



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO
FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES

Arquitecturas Heterogéneas

Computación Heterogénea

Profesor: Dr. Joel Fuentes - jfuentes@ubiobio.cl

Ayudantes:

- Daniel López - daniel.lopez1701@alumnos.ubiobio.cl
- Sebastián González - sebastian.gonzalez1801@alumnos.ubiobio.cl

Página web del curso: <http://www.face.ubiobio.cl/~jfuentes/classes/ch>

Contenidos

- Historia de los procesadores
- El auge de sistemas heterogéneos
- Aceleradores

Historia

- ¿Qué son los aceleradores?
- ¿Por qué es importante aprender a programar diferentes arquitecturas?
- ¿Por qué es importante optimizar nuestros programas?

Historia

- Optimización de software y su rendimiento era común, ya que los recursos computacionales eran limitados.
- Muchos programas simplemente no corrían sin que fuesen totalmente optimizados.

IBM System/360



Courtesy of [alihodza](#) on Flickr.
Used under CC-BY-NC.

Launched: 1964
Clock rate: 33 KHz
Data path: 32 bits
Memory: 524 Kbytes
Cost: \$5,000/month

DEC PDP-11



Courtesy of [jonrb](#) on Flickr.
Used under CC-BY-NC.

Launched: 1970
Clock rate: 1.25 MHz
Data path: 16 bits
Memory: 56 Kbytes
Cost: \$20,000

Apple II

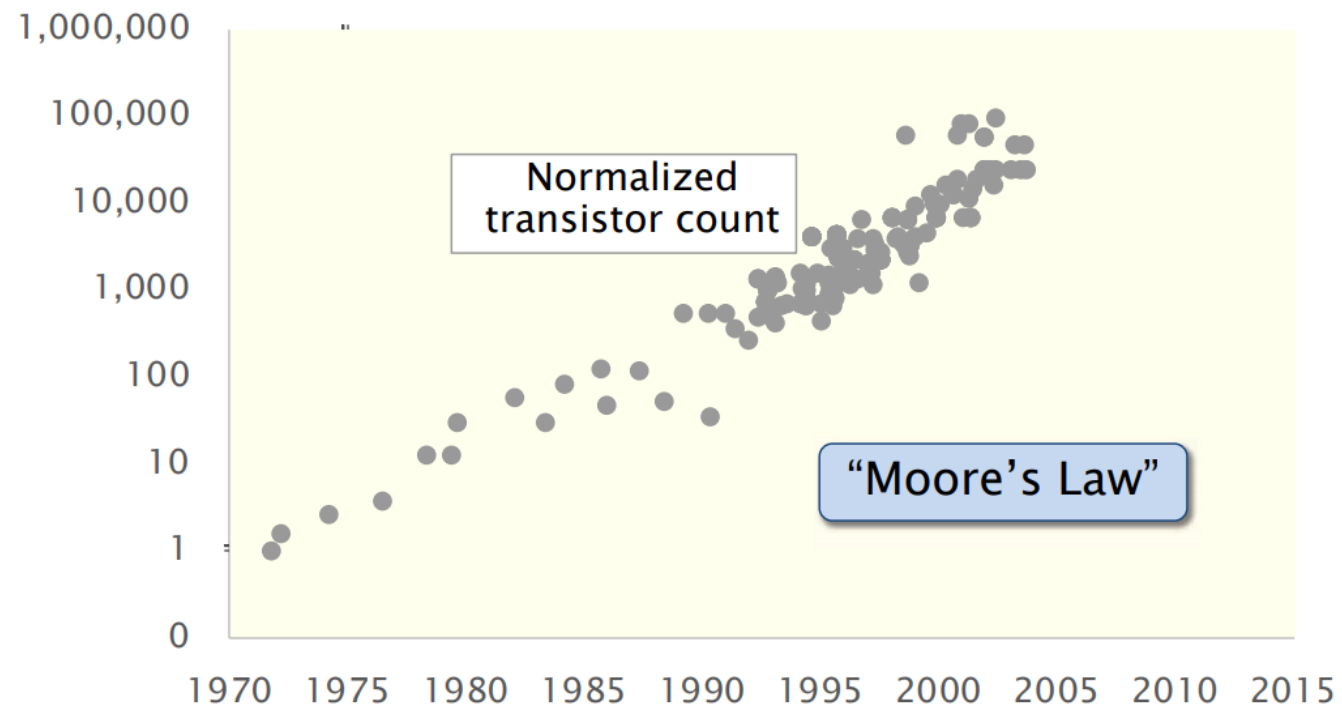


Courtesy of [mwichary](#) on Flickr.
Used under CC-BY.

Launched: 1977
Clock rate: 1 MHz
Data path: 8 bits
Memory: 48 Kbytes
Cost: \$1,395

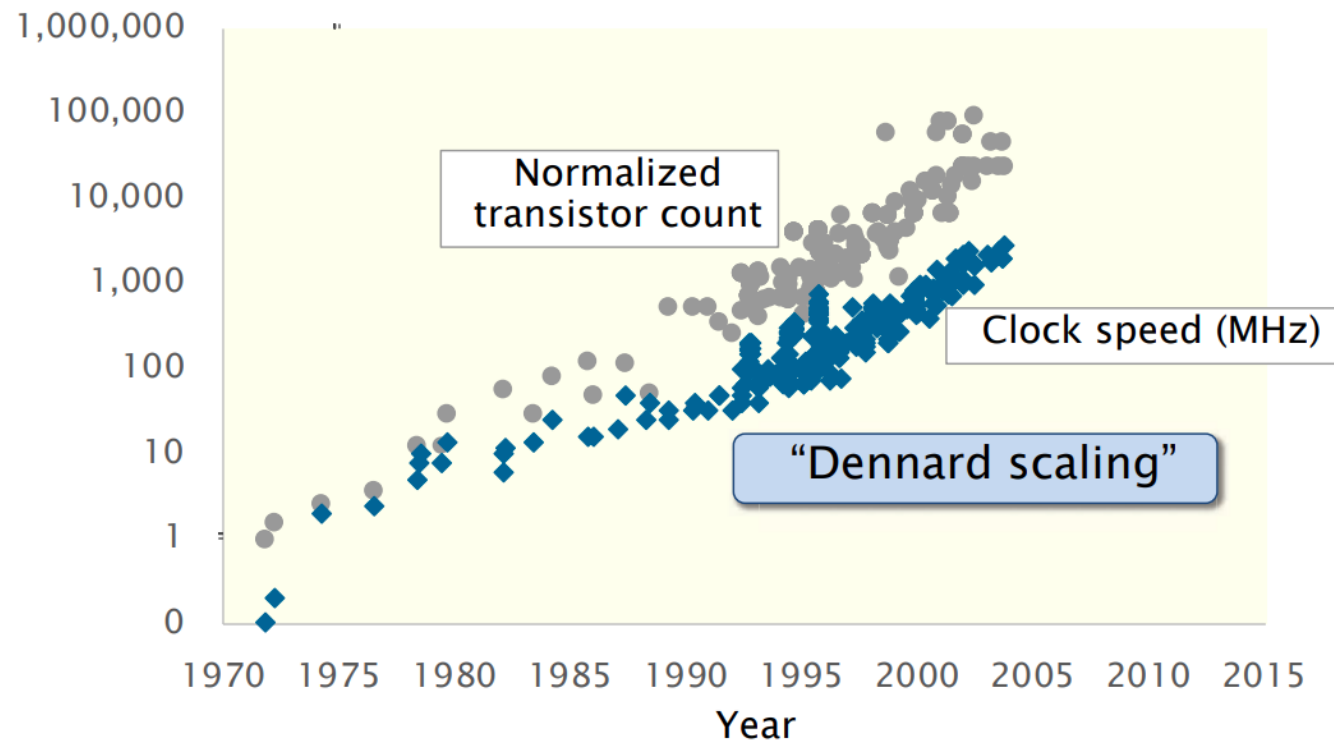
Historia

- Moore's law: el número de transistores en un microchip se duplica cada 2 años.
- Hasta el 2004:



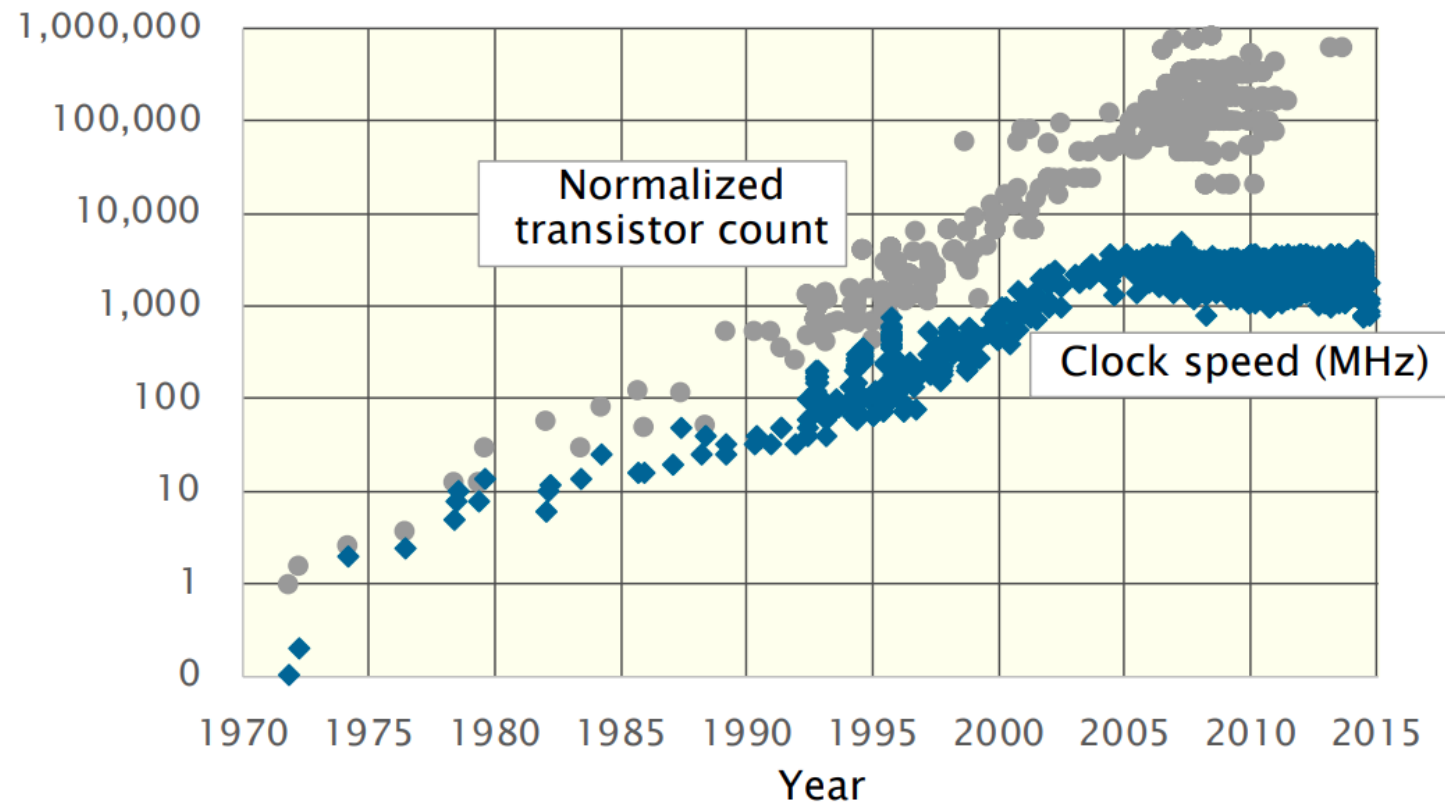
Historia

- Dennard scaling
- Hasta el 2004:



Historia

- Luego del 2004:



Historia

- Densidad de energía

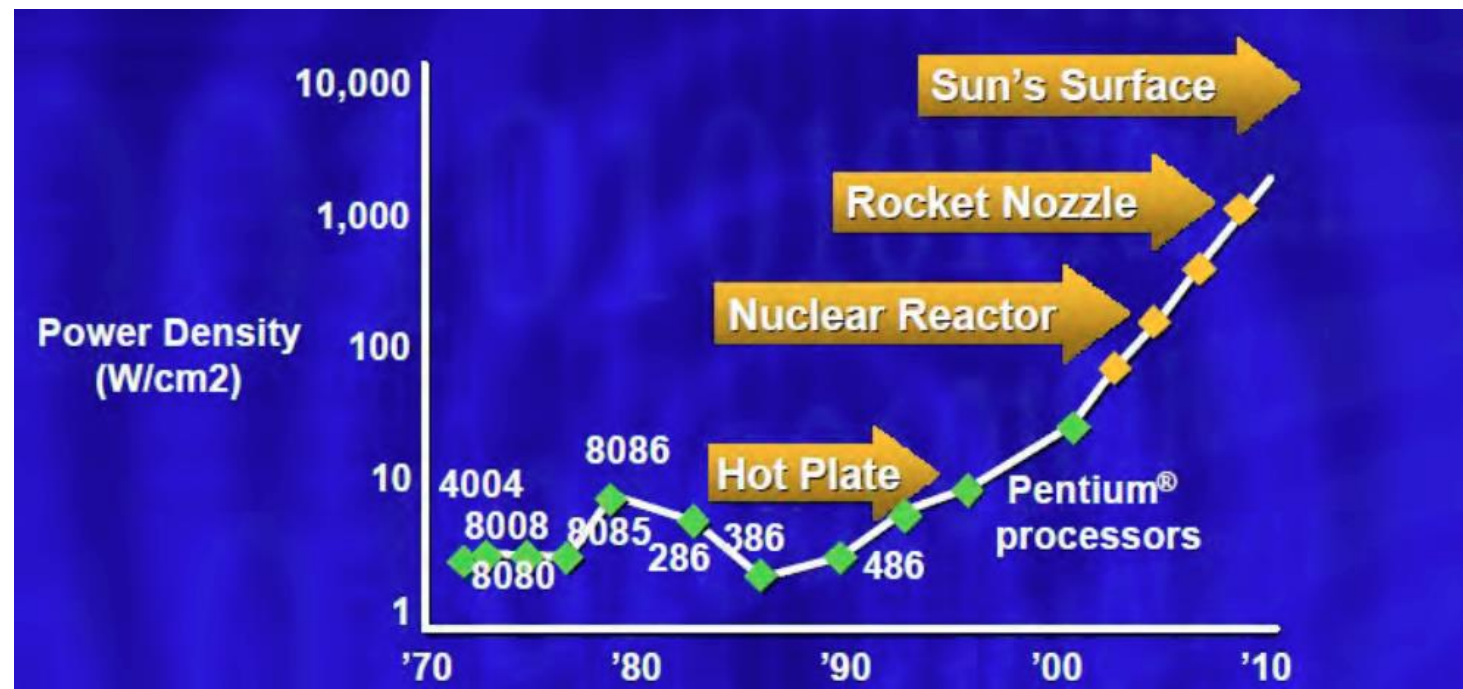
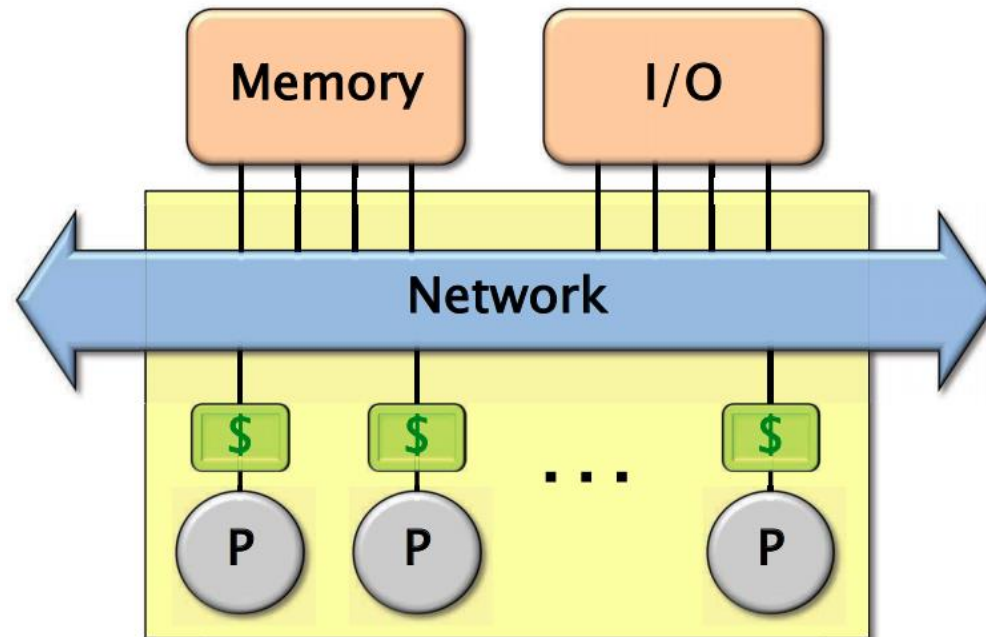


Chart courtesy : Pat Gelsinger, Intel Developer Forum, 2004

- El crecimiento de densidad de energía si el aumento en frecuencia hubiese continuado su tendencia incremental de 25%-30% por año.

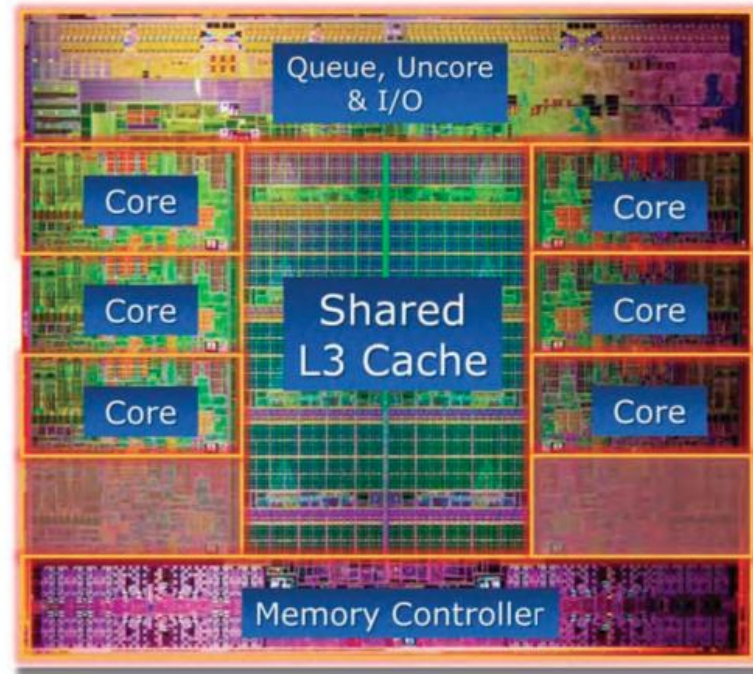
Historia

- Solución de la industria: Multi-core



Historia

- Solución de la industria: Multi-core



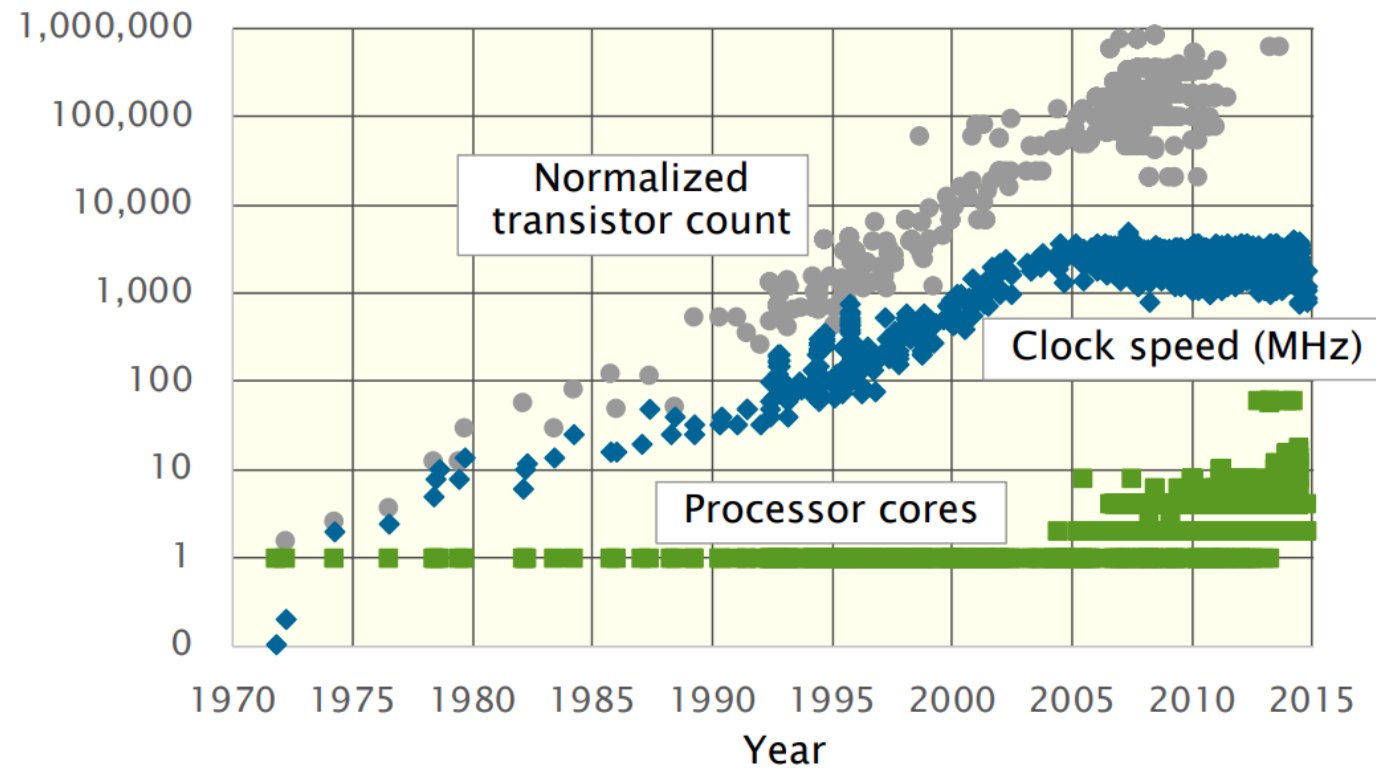
Intel Core i7 3960X (Sandy Bridge), 2011

- 6 cores
- 3.3 GHz
- 15 MB cache L3

- Para escalar performance, fabricantes incorporaron muchos cores de procesamiento en el procesador.

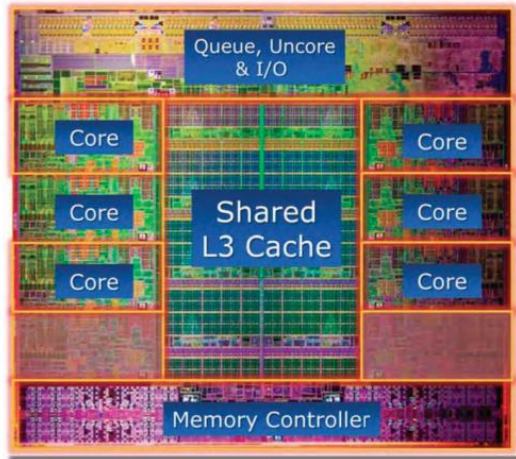
Historia

- Solución de la industria: Multi-core



Computación Heterogénea

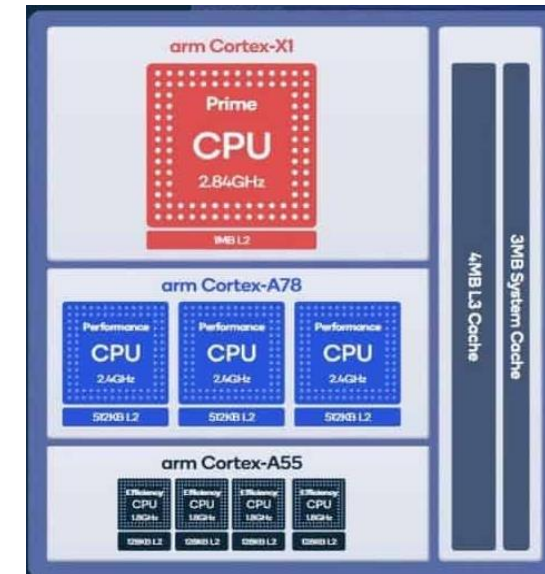
- Actualmente Moore's law continúa incrementando el rendimiento de computadores.
- **PERO**, ahora las arquitecturas poseen: **procesadores multi-core grandes y pequeños**, **jerarquía de memoria compleja**, **unidades de cómputo vectorial**, **GPUs**, **FPGA**, **unidades de inteligencia artificial**, etc.



Intel Core i7



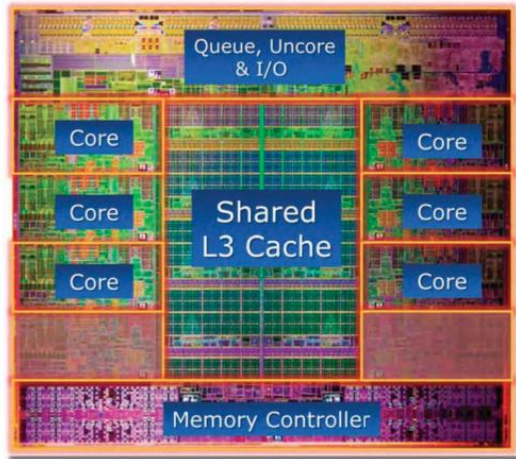
GPU Nvidia RTX 3080



Qualcomm Snapdragon 888 (ARM)

Computación Heterogénea

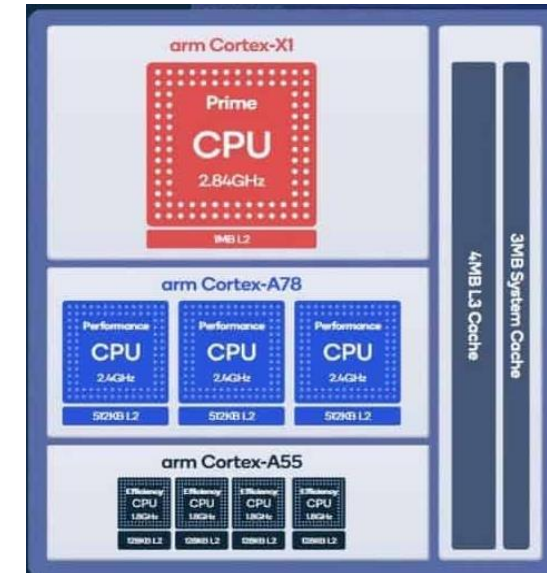
- El software debe ser adaptado para utilizar este hardware eficientemente



Intel Core i7



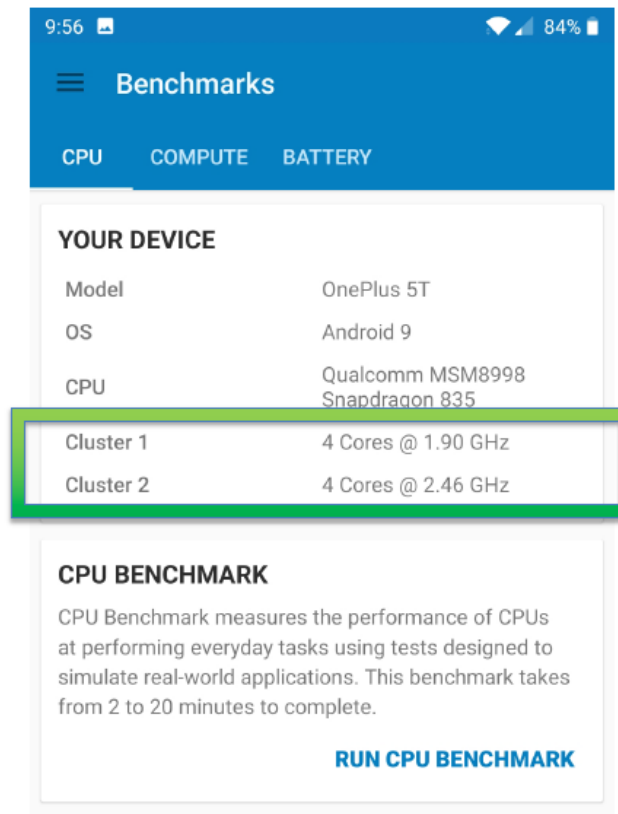
GPU Nvidia GT200



Qualcomm Snapdragon 888 (ARM)

Computación Heterogénea

- Arquitectura heterogénea en un smartphone



The screenshot shows the 'Benchmarks' tab of the AnTuTu app. Under 'YOUR DEVICE', the following information is listed:

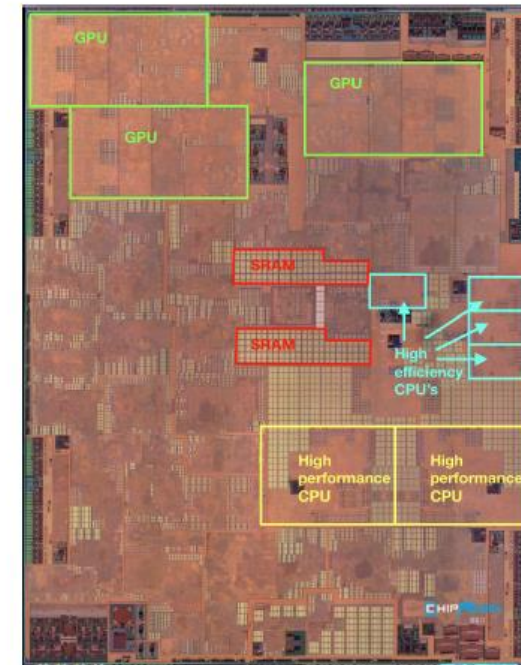
YOUR DEVICE	
Model	OnePlus 5T
OS	Android 9
CPU	Qualcomm MSM8998 Snapdragon 835
Cluster 1	4 Cores @ 1.90 GHz
Cluster 2	4 Cores @ 2.46 GHz

The 'Cluster 1' and 'Cluster 2' rows are highlighted with a green border. Below this, the 'CPU BENCHMARK' section is visible, with a description and a 'RUN CPU BENCHMARK' button.

8 cores, 2 levels of performance

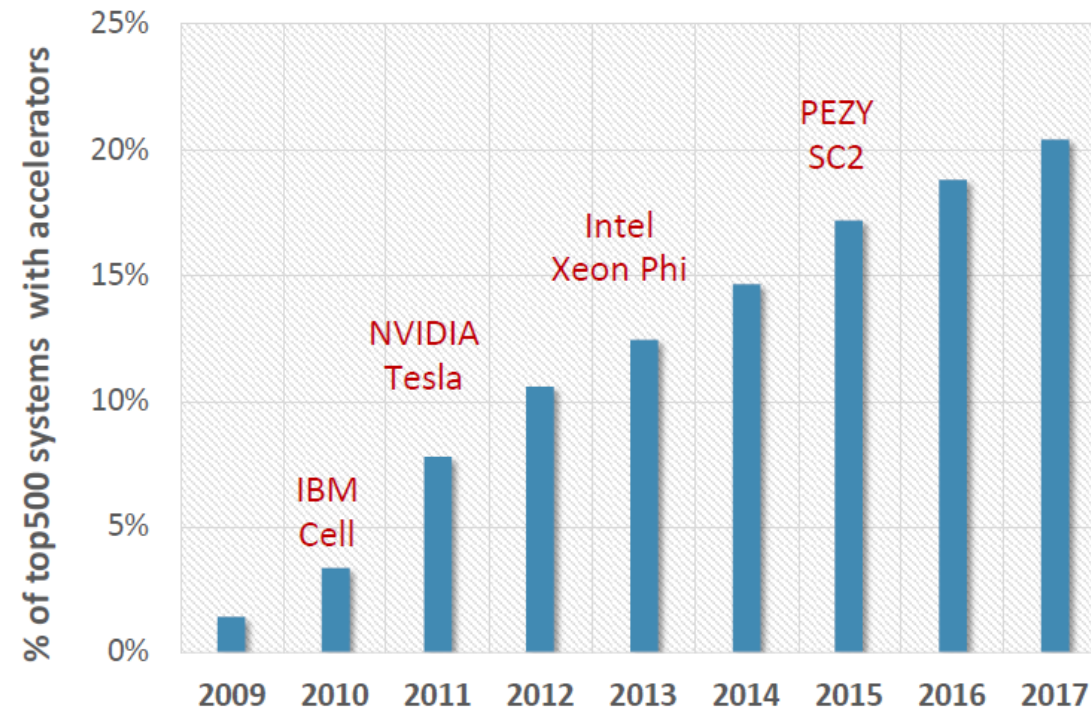
Computación Heterogénea

- Arquitectura heterogénea en un smartphone



Computación Heterogénea

- Aceleradores heterogéneos en los sistemas más potentes del mundo



En esta primera unidad veremos:

- Jerarquía de memoria
- Arquitecturas heterogéneas
 - CPU multi-core
 - GPU
 - FPGA
 - TPU (tensor processing unit)