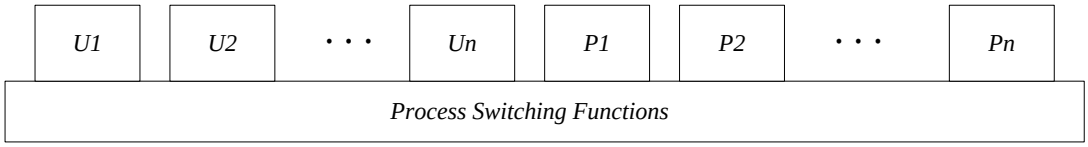
... 2.1.3 - Controle de Processos - Execução do S.O.

- ... como apresentado, uma estrutura típica para imagem de um processo mostra que uma pilha de *kernel* separada é usada para gerenciar as chamadas/retornos enquanto o processo está no modo *kernel*;
- ... códigos e dados do sistema operacional estão em um espaço de endereçamento comum e são compartilhados por todos os processos do usuário;
- ... quando uma interrupção, *trap* ou chamada de sistema ocorre, o processador é posto em modo *kernel* e o controle é transferido para o sistema operacional;
- ... isto, no entanto, não significa chaveamento de processo, mas apenas o chaveamento de modo dentro do mesmo processo, ou seja, processo do usuário;
- se, por outro lado, for determinado um chaveamento de processo, então o controle é transferido para a rotina de chaveamento de processos, que pode ou não executar dentro do processo corrente (depende do projeto de sistema);

... 2.1.3 - Controle de Processos - Execução do S.O.

- uma outra alternativa, como ilustrado abaixo, é a visão do sistema operacional como uma coleção de processos do sistema, ou seja, as funções principais do *kernel* estão organizadas como processos separados;



✔ impõe um projeto de programas disciplinado que encoraja o uso de um sistema operacional modular com o mínimo de interfaces claras entre os módulos;

✔ algumas funções de sistema operacional não críticas são convenientemente implementadas como processos separados permitindo a concorrência;

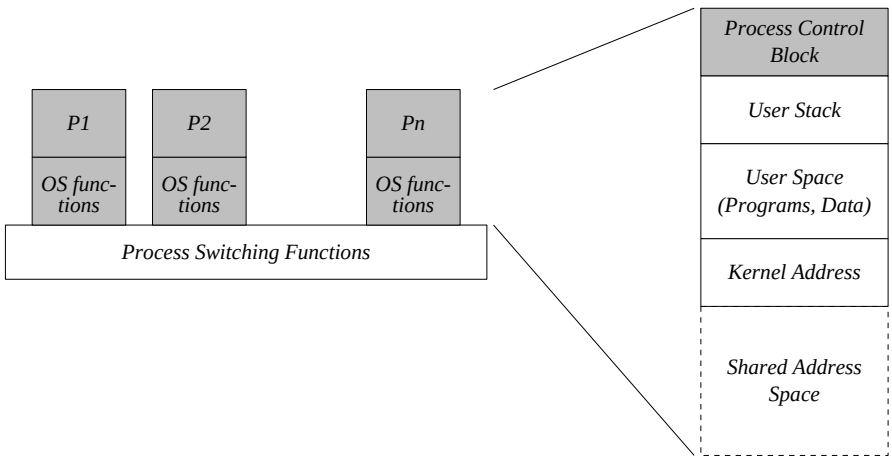
✔ implementar o sistema operacional como um conjunto de processos é útil em ambientes multiprocessados ou em múltiplos computadores, onde alguns serviços do sistema podem ser enviados para processadores dedicados, melhorando a performance.

... 2.1.3 - Controle de Processos - Execução do S.O.

- ... o sistema operacional pode executar qualquer função que deseje e depois recuperar o contexto do processo interrompido que a tenha solicitado;
- uma outra alternativa após o sistema operacional armazenar o ambiente do processo é proceder o escalonamento e despacho de um outro processo;
- ... o direcionamento de escalonar um outro processo ou proceder a execução de uma função depende da razão da interrupção e de circunstâncias temporais;
- ... seja qual for o caso, o ponto chave nesta abordagem é que o conceito de processo é aplicável somente a processos do usuário, ou seja, o código do sistema operacional é executado como uma entidade separada que opera em modo privilegiado.

... 2.1.3 - Controle de Processos - Execução do S.O.

- funções do sist. oper. executam dentro do processo do usuário - alternativa comum dentro de sistemas operacionais característicos dos mini e microcomputadores.
- ... o sist. oper. é uma coleção de rotinas que o usuário chama para realizar várias funções, sendo que são executadas dentro do ambiente do processo do usuário;



... 2.1.3 - Controle de Processos - Chaveamento de Processos

- os passos envolvidos em um chaveamento completo de processos são os seguintes:

  ❶ salvar o contexto do processo, incluindo contador de programa e registradores;

  ❷ atualizar o bloco de controle do processo para o processo que está sendo executado, por exemplo, mudar o estado do processo;

  ❸ mover o bloco de controle do processo para a fila correspondente;

  ❹ selecionar outro processo para execução segundo algum critério;

  ❺ atualizar o bloco de controle do processo do processo selecionado;

  ❻ atualizar a estrutura de dados do gerenciamento de memória;

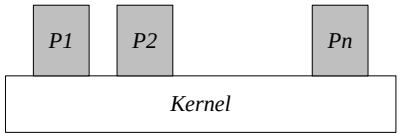
  ❼ recuperar o contexto do processador no que se refere ao processo que acaba de ser selecionado, ou seja, carregar os valores prévios para o contador de programa e demais registradores do processo selecionado.

... 2.1.3 - Controle de Processos - Execução do S.O.

- ... alguns aspectos anteriormente apontados no que se refere a definição do sistema operacional como um programa ordinário, podem agora ser melhor esclarecidos !

- Se isto é verdade, é o Sistema Operacional um processo ? Se for, como ele é controlado ? — estas questões tem recebido muitas respostas por parte dos projetistas e a seguir apresentamos algumas abordagens.

✯ *kernel* separado - quando um processo corrente é interrompido ou requeri uma chamada de sistema, o contexto de modo deste processo é salvo e o controle é passado para o *kernel*, que possui sua particular região de memória e de pilha.



... 2.1.3 - Controle de Processos - Chaveamento de Processos

- idéia do chaveamento de processos - em algum instante, um processo executando é interrompido e o sistema operacional atribui outro processo ao estado de executando e muda o controle para aquele processo.

- ... mas como o sist. oper. readquire o controle para efetuar o chaveamento ?!

- Primeiro, o chaveamento de processos pode ocorrer a qualquer instante que o sist. oper. tenha readquirido o controle do processo que está executando correntemente:

  ✲ interrupção - é um sinal externo a execução da instrução corrente;
  ✲ *trap* - associado com a execução da instrução corrente;
  ✲ requisição explícita - chamada de função do sist. operacional.

- ... com uma interrupção, o controle é inicialmente transferido para um manipulador de interrupção, que por sua vez executa algum procedimento básico e depois transfere para a rotina do sist. oper. responsável pela tratamento da interrupção em particular.

... 2.1.3 - Controle de Processos - Chaveamento de Processos

- ... o'utro aspecto a ser investigado é como reconhecer e distinguir entre modo de chaveamento e chaveamento entre processos ?!

- Inicialmente, deve esta claro que o modo de chaveamento (modo usuário ou modo *kernel*) é um modo distinto do chaveamento de processos.

- Segundo, o modo de chaveamento pode ocorrer sem que haja mudança do estado do processo que está sendo executado — neste caso, o *overhead* é baixo.

- ... entretanto, se o processo correntemente executando tem seu estado alterado (*ready*, *blocked*, *ready* e suspenso, etc.), então o sistema operacional deverá efetuar mudanças substanciais no seu ambiente.

... 2.1.3 - Controle de Processos - Modos de Execução

- ... a razão para se utilizar 02 modos é a necessidade de proteger o sistema operacional e suas tabelas chaves, tais quais os blocos de controle de processos.

- ... no modo *kernel*, o *software* tem total controle do processador e de todas as suas intruções, registros e memória — assim este nível de controle não é necessário, por segurança, e não desejável para programas de usuário.

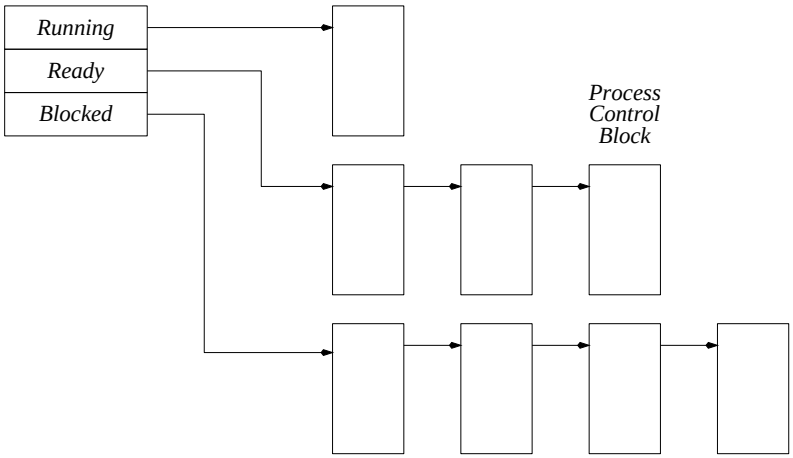
- ?! como o processador sabe em que modo ele está executando e como mudá-lo ?!
  - ✯ a primeira questão é respondida com auxílio do registro de *program status word*, que contém um bit indicando o modo;
  - ✯ para mudar o modo, a mudança ocorre em resposta a certos eventos, p. ex., quando o usuário invoca um serviço do sistema operacional.

... 2.1.3 - Controle de Processos - Criação de Processos

- Uma vez que o Sistema Operacional decida por criar um processo, seja por que razão for, isto pode ser feito da seguinte maneira:
  1. atribuir um único identificador ao novo processo;
  2. alocar espaço para o processo (elementos da imagem do processo) - o sist. oper. deve saber quanto espaço para o endereçamento (código e dados) bem como para a pilha (p. ex., estes valores podem ser previamente definidos);
  3. inicialização do bloco de controle do processo - isto inclui os campos de identificação do processo, informações do estado do processador e informações de controle do processo;
  4. tendo a estrutura de dados sido inicializada, o sist. oper. precisa estabelecer as referências apropriadas entre os vários blocos e tabelas de informações;
  5. criação e expansão de outras estruturas de dados a serem utilizadas, por exemplo, na manutenção de um arquivo de contabilidade para cada processo com o propósito de precificação bem como avaliar a sua performance.

... 2.1.2 - Descrição de Processos - Estrutura de Controle

- ... para ilustrar a estrutura de uma lista de processos, considere alguns processos cujos estados estão distribuídos entre *ready*, *blocked* e *running*.



- **Aspecto de Projeto** - rotinas dentro do sistema operacional se farão necessárias para acessar as informações dos blocos de controle dos processos !

2.1.3 - Controle de Processos - Modos de Execução

- ... a maioria dos processos suportam pelo menos 02 modos de execução: modo usuário (modo típico de execução) e modo núcleo (ou com privilégios).
- tipicamente, as funções presentes no *Kernel* do Sistema Operacional, são: gerenciamento de processos, memória, entrada/saída e funções de suporte.

- Gerenciamento de Processos - criação e finalização; escalonamento e expedição; chaveamento entre processos; sincronização e suporte a comunicação entre processos e gerenciamento dos blocos de controle dos processos;

- Gerenciamento de Memória - alocação de espaço de endereçamento para processos; *swapping* e gerenciamento de páginas e segmentos;

- Gerenciamento de Entrada/Saída - gerenciamento de *buffer* e alocação de canais e dispositivos de entrada/saída para processos;

- Funções de Suporte - manipulação de interrupções; contabilidade e monitoramento.

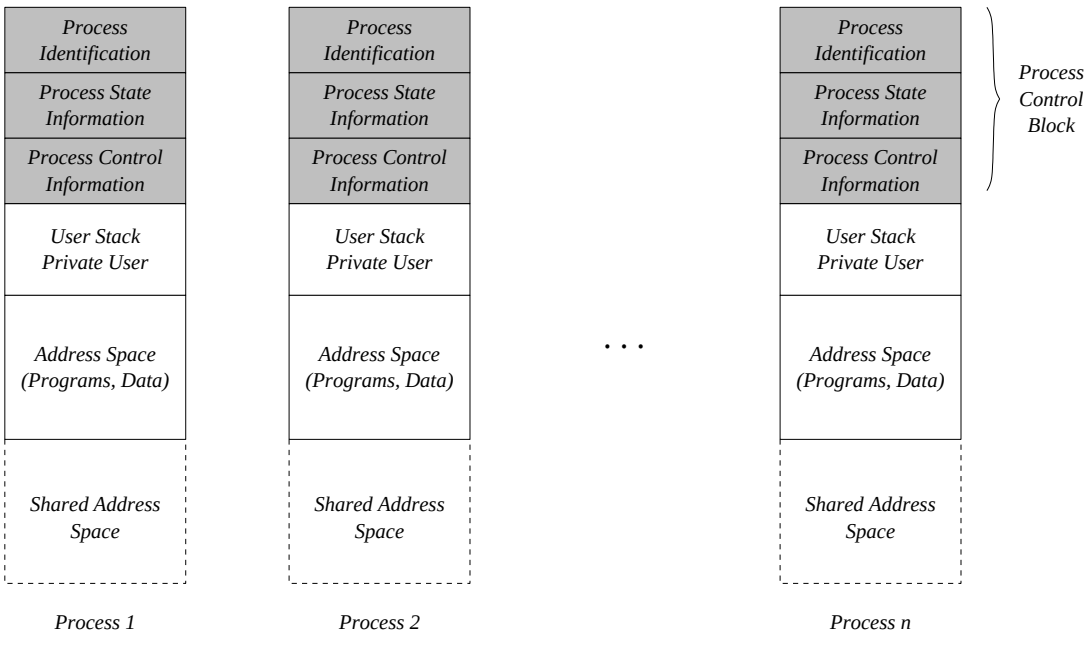
... 2.1.2 - Descrição de Processos - Estrutura de Controle

- ... neste conjunto destacamos:
  - gerenciamento de memória - esta sessão inclui ponteiros tabelas de segmentos e/ou páginas que descrevem a memória virtual atribuída ao processo;
  - utilização e propriedade de recursos - recursos controlados por um processo podem ser indicados, p. ex., arquivos abertos bem como a história de utilização do processador e de outros recursos.

- Portanto, o bloco de controle de um processo contém todas as informações necessárias sobre o processo para que o sistema operacional possa gerenciá-lo e controlá-lo.

... 2.1.2 - Descrição de Processos - Estrutura de Controle

- ... a figura abaixo sugere a estrutura da imagem de um processo na memória virtual:



... 2.1.2 - Descrição de Processos - Estrutura de Controle

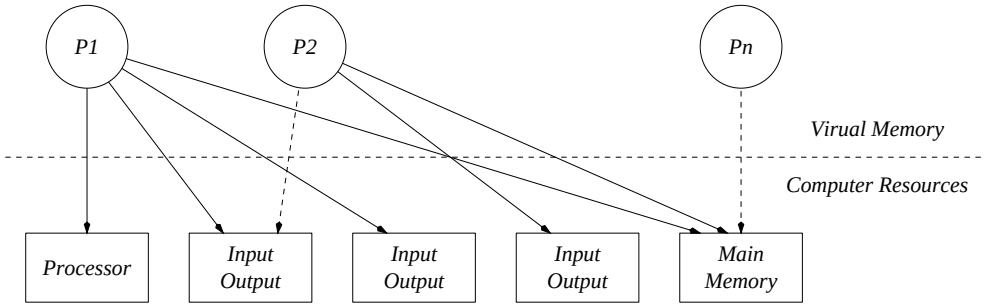
- ... para gerenciar e controlar um processo, o sistema operacional precisa conhecer: onde está localizado o processo e os seus atributos (*process control block*).
- um processo deve no mínimo incluir um programa(s) para ser executado, e pode estar associado a um conjunto de dados, englobar uma pilha e ter atributos;
- ... esta coleção é comumente referenciada como imagem de um processo.
- Em relação aos atributos, podemos agrupar as informações do bloco de controle de processos em três categorias gerais: identificação do processo, informação do estado do processador e informação de controle do processo.
- **Identificação do Processo** - praticamente em todos os sistemas operacionais um número de identificação única é atribuído a cada processo.
  - ... dentre os identificadores estão: identificador do processo, identificador do processo que o criou (processo pai) e identificador do usuário.

... 2.1.2 - Descrição de Processos - Estrutura de Controle

- **Informação do Estado do Processador** - consiste dos conteúdos dos registradores visíveis para o usuário, registradores de controle (p. ex., contador de programa), registrador *program status word* e apontadores de pilha.
- **Informações de Controle do Processo** - esta é a informação adicional necessária para que o sistema operacional controle e coordene os vários processos;
- ... neste conjunto destacamos:
  - ✯ informações de estado e escalonamento - p. ex., estado do processo, prioridade, informações relativas ao escalonamento e eventos;
  - ✯ estrutura de dados - p. ex, fila de processos;
  - ✯ comunicação entre processos - vários *flags*, sinais e mensagens podem estar associadas à comunicação entre processos;
  - ✯ privilégios do processo - processos podem ter privilégios em relação a memória acessada e aos tipos de instruções que podem ser executados;

2.1.2 - Descrição de Processos

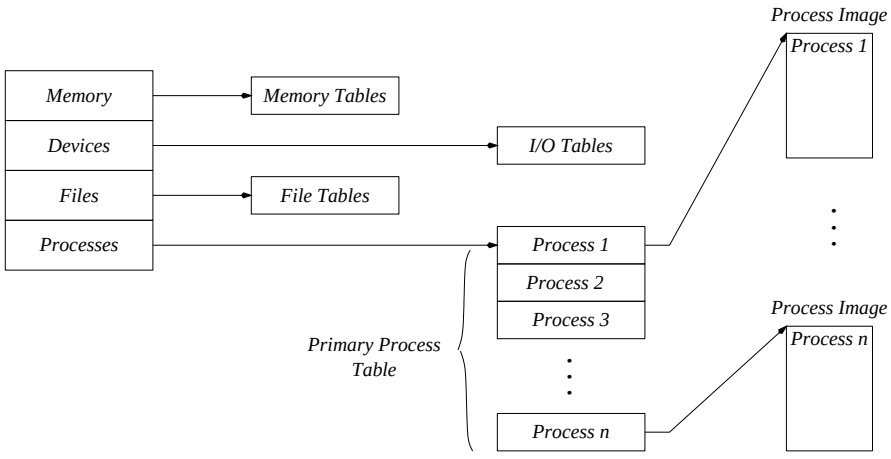
- ... fundamentalmente nós podemos conceber o sistema operacional como uma entidade que gerencia o uso de recursos do sistema através dos processos;
- ... este conceito é ilustrado na figura abaixo, que descreve um ambiente multiprogramado com um número de Processos (P1, P2, ... Pn) que foram criados e que ocupam parte da memória principal.



- ... processos P1 e P2 estão na memória principal, embora P2 esteja bloqueado esperando por um dispositivo de entrada/saída alocado por P1. P3 está suspenso.

... 2.1.2 - Descrição de Processos - Estrutura de Controle

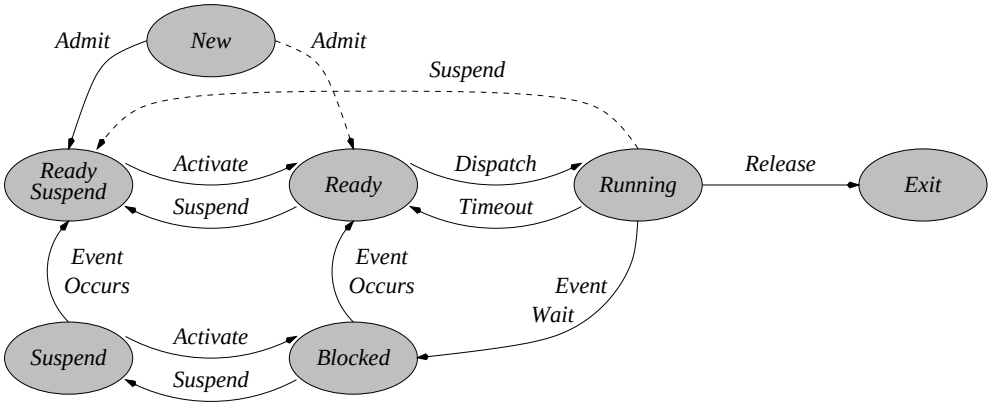
- ... para o sistema operacional gerenciar processos e recursos, ele deve ter informações sobre o $status$ corrente de cada processo e recurso — para isto, o sist. oper. instancia e mantém tabelas de informação sobre estas entidades.
- ... fundamentalmente, um sistema operacional mantém informações em quatro categorias: memória, entrada/saída, arquivo e processo.



... 2.1.1 - Estados de um Processo - Processo Suspenso

- quando o sistema operacional trazer um processo suspenso para a memória principal, ele estará trazendo um processo bloqueado — como justificar ?

- ... desde modo temos que repensar este aspecto de projeto, pois temos 02 conceitos diferentes: suspenso ou não suspenso e bloqueado ou não bloqueado.



... 2.1.1 - Estados de um Processo - Processo Suspenso

- ... nós podemos generalizar o conceito de processo suspenso, definindo tais processos como aqueles como as seguintes características:

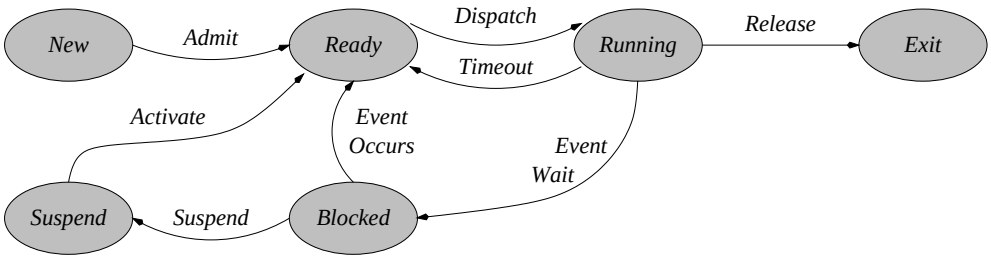
  ❶ o processo não está imediatamente disponível para execução;
  ❷ o processo pode ou não estar esperando por um evento; e caso esteja, sua condição de bloqueado independe da condição de suspenso e em sendo assim, a ocorrência de um evento não habilita o processo a ser executado;
  ❸ o processo foi suspenso por um agente: por ele mesmo, pelo processo pai ou pelo sistema operacional com o propósito de prevení-lo de ser executado;
  ❹ o processo pode não ser removido de seu estado até que o agente ordene explicitamente a remoção desse estado.

- ... algumas razões para suspender um processo:

  ❖ *swapping* - o sist. oper. necessitar liberar espaço na memória principal;
  ❖ temporização - o processo pode ser executado periodicamente e pode ser suspenso enquanto esperando pelo próximo intervalo de execução.

... 2.1.1 - Estados de um Processo - Processo Suspenso

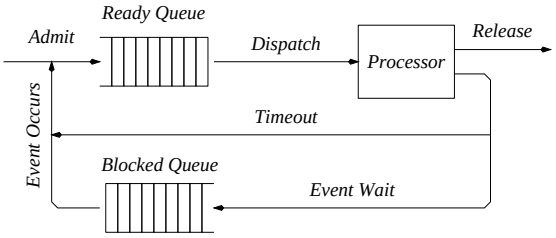
- ... se utilizarmos *swapping* como descrito anteriormente, um novo estado deve ser adicionado ao nosso modelo que descreve o comportamento de um processo:

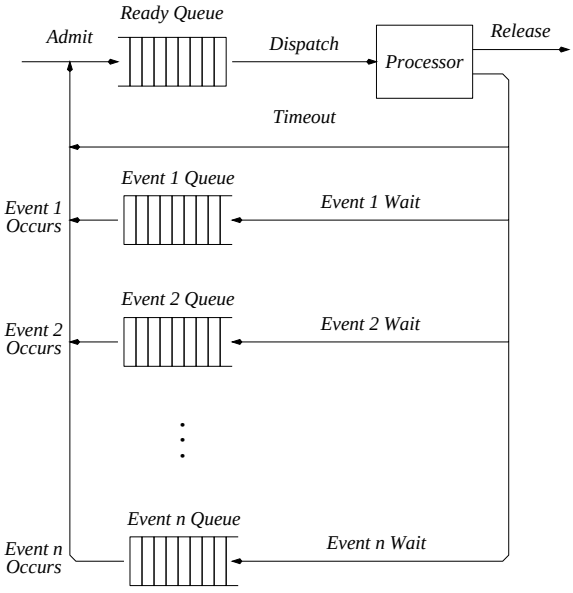


- ... este modelo, no entanto, apresenta alguns problemas:
  - ✘ há duas escolhas para se trazer um processo para o estado de pronto: os sistema pode admitir um processo no estado *new* ou buscar um no estado *suspend*;
  - ✘ quando o sistema operacional trazer um processo suspenso para a memória principal, ele estará trazendo um processo bloqueado — como justificar ?

... 2.1.1 - Estados de um Processo - Processo Suspenso

- ... nas múltiplas filas de processos bloqueados, todos eles em todas as filas precisam estar residentes na memória, assim, como acomodar um novo processo ?





... 2.1.1 - Estados de um Processo - Modelo de 05 Estados

- ... para o exemplo anteriormente apresentado, Processos A, B e C, a tabela abaixo apresenta as transições de cada processo pelos 05 estados:

Time	Processo A	Processo B	Processo C
1-6	***Running***	*Ready*	*Ready*
7-12	*Ready*	*Ready*	*Ready*
13-16	*Ready*	***Running***	*Ready*
17-22	*Ready*	*Blocked*	*Ready*
23-28	*Ready*	*Blocked*	***Running***
29-34	*Ready*	*Blocked*	*Ready*
35-40	***Running***	*Blocked*	*Ready*
41-46	*Ready*	*Blocked*	*Ready*
47-52	*Ready*	*Blocked*	***Running***

... 2.1.1 - Estados de um Processo - Processo Suspenso

- ... os 03 estados anteriormente descritos (*ready*, *running* e *blocked*) provêem um modo sistemático para modelar o comportamento dos processos, bem como guiar sua implementação em um sistema operacional;

- ... no entanto, há justificativas para acrescentarmos mais estados:
  - cada processo para ser executado deve estar completamente carregado na memória principal e todos os processos na fila devem estar residentes na memória;
  - como acomodar mais processos na memória quando esta está no seu limite ?

- ... algumas possíveis soluções para este problema:
  - expandir a memória principal para acomodar mais processos;
  - mover partes ou todo o processo da memória principal para um memória secundária, ou seja, realizar a operação de *swapping*.

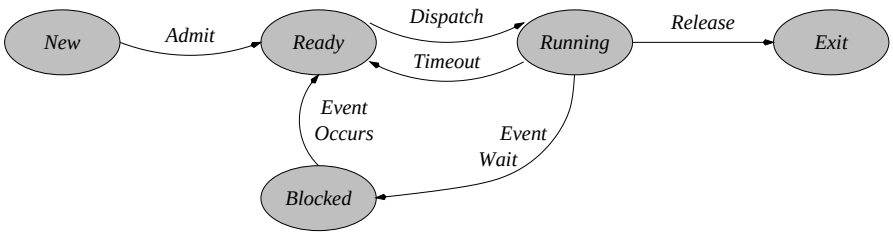
... 2.1.1 - Estados de um Processo - Criação e Finalização

- ... razões possíveis que conduzem a finalização de um processo:
  - falha de entrada/saída - um erro ocorre durante um operação de entrada/saída, p. ex., inabilidade de achar um arquivo;
  - instrução inválida - o processo solicita a execução de uma instrução que não existe, p. ex., um salto para uma área de dados e posterior execução;
  - instrução com privilégio - o processo solicita a execução de uma instrução reservada para o sistema operacional;
  - mal uso de dados - um dado não foi inicializado ou é de um tipo não definido;
  - intervenção do sist. oper. ou operador - p. ex., em um $deadlock$;
  - término do pai - quando o processo pai termina, o sistema operacional pode automaticamente terminar todos os seus descendentes;
  - requisição do pai - o processo pai tipicamente tem a autoridade para terminar qualquer um de seus descendentes.

... 2.1.1 - Estados de um Processo - Modelo de 05 Estados

- como apresentado no modelo de 02 estados, a fila de processos que não estão executando contém tanto processos pronto para serem executados quanto processos bloqueados, o que sugere 02 novos estados: $ready$ e $blocked$;

- ... 02 outros estados, new e $exit$ são adicionados, pois constituem blocos úteis para o gerenciamento de processos:
  - o estado new corresponde a um processo que acabou de ser definido;
  - o estado $exit$ corresponde ao estado intermediário pelo qual o processo passa antes que a estrutura de dados usada para o seu gerenciamento seja liberaba.



... 2.1.1 - Estados de um Processo - Criação e Finalização

- **criação de um processo** - quando um novo processo é criado, o sistema operacional reserva espaço em memória para estruturas de dados que serão usadas para gerenciar o processo, além de alocar espaço em memória para o processo.

- ... 04 eventos comuns conduzem a criação de um processo, como indicado abaixo:

  ❶ em um sistema *batch*, um processo é criado em resposta à submissão de tarefas;
  ❷ em um ambiente interativo, um processo é criado quando um novo usuário executa o *log in*, ou seja, o usuário abre um sessão de trabalho;
  ❸ um sistema operacional pode criar um processo para executar funções em favor de um programa de usuário, sem que o usuário tenha que esperar (p. ex., impressão);
  ❹ com o propósito de oferecer modularidade ou explorar o paralelismo, um programa de usuário pode inquirir a criação de processos.

- ... quando um processo cria outro, o primeiro é referenciado como um processo pai e o processo criado como processo filho — tipicamente processos com parentesco necessitam comunicar e cooperar uns com os outros.

... 2.1.1 - Estados de um Processo - Criação e Finalização

- ... razões possíveis que conduzem a finalização de um processo:

  ✙ conclusão normal - o processo executa do sistema operacional uma chamada de serviço para informar que ele concluiu sua execução;
  ✙ tempo limite excedido - o processo utilizou o processador por mais tempo que o total especificado, p. ex., *wall clock time*, tempo total executando e etc.;
  ✙ memória indisponível - o processo requer mais memória que o sist. pode prover;
  ✙ violação de limites - o processo tenta acessar um posição de memória cujo acesso não está habilitado para aquele processo;
  ✙ erro de proteção - um processo tenta utilizar um recurso ou um arquivo que não lhe é permitido, p. ex., escrever em um arquivo com permissão apenas para leitura;
  ✙ erro aritmétrico - o processo solicita um operação proibida, p. ex., divisão por zero, armazenamento de número maior que o permitido;
  ✙ tempo excedido - o processo aguarda um tempo superior ao máximo especificado para que um determinado evento ocorra;

... 2.1.1 - Estados de um Processo

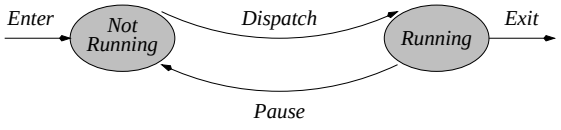
- ... vejamos a execução dos mesmos passos anteriormente apresentados do ponto de vista do processador, considerando que o sistema operacional permite a um processo continuar sua execução por no máximo 06 ciclos de instruções.

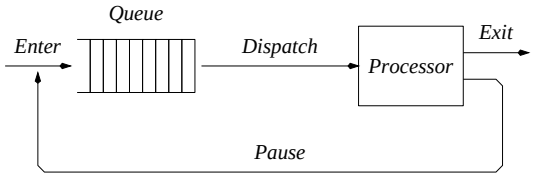
1	*alfa + 0*		21	*delta + 4*		41	*delta + 0*	
2	*alfa + 1*		22	*delta + 5*		42	*delta + 1*	
3	*alfa + 2*		23	*gamma + 0*		43	*delta +2*	
4	*alfa + 3*		24	*gamma + 1*		44	*delta + 3*	
5	*alfa + 4*		25	*gamma + 2*		45	*delta + 4*	
6	*alfa + 5*		26	*gamma + 3*		46	*delta + 5*	
	----------	*Time Out*	27	*gamma + 4*		47	*gamma + 6*	
7	*delta + 0*		28	*gamma + 5*		48	*gamma + 7*	
8	*delta + 1*			----------	*Time Out*	49	*gamma + 8*	
9	*delta +2*		29	*delta + 0*		50	*gamma + 9*	
10	*delta + 3*		30	*delta + 1*		51	*gamma + 10*	
11	*delta + 4*		31	*delta +2*		52	*gamma + 11*	
12	*delta + 5*		32	*delta + 3*			----------	*Time Out*
13	*beta + 0*		33	*delta + 4*				
14	*beta + 1*		34	*delta + 5*				
15	*beta + 2*		35	*alfa + 6*				
16	*beta + 3*		36	*alfa + 7*				
	----------	*I/O Operation*	37	*alfa + 8*				
17	*delta + 0*		38	*alfa + 9*				
18	*delta + 1*		39	*alfa + 10*				
19	*delta +2*		40	*alfa + 11*				
20	*delta + 3*			----------	*Time Out*			

delta - Starting Address of Program of Process

... 2.1.1 - Estados de um Processo - Modelo de 02 Estados

- ... a principal responsabilidade do sistema operacional é o controle da execução dos processos, que por sua vez inclui determinar o padrão com o qual os processos são entrelaçados bem como a alocação de recursos requisitados.





- ... o modelo mais simples é aquele que contempla o processo em pelo menos dois estados: processo está sendo executado ou não pelo processador;

- ... assim o processo pode estar em um dos 02 estados: *running* ou *not running*;

- ... processos que não estão sendo executados devem ser mantidos em uma fila, esperando sua vez para serem executados.

2.1 - Descrição e Controle de Processos

- O projeto de um Sistema Operacional deve refletir os requisitos para os quais ele foi projetado, por exemplo, um sistema operacional que suporta multiprogramação deve suportar algumas centenas de usuários;

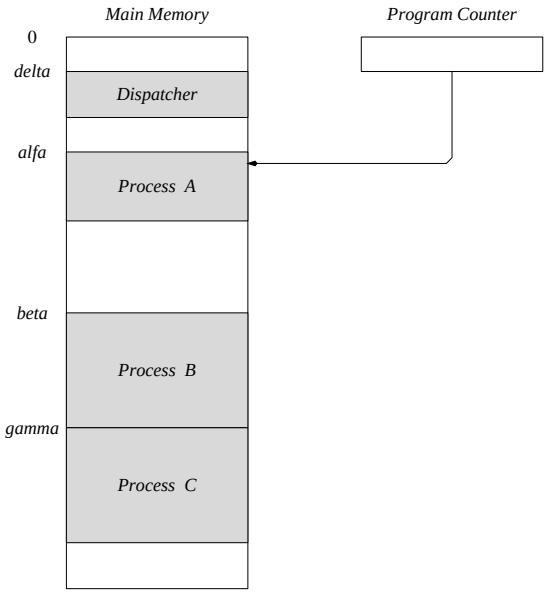
- ... muitos dos requisitos que os sist. oper. precisam suportar podem ser expressos e/ou desenvolvidos em torno do conceito de processos:

  - o sist. oper. deve entrelaçar a execução de vários processos;
  - o sist. oper. deve alocar recursos aos processos segundo políticas estabelecidas;
  - o sistema operacional pode ser requisitado pelo usuário a criar processos ou suportar a comunicação entre processos.

- ... nós iremos começar o estudo detalhado de sistemas operacionais examinando a maneira pela qual eles representam e controlam os processos.

2.1.1 - Estados de um Processo

- ... a função principal de um processador é executar instruções de máquina residentes na memória principal — estas instruções são providas na forma de um programa.



Trace of Process A	Trace of Process B	Trace of Process C
alfa + 0	beta + 0	gamma + 0
alfa + 1	beta + 1	gamma + 1
alfa + 2	beta + 2	gamma + 2
alfa + 3	beta + 3	gamma + 3
alfa + 4	beta + 4	gamma + 4
alfa + 5	I/O Operation	gamma + 5
alfa + 6		gamma + 6
alfa + 7		gamma + 7
alfa + 8		gamma + 8
alfa + 9		gamma + 9
alfa + 10		gamma + 10
alfa + 11		gamma + 11

alfa - Starting Address of Program of Process A
beta - Starting Address of Program of Process B
gamma - Starting Address of Program of Process C