



Ministerio de Cultura y Educación  
 Universidad Nacional de San Luis  
 Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales  
 Departamento: Informática  
 Area: Area II: Sistemas de Computacion

(Programa del año 2006)  
 (Programa en trámite de aprobación)  
 (Presentado el 24/11/2006 12:10:08)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
ARQUITECTURA DE COMPUTADORAS	ING. ELECTRONICA	005/05	5	2c

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
AGUIRRE, GUILLERMO CARLOS	Prof. Responsable	P.ADJ EXC	40 Hs
ARROYUELO, MONICA DEL VALLE	Responsable de Práctico	A.1RA SEM	20 Hs
PERNA, JUAN IGNACIO	Responsable de Práctico	JTP EXC	40 Hs
ARROYUELO BILLIARDI, JORGE A.	Auxiliar de Práctico	A.1RA EXC	40 Hs

### III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
Hs	2 Hs	4 Hs	Hs	6 Hs

Tipificación	Periodo
C - Teoría con prácticas de aula	2 Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
07/08/2006	10/11/2006	14	84

### IV - Fundamentación

La creciente demanda de mayor poder computacional de los procesadores ha dado origen a arquitecturas complejas con unidades funcionales especializadas, memorias de alta velocidad, multiprocesadores, división de tareas en etapas concurrentes, ejecución de instrucciones a medida que están disponibles sus operandos, etc. Todas estas particularidades hacen necesaria la aplicación de técnicas y estrategias más complejas que la involucradas en los procesadores simples. Las arquitecturas avanzadas están concebidas para procesar problemas específicos que deben ser identificados y resueltos mediante prácticas de programación especiales.

### V - Objetivos

Al finalizar el curso los alumnos deberán poder:

- \*Identificar los principales parámetros que miden el desempeño de los procesadores.
- \*Reconocer las similitudes y diferencias entre los distintos esquemas de memorias cache.
- \*Desarrollar el análisis cuantitativo del desempeño de procesadores provistos con memoria cache.
- \*Conocer las características de los procesadores pipeline y las particularidades consideraras al medir el desempeño de los mismos.

\*Comprender el funcionamiento general de los procesadores vector y las particularidades de los problemas que se adecuan a estas arquitecturas.

\*Dominar los detalles involucrados en el funcionamiento de los procesadores pipeline con etapas multiciclo y los estrategias empleadas para ejecutar instrucciones fuera de orden.

\*Percibir la complejidad requerida para computar soluciones en sistemas de multiprocesadores y las redes de interconexión necesarias en estos sistemas.

## VI - Contenidos

### Unidad 1: Performance en procesadores RISC.

Procesadores RISC. Arquitectura del set de instrucciones RISC. Frecuencia y ciclo de reloj. Unidades pequeñas de tiempo. Ecuación de tiempo de CPU. Ciclos por instrucción. Relación entre el ciclo y el tiempo de CPU. Desempeño y tiempo de ejecución. Arquitectura multiciclo. Señales de control y camino de datos. Set de instrucciones y desempeño. Aceleración (speed-up). Ley de Amdahl.

### Unidad 2: Pipelining.

¿Qué es pipelining?. Comportamiento básico del pipeline. Performance ideal. Problemas en los pipe: los hazards. Distintos tipos de hazards: estructurales, de datos y de control. Dependencia de datos. Hazards de datos: RAW, WAW, WAR. Los atascos (stalls). Adelantamiento. Interlock. Impacto de los hazards en el análisis de la performance. Penalidades por branch. Técnicas de predicción de branch. Salto demorado. La implementación de pipeline en MIPS de 5 y 8 etapas.

### Unidad 3: Paralelismo a nivel de instrucción y Pipelines avanzados.

Ejecución multi-ciclo. Finalización fuera de orden. Latencia e intervalo de iniciación. Superando dependencias de datos con scheduling dinámico de instrucciones. Scoreboarding. Algoritmo de Tomasulo, aplicación en una unidad de punto flotante. Procesadores vector. Instrucciones vector. Procesamiento escalar vs. procesamiento vectorial. Particularidades de los procesadores vector.

### Unidad 4: Memorias.

Jerarquía de memorias. Memorias cache. Hit y Miss. Consideraciones generales del empleo de cache. Organizaciones de cache: directas, asociativas y conjunto asociativo. Performance de memorias cache. Tipos de cache: write-back y write-through. Memoria virtual y cache. Comportamiento de la jerarquía de memorias. Penalidades por miss. Desempeño considerando el uso de jerarquía de memoria. Ejemplo Alpha AXP 21264.

### Unidad 5: Multiprocesadores y redes de interconexión.

Nivel de paralelismo en los programas. Clasificación de Flynn. Arquitecturas de memoria centralizada (UMA) y distribuida (NUMA). Redes de interconexión: consideraciones generales. Interconexiones dinámicas. Esquemas de única etapa y de múltiples etapas. Sistemas de buses. Redes crossbar. Redes Omega. Redes bloqueantes y no bloqueantes. Cache en sistemas de multiprocesadores. Coherencia de cache. Protocolos snoopy y directorio.

## VII - Plan de Trabajos Prácticos

Prácticos Nro. 1 y 2: Programación assembly y Medidas de Performance.

Programación en MIPS. Uso de la Ley de Amdahl para el cálculo de la performance ganada por una mejora (Speedup). Uso de la ecuación de la CPU. Camino de datos

Prácticos Nro. 3 : Pipelines y riesgos

Implementación del pipelining del MIPS. Impacto de problemas en el pipe: hazard de estructurales y hazard de datos. Los hazard de control: técnicas utilizadas para las instrucciones de salto. Planificación estática de instrucciones para reducir los hazards.

Prácticos Nro. 4 : Planificación Dinámica

Algoritmo de scoreboarding. Manejo de los distintos tipos de hazards. Algoritmo de Tomasulo. Scoreboarding vs. Tomasulo

Práctico Nro. 5: Arquitecturas vector

Set de instrucciones Vector. Performance de los procesadores vectos. Rutinas para manipular operandos vector.

Práctico Nro. 6: Distintas organizaciones de memoria cache. Técnicas de ubicaciones de bloques: mapeo directo, conjuntos asociativos, memoria completamente asociativa. Pasos en la lectura y escritura de la memoria cache. Reduciendo los miss de cache: Comparación entre diferentes arquitecturas con memoria cache de diferentes tamaños.

## VIII - Regimen de Aprobación

### \* Regularización

Para regularizar la materia el alumno deberá cumplir con los siguientes requisitos:

Aprobar un examen parcial, o su correspondiente recuperación sobre temas que abarcan las cuatro primeras unidades.

Aprobar un trabajo práctico que cubre la última unidad de la materia. Este trabajo puede ser defendido y presentado en grupos de hasta 3 alumnos.

Aquellos alumnos que estén en condiciones tendrán derecho a una recuperación adicional por trabajo.

Mostrar compromiso con la materia a través de asistencia regular a clase y realización de los prácticos de alula.

### \* Examen Final

Los alumnos regulares deberán rendir un examen final (que podrá ser oral o escrito) que consistirá en preguntas sobre los temas desarrollados durante el dictado de la materia.

### \* Alumnos libres

Los alumnos que desean rendir libre la materia se deberán poner en contacto con la cátedra con 5 días de anticipación a los efectos de realizar un práctico, el cual contendrá ejercicios similares a los desarrollados en los prácticos durante el dictado de la materia. Aprobando éste trabajo práctico el alumno tendrá derecho a rendir un examen oral con iguales características que el de los alumnos regulares.

## IX - Bibliografía Básica

[1] Computer architecture a quantitative approach. John Hennessy y David Patterson. 3rd Edition. Editorial Morgan Kaufmann. (2003)

[2] Computer Organization & design. David Patterson and Jhon L. Hennessy. 2nd Edition. Editorial Morgan Kaufmann. (1998)

[3] Computer Architecture design and performance. Barry Wilkinson. Editorial Prentice-Hall (1996)

## X - Bibliografía Complementaria

[1] Roland N. Ibbett "HASE DLX Simulation Model" IEEE Micro, Vol 20, no 3, p 57-65, 2000.

[2] P.M. Sailer & D.R. Kaeli "The DLX Instruction Set Architecture Handbook" Morgan Kaufmann, 1996.

[3] P.S. Coe, F.W. Howell, R.N. Ibbett and L.M. Williams "A Hierarchical Computer Architecture Design and Simulation Environment" ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation vol. 8, no. 4 (October 1998)

[4] James E. Smith "Characterizing computer performance with a single number" Communications of the ACM. Oct. 1988 Vol 32 Nro 10.

## XI - Resumen de Objetivos

Al finalizar el curso los alumnos deberan poder:

\*Identificar los principales parámetros que miden el desempeño de los procesadores.

\*Desarrollar diferentes analisis cuantitativos del desempeño de procesadores provistos con memoria cache.

\*Conocer las características de los procesadores pipeline y las particularidades consideraras al medir el desempeño de los mismos.

\*Comprender el funcionamiento general de los procesadores de arreglo y las particularidades de los problemas que se adecuan a estas arquitecturas.

\*Describir el modo en que se realizan las computaciones en los sistemas dataflow.

\*Percibir la complejidad requerida para computar soluciones en sistemas de multiprocesadores y las redes interconexión necesarias en estos sistemas.

## **XII - Resumen del Programa**

Medidas de performance. Jerarquía de memorias. Memorias cache. Procesadores pipeline. Tipos de hazards. Performance en sistemas pipelining. Impacto de los branches en el pipe. Pipeline multiciclo. Latencia e intervalo de iniciación. Planificación dinámica de instrucciones. Multiprocesadores. Arquitecturas UMA y NUMA. Coherencia de cache. Nivel de paralelismo de los programas. Sistemas de interconexión.

## **XIII - Imprevistos**

Comunicarse con la cátedra.

Arquitectura del Procesador II.

Departamento de Informática.

Facultad de Cs. Físico, Matemáticas y Naturales.

Universidad Nacional de San Luis.

Ejército de los Andes 950. CP 5700.

### **ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA**

**Profesor Responsable**

Firma:

Aclaración:

Fecha: