

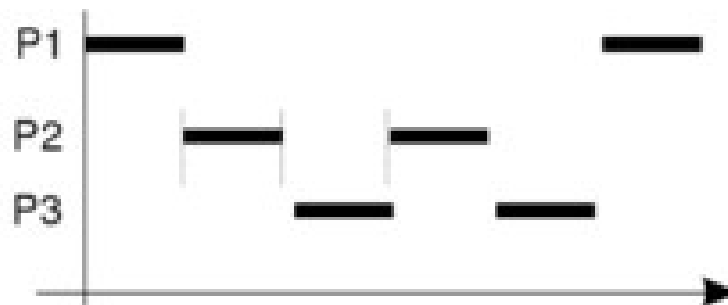
Algoritmos y Programación Paralela

Dra. Ing. Ana Cori Morón

CLASE 2

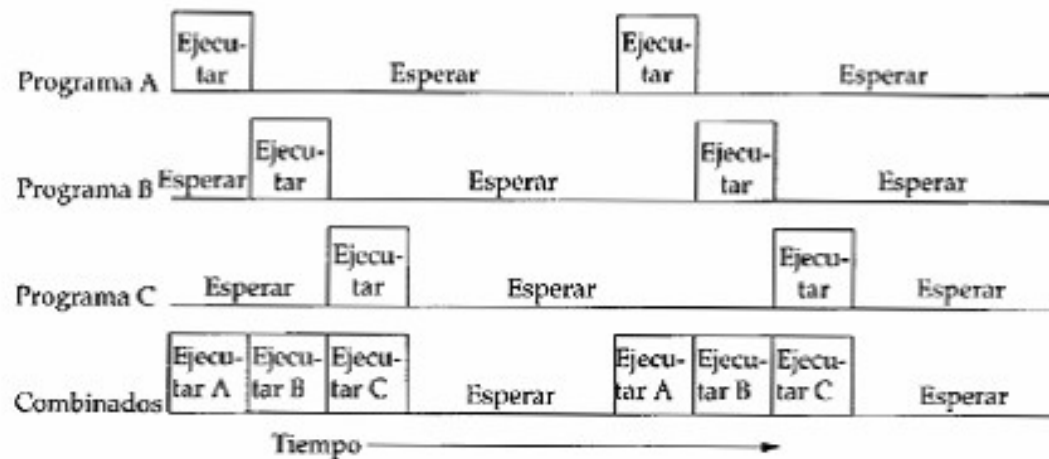
Arquitecturas de hardware

- Sistema monoprocesador.
- Sistema multiprocesador.
- En ambos sistemas es posible tener concurrencia.
- **Multiprogramación**, es la forma de gestionar los procesos en una arquitectura monoprocesador.



Sistemas monoprocesador

- MSDOS (Sistema Monousuario y monoprocesador) solo un proceso se ejecuta a la vez.

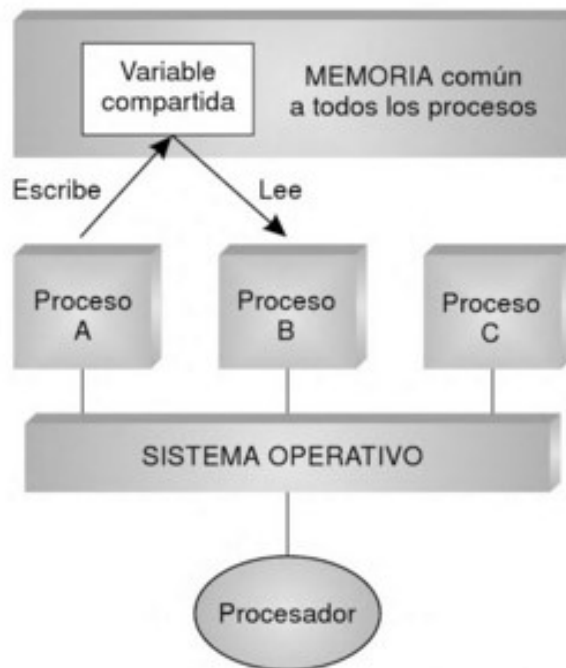


(C) Multiprogramación con tres programas



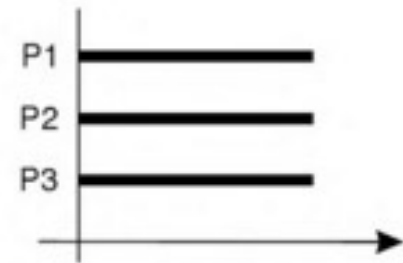
Sistemas monoprocesador con variables compartidas

- El uso de **las variables compartidas** se da cuando dos o mas procesos comparten la misma memoria y es una forma de sincronizar y comunicar procesos.



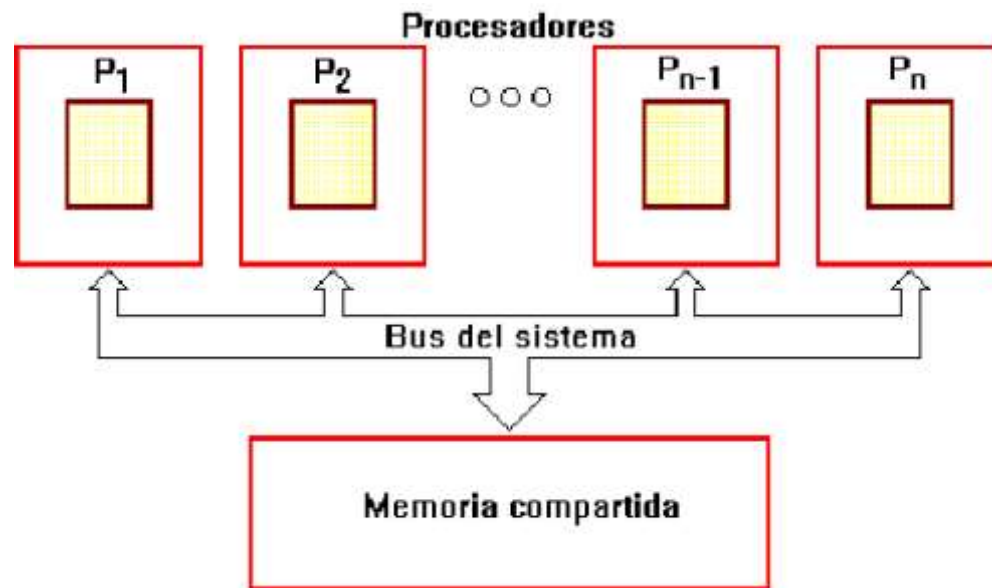
Sistemas multiprocesador

- En los sistemas multiprocesador se ejecutan dos o mas procesos en forma paralela en diferentes procesadores.
- Clasificación de los sistemas multiprocesadores:
 - **Sistemas fuertemente acoplados**, cuando todos los procesadores comparten la misma memoria.
 - **Sistemas débilmente acoplados**, cuando no comparten la misma memoria todos los procesadores. Ejemplo los sistemas distribuidos.
- **Multiproceso**, es la gestión de procesos en sistemas multiprocesador.



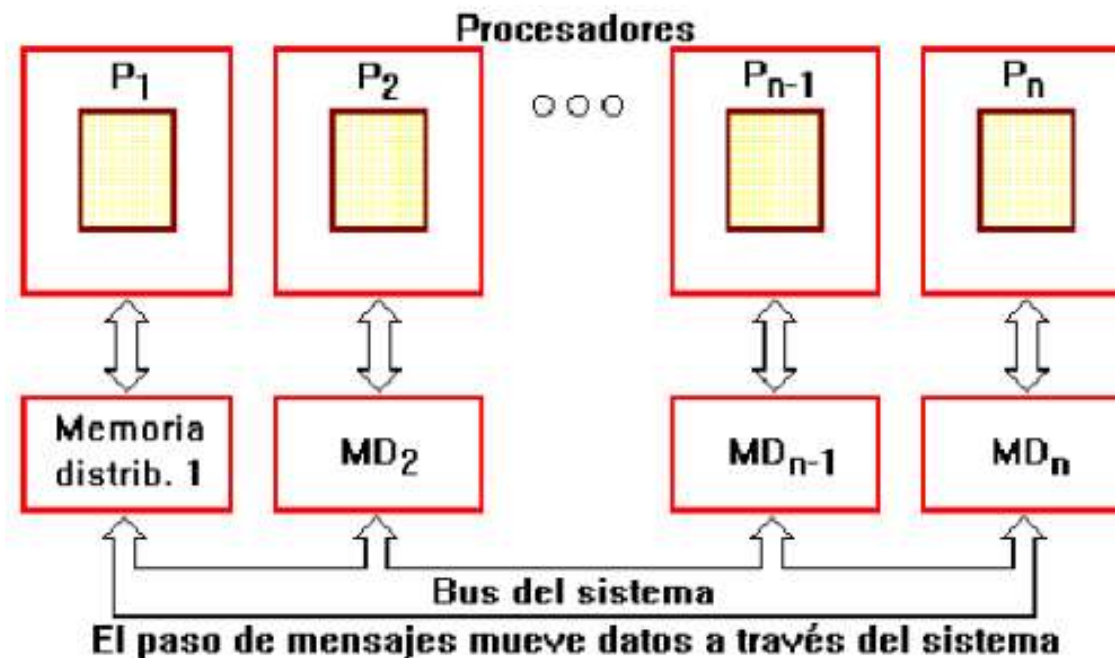
Sistemas fuertemente acoplados

- También conocidos como Multiprocesamiento simétrico (symmetric multiprocessing / SMP).
- Esta presente en lo Supercomputadores Cray X-MP



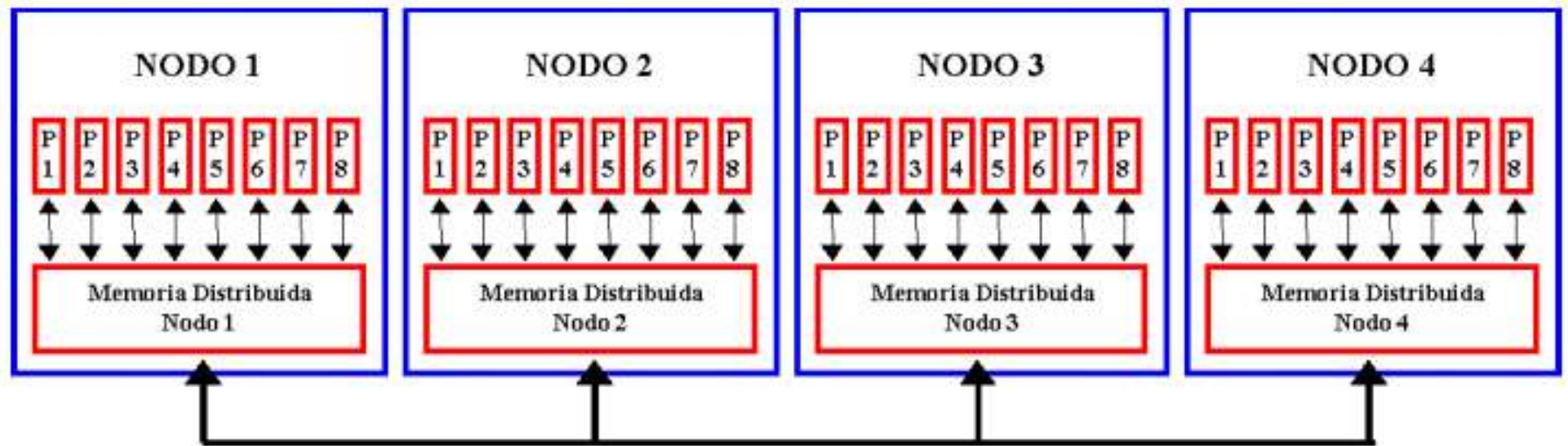
Sistemas débilmente acoplados

- También conocido como el Procesamiento masivamente paralelo (Massively parallel processing / MPP)
- El supercomputador RS/6000 Scalable Powerparallel System de IBM (SP2)



Sistemas distribuidos

- En estos sistemas se gestionan varios procesos en procesadores separados y cada uno con su memoria local.



SUPERCOMPU TADORAS DE HOY EN DIA

Rank	System	Cores	Rmax (PFlop/s)	Rpeak (PFlop/s)	Power (kW)
1	Frontier - HPE Cray EX235a, AMD Optimized 3rd Generation EPYC 64C 2GHz, AMD Instinct MI250X, Slingshot-11, HPE DOE/SC/Oak Ridge National Laboratory United States	8,699,904	1,194.00	1,679.82	22,703
2	Aurora - HPE Cray EX - Intel Exascale Compute Blade, Xeon CPU Max 9470 52C 2.4GHz, Intel Data Center GPU Max, Slingshot-11, Intel DOE/SC/Argonne National Laboratory United States	4,742,808	585.34	1,059.33	24,687
3	Eagle - Microsoft NDv5, Xeon Platinum 8480C 48C 2GHz, NVIDIA H100, NVIDIA Infiniband NDR, Microsoft Microsoft Azure United States	1,123,200	561.20	846.84	
4	Supercomputer Fugaku - Supercomputer Fugaku, A64FX 48C 2.2GHz, Tofu interconnect D, Fujitsu RIKEN Center for Computational Science Japan	7,630,848	442.01	537.21	29,899
5	LUMI - HPE Cray EX235a, AMD Optimized 3rd Generation EPYC 64C 2GHz, AMD Instinct MI250X, Slingshot-11, HPE EuroHPC/CSC Finland	2,752,704	379.70	531.51	7,107

Fuente:TOP500
(NOV 2023)

6	Leonardo - BullSequana XH2000, Xeon Platinum 8358 32C 2.6GHz, NVIDIA A100 SXM4 64 GB, Quad-rail NVIDIA HDR100 Infiniband, EVIDEN EuroHPC/CINECA Italy	1,824,768	238.70	304.47	7,404
7	Summit - IBM Power System AC922, IBM POWER9 22C 3.07GHz, NVIDIA Volta GV100, Dual-rail Mellanox EDR Infiniband, IBM DOE/SC/Oak Ridge National Laboratory United States	2,414,592	148.60	200.79	10,096
8	MareNostrum 5 ACC - BullSequana XH3000, Xeon Platinum 8460Y+ 40C 2.3GHz, NVIDIA H100 64GB, Infiniband NDR200, EVIDEN EuroHPC/BSC Spain	680,960	138.20	265.57	2,560
9	Eos NVIDIA DGX SuperPOD - NVIDIA DGX H100, Xeon Platinum 8480C 56C 3.8GHz, NVIDIA H100, Infiniband NDR400, Nvidia NVIDIA Corporation United States	485,888	121.40	188.65	
10	Sierra - IBM Power System AC922, IBM POWER9 22C 3.1GHz, NVIDIA Volta GV100, Dual-rail Mellanox EDR Infiniband, IBM / NVIDIA / Mellanox DOE/NNSA/LLNL United States	1,572,480	94.64	125.71	7,438

Fuente:TOP500
(NOV 2023)

Fuente:TOP500
(NOV 2024)

Rank	System	Cores	Rmax (PFlop/s)	Rpeak (PFlop/s)	Power (kW)
1	El Capitan - HPE Cray EX255a, AMD 4th Gen EPYC 24C 1.8GHz, AMD Instinct MI300A, Slingshot-11, TOSS, HPE DOE/NNSA/LLNL United States	11,039,616	1,742.00	2,746.38	29,581
2	Frontier - HPE Cray EX235a, AMD Optimized 3rd Generation EPYC 64C 2GHz, AMD Instinct MI250X, Slingshot-11, HPE Cray OS, HPE DOE/SC/Oak Ridge National Laboratory United States	9,066,176	1,353.00	2,055.72	24,607
3	Aurora - HPE Cray EX - Intel Exascale Compute Blade, Xeon CPU Max 9470 52C 2.4GHz, Intel Data Center GPU Max, Slingshot-11, Intel DOE/SC/Argonne National Laboratory United States	9,264,128	1,012.00	1,980.01	38,698
4	Eagle - Microsoft NDv5, Xeon Platinum 8480C 48C 2GHz, NVIDIA H100, NVIDIA Infiniband NDR, Microsoft Azure Microsoft Azure United States	2,073,600	561.20	846.84	
5	HPC6 - HPE Cray EX235a, AMD Optimized 3rd Generation EPYC 64C 2GHz, AMD Instinct MI250X, Slingshot-11, RHEL 8.9, HPE Eni S.p.A. Italy	3,143,520	477.90	606.97	8,461

Fuente:TOP500
(NOV 2024)

6	Supercomputer Fugaku - Supercomputer Fugaku, A64FX 48C 2.2GHz, Tofu interconnect D, Fujitsu RIKEN Center for Computational Science Japan	7,630,848	442.01	537.21	29,899
7	Alps - HPE Cray EX254n, NVIDIA Grace 72C 3.1GHz, NVIDIA GH200 Superchip, Slingshot-11, HPE Cray OS, HPE Swiss National Supercomputing Centre (CSCS) Switzerland	2,121,600	434.90	574.84	7,124
8	LUMI - HPE Cray EX235a, AMD Optimized 3rd Generation EPYC 64C 2GHz, AMD Instinct MI250X, Slingshot-11, HPE EuroHPC/CSC Finland	2,752,704	379.70	531.51	7,107
9	Leonardo - BullSequana XH2000, Xeon Platinum 8358 32C 2.6GHz, NVIDIA A100 SXM4 64 GB, Quad-rail NVIDIA HDR100 Infiniband, EVIDEN EuroHPC/CINECA Italy	1,824,768	241.20	306.31	7,494
10	Tuolumne - HPE Cray EX255a, AMD 4th Gen EPYC 24C 1.8GHz, AMD Instinct MI300A, Slingshot-11, TOSS, HPE DOE/NNSA/LLNL United States	1,161,216	208.10	288.88	3,387

SUPERCOMPUTADORAS
DE HOY EN DIA
SEGÚN SU EFICIENCIA
ENERGÉTICA

Fuente:TOP500
(NOV 2024)

Rango	Ranking TOP500	Sistema	Núcleos	Rmáx (PFlop/s)	Potencia (kW)	Eficiencia energética (GFlops/vatios)
1	222	JEDI : BullSequana XH3000, Grace Hopper Superchip 72C 3 GHz, NVIDIA GH200 Superchip, NVIDIA InfiniBand NDR200 de cuatro raíles, ParTec/EVIDEN EuroHPC/FZJ Alemania	19.584	4.50	67	72.733
2	122	ROMEO-2025 - BullSequana XH3000, Grace Hopper Superchip 72C 3GHz, NVIDIA GH200 Superchip, NVIDIA InfiniBand NDR200 de cuatro raíles, Red Hat Enterprise Linux, EVIDEN ROMEO HPC Center - Champaña-Ardenas, Francia	47.328	9.86	160	70.912
3	440	Adastra 2 - HPE Cray EX255a, AMD 4th Gen EPYC 24C 1.8GHz, AMD Instinct MI300A, Slingshot-11, RHEL, HPE Grand Equipement National de Calcul Intensif - Centre Informatique National de l'Enseignement Suprieur (GENCI-CINES) Francia	16.128	2.53	37	69.098

Fuente:TOP500
(NOV 2024)

4	155	Isambard-AI fase 1 : HPE Cray EX254n, NVIDIA Grace 72C 3.1GHz, NVIDIA GH200 Superchip, Slingshot-11, HPE Universidad de Bristol, Reino Unido	34.272	7.42	117	68.835							
5	51	Capella - Lenovo ThinkSystem SD665-N V3, AMD EPYC 9334 32C 2.7GHz, Nvidia H100 SXM5 94Gb, Infiniband NDR200, AlmaLinux 9.4, MEGWARE TU Dresden, ZIH Alemania	85.248	24.06	445	68.053							
6	18	JETI - Instrumento de transición a exaescala JUPITER - BullSequana XH3000, Grace Hopper Superchip 72C 3 GHz, NVIDIA GH200 Superchip, NVIDIA InfiniBand NDR200 de cuatro raíles, RedHat Linux y sistema operativo modular, ParTec/EVIDEN EuroHPC/FZJ Alemania	391.680	83.14	1.311	67.963							
7	69	GPU Helios : HPE Cray EX254n, NVIDIA Grace 72C 3,1 GHz, NVIDIA GH200 Superchip, Slingshot-11, HPE Cyfronet Polonia	89.760	19.14	317	66.948	8	369	Henri - ThinkSystem SR670 V2, Intel Xeon Platinum 8362 32C 2.8GHz, NVIDIA H100 80GB PCIe, Infiniband HDR, Lenovo Flatiron Institute , Estados Unidos	8.288	2.88	44	65.396
							9	338	HoreKa-Teal - ThinkSystem SD665-N V3, AMD EPYC 9354 32C 3.25GHz, Nvidia H100 94Gb SXM5, Infiniband NDR200, Lenovo Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Alemania	13.616	3.12	50	62.964
							10	49	rzAdams - HPE Cray EX255a, AMD EPYC 24C de 4.ª generación a 1,8 GHz, AMD Instinct MI300A, Slingshot-11, TOSS, HPE DOE/NNSA/LLNL Estados Unidos	129.024	24.38	388	62.803

Taxonomía de Flynn

- <https://www.youtube.com/watch?v=WKXbvhkzBUo>
- Supercomputadora fugaku
- <https://www.youtube.com/watch?v=eTC3pY1wt8> 8 min
- <https://www.youtube.com/watch?v=v1z4oENZJtY> 17 min

INVESTIGAR

- SOFTWARE PARA PROGRAMAR EN PARALELO (codeblocks, MPI, OPENMP, CUDA, ADA, OTROS)
- Lenguajes de programación paralela: Cilk/Cilk++, Erlang, Haskell, Chapel
- Investigar un programa paralelo elaborado con algún lenguaje, Interfaz, IDE y explicarlo en clase.

INVESTIGAR CONCEPTO GENERALES

- GPU
- FLOPS (Floating point operations per second)
- Ley de Moore, evolución
- ASPECTOS PARALELOS: Descomposición, asignación, tareas, latencia granularidad, grado de concurrencia, balanceo de carga, escalabilidad, Speedup
- Niveles de paralelismo(trabajo, tarea, proceso, variable,bit)
- Taxonomía de Flynn
- Tipos de arquitectura paralela(SMP, MPP, vectoriales,cluster,otros)

COMPARACION DE ALGORITMO SECUENCIAL Y PARALELO

- <https://asimov.cloud/blog/programacion-5/programacion-en-paralelo-vs-secuencial-280>
- CODIGO EN PYTHON, algoritmo de ordenamiento MergeSort
- https://www.onlinegdb.com/online_python_compiler
- Compilador de python