Analisi del Malware – Relazione Homework 3

Studente: Andrea Pepe Matricola: 0315903

OBIETTIVO

Analizzare il programma eseguibile "hw3.exe" utilizzando principalmente *Ghidra* e *OllyDbg* per determinare il codice di sblocco che rende funzionale il programma.

ANALISI DI BASE

Il file eseguibile oggetto dell'analisi è in formato Portable Executable (PE), dunque un eseguibile per sistemi operativi Windows. Come prima operazione di analisi statica di base, è stata effettuata una ricerca delle stringhe utilizzate dal programma, in particolare usando il comando *strings* su sistema operativo Linux. Si riporta di seguito il risultato ottenuto, eliminando le stringhe non significative:

```
!This program cannot be run in DOS mode.
.text
P`data
P`.data
.rdata
0@.bss
.idata
.CRT
.tls
.rsrc
D$rTimef
D$v bef
D$zore
D$~Wind
ows
shut
down
D$@days
D$Ehour
D$Kminu
D$Otes
D$SUnlo
D$Wck c
D$[ode:
Escape from Windows v5 - M. Cesati, 2010, 2021
WARNING: there will be no shutdown without the proper unlock code!
 0 seconds
%2ld seconds
Stop
Sorry, try again!
Shutdown time has come!
However, the unlock code is wrong.
If you want the full version of this wonderful tool,
you can get the unlock code for just ten bucks!
Ask to the nearest teacher around you!
EDIT
CreateWindow failed
BUTTON
SeShutdownPrivilege
```

```
InternalError
%s=%lu/0x%lx
DEBUG %s:%d
InternalError
Unknown error
_matherr(): %s in %s(%g, %g)  (retval=%g)
Argument domain error (DOMAIN)
Argument singularity (SIGN)
Overflow range error (OVERFLOW)
The result is too small to be represented (UNDERFLOW)
Total loss of significance (TLOSS)
Partial loss of significance (PLOSS)
Mingw-w64 runtime failure:
Address %p has no image-section
  VirtualQuery failed for %d bytes at address %p
  VirtualProtect failed with code 0x%x
  Unknown pseudo relocation protocol version %d.
  Unknown pseudo relocation bit size %d.
GCC: (tdm64-1) 9.2.0
AdjustTokenPrivileges
LookupPrivilegeValueA
OpenProcessToken
TextOutA
CloseHandle
CreateFileA
CreateFileMappingA
DeleteCriticalSection
EnterCriticalSection
ExitProcess
FatalAppExitA
GetCurrentProcess
GetCurrentProcessId
GetCurrentThreadId
GetFileInformationByHandle
GetLastError
GetModuleFileNameA
GetProcAddress
GetStartupInfoA
GetSystemTimeAsFileTime
GetTickCount
InitializeCriticalSection
IsDebuggerPresent
LeaveCriticalSection
LoadLibraryA
MapViewOfFile
QueryPerformanceCounter
SetUnhandledExceptionFilter
Sleep
TerminateProcess
TlsGetValue
UnhandledExceptionFilter
VirtualProtect
VirtualQuery
__getmainargs
__initenv
__lconv_init
__p__acmdln
__p__fmode
__set_app_type
__setusermatherr
_amsg_exit
_cexit
_initterm
```

```
_iob
_onexit
_vsnprintf
abort
calloc
exit
fprintf
free
fwrite
malloc
memcpy
signal
strlen
strncmp
vfprintf
BeginPaint
CreateWindowExA
DefWindowProcA
DispatchMessageA
DrawTextA
EndPaint
ExitWindowsEx
GetClientRect
GetDlgItemInt
GetDlgItemTextA
GetMessageA
GetWindowLongA
KillTimer
LoadCursorA
LoadIconA
MessageBoxA
MoveWindow
PostQuitMessage
RedrawWindow
RegisterClassExA
SendDlgItemMessageA
SetDlgItemInt
SetDlgItemTextA
SetTimer
SetWindowLongA
ShowWindow
TranslateMessage
ADVAPI32.dll
GDI32.dll
KERNEL32.dll
msvcrt.dll
USER32.dll
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
<assembly xmlns="urn:schemas-microsoft-com:asm.v1" manifestVersion="1.0">
  <trustInfo xmlns="urn:schemas-microsoft-com:asm.v3">
    <security>
      <requestedPrivileges>
        <requestedExecutionLevel level="asInvoker"/>
      </requestedPrivileges>
    </security>
  </trustInfo>
  <compatibility xmlns="urn:schemas-microsoft-com:compatibility.v1">
    <application>
      <!--The ID below indicates application support for Windows Vista -->
      <supportedOS Id="{e2011457-1546-43c5-a5fe-008deee3d3f0}"/>
      <!--The ID below indicates application support for Windows 7 -->
      <supportedOS Id="{35138b9a-5d96-4fbd-8e2d-a2440225f93a}"/>
      <!--The ID below indicates application support for Windows 8 -->
```

```
      <supportedOS Id="{4a2f28e3-53b9-4441-ba9c-d69d4a4a6e38}"/>
      <!--The ID below indicates application support for Windows 8.1 -->
      <supportedOS Id="{1f676c76-80e1-4239-95bb-83d0f6d0da78}"/>
      <!--The ID below indicates application support for Windows 10 -->
      <supportedOS Id="{8e0f7a12-bfb3-4fe8-b9a5-48fd50a15a9a}"/>
    </application>
  </compatibility>
</assembly>
```

Dalla stringa “GDI32.dll” e dal nome di alcune API come, ad esempio, “GetMessageA” e “TranslateMessage” si desume che il programma abbia una GUI.

Inoltre, sono molto interessanti i nomi di alcune API che potrebbero essere state usate per ostacolare il reversing del codice del programma, adottando misure anti-debugging; in particolare: *GetTickCount*, *IsDebuggerPresent*, *LoadLibraryA*, *GetProcAddress*, *QueryPerformanceCounter*, *SetUnhandledExceptionFilter*, *UnhandledExceptionFilter*.

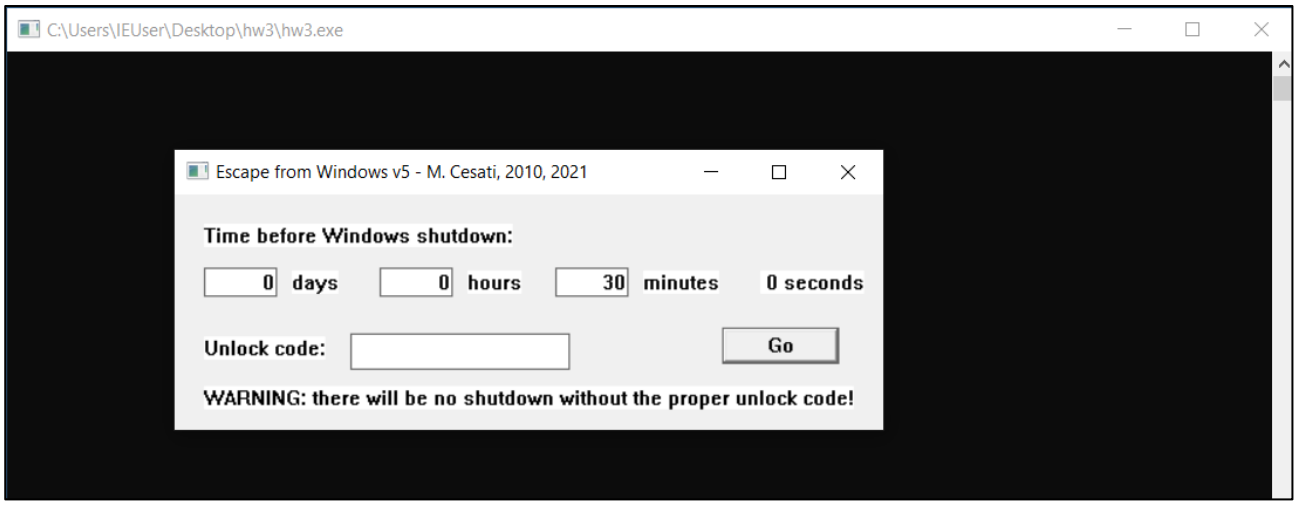
Infine, viene stampato tra le stringhe anche il contenuto di un file manifest in XML che descrive la compatibilità dell’eseguibile con le diverse versioni dei sistemi operativi Windows: sono supportati Windows Vista, 7, 8, 8.1 e 10. Infatti, usando il software *Resource Hacker*, tale file manifest risulta essere presente nella sezione dedicata alle risorse del file eseguibile.

Si è passati ad analizzare le testate del file eseguibile tramite l’utilizzo di *PE-Bear*: dalle informazioni riguardanti i SECTION_HEADERS si è confrontata la raw size e la virtual size di ogni sezione. Sostanzialmente, i valori sono quasi sempre simili, fatta eccezione per la sezione .tls: infatti, come visibile dallo stesso *PE-Bear*, sono presenti nella TLS directory i riferimenti a 2 tls callbacks. Esse potrebbero essere usate per eseguire del codice prima che il debugger riesca a fermarsi sull’entry point del programma.

Name	Raw Addr.	Raw size	Virtual Addr.	Virtual Size	Characteristics	Ptr to Reloc.	Num. of Reloc.	Num. of Linenum.
.text	400	2A00	1000	2874	60500060	0	0	0
data	2E00	400	4000	3B0	60500020	0	0	0
.data	3200	200	5000	1CC	C0600040	0	0	0
.rdata	3400	800	6000	704	40300040	0	0	0
.bss	0	0	7000	4C8	C0600080	0	0	0
.idata	3C00	C00	8000	A6C	C0300040	0	0	0
.CRT	4800	200	9000	34	C0300040	0	0	0
.tls	4A00	200	A000	8	C0300040	0	0	0
.rsrc	4C00	600	B000	4E8	C0300040	0	0	0

Pe-Bear: analisi dei Section Hdrs

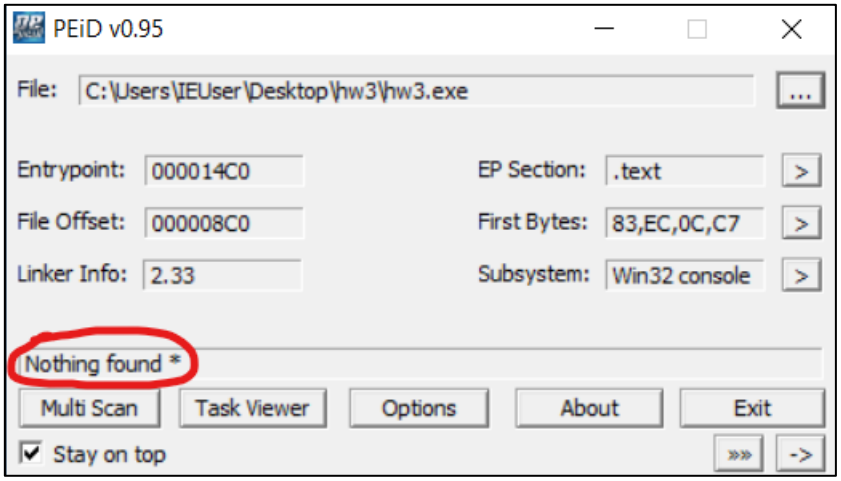
Si è proceduto con l’analisi dinamica di base e come prima cosa è stato lanciato l’eseguibile su una macchina virtuale con sistema operativo Windows 10, per poterne osservare il comportamento: viene aperta una finestra per programmare lo shutdown di Windows; non inserendo alcun codice di sblocco, allo scadere del countdown, appare una message box con un messaggio d’errore e il programma termina senza effettuare lo spegnimento del sistema.



Esecuzione del programma

Analizzando il processo in esecuzione tramite *ProcessExplorer* e *ProcessMonitor*, si nota che vengono effettuate diverse operazioni sul registro di sistema, ma non sembrano significative. Utilizzando *RegShot*, per fare un confronto tra lo status del registro di sistema prima di lanciare l'eseguibile e quello dopo averlo lanciato, se ne ha la conferma.

Un'analisi tramite *PEiD*, conferma che l'eseguibile non è stato compresso o offuscato tramite l'uso di un packer, così come era desumibile anche dalle informazioni ottenute usando *PE-Bear*:



Analisi con PEiD: uso di packer non individuato

Provando a lanciare il programma all'interno di *OllyDbg*, si nota che la finestra per programmare lo spegnimento di Windows non viene mostrata e, anziché rimanere running eseguendo il message loop, il programma termina. È evidente che sono presenti delle misure anti-debugging. Ci si pone quindi come obiettivo quello di individuare tali misure tramite l'uso dell'analisi statica avanzata con *Ghidra* combinata con *OllyDbg*, in maniera tale da inibirle e poter così effettuare l'analisi dinamica avanzata con il debugger.

ANALISI AVANZATA

Cercando nella sezione degli import l'API *TranslateMessage* e guardandone i riferimenti, è stato individuato il message loop e, quindi, la funzione *WinMain:*

```
2  WPARAM WinMain(HINSTANCE hInstance,HINSTANCE hPrevInstance,LPSTR lpCmdLine,int nShowCmd)
3
4  {
5    ATOM AVar1;
6    app_data *lpParam;
7    HWND pHVar2;
8    BOOL BVar3;
9    MSG local_68;
10   WNDCLASSEXA local_4c;
11
12   getFileInfo();
13   local_4c.lpszClassName = s_HW3_00405090;
14   local_4c.hInstance = hInstance;
15   local_4c.lpfnWndProc = WndProc;
16   local_4c.style = 8;
17   local_4c.cbSize = 0x30;
18   local_4c.hIcon = LoadIconA((HINSTANCE)0x0,(LPCSTR)0x7f00);
19   local_4c.hIconSm = LoadIconA((HINSTANCE)0x0,(LPCSTR)0x7f00);
20   local_4c.hCursor = LoadCursorA((HINSTANCE)0x0,(LPCSTR)0x7f00);
21   local_4c.lpszMenuName = (LPCSTR)0x0;
22   local_4c.cbClsExtra = 0;
23   local_4c.cbWndExtra = 0;
24   local_4c.hbrBackground = (HBRUSH)0x5;
25   AVar1 = RegisterClassExA(&local_4c);
26   if (AVar1 == 0) {
27     return 0;
28   }
29   lpParam = init_data(targetFun);
30   pHVar2 = CreateWindowExA(0,s_HW3_00405090,s_Escape_from_Windows_v5_-_M._Cesa_00405060,0xcf0000,
31                            -0x80000000,-0x80000000,500,200,(HWND)0x0,(HMENU)0x0,hInstance,lpParam);
32   showWindowIfNoDebugger(pHVar2,nShowCmd);
33   while( true ) {
34     BVar3 = GetMessageA((LPMSG)&local_68,(HWND)0x0,0,0);
35     if (BVar3 == 0) break;
36     TranslateMessage(&local_68);
37     DispatchMessageA(&local_68);
38   }
39   return local_68.wParam;
40 }
```

Decompilato della funzione WinMain() in cui figurano già informazioni individuate in un secondo momento

Ciò ha permesso di individuare facilmente la Window Procedure, ridenominata *WndProc.* Tuttavia, prima di inizializzare la struttura dati WNDCLASSEXA, viene invocata una funzione, la quale è stata ridenominata *getFileInfo*. In questa funzione, tramite l'API *GetModuleFilenameA,* si ottiene il path del file eseguibile del processo corrente. Se tale path esiste, si ottiene un handle aperto al file tramite l'invocazione a *CreateFileA,* che viene usato come parametro nella chiamata a *GetFileInformationByHandle*. In questo modo si ottengono, in una struttura dati, informazioni sul file e, in particolare, viene salvata in una variabile globale ridenominata *nSizeFileLow* la dimensione in bytes del file. A questo punto, viene invocata l'API *CreateFileMappingA* per creare ed ottenere un handle ad un file mapping object per il file eseguibile. Infine, tramite la *MapViewOfFile,* viene mappata la vista del file mapping object nell'address space del processo chiamante e il valore di ritorno, che corrisponde all'indirizzo iniziale della vista mappata, viene salvato in una variabile globale, ridenominata *startingAddress.*

È riportato di seguito il decompilato della funzione appena descritta:

```
void getFileInfo(void)

{
  DWORD DVar1;
  HANDLE hFile;
  BOOL BVar2;
  _BY_HANDLE_FILE_INFORMATION file_info;
  CHAR local_110 [268];

  startingAddress = (LPVOID)0x0;
  nSizeFileLow = 0;
  DVar1 = GetModuleFileNameA((HMODULE)0x0,local_110,260);
  if (DVar1 != 0) {
    hFile = CreateFileA(local_110,GENERIC_READ,FILE_SHARE_READ,(LPSECURITY_ATTRIBUTES)0x0,
                        OPEN_EXISTING,FILE_FLAG_SEQUENTIAL_SCAN | FILE_ATTRIBUTE_NORMAL,(HANDLE)0x0)
    ;
    if (hFile != (HANDLE)INVALID_HANDLE_VALUE) {
      BVar2 = GetFileInformationByHandle(hFile,(LPBY_HANDLE_FILE_INFORMATION)&file_info);
      if ((BVar2 == 0) || (file_info.nFileSizeHigh != 0)) {
        CloseHandle(hFile);
        return;
      }
      nSizeFileLow = file_info.nFileSizeLow;
      hFile = CreateFileMappingA(hFile,(LPSECURITY_ATTRIBUTES)0x0,PAGE_READONLY | SEC_IMAGE,0,0,
                                 (LPCSTR)0x0);
      if (hFile != (HANDLE)0x0) {
        startingAddress = MapViewOfFile(hFile,FILE_MAP_READ,0,0,0);
      }
    }
  }
  return;
}
```

Decompilato della funzione getFileInfo()

In seguito, nella *WinMain*, viene invocata una funzione (*init_data*) che svolge il compito di inizializzare la struttura dati fondamentale contenente i dati dell'applicazione. Dunque, analizzandola, si individuano alcuni campi di tale struttura dati. Tuttavia, oltre a fare ciò, invoca anche un'altra funzione, la quale usa *LoadLibraryA* per caricare la dll "kernel32.dll" e *GetProcAddress* per ottenere l'indirizzo dell'API *OutputDebugStringA*. Tale indirizzo viene salvato in una variabile globale.

```
app_data * __cdecl init_data(undefined *param_1)

{
  global_app_data.current_time = 0;
  global_app_data.timer_clock = 1000;
  global_app_data.target_time = 1800;
  _vsnprintf(global_app_data.warning_msg,128,
             "WARNING: there will be no shutdown without the proper unlock code!");
  _vsnprintf(global_app_data.seconds,16," 0 seconds");
  global_app_data.isTimerRunning = 0;
  global_app_data.functionToBeCalled = param_1;
  OutputDebugStringA_addr = (undefined *)getOutputDebugStringA_addr();
  return &global_app_data;
}
```

Decompilato della funzione init_data()

L'analisi della funzione *getOutputDebugStringA_addr* è stata complicata dalla presenza di misure anti-disassembling; in particolare, è stata utilizzata la tecnica del disassemblaggio impossibile con il seguente schema:

EB	FF	C0	48

- EB FF → jmp -1; la prossima istruzione partirà dal byte FF;
- FF C0 → inc eax; incrementa l'accumulatore di 1;

- 48 → dec eax; decrementa l'accumulatore di 1.

Dopo aver opportunamente istruito *Ghidra* per facilitare il disassemblaggio della funzione, il decompilato della funzione risulta essere il seguente:

```
6  void getOutputDebugStringA_addr(void)
7
8  {
9    HMODULE hModule;
10   CHAR local_2d [44];
11
12   local_2d[0] = 'k';
13   local_2d[4] = 'e';
14   local_2d[1] = 'e';
15   local_2d[2] = 'r';
16   local_2d[3] = 'n';
17   local_2d[5] = 'l';
18   local_2d[6] = '3';
19   local_2d[7] = '2';
20   local_2d[8] = '.';
21   local_2d[9] = 'd';
22   local_2d[11] = 'l';
23   local_2d[10] = 'l';
24   local_2d[12] = '\0';
25   hModule = LoadLibraryA(local_2d);
26   local_2d[0] = 'O';
27   local_2d[9] = 'u';
28   local_2d[4] = 'u';
29   local_2d[1] = 'u';
30   local_2d[12] = 't';
31   local_2d[5] = 't';
32   local_2d[2] = 't';
33   local_2d[3] = 'p';
34   local_2d[6] = 'D';
35   local_2d[7] = 'e';
36   local_2d[8] = 'b';
37   local_2d[16] = 'g';
38   local_2d[10] = 'g';
39   local_2d[11] = 'S';
40   local_2d[13] = 'r';
41   local_2d[14] = 'i';
42   local_2d[15] = 'n';
43   local_2d[17] = 'A';
44   local_2d[18] = '\0';
45   GetProcAddress(hModule,local_2d);
46   return;
47 }
```

Decompliato della funzione getOutputDebugStringA_addr()

Procedendo nell'analisi della *WinMain*, si nota che, dopo aver creato la finestra, viene invocata la funzione ridenominata *showWindowIfNoDebugger:*

```
2  WPARAM __cdecl showWindowIfNoDebugger(HWND param_1,int param_2)
3
4  {
5    ATOM AVar1;
6    BOOL BVar2;
7    WPARAM WVar3;
8    app_data *lpParam;
9    HWND param_1_00;
10   WPARAM in_stack_ffffff88;
11   HINSTANCE pHStack20;
12   int iStack8;
13
14   BVar2 = IsDebuggerPresent();
15   if (BVar2 == 0) {
16     WVar3 = ShowWindow(param_1,param_2);
17     return WVar3;
18   }
19   ExitProcess(0);
```

Decompilato della funzione showWindowIfNoDebugger()

Tale funzione, invocando l'API *IsDebuggerPresent*, controlla se l'eseguibile è lanciato sotto il controllo di un debugger: se sì, termina il programma invocando *ExitProcess(0)*, altrimenti effettua la *ShowWindow* della finestra precedentemente creata. Risulta dunque ovvio che, per poter effettuare un'analisi tramite debugger, bisogna di certo inibire la chiamata ad *IsDebuggerPresent* oppure modificare opportunamente il risultato che essa restituisce.

Prima di effettuare una patch dell'eseguibile, si decide di proseguire ulteriormente con l'analisi statica alla ricerca di eventuali ulteriori misure anti-debugger. Quindi, si passa ad analizzare la *WndProc*, di cui di seguito si riporta parte del decompilato.

```
LVar3 = GetWindowLongA(hWnd,GWL_USERDATA);
checkBeingDebugged((int *)&uMsg);
if (uMsg == WM_SIZE) {
  MoveWindow(*(HWND *)(LVar3 + 0xac),0x14,0x32,0x32,0x14,0);
  MoveWindow(*(HWND *)(LVar3 + 0xb0),0x8c,0x32,0x32,0x14,0);
  MoveWindow(*(HWND *)(LVar3 + 0xb4),0x104,0x32,0x32,0x14,0);
  MoveWindow(*(HWND *)(LVar3 + 0xb8),(lParam & 0xffffU) - 0x6e,((uint)lParam >> 0x10) - 0x46,0x50,
             0x19,0);
  MoveWindow(*(HWND *)(LVar3 + 0xbc),0x78,0x5f,0x96,0x19,0);
  RedrawWindow(hWnd,(RECT *)0x0,(HRGN)0x0,5);
  changeAsmCode(LVar3);
  return 0;
}
```

Operazioni iniziali della WndProc e gestione di WM_SIZE

Prima di discernere che tipo di messaggio è stato ricevuto dalla finestra, viene invocata una funzione, ridenominata in seguito *checkBeingDebugged*, che prende come parametro in input l'indirizzo di *uMsg*, ovvero il parametro della *WndProc* che identifica proprio il tipo di messaggio. Si riporta di seguito il disassemblato di tale funzione:

```
                    undefined __cdecl checkBeingDebugged(int * uMsgPtr)
     undefined          AL:1           <RETURN>
     int *              Stack[0x4]:4   uMsgPtr                              XREF[1]:  00401dc0(R)
                    checkBeingDebugged                                  XREF[1]:     WndProc:00401e1a(c)
00401dc0 8b 44 24 04     MOV                         EAX,dword ptr [ESP + uMsgPtr]
00401dc4 64 8b 15        MOV                         EDX,dword ptr FS:[0x30]
         30 00 00 00
00401dcb 8b 52 02        MOV                         EDX,dword ptr [EDX + 0x2]
00401dce 83 e2 07        AND                         EDX,0x7
00401dd1 0f 95 c2        SETNZ                       DL
00401dd4 0f b6 d2        MOVZX                       EDX,DL
00401dd7 01 10           ADD                         dword ptr [EAX],EDX
00401dd9 c3              RET
```

Disassemblato di checkBeingDebugged()

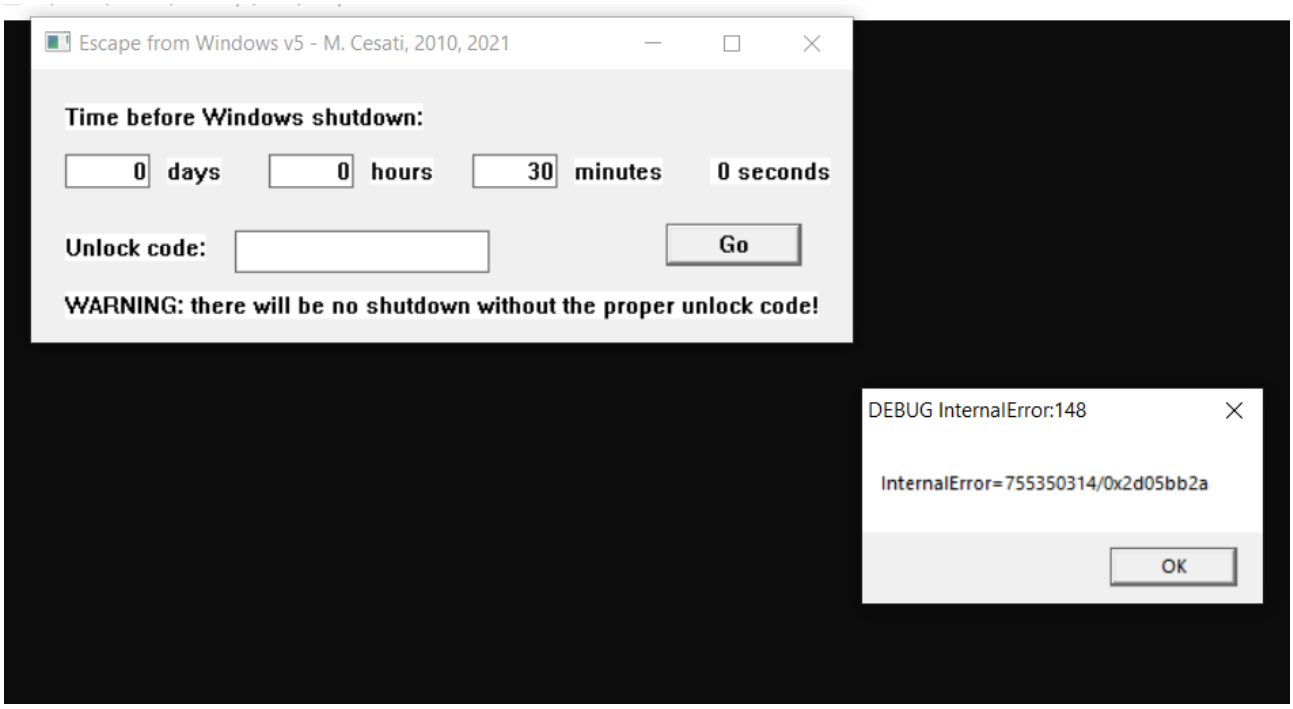
Con FS: [0x30], si accede alla struttura dati PEB (Process Environment Block); dopodiché, si prende il valore del campo presente ad offset 2 di tale struttura, ovvero il valore del campo *BeingDebugged*. Tale campo è pari a 1 se il processo è eseguito sotto il controllo di un debugger, 0 altrimenti. Quindi, nel caso in cui il processo sia debuggato, la funzione *checkBeingDebugged* modifica il valore di *uMsg* aggiungendogli 1 e cambiando così il comportamento dell'applicazione. Quindi, anche la chiamata a questa funzione va inibita per poter analizzare correttamente l'eseguibile con il debugger.

PRIMA PATCH

Come prima patch effettuata all'eseguibile, si inibisce il controllo effettuato invocando *IsDebugger-Present* sostituendo la CALL alla API con l'istruzione XOR EAX, EAX. In questo modo, si azzera il registro in cui veniva salvato il valore di ritorno di *IsDebuggerPresent* e la *showWindowIfNoDebugger* effettuerà sempre la *showWindow*, senza mai chiamare *ExitProcess*.

Inoltre, viene negata nella *WndProc* la chiamata alla funzione *checkBeingDebugged* semplicemente sostituendo i bytes dell'istruzione di CALL con delle NOP.

Provando a lanciare l'eseguibile patchato su macchina virtuale (senza utilizzo del debugger), si nota che la finestra dell'applicazione appare normalmente e sembra funzionante; tuttavia, appare anche una message box che segnala un errore e dopo pochi secondi il processo viene terminato.



Message box segnalante un errore interno

Inoltre, provando a lanciare l'eseguibile patchato con *OllyDbg*, si nota che la finestra dell'applicazione appare, ma non è disegnata correttamente e il debugger va in crash terminando l'esecuzione. È molto probabile che ciò sia dovuto a qualche altra misura anti-debugger adottata dal programmatore; d'altronde, avendo scoperto precedentemente che il programma usa *LoadLibraryA* e *GetProcAddress* per ottenere l'indirizzo di *OutputDebugStringA*, ci si aspetta che tale API venga usata per ostacolare l'analisi tramite debugger.

Seguendo l'esecuzione del programma a piccoli passi, impostando opportuni breakpoints, ci si accorge che il debugger va in crash non appena viene invocata la *ShowWindow* all'interno della funzione *showWindowIfNoDebugger*. Da ciò si desume che il problema possa essere presente all'interno della *WndProc* e, in particolare, nella gestione dei messaggi WM_SIZE e/o WM_CREATE, ricevuti dalla finestra proprio quando si cerca di mostrarla.

Si è analizzata prima la gestione di WM_SIZE, in quanto più breve e veloce da analizzare. L'unica funzione sospetta poteva essere la FUN_00404000, successivamente ridenominata *changeAsmCode*.

```
                    undefined changeAsmCode(undefined4 param_1)
    undefined         AL:1           <RETURN>
    undefined4        Stack[0x4]:4   param_1                          XREF[2]:  00404000(R),
                                                                               0040402e(W)
                    changeAsmCode                                   XREF[2]:     004001ac(*), WndProc:004020f0(c)
00404000 8b 4c 24 04     MOV        ECX,dword ptr [ESP + param_1]
00404004 31 d2           XOR        EDX,EDX
00404006 8d b4 26        LEA        ESI,[ESI]
         00 00 00 00
0040400d 8d 76 00        LEA        ESI,[ESI]

                    LAB_00404010                                    XREF[1]:     0040402c(j)
00404010 8b 04 95        MOV        EAX,dword ptr [EDX*0x4 + callOutputDebugStringA]    = 64B87A2Bh
         20 50 40 00
00404017 35 2b fa        XOR        EAX,0x89a3fa2b
         a3 89
0040401c c1 c8 09        ROR        EAX,0x9
0040401f 89 04 95        MOV        dword ptr [EDX*0x4 + callOutputDebugStringA],EAX    = 64B87A2Bh
         20 50 40 00
00404026 83 c2 01        ADD        EDX,0x1
00404029 83 fa 0e        CMP        EDX,0xe
0040402c 75 e2           JNZ        LAB_00404010
0040402e 89 4c 24 04     MOV        dword ptr [ESP + param_1],ECX
00404032 e9 e9 0f        JMP        callOutputDebugStringA
         00 00
```

Disassemblato della funzione changeAsmCode(): deoffusca delle istruzioni e alla fine le esegue effettuando una jump alla label ridenominata callOutputDebugStringA

Questa funzione effettua un loop in cui, attraverso operazioni di XOR e di ROR, cambia i bytes a partire da una certa label (in seguito ridenominata “callOutputDebugStringA”) in poi. Dopodiché, effettua una jump a tale label. Per scoprire che cosa realmente fa questa funzione, se ne segue il flusso con il debugger e il codice deoffuscato ed eseguito risulta essere il seguente, in cui è evidente una chiamata ad *OutputDebugStringA*:

```
00405020  83EC 4C          SUB ESP,4C
00405023  31C0             XOR EAX,EAX
00405025  8D76 00          LEA ESI,DWORD PTR DS:[ESI]
00405028  C64404 1F 25     MOV BYTE PTR SS:[ESP+EAX+1F],25
0040502D  C64404 20 73     MOV BYTE PTR SS:[ESP+EAX+20],73
00405032  83C0 02          ADD EAX,2
00405035  83F8 20          CMP EAX,20
00405038 ^75 EE            JNZ SHORT hw3p1.00405028
0040503A  8D4424 1F        LEA EAX,DWORD PTR SS:[ESP+1F]
0040503E  C64424 3F 00     MOV BYTE PTR SS:[ESP+3F],0
00405043  890424           MOV DWORD PTR SS:[ESP],EAX
00405046  8B4424 50        MOV EAX,DWORD PTR SS:[ESP+50]
0040504A  FF90 CC000000    CALL DWORD PTR DS:[EAX+CC]       KERNEL32.OutputDebugStringA
00405050  83EC 04          SUB ESP,4
00405053  83C4 4C          ADD ESP,4C
00405056  C3               RETN
00405057  90               NOP
00405058  0000             ADD BYTE PTR DS:[EAX],AL
0040505A  0000             ADD BYTE PTR DS:[EAX],AL
0040505C  0000             ADD BYTE PTR DS:[EAX],AL
0040505E  0000             ADD BYTE PTR DS:[EAX],AL
00405060  45               INC EBP
00405061 v73 63            JNB SHORT hw3p1.004050C6
00405063  61               POPAD
00405064 v70 65            JO SHORT hw3p1.004050CB
00405066  2066 72          AND BYTE PTR DS:[ESI+72],AH
00405069  6F               OUTS DX,DWORD PTR ES:[EDI]       I/O command
0040506A  6D               INS DWORD PTR ES:[EDI],DX        I/O command
0040506B  2057 69          AND BYTE PTR DS:[EDI+69],DL
0040506E  6E               OUTS DX,BYTE PTR ES:[EDI]        I/O command
0040506F  64:6F            OUTS DX,DWORD PTR ES:[EDI]       I/O command
00405071 v77 73            JA SHORT hw3p1.004050E6
00405073  2076 35          AND BYTE PTR DS:[ESI+35],DH
00405076  202D 204D2E20    AND BYTE PTR DS:[202E4D20],CH
0040507C  43               INC EBX
DS:[004070EC]=770F9DA0 (KERNEL32.OutputDebugStringA), JMP to KERNELBA.OutputDebugStringA
```

Chiamata ad OutputDebugStringA("%s%s%s%s%s%s%s%s%s%s")

Il parametro passato alla *OutputDebugStringA* è la stringa “%s%s%s%s%s%s%s%s%s%s”, costruita tramite un loop scrivendo i bytes 0x25 (‘%’) e 0x73(‘s’).

Tale chiamata è quella che fa andare in crash il debugger e va quindi patchata.

SECONDA PATCH

Per evitare che venga chiamata *OutputDebugStringA*, si decide di sostituire la call a *changeAsmCode* all'interno della gestione di WM_SIZE nella *WndProc* semplicemente con delle NOP.

Si nota che, lanciando il programma con la seconda patch senza l'uso del debugger, compare sempre la message box che segnala un internal error e il programma termina dopo pochi secondi. Lanciando l'eseguibile sotto il controllo del debugger, questa volta la finestra per programmare lo shutdown di windows appare disegnata correttamente; tuttavia, anche in questo caso, viene mostrata la message box con il messaggio d'errore e, provando ad eseguire senza breakpoint il programma, esso non rimane attivo come ci si aspetterebbe (dovrebbe eseguire il message loop), bensì raggiunge lo stato di terminato.

È evidente che ci sia qualche ulteriore controllo che termini il processo. Inoltre, eseguendo tramite debugger, la terminazione del processo non sembra essere effettuata dal main thread, in quanto si entra nel message loop, ma improvvisamente, dopo un po' di tempo, il flusso si interrompe e viene terminato il programma.

Dunque si continua ad analizzare la *WndProc* staticamente, concentrandosi sulla gestione del messaggio WM_CREATE.

```
    if (uMsg == WM_CREATE) {
      hMenu = (HMENU)0x1;
      hInstance = (HINSTANCE)GetWindowLongA(hWnd,GWL_HINSTANCE);
      SetWindowLongA(hWnd,-0x15,*(LONG *)lParam);
      iVar1 = *(int *)lParam;
      *(HWND *)(iVar1 + 0xa8) = hWnd;
      do {
        if ((int)hMenu < 4) {
          pHVar4 = CreateWindowExA(0,"EDIT",(LPCSTR)0x0,0x50802002,0,0,0,0,hWnd,hMenu,hInstance,
                                   (LPVOID)0x0);
          *(HWND *)(iVar1 + 0xa8 + (int)hMenu * 4) = pHVar4;
          if (pHVar4 == (HWND)0x0) goto LAB_00401f86;
        }
        else {
          pHVar4 = CreateWindowExA(0,"EDIT",(LPCSTR)0x0,0x50800020,0,0,0,0,hWnd,(HMENU)0x5,hInstance
                                   ,(LPVOID)0x0);
          *(HWND *)(iVar1 + 0xbc) = pHVar4;
          pHVar4 = CreateWindowExA(0,"BUTTON","Go",0x50000001,0,0,0,0,hWnd,(HMENU)0x4,hInstance,
                                   (LPVOID)0x0);
          *(HWND *)(iVar1 + 0xb8) = pHVar4;
          if (pHVar4 != (HWND)0x0) {
            CalculateTime();
            funSetTimer(hWnd);
            CalculateFingerprint();
            return 0;
          }
LAB_00401f86:
          FatalAppExitA(0,"CreateWindow failed");
        }
        hMenu = (HMENU)((int)&hMenu->unused + 1);
      } while( true );
```

Decompilato della WndProc(); gestione del messaggio WM_CREATE

Ci sono 3 funzioni in cui potrebbe essere presente la misura anti-debugger:

- *CalculateTime()*: è una funzione chiamata per calcolare il tempo rimanente allo shutdown e aggiornare i valori delle sottofinestre dei giorni, ore e minuti. Non presenta nulla di strano.

- *funSetTimer()*
- *CalculateFingerprint()*

La *funSetTimer* permette di individuare un ulteriore campo della struct contenente i dati usati dall'applicazione, ovvero il timerID del timer associato alla finestra dell'app. Inoltre, permette di individuare la *TimerProc*.

```
void __cdecl funSetTimer(HWND hWnd)

{
  global_app_data.timerID = SetTimer(hWnd,0,global_app_data.timer_clock,TimerProc);
  return;
}
```

Decompilato della funzione funSetTimer()

Siccome, per quanto descritto prima, si sospetta che la terminazione del programma sia opera di un thread diverso dal thread main, il thread della *TimerProc* sembra essere un buon candidato.

```
void TimerProc(HWND param_1)

{
  uint uVar1;
  int iVar2;

  iVar2 = global_app_data.current_time;
  uVar1 = global_app_data.current_time + 1;
  global_app_data.current_time = uVar1;
  if (global_app_data.isTimerRunning != 0) {
    CalculateTime();
  }
  RedrawWindow(param_1,(RECT *)0x0,(HRGN)0x0,5);
  if ((global_app_data.isTimerRunning != 0) && ((uint)global_app_data.target_time <= uVar1)) {
    (*(code *)global_app_data.functionToBeCalled)(&global_app_data);
  }
  if ((iVar2 & 7U) == 0) {
    errorWindowAndExitProcess(&global_app_data);
    return;
  }
  return;
}
```

Decompilato della TimerProc()

Analizzando la *TimerProc*, si individuano due informazioni interessanti: in primis, viene individuato il campo della struct globale in cui è salvato l'indirizzo della funzione da invocare al momento dello scadere del countdown programmato per lo spegnimento di Windows (campo ridenominato "functionToBeCalled"). Tornando indietro alla funzione *init_data* e alla *WinMain*, se ne individua il valore assegnato e si ridenomina la funzione come "*targetFun*"; tuttavia, il suo disassemblaggio sembra essere stato ostacolato da delle tecniche anti-disassembling e si decide di focalizzarsi su questa funzione in seguito, e di dare priorità all'inibizione delle tecniche anti-debugger per poter così effettuare analisi dinamica avanzata.

La seconda informazione che si desume dall'analisi della *TimerProc* è una chiamata ad una funzione, ovvero la FUN_004042A0 (successivamente ridenominata *errorWindowAndExitProcess*). Entrando con *Ghidra* nel codice di tale funzione, si rileva che il disassemblaggio è errato a causa di una tecnica anti-disassembler, in particolare la tecnica dell'*always-true condition*: sono presenti dei jump

condizionali sempre presi, ma il disassembler, analizzando anche il caso in cui non vengano presi, riconosce delle istruzioni di tipo CALLF che depistano il disassemblaggio. Ripulendo il codice disassemblato, disassemblandolo nuovamente in maniera opportuna e sostituendo i bytes mai eseguiti che portavano ad indentificare le CALLF con delle NOP, si ottiene un disassemblato pulito della funzione e, quindi, anche un decompilato:

```
void __cdecl errorWindowAndExitProcess(app_data *param_1)

{
  int iVar1;
  uint extraout_EAX;
  dword dVar2;
  uint extraout_EDX;
  uint uVar3;
  bool bVar4;
  UINT in_stack_fffffed0;
  char acStack268 [128];
  char acStack140 [132];

  dVar2 = param_1->fingerprint;
  if (dVar2 != correct_fingerprint) {
    iVar1 = DAT_00407100 + 1;
    bVar4 = DAT_00407100 == 0;
    uVar3 = correct_fingerprint;
    DAT_00407100 = iVar1;
    if (bVar4) goto LAB_0040432c;
    do {
      ExitProcess(in_stack_fffffed0);
      dVar2 = extraout_EAX;
      uVar3 = extraout_EDX;
LAB_0040432c:
      _vsnprintf(acStack268,0x80,"%s=%lu/0x%lx","InternalError",dVar2 ^ uVar3,dVar2 ^ uVar3);
      _vsnprintf(acStack140,0x80,"DEBUG %s:%d","InternalError",0x94);
      in_stack_fffffed0 = 0x4043a6;
      MessageBoxA((HWND)0x0,acStack268,acStack140,0);
    } while( true );
  }
  return;
}
```

Decompilato della funzione errorWindowAndExitProcess(); il campo fingerprint della struct e la variabile globale correct_fingerprint sono stati individuati in un momento successivo

Si nota che, se la condizione di un if-statement risulta essere vera, si eseguono delle operazioni, tra cui la creazione della message box vista in precedenza che riporta l'internal error e l'invocazione della *ExitProcess* che termina il processo.

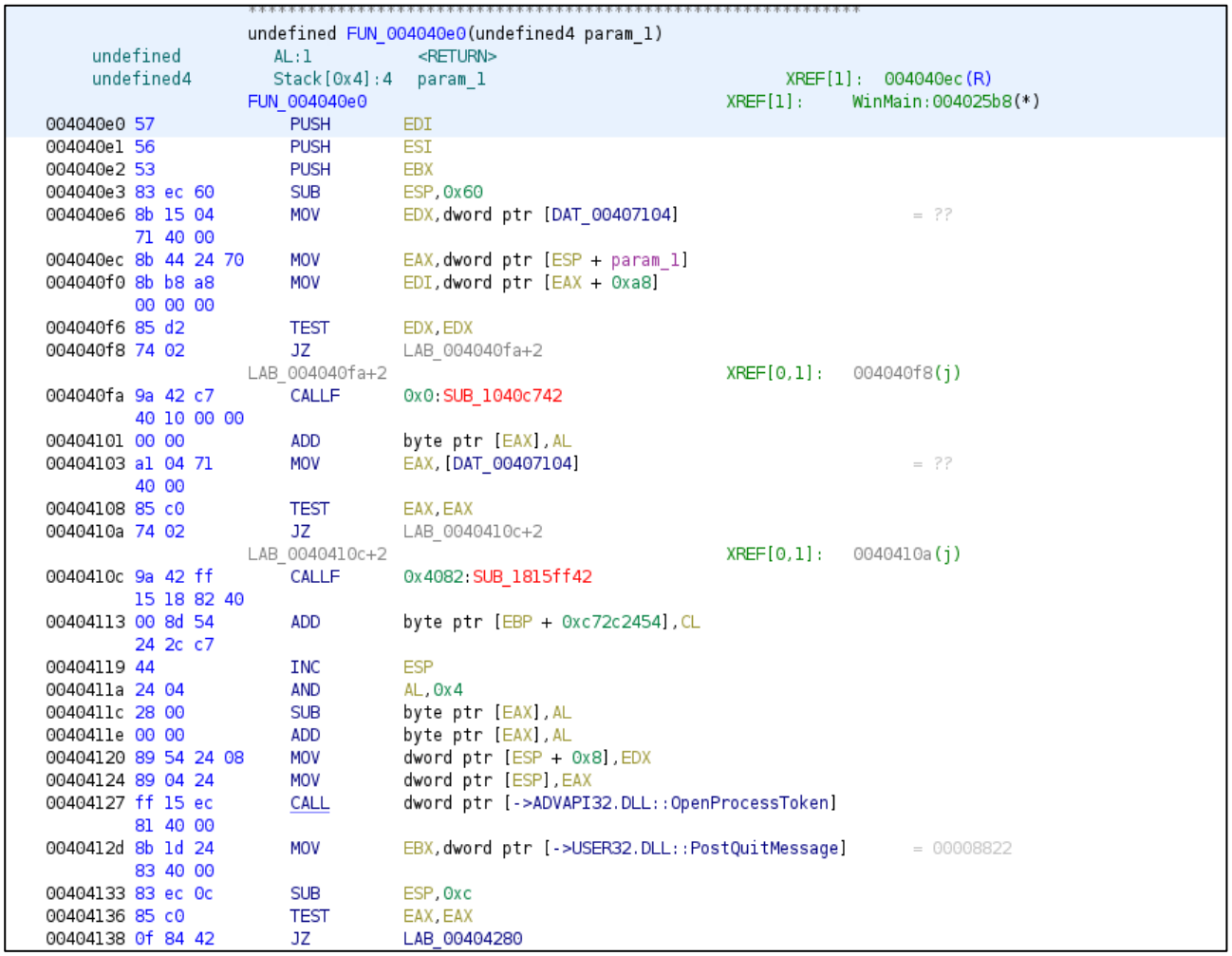
Bisogna effettuare un'ulteriore patch che neghi l'invocazione della *errorWindowAndExitProcess* nella *TimerProc*.

TERZA PATCH

Si sostituiscono i 5 bytes nella *TimerProc* corrispondenti alla CALL a *errorWindowAndExitProcess* con 5 NOP.

Lanciando ora l'eseguibile patchato, non appare più la message box segnalante l'internal error e il programma non termina automaticamente dopo pochi secondi. Anche l'esecuzione del programma controllata dal debugger sembra non presentare problemi: il programma rimane running una volta lanciato e si riesce ad interagire con la finestra dell'applicazione. Si può dunque procedere con l'analisi dinamica avanzata per cercare di scovare il codice di sblocco che rende funzionale il programma.

Dunque, partendo dalla *WinMain*, si segue su *Ghidra* la *targetFun*, ovvero la funzione chiamata quando scade il timeout associato alla finestra dell'applicazione.



```
                     *************************************************************
                     undefined FUN_004040e0(undefined4 param_1)
     undefined         AL:1           <RETURN>
     undefined4        Stack[0x4]:4   param_1                    XREF[1]:   004040ec(R)
                     FUN_004040e0                              XREF[1]:   WinMain:004025b8(*)
004040e0 57          PUSH        EDI
004040e1 56          PUSH        ESI
004040e2 53          PUSH        EBX
004040e3 83 ec 60    SUB         ESP,0x60
004040e6 8b 15 04    MOV         EDX,dword ptr [DAT_00407104]                  = ??
         71 40 00
004040ec 8b 44 24 70 MOV         EAX,dword ptr [ESP + param_1]
004040f0 8b b8 a8    MOV         EDI,dword ptr [EAX + 0xa8]
         00 00 00
004040f6 85 d2       TEST        EDX,EDX
004040f8 74 02       JZ          LAB_004040fa+2
                     LAB_004040fa+2                            XREF[0,1]:   004040f8(j)
004040fa 9a 42 c7    CALLF       0x0:SUB_1040c742
         40 10 00 00
00404101 00 00       ADD         byte ptr [EAX],AL
00404103 a1 04 71    MOV         EAX,[DAT_00407104]                            = ??
         40 00
00404108 85 c0       TEST        EAX,EAX
0040410a 74 02       JZ          LAB_0040410c+2
                     LAB_0040410c+2                            XREF[0,1]:   0040410a(j)
0040410c 9a 42 ff    CALLF       0x4082:SUB_1815ff42
         15 18 82 40
00404113 00 8d 54    ADD         byte ptr [EBP + 0xc72c2454],CL
         24 2c c7
00404119 44          INC         ESP
0040411a 24 04       AND         AL,0x4
0040411c 28 00       SUB         byte ptr [EAX],AL
0040411e 00 00       ADD         byte ptr [EAX],AL
00404120 89 54 24 08 MOV         dword ptr [ESP + 0x8],EDX
00404124 89 04 24    MOV         dword ptr [ESP],EAX
00404127 ff 15 ec    CALL        dword ptr [->ADVAPI32.DLL::OpenProcessToken]
         81 40 00
0040412d 8b 1d 24    MOV         EBX,dword ptr [->USER32.DLL::PostQuitMessage]  = 00008822
         83 40 00
00404133 83 ec 0c    SUB         ESP,0xc
00404136 85 c0       TEST        EAX,EAX
00404138 0f 84 42    JZ          LAB_00404280
```

Disassemblato della targetFun(): è stata usata la tecnica anti-disassembling dell'always-true condition, infatti DAT_00407104 è sempre pari a 0

Ripulendo il codice mal disassemblato da *Ghidra* e rieffettuandone il disassembling correttamente in maniera guidata, si riesce ad analizzare anche staticamente la *targetFun*. Si nota che sono presenti chiamate ad API quali *GetCurrentProcess*, *OpenProcessToken*, *LookupPrivilegeValueA* e *AdjustTokenPrivileges* che sostanzialmente hanno lo scopo di svolgere funzioni preliminari allo shutdown del sistema: in particolare, si ottiene un access token con i privilegi necessari per effettuare lo spegnimento di Windows.

Successivamente, invocando l'API *GetDlgItemTextA*, viene salvato in un buffer l'input che l'utente ha inserito nella edit box del codice di sblocco necessario per far funzionare correttamente l'applicazione; viene inoltre salvata in una variabile anche la lunghezza di tale input.

Dopodiché, viene eseguito un loop in cui, ancora una volta, vengono effettuate delle operazioni di XOR e ROR di bytes a partire da un indirizzo di una funzione, chiamata FUN_00405c0. Terminato il ciclo viene invocata tale funzione, passandole 3 parametri: la stringa inserita in input dall'utente, la lunghezza della stringa e l'indirizzo di una label. Seguendo la label, forzando *Ghidra* a disassemblare, si scopre che si tratta di una funzione in cui, ancora una volta, sono state inserite delle misure anti-

disassemblaggio con la tecnica dell'*always-true condition*. Ripulendo il codice, si scopre che tale funzione non fa altro che effettuare lo shutdown del sistema operativo invocando l'API *ExitWindowsEx* con parametri 5 (EWX_SHUTDOWN | EWX_FORCE) e 0 (nessuna motivazione indicata per lo shutdown). Dunque, tale funzione viene ridenominata *shutdown*.

```
2  void __cdecl targetFun(app_data *param_1)
3
4  {
5    HWND hDlg;
6    HANDLE ProcessHandle;
7    BOOL BVar1;
8    DWORD DVar2;
9    UINT inputLen;
10   int iVar3;
11   HANDLE local_40;
12   _TOKEN_PRIVILEGES local_3c;
13   CHAR userInput [30];
14
15   hDlg = param_1->handles[0];
16   param_1->isTimerRunning = 0;
17   ProcessHandle = GetCurrentProcess();
18   BVar1 = OpenProcessToken(ProcessHandle,0x28,&local_40);
19   if (BVar1 == 0) {
20     PostQuitMessage(0);
21   }
22   LookupPrivilegeValueA((LPCSTR)0x0,"SeShutdownPrivilege",(PLUID)local_3c.Privileges);
23   local_3c.PrivilegeCount = 1;
24   local_3c.Privileges[0].Attributes = 2;
25   AdjustTokenPrivileges
26             (local_40,0,(PTOKEN_PRIVILEGES)&local_3c,0,(PTOKEN_PRIVILEGES)0x0,(PDWORD)0x0);
27   DVar2 = GetLastError();
28   if (DVar2 == 0) {
29     inputLen = GetDlgItemTextA(hDlg,5,userInput,0x1e);
30     iVar3 = 0;
31     do {
32       *(uint *)(FUN_004050c0 + iVar3 * 4) =
33            (*(uint *)(FUN_004050c0 + iVar3 * 4) ^ 0x89a3fa2b) >> 9 |
34            (*(uint *)(FUN_004050c0 + iVar3 * 4) ^ 0x89a3fa2b) << 0x17;
35       iVar3 = iVar3 + 1;
36     } while (iVar3 != 0x34);
37     FUN_004050c0(userInput,inputLen,shutdown);
38   }
39   WrongUnlockCode();
40   PostQuitMessage(0);
41   return;
42 }
```

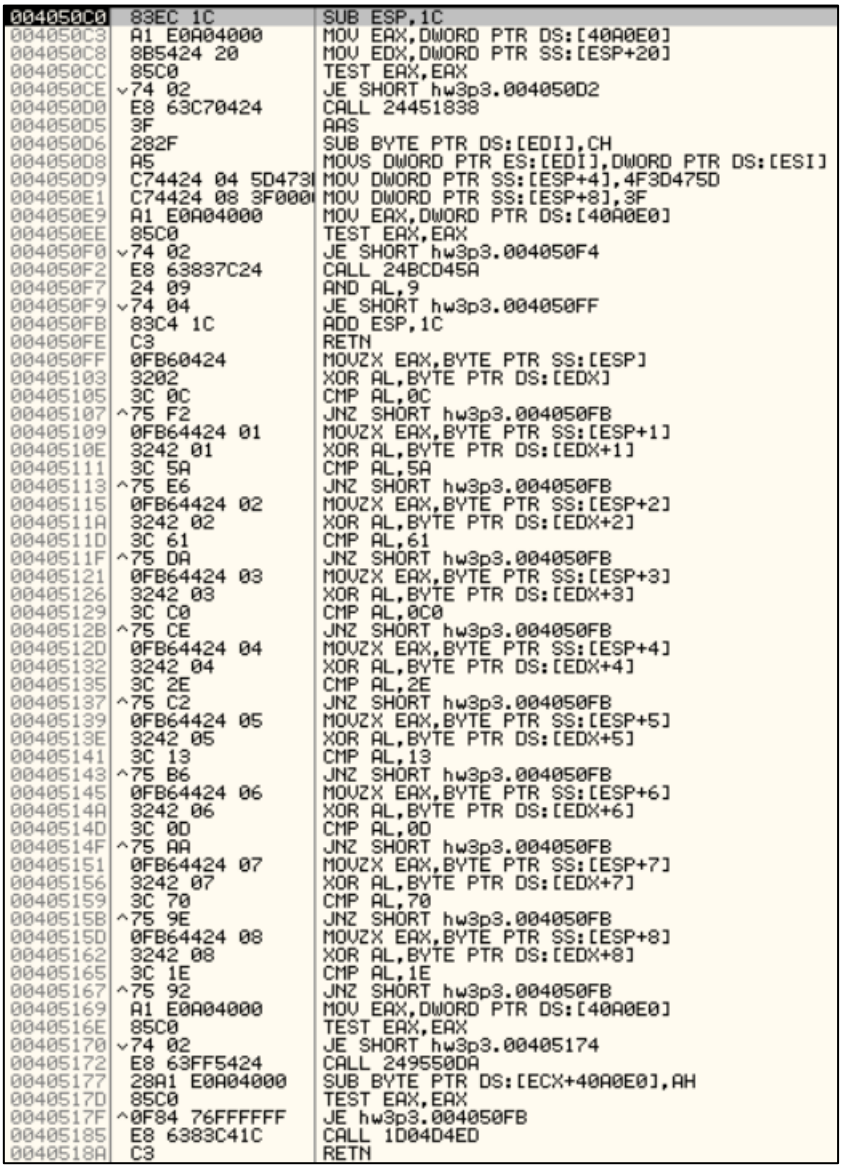
Decompilato della funzione targetFun(); nella figura è evidenziato il punto in cui viene effettuato il deoffuscamento del codice della funzione FUN_004050c0 e la sua successiva invocazione

```
void shutdown(void)

{
  ExitWindowsEx(5,0);
  Sleep(0xffffffff);
  return;
}
```

Decompilato della funzione shutdown()

INDIVIDUAZIONE DEL CODICE DI SBLOCCO

Dunque, per scoprire il codice di sblocco, non rimane che seguire con *OllyDbg* il codice della FUN_004050c0 una volta che è stato ricostruito correttamente. Si setta un breakpoint nella *Timer-Proc*, al punto in cui viene invocata la *targetFun*, per seguirne l'esecuzione. Finita la procedura di ricostruzione del codice della FUN_004050c0, quando tale funzione viene invocata, si fa uno *step into* per riuscire a vederne le istruzioni:



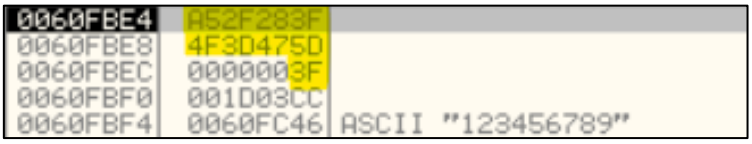
Codice della FUN_004050c0 visto da OllyDbg dopo essere stato deoffuscato dall'applicazione

In una prima iterazione, si nota che il codice controlla se il valore corrispondente alla lunghezza dell'input sia pari a 9 e, nel caso in cui così non fosse, la funzione ritorna al chiamante senza effettuare lo shutdown.

Dunque, in una seconda iterazione, si prova ad inserire come codice di sblocco la stringa "123456789", lunga 9 caratteri, e si continua ad analizzare l'esecuzione tramite debugger. Si nota che viene caricato volta per volta in EAX un singolo byte presente sullo stack e se ne fa lo XOR con il corrispondente carattere dell'input dell'utente. Il risultato dello XOR viene confrontato con uno specifico byte che, ad esempio, nel caso del primo carattere deve essere pari a 0C (in esadecimale).

Quindi, il confronto sulla correttezza del codice di sblocco non viene effettuato “in chiaro”, ma viene “cifrato” l’input dell’utente effettuando lo XOR con una “chiave” di 9 bytes e viene controllata la correttezza di tale “ciphertext”.

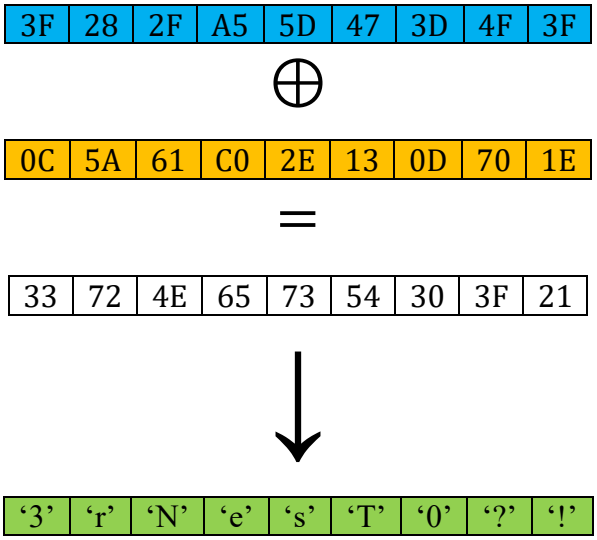
Guardando sullo stack, si riesce ad individuare facilmente la “chiave” che viene usata:



La "chiave" caricata sullo stack: 3F 28 2F A5 5D 47 3D 4F 3F

È analogamente semplice riuscire ad individuare il “ciphertext” atteso, guardando alle singole istruzioni di CMP presenti nella funzione FUN_004050c0. Dunque, si ha:

- chiave = 3F 28 2F A5 5D 47 3D 4F 3F
- ciphertext = 0C 5A 61 C0 2E 13 0D 70 1E
- plaintext ⊕ chiave = ciphertext → ciphertext ⊕ chiave = plaintext



Consultando la tabella di codifica ASCII, si è convertito il plaintext ottenuto al corrispettivo valore in caratteri e il codice di sblocco risulta essere la stringa “3rNesT0?!”.

ULTERIORI ANALISI SUL PROGRAMMA

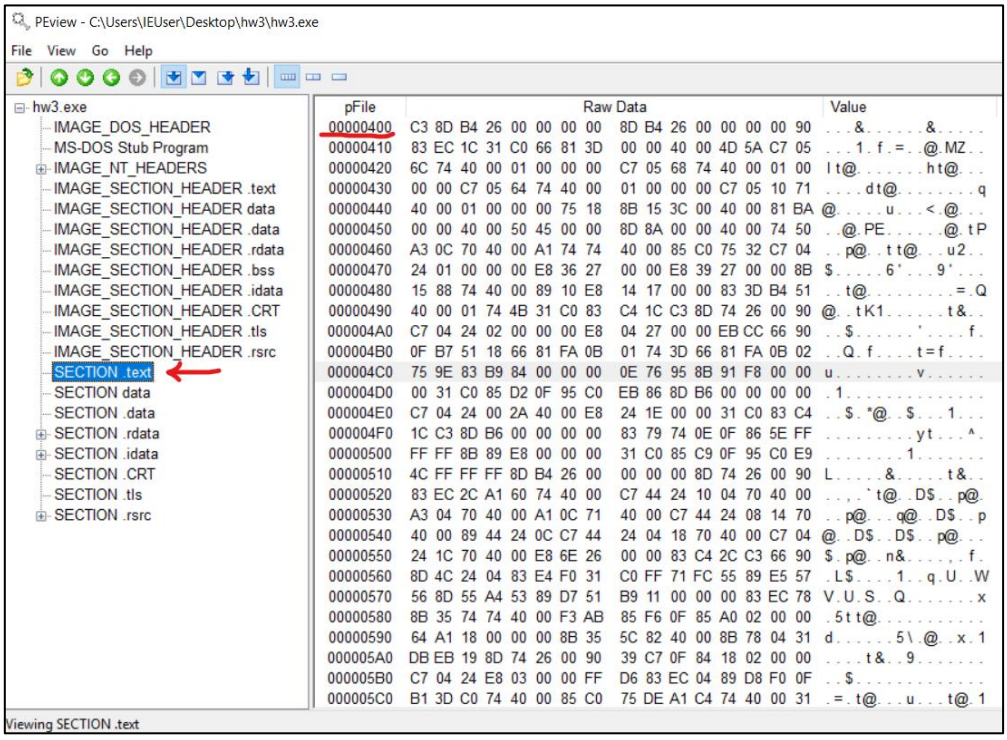
Nella parte della *WndProc* in cui viene gestito il messaggio WM_CREATE, era stata precedentemente individuata una funzione chiamata subito dopo la *funSetTimer*: si decide di approfondire l’analisi di tale funzione che, successivamente, è stata ridenominata *CalculateFingerprint*.

```
void CalculateFingerprint(void)

{
  int iVar1;
  uint *puVar2;

  if (startingAddress != 0) {
    puVar2 = (uint *)(startingAddress + 1024);
    global_app_data.fingerprint = 0;
    iVar1 = (nSizeFileLow >> 2) - 256;
    while (iVar1 != 0) {
      global_app_data.fingerprint = global_app_data.fingerprint ^ *puVar2;
      puVar2 = puVar2 + 1;
      iVar1 = iVar1 + -1;
    }
  }
  return;
}
```

Decompilato della funzione CalculateFingerprint()

Questa funzione utilizza i valori *startingAddress* e *nSizeFileLow* che erano stati precedentemente calcolati tramite l'invocazione della funzione *getFileInfo* analizzata precedentemente. Sostanzialmente, ciò che la funzione fa è sommare allo *startingAddress* il valore 1024 e iterare 4 bytes alla volta, fino alla fine del programma, calcolando ad ogni iterazione lo XOR dei 4 bytes considerati in quell'iterazione con il risultato ottenuto all'iterazione precedente. Sostanzialmente, in questo modo, non ottiene nient'altro che un fingerprint del file eseguibile. Tale fingerprint, viene salvato in uno dei campi della struct globale contenente le informazioni principali usate dall'applicazione.

Molto probabilmente, i 1024 bytes che vengono scartati nel calcolare il fingerprint dell'eseguibile, corrispondono ai bytes della testata. Infatti, come è ben visibile analizzando il file con *PEview*, la testata ha dimensione esattamente di 1024 bytes, dopo i quali, ad indirizzo relativo 0x400, inizia la sezione testo.



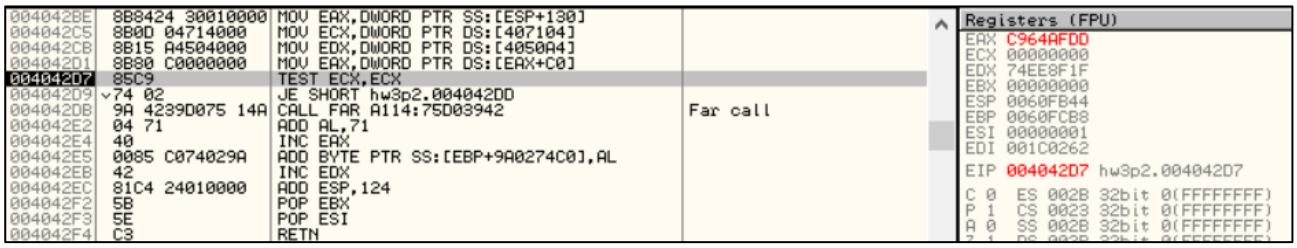
PEview: indirizzo relativo iniziale della sezione .text del file eseguibile. Corrisponde a 0x400.

Quindi, con l'individuazione del campo "fingerprint", la struct *app_data* utilizzata dall'applicazione risulta essere stata analizzata in tutti i suoi campi ed è riassunta dalla figura riportata di seguito:

DataType	Name	Comment
int	current_time	time counter
int	timer_clock	timer clock unit, set to 1000 ms
int	timerID	timer's identifier
int	target_time	time to wait until shutdown
int	isTimerRunning	indicates if the countdown is active or not
pointer	functionToBeCalled	pointer to the target function called when the timer expires
char[128]	warning_msg	warning message
char[16]	seconds	strings representing the seconds of the countdown
HWND[6]	handles	handles to main window and subwindows
UINT	fingerprint	fingerprint/checksum of the exe file, calculated doing the XOR 4 bytes at the time excluding the first 1024 bytes

Struct "app_data" e i campi che la compongono

Rianalizzando la funzione *errorWindowAndExitProcess*, ci si rende conto che il fingerprint calcolato e salvato nella struct viene confrontato con un valore salvato in una variabile globale, ridenominata *correct_fingerprint* e solo nel caso in cui i due valori fossero diversi viene mostrata la message box che riporta l'internal error e il processo viene terminato. Tale flusso è stato controllato anche usando il debugger, analizzando il file eseguibile della patch numero 2:



Nel registro eax è presente il fingerprint salvato nella struct, mentre nel registro edx è presente il fingerprint corretto

CONCLUSIONE

In conclusione, il programma usa numerose misure anti-disassembling e anti-debugging. In particolare, per quanto riguarda le ultime, ne sono state individuate quattro:

1. Chiamata ad *IsDebuggerPresent;*
2. Controllo del campo *BeingDebugged* della struttura dati PEB associata al processo;
3. Invocazione di *OutputDebugStringA* con parametro "%s%s%s%s%s%s%s%s%s%s"; inoltre, la libreria contenente l'API viene caricata invocando *LoadLibraryA* e l'indirizzo dell'API viene ottenuto con *GetProcAddress*;
4. Viene calcolato un fingerprint del file eseguibile caricato in memoria e il processo viene terminato se tale fingerprint non corrisponde con quello atteso.

Inibendo tali misure anti-debugger, si è potuto combinare l'analisi statica con l'analisi dinamica avanzata, velocizzando il processo di individuazione del codice di sblocco.

Il controllo sulla correttezza del codice di sblocco non viene effettuato confrontando l'input dell'utente con il codice corretto, bensì viene cifrato l'input dell'utente effettuando lo XOR con una

“chiave” di 9 bytes (pari alla lunghezza del codice corretto) e si controlla dunque la correttezza del “ciphertext”. Il codice di sblocco risulta essere la stringa “3rNesT0?!”.