PSI 3591

PROJETO DE FORMATURA I

8ª Aula

Decomposição Funcional

MOTIVAÇÃO: DESIGN DE SISTEMAS

Times de engenheiros que constroem um Sistema necessitam de:

- Uma abstração do sistema
- Um meio de Comunicação consistente
- Uma maneira de descrever os subsistemas:
  - Entradas
  - Saídas
  - Comportamento

Decomposição funcional

- Função – transformação das entradas para as saídas
- Decomposição – elaborar uma descrição através de módulos **tangíveis**

2

Abordagens Bottom-Up e Top-Down

- Bottom-Up
  - Dados os elementos constituintes:
    - Desenvolver um Sistema que funcione
      - A partir de componentes, construir módulos para realizar tarefas específicas
      - Integrar módulos entre si formando um Sistema que funcione
    - Por exemplo
      - Dada uma oferta de portas E, OU e NÃO, construir um computador
    - Pros
      - Leva a um subsistema eficiente
      - É realista
      - Permite criatividade
    - Cons
      - A complexidade é difícil de gerenciar
      - Pouca preocupação em projetar módulos reutilizáveis
      - Ciclos de reprojeto difíceis

3

Abordagens Bottom-Up e Top-Down

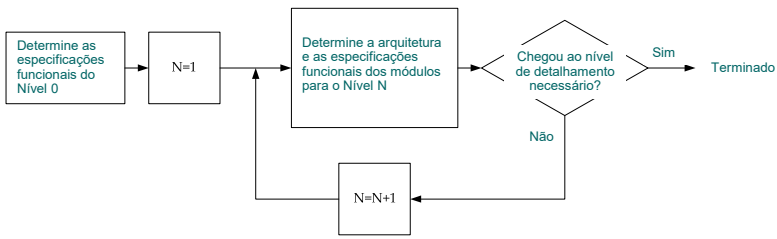
- Top-Down
  - Dada a especificação de um sistema
    - Desenvolver um Sistema que funcione
      - A partir dos requisites de engenharia, dividir o problema em módulos abstratos
      - Repetir o processo até obter partes tangíveis (“adquiríveis”)
    - Pros
      - Ciclo de projeto altamente previsível
      - Divisão eficiente de trabalho
    - Cons
      - Emprega mais tempo no planejamento
      - Pode barrar a criatividade (pensamento vertical, não lateral)

Nesta disciplina: Abordagem top-down com elementos bottom-up sempre que possível

4

A Decomposição Funcional (Top-down) dos Requisitos de Engenharia

- Dividir e conquistar de forma recursiva
  - Divida um módulo em vários submódulos
  - Defina a entrada, a saída e o comportamento $\vec{y} = f(\vec{x})$
  - Pare quando atingir componentes/blocos tangíveis



5

A Decomposição Funcional dos Requisitos de Engenharia

Destaques

- O processo de projeto é iterativo
- Planejamento reduz o tempo de reprojeto posterior
- Especificações precisas de entradas, saídas, transformações (funcionalidades) e interconexões
- Atenção
  - Procure saber como costuma ser feito ou foi feito antes
  - Submódulos devem possuir complexidade semelhante
  - Mantenha simples
  - Utilize tecnologia existente/disponível
  - Comunique os resultados
  - Não decomponha *ad infinitium*
  - Utilize abstrações adequadas para descrever os módulos:
    Não existe uma forma única de descrever os módulos. Quando necessário complemente a descrição funcional com fluxogramas, diagramas de estado, etc.
- Apesar disso:
  - Busque inovação

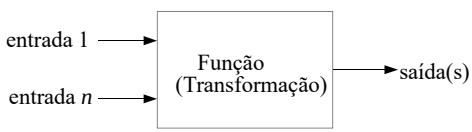
6

Aplicação em Projetos

- Projeto Nível 0
  - Apresente um módulo na forma de um único bloco com entradas e saídas identificadas (nomeadas) e com um título
  - Apresente na forma de tabela os requisitos funcionais: entradas, saídas e funcionalidades
- Projeto Nível 1
  - Apresente o diagrama do Nível 1 (arquitetura do sistema) com todos os módulos e interconexões bem visíveis
  - Descreva a teoria de operação. Explique como os módulos trabalham juntos para alcançar os objetivos de funcionamento
  - Apresente os requisitos funcionais na forma de tabela para cada modulo deste nível
- Projeto Nível N (para N>1)
  - Repita o processo empregado no Nível 1 tantas vezes quantas necessárias
- Alternativas de Projeto
  - Descreva as diferentes alternativas que foram consideradas, os compromissos (tradeoffs) e a justificativa para cada escolha. Baseie-se nos métodos de avaliação de conceitos (alternativas) apresentados na aula 7

A Decomposição Funcional
dos Requisitos de Engenharia

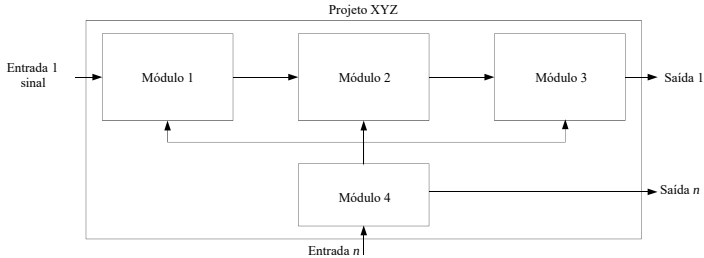
Nível 0 (mais alto nível)



Módulo	Projeto
Entradas	Entrada 1, Entrada 2, Entrada *n*
Saídas	Saída 1, Saída 2, Saída *n*
Funcionalidade	Descrever em frases curtas ou figuras (diagramas de estado, de blocos, etc.) as ações ou transformações ou combinações que o módulo realiza com as informações vindas das entradas

A Decomposição Funcional dos Requisitos de Engenharia

Nível 1 (normalmente descreve a arquitetura do projeto, em geral por módulos)

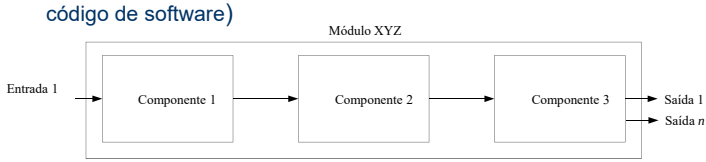


Módulo n	nome
Entradas	Entrada 1, Entrada 2, Entrada *n*
Saídas	Saída 1, Saída 2, Saída *n*
Funcionalidade	Descrever em frases curtas ou figuras (diagramas de estado, de blocos, etc.) as ações ou transformações ou combinações que o módulo realiza com as informações vindas das entradas
Módulos Associados	Indicar de quais módulos o Módulo n depende

9

A Decomposição Funcional dos Requisitos de Engenharia

Nível 2 (em geral já descreve o detalhamento ao nivel de componentes básicos ou código de software)



Submódulo ou componente n	nome
Entradas	Entrada 1, Entrada 2, Entrada *n*
Saídas	Saída 1, Saída 2, Saída *n*
Funcionalidade	Descrever em frases curtas ou figuras (diagramas de estado, de blocos, etc.) as ações ou transformações ou combinações que o módulo realiza com as informações vindas das entradas

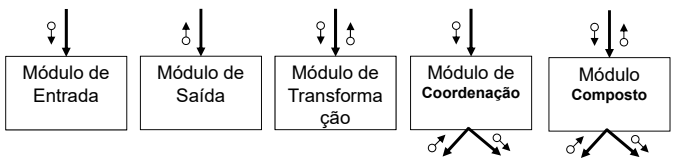
Nível n

- Chegue ao nível de detalhamento desejado e tangível (detailed design level)
- O número de níveis depende do detalhamento do projeto
- Não exagere no detalhamento, pare quando tiver algo tangível (software, bloco ou circuito)

10

Domínios de Aplicação

- Projetos Eletrônicos
- Projetos Digitais
- Projetos de Software (para linguagens funcionais, ex. C)
  - Note que praticamente todas as linguagens de programação permitem a chamada de funções, subrotinas ou módulos
  - O projeto funcional simplifica o desenvolvimento de softwares, eliminando a necessidade de se criar códigos redundantes
  - Gráficos estruturados (structured charts) são diagramas de blocos específicos para visualizar Projetos de Software na forma funcional

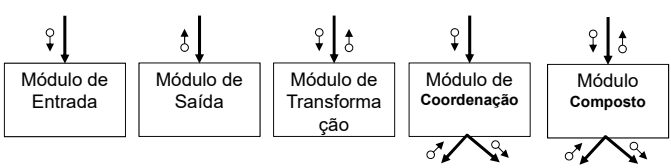


11

A Decomposição Funcional
dos Requisitos de Engenharia

Domínios de Aplicação

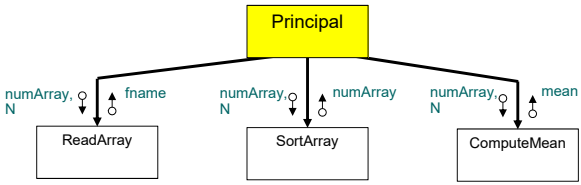
- Módulo de Entrada: Recebe informação
- Módulo de Saída: Retorna informação
- Módulo de Transformação: Recebe informação, a modifica e retorna a informação modificada
- Módulo de Coordenação: Coordena ou sincroniza as atividades entre módulos
- Módulos de Composição: Qualquer combinação dos quarto anteriores



12

A Decomposição Funcional dos Requisitos de Engenharia

Projeto de Software - Nível 1

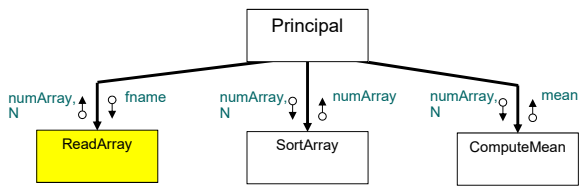


Módulo	Principal
Tipo de Módulo	Coordenação
Argumentos de entrada	Nenhum
Argumentos de saída	Nenhum
Descrição	A função **principal** chama ReadArray() para ler o arquivo de entrada do disco, SortArray() para classificar a matriz e ComputeMean() para determinar o valor médio dos elementos da matriz. É necessário a interação com o usuário para entrar o nome do arquivo. O valor da media é apresentado na tela.
Módulos invocados	ReadArray(), SortArray() e ComputeMean()

13

A Decomposição Funcional dos Requisitos de Engenharia

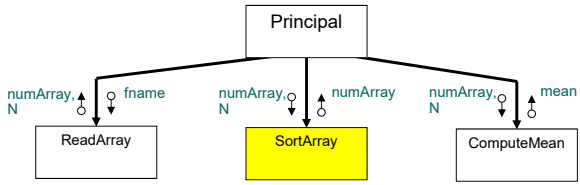
Projeto de Software - Nível 1



Módulo	ReadArray()
Tipo de Módulo	Entrada e Saída
Argumentos de entrada	fname[]: matriz de caracteres com o nome do arquivo a ser lido
Argumentos de saída	numArray[]: matriz inteira com os elementos lidos do arquivo N: número de elementos de numArray[]
Descrição	Lê os dados do arquivo de dados de entrada e armazena os elementos na matriz numArray. O número de elementos lidos é colocado em N
Módulos invocados	Nenhum

14

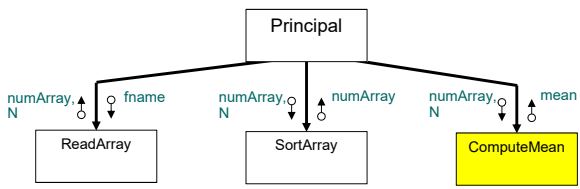
Projeto de Software - Nível 1



Módulo	SortArray()
Tipo de Módulo	Transformation
Argumentos de entrada	numArray[]: matriz de números inteiros N: número de elementos de numArray[]
Argumentos de saída	numArray[]: matriz classificada de números inteiros
Descrição	Classifica os elementos da matriz usando um algoritmo de classificação. Armazena em disco a matriz classificada.
Módulos invocados	Nenhum

15

Projeto de Software - Nível 1



Módulo	ComputeMean()
Tipo de Módulo	Entrada e Saída
Argumentos de entrada	numArray[]: matriz de números inteiros N: número de elementos de numArray[]
Argumentos de saída	mean: valor médio dos elementos na matriz
Descrição	Calcula o valor médio dos elementos inteiros da matriz
Módulos invocados	Nenhum

16

Requisitos de Engenharia e Escolha do Conceito(Alternativa)

O Sistema deve:

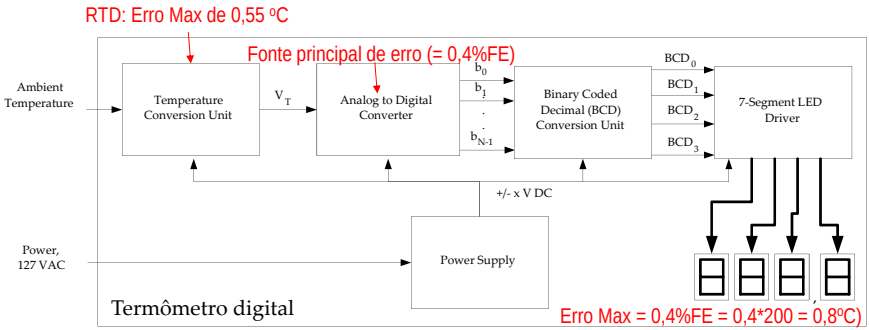
- Medir temperaturas entre 0 e 200°C
- Possuir uma acurácia de 0.4% no fundo de escala
- Apresentar a temperatura digitalmente, com um dígito além do ponto decimal
- Ser alimentado por corrente alternada de 127V 60Hz
- Usar um RTD (dispositivo resistivo térmico) com acurácia de 0.55°C em toda a escala. A resistência do RTD varia linearmente com a temperatura, de 100Ω a 0°C até 178Ω a 200°C

Nível 0

Módulo	Termômetro digital
Entradas	- Temperatura ambiente: 0-200°C. - Alimentação: 127V AC, 60Hz.
Saídas	- Mostrador digital de temperatura: Mostrador de 4 dígitos, com uma casa decimal.
Funcionalidade	Mostrar a temperatura para leitura digital com uma acurácia de 0.4% do fundo de escala.

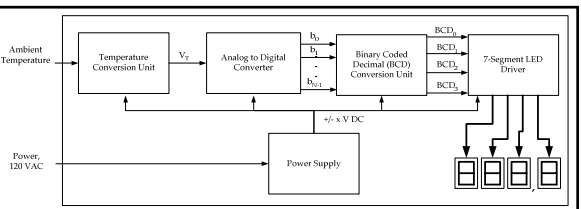
Exemplo:
O Termômetro Digital

Nível 1



19

Exemplo:
O Termômetro Digital



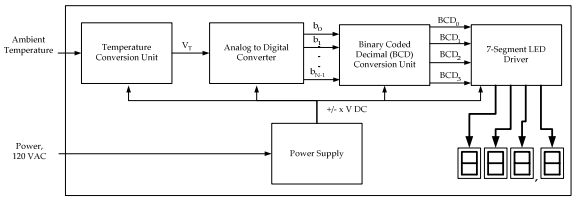
Nível 1

Módulo	Unidade de Conversão de Temperatura
Entradas	- Temperatura Ambiente: 0-200°C. - Alimentação: ?V DC (para alimentar a eletrônica).
Saídas	- V_T: tensão proporcional à temperatura. $V_T = \alpha T$, e vai de ? à ?V.
Funcionalidade	Produz uma tensão de saída que é linearmente proporcional à temperatura. Precisa atingir uma acurácia de ?%.

RTD: Erro Max de 0,55 ºC
Erro estimado (razoável) para a UCT: 0,05 ºC

20

Exemplo:
0 Termômetro Digital



Nível 1

Módulo	Conversor A/D
Entradas	- V_T: tensão proporcional à temperatura, variando de ? à ?V. - Alimentação: ?V DC.
Saídas	- Representação binária de ?-bits (b_{N-1} -b_0) de V_T.
Funcionalidade	Converte uma entrada analogica à uma saída digital binária.

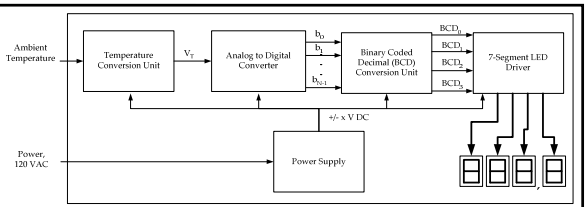
RTD: Erro Max de 0,55 ºC; UTC: Erro Max 0,05 ºC
ADC Erro Max ? (Total = 0,4%FE)
Erro Max Total = 0,4%FE = 0,4*200 = 0,8ºC)

ADC Erro de 0,20ºC

$$\text{ErroMax ADC} = \frac{\text{faixa}}{\text{número de intervalos}} = \frac{200^{\circ}C}{2^N} \geq 0,25^{\circ}C \Rightarrow N \geq 9,97 bits$$

21

Exemplo:
0 Termômetro Digital



Nível 1

Módulo	BCD ... LED Driver ... Power Supply (IDEM)
Entradas	
Saídas	
Funcionalidade	

Com base na apreciação geral dos módulos, definir alimentação DC e seu ripple (5V?)

22

Detalhes de Projeto

- Como você determinaria os detalhes desconhecidos dos dois slides anteriores?

Exemplo: Com base na apreciação geral dos módulos, definir alimentação DC e seu ripple (5V?)

Acoplamento e Coesão

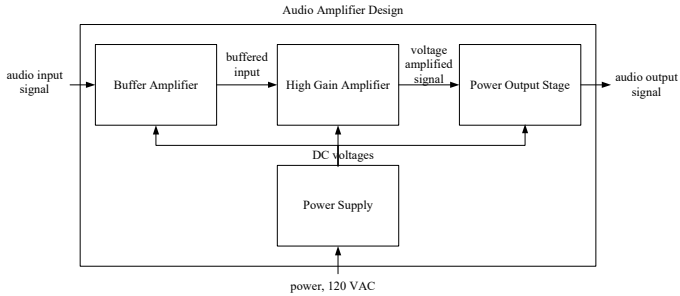
- O que é acoplamento?
  - Considere o número de módulos no nível mais baixo e o número de conexões entre eles. P.ex, se dois módulos, no máximo 1 conexão (se 3, 3; se 4, 6; se 5, 10 – pense nisso)
  - Portanto o número máximo de conexões cresce vertiginosamente com o número de módulos:

$$Conexões_{MAX} = \frac{n(n-1)}{2}$$

  - Acoplamento indica até que ponto os módulos estão conectados entre si:
    - Sistemas altamente acoplados indicam que erro em um módulo impacta diretamente nos outros e torna a identificação do erro difícil

Acoplamento

- O acoplamento dos módulos do Nível 1 do amplificador abaixo é relativamente baixo (excluindo-se a fonte)
- Note que os módulos não são totalmente desacoplados, uns dependem das impedâncias de entrada/saída dos outros



- Características de sistemas altamente acoplados
  - Falha em um módulo se propaga a outros
  - Difícil de reprojetar um módulo
- Características de sistemas pouco acoplados
  - Desencoraja a reutilização de módulos

25

Coesão

- O que é coesão?
  - Indica quão focado um modulo é. Em geral quanto mais coeso, menos acoplamento no Sistema
  - Existem tipos de coesão: lógica, temporal, funcional, etc.
- Características de um Sistema altamente coeso
  - Fácil de testar os módulos de maneira independente
  - Interface de controle simples (ou não existente)
- Características de um Sistema pouco coeso
  - Menos reuso dos módulos

26

A Razão da Decomposição Funcional

- Para reduzir o acoplamento costuma-se aumentar a coesão dos módulos
- Em geral **cada módulo executa uma função específica**, daí o conceito de **Decomposição Funcional**
- Note que com isso se aumenta a utilidade (reuso) dos módulos, porém eles são menos otimizados para cada aplicação:

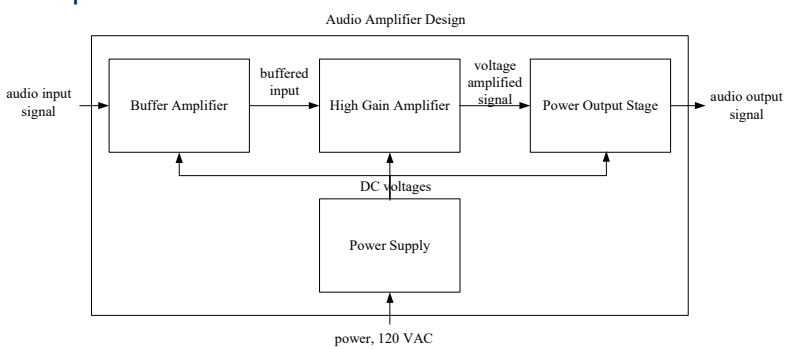
  Considere um software com dois conceitos sendo analisados: uma função única com 1000 linhas de código versus 15 funções coesas com em media 100 linhas de código cada. Qual executa mais rápido? Provavelmente a primeira opção. Qual é mais fácil de debugar e de de fazer upgrade? A segunda.

- **Embora sistemas fracamente acoplados e altamente coesos tendam a facilitar o projeto e o teste, podem não ser os melhores em termos de desempenho.**

27

Acoplamento

- Quanta coesão existe nos módulos do Nível 1 do amplificador abaixo?



- O Sistema acima é altamente coeso, cada módulo realiza uma etapa específica da amplificação
- Note que cada módulo poderia ser utilizado sozinho em outras aplicações

28

Resumo

- Abordagens de Projeto: top-down e bottom-up
- Decomposição Funcional (mais top-down)
  - Decomposição iterativa
  - Entrada, saída e função
  - Aplicável a muitos domínios de problemas
- Acoplamento – interconctabilidade dos módulos
- Coesão – foco dos módulos

29