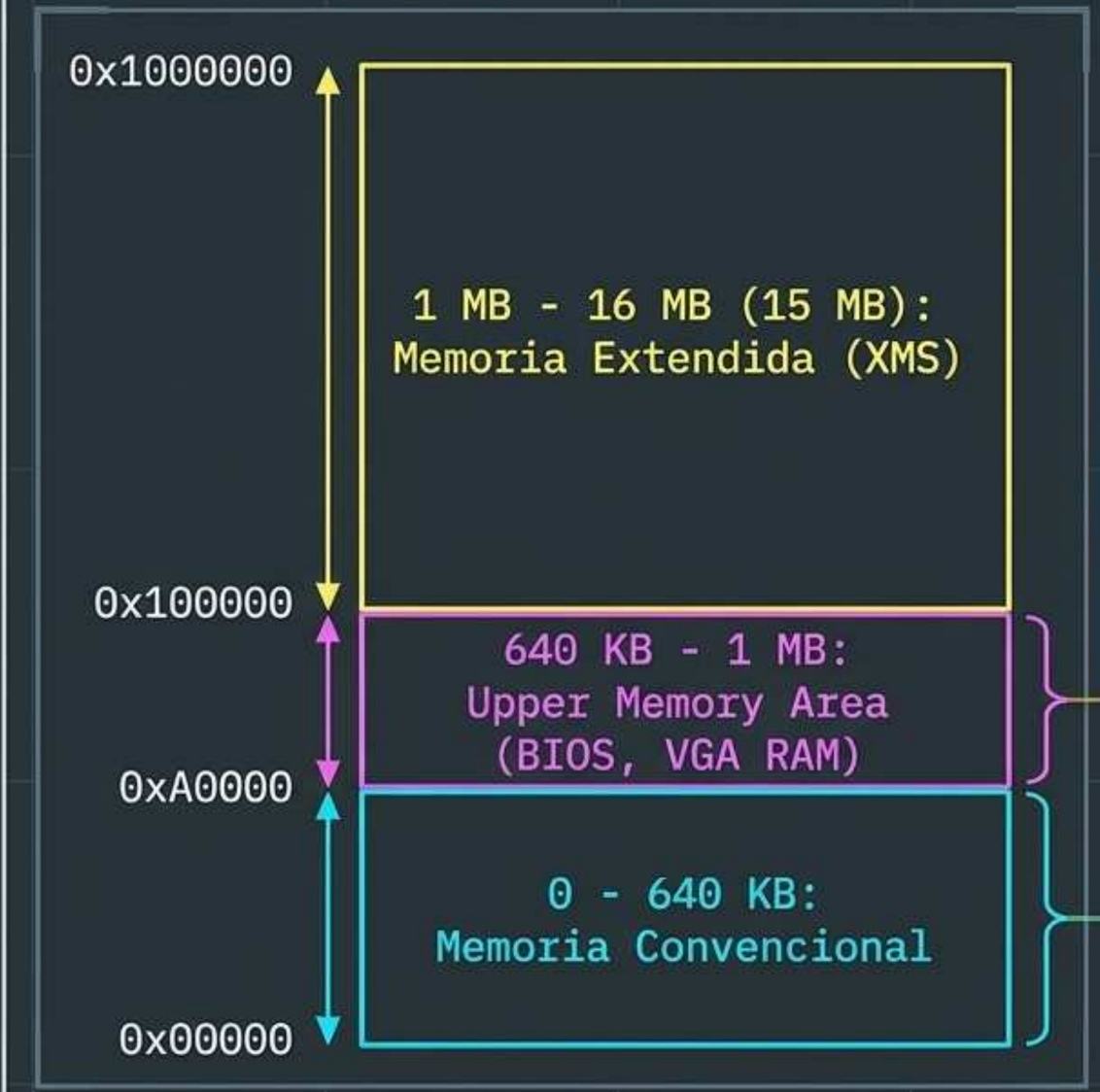
MIPS vs. MHz: El Rendimiento Real



MIPS no es MHz. Un 486DX2-66 real ejecuta, como mucho, una instrucción por ciclo (66 millones/s máximo teórico). El emulador no iguala el hardware, busca que el software antiguo se comporte de forma reconocible.

Gemini Notebook

Memoria, Paginación y Modos de Ejecución

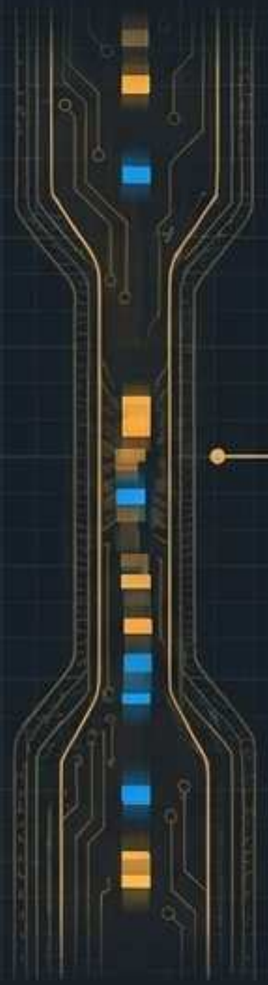


Requisitos para arrancar SeaBIOS

- **Paginación de 32 bits**: Implementa CR0.PG y CR3.
- **TLB**: Emulación de una Translation Lookaside Buffer de 512 entradas.
- **Modos**: Emula modo real, protegido (16/32 bits) y V86.
- **Instrucciones 486**: Soporta CPUID, BSWAP, CMPXCHG, XADD, INVLPG.

Gemini Notebook

Buses y Cuellos de Botella Emulados



Bus ISA
(El legado)

[Ancho: 8 y 16 bits]

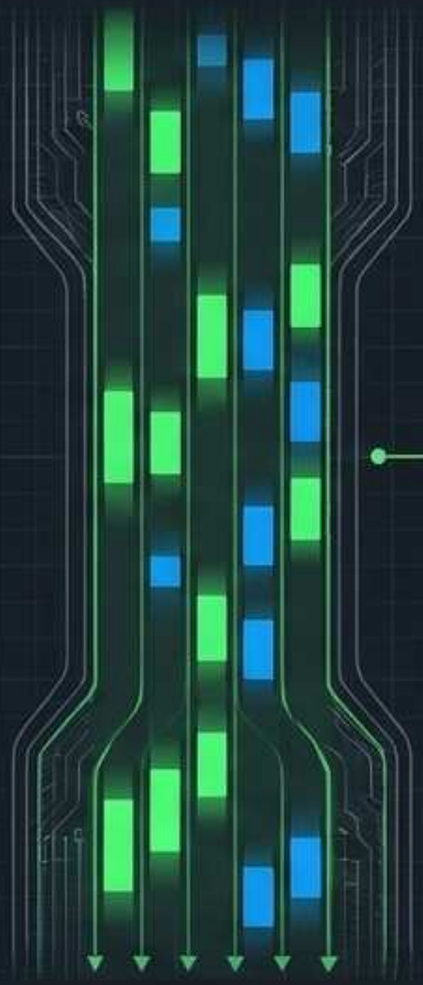
[Reloj: 8,33 MHz]

[Ancho de banda teórico: ~16 MB/s (la mitad en la práctica)]

[Uso: Sonido, disquetera, periféricos lentos]



Bus ISA
(El legado)



Bus VLB
(La respuesta del 486)



[Ancho: 32 bits (Local Bus atado directamente al 486)]

[Reloj: 33 MHz (síncrono al bus externo)]

[Ancho de banda teórico: ~132 MB/s]

[Uso: Vídeo rápido para evadir la lentitud del ISA]

Bus VLB
(La respuesta del 486)

Gemini Notebook

Periféricos Modernos, Alma Retro

Sistema de Vídeo (Tarjeta VGA / ET4000)

Entrada



Modos Texto (03h), CGA, planar EGA/VGA (modo 13h, VBE).

Traducción

Renderizador personalizado en JavaScript.

Salida HTML5 </>

Etiqueta <canvas> con filtros aplicados matemáticamente (fósforo, scanlines, desmagnetización).

Sistema de Sonido (Sound Blaster 16)

Entrada



Interrupciones (IRQ), DMA, y chip OPL3 (YMF262).

Traducción

Sintetizador OPL3 escrito en JS.

Salida HTML5



API WebAudio del navegador.
<WebAudio>

Gemini Notebook

Almacenamiento Persistente en el Navegador

Controladora Multi-I/O



Controladora Multi-I/O

Gestiona 2 canales IDE/ATAPI y disquetera virtual

Capa de Intermediación

Intercepta lecturas y escrituras de disco en el emulador



Almacenamiento Local

Guarda el estado binario en IndexedDB y localStorage

Al instalar un programa en C: y recargar la página, los datos persisten. El navegador actúa como un disco duro físico, permitiendo conservar entornos de desarollo (ej. compiladores BASIC).

Gemini Notebook

Secuencia de Arranque: Del Cold Reset al Prompt



Gemini Notebook

Matriz del Ecosistema de Emulación x86

	Retro486	v86	86Box / PCem	DOSBox
Tecnología	JavaScript Puro (Intérprete)	WebAssembly (JIT)	Binario Nativo (C/C++)	Binario Nativo (Alto nivel)
Enfoque principal	Legibilidad y Accesibilidad	Velocidad bruta en el navegador	Fidelidad absoluta (Cycle-accurate) y temporización	Gaming (No requiere BIOS real)
Hardware CPU	486	Hasta Pentium 4	Múltiples arquitecturas retro	Emulación DOS abstracta

Gemini Notebook

El Intercambio Arquitectónico: ¿Por qué JS Puro?

Lo que se sacrifica

Diagnostic

Rendimiento Bruto

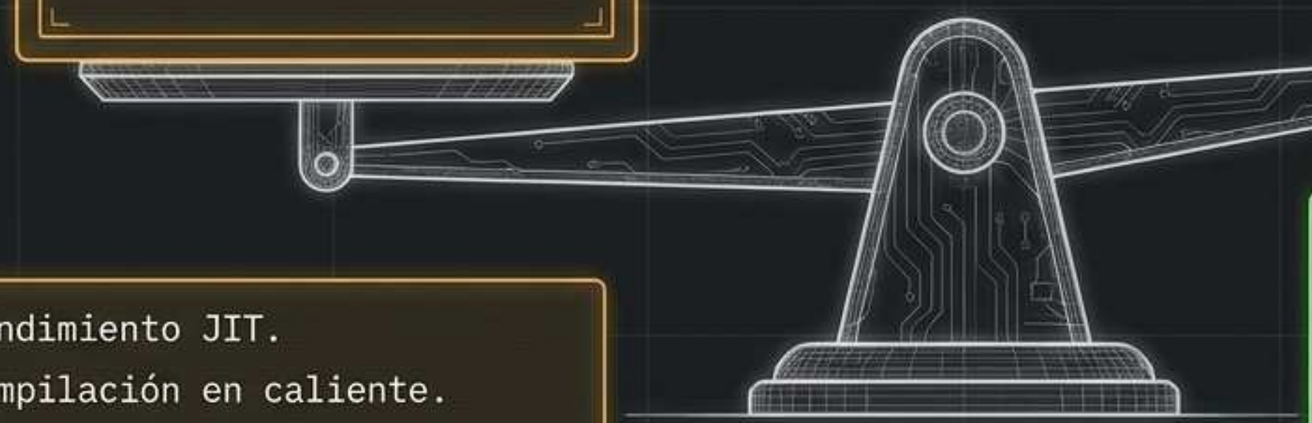
- Rendimiento JIT.
- Compilación en caliente.
- Sincronía perfecta de ciclos (demos/juegos dependientes del CRT).

Lo que se gana

Diagnostic

Transparencia de Código

- Ausencia de Toolchain: No hay artefactos intermedios. El código fuente es el ejecutable.
- Inspección Directa: Posibilidad de abrir DevTools, poner un breakpoint en cpu_486.js, y ver exactamente cómo se emula una instrucción MOV en tiempo real.



Gemini Notebook

Más Allá de la Nostalgia: El Propósito

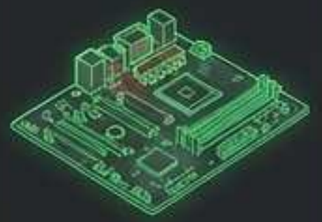
El Navegador como Máquina Virtual Universal

Preservación Accesible

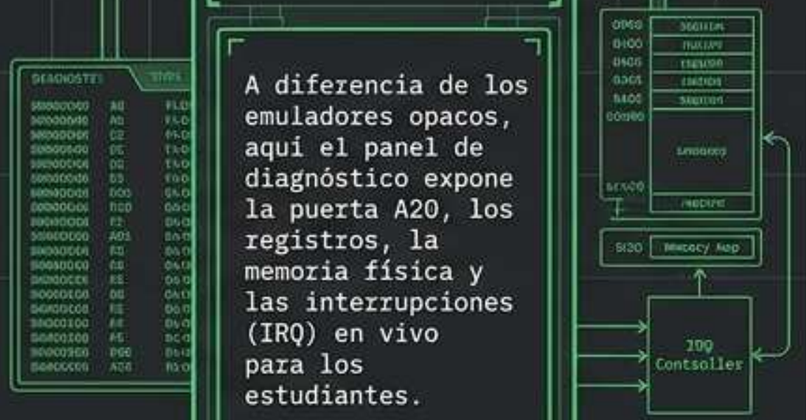
Cero fricción.
Un enlace web sustituye la descarga,instalación y configuración de BIOS.
El software se conserva cuando cualquiera puede ejecutarlo al instante.



Enseñanza Visible



A diferencia de los emuladores opacos, aquí el panel de diagnóstico expone la puerta A20, los registros, la memoria física y las interrupciones (IRQ) en vivo para los estudiantes.



Código de Baja Barrera



Una CPU completa en 232 KB de código legible reduce la barrera de entzada para estudiar cómo funciona internamente el silicio histórico.

Gemini Notebook

Laboratorio Abierto: Tres Pruebas Directas



Demo en vivo: jandej.github.io/e486-web
Análisis original por Cristian Palau (cristianpalau.com)

Gemini Notebook