

Universidad de Los Andes  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Sistemas

Ley de Amdahl  
Ley de Moore

**Prof. Gilberto Díaz**  
**gilberto@ula.ve**

*Departamento de Computación, Escuela de Sistemas, Facultad de Ingeniería  
Universidad de Los Andes, Mérida 5101 Venezuela*

# Ley de Moore

La ley de Moore habla sobre una particular tendencia a largo plazo en la historia del hardware.

Esta plantea que el número de transistores que puede colocarse dentro de un chip de silicio (a bajo costo), se dobla aproximadamente cada dos años.

El término fue acuñado por el profesor de Caltech Carver Mead en honor al co fundador de Intel Gordon E. Moore quien introdujo el concepto en un paper en 1965.

Esta ley describe los eventos tecnológicos de los finales del siglo 20 y principio del siglo 21.

Se piensa que esta tendencia se mantenga hasta el 2015 o tal vez un poco más.

La capacidad de cada componente de un computador se ve afectada por la Ley de Moore. Generalmente estos aumentos son exponenciales

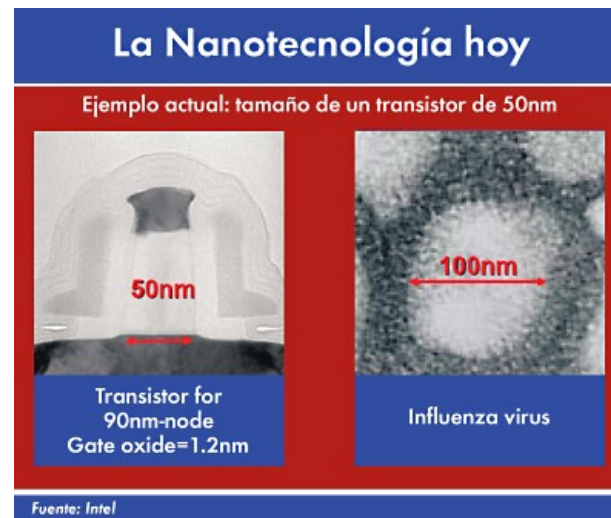
- **Procesador:** velocidad de procesamiento
- **Memoria:** capacidad de almacenamiento

Sin embargo, en términos de procesadores, no siempre el crecimiento de transistores no se traduce en un incremento directo de rendimiento.

Particularmente, en los procesadores multi core, las aplicaciones seriales no se ejecutan sustancialmente más rápido.

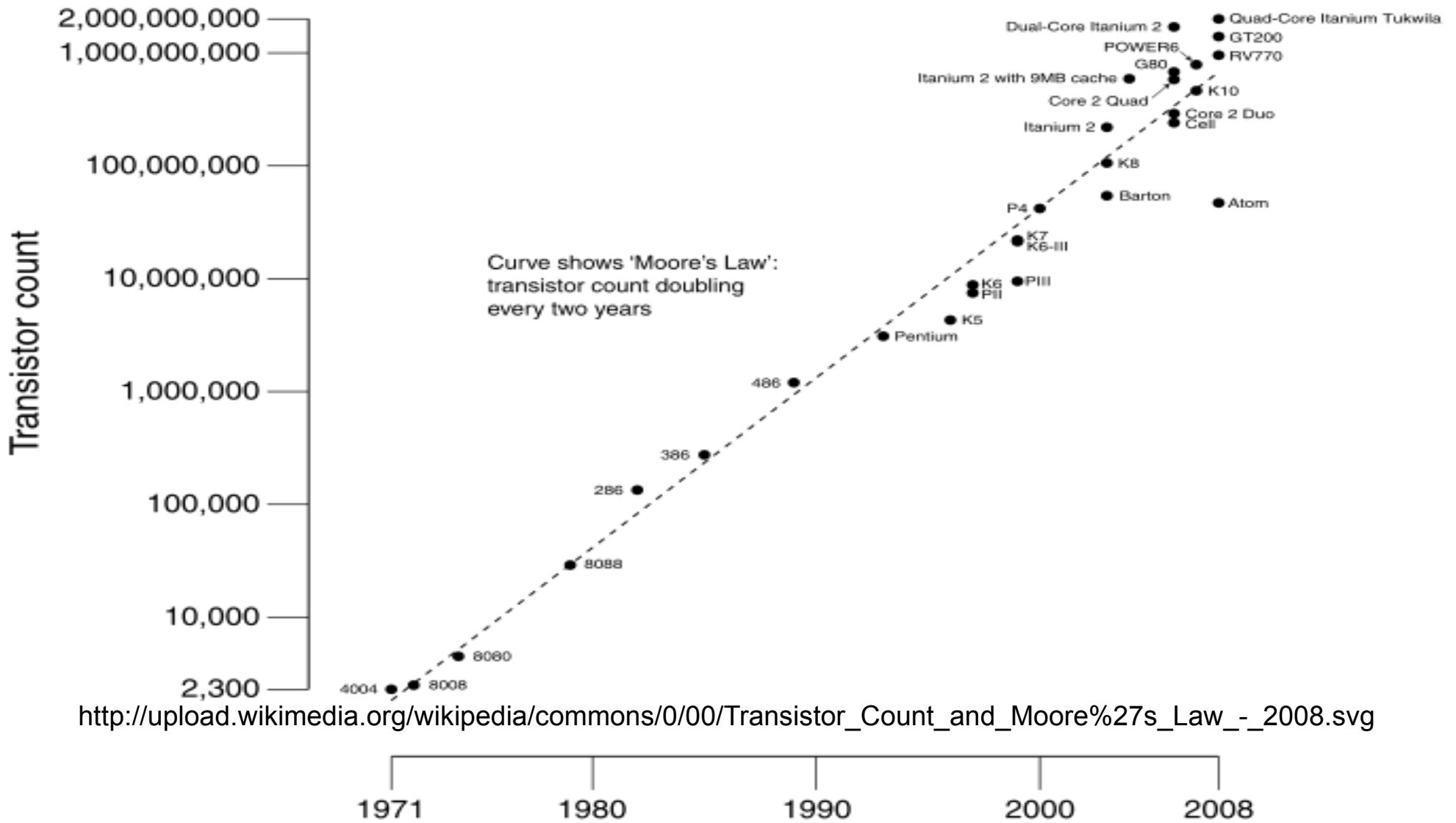
Hay muchos casos donde un incremento de un 45% en el número de transistores sólo se traduce entre 10 y 20% de rendimiento

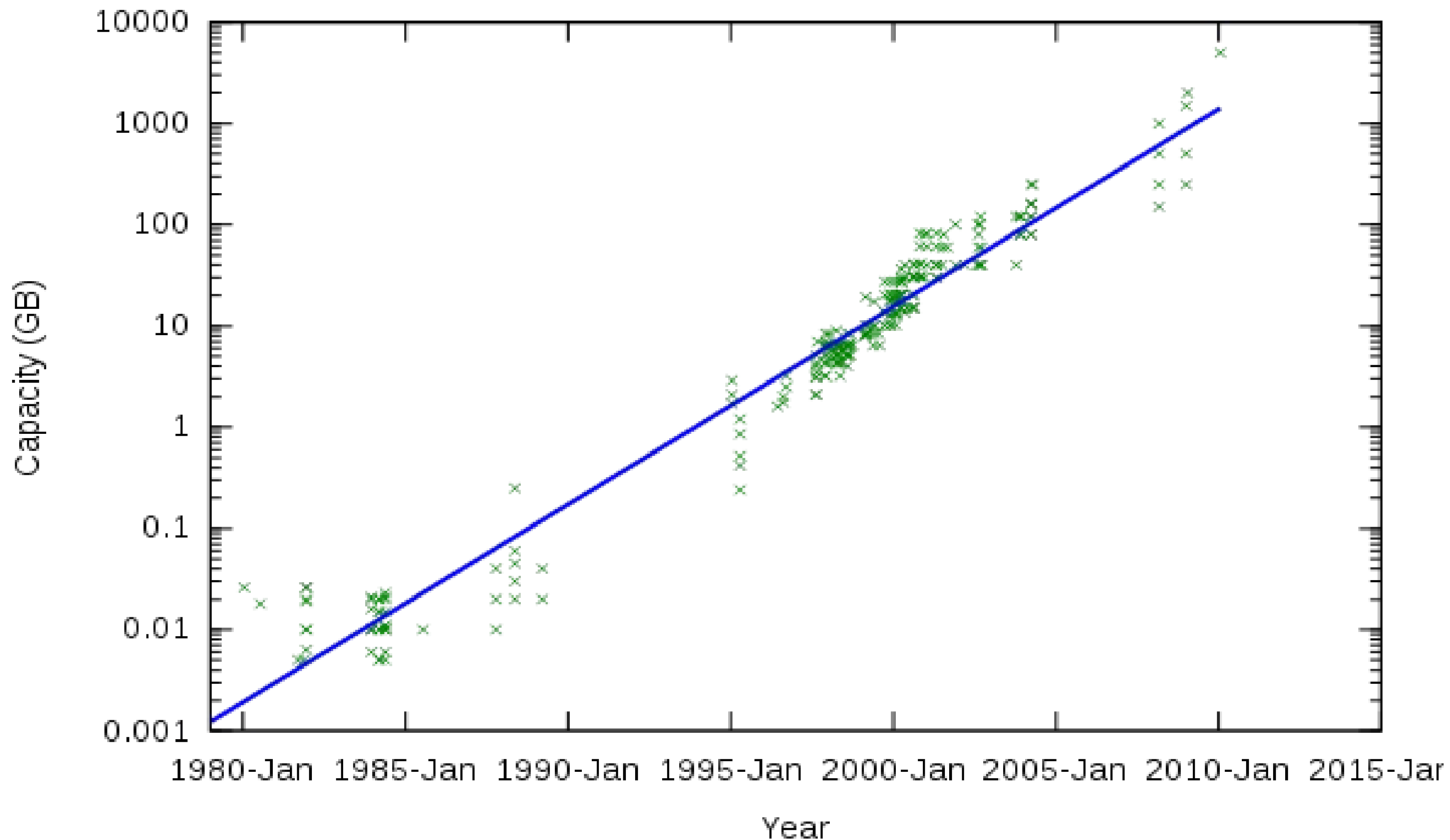
La tecnología nehelem de Intel plantea sacar un procesador de 8 núcleos y 2300 millones de transistores



# Ley de Moore

## CPU Transistor Counts 1971-2008 & Moore's Law





# **Ley de Amdahl**

Teóricamente, si uno dobla el número de procesadores, el tiempo de ejecución debería reducirse a la mitad.

Si se dobla el número de procesadores sucesivamente, entonces se debería acortar a la mitad el tiempo de ejecución

Todo programa consta de:

- Una o más porciones que no se pueden paralelizar
- Una o más porciones paralelizables

## **Ley de Amdahl**

La ley de Amdahl es un **modelo matemático** que describe la relación entre la aceleración esperada de la implementación paralela de un algoritmo y la implementación serial del mismo algoritmo

Técnicamente la ley de Amdahl trata sobre la aceleración **S** que se puede alcanzar a partir de las modificaciones (mejoras) de una porción **P** de un cálculo.

$$\frac{1}{(1 - P) + \frac{P}{S}}$$

Por ejemplo, si se realiza una mejora del 30% en el tiempo de ejecución del cálculo, entonces la porción modificada (mejorada) será 0.3

Y si la porción modificada se ejecuta el doble de rápido, entonces la aceleración será igual a 2.

Esta fórmula se deriva de lo siguiente:

Asumamos que el tiempo que toma el cálculo original es 1 (para una unidad de tiempo cualquiera)

Esta fórmula se deriva de lo siguiente:

El tiempo que toma el nuevo cálculo es igual a:

Al tiempo que toma la ejecución de la porción  
no modificada

$$(1 - P)$$

Más el tiempo que toma la ejecución de la  
porción modificada.

Esta fórmula se deriva de lo siguiente:

El tiempo que toma la ejecución de la porción modificada es igual al tiempo que le tomaba originalmente dividida por la aceleración.

$$\frac{P}{S}$$

## Ley de Amdahl

Si se considera el número de procesadores ( $N$ ) en la relación tendremos

$$S = \frac{1}{(1 - P) + \frac{P}{N}}$$

Si consideramos el rendimiento que se obtiene cuando se agregan más procesadores a una máquina, La ley de Amdahl puede fusionarse con la **ley de disminución del rendimiento**

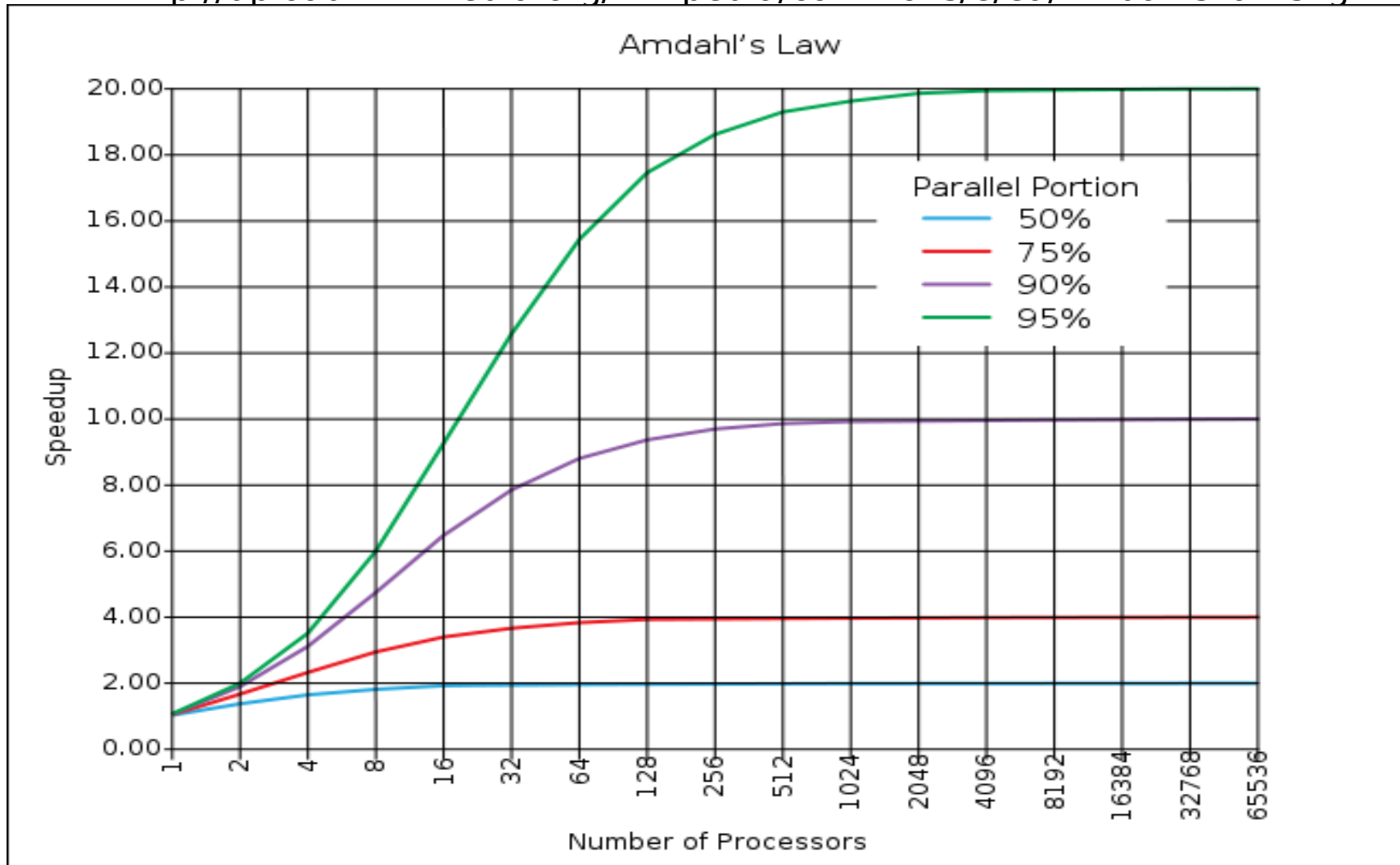
Cada vez que se dobla el número de procesadores la aceleración disminuye

De esta manera se tiende al límite siguiente:

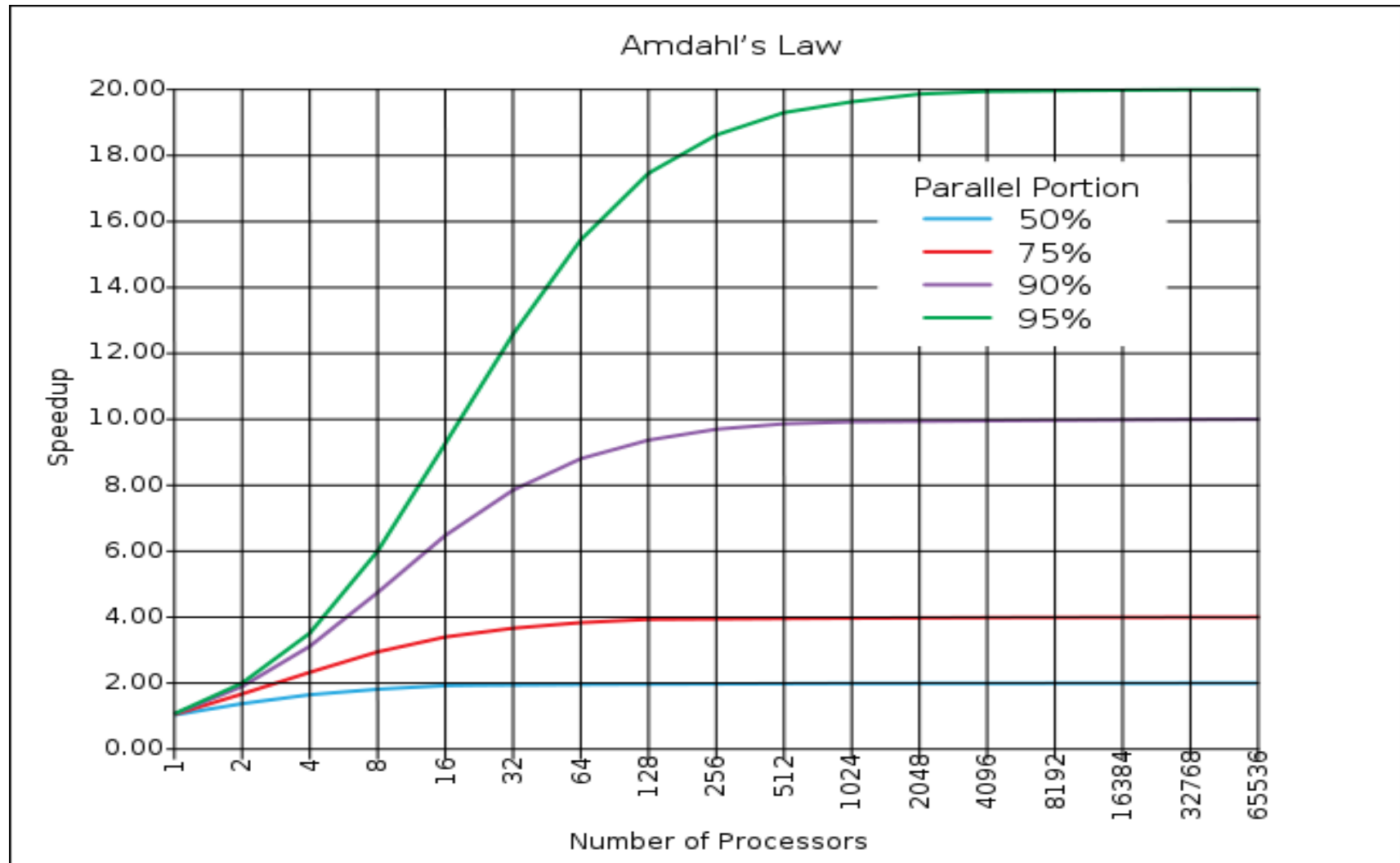
$$\frac{1}{1 - P}$$

Ejemplo:

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ea/AmdahlsLaw.svg>



La aceleración de un programa paralelo está limitada por la porción serial del mismo



Si el 95% de un programa es paralelizable la máxima aceleración obtenida es de 20x

