

Arquiteturas de Processadores na Prática – TP1

1 FORMAÇÃO DOS GRUPOS E DEFINIÇÃO DO TRABALHO ESPECÍFICO

Formação dos grupos: Os grupos deverão ser de **2 a 4 alunos**. Trabalhos individuais não são aceitos.

Definição do trabalho específico: Estabelece-se a seguinte sistemática de definição dos trabalhos:

- (i) Cada grupo pesquisa e escolhe um processador a abordar (um microprocessador ou um micro-controlador), e procura obter informações sobre ele. Isto inclui: (1) a **descrição da arquitetura**, (2) a **descrição da linguagem de montagem** e (3) um **ambiente de programação** para este, formado por no mínimo um montador e um simulador de programas. A escolha pode ser por um dos processadores listados na página: http://www.inf.pucrs.br/~calazans/undergrad/OAP/material_microprocessadores.html. Deve ficar desde já claro que **não é necessário limitar-se às opções disponíveis nesta página**. Sugestões de outros processadores pelos grupos são definitivamente bem-vindas. Note-se que não é possível escolher o processador Intel 8086, que é usado aqui como exemplo de trabalho. Sugestões de uso dos processadores da página citada acima e de outros fora desta devem ser combinadas com o professor da disciplina com antecedência, de acordo com os itens a seguir.
- (ii) Por e-mail, o grupo informa ao professor (ney.calazans@pucrs.br): (1) os **alunos componentes do grupo** e (2) o **processador escolhido**. Caso o processador e/ou o material a empregar no trabalho não seja um dos conjuntos disponibilizado na página da disciplina, o grupo **deve** repassar o material obtido (documentação e ambiente de programação ou **links** para eles), depois de certificar-se que o ambiente de programação funciona em algum computador disponível ao grupo (a página citada anteriormente possui ambientes de programação adequados para os processadores mencionados nela).
- (iii) Uma regra importante a observar é que **nenhum microprocessador/micro-controlador poderá ser abordado por mais de 2 grupos**.
- (iv) Por e-mail, o professor responde, com base nos trabalhos já definidos até o momento, autorizando ou negando a possibilidade de o grupo realizar o trabalho. No caso de autorização, o professor insere os dados do grupo e trabalho escolhido na [Lista de Grupos x Trabalhos Confirmados](#). Caso a possibilidade seja negada, o grupo volta ao passo (ii) acima. O grupo deve observar a [Lista de Grupos x Trabalhos Confirmados](#), para verificar os grupos já definidos, evitando assim escolher processadores já escolhidos por outro grupo.
- (v) Quando o trabalho for autorizado, o grupo realiza o estudo do processador, seguindo as regras dadas abaixo, na Seção 2 deste documento. O processo descrito deve ser concluído, para todos os grupos até o dia **09/09/2022 (à meia-noite)**. O trabalho deve ser postado até este dia/hora no Moodle pelo grupo. Depois disto, haverá um **sorteio** entre os grupos, para gerar um **sistema de avaliação** em que cada grupo estudará e avaliará o trabalho de **um** dos outros grupos. A nota final será uma composição de três valores, conforme descrito em mais detalhes na Seção 2.

2 TRABALHO A SER DESENVOLVIDO E REGRAS DO JOGO

O objetivo do TP1 é **complementar o estudo de arquiteturas de processadores, incentivando os alunos a explorar uma arquitetura particular de processador comercial, a partir de informações fornecidas pelo fabricante deste**. As regras do jogo são:

1. **O trabalho deve prover uma definição clara da arquitetura do processador:** Como visto em aula, o domínio da arquitetura de um processador implica compreender em alguma profundidade as 6 (seis) características associadas a este modelo, quais sejam:
 1. O **conjunto de registradores** acessíveis ao programador em linguagem de montagem;
 2. O **conjunto de instruções** que o processador é capaz de executar;
 3. Os **formatos de instrução**, que relacionam instruções e seus operandos a formatos fonte e objeto de codificação destas informações em campos binários;
 4. Os **modos de endereçamento** aos quais as instruções do processador dão suporte;
 5. A **linguagem de montagem** definida para permitir a programação do processador;
 6. O **modelo de acesso à memória** pressuposto pela arquitetura estudada.

2. **Restrições:** Não serão aceitos trabalhos que descrevam o estudo de arquiteturas que já se encontrem abordadas em um dos dois livros-texto da disciplina, tipicamente o processador MIPS ou o DLX. Estudar estes processadores já é objetivo da maior parte da disciplina, como estudo de caso. A ideia aqui é **incentivar os alunos a explorar a imensa diversidade de processadores disponíveis hoje no mercado**, mas sem perder-se na complexidade de processadores mais recentes. Explicitamente, não se aceitarão trabalhos sobre as arquiteturas MIPS, DLX, ARM, PowerPC, ou Intel x86 e compatíveis (incluindo famílias Pentium, Xeon etc. ou os similares da AMD, tais como K6/K7, as diferentes família ARMx, os Intel cores I3/I5/I7/I9 etc.), devido principalmente a **alta complexidade** destes componentes para o nível presente de conhecimento dos alunos da disciplina. Além disto, ao longo do restante do curso os alunos forçosamente irão se envolver com tais arquiteturas em mais detalhe, em diversas oportunidades. Edições anteriores deste trabalho levaram a um **conselho** sobre alguns outros processadores a evitar escolher neste trabalho, pois as características peculiares destes levam a dificultar uma ou mais partes da realização do trabalho. No momento, os processadores **desaconselhados** são o **Intel 4004** (pela dificuldade de programá-lo, bem como por não ser mais utilizado) e os processadores da **família PIC** da empresa Microchip (pelas características bizarras desta arquitetura, que também dificultam sobremaneira sua programação em linguagem de montagem). Restam muitas dezenas de arquiteturas disponíveis para os grupos escolherem.
3. **Onde buscar informações para realizar o trabalho:** Para obter informações sobre arquiteturas de processadores, aconselha-se que os alunos pesquisem na Biblioteca e/ou na Internet as empresas e consórcios que definem e implementam arquiteturas de processadores, tais como: **Intel Semiconductor, Qualcomm, Freescale** (ou a antiga **Motorola Semiconductor**), **Texas Semiconductor, Analog Devices, Cypress, Atmel, Zilog, Microchip Semiconductors**, entre outros. Alguns livros existentes na Biblioteca contêm informações abundantes sobre um ou mais processadores alvo do trabalho. Assim, a nossa Biblioteca é uma fonte relevante de informações.
4. **Tipo de informação e de documentos a consultar:** Note-se que cada um dos fabricantes oferece muitas famílias (às vezes mais de uma dezena destas) de processadores e/ou micro-controladores que podem ser alvo do presente estudo. Note-se também que cada uma destas famílias pode contar com dezenas de componentes levemente ou radicalmente diferentes entre si. Muitas vezes, o documento que descreve a arquitetura (e parte da organização) de uma família ou componente se denomina **Datasheet** ou **User Guide** ou **Family Guide**. Para a definição da linguagem de montagem do processador e das instruções que compõem esta, frequentemente existem documentos em separado denominados, por exemplo, **Assembly Programming** ou **Assembly Programming Guide**.
5. Notem que um **passo fundamental para a seleção do processador** deve ser a **disponibilidade de um ambiente de programação do tipo freeware para este** (ou *shareware* com licença temporária que dure pelo período de execução do trabalho). Vejam o porquê desta exigência no item 7 abaixo.
6. **Tipo de processador a estudar:** Em princípio, não há restrições sobre que processador escolher, exceto pelas estabelecidas no item 2 (**Restrições**) acima, mas o processador deve existir como um produto comercialmente disponível. Aconselha-se a escolha de microprocessadores/micro-controladores de 8 ou 16 bits, ao invés de microprocessadores de 32, 64 bits ou com palavras maiores que 64 bits, sem que isto seja uma regra estrita (vejam com o professor a possibilidade de uso de algum processador que não siga as sugestões aqui listadas).
7. **Formato da avaliação:** O trabalho deverá ser desenvolvido sob a forma de uma apresentação em vídeo realizado pelo grupo. Apenas o **link para o vídeo** deve ser postado em sala do Moodle da disciplina conforme definido antes (não postem o vídeo direto no Moodle. Os vídeos podem estar no Youtube, em alguma nuvem como Dropbox ou OneDrive etc.), e cada vídeo deve abordar **pelo menos as 3 partes distintas do trabalho**, partes estas descritas mais abaixo neste item. Cada grupo realizará um vídeo sobre o processador selecionado com duração entre **15-20min**. Notem: **uma tolerância de 5% (para mais ou para menos) no tempo do vídeo é aceitável, mas vídeos com duração excessiva ou duração muito baixa implicam perda de nota**. Também, se um dos tópicos avaliados for explorado demais ou de menos isto também implica perda de nota. O valor de nota dos itens dá uma ideia da proporção do tempo ideal a ser gasto com eles no vídeo. Os temas a serem cobertos pelo vídeo do trabalho **TP1** geram uma **primeira nota**, atribuída pelo professor, entre 0-10, com a seguinte composição:
 - a) (1,0 ponto) Um **diagrama de blocos** da **organização do processador** estudado, mostrando os elementos mais relevantes para a compreensão da arquitetura do processador, e incluindo uma **explicação do mesmo trazida pelo grupo**.
 - b) (6,0 pontos) A **descrição sucinta da arquitetura** estudada, abordando as suas **seis características definidoras** descritas acima.

- c) (3,0 pontos) A **descrição, em linguagem de montagem, de um programa de nome Muito**, bem como a demonstração que ele está **sintática e semanticamente correto**. Esta demonstração pode ser na forma de figuras que mostrem telas do simulador usado, detalhando o processamento de dados e a geração de resultados durante uma simulação. Além disto, deve-se mostrar o programa executando no (modelo do) processador, através do uso de um simulador do processador escolhido.

Especificação do Programa Muito: Este programa recebe como entrada uma cadeia de caracteres ASCII (denominemos ela, por exemplo, **Frase**) terminada pelo caractere de controle NULL (o byte 0x00), e produz como resultado uma transformação desta cadeia em uma nova cadeia que tenha adicionado, após seu último caractere imprimível, a cadeia “, **muito!**”, e que continue sendo terminada com o caractere NULL. Por exemplo, se **Frase** vale “Mamãe me ama”, o programa **Muito** deve transformá-la em “Mamãe me ama, **muito!**”, certo? **Observação IMPORTANTE:** O programa deve ser escrito, montado e executado no ambiente de programação do processador escolhido. O vídeo deve mostrar o programa e sua execução correta em um simulador da arquitetura. Cuidado com o gerenciamento de memória, deve ser possível estender a cadeia sem destruir possíveis variáveis do programa que ocupem a mesma região de memória.

A nota de avaliação do vídeo é gerada pelo professor e vale 50% da nota do TP1. Os restantes 50% da nota serão produzidos assim:

- (30% da nota do **TP1**) Todo vídeo de um grupo será avaliado por um outro grupo de alunos que não trabalhou com o mesmo processador. O grupo avaliador deve produzir um relatório justificando sua nota entre 0-10 para o vídeo (com precisão de 1 casa decimal depois da vírgula), considerando itens tais como: (i) o quanto o grupo avaliador entendeu sobre o processador do grupo avaliado a partir do vídeo encaminhado; (ii) A correteza dos conceitos veiculados pelo vídeo do grupo avaliado; (iii) a qualidade da implementação do software e a qualidade da explicação de como o software funciona no vídeo. O processo descrito aqui deve ser concluído, para todos os grupos da aula, até o dia **21/09/2022 (à meia-noite)**, quando o relatório de avaliação deve ser postado no Moodle pelo grupo avaliador. O grupo avaliador deve usar os mesmos critérios de peso expressos mais acima, nos itens **a) a c)**.
 - (20% da nota do **TP1**) Todo grupo que avaliou um trabalho será por sua vez avaliado pelo professor a partir da qualidade do processo de avaliação que conduziu sobre o trabalho do grupo de colegas. A avaliação deve ser justa, precisa e correta.
8. **ATENÇÃO:** Está disponível uma apresentação de *slides* de um trabalho modelo no link http://www.inf.pucrs.br/~calazans/undergrad/OAP/TP1_Exemplo-de-Trabalho.pdf¹, que pode ser a fonte para gerar um vídeo de TP1, contendo os itens solicitados. Este exemplo é voltado para a arquitetura do processador Intel 8088, membro da família Intel x86, que, como dito antes, não pode ser usado como alvo do trabalho, excluído que foi no item **2 (Restrições)** acima. Usem este material apenas para entender os detalhes de como o vídeo do trabalho pode ser realizado e apresentado. O exemplo de trabalho não contempla a parte de descrição de como o software funciona, mas no vídeo do **TP1** isto deve ser bem explicado.
9. **A entregar:**
- Entrega 1: Link para o vídeo e os arquivo(s) usados para implementar e validar o programa-exemplo;
 - Entrega 2: Relatório de avaliação do trabalho de um grupo de colegas.
10. **Valor do Trabalho:** Este trabalho vale 25% da nota do G1.
11. **Outras observações Importantes:**
- Um dos objetivos deste trabalho é que os alunos se acostumem a usar a terminologia correta da área de organização e arquitetura de processadores. Assim, procurem empregar termos universalmente aceitos. Evitem inventar termos ou usar termos inadequados. Consultem bibliografias de boa qualidade, tais como os livros-texto indicados e verifiquem que estão usando uma terminologia adequada (o professor é uma fonte virtualmente inesgotável de informação sobre este assunto quando pairarem dúvidas!). Além disto, procurem separar o que é propaganda de fabricante/vendedor de dados objetivos sobre a arquitetura estudada. Frases como "Este processador poderoso é o melhor para resolver todos os problemas..." e similares, são inadequadas para um trabalho técnico de análise científica. Em resumo, **sejam críticos!**
 - Para manter a apresentação dentro do tamanho especificado (entre 15-20min) e ainda assim contendo informações relevantes, não sejam exaustivos na listagem de instruções, modos de endereçamento e/ou formatos de instrução; separem as informações destes itens em classes, descrevam cada classe e dêem um ou dois **exemplos** de cada classe apenas. Em outras palavras, **sejam sintéticos!**
 - A maioria dos microprocessadores encontrados no mercado possui muito mais estruturas dentro do circuito integrado que aquelas que definem a “arquitetura” do processador em questão. É importante

¹ Em tempo, logo mais será disponibilizado um exemplo de trabalho no formato de vídeo para substituir esta versão.

saber separar o que faz parte da **definição fundamental da arquitetura** de módulos acessórios. Estes últimos são úteis no uso do componente, mas não fazem parte da arquitetura, estritamente falando. Atenham-se aos elementos estudados na disciplina, abstraindo os detalhes irrelevantes (para o fim deste estudo) de cada implementação. Sendo mais objetivo:

- (1) ignorem os **periféricos** e **controladores de periféricos** eventualmente presentes no chip do processador (caso existam. Ignorem menções a portas de entrada e saída [*input and output ports*], temporizadores [*timers, watchdogs etc.*]);
- (2) ignorem tudo o que diz respeito ao uso de **interrupções** (em inglês, *interrupts*);
- (3) ignorem menções a **operações de entrada e saída** (em inglês *input-output* ou *I/O*) do processador por dispositivos externos (isto será tema de disciplina ulterior) etc. Fixem-se no que se passa apenas entre a Unidade Central de Processamento (UCP, ou em inglês *Central Processing Unit – CPU*) e a chamada Memória Principal (em inglês, *Main Memory*).
- Ou seja, restrinjam-se a abordar **os seis elementos definidores da arquitetura alvo do trabalho!**

12. Sobre o uso de Ambientes de Programação e Validação de Programas:

- Para desenvolver o programa, deve ser usado um ambiente adequado de desenvolvimento (edição/simulação/depuração de programas) para o processador selecionado.
- Alguns destes ambientes são disponibilizados na página da disciplina quando se trata de ambientes de domínio público (ver a página http://www.inf.pucrs.br/~calazans/undergrad/OAP/material_microprocessadores.html).
- O ambiente usado deve ser **obrigatoriamente mencionado** na apresentação e **estar disponível**, para que o professor e os colegas possam reproduzir a execução do programa desenvolvido, durante o processo de avaliação do trabalho.
- Caso o ambiente usado na validação do programa não seja um dos disponíveis na página acima, os meios para que o professor e os colegas usem este ambiente na avaliação do trabalho devem ser disponibilizados pelo grupo, sob pena do programa não ser avaliado, com a perda da nota correspondente.