

PROJETO DE CONSTRUÇÃO DE MEMORIA COM SEMICONDUCTORES PARA COMPUTADOR B-6700

Newton Braga Rosa
Fernando Rosa Do Nascimento
Cilmo Oliveira

Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul
Centro de Processamento de Dados
Rua Ramiro Barcelos SN
90 000 - Porto Alegre - RS, Brasil

APRESENTAÇÃO

O objetivo mais imediato deste projeto é a construção de memória principal, em semicondutor, para o Computador de grande porte, BURROUGHS B-6700.

O projeto está sendo desenvolvido por duas universidades brasileiras com tradição em projetos de "hardware" de computadores: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Fundação Universidade de Brasília (UnB).

Estas duas instituições, independentemente, a partir de 1975, já construíram diversos dispositivos para ampliação da capacidade computacional de seus computadores B-6700. Tais dispositivos estão funcionando regularmente e sua construção permitiu acumular uma quantidade considerável de conhecimentos técnicos a respeito daqueles computadores. Recentemente a UnB projetou e construiu uma memória de 48kB para seu processador de comunicação de dados (DCP). A experiência dos projetos anteriores, aliada à capacidade de engenharia das duas universidades, levou ao atual projeto, o qual é de complexidade e repercussão bastante maiores.

Os primeiros estudos sobre a viabilidade técnica do empreendimento iniciaram em setembro de 1979, a partir da constatação, por um lado dos problemas enfrentados pelas instituições para a expansão de seus equipamentos B-6700 e por outro das diretrizes governamentais para o setor de informática. Estas diretrizes são estabelecidas pela Secretaria Especial de Informática vinculada ao Conselho de Segurança Nacional. O ato normativo nº 1/80 (anexo 1) traz consigo o espírito do principal objetivo da SEI, que é a capacitação nacional em "Hardware" e "Software" na área de informática.

O projeto foi detalhado vários meses após a realização dos primeiros contatos que envolveram, além das duas universidades, a companhia BURROUGHS. Esta última ficou encarregada de colocar a disposição das duas universidades toda documentação de interesse ao projeto. A partir da análise desta documentação foi possível definir o projeto com precisão, estimando custos, prazos e, principalmente, cotejando a sua complexidade com a capacidade e recursos das duas Universidades. Concluiu-se, em resumo, que o projeto é perfeitamente factível.

JUSTIFICATIVA

Vários aspectos justificam este projeto; todos eles, entretanto, decorrem da política governamental, cujo principal objetivo é dotar o País de uma maior capacitação tecnológica neste setor, considerado de segurança nacional.

Em termos mais específicos o projeto se justifica a partir dos elementos abaixo:

a) Existem 22 computadores BURROUGHS B-6700 no País em 16 instalações diferentes.

Os primeiros computadores BURROUGHS B-6700 foram instalados no País por volta de 1971. A UFRGS foi a primeira Universidade a adquiri-lo e, a partir desta experiência, várias outras instituições passaram a usá-lo. Esta máquina tornou-se dominante no cenário nacional de computadores de grande porte em ambiente universitário, durante toda a década de 70. Neste período, uma série de outras instituições passaram a usar este equipamento que foi responsável, inclusive, por uma mudança na imagem da Companhia BURROUGHS, anteriormente voltada para equipamentos de escritório e computadores de pequeno e médio porte.

b) Praticamente todos os computadores B-6700 instalados no País estão limitados pela sua capacidade de memória principal.

Originalmente o computador B-6700 foi projetado para usar memória de núcleo de ferrite. O núcleo de ferrite é um pequeno anel de material ferro-magnético, no interior do qual passam no mínimo três fios. Os fios identificam individualmente o núcleo e fazem as operações de leitura e escrita. A construção de tais módulos é quase artesanal e muito sujeita a falhas, sendo, por estas razões, seu custo muito alto. Atualmente o emprego de núcleos de ferrite diminui em favor de tecnologias moder-

nas, seguras e baratas. Devido ao alto preço da memória de ferrite, praticamente todos os computadores B-6700 estão limitados por memória principal. Em outras palavras, estas máquinas teriam o seu rendimento sensivelmente melhorado caso recebessem mais memória. Com relação a UFRGS e a UnB, ambas universidades encontram-se próximas dos limites máximos de utilização dos seus computadores. Este aumento de memória permitirá resolver parcialmente o problema permitindo, ainda, a expansão das operações em telerprocessamento.

c) Os computadores B-6700 instalados no País estão virtualmente impedidos de crescerem.

Devido a significativas vantagens das memórias de semicondutores, as memórias de núcleo de ferrite deixaram de ser fabricadas. Eventualmente, se algum usuário conseguir localizar no mercado internacional um módulo de memória disponível, sua aquisição implicará em evasão de divisas. Por outro lado o usuário, além de estar pagando em preço 10 vezes superior ao de um módulo de igual capacidade, em tecnologia de semicondutores, estará sujeito a um longo processo para efetivar a importação.

d) É necessário aumentar a vida útil e capacidade dos computadores instalados no País, com o mínimo possível de importações.

Computadores B-6700 representam um considerável patrimônio. São máquinas de excelente desempenho, de arquitetura muito avançada e em condições de prestar bons serviços por muitos anos como ocorrem com outras máquinas do mesmo fabricante em operação a mais de 15 anos (B-500, B-3500 e B-3700). Por outro lado, os equipamentos periféricos que estão sendo fabricados no Brasil (discos e impressoras) são compatíveis com o B-6700. Logo, justificam-se plenamente os esforços para construção de memórias que possam ampliar a capacidade computacional e a vida útil destes equipamentos.

e) Os conhecimentos adquiridos serão úteis aos esforços governamentais de capacitação tecnológica da indústria nacional de informática.

A partir de 1978, o Governo incentivou a fabricação de minicomputadores por empresas legitimamente nacionais. Estas empresas compraram tecnologias no exterior e assumiram o compromisso de, gradativamente, assimilarem aquela tecnologia, ao mesmo tempo que adaptariam ao novo produto, os avanços de eletrônica digital.

Desta forma, os conhecimentos adquiridos com este projeto poderão reverter em benefício da indústria nacional pois, ao seu final, vários técnicos de duas universidades terão acumulado conhecimentos importantes para o projeto e construção de memória de semicondutor para os minicomputadores nacionais.

f) Os conhecimentos adquiridos poderão servir a outros computadores importados já instalados no País.

A Companhia BURROUGHS possui dezenas de computadores no Brasil (modelos B-3500 e B-3700), que utilizam memória de ferrite semelhante a do B-6700. Assim os conhecimentos adquiridos poderão ser úteis em projetos semelhantes voltados para outros computadores deste ou de algum outro fabricante.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

O objetivo principal deste projeto é colocar a capacidade de projeto e de desenvolvimento de duas universidades, com experiência sobre o computador B-6700, a serviço dos objetivos governamentais estabelecidos para o setor de informática.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) Adquirir conhecimentos a respeito de desenvolvimento de memória de semicondutor (LSI) para computadores de grande porte.

Posteriormente os conhecimentos adquiridos poderão ser repassados aos fabricantes de minicomputadores nacionais.

b) Ampliação da memória dos computadores B-6700 da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e da Universidade de Brasília; está prevista a construção de 4 módulos de 128 Kwords (4x800 kBytes) para cada Universidade. Estes módulos funcionarão como protótipos para testes de desempenho, confiabilidade e durabilidade.

c) Fabricação desta memória, em escala semi-industrial, para estender as vantagens decorrentes do emprego da memória de semicondutor a outros usuários de sistemas B-6700.

CARACTERÍSTICAS DAS MEMÓRIAS DE SEMICONDUTORES (LSI)

Atualmente, a melhor solução para armazenamento primário onde seja necessário tempos de acesso menor que um microsegundo, está no uso de circuitos monolíticos integrados em larga escala. Esta tecnologia permite a construção das memórias chamadas de RAM (Random Access Memory) do tipo dinâmica.

Os progressos têm sido consideráveis refletindo-se no aumento da escala de integração e na diminuição do preço por bit (já existem projetos de pastilhas com até 512 Kbits).

Embora esta tecnologia já estivesse sendo empregada em microprocessadores, somente no início de 1979, os fabricantes lançaram no mercado computadores de grande porte, usando memória de semicondutores (LSI): IBM 4341; BURROUGHS B-6800; DIGITAL Vax-11/780; Honeywell Bull 60/66 DPS, etc.

Todos estes computadores se caracterizam pela sua larga capacidade de memória principal que lhes confere capacidade de processamento excepcionais com relação às máquinas de "geração" anterior. O custo da memória se tornou tão pequeno, com relação ao resto do equipamento, que a maioria já vem com uma quantidade de memória alcançada somente em configurações excepcionais grandes da "geração" anterior. Assim, é comum encontrar computadores com 2 ou mesmo 4 Megabytes de memória principal. Por outro lado, constata-se que, via de regra, as memórias de semicondutor das novas máquinas são incompatíveis com os modelos mais antigos. Em resumo, os aspectos que justificam o uso da memória de semicondutor dinâmica no lugar da memória de núcleos de ferrite são os seguintes:

a) Custo substancialmente menor

b) Alta integração; isto significa que o espaço ocupado e por conseguinte o gabinetes são consideravelmente menores.

c) Menor consumo de energia. Consumo de energia proporcional ao uso e ao tamanho da memória; menor que o de núcleo de ferrite para capacidades iguais.

d) Menor dispersão de calor.

e) Maior facilidade de manutenção; na eventualidade de algum problema é necessário tão somente a troca de uma pastilha afixada sobre uma placa de circuito impresso. Nas memórias de ferrite, qualquer problema por menor que seja, obriga o envio de todo o módulo de volta para a fábrica.

f) Existe no mercado mundial uma grande quantidade de fornecedores de memória LSI, ao contrário do que ocorre com as memórias de ferrite. Constata-se também, uma perfeita compatibilidade entre os produtos de fabricantes diferentes o que significa, em termos práticos, menores custos para o consumidor e garantia de pronta substituição ao longo do tempo.

g) O custo das memórias LSI dinâmica de 16Kbx1 está decrescendo rapidamente.

DESCRIÇÃO DO PROJETO

Como o projeto de memória de semicondutor com circuitos integrados com larga escala de integração (LSI) é dirigido ao computador de grande porte BURROUGHS B-6700, o módulo de memória deve obedecer aos sinais padrões e ser funcionalmente idêntico aos tipos de memórias usadas no B-6700. Os módulos de memória são ligados ao MC III (Memory Control Model III).

No projeto será usada uma memória dinâmica com 16K x 1 bit e tempo de acesso de 200 nanosegundos. Sua escolha foi decorrência da alta densidade de bits por integrado e do baixo custo por bit, em relação às memórias estáticas.

MEMORY CONTROL III

É um controlador de memória do B-6700 que interliga processadores e módulos de memória; tem por função reconhecer comandos e endereços dos processadores, gerar sinais de controle aos módulos e resolver conflitos no caso de acessos simultâneos por mais de um processador.

O MC III é basicamente uma matriz "crosspoint" de seis entradas e quatro saídas. Cada entrada pode ser ligada a um processador, multiplexor ou testador de memória; cada saída pode ser ligada a um módulos de 16Kw, 32Kw, 64Kw ou ainda 128Kw. Portanto um único MC III pode controlar até 512 Kw (4 x 128 ou 4 x 800 Bytes), ou seja, metade da capacidade máxima de endereçamento do B-6700).

Um diagrama em bloco do MC III está representado na figura 1.

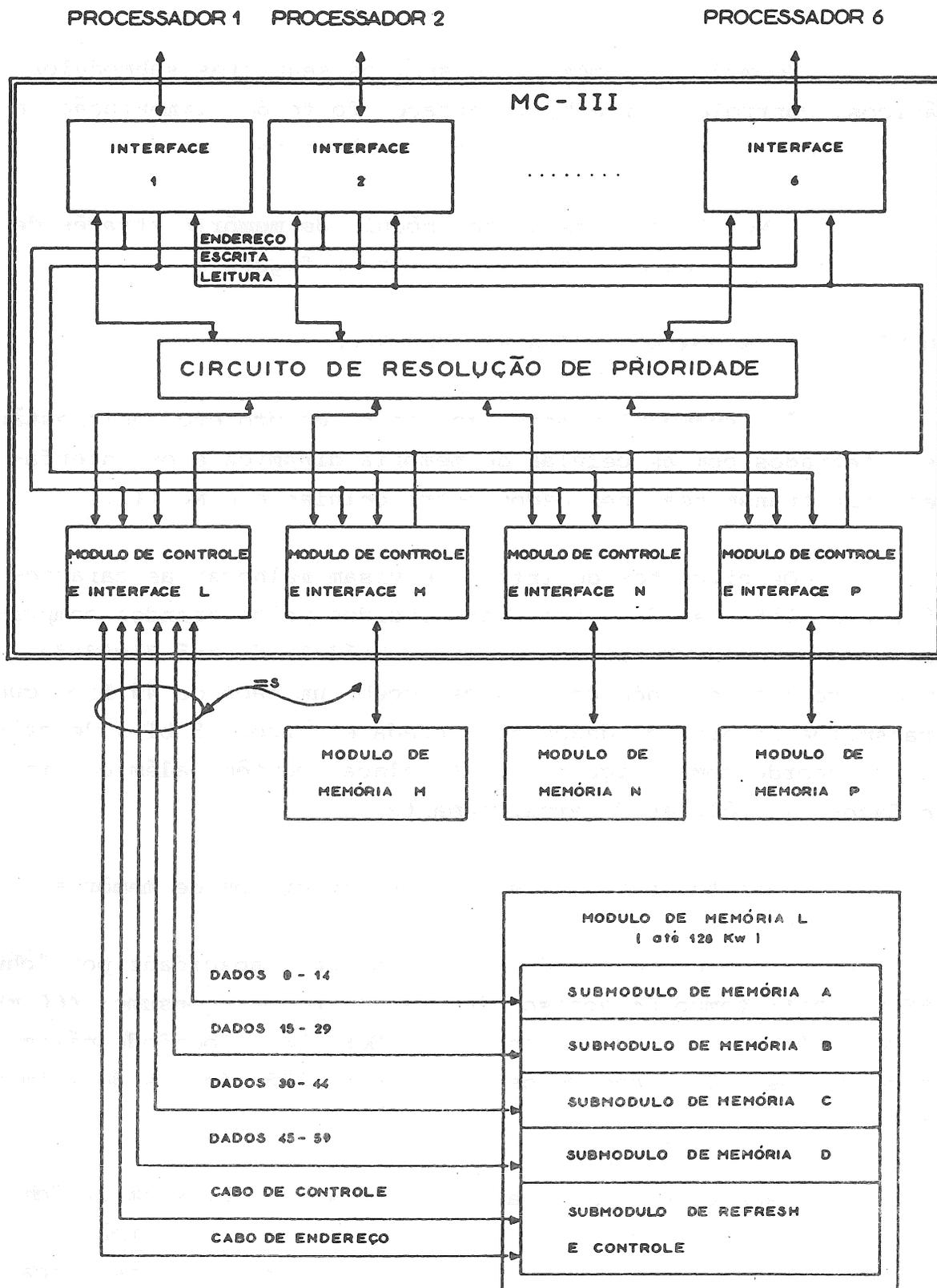


Fig.1 - DIAGRAMA EM BLOCOS DO MC III COM OS NOVOS MÓDULOS.

MÓDULO DE MEMÓRIA

Um módulo de memória possui os seguintes submódulos básicos: controle, refresh, interface, fonte de alimentação e células de armazenamento (memória propriamente dita).

O MC III se liga a cada módulo de memória através de um conjunto de 6 cabos, conforme mostra a figura 1.

SUBMÓDULO DE MEMÓRIA E INTERFACE DE DADOS

É o submódulo mais importante do projeto. Nele estão os integrados com as células de memória dinâmica e os interfaces para transmissão dos dados entre células e o MC III.

Os circuitos de interface visam melhorar as características elétricas dos sinais distorcidos pelos grandes comprimentos dos cabos. Fisicamente este submódulo ficará dividido em quatro placas, onde cada placa recebe um cabo de 44 fios que transmitem 15 bits de dados de entrada e outros 15 bits de saída, de acordo com a figura 1-b. As placas contêm, além dos interfaces, as células de armazenamento.

Características físicas dos integrados de memória:

As memórias são do tipo dinâmica; capacidade por "chip" 16K x 1 bit; tempo de acesso: 200 ns; 16 pinos; consumo: 460 mW ativo e 20mW em repouso; tecnologia: MOS (LSI); período máximo entre refresh: 2ms; endereços de refresh: 128; fontes de alimentação: 3.

Cada placa armazenará até 128Kw x 15 bits em 120 "chips". Assim, uma palavra de 60 bits é formada pela justaposição de 4 conjuntos de 15 bits, obtidos pelo acesso simultâneo às placas (128kw = 800kB).

SUBMÓDULO DE REFRESH E CONTROLE

Recebe 2 cabos de MC III: um de endereço (até 17 bits) e um de controle. A lógica de controle identifica se a operação é de leitura, leitura/escrita, leitura/modifica/escrita ou refresh. As três primeiras são solicitadas pelos processadores e a última é gerada internamente.

Devido ao tipo de memória empregada (dinâmica), os integrados devem ser refrescados periodicamente (2ms em 2ms) em todos os 128 endereços de linha. Estas operações devem ser intercaladas com as operações normais vindas dos processadores. A lógica de controle será baseada numa máquina de estados, operando em alta velocidade, pois os tempos envolvidos são da ordem de dezenas de nanosegundos.

A lógica de controle se encarrega ainda da verificação de paridade dos bits de endereço e controle vindos do MC III.

SUBMÓDULO DA FONTE DE ALIMENTAÇÃO

Fornece 3 tensões de alimentação ao módulo de memória. Contém circuitos que prevêm o acionamento seqüenciado das várias tensões envolvidas durante as operações de "power-on" e "power-off" do computador. O seqüenciamento das fontes é necessário para evitar danos às memórias dinâmicas de tecnologia MOS.

Não é possível e nem aconselhável usar as fontes de alimentação existentes no B-6700, pois além da incompatibilidade de nível haveria sobrecarga e possíveis interferências.

SUBMÓDULO DE REFRIGERAÇÃO

Como as necessidades de refrigeração nos submódulos de memória MOS são pequenas ($\approx 60W/placa$) optou-se por usar o sistema de refrigeração existente, durante a fase de desenvolvimento de protótipo.