

Sistemas Operacionais

SEMANA 8

Sistemas Operacionais

Tópicos

- Escalonador
 - Definições
 - Algoritmos
 - Comparação
 - Atividades

Sistemas Operacionais

Escalonador

- Definições
 - O Escalonador determina como gerenciar a fila de tarefas de estados “pronta” e “executando”
 - Lembrando que cada processador só pode ter uma tarefa alocada a ele por vez
 - O algoritmo utilizado pelo escalonador irá definir o comportamento do SO

Escalonador

- Definições
 - Tipos de Tarefas
 - Tarefas de tempo real
 - Tarefas interativas
 - Tarefas em lote

Escalonador

- Definições
 - Tarefas em tempo real
 - Exigência de previsibilidade do tempo
 - Tempo de resposta importa mais que velocidade
 - Controle de sistemas críticos

Escalonador

- Definições
 - Tarefas interativas
 - Recebem eventos externos
 - Do usuário
 - Da rede
 - Respostas devem ser rápidas
 - Não necessita da previsibilidade dos sistemas de tempo real
 - ***MAIOR PARTE DAS TAREFAS DE SISTEMAS DESKTOP!***

Escalonador

- Definições
 - Tarefas em lote (batch)
 - Não existe requisito temporal explícito
 - Executam sem intervenção de usuário
 - Procedimento de backup
 - Antivírus
 - Cálculo
 - Grandes massas de dados
 - Renderização de animações

Sistemas Operacionais

Escalonador

- Definições
 - Além disso, as tarefas podem ser classificadas como:
 - Tarefas orientadas a processamento
 - Tarefas orientadas a entrada/saída

Escalonador

- Definições
 - Tarefas orientadas a processamento
 - Usam de forma intensa o processador
 - Passam maior parte do tempo como “pronta” ou “executando”
 - Arquivos de vídeo
 - Cálculo numérico
 - Etc

Sistemas Operacionais

Escalonador

- Definições
 - Tarefas orientadas a entrada/saída
 - Dependem mais de dispositivos de entrada/saída
 - Ficam boa parte no estado “suspenso”
 - Editores de texto
 - Compiladores
 - Servidores de rede

Escalonador

- Definições
 - Existem tarefas que alternam seu comportamento
 - Conversores de áudio
 1. Aguarda entrada do usuário
 2. Processa operação solicitada pelo usuário

Sistemas Operacionais

Escalonador

- Definições
 - Antes de passarmos para os algoritmos
 - Objetivos
 - Métricas
 - Objetivos
 - Depende muito dos aplicativos a que se quer executar
 - Jogos exigem *quantum* baixo
 - As tarefas devem receber rapidamente o processador
 - » Cliques
 - » Cálculos
 - » Mudanças de cenário...

Escalonador

- Definições
 - Critérios utilizados para avaliação de escalonadores
 - Tempo de execução (ou de vida)
 - Tempo de espera
 - Tempo de resposta
 - Justiça
 - Eficiência

Escalonador

- Definições
 - Tempo de execução
 - Tempo total da execução da tarefa
 - Tempo decorrido entre criação e encerramento
 - Utilizado em sistemas em lote
 - Não há interação com usuário do sistema

Escalonador

- Definições
 - Tempo de espera
 - Tempo perdido na fila de “pronta”
 - Não inclui o tempo em “suspensa”

Escalonador

- Definições
 - Tempo de resposta
 - Tempo entre a chegada de evento e o resultado do processamento
 - Um editor de texto
 - » Tempo entre apertar uma tecla e aparecer o caractere na tela
 - Sistemas interativos e Tempo real
 - Tempo de tratamento de interrupções
 - Tempo entre sair de suspensão e voltar ao processador
 - *Quantum*

Escalonador

- Definições
 - Justiça
 - Distribuição do processador entre fila de tarefas
 - Prioridades e comportamento iguais devem ter execuções similares

Sistemas Operacionais

Escalonador

Definições

– Eficiência

- A eficiência foi definida em aulas anteriores

$$\varepsilon = \frac{t_q}{t_q + t_{tc}}$$

- t_q – média do *quantum*
- t_{tc} – média de trocas de contexto
- Grau de utilização do processador
- Trocas de contexto e quantidade de tarefas orientadas a entrada/saída

Escalonador

- Definições
 - Tipos de escalonamento
 - Preemptivo
 - Cooperativo

Escalonador

- Definições
 - Preemptivo
 - Mais utilizado nos sistemas operacionais modernos
 - A tarefa perde o processador após finalizar seu *quantum*
 - Também pode perder por:
 - » Chamada de sistema
 - » Aguardando entrada/saída
 - O escalonador reavalia as tarefas a cada interrupção, exceção ou chamada de sistema

Escalonador

- Definições
 - Cooperativos
 - Mais utilizados em sistemas de lote
 - Tarefa é executada até o fim ou necessidade de entrada/saída
 - Tarefas “cooperam” entre si, gerenciando o uso do processador

Sistemas Operacionais

Escalonador

- Algoritmos de Escalonamento de Tarefas
 - Existem diversos algoritmos na literatura
 - Iremos estudar aqueles mais conhecidos
 - Para os exemplos aqui apresentados utilizaremos um sistema **monoprocessado** e **5 tarefas orientadas a processamento**

Tarefa	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5
Ingresso	0	0	1	3	5
Duração	5	2	4	1	2
Prioridade	2	3	1	4	5

Tabela 6.1: Tarefas na fila de prontas.

Sistemas Operacionais

Escalonador

- Algoritmos de Escalonamento de Tarefas
 - **First-Come, First Served (FCFS)**
 - Atendimento de tarefas em sequência
 - Algoritmo simples

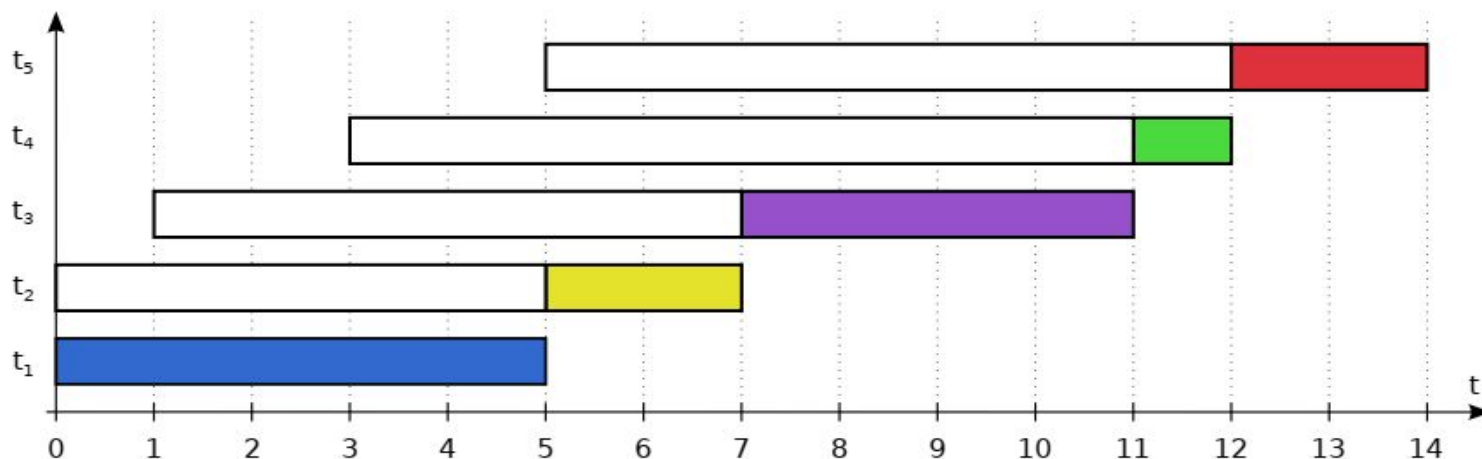


Figura 6.1: Escalonamento FCFS.

Sistemas Operacionais

Escalonador

• Algoritmos de Escalonamento de Tarefas – **First-Come, First Served (FCFS)**

- Tempo médio de execução

$$\begin{aligned} T_t &= \frac{t_t(t_1) + \dots + t_t(t_5)}{5} \\ &= \frac{(5 - 0) + (7 - 0) + (11 - 1) + (12 - 3) + (14 - 5)}{5} \\ &= 8,0s \end{aligned}$$

- Tempo médio de espera

$$\begin{aligned} T_w &= \frac{t_w(t_1) + \dots + t_w(t_5)}{5} \\ &= \frac{(0 - 0) + (5 - 0) + (7 - 1) + (11 - 3) + (12 - 5)}{5} \\ &= 5,2s \end{aligned}$$

Sistemas Operacionais

Escalonador

- Algoritmos de Escalonamento de Tarefas
 - **Round-Robin (RR)**
 - Preempção por tempo adicionado ao FCFS
 - Escalonamento por revezamento
 - Temos o *Quantum* $\Rightarrow t_q = 2s$

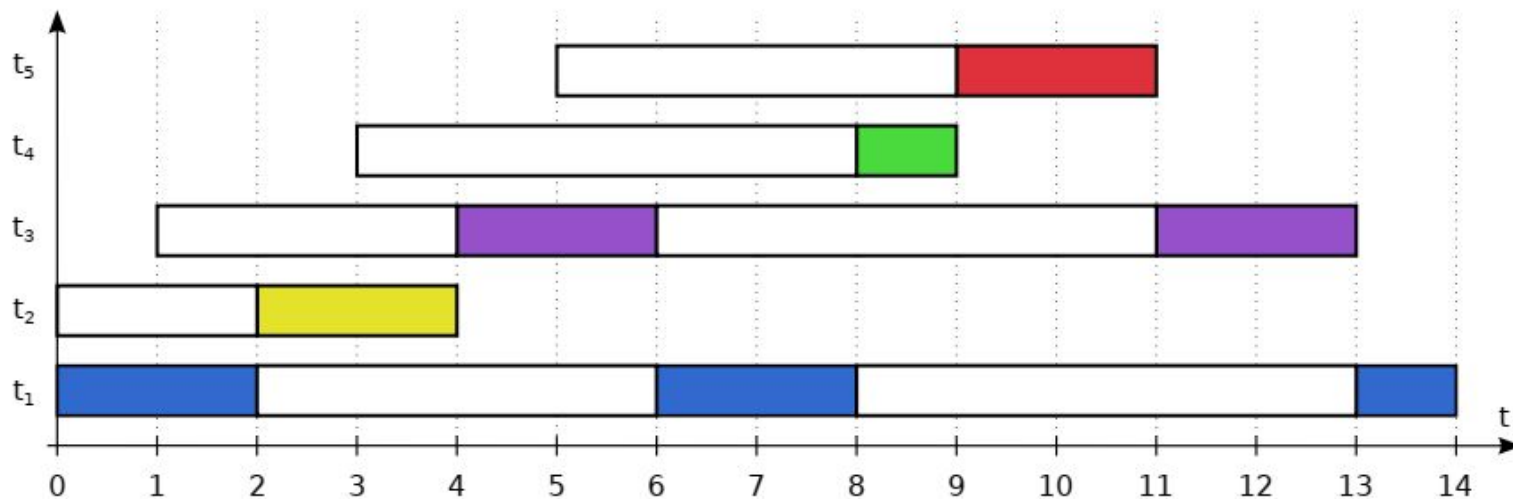


Figura 6.2: Escalonamento *Round-Robin*.

Sistemas Operacionais

Escalonador

- Algoritmos de Escalonamento de Tarefas
 - Round-Robin (RR)**
 - Sequência é alterada
 - t1->t2->t3->t1->t4->t5->t3->t1

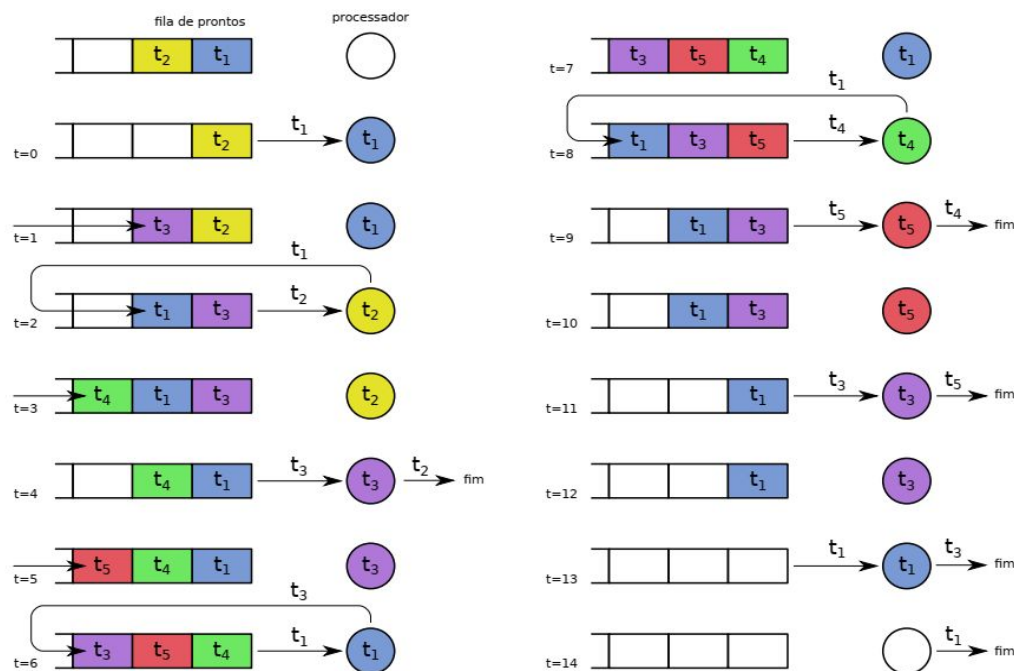


Figura 6.3: Evolução da fila de tarefas prontas no escalonamento *Round-Robin*.

Sistemas Operacionais

Escalonador

• Algoritmos de Escalonamento de Tarefas

– Round-Robin (RR)

- Tempo médio de execução

$$T_t = \frac{t_t(t_1) + \dots + t_t(t_5)}{5} = \frac{14 + 4 + 12 + 6 + 6}{5} = 8,4s$$

- Tempo médio de espera

$$T_w = \frac{t_w(t_1) + \dots + t_w(t_5)}{5} = \frac{9 + 2 + 8 + 5 + 4}{5} = 5,6s$$

Sistemas Operacionais

Escalonador

- Algoritmos de Escalonamento de Tarefas
 - **Round-Robin (RR)**
 - Para tarefas em lote tem menor eficiência
 - Tempos de resposta melhores
 - Distribuição do processador
 - Tarefas interativas é melhor
 - Número de trocas de contexto também aumenta

Sistemas Operacionais

Escalonador

- Algoritmos de Escalonamento de Tarefas
 - **Shortest Job First (SJF)**
 - Primeiro a tarefa com menor tempo de processamento
 - Disponível na fila de tarefas prontas
 - Cooperativo

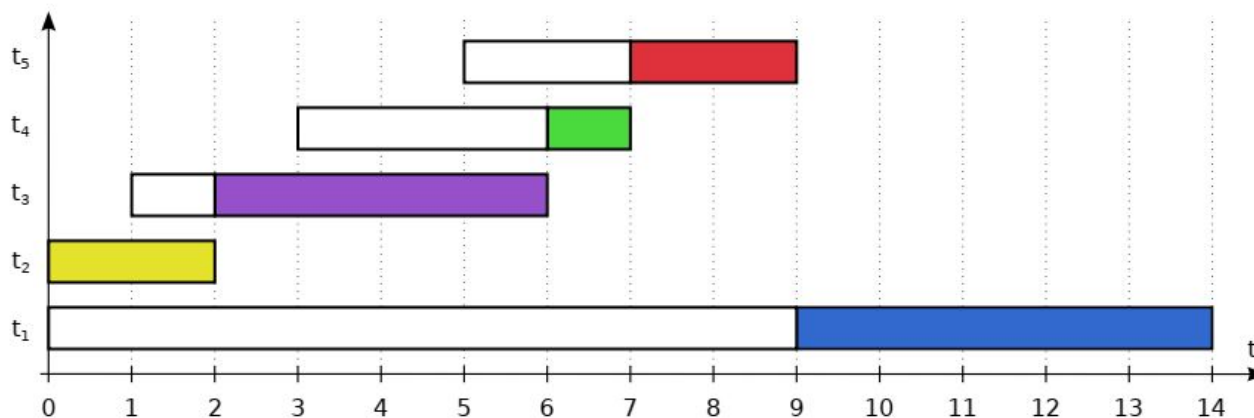


Figura 6.4: Escalonamento SJF.

Sistemas Operacionais

Escalonador

• Algoritmos de Escalonamento de Tarefas

– Shortest Job First (SJF)

- Tempo médio de execução

$$T_t = \frac{t_t(t_1) + \dots + t_t(t_5)}{5} = \frac{14 + 2 + 5 + 4 + 4}{5} = 5,8s$$

- Tempo médio de espera

$$T_w = \frac{t_w(t_1) + \dots + t_w(t_5)}{5} = \frac{9 + 2 + 8 + 5 + 4}{5} = 3,0s$$

Sistemas Operacionais

Escalonador

- Algoritmos de Escalonamento de Tarefas
 - **Shortest Job First (SJF)**
 - Problemas
 - Como estimar o tempo de execução?
 - » Normalmente inviável
 - » Editores de texto não possuem tempo de execução pré-definido
 - E quando muitas tarefas curtas chegam a fila?
 - » As tarefas mais longas ficam “aguardando” por tempo indeterminado
 - *Inanição*

Sistemas Operacionais

Escalonador

- Algoritmos de Escalonamento de Tarefas
 - **Shortest Remaining Time First (SRTF)**
 - O algoritmo verifica o tempo restante de execução da tarefa
 - Mesmo tarefas que estão no estado “executando” podem perder o processador para novas tarefas entrantes

Sistemas Operacionais

Escalonador

- Algoritmos de Escalonamento de Tarefas
 - Shortest Remaining Time First (SRTF)**

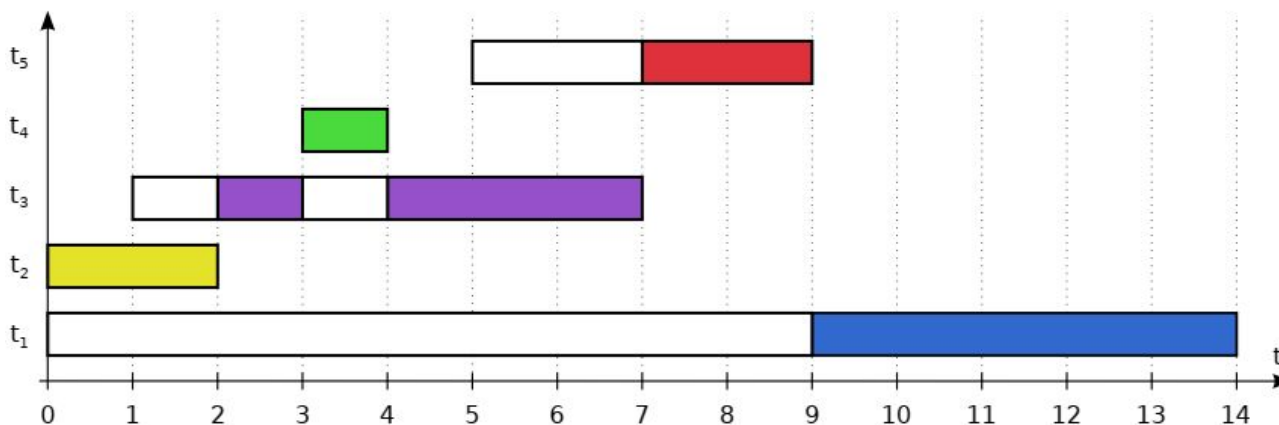


Figura 6.5: Escalonamento SRTF.

Sistemas Operacionais

Escalonador

• Algoritmos de Escalonamento de Tarefas

– Shortest Remaining Time First (SRTF)

- Tempo médio de execução

$$T_t = \frac{t_t(t_1) + \dots + t_t(t_5)}{5} = \frac{14 + 2 + 6 + 1 + 4}{5} = 5,4s$$

- Tempo médio de espera

$$T_w = \frac{t_w(t_1) + \dots + t_w(t_5)}{5} = \frac{9 + 0 + 2 + 0 + 2}{5} = 2,6s$$

- Menores tempos médios

– Ainda pode ocorrer a *inanição* de tarefas longas

Sistemas Operacionais

Escalonador

- Algoritmos de Escalonamento de Tarefas
 - **Escalonamento por prioridades fixas**
 - **PRIOc e PRIOp**
 - Associa-se uma prioridade a cada tarefa
 - Número inteiro representando sua importância
 - Definem ordem de execução
 - Pode ser cooperativo (PRIOc) ou preemptivo (PRIOp)

Sistemas Operacionais

Escalonador

- Algoritmos de Escalonamento de Tarefas
 - **Escalonamento por prioridades fixas**
 - Maior número, maior prioridade

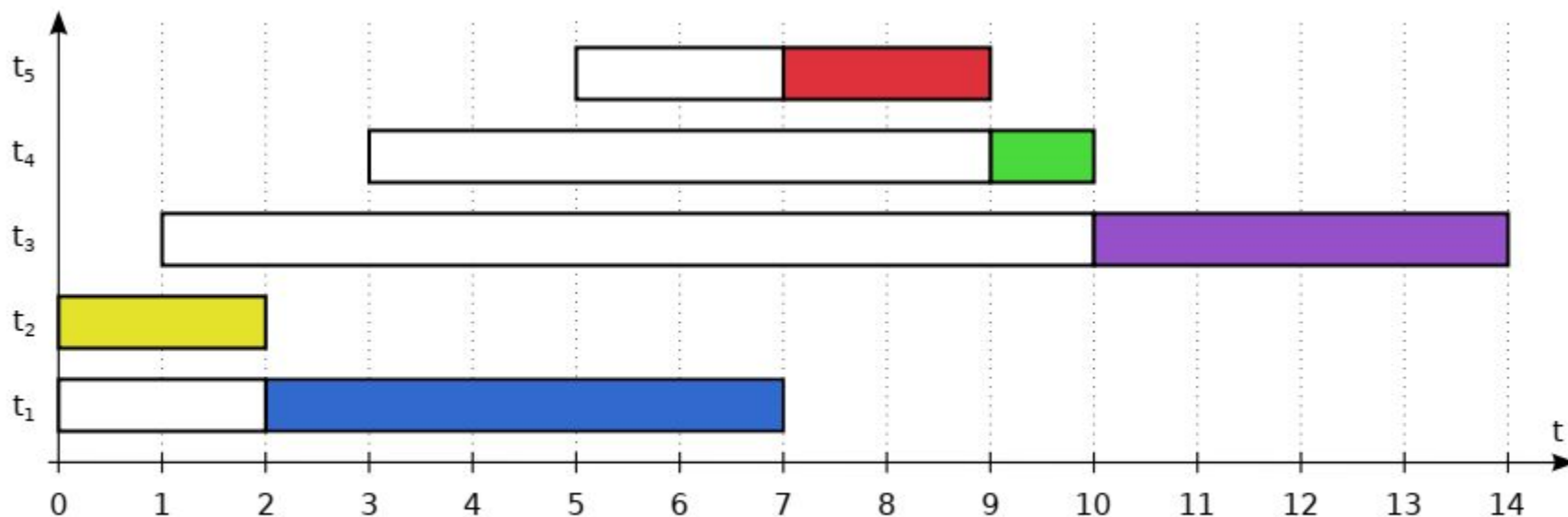


Figura 6.6: Escalonamento por prioridade cooperativo (PRIOc).

Sistemas Operacionais

Escalonador

• Algoritmos de Escalonamento de Tarefas

– Escalonamento por prioridades fixas

- **PRIOc**

- Tempo médio de execução

$$T_t = \frac{t_t(t_1) + \dots + t_t(t_5)}{5} = \frac{7 + 2 + 13 + 7 + 4}{5} = 6,6s$$

- Tempo médio de espera

$$T_w = \frac{t_w(t_1) + \dots + t_w(t_5)}{5} = \frac{2 + 0 + 9 + 6 + 2}{5} = 3,8s$$

Sistemas Operacionais

Escalonador

- Algoritmos de Escalonamento de Tarefas
 - **Escalonamento por prioridades fixas**
 - Maior número, maior prioridade

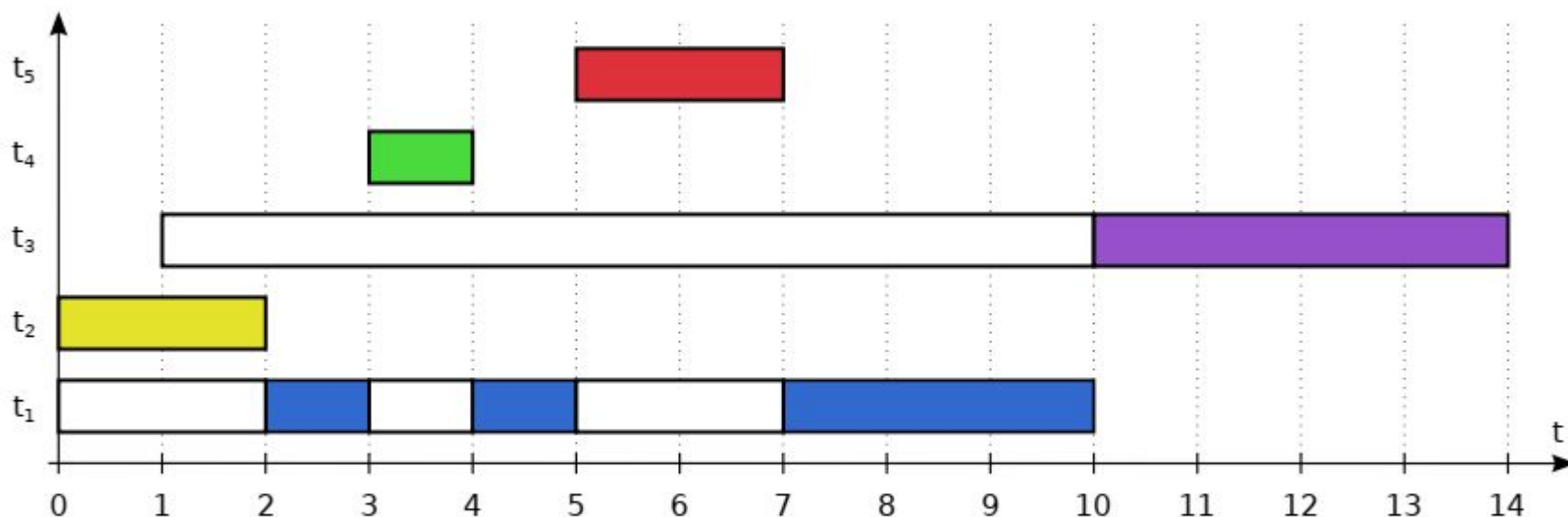


Figura 6.7: Escalonamento por prioridade preemptivo (PRIOp).

Sistemas Operacionais

Escalonador

• Algoritmos de Escalonamento de Tarefas

– Escalonamento por prioridades fixas

- PRIOp

- Tempo médio de execução

$$T_t = \frac{t_t(t_1) + \dots + t_t(t_5)}{5} = \frac{10 + 2 + 13 + 1 + 2}{5} = 5,6s$$

- Tempo médio de espera

$$T_w = \frac{t_w(t_1) + \dots + t_w(t_5)}{5} = \frac{5 + 0 + 9 + 0 + 0}{5} = 2,8s$$

Sistemas Operacionais

Escalonador

- Algoritmos de Escalonamento de Tarefas
 - **Escalonamento por prioridades dinâmicas**
 - Os algoritmos anteriores sofrem do problema de *inanição*
 - Para evitar esse problema
 - Incluído o **envelhecimento**
 - Uma tarefa aumenta sua prioridade proporcionalmente ao tempo que está aguardando o processador
 - Prioridade **dinâmica**

Sistemas Operacionais

Escalonador

- Algoritmos de Escalonamento de Tarefas
 - Escalonamento por prioridades dinâmicas

Definições:

N : número de tarefas no sistema

t_i : tarefa i , $1 \leq i \leq N$

pe_i : prioridade estática da tarefa t_i

pd_i : prioridade dinâmica da tarefa t_i

Quando uma tarefa nova t_{nova} ingressa no sistema:

$pe_{nova} \leftarrow \text{prioridade fixa}$

$pd_{nova} \leftarrow pe_{nova}$

Para escolher t_{prox} , a próxima tarefa a executar:

escolher $t_{prox} \mid pd_{prox} = \max_{i=1}^N (pd_i)$

$\forall t_i \neq t_{prox} : pd_i \leftarrow pd_i + \alpha$

$pd_{prox} \leftarrow pe_{prox}$

Sistemas Operacionais

Escalonador

- Algoritmos de Escalonamento de Tarefas
 - **Escalonamento por prioridades dinâmicas**
 - No algoritmo anterior vemos:
 - α -> fator de envelhecimento
 - A próxima tarefa selecionada pelo escalonador
 - » $> pd$ (prioridade dinâmica)
 - Tarefas que entram no processador
 - » Diminuem seu pd
 - Voltam ao valor original pe

Sistemas Operacionais

Escalonador

- Algoritmos de Escalonamento de Tarefas
 - Escalonamento por prioridades dinâmicas**

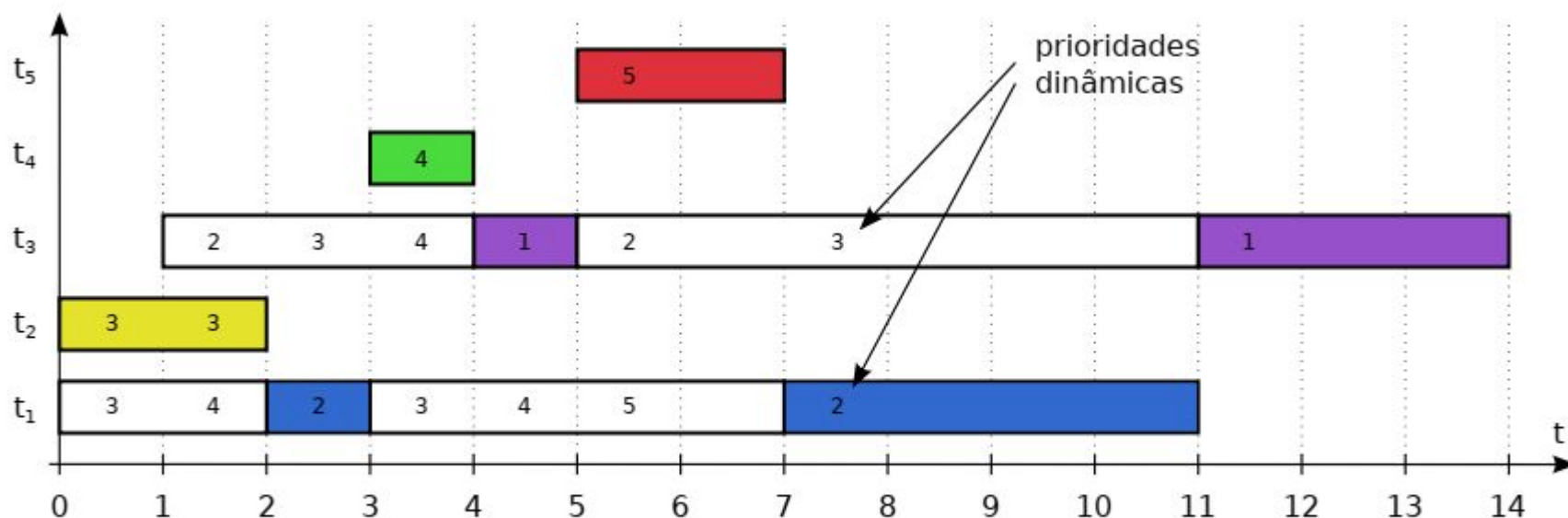


Figura 6.8: Escalonamento por prioridade preemptivo dinâmico (PRIOd).

Sistemas Operacionais

Escalonador

- Algoritmos de Escalonamento de Tarefas

- Escalonamento por prioridades dinâmicas

- Tempo médio de execução

$$T_t = \frac{t_t(t_1) + \dots + t_t(t_5)}{5} = \frac{11 + 2 + 13 + 1 + 2}{5} = 5,8s$$

- Tempo médio de espera

$$T_w = \frac{t_w(t_1) + \dots + t_w(t_5)}{5} = \frac{6 + 0 + 9 + 0 + 0}{5} = 3,0s$$

Escalonador

- Definição de prioridades
 - Fatores externos
 - Fatores internos

Escalonador

- Definição de prioridades
 - Fatores externos
 - Informações do usuário
 - Classe de usuário (ADM, Diretor, ...)
 - Importância da tarefa

Escalonador

- Definição de prioridades
 - Fatores internos
 - Idade da tarefa
 - Duração estimada
 - Interatividade
 - Uso de memória (ou outros recursos)
 - Envelhecimento

Sistemas Operacionais

Escalonador

- Comparação dos algoritmos

Algoritmo de escalonamento	FCFS	RR	SJF	SRTF	PRIOc	PRIOp	PRIOd
Tempo médio de execução T_t	8,0	8,4	5,8	5,4	6,6	5,6	5,8
Tempo médio de espera T_w	5,2	5,6	3,0	2,6	3,8	2,8	3,0
Número de trocas de contexto	4	7	4	5	4	6	6
Tempo total de processamento	14	14	14	14	14	14	14

Tabela 6.2: Comparação entre os algoritmos apresentados.

Sistemas Operacionais

Escalonador

- Atividades

1. Explique o que é escalonamento *round-robin*, dando um exemplo (diferente da apresentação).
2. Explique o que é, para que serve e como funciona a técnica de *envelhecimento* (*aging*).
3. Nosso sistema de tempo compartilhado tem valor de quantum t_q e duração da troca de contexto t_{tc} . As tarefas de entrada/saída usam em média $p\%$ de seu quantum de tempo cada vez que recebem o processador. Defina a eficiência do sistema como uma função dos parâmetros t_q , t_{tc} e p .