6.9 – Pipelining avançado: extraindo mais desempenho

* Pipeline explora o paralelismo potencial entre instruções.
* ILP, instruction Level Paralelism.
* Dois métodos para aumentar a quantidade de paralelismo em ILP: 1 - Aumentar a profundidade do pipeline através de mais estágios, o que pode encurtar o ciclo de clock. 2 – Replicar os componentes do computador para que ele possa iniciar o processamento em mais de uma instrução.
* Despacho múltiplo: Quando múltiplas instruções são disparadas em um único ciclo de clock.
* CPI será então menor que um, por isso usa-se medida alternativa IPC.
* Duas implementações de processadores com despacho múltiplo: Estático e Dinâmico.
* Estático: Durante a compilação.
* Dinâmico: Durante a execução.
* Decisões sobre a implementação do trabalho do despacho múltiplo.
* Responsabilidades num pipeline de despacho múltiplo: Empacotar as instruções em slots de despacho. Lidar com hazards de dados e controle.

O conceito de especulação.

* Especulação é uma técnica que permite que o compilador ou o processador adivinhem as propriedades de uma instrução de modo a permitir que a execução comece para outras instruções que possam depender da instrução especulada.
* A especulação pode estar errada ,por isso deve-se haver um mecanismo de recuperação e verificação para saber se a especulação foi correta.
* Especulação pode ser feita pelo compilador ou pelo hardware.

Despacho múltiplo estático

* Utilizam o compilador para empacotar instruções e tratar hazards.
* Pacote de despacho = uma única instrução
* VLIW
* EPIC

Desdobramento de loop

* São feitas várias cópias do corpo do loop de modo que haverá mais ILP disponível para ser explorado.
* Renomeação de registradores tem o objetivo de eliminar dependências que não são verdadeiras(antidependências).

Processadores com despacho múltiplo dinâmico

* Processadores superescalares.
* O código é garantido pelo hardware que funcionará corretamente.
* Escalonamento dinâmico em pipeline.
* Pipeline é dividido em três unidades principais. Unidade de busca e despacho, unidades funcionais e unidade de commit.
* Cada unidade funcional possui buffers, chamados unidades de reserva.
* Buffer de reordenação é o buffer da unidade de commit, mantém os resultados das operações até que seja seguro guarda-los
* Término em ordem.

Interface hardware/software

* Usa-se superescalares pois: Nem todos os stalss são previsíveis, não se poderia usar previsão dinâmica de desvio sem comprometer o desempenho, a melhor mandeira de compilar um código muda.
* A estrutura do pipeline afeta o desdobramento de loop.

Entendendo o desempenho dos programas

* Nem sempre é possível explorar completamente a quantidade de despacho disponível em um processador. Motivos: Dependências que não podem ser aliviadas. As perdas no sistema de memória também limitam isso.

6.11 – Falácias e armadilhas

* Falácia: Pipelining é fácil.
* Falácia: As ideias de Pipelining podem ser implementadas independentes da tecnologia.
* Armadilha: A falha em considerar o projeto do conjunto de instruções pode afetar o pipeline de forma adversa.