

Processamento Paralelo - IV

Canto III

A porta do Inferno - Vestíbulo Rio Aqueronte - Caronte

POR MIM SE VAI À CIDADE DOLENTE,
POR MIM SE VAI À ETERNA DOR,
POR MIM SE VAI À PERDIDA GENTE.

JUSTIÇA MOVEU O MEU ALTO CRIADOR,
QUE ME FEZ COM O DIVINO PODER,
O SABER SUPREMO E O PRIMEIRO AMOR.

ANTES DE MIM COISA ALGUMA FOI CRIADA
EXCETO COISAS ETERNAS, E ETERNA EU
DURO.

DEIXAI TODA ESPERANÇA, VÓS QUE ENTRAIS!



Processadores Multicore

1. Motivação:

- aumentar desempenho

2. Idéia geral:

- aproveitar a mesma pastilha de silício (die) e colocar duas ou mais unidades de processamento (core)

3. O que é um core?

- basicamente é um processador independente, contendo:
 - registradores
 - unidade lógica e aritmética
 - pipeline
 - unidade de controle
 - cache L1 (dados e instruções)
 - cache L2
 - cache L3 em alguns projetos

Processadores Multicore

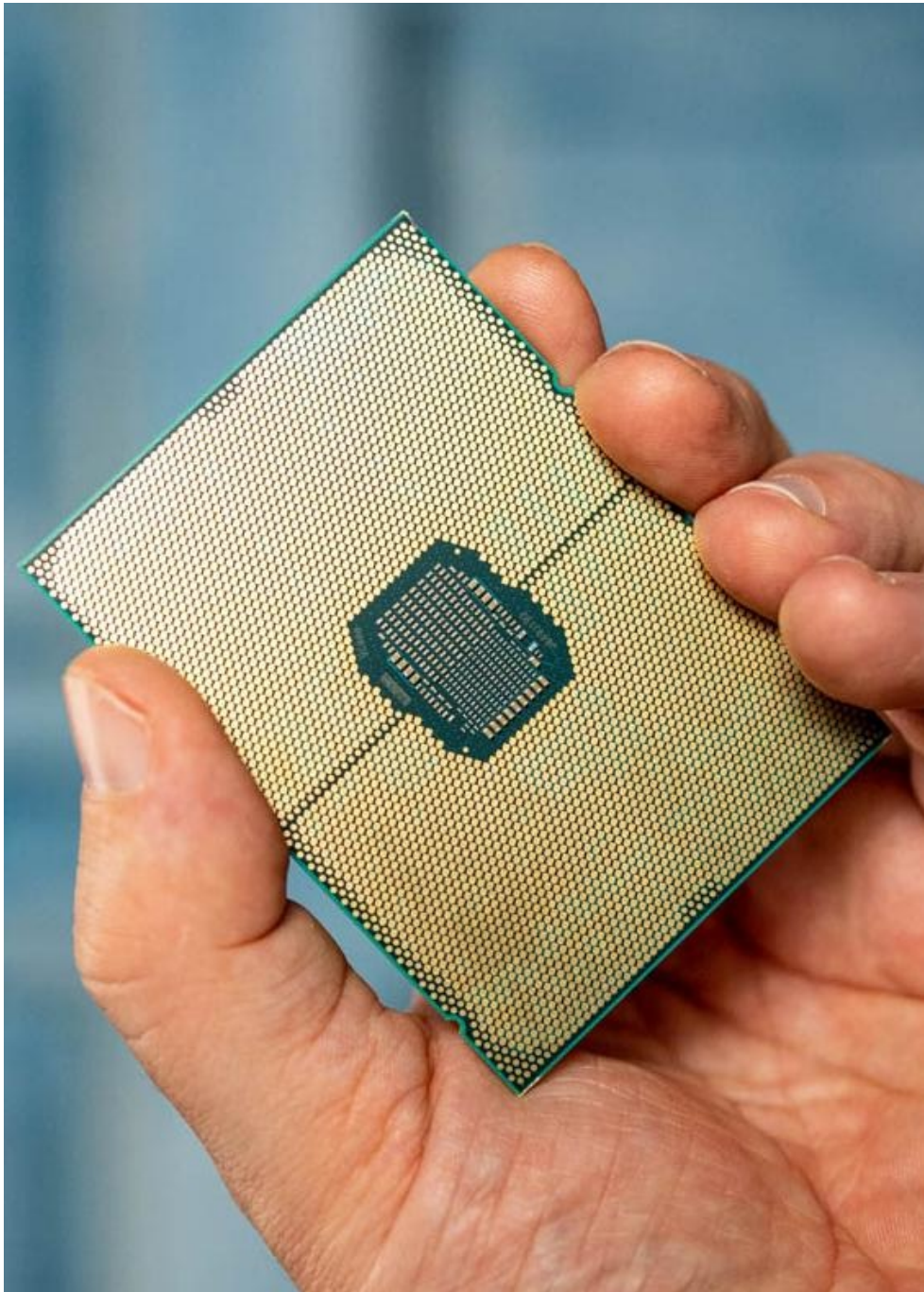


Essenciais		Especificações de exportação
Coleção de produtos	Processadores Intel® Core™ série X	
Codinome	Produtos com denominação anterior Cascade Lake	
Segmento vertical	Desktop	
Número do processador	i9-10980XE	
Status	Launched	
Data de introdução ?	Q4'19	
Litografia ?	14 nm	

Especificações da CPU

Número de núcleos ?	18
Nº de threads ?	36
Frequência turbo max ?	4.60 GHz
Frequência da Tecnologia Intel® Turbo Boost Max 3.0 ‡ ?	4.80 GHz
Frequência baseada em processador ?	3.00 GHz
Cache ?	24.75 MB Intel® Smart Cache
Velocidade do barramento ?	8 GT/s DMI3
TDP ?	165 W

Processadores Multicore



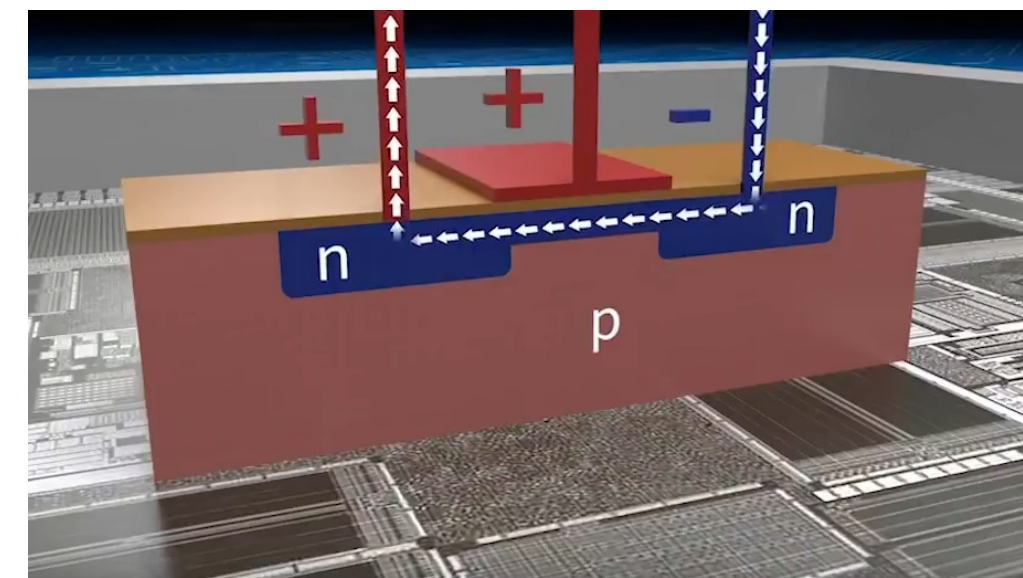
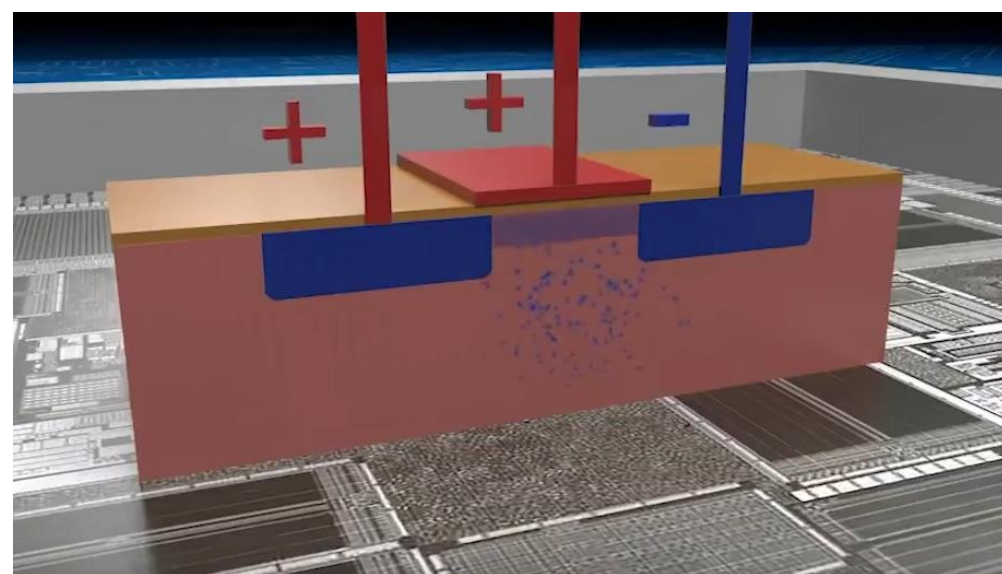
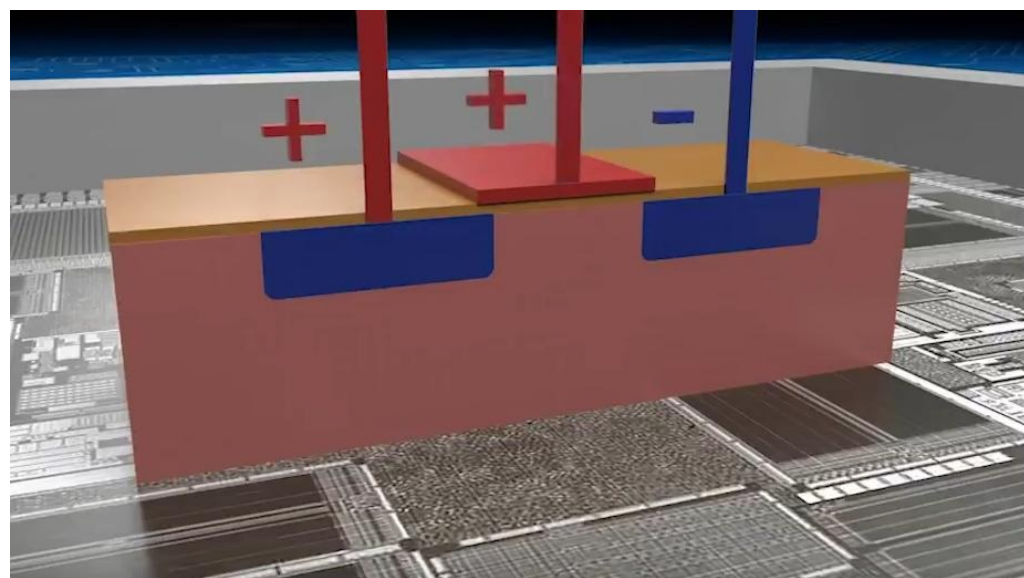
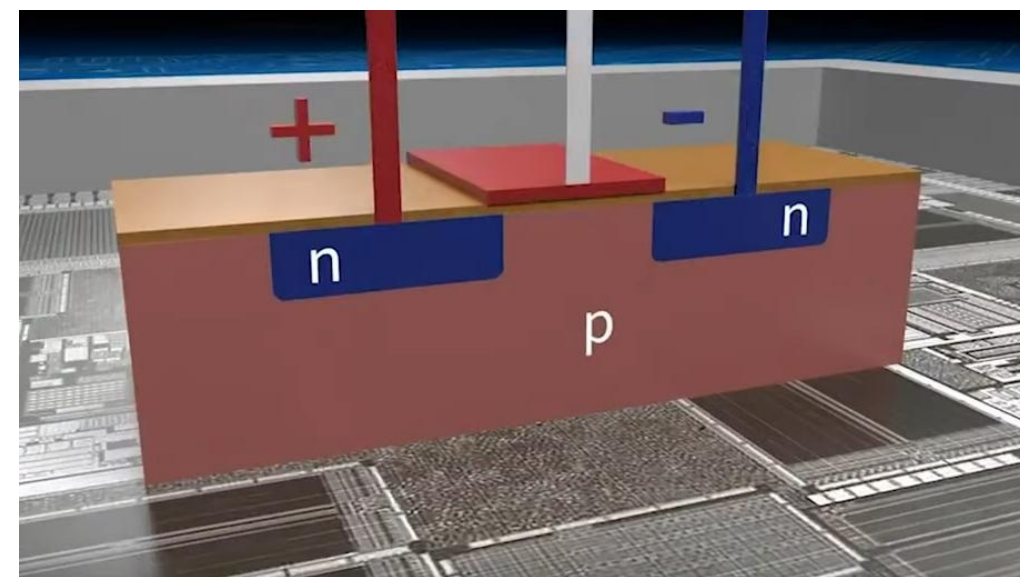
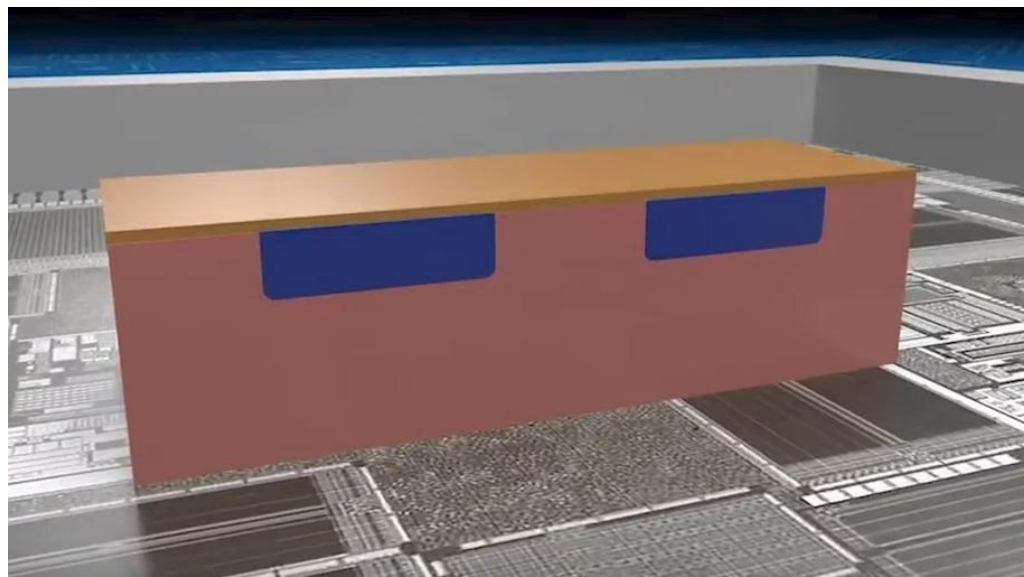
Essenciais

Coleção de produtos	Processador Intel® Xeon® W
Codiname	Produtos com denominação anterior Ice Lake
Segmento vertical	Workstation
Número do processador	W-3375
Status	Launched
Data de introdução ?	Q3'21
Litografia ?	10 nm

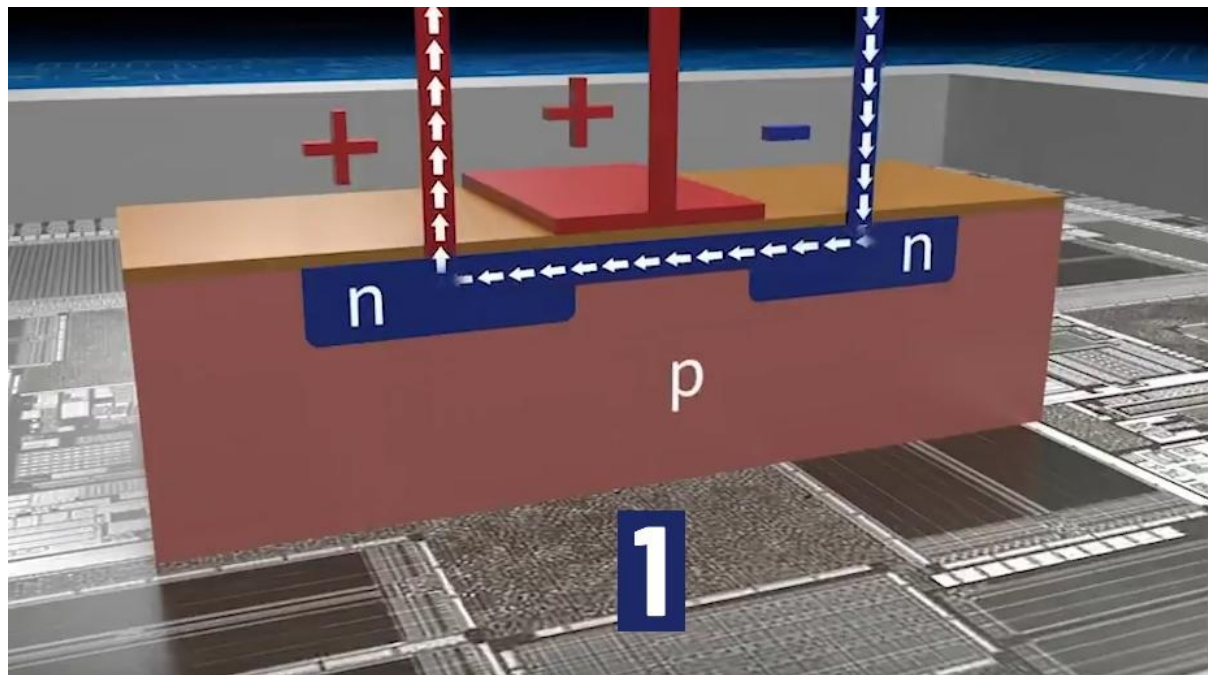
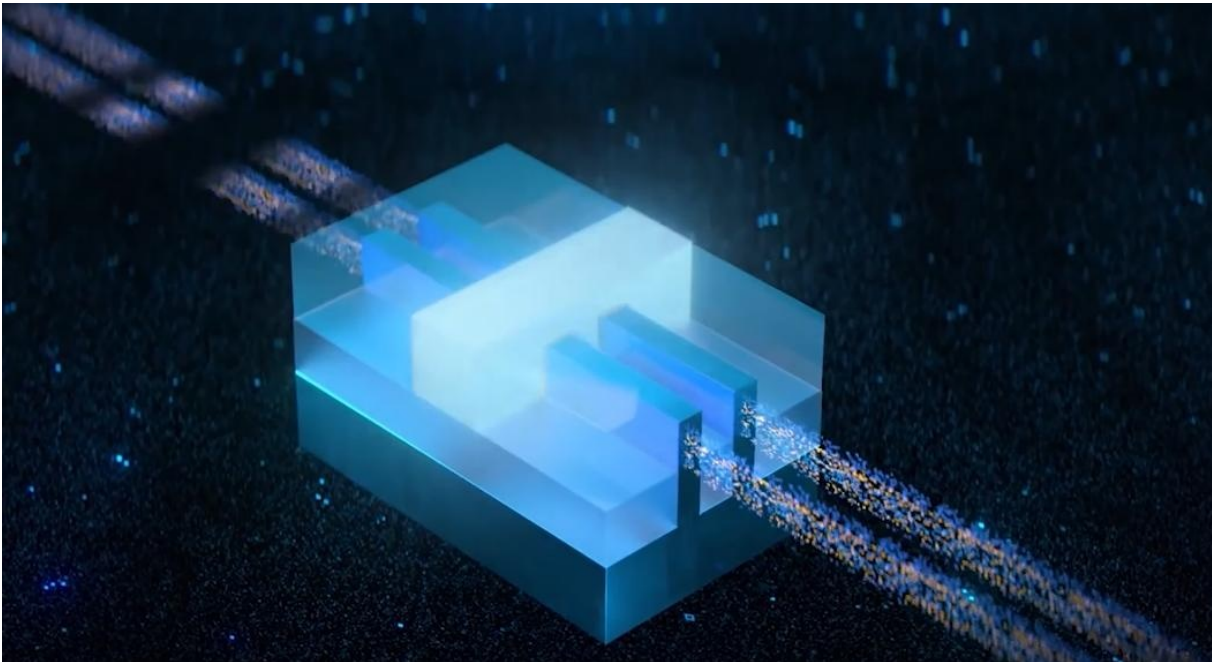
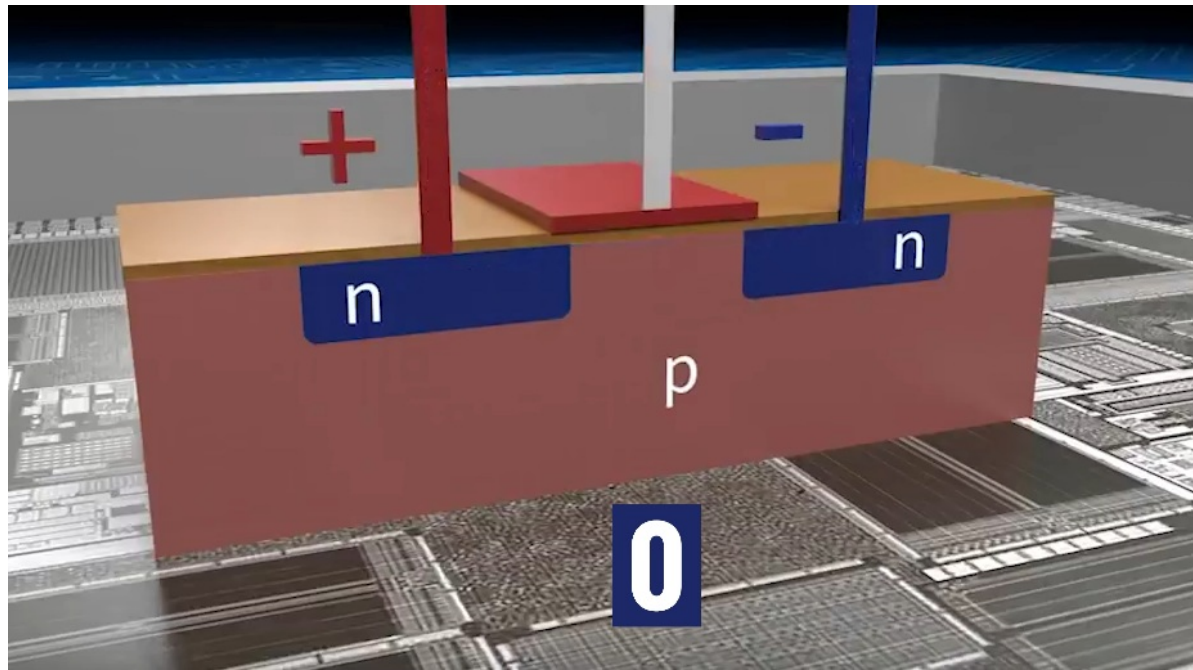
Especificações da CPU

Número de núcleos ?	38
Nº de threads ?	76
Frequência turbo max ?	4.00 GHz
Frequência baseada em processador ?	2.50 GHz
Cache ?	57 MB
Nº de links de UPI ?	0
Velocidade do barramento ?	8 GT/s
TDP ?	270 W

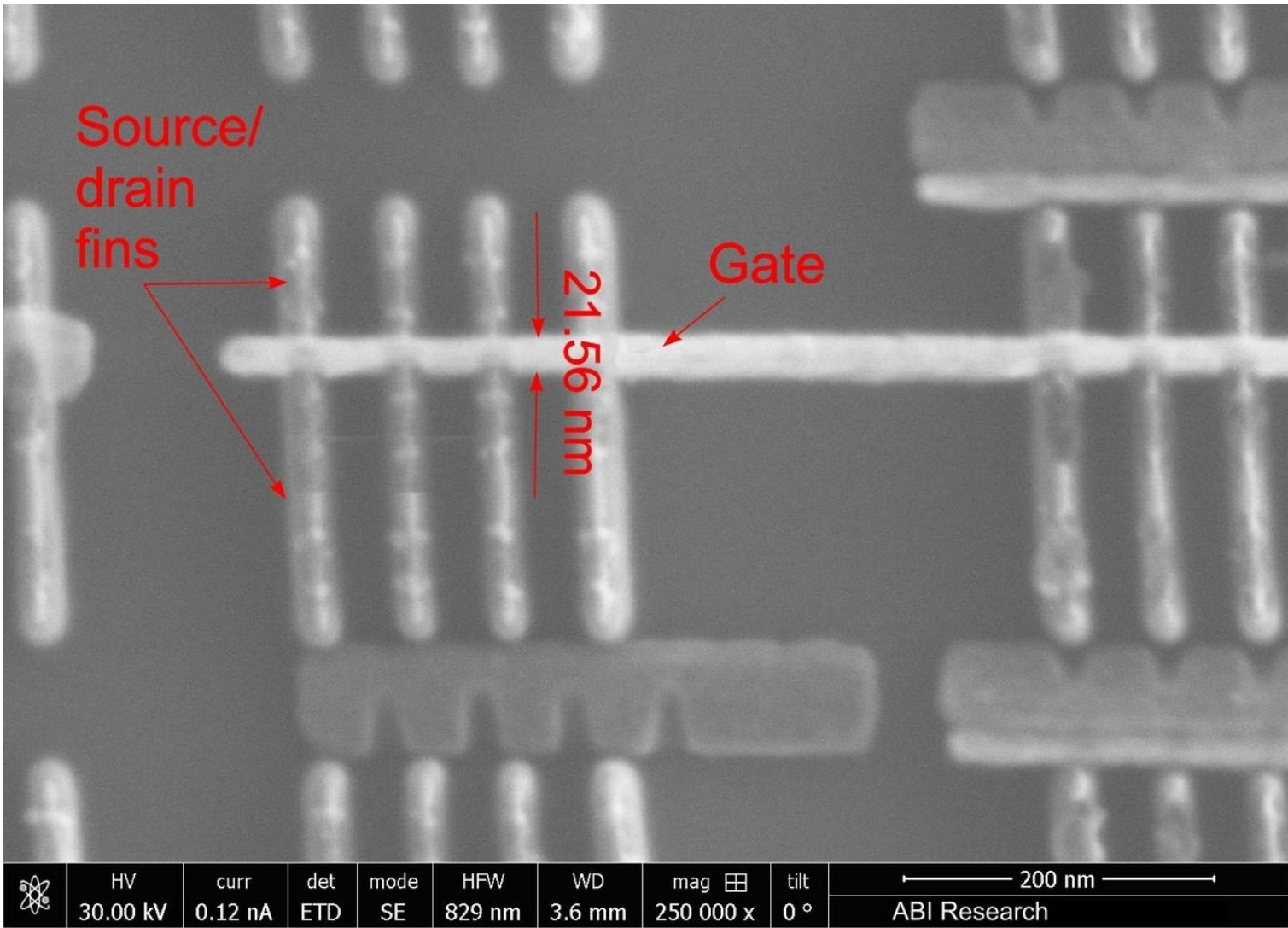
Como isso é possível?



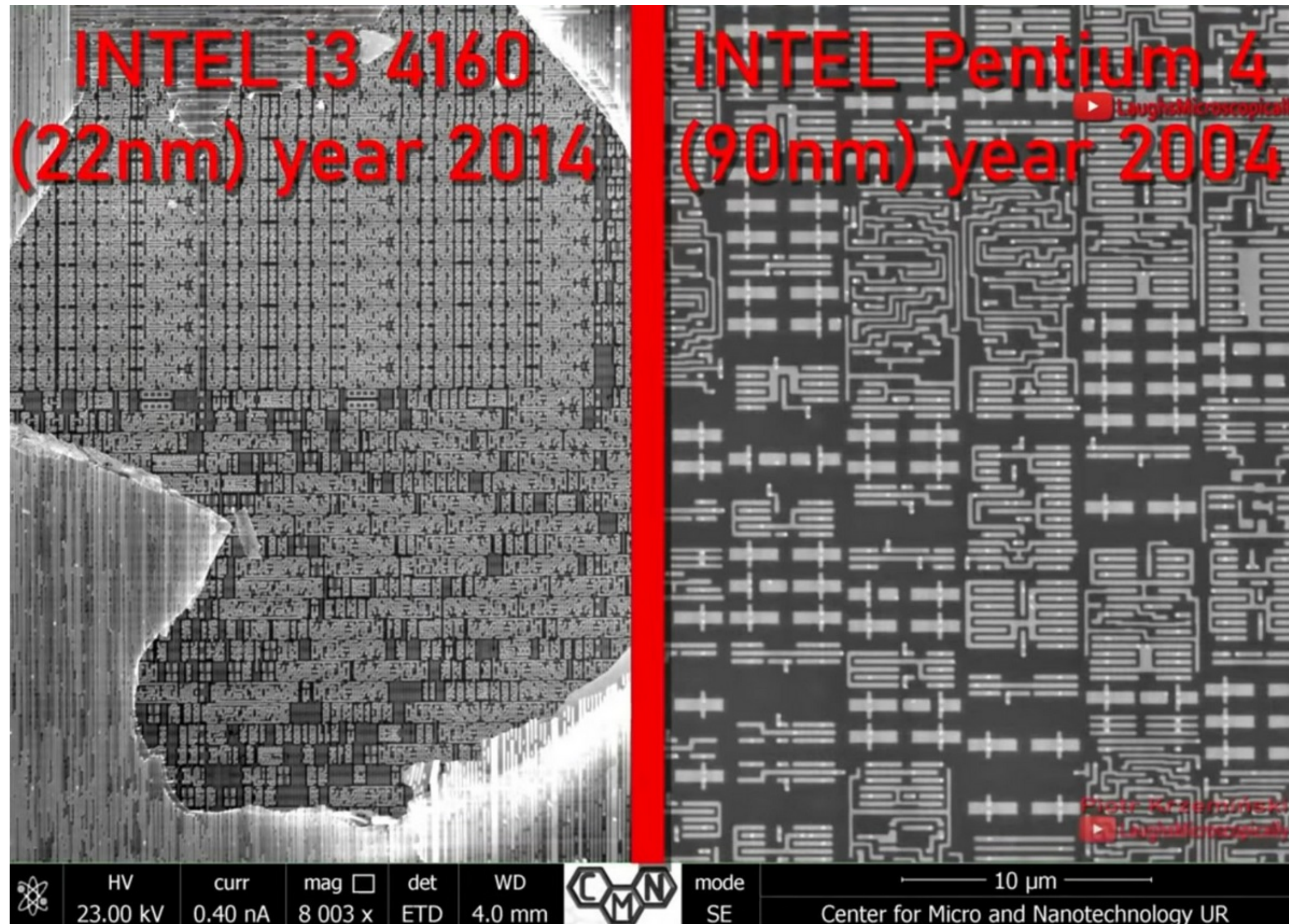
Como isso é possível?



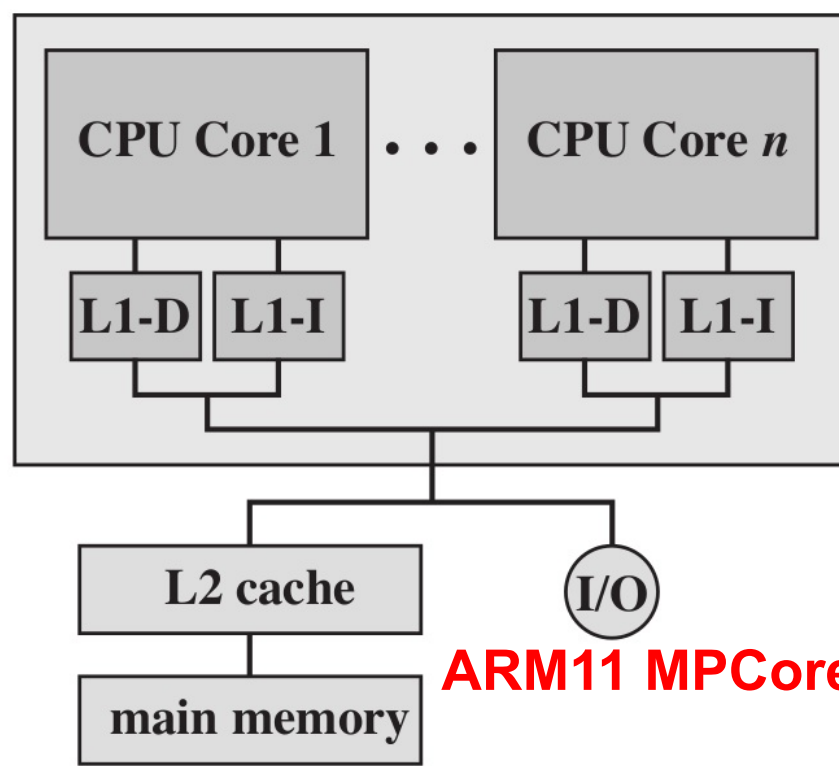
CLOCK: frequência com que os transistors abrem e fecham, em GHz (bilhões de ciclos por segundo)



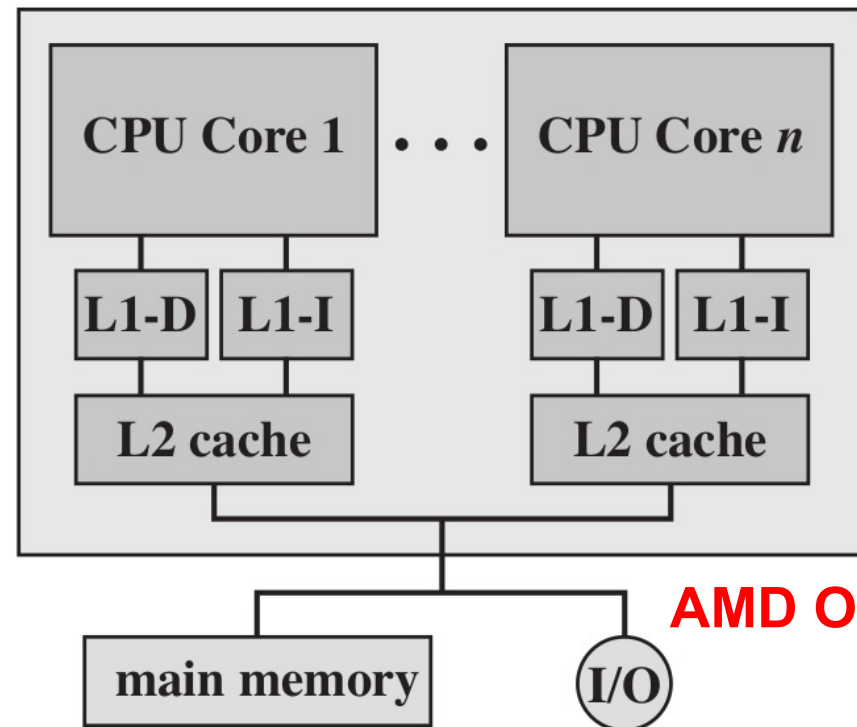
Como isso é possível?



Organização Multicore Básica



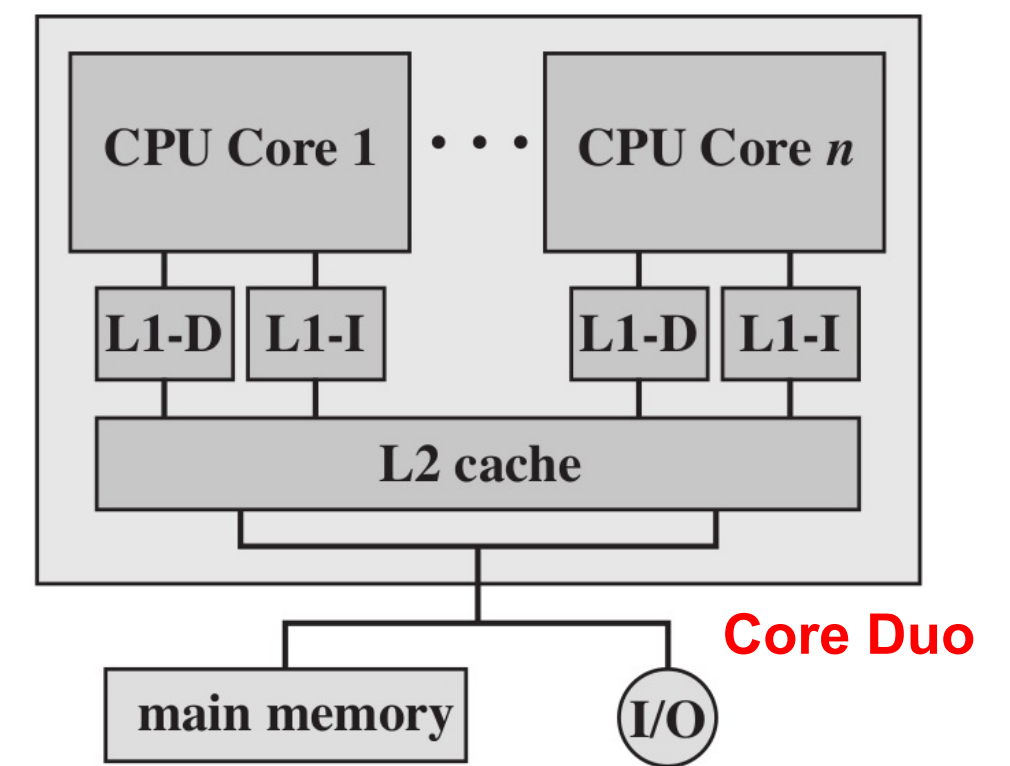
(a) Dedicated L1 cache



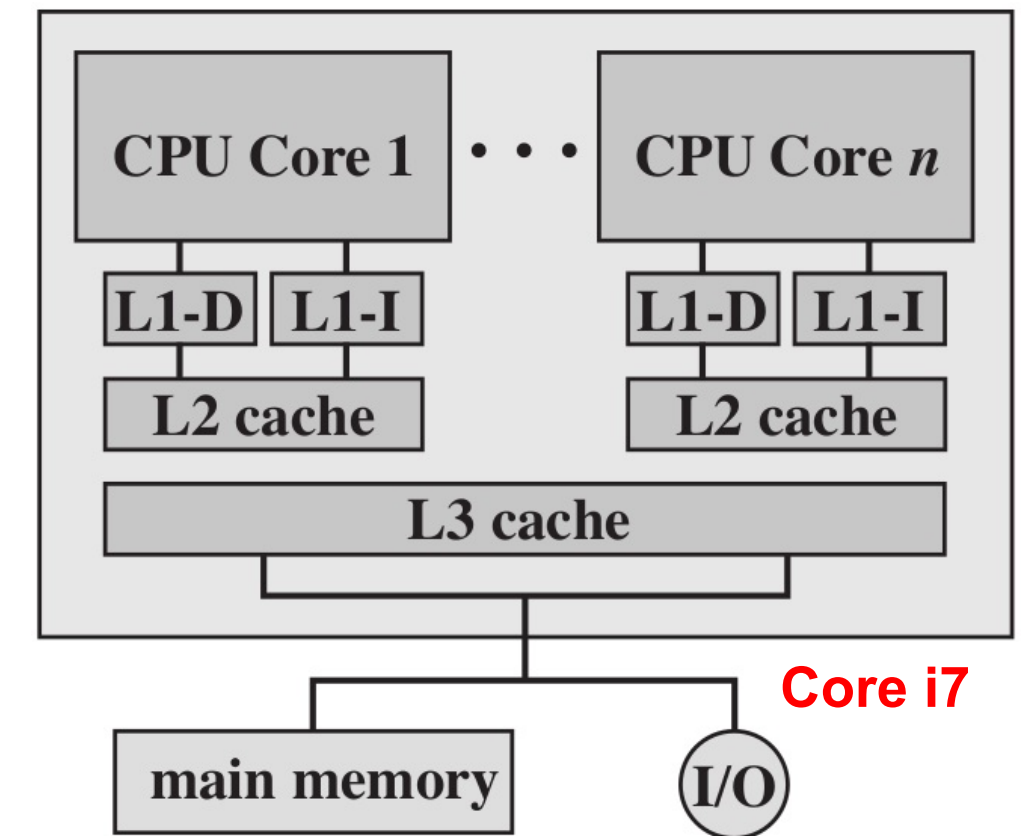
(b) Dedicated L2 cache

O que é importante em um processador multicore?

- Número de cores por chip
- Número de níveis de memória
- Quantidade de memória cache compartilhada
 - dados compartilhados não são replicados
 - comunicação entre os cores é fácil
 - confina a coerência de cache para L1 ou L2
- Se tem multithreading simultâneo (SMT)
- Tipos de cores



(c) Shared L2 cache



(d) Shared L3 cache

Organização Multicore Heterogênea

A organização básica é HOMOGÊNEA:

- os cores são do mesmo tipo (idênticos)

Para aumentar desempenho: HETEROGÊNEA

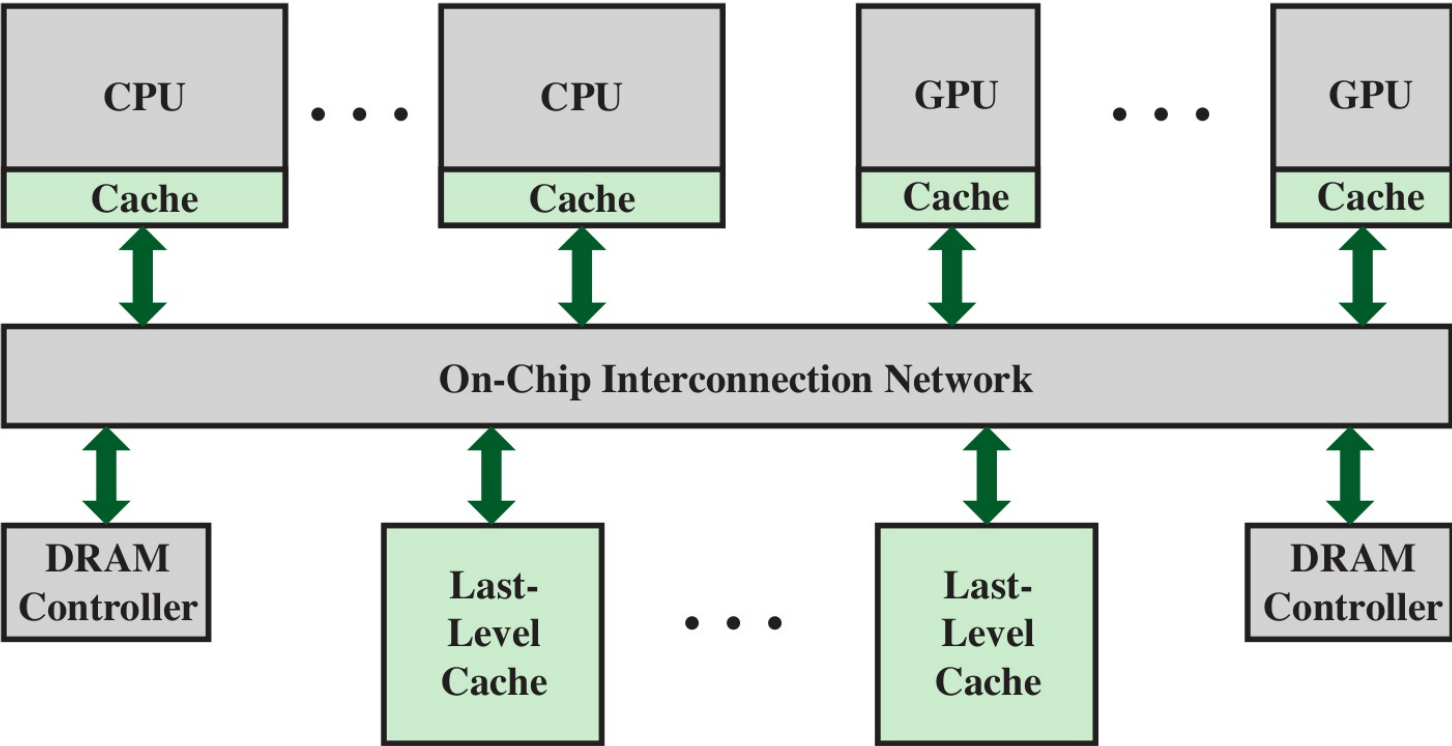
- os cores são de tipos diferentes

- 2 abordagens para arquitetura heterogênea:

- **conjunto de instruções diferentes**: mistura cores convencionais (CPU) com outros tipos de cores com instruções totalmente diferentes:
 - cores GPU (processar dados vetoriais/matriciais) = Multicore CPU/GPU
 - cores DSP (processar sinais digitais) = Multicore CPU/DSP
- **conjunto de instruções equivalentes**: mistura cores que têm instruções diferentes mas equivalentes, variando no desempenho e eficiência energética

Organização Multicore Heterogênea

Exemplo de organização **heterogênea com arquitetura de instruções diferentes**: multicore CPU/GPU

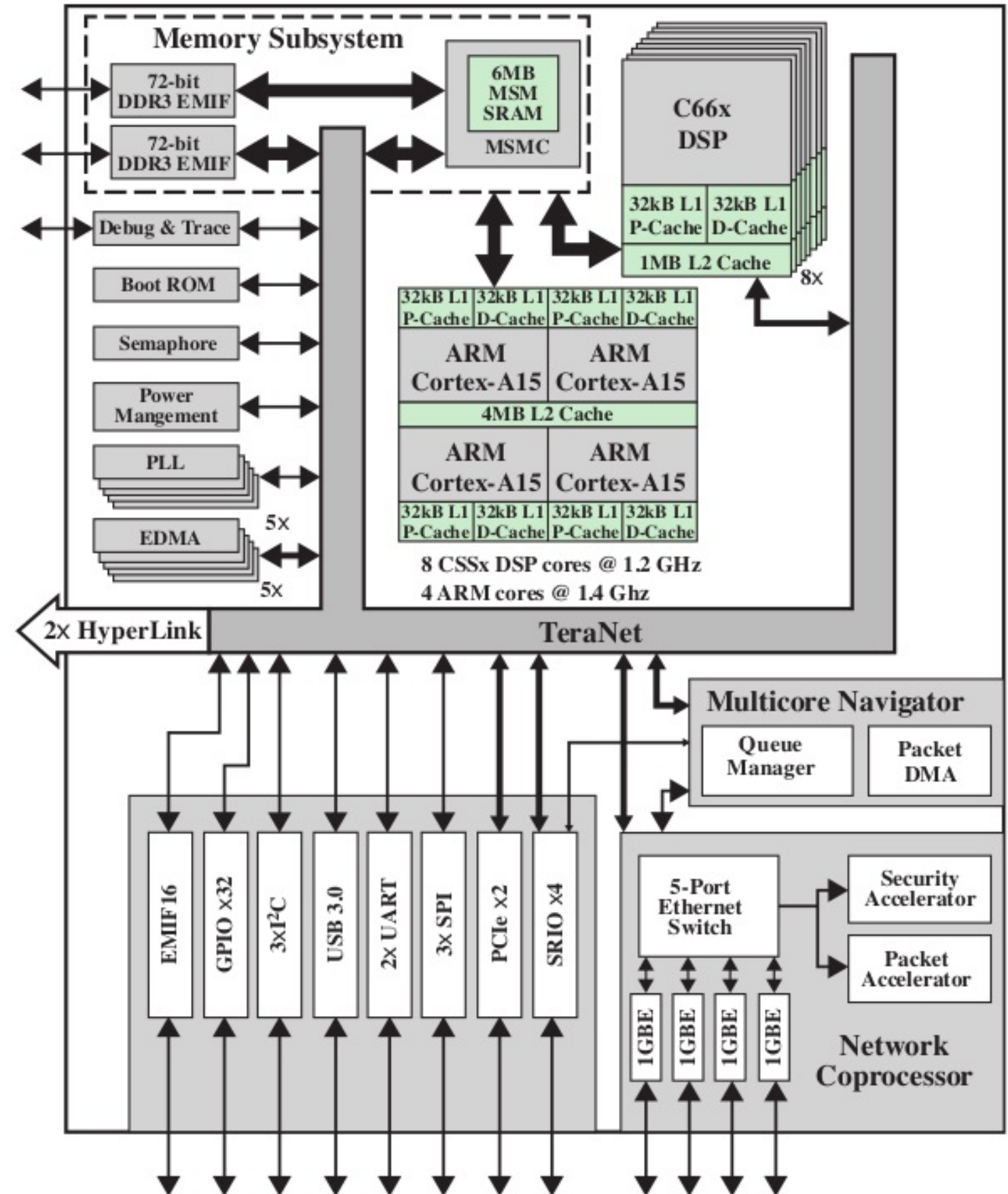
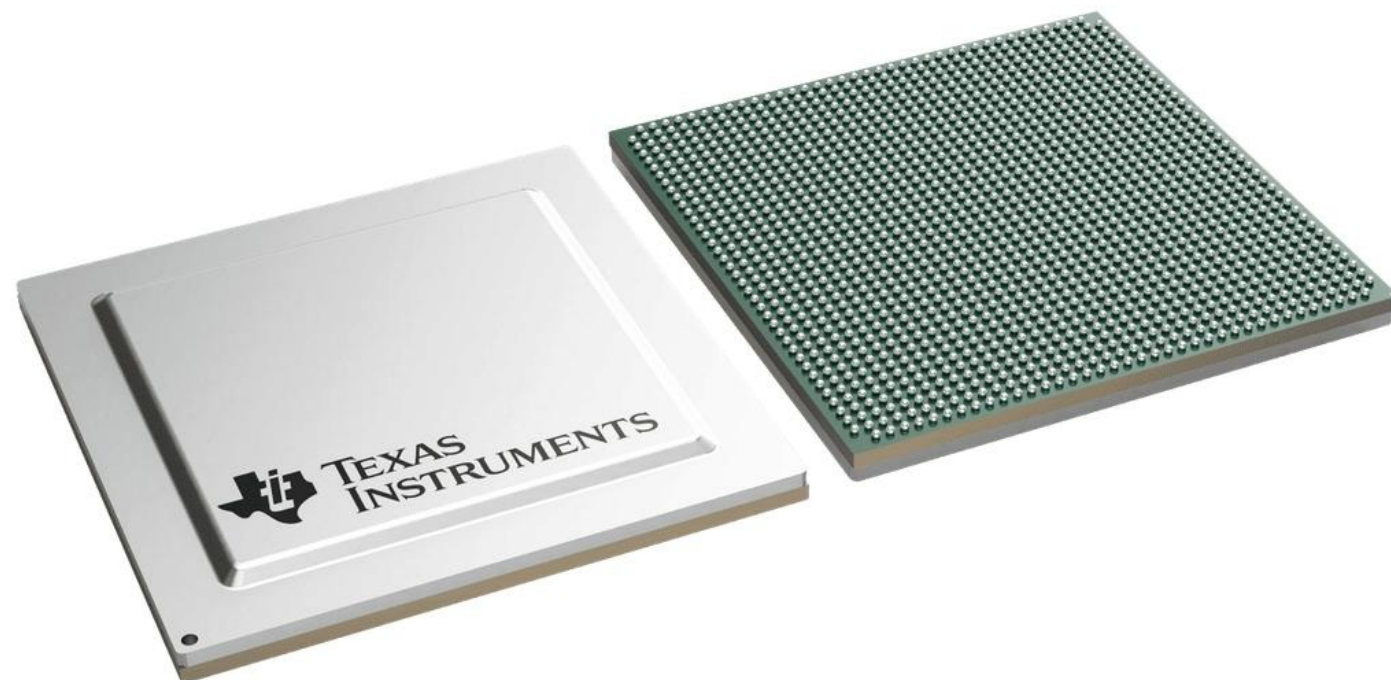


AMD A10 5800K	CPU	GPU
Clock frequency (GHz)	3.8	0.8
Cores	4	384
FLOPS/core	8	2
GFLOPS	121.6	614.4

FLOPS = floating point operations per second
FLOPS/core = number of parallel floating point operations that can be performed

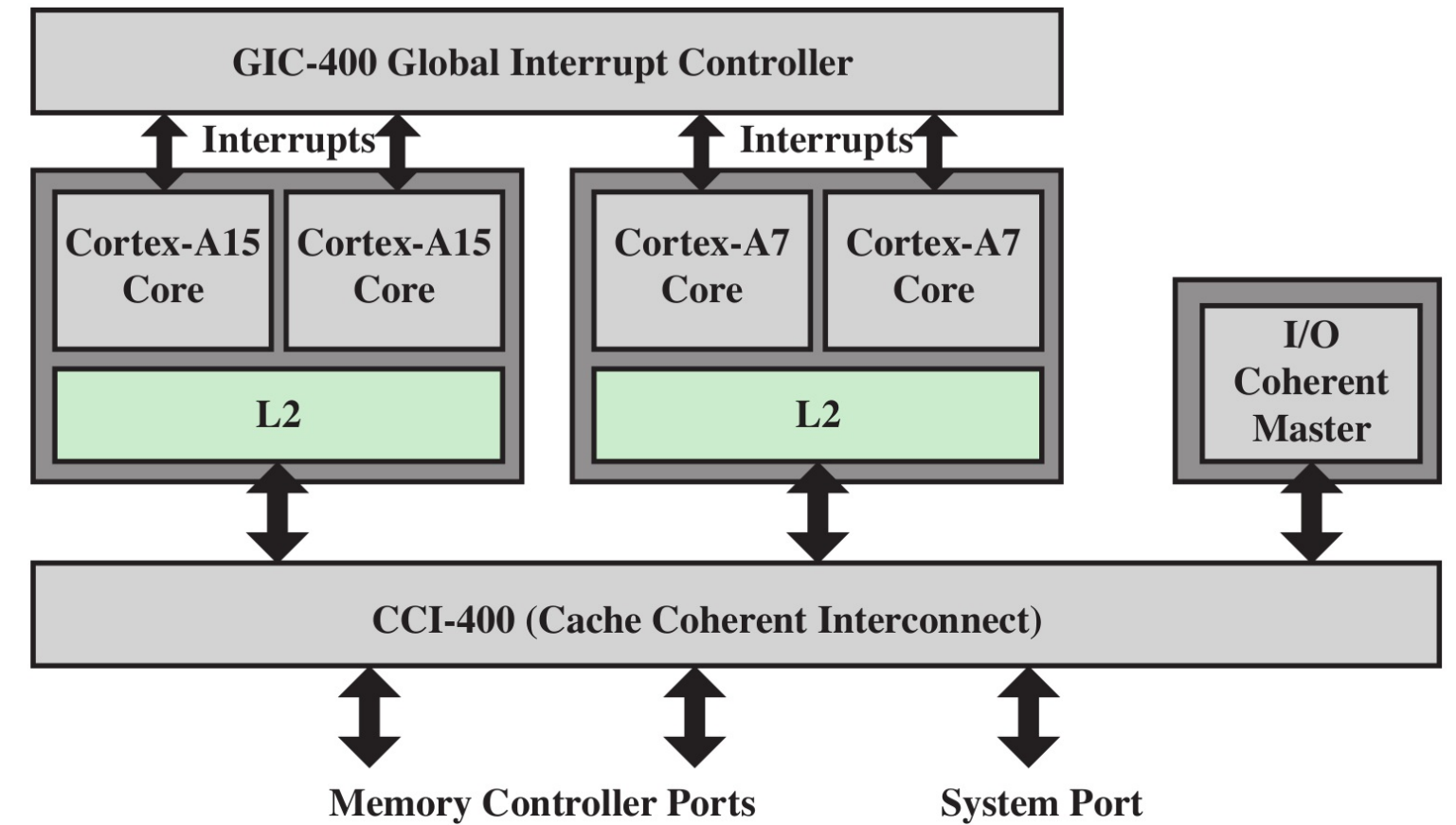
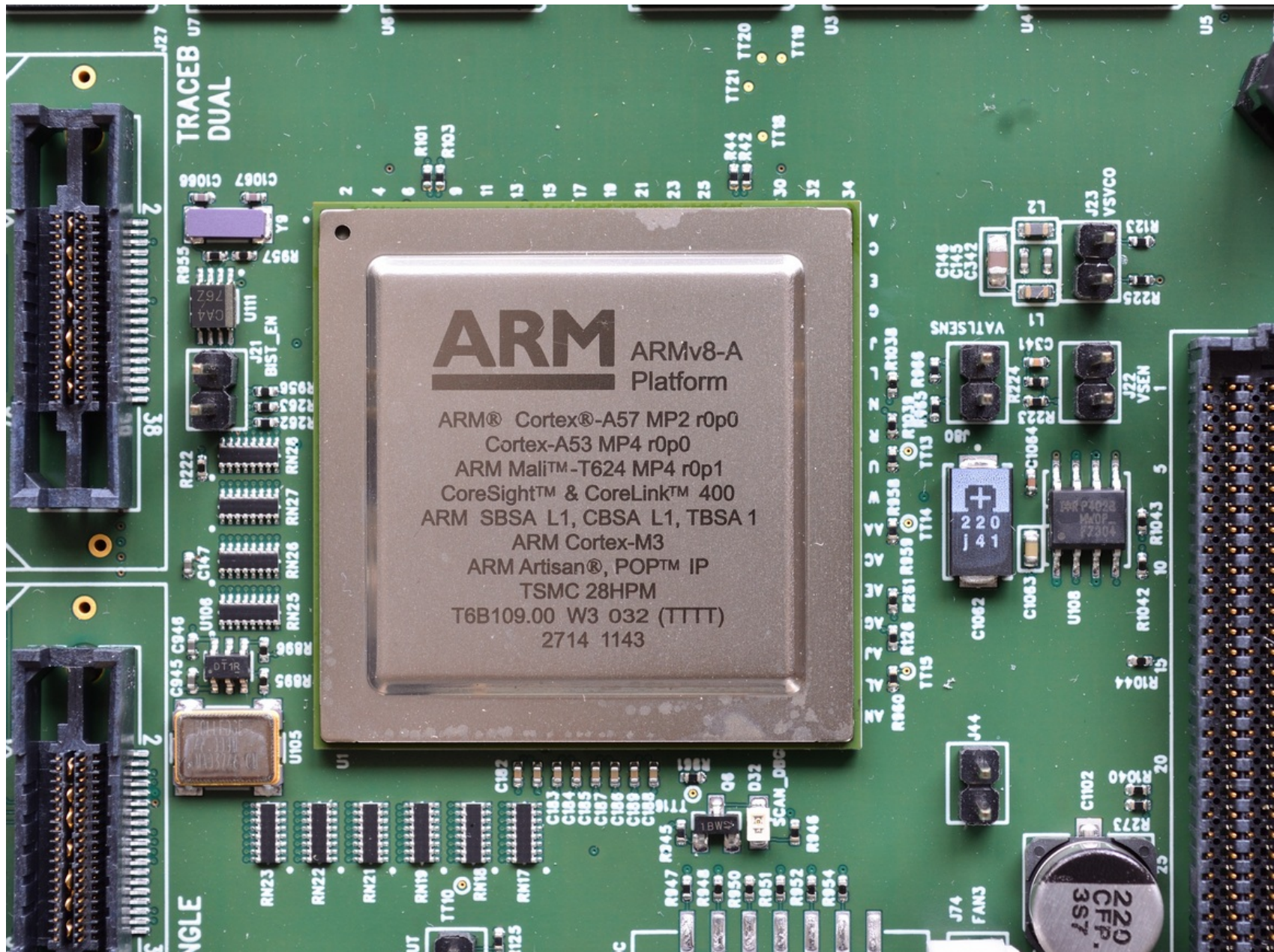
Organização Multicore Heterogênea

Exemplo de organização **heterogênea com arquitetura de instruções diferentes**: multicore CPU/DSP



Organização Multicore Heterogênea

Exemplo de organização **heterogênea com arquitetura de instruções equivalentes**: big.LITTLE da ARM



Cores big:

- processos de grande intensidade: vídeos, jogos, processamento matemático, navegação, etc.

Cores LITTLE:

- processos de baixa intensidade: processamento de fundo, tocar música, enviar mensagens, etc.

Voltados para mercado mobile/tablet

Referência e Leitura Adicional



Capítulo 18: Computadores Multicore

- 18.1 Questões sobre desempenho de hardware
- 18.3 Organização Multicore
- 18.4 Organização Multicore Heterogênea