

Aula 25: Arquitetura de Computadores

Perspectivas Atuais e Futuro

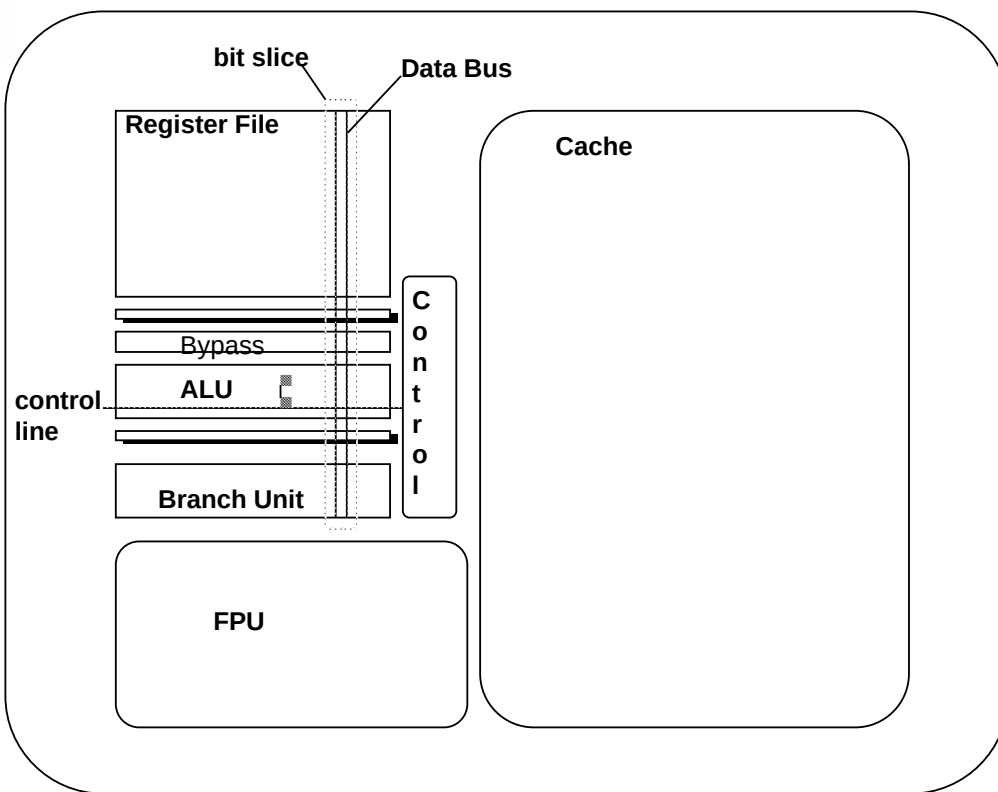
O que Nós Vimos Até Agora...

- O que importa?
 - Tempo de execução
 - Potência consumida
 - Preço
- Construção de um sistema de computação
 - Medidas de performance (cap. 1)
 - Arquitetura do conjunto de instruções (cap. 2)
 - Arquitetura de processadores (cap. 3/4)
 - Arquitetura de memória (cap. 5)
 - Subsistemas de I/O (cap. 6)
 - Arquiteturas paralelas (cap. 7/8)

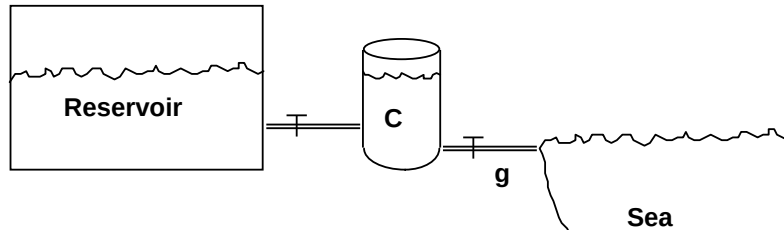
E agora?

Limites de Circuito Integrado

Estrutura de um Processador

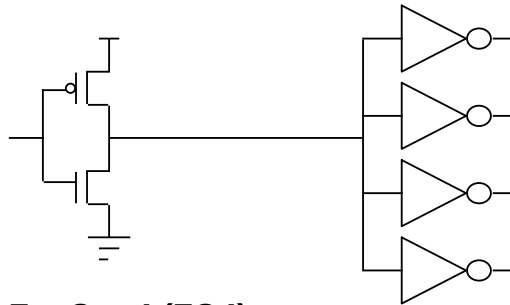


Fanout



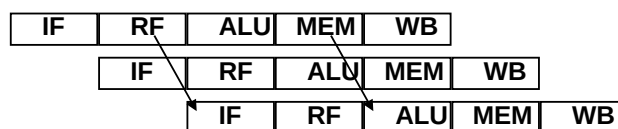
Tempo para encher um tanque: $t = C / g$

- C: capacidade do tanque (capacitância)
- g: espessura do cano (*força do transistor*)



FanOut 4 (FO4)

Caminhos Críticos Típicos

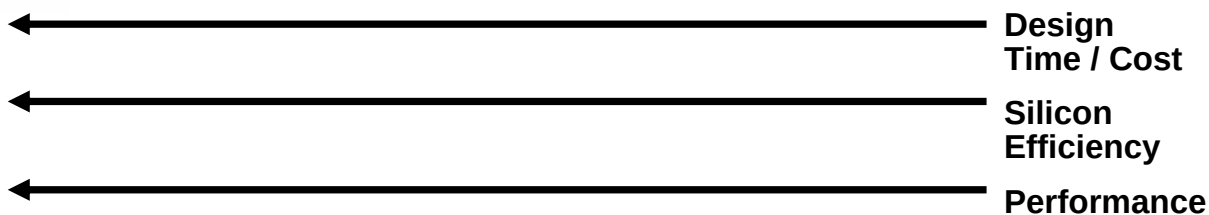


- Sparc / MIPS R3000 ~ 24-25 FO4
- Alpha, R4400 ~ 20 FO4
- Onde está o caminho crítico?
 - Banco de registradores
 - ALU
 - Endereço -> cache
 - Cache -> DP
 - Condição de branch e endereço
 - TLB

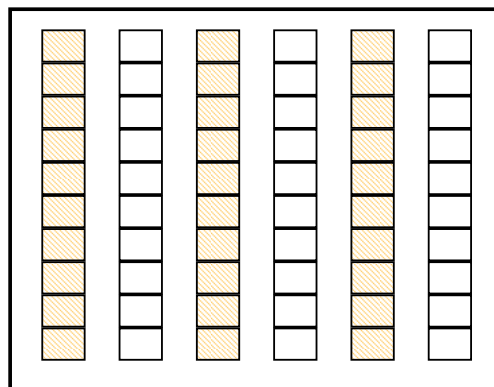
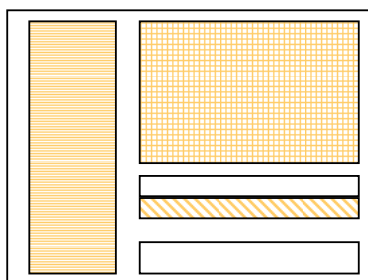


Estilos de Projeto de CIs

Lecom Full Custom Standard Cell Sea of Gates Gate Arrays



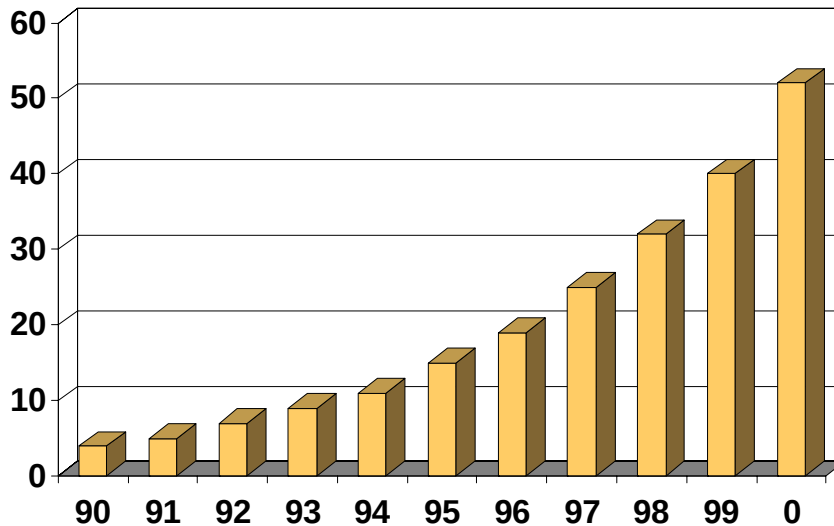
Riscos, Tempo de projeto



E agora?
Sistemas Portáteis

Mercado Global para Sistemas Portáteis

\$ Billions



Quão Portável é o Seu Sistema?

- É do tamanho da bateria!!
- Baterias
 - Peso, volume determinam tempo de duração
 - 20 W-hrs por libra
 - 2 libras, 10 horas = 2 W de consumo permitidos!
 - Consumo de potência: CV^2f
 - Reduzir C aumentando integração em VLSI e utilização de MCMs
 - Reduzir V: 5 V para 3.3V para 2.5V e mais baixas
 - Reduzir f (clock), e modos *standby* e *suspend*
 - Operação inteligente: Reduzir velocidade dos discos não utilizados



Parâmetros de PDAs

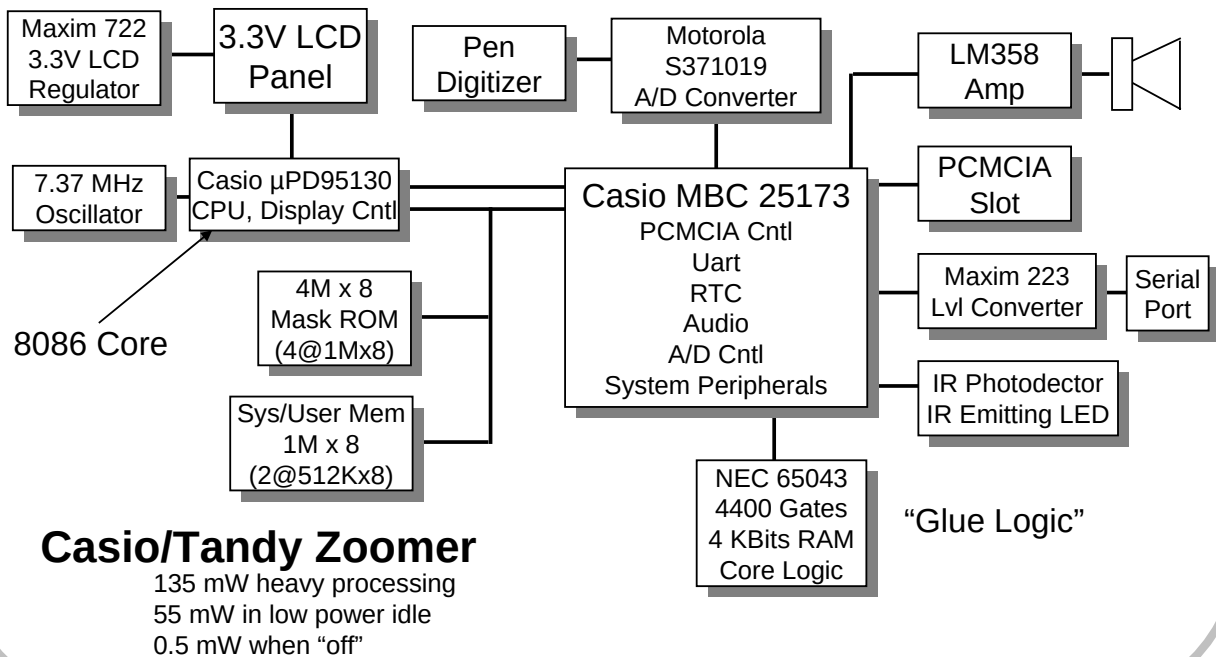
	Mem Size	MHz	Proc	Batteries		lbs.	Display	
				# Hrs	Type		Pixels	sq in
Armstad Pen Pad PDA 600	128 KBytes	20	Z-80	40	3 AAs	0.9	240x320	10.4
Apple Newton Message Pad	640 KBytes	20	ARM	6-8	4 AAAs	0.9	240x336	11.2
Apple Newton 110 Pad	1 MByte	20	ARM	50	4 AAs	1.25	240x320	11.8
Casio Z-7000	1 MByte	7.4	8086	100	3 AAs	1.0	320x256	12.4
Sharp Expert Pad	640 KBytes	20	ARM	20	4 AAAs	0.9	240x336	11.2



Parâmetros de PDAs

	Mem Size	MHz	Proc	Batteries		lbs.	Display	
				# Hrs	Type		Pixels	sq in
Tandy Z-550 Zoomer	1 MByte	8	8086	100	3 AAs	1.0	320x256	12.4
AT&T EO 440 Pers Comm	4-12 MBytes	20	Hobbit	1-6	NiCd	2.2	640x480	25.7
Portable PC	4-16 MBytes	33+	486	1-6	NiCd	5-10	640x480	40

Anatomia de um PDA



Processor Cores para PDAs

- Intel
 - Polar
 - Core de 386
 - c/ lógica de sistema e interface
 - Roda DOS ou Windows
 - Draco
 - Sistema c/ 486 p/ low power c/ 2 chips
- AMD Elan
 - Incorpora toda a lógica de um PDA em um único chip c/ core de 386
- Motorola Dragon
 - 68349 = 68020 core + 6K memória + lógica do sistema

Outros Desenvolvimentos Comerciais

- NEC V800
 - Instruções de 16-bit & 32-bit para melhorar densidade de código e reduzir acessos a memória
 - V810 usados nos sistemas Nintendo c/ CD-ROM
- Hitachi SH7000
 - SH7032, 7034 com RAM, ROM, lógica do sistema
 - Nova arquitetura: instruções de 16-bit, via de dados de 32-bits
 - Usados no Sega

Comparação de Processadores p/ PDAs

	AT&T Hobbit			Intel	AMD
	92020S	92020M	92020MX	Polar	Elan
Clock Rate	20 MHz	20 MHz	20 MHz	33 MHz	33 MHz
Drystone MIPS	16 MIPS	13.5 MIPS	11.5 MIPS	6 MIPS	6 MIPS
On-Chip Cache	6K	6K	3K	2K	none
Memory Bus	32 A,32 D	32 mux'd	32 mux'd	22A,16D	22A,16D
Voltage	3.3 V	3.3 V	3.3 V	3.3 V	3.3 V
CPU Power	210 mW	250 mW	290 mW	550 mW	550 mW
Number of Chips	4	3	2	3	1
PCMCIA Slots	3	2	1	1	2
Serial Ports	3	3	3	2	1
Parallel Ports	none	none	none	none	1
LCD Support	640 x 480	640 x 480	640 x 480	640 x 480	640 x 480
CRT Support	1024 x 768	1024 x 768	none	none	none
Frame Buffer	separate	separate	shared	shared	separate
Chip Set Power	530 mW	490 mW	390 mW	600 mW	550 mW
Chip Set Price	\$101	\$80	\$63	\$58	\$49
Availability	1Q94	1Q94	1Q94	1Q94	2Q94



Comparação de Processadores p/ PDAs

	ARM 700/710	Hobbit 92020S	NEC V810	NEC V820	Hitachi SH7032
Clock Rate	20 MHz	20 MHz	16 MHz	25 MHz	12.5 MHz
Drystone MIPS	18 MIPS	16 MIPS	11.5 MIPS	18 MIPS	10 MIPS
Voltage	3V	3.3V	3.3V	5V	3.3V
CPU Power	120mW	210mW	100mW	750mW	130mW
On-chip Math	none	none	FPU	FPU	MAC
On-chip MMU	64 entry	64 entry	none	none	none
System Logic	none	none	none	some	some
Peripherals	none	none	none	serial	some
On-Chip Mem	8K cache	6K cache	1K cache	1K cache	8K RAM
External Bus	32 mux'd	32A,32D	32A,32D	32A,32D	16 mux'd
Transistors	341,000	640,000	240,000	380,000	593,000
Die Area	46 mm ²	125 mm ²	53 mm ²	114 mm ²	92 mm ²
IC Process	0.8μ, 2M	0.6μ, 2M	0.8μ, 2M	0.8μ, 2M	0.8μ, 2M
Est Manu Cost	\$15	\$25	\$12	\$35	\$20
CPU Price (10K)	\$35	\$37	\$20	\$80	\$32
Vol. Availability	2Q94	1Q94	3Q93	1Q94	4Q93

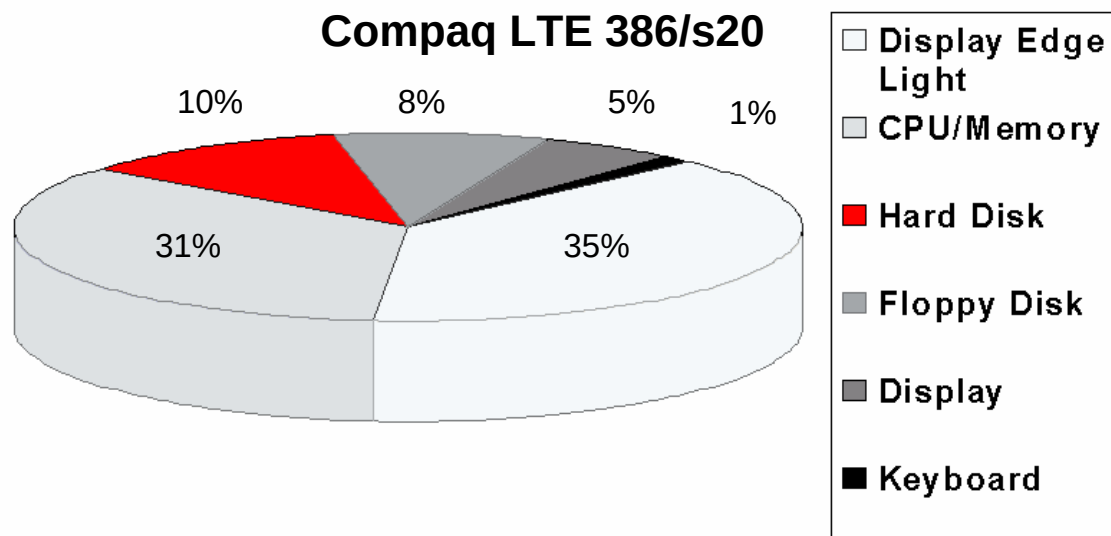
Approx. 486-33 performance



Comparação de Processadores p/ PDAs

	ARM 610	Motorola 68349	Intel Polar	AMD Elan 386SC
Clock Rate	20 MHz	16 MHz	33 MHz	33 MHz
Drystone MIPS	11 MIPS	6 MIPS	6 MIPS	6 MIPS
Voltage	5V	3.3V	3.3V	3.3V
CPU Power	500mW	300mW	550mW	550mW
On-chip Math	none	none	none	none
On-chip MMU	32 entry	none	yes	yes
System Logic	none	yes	yes	yes
Peripherals	none	serial	many	many
On-Chip Mem	4K cache	6K mixed	2K cache	none
External Bus	32 mux'd	32A,32D	22A,16D	32A,16D
Transistors	359,000	550,000	910,000	335,000
Die Area	71 mm ²	98 mm ²	138 mm ²	??
IC Process	1.0μ, 2M	0.8μ, 2M	0.8μ, 3M	0.7μ, 2M
Est Manu Cost	\$13	\$23	\$35	approx \$30
CPU Price (10K)	\$20	\$28	\$50	\$49
Vol. Availability	2Q93	4Q93	1Q94	2Q94

Consumo de Potência



Novas Métricas de Performance

- MIPS/Watt
 - Tempo de bateria
 - Dissipação de calor
- MIPS/sq. mm
 - Cores com lógica de suporte
- Bytes/task
 - Densidade de código, quando RAM/ROM são limitadas
- Energia/task
 - em um sistema embutido, o que interessa é quanta energia é gasta para realizar uma dada tarefa

E agora?

Novas Arquiteturas

Novas Arquiteturas

MIPS R4100

- 64-bit
- 45 Dhrystones @ 40 MHz
- Instrução Multiply/Add para DSPs
 - Modem virtual, síntese de áudio, video games
 - 40 milhões $16 \times 16 + 64 \rightarrow 64$ -bit Mult/Add instruções por segundo
- Consumo de potência extremamente baixo
- Descendente do 4200
 - Registradores 64-bits
 - Todas as instruções do MIPS-III
 - MMU/TLB idêntico, pipeline de 5 estágios



MIPS R4100

- Consumo de energia
 - *Standby*: suspende operação interna, exceto ciclos de barramento, corte de 90% no consumo de potência
 - *Suspend*: para toda a atividade; corte de 95% de potência
 - Interrupção externa acorda processador em poucos ciclos
 - *Hibernation*: desliga todo o processador; necessita de reset para reiniciar



Dhrystone MIPS vs. Potência

Processor	Speed	Power	MIPS/W
R4100@2.5V	25 MIPS	27 mW	929
R4100@3.3V	45 MIPS	120 mW	375
ARM710@3.3V	25 MIPS	100 mW	250
ARM710@5.0V	35 MIPS	450 mW	77
Intel 960JA@3.3V	30 MIPS	500 mW	60

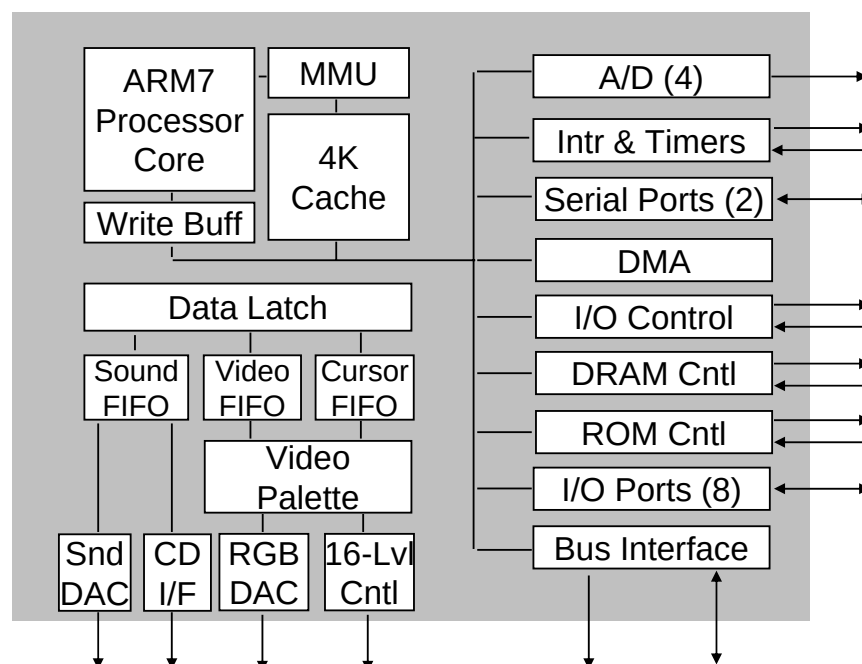


ARM 7500

- Processador com operações de multimídia para set-top boxes
 - Core 32-bit ARM
 - MMU, cache I e D integrada de 4K
 - Funções de áudio/vídeo integradas em um único chip
 - 33 MHz, 1.0 W (0.5 sem DAC p/ vídeo RGB), 30 Dhrystone MIPS
- Áudio de 8-bits, vídeo com palheta de 16 milhões de cores, suporte para 16 níveis de cinza
- Suporte para refrescamento de RAM dinâmica
- Interface para PCMCIA



ARM 7500



E agora?

Projeto de Arquiteturas Será Cada Vez Mais Difícil

Big Picture

- Importância da precisão de ponto flutuante
- 22/11/94—San Jose Mercury News: “More than 2 million of the Pentium chips shipped by Intel Corp. contain a flaw but, the company said Tuesday, it affects only the calculations of theoretical mathematicians....
- "I know it's buzzing all over the Net. But there are maybe several dozen people that this would affect," disse High (Intel). "So far, we've only heard from one."
- 30/11/94—Manchete do San Francisco Chronicle
“Intel Pentium bug more serious than claimed”
- “Once in billions with random numbers”
=> Bug pode ocorrer no 4th ou 5th dígito



10 Slogans do Pentium da Intel

- 9.9999973251 It's a flaw, Damn it, not a Bug
8.9999163362 It's Close Enough; We Say So
7.9999414610 Nearly 300 Correct Opcodes
6.9999831538 You Don't Need to Know What's Inside
5.9999835137 Redefining the PC--and Mathematics As Well
4.9999999021 We Fixed It, Really
3.9998245917 Division Considered Harmful
2.9991523619 Why Do You Think They Call It Floating Point?
1.9999103517 We're Looking for a Few Good Flaws
0.9999999998 The Errata Inside



Projetos

O seu nome

Projetos

- Muitos podem ser publicados com papers em conferências se vocês fizerem o esforço
 - Alocação de Registradores e Escalonamento de Instruções
 - Criptografia e Arquitetura Reconfigurável
 - Processamento de Texto e Arquitetura Reconfigurável (?)
 - Geração de Código e Técnicas de Otimização para DSPs
 - Modelo Analítico para TCP/IP
 - *Retargetable C Compiler for VLIW Architectures*
 - MIPS com Operações de 16 bits
 - Tecnologias para Redução do Gasto de Energia em Sistemas Microprocessados
 - Estimando Potência em Técnicas de Previsão de Branches

Arquitetura de Computadores O Futuro...

- Custo de fábrica de CIs > \$1B => será economicamente viável outra coisa além de 80x86/PowerPC? E Video games? E *Set top units*?
- O que vai substituir computadores de grande porte? NOWs? Servidores multiprocessadores + Xterms?
- PCs vão dominar todos os mercados?
- Programação paralela vai ser significativa comercialmente?
- Tópicos ignorados e que terão que ser avaliados:
 - Facilidade de usar, construir e instalar
 - Custo da propriedade intelectual
 - Tolerância a falhas

Cursos relacionados

