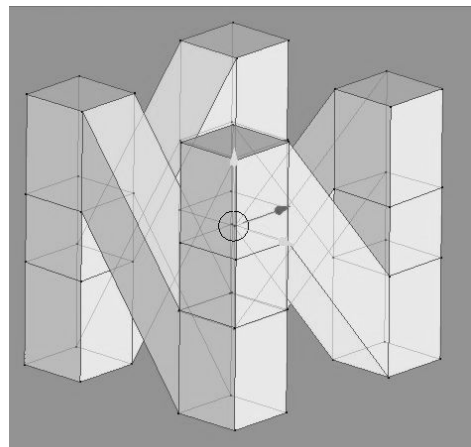




# Nintendo 64

Uma breve introdução



---

# Sumário

## 1. Arquitetura do Hardware

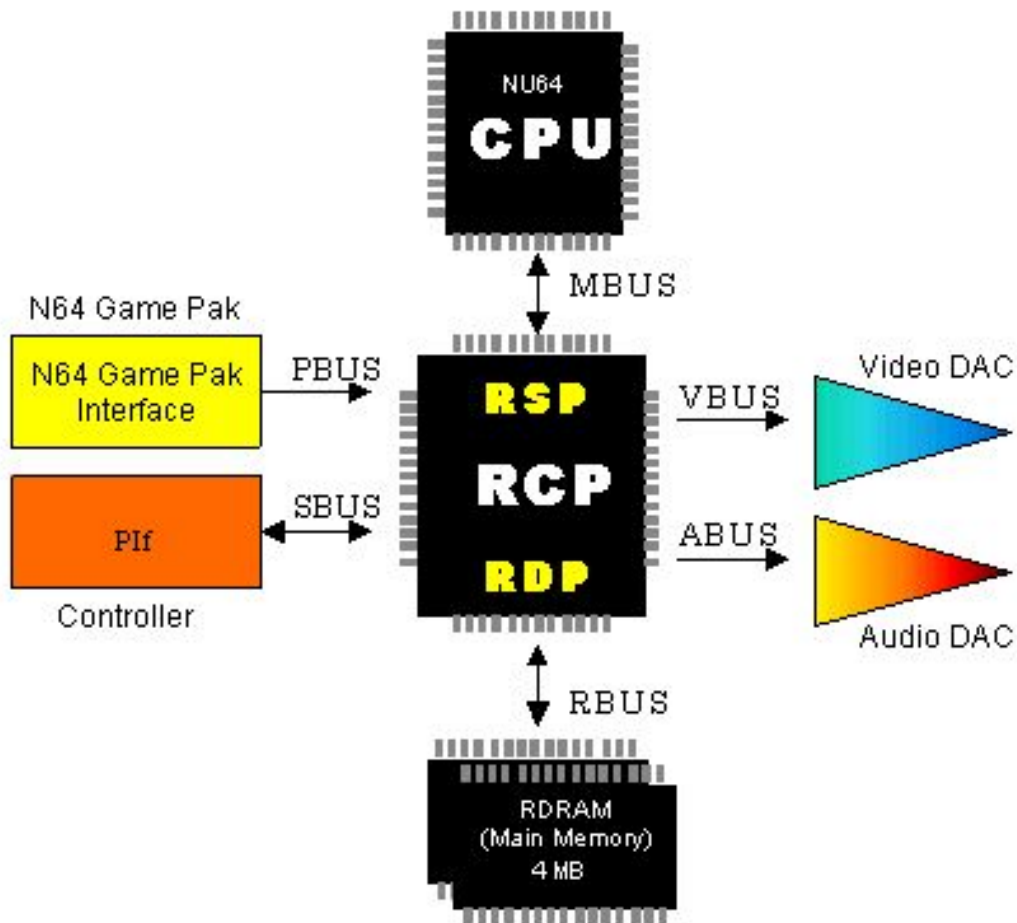
- Visão geral da arquitetura
- CPU
- RCP
- Memória

## 2. Como funcionavam:

- Os Gráficos
- Os Game Paks
- Os periféricos
- Saída de dados

# A Arquitetura

- CPU
- RCP
- RAM
- Interface Game Pak
- Periféricos
- Entrada e saída de áudio e video



# CPU

- NEC MIPS R4300i
- RISC
- 5 estágios de pipeline
- Frequência de 93.75MHz
- 24KB de cache L1
- Opera em 32 e 64 bits
- Translation Lookaside Buffer (TLB)
- End. de Memória em 32 bits
- Não faz acesso direto à memória



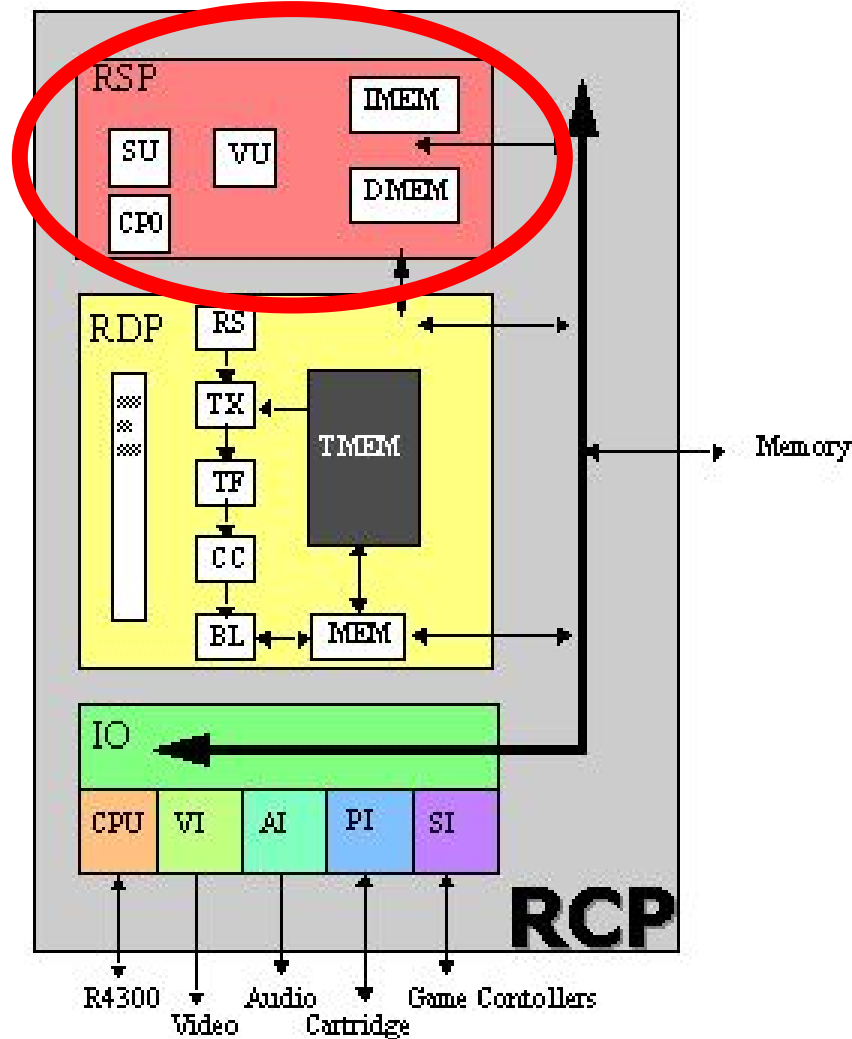
# RCP

- Reality CoProcessor
- Processador paralelo à CPU e controlador de memória
- Gerencia entrada e saída
- Controlador universal do console
- Dividido em duas unidades:
  - ***Reality Display Processor***
  - ***Reality Signal Processor***



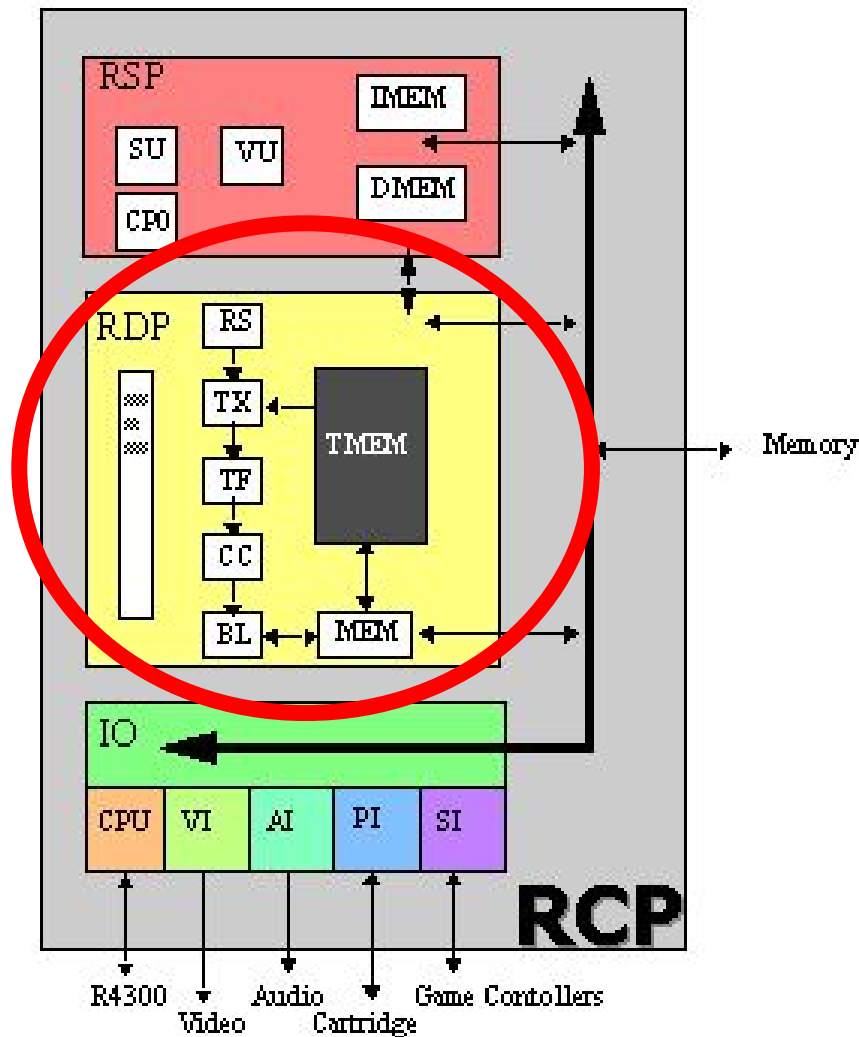
# RSP

- Reality Signal Processor
- Realiza cálculos 3D
  - *Anti-Aliasing*;
  - *Texture Mapping*;
  - Cálculos de profundidade;
  - Iluminação;
  - *Culling*;
  - *Transforms*;
  - Posicionamento de triângulos.
- 4KB disponível para microcódigo.



# RDP

- Reality Display Processor
- Operações à nível de pixel
  - Renderizar geometria;
  - Processar sombras;
  - Aplicar *Anti-Aliasing* sobre as texturas;
  - Aplicar texturas;
  - Calcular transparência de pixels.
- 4KB de memória para texturas
  - Até menos, se usando *mipmapping*.



# Memória

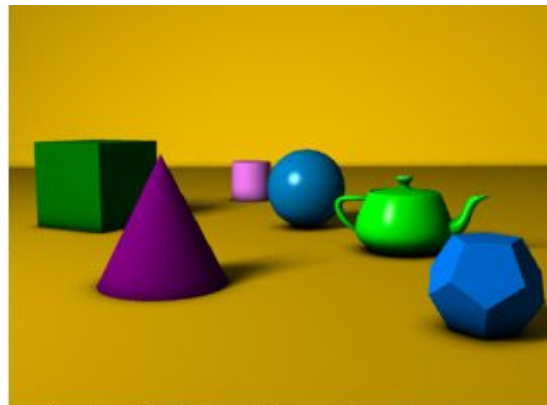
- 4MB RDRAM Rambus
- Barramento de 9 bits
- 500MHz
- Taxa de transferência de 562.5MB/s
- Prejudicada por não haver acesso direto à memória
- Simples e mais barata.
- Arquitetura de memória unificada (*UMA*)
- Expansível até 8MB





# Gráficos

1. CPU
  - a. Gerar Display List
  - b. Enviar ao RSP
2. RSP
  - a. Processamento das listas
3. RDP
  - a. Rasterização



A simple three dimensional scene



Z-buffer representation

# Game Paks

- Mídia física dos jogos
  - Cartucho de ROM
- Tamanho entre 4 e 64MB
- Progresso podia ser salvo em:
  - EEPROM
  - Memória Flash
  - RAM com backup de bateria
  - Controller Pak
- Transmissão de dados muito rápida
  - Por vezes usado como extensão da RAM



# Game Paks x CD-ROM

- Capacidade de armazenamento muito inferior
- Mais duráveis
- Taxa de transferência muito maior (~1000x mais rápido)
  - Tempo de carregamento menor
- Latência menor



# Periféricos

- Controller Pak
  - Memory card
- Expansion Pak
  - +4MB RAM
- Rumble Pak
  - Bzzt
- Transfer Pak
  - Integração com Game Boy
- Jumper Pak
  - Terminar o barramento da memória principal na ausência do Expansion Pak



---

# Agendamento de Áudio e Vídeo

- RSP realiza processamento gráfico e de áudio
- Processamento gráfico pode levar mais de uma frame, deixando o RSP ocupado
- Áudio não pode parar, pois geraria ruídos e música não fluida
- **Scheduler**
- Processo de alta prioridade que pode tomar controle da CPU, RDP e RSP a qualquer momento

Dúvidas?