

semana de la ciencia y la innovación 2022



Orígenes y evolución de Intel y AMD: amor, odio e innovación



CEU
*Universidad
San Pablo*

Gabriel Caffarena Fernández

@bitcaffe/@gacaffe

Noviembre de 2022



- I, me, mine
- Fairchild Semiconductors
- Intel y AMD
- Décadas 60-70
- Década de los 80
- Década de los 90
- Demandas
- Siglo veintiuno



- **I, me, mine**
- Fairchild Semiconductors
- Intel y AMD
- Décadas 60-70
- Década de los 80
- Década de los 90
- Demandas
- Siglo veintiuno



I,me,mine

Trayectoria profesional

6809



Z80



68000



commons.wikimedia.org

- Dragon 64
- MSX 2 (Philips VG-8235)
- Amiga 500

I,me,mine

Trayectoria profesional

- Trabajando en universidades desde 1998: UCL, Imperial College, UPM, USP-CEU
- Investigador en Oxford, Imperial College, Universidad de Rennes, IMEC
- Diseño de dispositivos de ingeniería biomédica: GPU, FPGA y MCU

I,me,mine

Charlas sobre retrocomputación



2014-2022

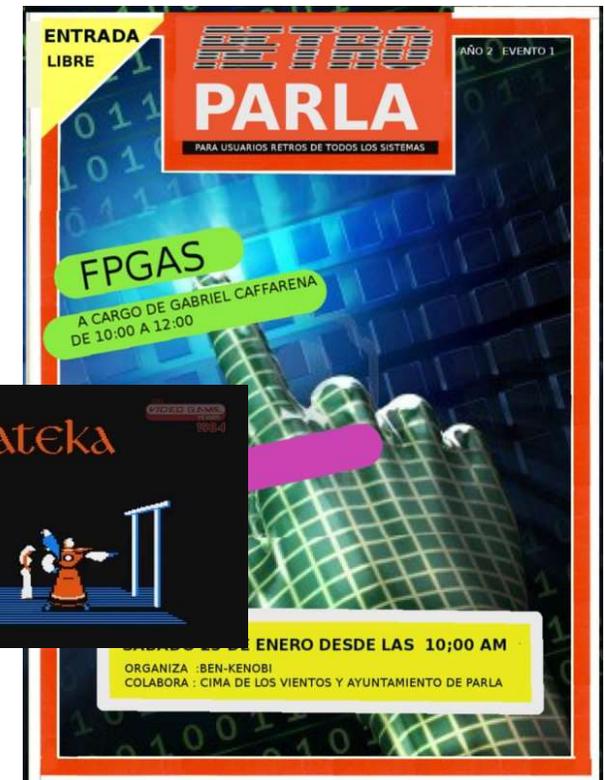


2017, 2018

- Apple II
- Emulación hardware con FPGAs
- 6502
- I4004
- Torres Quevedo
- Steve Wozniak



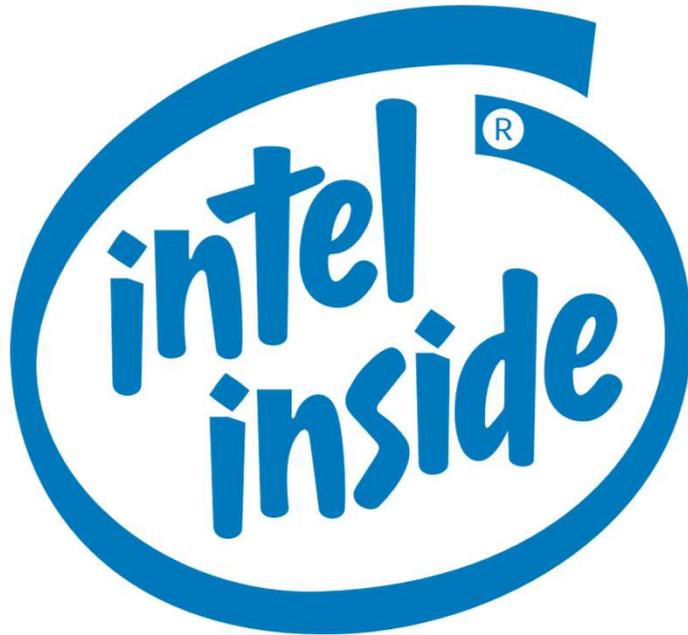
2019



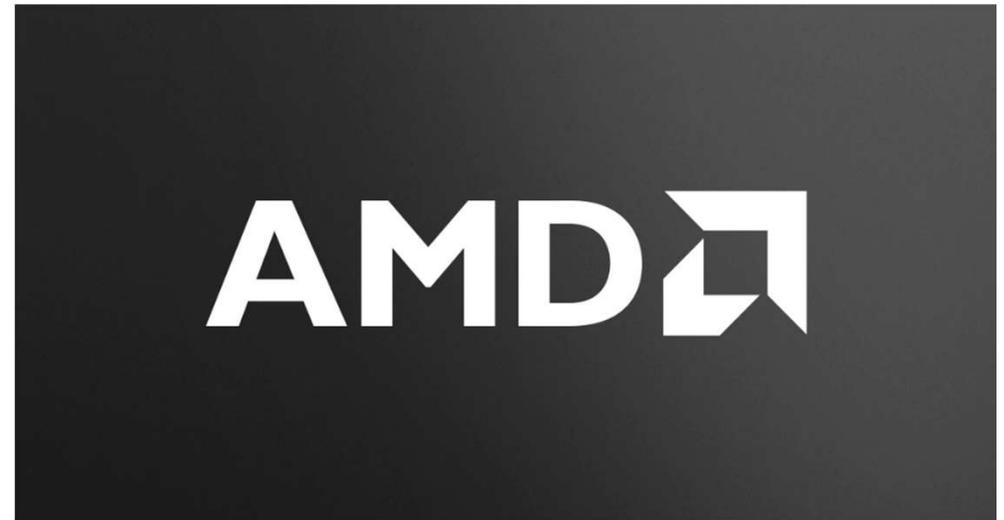
2016, 2019



Intel vs AMD



commons.wikimedia.org



amd.com

- I, me, mine
- **Fairchild Semiconductors**
- Intel y AMD
- Décadas 60-70
- Década de los 80
- Década de los 90
- Demandas
- Siglo veintiuno



La semilla del circuito integrado

- **1957:** Se funda Fairchild Semiconductor International
 - División de Fairchild Camera and Instrument
- 8 exempleados de la empresa Shockley Semiconductor Laboratory
 - Fundada por Badford Shockley → Padre del transistor
 - 8 traidores
- Transistores de Silicio
 - Shockley apostaba por el Germanio
 - El Silicio soporta mejor las temperaturas y consume menos potencia eléctrica



wikipedia.org



La semilla del circuito integrado

Logros de Fairchild

- Tecnología planar
 - Jean Hoerni
 - Transistores de Silicio
- Circuito integrado
 - Patentado por Robert Noyce (Fairchild, Intel)
 - Basado en la tecnología planar de Hoerni
- Transistores MOS de puerta de Silicio (Federico Faggin)
 - Microelectrónica moderna
 - Microprocesador (Intel)
 - CMOS
 - DRAM (Intel)
 - Flash (Intel)

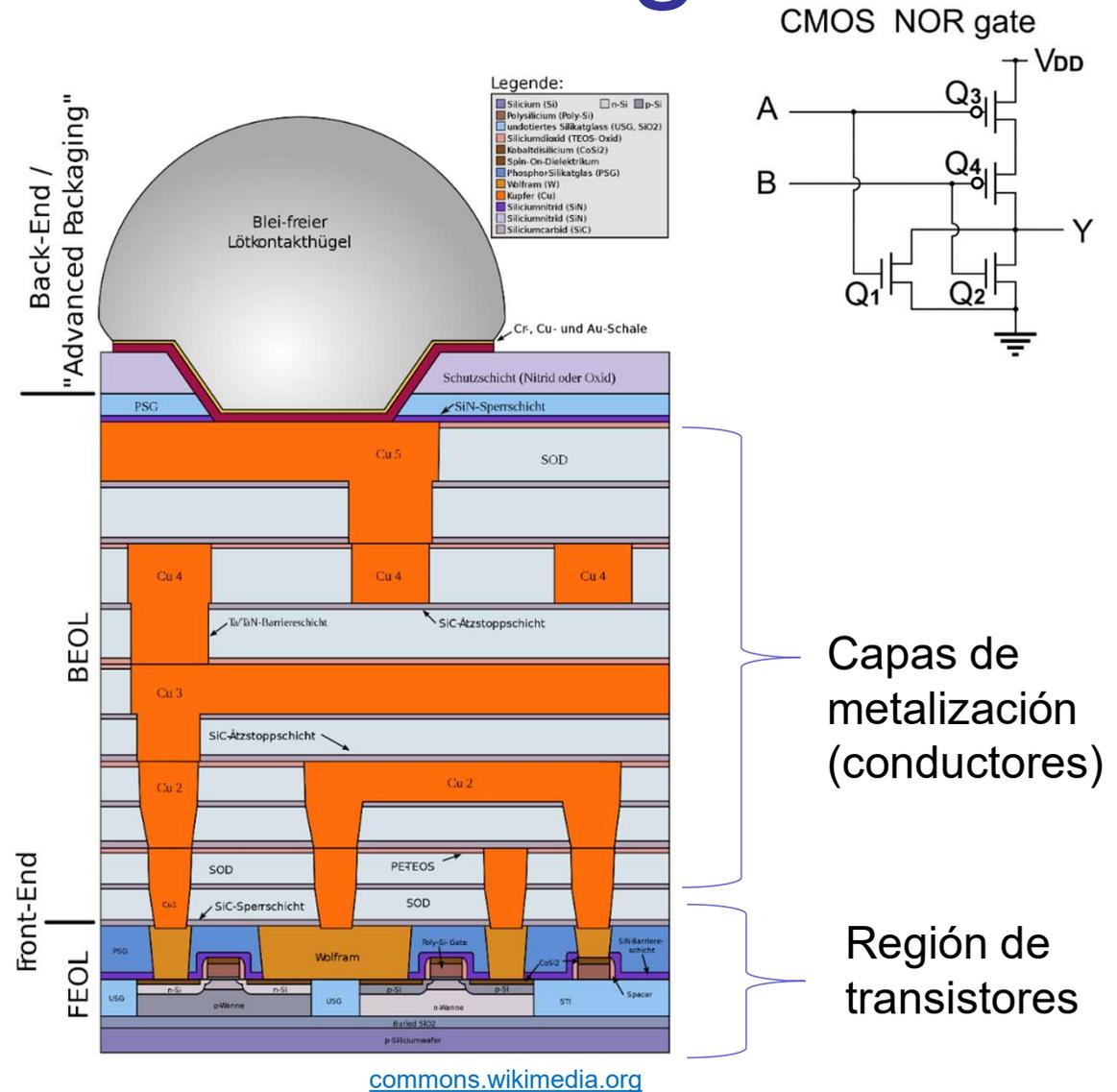
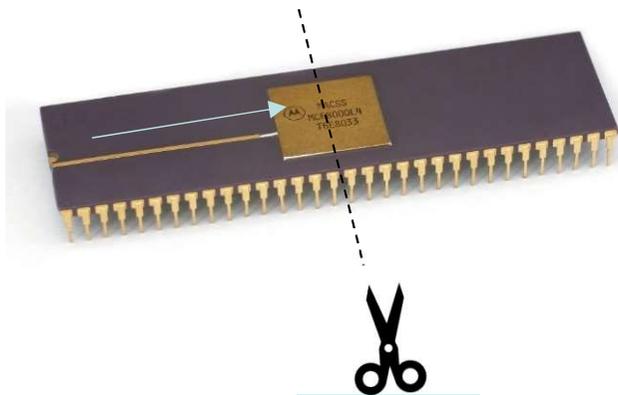
SGT: Silicon Gate Transistor

La semilla del circuito integrado

- **Circuito integrado**

- Transistores fabricados en un mismo bloque (chip)

- **Semiconductores**
- Miniaturización
- Alta velocidad



Capas de metalización (conductores)

Región de transistores

commons.wikimedia.org

Circuito integrado



OBLEA

Raw silicon substrate

Semiconductor Overview Fundamental Processes

MÁSCARAS (LAYOUT)

Diffusion

...e, nitride, poly or similar material.

Photo spins on photoresist, aligns reticle and exposes wafer with reticle pattern. Develop removes resist from exposed areas.

Etch removes film layer that was uncovered during develop. Strips resist.

Implant dopants are implanted for electrical characteristics.

VARIOS CHIPS

circuit pathways.

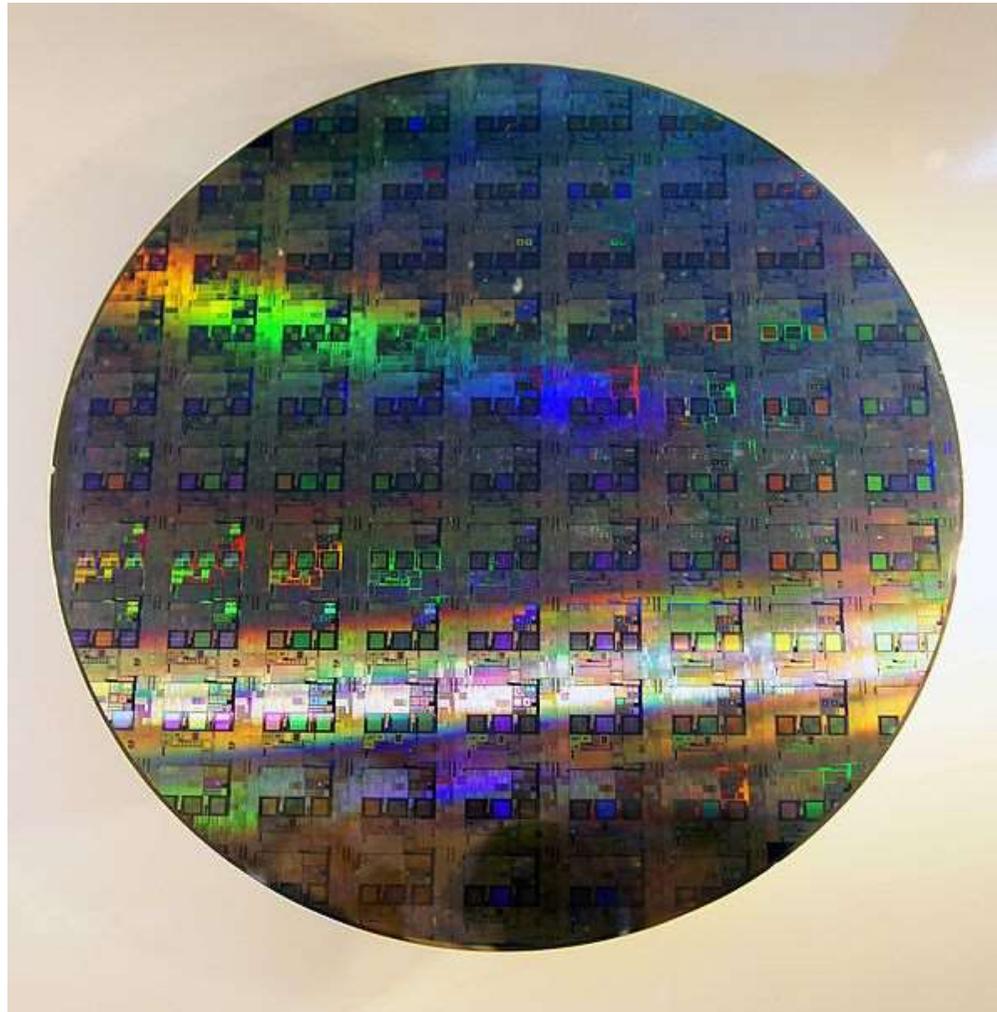
CMP polishing technique to keep surfaces flat so more layers can be added

Probe/Test test device functions

IC manufacturing uses a recursive deposition and masking process to define patterns of doped areas, isolation films and metal conductors to create solid state devices.



La semilla del circuito integrado

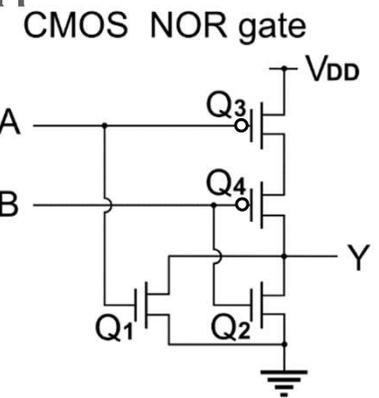


commons.wikimedia.org

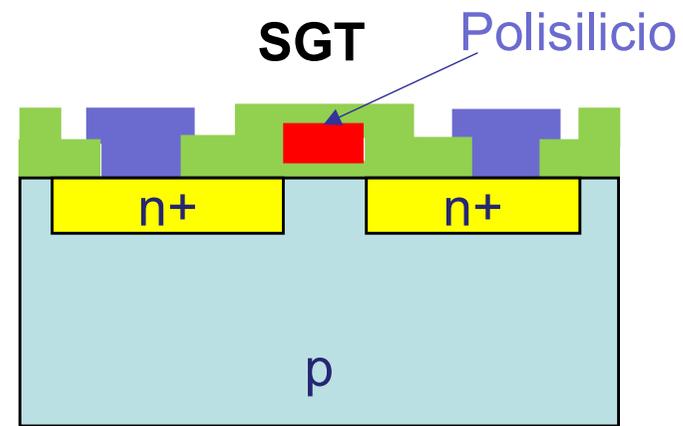
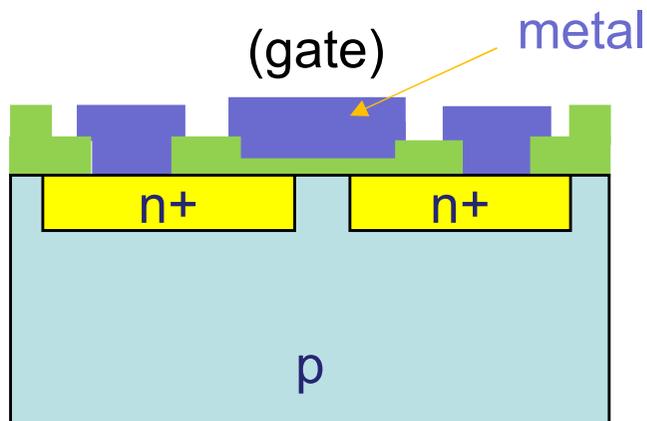


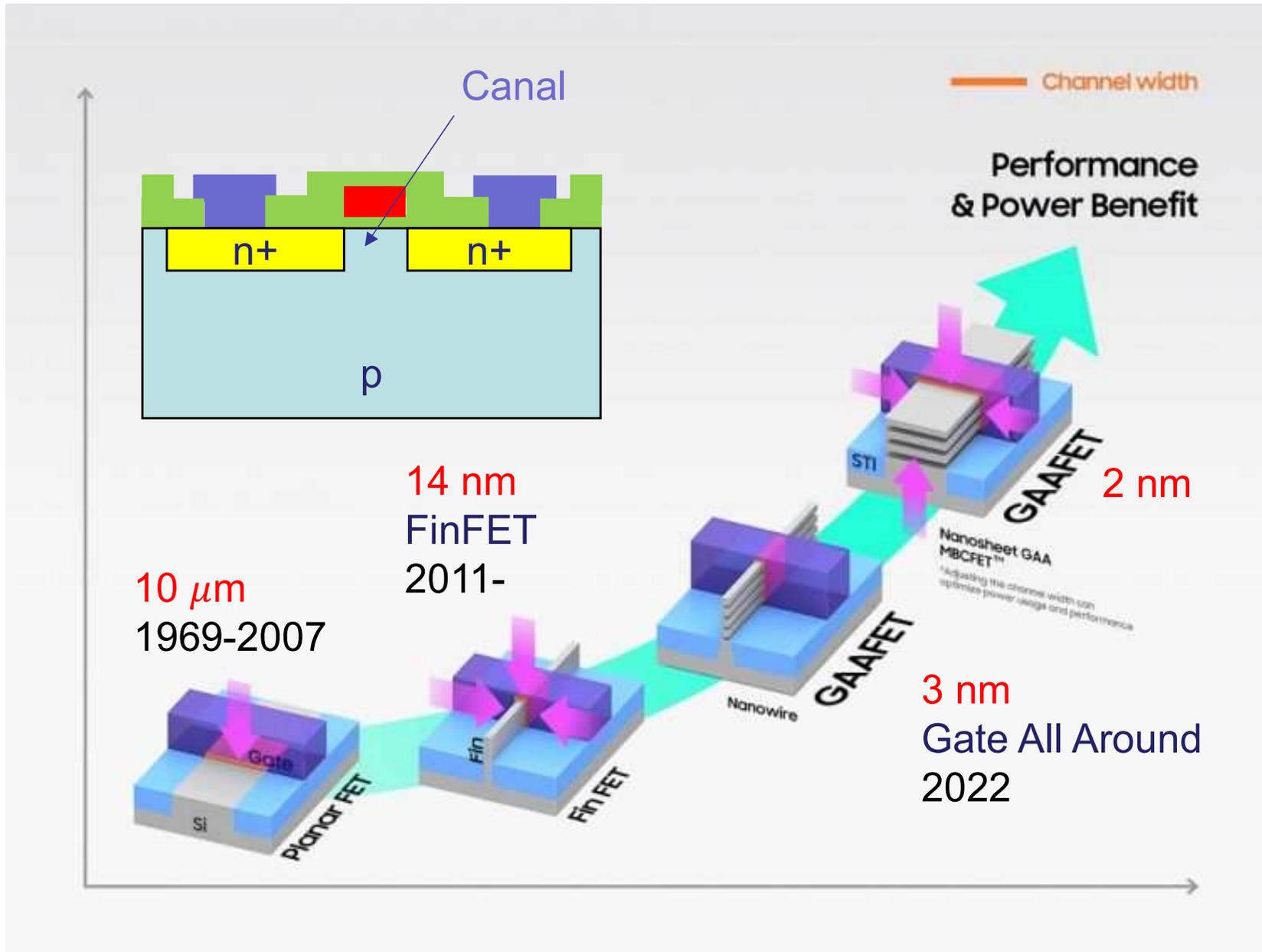
La semilla del circuito integrado

- El transistor MOS (metal-óxido-semiconductor) se fabricaba con conductores de aluminio
- La técnica de Faggin permitía usar silicio (amorfo) en lugar de aluminio para la puerta
 - Eliminaba capacidades entre la puerta y los pozos (surtidor y drenador)
 - Mejoraba las interconexiones entre transistores



- **SGT: Técnica predominante hasta 2007**





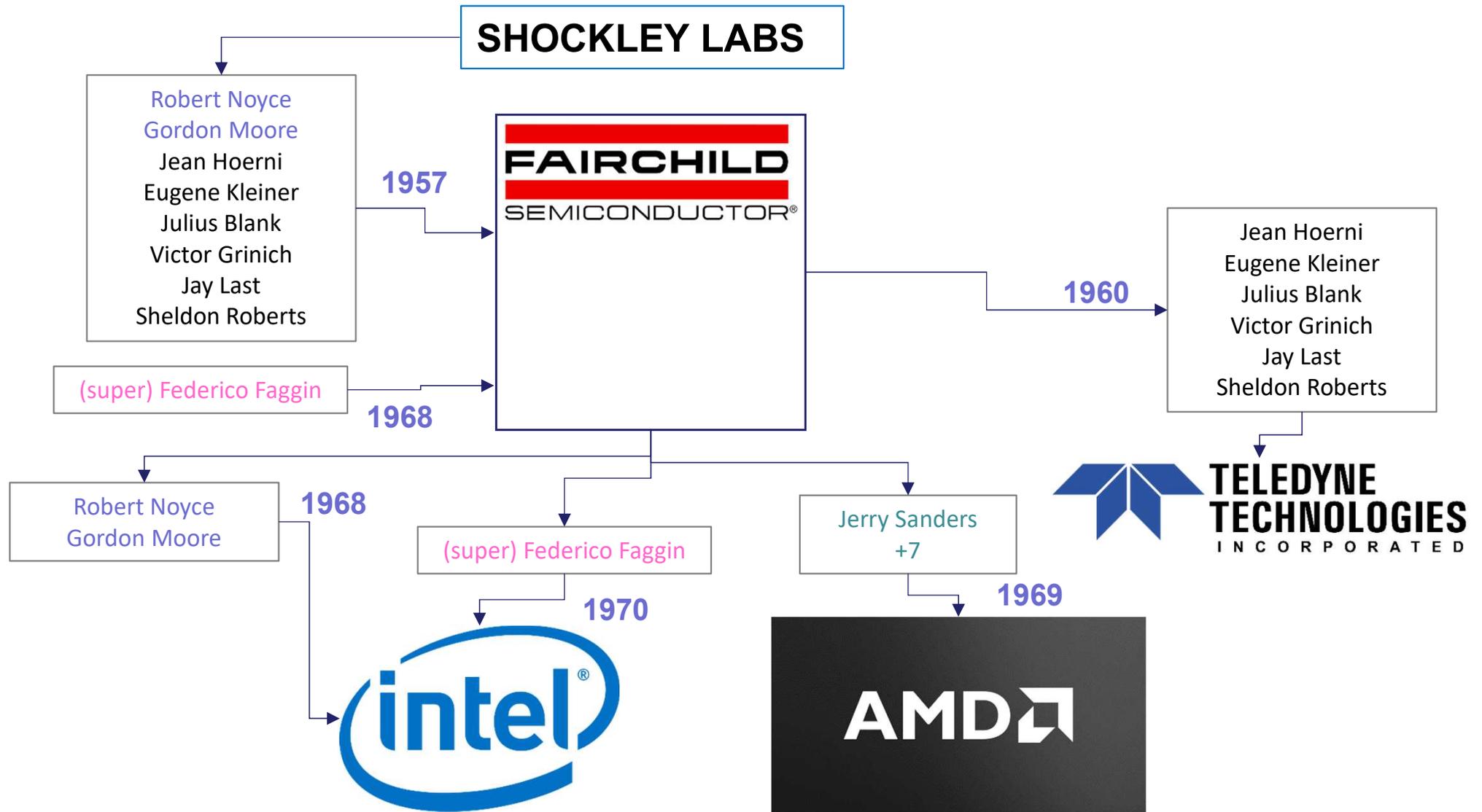
samsung.com

Los 8 traidores

- Robert Noyce
 - Co-fundador de Intel
 - Patente del circuito integrado
- Gordon Moore
 - Co-fundador de Intel
 - Ley de Moore
- Jean Hoerni
 - Tecnología planar → transistor de Silicio
 - Teledyne
- Eugene Kleiner
 - Consiguió la financiación de Fairchild
 - Posteriormente invirtió en Intel
 - Teledyne
- Julius Blank
 - Teledyne
- Victor Grinich
 - Teledyne
- Jay Last
 - Teledyne
- Sheldon Roberts
 - Teledyne

- I, me, mine
- Fairchild Semiconductors
- **Intel y AMD**
- Década de los 60-70
- Década de los 80
- Década de los 90
- Demandas
- Siglo veintiuno

Intel y AMD



Intel y AMD

- **1968: Intel**
 - Robert Noyce y Gordon Moore
 - Circuitos integrados de memorias para ordenadores
- **1969: AMD → Advanced Microdevices**
 - Circuitos digitales
 - ¿Animados por la iniciativa de Intel?
 - Robert Noyce invirtió en AMD (!)
- **1970: Federico Faggin se “alista” en Intel**
 - Cansado de que Fairchild no le deje desarrollar su tecnología
- **1971: Federico Faggin crea el microprocesador i4004**

- I, me, mine
- Fairchild Semiconductors
- Intel y AMD
- **Décadas 60-70**
- Década de los 80
- Década de los 90
- Demandas
- Siglo veintiuno

1968

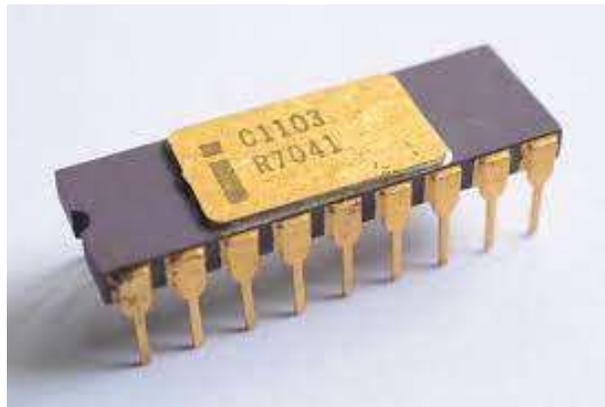
- **Federico Faggin** crea para **Fairchild** el primer chip con la tecnología SGT (Silicon Gate Technology)
 - Fairchild 3708
- Superaba con creces el rendimiento de los transistores bipolares
- A pesar de este éxito, todavía quedaban cosas por refinar en esta tecnología
- Creación de **Intel**

1969

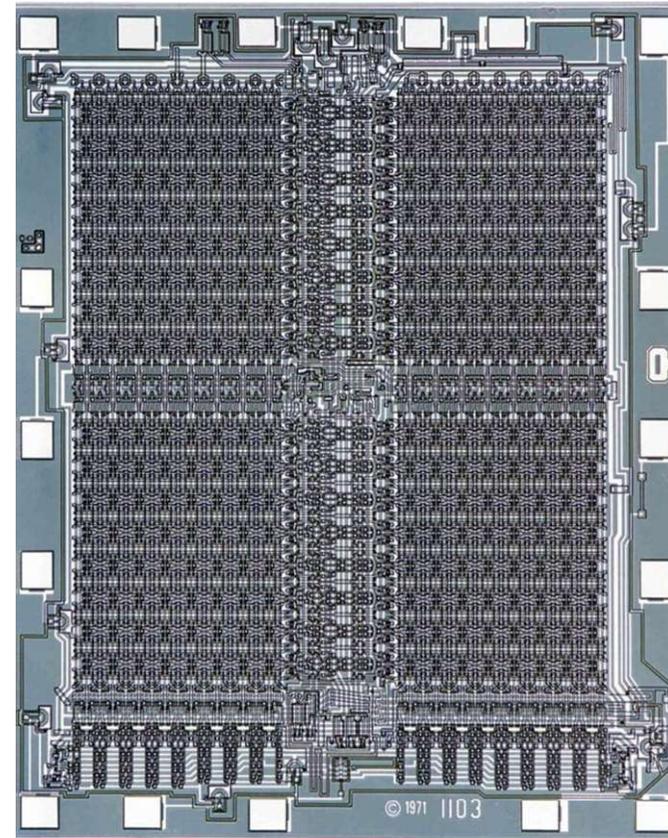
- **Fairchild** (F. Faggin) termina de completar el proceso de fabricación MOS (SGT) por lo que puede usarse en cualquier circuito integrado.
- **Intel** crea su primer chip de memoria
 - 3101: SRAM de 64 bits, tecnología bipolar
 - La primera SRAM la fabricó **IBM** en **1965**
- **Intel** crea su primer chip de memoria basado en SGT
 - 1101: SRAM de 256 bits → SGT MOS
 - ¿Cómo es posible?
 - Incluso hoy en día siguen afirmando que es “el primer chip con puerta de silicio”, que fue diseñado por Faggin en 1968.
- Inicio de **AMD**
- **AMD** crea su primer chip (registro de desplazamiento de 4 bits)

1970

- **Intel** patenta la idea del “contacto enterrado”
 - Idea original de Faggin
 - No es autor de la patente
- Lo utiliza en:
 - 1103: primera DRAM
 - 1024 bits



[wikipedia.org](https://es.wikipedia.org/wiki/Intel_1103)



[computerhistory.org](https://www.computerhistory.org)

1971

- **AMD** entra en el mercado de las memorias
 - Am3101 → ¿i3101 [1969]?
 - SRAM de 64 bits
 - Tecnología bipolar
- **Intel** crear el primer microprocesador comercial el i4004
 - 4 bits
 - Diseñado por Faggin
- ¿Qué sabía **Intel** de SGT?

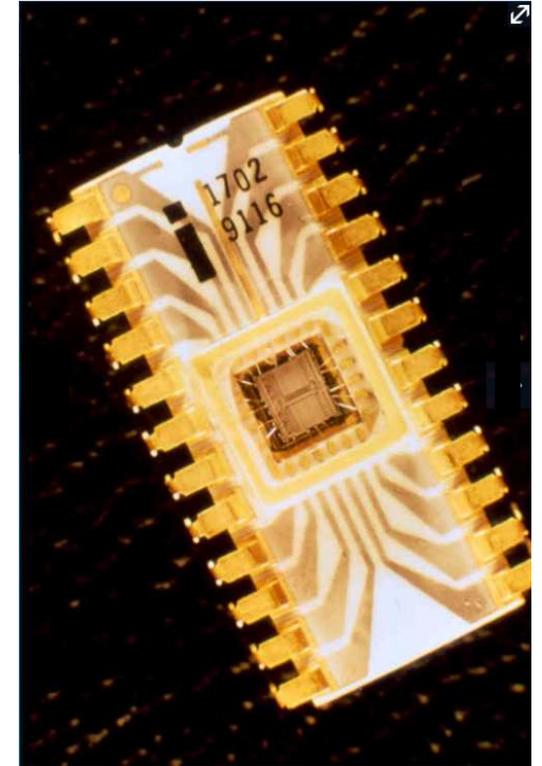
1972

- **Intel** pone en el mercado su segundo microprocesador:
 - i80**08** (8 bits)
 - Proyecto “rescatado” y finalizado por **Faggin**.
- **Faggin** comienza el diseño del i80**80**

- **AMD** pasa a ser segunda fuente de Intel para MOS/LSI (large scale integration, circuitos lógicos)

1972

- **Intel** crea la primera memoria EPROM
- **Dov Frohman** ideó los fundamentos a partir de las ideas sobre SGT en **Fairchild**
- En 1971 trabajaba para **Intel** y desarrolló la tecnología



[timeline.Intel.com](https://timeline.intel.com)

1974

- **Intel** pone en el mercado su primer microprocesador de éxito:
 - i8080
 - Diseñado por **Faggin**.

- **Zilog:** Faggin abandona Intel y crea su propia empresa
 - Ralph Ugermann co-fundador
 - Primer empresa dedicada exclusivamente a microprocesadores
 - Z80 → i8080 mejorado



[wikipedia.org](https://www.wikipedia.org)

Habilidad de Intel

- Puertas de Silicio (**Faggin**)
 - Lo explota Intel para mejorar sus circuitos y es vital para el primer microprocesador
- Microprocesador (**Faggin**)
 - **Intel** es conocida sobre todo por sus microprocesadores. Hasta hace muy poco ha ocultado el papel de Faggin en la creación del mismo
- EPROM (**Dov Frohman – Fairchild 1969**)
 - **Intel** fabrica la primera EPROM (1702, 1972)
- DRAM (**Robert H. Dennard – IBM 1966**)
 - **Intel** fabrica la primera DRAM de 1 Kbit (1103, 1972)
- Flash (**Fujio Masuoka - Toshiba 1984**)
 - **Intel** fabrica el primer chip Flash (1988)

1975

- **AMD** entra en el mundo de los microprocesadores.
 - **Am9080**: Clon del 8080 de **Intel**
 - Familia de chips **Am2900**: Familia de chips que permitía crear una CPU con tamaño de palabra múltiplo de 4 bits, encadenando chips.

- **Pixar Image Computer (1986)** utilizaba los chips Am2900

1978

- **Intel** pone en el mercado el famoso **8086** (16 bits)
- No es la evolución del **8080**, sino un microprocesador nuevo y mejorado.
- Dará pie al 8088 que se utilizará en el **IBM PC** y a la saga x86 (1982)

1979

- **Intel** pone en el mercado el **8088** (16 bits)
 - Internamente son prácticamente iguales
 - Bus de datos de 8 bits
 - Elegido como procesador del **IBM PC** (1982)

- I, me, mine
- Fairchild Semiconductors
- Intel y AMD
- Décadas 60-70
- **Década de los 80**
- Década de los 90
- Demandas
- Siglo veintiuno

Década 80

1982

- **Intel** será el proveedor de las CPUs para el **IBM PC**
 - 8088
- **IBM** pone como condición que haya un segundo proveedor
 - **AMD**

- **Intel** será el proveedor de las CPUs para el **IBM PC**
 - 8088
- **IBM** pone como condición que haya un segundo proveedor
 - **AMD**
- Cross-licensing agreement
 - **AMD** puede fabricar productos de Intel
 - **Intel** puede también fabricar los productos que cree **AMD**
 - Si alguna de las dos compañías es adquirida por otra se finaliza el contrato
 - ¿Ha estado **AMD** siempre a la cola de Intel?

- **Intel** → i286 (16 bits)
- **AMD** empieza a producir 8086 y 8088

- **AMD** interpreta que también puede realizar variaciones de los chips.
 - Parece razonable...
 - A **Intel** no le gustó demasiado la idea

Comienzo de una relación de dependencia y rivalidad

Década 80

1984

- **AMD** crea un clon del i286
 - Am286
 - 2 veces más rápido

- **Intel** empieza a preocuparse...

Década 80

1985

- Crisis de los semiconductores
- **AMD** afronta la crisis innovando
 - Deciden abandonar la memorias DRAM
 - Optan por fabricar con CMOS (la tecnología dominante era N-MOS)
- **Intel** → i386 (32 bits)

Década 80

1986

- **AMD** crea su primer procesador RISC
 - Am29000 (Am2900 se creó en 1975)
 - Basado en Berkeley RISC (como los primeros micros de ARM y Sun)

Década 80

1987

- **Intel** prohíbe a **AMD** fabricar chips superiores al 286
 - Am286 (1984)
 - Miedo a un clon Am386
- **AMD** los demanda

Década 80

1989

- Intel → i486



[wikipedia.org](https://es.wikipedia.org/wiki/Intel_i486)

- **AMD** espera a que se resuelva la demanda de 1987
 - ¡Solo pueden vender 286s!

- I, me, mine
- Fairchild Semiconductors
- Intel y AMD
- Décadas 60-70
- Década de los 80
- **Década de los 90**
- Demandas
- Siglo veintiuno

- **AMD** gana el juicio (1987-1991)
 - Am386 → Clon del i386
 - Relojes superiores (40 Mhz vs 33 Mhz)
 - Rendimiento cercano al del 486
- Hicieron el chip mediante ingeniería inversa
- La jugada le salió bien a **Intel**, porque estuvo desde 1987 dominando el mercado.
- “Trial” and Error
- A pesar de las pérdidas de los juicios, ambas compañías han salido a flote con la venta de sus productos

Década 90

1993

- Intel → Pentium

1995

- Intel → Pentium Pro

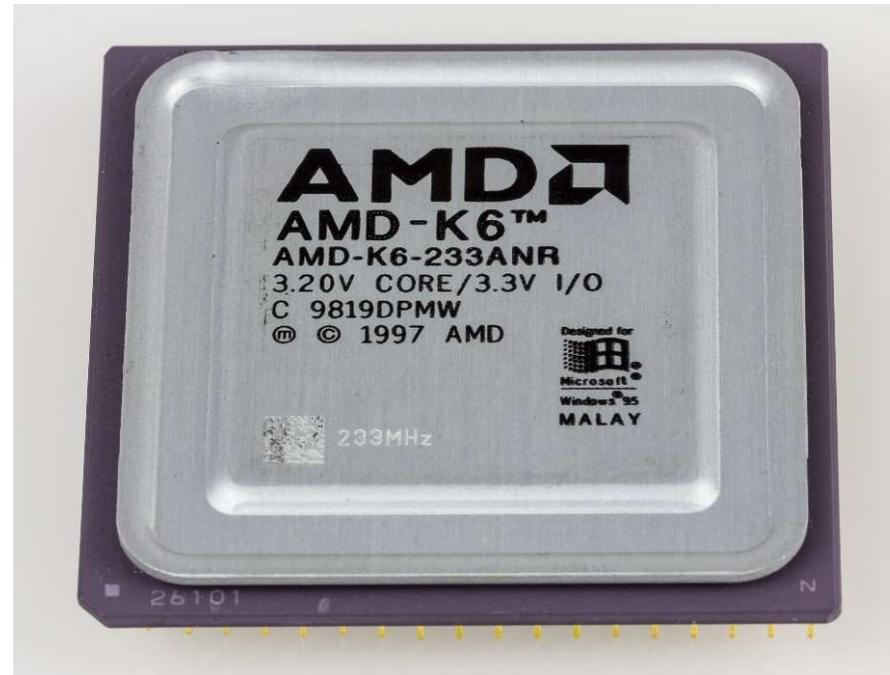
- **Intel** → Pentium MMX
- Diseño del **AMD-K5** → **5K86**
 - Convertía las instrucciones x86 a RISC (Am29000 [1986])
 - Intento de superar al Pentium de **Intel**
 - Lo consiguió, pero...
 - Era tan complejo que se retraso en su puesta al mercado

Década 90

1997

- **AMD-K6**

- Más potente que el microprocesador Pentium



commons.wikimedia.org

- **AMD64 (x86-64)**
 - Por primera vez, **AMD** se adelanta a **Intel**
 - AMD64 propone una nueva arquitectura de 64 bits con un modo de compatibilidad de 32 bits
- **Athlon K7**: Procesador de 32 bits. Rompe la barrera del gigahercio
- **Intel** crea después una versión diferente de 64 bits (**IA64**) junto a **HP**
 - Se usó en la familia de procesadores Itanium

Primeros procesadores AMD64 o IA64

- **2000 Intel**: Pentium 4 (AMD64)
- **2001 Intel**: Itanium (IA64)
- **2003 AMD**: Opteron, Athlon 64

- Algunos pioneros de los microprocesadores de 64 bits son:
 - **1991:** MIPS Computer Systems → R4000
 - **1992:** DEC → Alpha
 - **1995:** Sun Microsystems → UltraSPARC
 - **1995:** HAL Computer Systems → SPARC64
 - **1996:** Hewlett-Packard → PA8000
 - **1997:** IBM → RS64

 - **2001:** Intel → Itanium
 - **2003:** AMD → Opteron, Athlon 64

- I, me, mine
- Fairchild Semiconductors
- Intel y AMD
- Décadas 60-70
- Década de los 80
- Década de los 90
- **Demandas y más demandas**
- Siglo veintiuno

Demandas y más demandas

- **1987** AMD demanda a Intel (386)
- **1990** Intel demanda a AMD (copyright)
- **1992** AMD (interferencia tortuosa)
- **1993** Intel (copyright)
- **1997** Intel (infracción de marca registrada)
 - Intel decide dejar de usar números y utilizaron nombres como pentium, etc.
- **2000** AMD
- **2005** AMD (Comisión europea → prácticas anticompetitivas)
- **2007** Intel

Estrategias

- Demandar y prohibir implementar determinados micros
- **Intel** promovía el uso de compiladores
 - Funcionaban bien con Intel
 - No optimizaban bien con AMD: a pesar de todo, incluso así **iban más rápido**
- Marketing: *Intel-inside*
- Aplicar descuentos a compañías que usab sus chips habitualmente
 - En los 2000 los descuentos a Dell eran notables

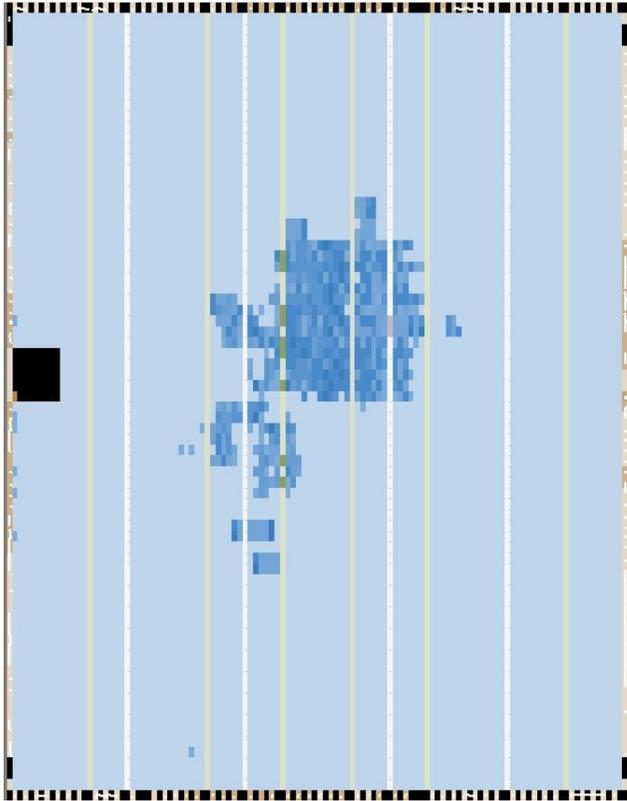
- I, me, mine
- Fairchild Semiconductors
- Intel y AMD
- Décadas 60-70
- Década de los 80
- Década de los 90
- Demandas y más demandas
- **Siglo veintiuno**

Siglo XXI

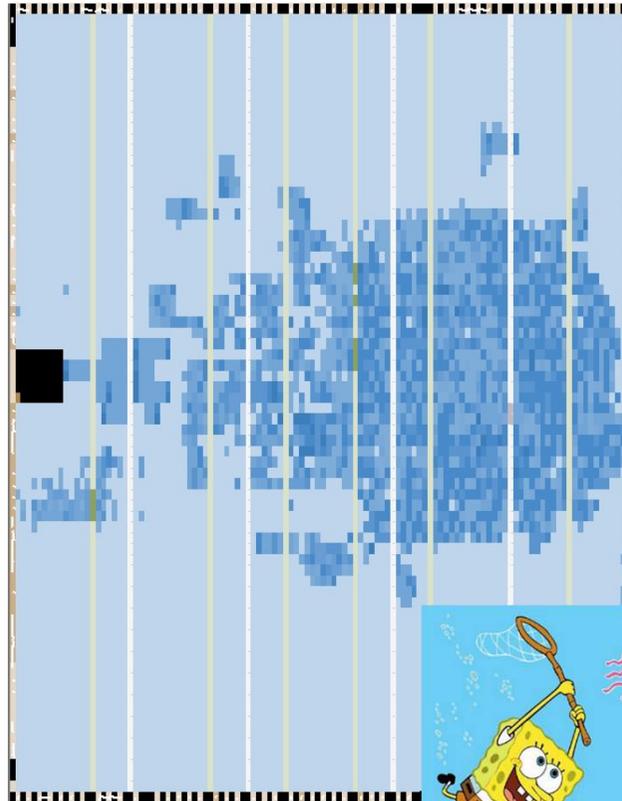
- **2006:** AMD adquiere ATI
 - GPU
- **2015:** Intel adquiere **Altera** → **Intel-FPGA**
 - FPGA
 - Tejido reconfigurable en los propios microprocesadores
- **2020:** AMD adquiere **Xilinx** → **AMD-Xilinx**

La guerra continúa

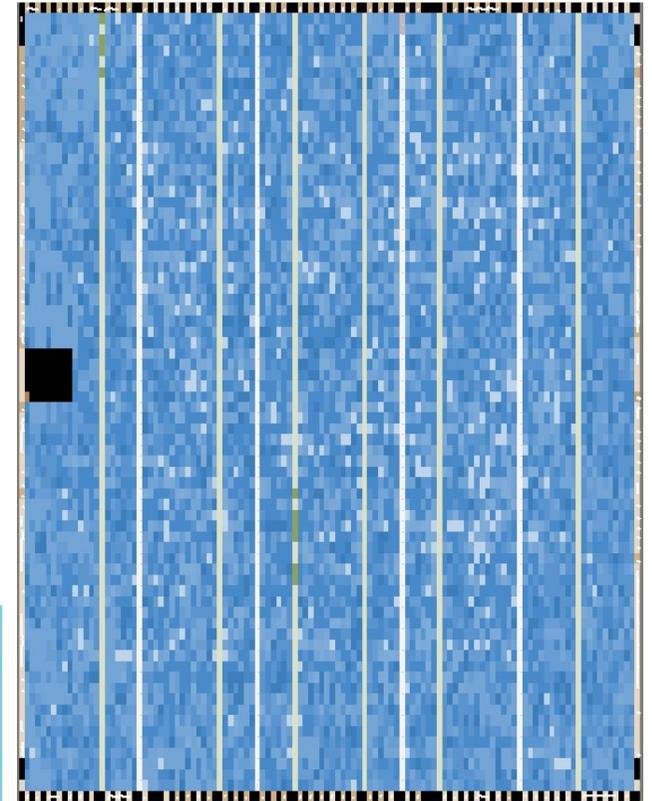
Siglo XXI
FPGA



2 procesadores



8 procesadores



35 procesadores

P. Tirador et al, "Hardware Accelerator to Compute the Minimum Embedding Dimension of ECG Records", IWBBIO, 2016



Siglo XXI

- Robert Noyce falleció en 1990
- **1990:** La asociación **Semiconductor Industry Association** crea la medalla Robert N. Noyce.
 - **1998:** Jerry Sanders
 - **2020:** Lisa Su (actual CEO de AMD)

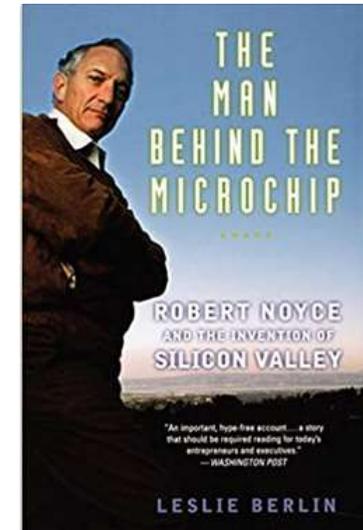
Referencias

- “Silicon”, F. Faggin, 2021
- www.intel4004.com
- “The Making of the First Microprocessor”, F. Faggin, IEEE, 2009
<https://ieeexplore.ieee.org/document/4776530>
- “The Intel 4004 microprocessor: what constituted invention?”, W. Aspray, IEEE, 1997



Referencias

- “The Man Behind the Microchip: Robert Noyce and the Invention of Silicon Valley”, L. Berlin, 2006



- “Intel and the x86 Architecture: A Legal Perspective”, Greg. Tang, JOLT digest, 2011.

<https://jolt.law.harvard.edu/digest/intel-and-the-x86-architecture-a-legal-perspective>

- https://www.reddit.com/r/hardware/comments/3b0ytk/discussion_what_is_an_x86_license_and_why_do/?ref=share&ref_source=embed&utm_content=body&utm_medium=post_embed&utm_name=cd35bde9fd5d479f9ac32cc70cf6cf37&utm_source=embedly&utm_term=3b0ytk

Referencias

- <https://www.intel.com/>
- <https://www.intel.com/content/www/us/en/products/programmable.html>
- <https://amd.com>
- <https://www.xilinx.com/>

¡Gracias!

- Twitter: @bitcaffe @gacaffe
- gabriel.caffarena@ceu.es
- gacaffe@gmail.com
- www.gacaffe.net