

ARM big.LITTLE™

Eduardo Molina - nº USP 10415231

Fernanda Maciel Federici - nº USP 10295093

Reinaldo Mizutani - nº USP 7062145



AGENDA

- História
- ARM big.LITTLE™
- Funcionamento
- Mudanças
- Atualização
- Utilização
- Principais resultados

1

Como ERA ?



ARM

■ Anos 90

- ▶ Expansão e auge

■ Início dos anos 2000

- ▶ Desmoronamento do setor de tecnologia
- ▶ Desvalorização geral do mercado





ARM

■ Era da maturidade 2002 - 2005

- ▶ ARM projetada em SoCs (system on chip)
 - ▶ Mercado de telefones e celulares
 - ▶ ARM tornou-se padrão
- ▶ Sucesso = Parceria: relação simbiótica de “melhor juntos”
- ▶ Crescimento: ARM9 -> ARM7 -> ARM9E -> ARM10
- ▶ Tecnologia ARM10 e ARM11
 - ▶ Processamento: **baixa potência e alto desempenho**
- ▶ Triplicou funcionários: de 400 para 1300 em 3 anos.



■ A nova era dos processadores de Cortex 2005 - 2012

- ▶ Família Cortex
 - ▶ Diversificação da ARM
- ▶ Cortex-A (ARM11): **Aplicações móveis de ponta com maior desempenho**
- ▶ Cortex-R: Processadores de alto desempenho e em tempo real
- ▶ Cortex-M: Núcleos de baixo consumo de energia e baixo custo para a indústria de microcontroladores



ARM

- DESAFIO (mercado de smartphones)
 - ▶ Aumento de desempenho + manutenção de longa bateria
 - ▶ Cortex-A9
 - ▶ Processador multi-core
 - ▶ Faixa dinâmica de processamento
 - ▶ **“big.LITTLE” (2011)**
 - ▶ Aprimoramento

2

ARM big.LITTLE™



- “
- *Arquitetura de processamento heterogênea*
 - *ARM Holdings*
 - *2 tipos de processador*
 - **“LITTLE”**
 - **“big”**

- “ • Processadores “**LITTLE**”
 - Máxima eficiência de energia
- Processadores “**big**”
 - Alto desempenho de computação



- *Compartilham mesma arquitetura de conjunto de instruções (ISA)*
- *ARM promete até 75% de economia em uso de energia para algumas atividades.*

3

Como FUNCIONA ?



COMO FUNCIONA ?

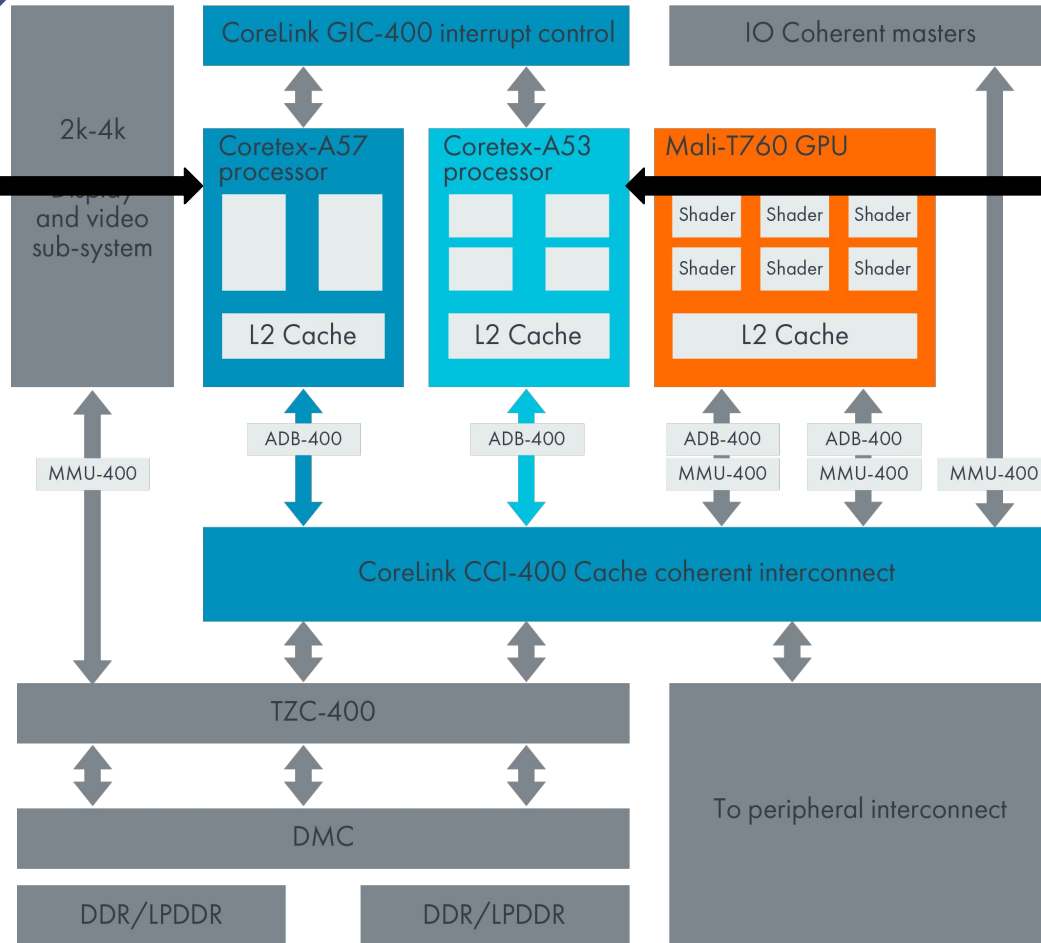


- Todos os núcleos acessam a mesma região de memória
- Troca de carga de trabalho entre **big** e **LITTLE**
- Processador multi-core
 - ▶ Ajuste às necessidades de **computação dinâmica**

COMO FUNCIONA ?

big

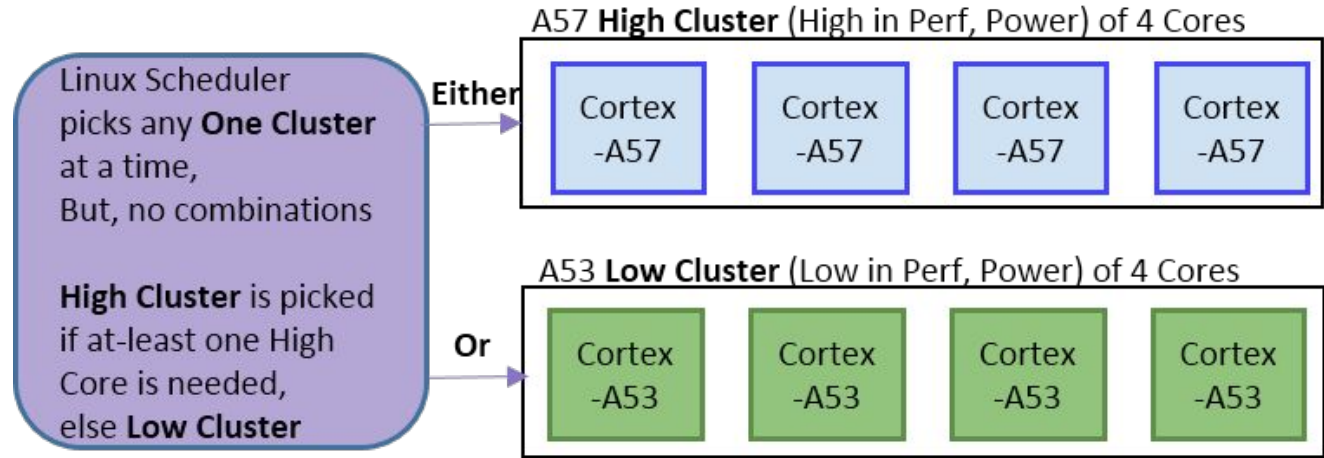
LITTLE



MIGRAÇÃO do estado de EXECUÇÃO

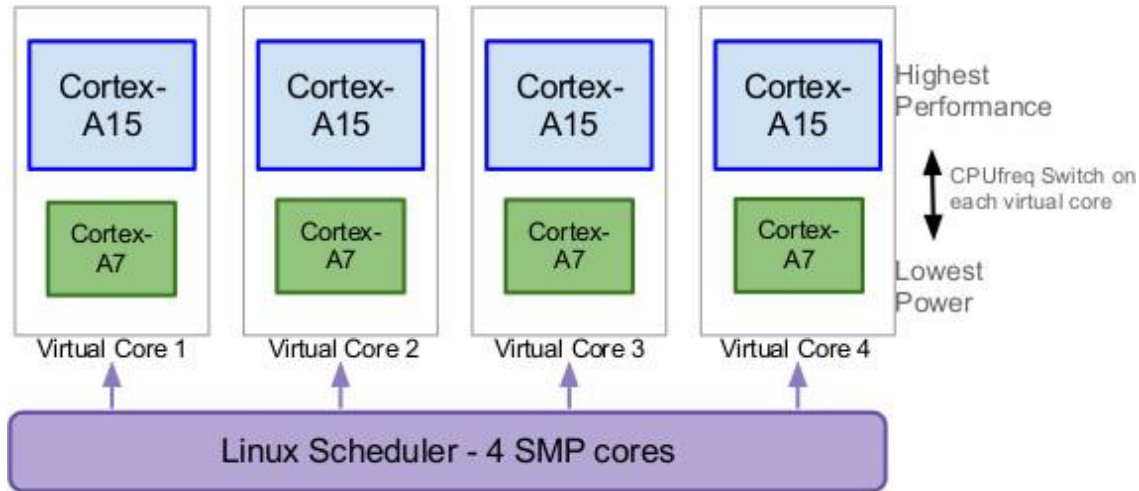
Existem **3 MANEIRAS** para os diferentes **NÚCLEOS DE PROCESSADOR** serem **ORGANIZADOS** em um design **big.LITTLE**

1. Clustered Switching (comutação agrupada)



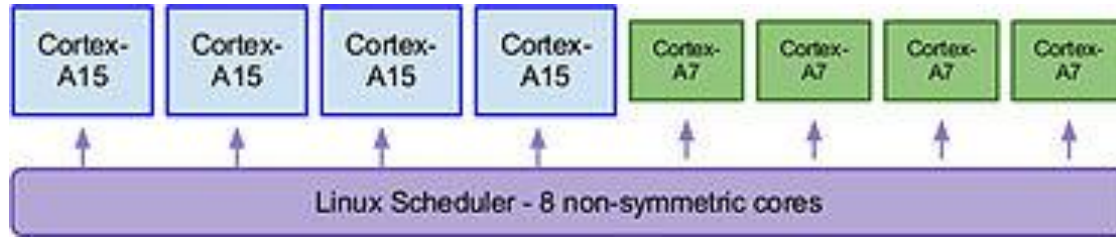
- ▶ Processador organizado em clusters de tamanho idêntico de núcleos "big" ou "LITTLE"
- ▶ O agendador do S.O pode ver apenas um cluster de cada vez
- ▶ Este modelo foi implementado no Samsung Exynos 5 Octa (5410)

2. In-kernel switcher (CPU migration)



- ▶ Cada PAR opera como um *núcleo virtual* e apenas um núcleo real é (totalmente) ativado, funcionando um de cada vez.
- ▶ O núcleo “big” é usado quando a demanda é alta e o núcleo “LITTLE” é empregado quando a demanda é baixa.
- ▶ A comutação é feita através do framework `cpufreq`
- ▶ Arranjo mais complexo: 2 “big” e muitos “LITTLE”

3. Heterogeneous multi-processing (global task scheduling)



- ▶ Modelo de uso mais poderoso da arquitetura big.LITTLE
- ▶ Permite o uso de todos os núcleos físicos ao mesmo tempo.
- ▶ Encadeamentos com alta prioridade ou intensidade computacional são alocados para os núcleos "big", enquanto encadeamentos com menor prioridade ou menor intensidade computacional, são executados pelos núcleos "LITTLE".
- ▶ Este modelo foi implementado no Samsung Exynos (Exynos 5 Octa (5420, 5422, 5430)), e processadores de aplicativos móveis da Apple, começando com o Apple A11 .

4

O que MUDOU ?



O que MUDOU ?

Cortex LITTLE

- Apresenta uma pipeline relativamente simples de 8 estágios ordenados.
- Requer menos transistores
 - Grande economia de energia.
- Melhor performance que os processadores da época, mesmo com 4x mais eficiência energética.

Cortex big

- Apresenta uma pipeline complexa, sem ordem e “multi-issue”.
- Performance 3x melhor que os processadores da época, com a mesma eficiência energética.

5

Onde é USADO ?



Onde é USADO ?

ARM no geral

- Consoles portáteis (Game Boy Advance, Nintendo DS)
- GPS Garmin
- Smartphones (iPhone, Samsung, Nokia, etc)
- Alguns arduinos

ARM big.LITTLE

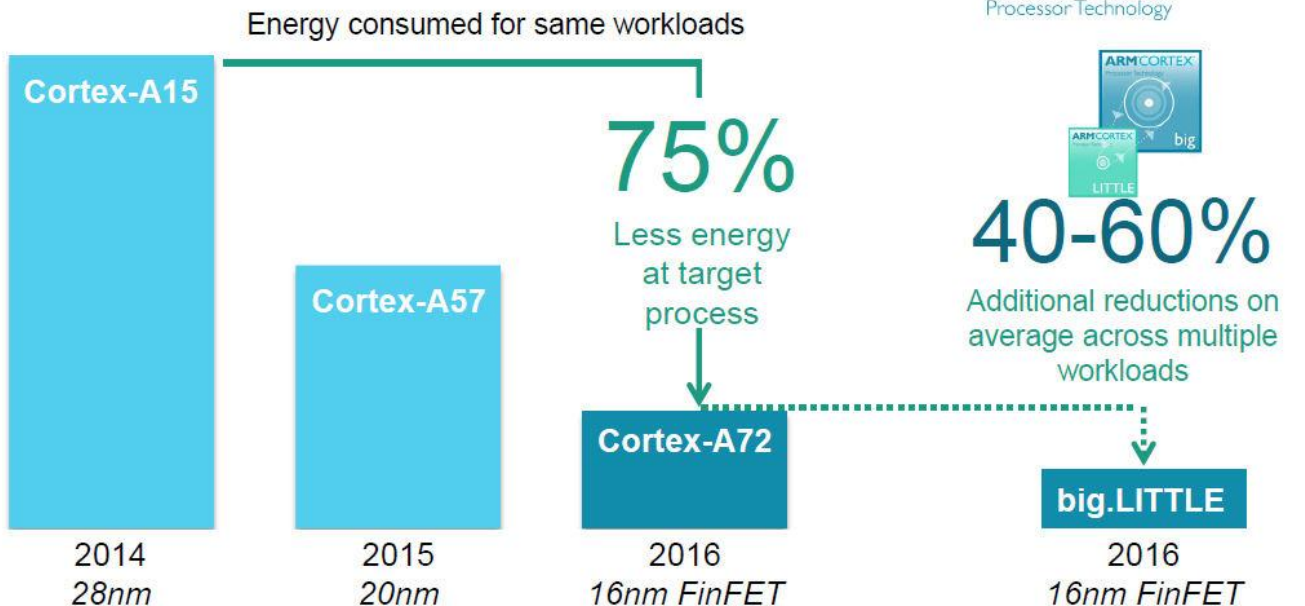
- Google Nexux
- Chromebook
- Samsung (Galaxy S9, J4, J6, note)
- Rhaspbery pi

6

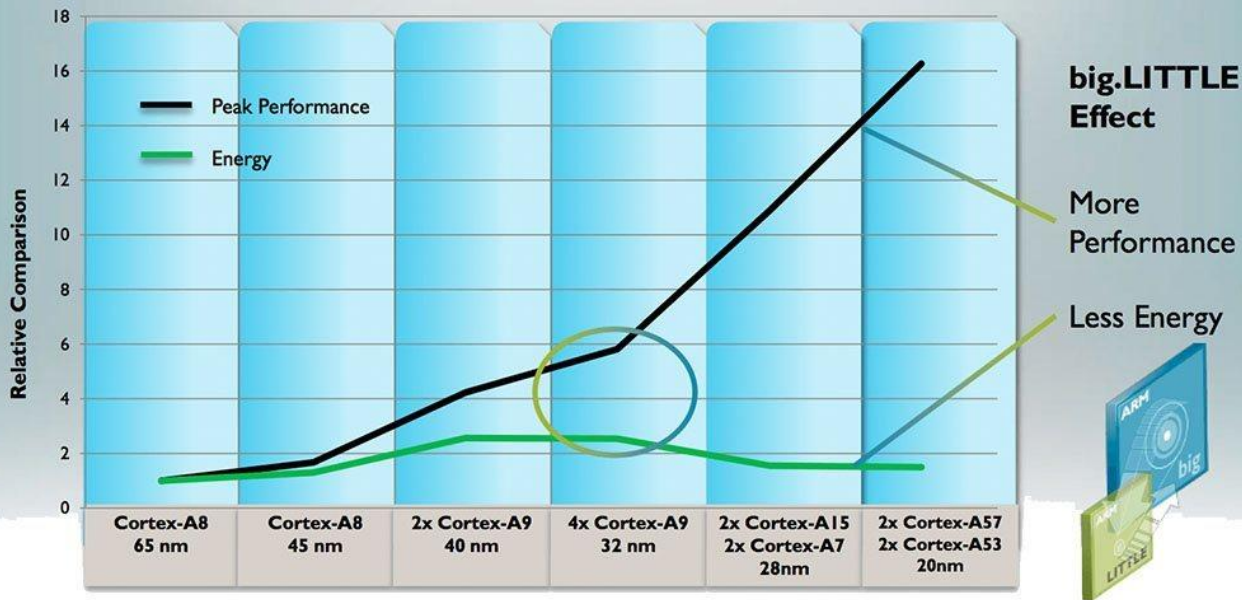
Principais RESULTADOS

Cortex-A72: Breakthrough Energy Efficiency

Enabling Slimmer, Sleeker, All-Day Compute Devices



Cortex-A50 Series: Faster, Better, Lower Power



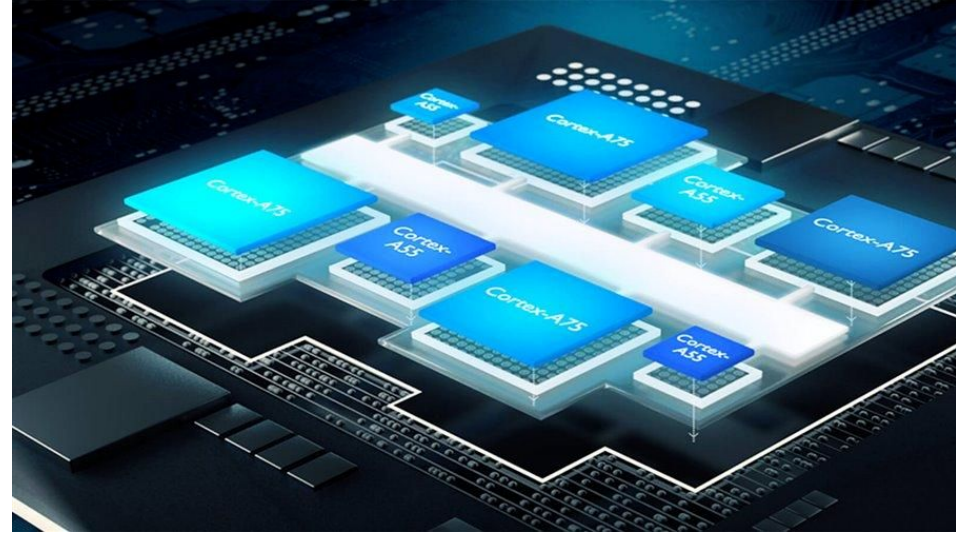
- Continuous improvement on performance and efficiency
- Innovation beyond process technology limitations

7

Como está AGORA ?

Como está AGORA ?

- A tecnologia big.LITTLE foi aprimorada
- Nova arquitetura DynamiQ
 - Permite ajustes finos na combinação do número de cores.
 - 1big 3 little e 1big + 7little são possíveis.
- Rende muito mais granularidade para configurar os processos dentro do processador
- PORÉM o núcleo da inovação ainda é a utilização de cores diferentes para realizar as tarefas





THANKS!

Any questions?

BIG CPU

LITTLE CPU

ARM® Cortex® Processor

THREAD

HD

GAMING

ARM® Cortex® Processor

THREAD

CAMERA

THREAD

MAPS
DIRECTIONS

THREAD

NEWS APP



REFERÊNCIAS bibliográficas

- https://en.wikipedia.org/wiki/ARM_big.LITTLE
- https://en.wikipedia.org/wiki/Dynamic_frequency_scaling
- <https://developer.arm.com/technologies/big-little>
- <https://community.arm.com/processors/b/blog/posts/a-brief-history-of-arm-part-2>
- <https://www.ubergizmo.com/2013/01/what-is-arm-big-little/>
- <https://tecnoblog.net/215594/arm-cortex-a75-a55-processador-mobile/>
- <https://developer.arm.com/products/processors/cortex-a>
- https://www.pjrc.com/teensy/beta/DDI0403D_arm_architecture_v7m_reference_manual.pdf
- <https://www.anandtech.com/show/8957/arm-announces-cortex-a72>
- <https://www.androidpolice.com/2012/10/30/arm-announces-cortex-a50-series-64-bit-processors-set-to-drive-the-next-era-in-mobile-and-enterprise/>