UFMG

CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Fundamentos e Aplicações de Sistemas de Automação

Módulo 2:
Processos e Threads

Prof: Constantino Seixas Filho

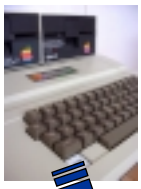
quinta-feira, 16 de setembro de 2004

1

Primeiras Arquiteturas de micros em Automação

8085

Z-80



6502

Teletype

Z-80

Intel 8088

QNX

DOS

2

Primeiras Arquiteturas de micros em Automação

- Primeiros PCs usavam sistema operacional CP/M
- Esta geração foi pouco usada em automação
- O IBM-PC oferecia um HW padrão e barato com sistema operacional MS-DOS desenvolvido pela Microsoft.
- Começa a dobradinha Wintel

Intel

8088

Multitarefas não preemptivo

DOS → Windows 3.1

3

Microsoft 1978

Fila de trás: Steve Wood, Bob Wallace and Jim Lane;

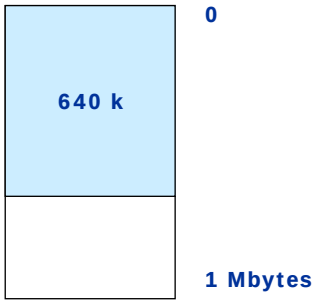
Segunda fila Bob O'Rear, Bob Greenberg, March McDonald and Gordon Letwin;

Fila da frente: Bill Gates, Andrea Lewis, Marla Wood and Paul Allen

4

Primeiras Arquiteturas de micros em Automação

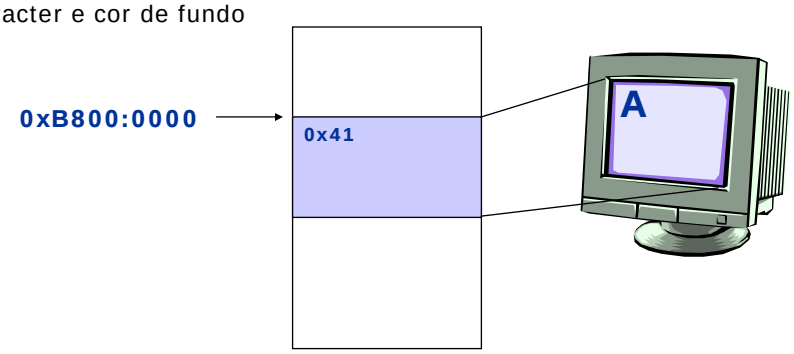
- Espaço de endereçamento inicial de 1M bytes com 640k bytes dedicados para o usuário se mostra rapidamente insuficiente. Esta limitação irá acompanhar o Windows 3.1 mesmo em arquiteturas superiores (286/386).
- DOS era monousuário e monotarefa.
- QNX já utiliza melhor os recursos do PC e das arquiteturas seguintes. Era multiusário/multitarefas



5

Endereçamento em modo real

- Acesso direto à memória através do endereço formado por duas partes: Segmento:Offset
- Por exemplo: O endereço 0xB800:0000 correspondia ao endereço da memória de vídeo alfanumérico (CGA). Existiam 25 * 80 caracteres cada um ocupado um byte para o código ASCII e um byte para cor do caracter e cor de fundo



Qual o tamanho ocupado pela memória de vídeo ? _____

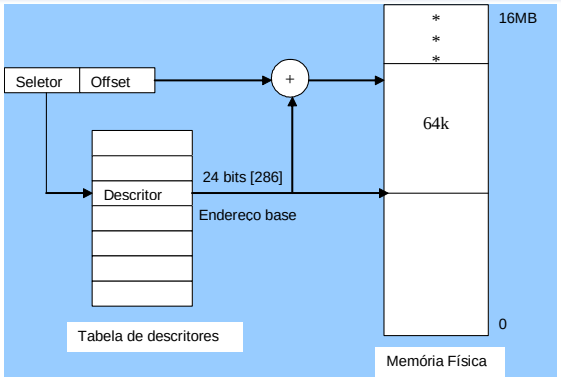
6

Endereçamento em modo real

- Problemas do endereçamento em modo real:
  - Uma task/processo de um usuário podia escrever na área de código ou dados de um outro programa, inclusive em áreas reservadas do sistema operacional
  - Um ponteiro desgovernado poderia causar danos muito grandes
  - Estes programas eram difíceis de serem depurados exigindo em geral a participação de mais de um programador em terminais diferentes
  - Bugs não detectados iam despertar em horas inconvenientes Você conhece as leis de Murphy ?

7

Transcrição de endereços em modo protegido na arquitetura 286/386



Seletor na arquitetura 286

← 16 bits →			
Index		TI	RPL
15	3	2	1 0

TI: GDT/LDT

RPL: Requestor Privilege Level

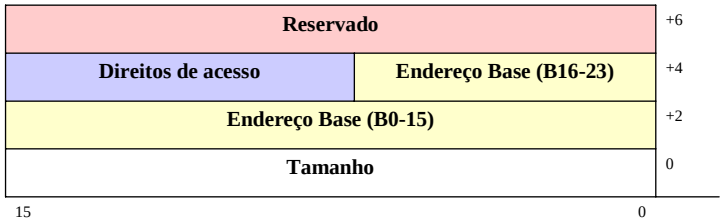
Index: Offset para tabela (8k)

Endereço:

Seletor:Deslocamento

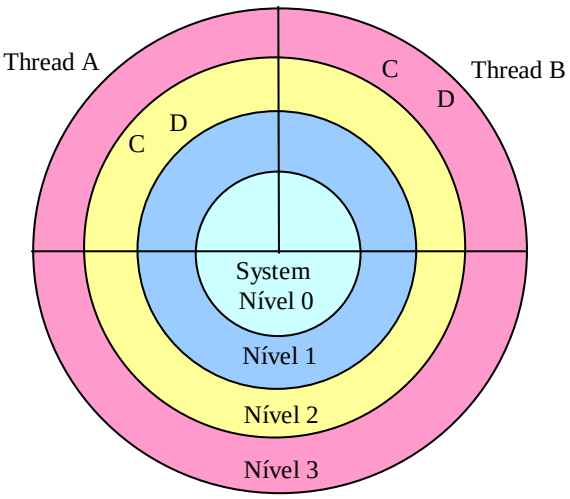
8

Descritor de segmento da arquitetura 286



9

Níveis de privilégios na arquitetura Intel 80x86

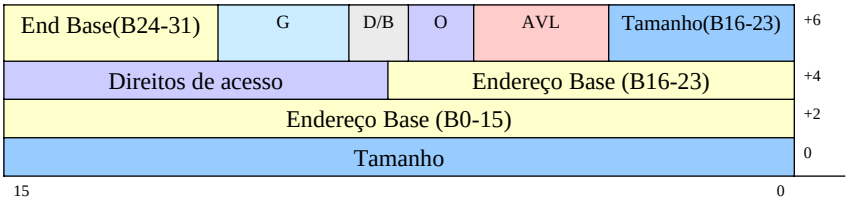


C = Código

D = Dado

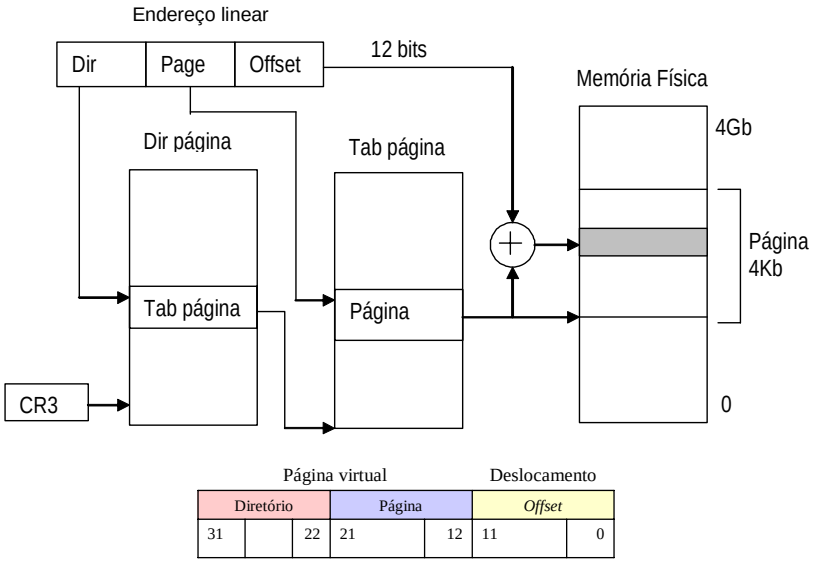
10

Descritor de segmento na arquitetura 386



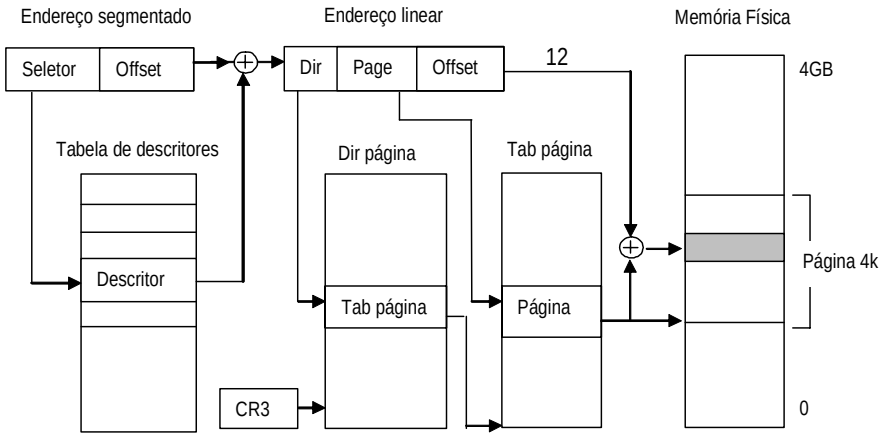
11

Tradução de endereço com paginação de memória no 80386



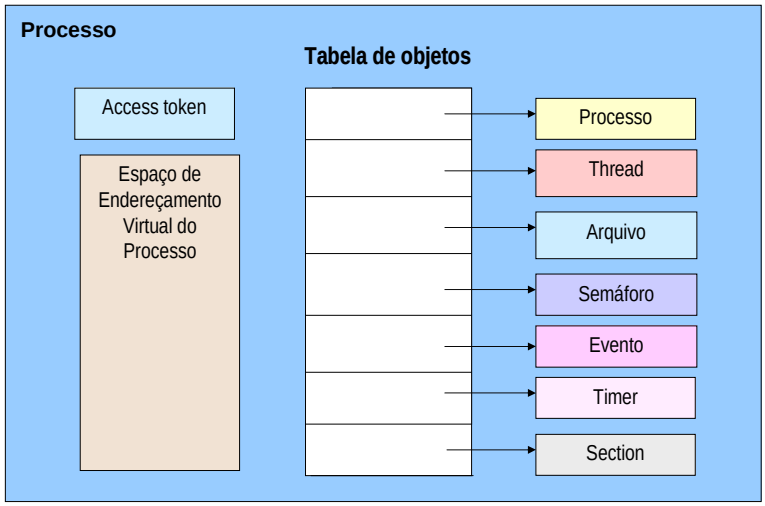
12

Tradução dupla de endereço no 80386



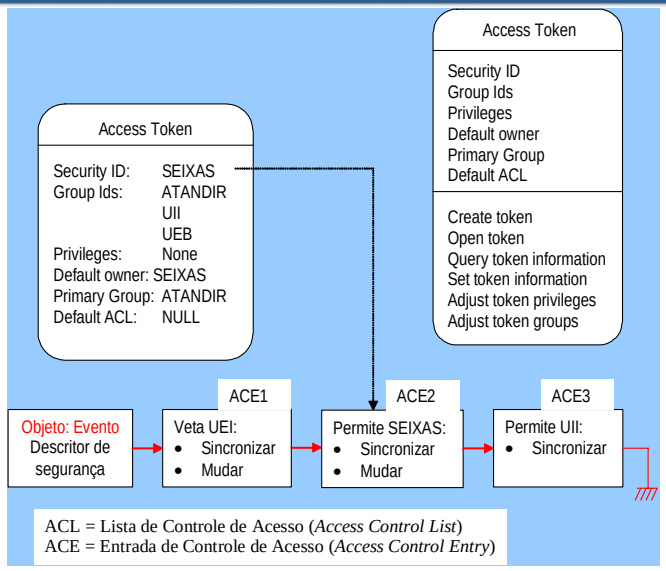
13

Recursos de um Processo



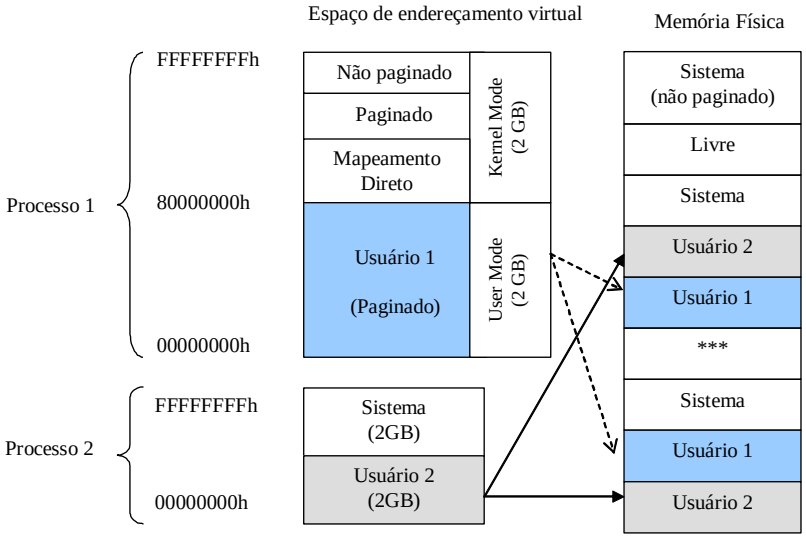
14

Proteção de objetos no WNT



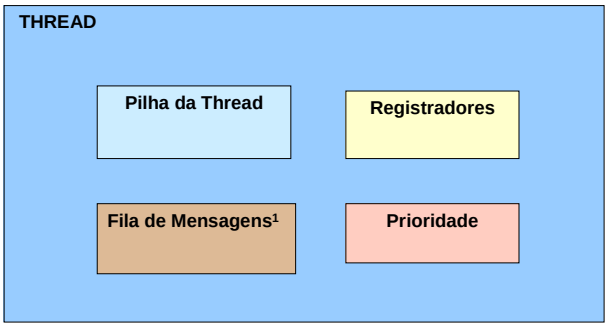
15

Memória virtual no WNT



16

Threads



[1] GUI thread: thread responsável pela interface com o usuário
Working Threads não têm fila de mensagens

17

Programas x Processos x Threads

18

Estratégias de Escalonamento

Round Robin	Time slicing apenas
FIFO	Tarefas escalonadas pela ordem de chegada. Sem preeempção
Preemptivo baseado em prioridades estabelecidas pelo programador	Thread de maior prioridade preempta as demais
Menor tempo para completar	Escalona tarefa que necessita de menos tempo para completar sua execução
Menor data limite	Escalona tarefa que apresenta menor deadline
Menor Job primeiro	Escalonador escolhe a thread de menor duração estimada

19

Prioridades no WNT

Prioridade base = Classe de prioridade + Nível de prioridade

Classe	Prioridade
REALTIME_PRIORITY_CLASS	24
HIGH_PRIORITY_CLASS	13
NORMAL_PRIORITY_CLASS	7 OU 9
IDLE_PRIORITY_CLASS	4

Classes de prioridade de um processo

Nível de Prioridade	Ajuste em relação à prioridade do processo
THREAD_PRIORITY_HIGHEST	+2
THREAD_PRIORITY_ABOVE_NORMAL	+1
THREAD_PRIORITY_NORMAL	0
THREAD_PRIORITY_BELOW_NORMAL	-1
THREAD_PRIORITY_LOWEST	-2
THREAD_PRIORITY_IDLE	Força para 1
THREAD_PRIORITY_TIME_CRITICAL	Força para 15

Níveis de prioridade de uma thread

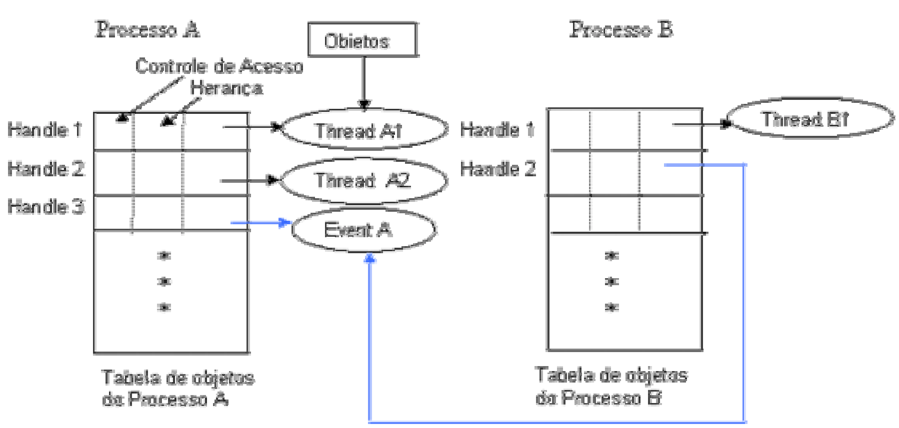
20

Prioridades no WNT

PRI	CLASSES DE PRIORIDADES				
	REAL TIME	HIGH	NORMAL FOREGROUND	NORMAL BACKGROUND	IDLE
31	TIME_CRITICAL				
30					
29					
28					
27					
26	HIGHEST				
25	ABOVE_NORMAL				
24	NORMAL				
23	BELOW_NORMAL	*Cursor*			
22	LOWEST	*Sistema de arquivos, Drives*			
21					
20					
19					
18					
17					
16	IDLE				
15		TIME_CRITICAL	TIME_CRITICAL	TIME_CRITICAL	TIME_CRITICAL
14		ABOVE_NORMAL			
13		NORMAL			
12		BELOW_NORMAL			
11		LOWEST	HIGHEST		
10			ABOVE_NORMAL		
09			NORMAL	HIGHEST	
08			BELOW_NORMAL	ABOVE_NORMAL	
07			LOWEST	NORMAL	
06				BELOW_NORMAL	HIGHEST
05				LOWEST	ABOVE_NORMAL
04					NORMAL
03					BELOW_NORMAL
02					LOWEST
01		IDLE	IDLE	IDLE	IDLE
00	RESERVADO				

21

Handles e compartilhamento de objetos entre processos



22

Create Thread

```
HANDLE CreateThread (
LPSECURITY_ATTRIBUTES lpThread Attributes,   // Apontador para os atributos de segurança
DWORD dwStackSize                            // Tamanho inicial da pilha em bytes
LPTHREAD_START_ROUTINE lpStartAddress,       // Apontador para o ponto de entrada da thread
LPVOID lpParameter,                          // Argumento para a nova thread
DWORD dwCreationFlags,                       // Flags de criação
LPDWORD lpThreadld                           // Retorna o ID da nova thread criada
);
```

Retorno da função:

Status	Interpretação
Handle para a thread criada	Sucesso
NULL	Falha

23

Create Thread

Comentários sobre os parâmetros:

lpThread Attributes	Apontador para atributos de segurança (estrutura SECURITY_ATTRIBUTES) a serem aplicados à nova thread. NULL utiliza descritor default, mas handle não será herdável. Win95/98 ignora este parâmetro.
dwStackSize	Especifica o tamanho da pilha da nova thread em bytes. Default: 0 – especifica tamanho dado pela opção /STACK do linker (1M bytes).
lpStartAddress	Nome da função que representa a thread Deve ser declarada como: DWORD ThreadFunc(LPVOID lpParameter)
lpParameter	Parâmetro de 32 bits passado à thread. Pode ser um ponteiro ou um valor qualquer.
dwCreationFlags	0: thread começa imediatamente CREATE_SUSPENDED: thread fica bloqueada até que *ResumeThread()* seja chamada. *SuspendThread()* suspende uma thread a qualquer momento.
lpThreadld	Apontador para variável que receberá o Id da thread.

24

Outras Funções

- DWORD GetCurrentThreadId(VOID);

- HANDLE GetCurrentThread(VOID);

- BOOL CloseHandle (
  HANDLE hObject); // Handle para objeto a ser desconectado

- VOID ExitThread(
  DWORD dwExitCode); // Código de saída retornado pela thread

- BOOL TerminateThread(
  HANDLE hThread // Handle para a thread a ser terminada
  DWORD dwExitCode); // Código de saída retornado pela thread

25

Outras Funções

BOOL GetExitCodeThread (
HANDLE hThread // Handle para a thread da qual se deseja saber o código de saída
LPDWORD lpExitCode); // Apontador para o código a ser retornado
STILL_ACTIVE = thread não terminada

Retorno da função:

Status	Interpretação
TRUE	Função retornou com SUCESSO, mas pode estar em execução ainda.
FALSE	houve algum ERRO

26

Terminação de Threads

Uma thread termina quando um dos seguintes eventos ocorre:

- **A função da thread retorna**
- **A função *ExitThread()* é chamada**
- **A função *TerminateThread()* é chamada**
- **Alguma thread do processo chama a função *ExitProcess()***
- **Alguma thread do processo chama a função *TerminateProcess()***

- ***Qual a diferença entre ExitThread e TerminateThread ?***

Criando Threads

```
#define WIN32_LEAN_AND_MEAN
#include <windows.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <conio.h>                      // _getch

DWORD WINAPI TestFunc(LPVOID);          // declaração da função

int main()
{
    HANDLE hThreads[3];
    DWORD dwThreadId;
    DWORD dwExitCode = 0;
    BOOL bFlag[3] = {TRUE, TRUE, TRUE};
    int i;

    // Define o título da janela
    SetConsoleTitle("Programa 2.1 - Criando Threads");
    for (i=0; i<3; ++i) {               // cria 3 threads
           hThreads[i] = CreateThread(NULL, 0, TestFunc, (LPVOID)i, 0, &dwThreadId);
           if (hThreads[i]) printf("Thread %d criada com Id= %0x \n", i, dwThreadId);
    } // for
```

Criando Threads

```
    i = 0; // espera término das threads
    while (bFlag[0] | bFlag[1] | bFlag[2]) {
        if (bFlag[i]){
           GetExitCodeThread(hThreads[i], &dwExitCode);
           if (dwExitCode != STILL_ACTIVE) {
           printf("thread %d terminou com codigo de saida %d\n", i, dwExitCode);
           bFlag[i] = FALSE;
           CloseHandle(hThreads[i]); // apaga ref. ao objeto
           };
        };
        i = (i + 1) % 3;
    }  // while
    printf("\nAcione uma tecla para terminar");
    _getch(); // Espere aqui se não estiver no ambiente MDS
    return EXIT_SUCCESS;
}   // main
```

29

Criando Threads

```
DWORD WINAPI TestFunc(LPVOID index)
{  int i;

   for(i=0; i<50; ++i) {
          printf("%d ", index);
          // Sleep(10);       // delay de 10 ms
          }
   printf("\n");
   ExitThread((DWORD) index);
   return(0);
} // TestFunc
```

30

Bibliotecas runtime do WNT

LIBC.LIB	Biblioteca default do sistema. Versão de ligação estática para aplicações de thread única.
LIBCD.LIB	Versão de depuração da biblioteca anterior.
LIBCMT.LIB	Versão de ligação estática para uso em aplicações multithreaded
LIBCMTD.LIB	Versão de ligação estática de depuração para aplicações multithreaded.
MSVCRT.LIB	Versão de ligação dinâmica da versão definitiva da biblioteca MSVCRT.DLL. Suporta aplicações de thread única e multithreaded.
MSVCRTD.LIB	Versão de ligação dinâmica da versão de depuração da biblioteca MSVCRT.DLL. Suporta aplicações de thread única e multithreaded.

Configuração do Microsoft Visual C++:

1. Selecione o tab C/C++ e escolha a categoria ***Code Generation***
2. Abra as opções sob a legenda ***Use run-time library***
3. Selecione a biblioteca a ser utilizada: ***Multithreaded*** ou ***Debug Multithreaded***
4. Valide com a tecla OK e está pronto para compilar.

31

_beginthreadex

```
unsigned long _beginthreadex (
void *security,                          // Apontador para os atributos de segurança
unsigned stack_size,                     // Tamanho inicial da pilha em bytes
unsigned (stdall *start_address)(void *), // Apontador para o ponto de entrada da thread
void *arglist,                           // Argumento para a nova thread
unsigned initflag,                       // Flags de criação
unsigned *threaddr                       // Retorna o ID da nova thread criada
);
```

```
void _endthreadex(
unsigned retval);                        // Código de saída retornado pela thread
```

32

Uso de _beginthreadex

```
typedef unsigned (WINAPI *CAST_FUNCTION)(LPVOID);
typedef unsigned *CAST_LPDWORD;


hThread = (HANDLE) _beginthreadex(
                  NULL,
                  0,
                  (CAST_FUNCTION)TestFunc,
                  (LPVOID)i,
                  0,
                  (CAST_LPDWORD)&dwThreadId);
```

33

Criação de Processos

```
BOOL CreateProcess (
LPCTSTR lpApplicationName,
LPTSTR lpCommandLine,
LPSECURITY_ATTRIBUTES lpProcess,
LPSECURITY_ATTRIBUTES lpThread,
BOOL bInheritHandles,
DWORD dwCreationFlags,
LPVOID lpEnvironment,
LPTSTR lpCurrentDirectory,
LPSTARUPINFO lpStartupInfo,
LPPROCESS_INFORMATION lpProcessInformation
);
```

Retorno da função:

Status	Interpretação
TRUE	Sucesso
FALSE	Falha

34

Criação de Processos

lpApplicationName	Nome do programa executável. NULL se aplicação for 16 bits
lpCommandLine	Se lpApplicationName for NULL, especifica linha de comando da chamada da aplicação. Caso contrário, possui lista de argumentos para novo processo no formato argv.
lpProcess	Apontador para descritor de segurança para o handle do novo processo (contém a ACL do novo handle). Se for NULL, a estrutura default será utilizada e o handle para o processo será herdável
lpThread,	O mesmo do parâmetro anterior aplicado à thread.
bInheritHandles	Define se os handles de objetos criados por este processo, com atributo herdável, serão herdados pelo novo processo. Valores: TRUE/FALSE.
dwCreationFlags	Flags definindo status e classe de prioridade do processo criado. É uma combinação de: CREATE_SUSPENDED: thread primária ficará bloqueada até que função *ResumeThread* seja chamada. CREATE_NEW_CONSOLE: novo processo criará uma nova console ou CREATE_DETACHED_PROCESS: o novo processo não terá console (válido para processos compilados para rodar em consoles). CREATE_SEPARATE_WOW_VDM: processos de 16 bis serão criados em máquinas virtuais distintas.
lpEnvironment	Default: NULL. O processo filho herda exatamente o mesmo ambiente do processo pai (recebe uma cópia). Use *GetEnvironmentStrings()* para obter um apontador para o bloco de parâmetros de ambiente e passe este apontador como parâmetro. O efeito é o mesmo de se passar NULL.
lpCurrentDirectory	NULL: diretório corrente do filho é o mesmo diretório do pai. Exemplo: "c:\\Ufmg\\Automacao"
lpStartupInfo	Apontador para a estrutura STARTUPINFO.

lpProcessInformation	Apontador para estrutura _PROCESS_INFORMATION contendo info sobre novo processo e sua thread primária.
	typedef struct _PROCESS_INFORMATION {
	HANDLE hProcess // handle para o novo processo
	HANDLE hThread // handle para thread primária
	DWORD dwProcessId // Identificação do processo
	DWORD dwThreadId} // Identificação da thread
	Os handles para o processo e para a thread deverão ser fechados utilizando *CloseHandle()*.

5

Estrutura STARTUPINFO

```
typedef struct _STTARTUPINFO {
DWORD   cb;              // Tamanho da estrutura em bytes
LPTSTR  lpReserved;      // Sempre igual a NULL
LPTSTR  lpDesktop;       // NULL para implementar herança de desktop
LPTSTR  lpTitle;         // Título do novo console
DWORD   dwX;             // Posição X da nova janela (console)
DWORD   dwY;             // Posição Y da nova janela (console)
DWORD   dwXSize;         // Largura do novo console
DWORD   dwYSize;         // Altura do novo console
DWORD   dwXCountChars;   // Tamanho do buffer em colunas
DWORD   dwYCountChars;   // Tamanho do buffer em linhas
DWORD   dwFillAttribute; // Cor de background
DWORD   dwFlags;         // Especifica membros utilizados desta estrutura
WORD    wShowWindow;     // Utilizado em aplicações GUI
WORD    cbReserved2;     // Sempre igual a 0
LPBYTE  lpReserved2;     // Sempre igual a NULL
HANDLE  hStdInput;       // Handle para standard input
HANDLE  hStdOutput;      // Handle para standard output
HANDLE  hStdError        // Handle para standard error
} STARTUPINFO, *LPSTARTUPINFO;
```

36

Terminação de Processos

Um processo termina quando um dos seguintes eventos ocorre:

- **A thread primária do processo retorna naturalmente (sem evocar *ExitThread()*)**
- **A função *ExitProcess()* é chamada por qualquer thread do processo**
- **A última thread do processo termina**
- **A função *TerminateProcess()* é chamada**

```
VOID ExitProcess (                  // Código de saída retornado pelo processo
UINT uExitCode);
```

```
BOOL TerminateProcess (             // Handle para o processo a ser terminado
HANDLE hProcess
UINT uExitCode);                    // Código de saída retornado pelo processo e todas suas threads
```

37

Terminação de Processos

```
BOOL GetExitCodeProcess
HANDLE hProcess                     // Handle para o processo do qual se deseja saber o código de saída
LPDWORD lpExitCode                  // Apontador para o código a ser retornado
                                    // STILL_ACTIVE = processo não terminado
);
```

- DWORD GetCurrentProcessId(VOID);

- HANDLE GetCurrentProcess(VOID);

38

OpenProcess

```
HANDLE OpenProcess
DWORD dwDesiredAccess          // Tipo de acesso
BOOL bInhritHandle,            // TRUE: o handle será herdável
DWORD dwProcessId,             // Id do processo alvo
);
```

Tipo de Acesso	Significado
PROCESS_ALL_ACCESS	especifica todos flags descritos a seguir
PROCESS_CREATE_THREAD	permite utilizar o handle para criar uma thread no processo representado por ele, através da função *CreateRemoteThread()*
PROCESS_DUP_HANDLE	o handle pode ser utilizado na função *DuplicateHandle()*
PROCESS_QUERY_INFORMATION	o handle poderá ser utilizado para obter a prioridade e código de saída do processo
PROCESS_SET_INFORMATION	o handle poderá ser utilizado para ajustar a classe de prioridade do processo
PROCESS_TERMINATE	o handle poderá ser utilizado na função *TerminateProcess()*
SYNCHRONIZE	permite a utilização do handle em qualquer função Wait

39

Alterando a prioridade

```
DWORD GetPriorityClass (                  // Handle para o processo alvo
        HANDLE hProcess);

BOOL SetPriority Class (                  // Handle para o processo alvo
        HANDLE hProcess,
        DWORD dwPriorityClass);           // Nova classe desejada

int GetThreadPriority
        HANDLE hThread);                  // Handle para a thread alvo

BOOL SetThreadPriority
        HANDLE hThread,                   // Handle para a thread alvo
        int nPriority);                   // Nível de prioridade desejado
```

40

He never sleeps, he never slumbers ...

```
void WINAPI Sleep(
DWORD dwMilliseconds);   // Atraso em milisegundos
                         // 0: thread irá abandonar o seu time slice em favor de outra thread
```


Desabilitando a promoção de prioridades

```
BOOL SetProcessPriorityBoost(
        HANDLE hProcess,     // Handle para o processo alvo
        BOOL fDisableBoost); // TRUE: desabilita promoção de prioridades
```

```
BOOL SetThreadPriorityBoost(
        HANDLE hThread,      // Handle para a thread alvo
        BOOL fDisableBoost); // TRUE: desabilita promoção de prioridades
```

Suspendendo e Acordando uma Thread

```
BOOL SuspendThread(
        HANDLE hThread);
```
// Handle para a thread alvo

```
BOOL ResumeThread(
        HANDLE hThread);
```
// Handle para a thread alvo

43

Programando com Segurança

```
DWORD WINAPI GetLastError (VOID);
```

```
#define MY_ERROR            0x20000000
DWORD WINAPI SetLastError (
        DWORD dwErrorCode);
```
// Código de Erro a ser retornado para a aplicação

44

Conferindo o retorno das funções

```
#define WIN32_LEAN_AND_MEAN
#include <windows.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <process.h>          // _beginthreadex() e _endthreadex()
#include <conio.h>            // _getch

#define _CHECKERROR 1         // Ativa função CheckForError
#include "CheckForError.h"
// Casting para terceiro e sexto parâmetros da função _beginthreadex
typedef unsigned (WINAPI *CAST_FUNCTION)(LPVOID);
typedef unsigned *CAST_LPDWORD;

DWORD WINAPI TestFunc(LPVOID);          // declaração da função
int main()
{
    HANDLE hThreads[3];
    DWORD dwThreadId;
    DWORD dwExitCode = 0;
    BOOL bFlag[3] = {TRUE, TRUE, TRUE};
    int i;

    // Define o título da janela
    SetConsoleTitle("Programa 2.3 - GetLastError...");
```

45

Conferindo o retorno das funções

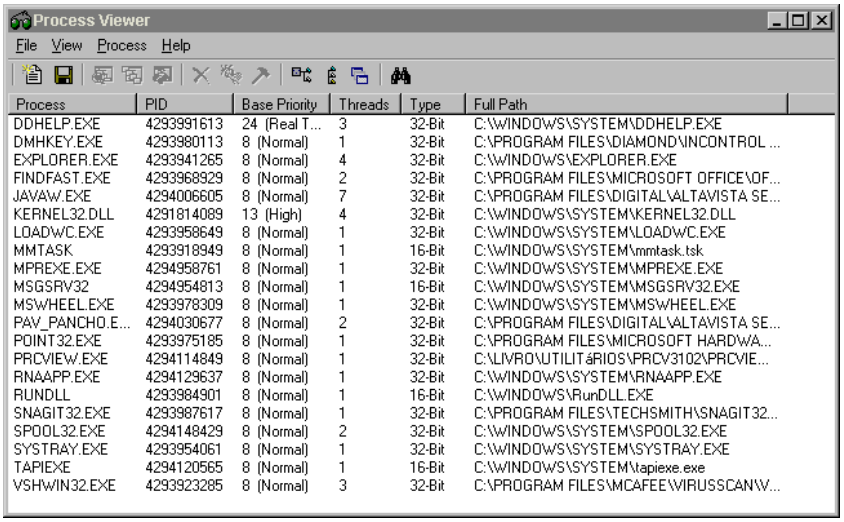
```
  for (i=0; i<3; ++i) {     // cria 3 threads
        hThreads[i] = (HANDLE) _beginthreadex(
                  NULL, 0,
                  (CAST_FUNCTION)TestFunc,
                  (LPVOID)i, 0, (CAST_LPDWORD)&dwThreadId
        );
        CheckForError(hThreads[i]);
        printf("\nThread %d criada com Id= %0x\n",i,dwThreadId);
  }     // for
  // Apaga Referência ao objeto (Handles) para forçar ERRO da função GetExitCode
  for (i=0; i<3; ++i) CloseHandle(hThreads[i]); // Apaga referência ao objeto
  i = 0;          // espera término das threads
  while (bFlag[0] + bFlag[1] + bFlag[2] >0) {
    BOOL bRet;
    if (bFlag[i]) {
        bRet = GetExitCodeThread(hThreads[i], &dwExitCode);
        CheckForError(bRet);
        if (bRet == FALSE) bFlag[i]= FALSE;
        if (bRet == TRUE && dwExitCode != STILL_ACTIVE){
                  printf("thread %d terminou com codigo de saida %d\n", i, dwExitCode);
                  bFlag[i] = FALSE;
        }; // if
    }; // if
    i = (i + 1) % 3;
  } // while
```

Conferindo o retorno das funções

```
    printf("\nAcione uma tecla para terminar\n");
    _getch(); // Espere aqui, caso não esteja no ambiente MDS
    return EXIT_SUCCESS;
}   // main


DWORD WINAPI TestFunc(LPVOID index)
{
    // Sleep(50);   // Da um tempo ...
    printf("Thread %d em operacao\n", index);

    _endthreadex((DWORD) index);

    return(0);
} // TestFunc
```

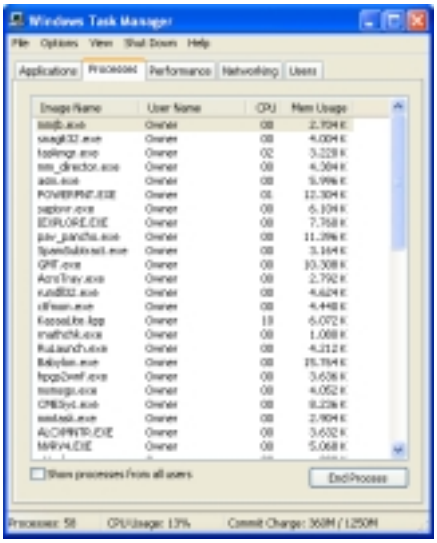
47

Visualizando Processos e Threads (95/98)



48

Visualizando Processos e Threads (XP)



49

Exemplo 1: CriaProcesso.exe: Criando processos

50

CriaProcesso.exe: Criando processos

```
void CCriaProcessoDlg::OnCriaProcesso()
{
   CEdit * edNomeProcesso;
   char szProcesso[200], szMsgErro[100];
   STARTUPINFO siStartinfo;

   // obtém o nome do processo a ser criado e o coloca na variável szProcesso
   edNomeProcesso = (CEdit *) GetDlgItem (IDC_NOME_PROCESSO);
   edNomeProcesso->GetWindowText (szProcesso, 200);
   // preencher estrutura de incialização do processo filho
   (STARTUPINFO)siStartinfo.cb = sizeof (STARTUPINFO);
   siStartinfo.lpReserved = NULL;
   siStartinfo.lpDesktop = NULL;
   siStartinfo.dwFlags = 0;
   siStartinfo.cbReserved2 = 0;
   siStartinfo.lpReserved2 = NULL;
   if (!CreateProcess (NULL, szProcesso, NULL, NULL, FALSE, 0, NULL, NULL,
   &siStartinfo, &piFilho))
         MensagemErro ("Erro ao criar processo");
}
```

51

CriaProcesso.exe: Criando processos

```
void CCriaProcessoDlg::OnEsperaProcessoTerminar()
{
   DWORD dwExitCode;
   char szMsgErro[200];
   /* Realizar uma espera ocupada até que o processo termine.
   Quando isto ocorrer, exibir uma mensagem */
   while (TRUE)
   {
      if (!GetExitCodeProcess (piFilho.hProcess, &dwExitCode)) {
        MensagemErro ("Erro ao tentar esperar pelo término do processo");
        break;
      }
      else
      {   if (dwExitCode != STILL_ACTIVE)
            {    AfxMessageBox ("Processo terminado!");
                 break;
            }
        }
   }  // while
}
```

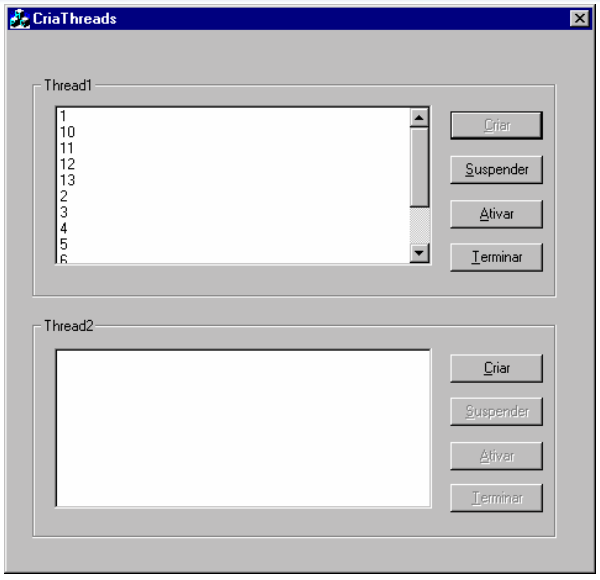
52

CriaProcesso.exe: Criando processos

```
void CCriaProcessoDlg::OnTerminaProcesso()
{
   /* terminar o processo */
   if (!TerminateProcess (piFilho.hProcess, 0))
        MensagemErro ("Erro ao tentar terminar processo");
}
```

53

Exemplo 2: CriaThreads.exe: Criando threads



54

CriaThreads.exe: Criando threads

```
void CCriaThreadsDlg::OnCriarThread1()
{
    CListBox * Lista;
    Lista = (CListBox *) GetDlgItem (IDC_LIST1);
    Lista->ResetContent();
/*
Criar a thread1, passando como parâmetro para ela o list box no qual deverá escrever
(variável Lista). Se não conseguir criar, exibir uma mensagem de erro. Guardar o apontador
para o objeto na variável global pThread. A thread deverá ser criada suspensa.
*/
    pThreads[0]= AfxBeginThread(
          Thread,
          (LPVOID) Lista,
          THREAD_PRIORITY_NORMAL,
          0,
          CREATE_SUSPENDED);
    if (pThreads[0] == NULL)
          MensagemErro ("Não foi possível criar a thread1");
    else{
          pThreads[0]->m_bAutoDelete = FALSE;
          hThreads[0] = pThreads[0]->m_hThread;
          pThreads[0]->ResumeThread();
          /* habilita os botões */
          btCriarThread1->EnableWindow (FALSE);
          btSuspenderThread1->EnableWindow (TRUE);
          btAtivarThread1->EnableWindow (TRUE);
          btTerminarThread1->EnableWindow (TRUE);
          }
}
```

55

CriaThreads.exe: Criando threads

```
/* Thread que será executada. Recebe como parâmetro apontador para list box no
   qual deverá escrever.
*/
UINT Thread (LPVOID Param)
{
   CListBox * Lista;
   int i;
   char szAux[5];
   Lista = (CListBox *) Param;
   i = 0;
   while (TRUE)
   {
        Sleep (1000);
        i ++;
        Lista->AddString (itoa (i, szAux, 10));
   }
   return 0;
}
```

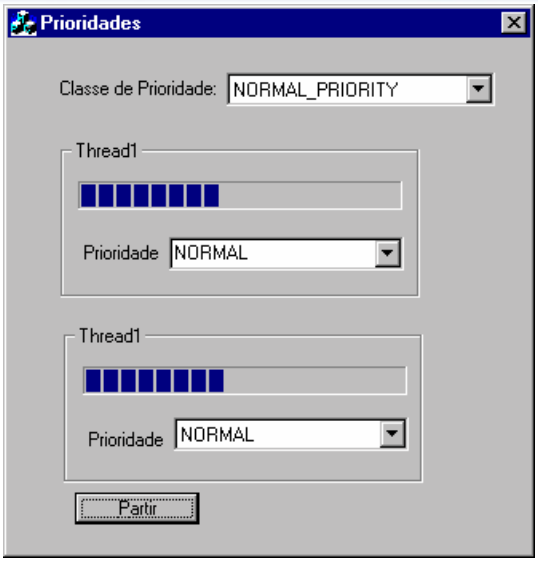
56

CriaThreads.exe: Criando threads

```
void CCriaThreadsDlg::OnSuspenderThread1() {
  if (pThreads[0]->SuspendThread() == 0xFFFFFFFF)
        MensagemErro ("Erro ao tentar suspender thread1");
}

void CCriaThreadsDlg::OnAtivarThread1() {
  if (pThreads[0]->ResumeThread() == 0xFFFFFFFF)
        MensagemErro ("Erro ao tentar ativar thread1");
}

void CCriaThreadsDlg::OnTerminarThread1() {
   if (!TerminateThread(hThreads[0], 0))
        MensagemErro ("Erro ao tentar terminar thread1");
   else
   {    delete pThreads[0];
        btCriarThread1->EnableWindow (TRUE);       /* Habilita os botões */
        btSuspenderThread1->EnableWindow (FALSE);
        btAtivarThread1->EnableWindow (FALSE);
        btTerminarThread1->EnableWindow (FALSE);
   }
}
```

57

Exemplo 3: Prioridades.exe
Alterando as prioridades de threads



58

Alterando as prioridades de threads

Teste:

		Processo 1	Processo 2
Classe de prioridades		NORMAL_PRIORITY	NORMAL_PRIORITY
Nível de prioridades	Thead1	ABOVE_NORMAL	HIGHEST
	Thread2	BELOW_NORMAL	IDLE

59

Alterando as prioridades de threads

```
void CPrioridadesDlg::OnSelchangeClassePrioridade()
{
   DWORD dwPrioridade;
   switch ( cbClassePrioridade->GetCurSel() )
   { case 0:     dwPrioridade = REALTIME_PRIORITY_CLASS;
                 break;
   case 1:       dwPrioridade = HIGH_PRIORITY_CLASS;
                 break;
   case 2:       dwPrioridade = NORMAL_PRIORITY_CLASS;
                 break;
   case 3:       dwPrioridade = IDLE_PRIORITY_CLASS;
                 break;
   }
   // modificar a classe de prioridade
   // (a prioridade está na variável dwPrioridade)
   SetPriorityClass (GetCurrentProcess(), dwPrioridade);}
```

60

Alterando as prioridades de threads

```
void CPrioridadesDlg::OnSelchangePrioridade1()
{
   DWORD dwPrioridade;
   switch (cbPrioridade1->GetCurSel())
   {     case 0: dwPrioridade = THREAD_PRIORITY_TIME_CRITICAL;
                 reak;
         case 1:dwPrioridade = THREAD_PRIORITY_HIGHEST;
                 break;
         case 2:dwPrioridade = THREAD_PRIORITY_ABOVE_NORMAL;
                 break;
         case 3: dwPrioridade = THREAD_PRIORITY_NORMAL;
                 break;
         case 4: dwPrioridade = THREAD_PRIORITY_BELOW_NORMAL;
                 break;
         case 5: dwPrioridade = THREAD_PRIORITY_LOWEST;
                 break;
         case 6: dwPrioridade = THREAD_PRIORITY_IDLE;
                 break;
   }
   /* mudar a prioridade da thread (está em dwPrioridade) */
   SetThreadPriority (hThread1, dwPrioridade);
}
```

61

Muito Obrigado

Perguntas?

Constantino Seixas Filho

constantino.seixas@task.com.br

62