/Ryuk

Отчет о вредоносной программе

Хорхе Бареллес Менес | Пабло Кардос Маркес
Аарон Хорнет Салес | Хавьер Муньос Алькасар

6 | 03 | 2020

Содержание

1. Общая информация 3

2. Характеристики 6

3. Вектор проникновения 7

4. Загрузчик 9

5. Ryuk 12

5.1 Присутствие 12
5.2 Привилегии 13
5.3 Внедрение 15
5.4 Шифрование 18

6. Соответствующие импорты и флаги 24

7. IOC 25

1. Общая информация

Данный документ содержит анализ варианта шифровальщика **Ryuk**, а также загрузчика, отвечающего за **загрузку** вредоносной программы в систему.

Шифровальщик Ryuk впервые появился летом 2018 года. Одно из отличий Ryuk от других шифровальщиков заключается в том, что он нацелен на атаку корпоративных окружений.

В середине 2019 года кибер-криминальные группировки атаковали огромное количество испанских компаний с помощью этого шифровальщика.

UN ATAQUE SIMILAR A WANNACRY

Everis y Prisa Radio sufren un grave ciberataque que secuestra sus sistemas

Prisa Radio y varias consultoras tecnológicas como Everis están sufriendo serios ciberataques. Es un 'ransomware' que secuestra archivos y pide un rescate en bitcoins

Рис. 1: Отрывок из El Confidencial по поводу атаки шифровальщика Ryuk [1]

≡ EL PAÍS TECNOLOGÍA

MÓVILES REDES SOCIALES BANCO DE PRUEBAS RETINA MERISTATION

Un virus de origen ruso ataca a importantes empresas españolas

El grupo de piratas es el mismo que secuestró los sistemas del Ayuntamiento de Jerez en septiembre

Рис. 2: Отрывок из El País об атаке, произведенной с помощью шифровальщика Ryuk [2]

В этом году Ryuk атаковал большое число компаний в различных странах. Как Вы можете видеть на приведенных ниже рисунках, больше всего пострадали Германия, Китай, Алжир и Индия.

Сравнивая количество кибер-атак, мы можем видеть, что от Ryuk пострадали миллионы пользователей и скомпрометирован огромный объем данных, что привело к серьезному экономическому ущербу.

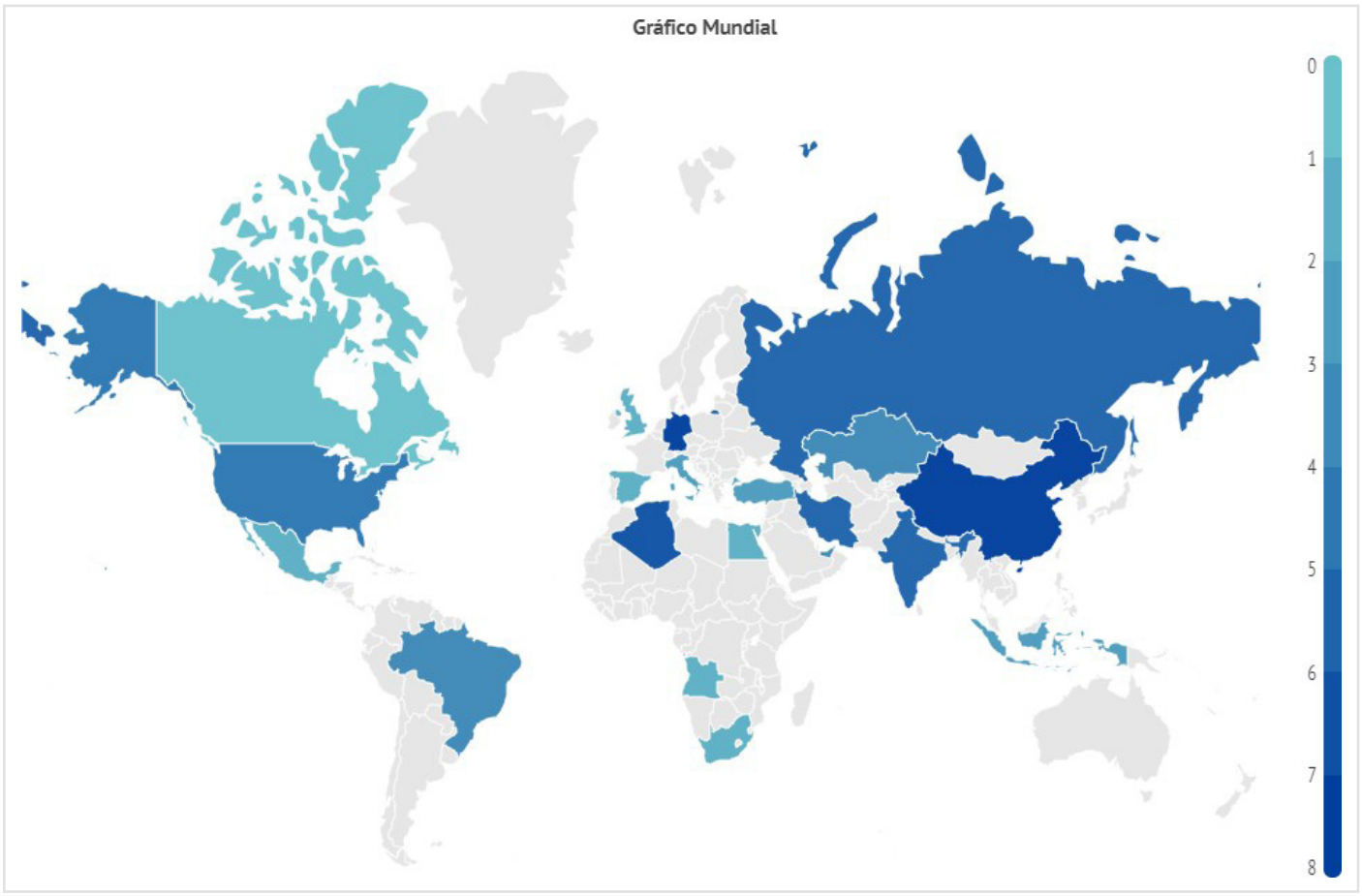


Рис. 3: Иллюстрация глобальной активности Ryuk.

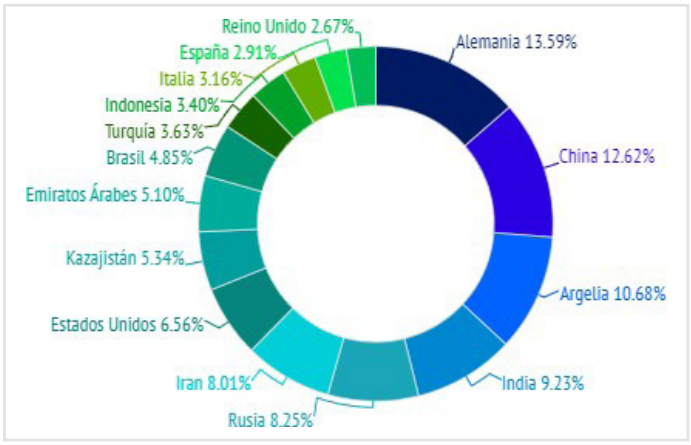


Рис. 4: 16 стран, наиболее пострадавших от Ryuk

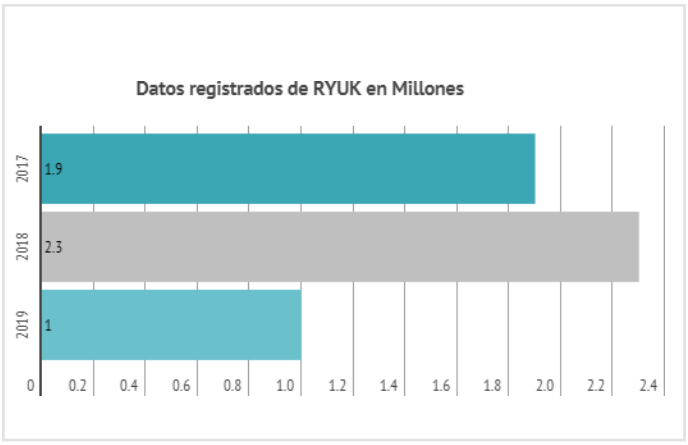


Рис. 5: Количество пользователей, атакованных шифровальщиком Ryuk (в миллионах)

Согласно обычному **принципу работы** подобных угроз, данный шифровальщик после завершения шифрования показывает жертве уведомление о выкупе, который должен быть уплачен в биткоинах на указанный адрес для восстановления доступа к зашифрованным файлам.

Эта вредоносная программа изменилась с момента своего первого появления. Анализируемый в данном документе вариант этой угрозы был обнаружен при попытке осуществления атаки в январе 2020 года.

В силу своей сложности данная вредоносная программа часто приписывается организованным кибер-преступным группировкам, известным также как APT-группы.

Часть кода Ryuk имеет заметное сходство с кодом и структурой другого известного шифровальщика Hermes, с которым они имеют ряд одинаковых функций. Именно поэтому изначально Ryuk связывали с северокорейской группой Lazarus, которая в то время подозревалась в том, что стоит за шифровальщиком Hermes.

Впоследствии служба Falcon X компании CrowdStrike отметила, что фактически Ryuk был создан группой **WIZARD SPIDER [4].**

Есть несколько доказательств в поддержку этого предположения. Во-первых, этот шифровальщик рекламировался на веб-сайте **exploit.in,** который является известным российским рынком вредоносных программ и ранее был связан с некоторыми российскими APT-группами. Этот факт исключает теорию о том, что Ryuk мог быть разработан APT-группой Lazarus, т.к. это не соответствует тому, как действует группа.

Кроме того, Ryuk рекламировался как шифровальщик, который не будет работать на российских, украинских и белорусских системах. Такое поведение определяется функцией, обнаруженных в некоторых версиях Ryuk, где она проверяет язык системы, в которой запущен данный шифровальщик, и останавливает его работу в том случае, если у системы русский, украинский или белорусский язык. Наконец, при проведении экспертного анализа машины, которая была взломана группой WIZARD SPIDER, было обнаружено несколько "артефактов", которые предположительно были использованы при разработке Ryuk как варианта шифровальщика Hermes.

С другой стороны, эксперты Габриэла Николао и Лючано Мартинс предположили, что шифровальщик, возможно, был разработан **APT-группой CryptoTech [5]**. Это следует из того факта, что за несколько месяцев до появления Ryuk эта группа разместила на форуме того же сайта информацию о том, что они разработали новую версию шифровальщика Hermes.

Несколько пользователей форума задались вопросом, действительно ли CryptoTech создал Ryuk. После этого данная группа защитила себя и заявила, что у нее имеются доказательства того, что они разработали 100% этого шифровальщика.

2. Характеристики

Мы начинаем с загрузчика, чья задача заключается в том, чтобы идентифицировать систему, в которой он находится, чтобы можно было запустить "правильную" версию шифровальщика Ryuk .

Хэш загрузчика следующий:

MD5	A73130B0E379A989CBA3D695A157A495
SHA256	EF231EE1A2481B7E627921468E79BB4369CCFAEB19A575748DD2B664ABC4F469

Одна из особенностей этого загрузчика заключается в том, что он не содержит никаких мета-данных, т.е. создатели этой вредоносной программы не включили в него никаких сведений.

Иногда они включают ошибочные данные для того, чтобы заставить пользователя думать, что он якобы запускает легитимное приложение. Однако, как мы увидим позже, в том случае, если заражение не предполагает взаимодействие с пользователем (как в случае с этим шифровальщиком), то злоумышленники не считают необходимым использовать мета-данные.

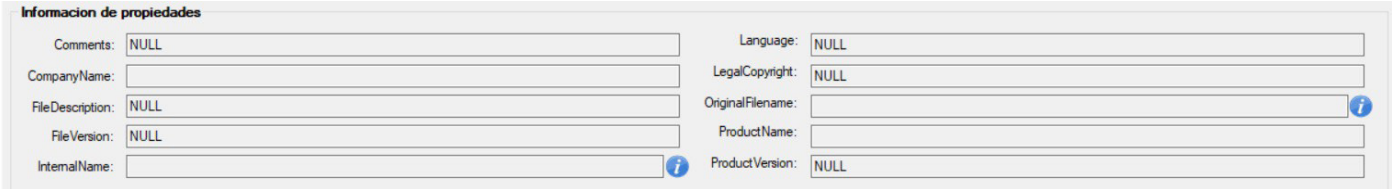


Рис. 6: Мета-данные образца

Образец был скомпилирован в 32-разрядном формате, чтобы его можно было запускать как в 32-разрядных, так и в 64-разрядных системах.

3. Вектор проникновения

Образец, который загружает и запускает Ryuk, попал в нашу систему через удаленное соединение, а параметры доступа были получены благодаря предварительной RDP-атаке.

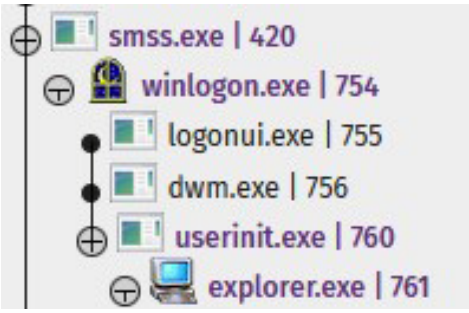


Рис. 7: Реестр атаки

Злоумышленнику удалось удаленно войти в систему. После этого он создал исполняемый файл с нашим образцом.

Этот исполняемый файл был заблокирован антивирусным решением перед запуском.

5159	13/01/2020 23:08:39.077	13/01/2020 23:08:39.077	3|WINDOWS|\explorer.e...	explorer.exe	761	3|TEMP|\2|r3-59.exe	r3-59.exe
5160	**13/01/2020 23:08:39.0...**	**13/01/2020 23:08:39.0...**	**3|WINDOWS|\explorer.e...**	**explorer.exe**	**761**	**3|TEMP|\2|r3-59.exe**	**r3-59.exe**
5161	13/01/2020 23:08:41.498	13/01/2020 23:08:41.498					
5162	13/01/2020 23:08:41.498	13/01/2020 23:08:41.498	3|WINDOWS|\explorer.e...	explorer.exe	761	3|TEMP|\2|r3-59.exe	r3-59.exe

Рис. 8: Блокировка образца

Detalle del evento

0	id	5162
1	eventtype	RemediationOps
2	timestamp	13/01/2020 23:08:41.498
3	version	3
4	versioncon...	1.0.0.534
5	versionage...	02.50.00.0000
6	versiondet...	2.0.0.737
7	versionpro...	08.00.15.0010
8	parentmd5	b3541a5a20c6264781909b1b7fe54836
9	parentblake	7b847a90b1c112079c19b1a7789e68867c1507cffad661b204fc24ec7392fa92
10	parentpath	3|WINDOWS|\explorer.exe
11	parentfilen...	explorer.exe
12	parentflags	16384
13	childmd5	a73130b0e379a989cba3d695a157a495
14	childpath	3|TEMP|\2|r3-59.exe
15	childfilena...	r3-59.exe
16	childflags	0
17	winningtech	Cloud
18	detectionid	26550632
19	action	Quarantine
20	servicelevel	Block
21	exploitorigin	0
22	parentpid	761

Рис. 9: Блокировка образца

Когда вредоносный файл был заблокирован, злоумышленник попытался загрузить зашифрованную версию исполнительного файла, который также был заблокирован.

#	id	timestamp	localdatetime	parentpath	parentfilename	parentpid	childpath	childfilename
	5159	13/01/2020 23:08:39.0...	13/01/2020 23:08:39.0...	3|WINDOWS|\explorer.e...	explorer.exe	761	3|TEMP|\2\r3-59.exe	r3-59.exe
	5160	13/01/2020 23:08:39.077	13/01/2020 23:08:39.077	3|WINDOWS|\explorer.e...	explorer.exe	761	3|TEMP|\2\r3-59.exe	r3-59.exe
	5162	13/01/2020 23:08:41.498	13/01/2020 23:08:41.498	3|WINDOWS|\explorer.e...	explorer.exe	761	3|TEMP|\2\r3-59.exe	r3-59.exe
	5164	13/01/2020 23:08:46.825	13/01/2020 23:08:46.825	3|WINDOWS|\explorer.e...	explorer.exe	761	3|TEMP|\2\r3-59_for_cr...	r3-59_for_crypt_x86.exe
	5165	13/01/2020 23:08:46.825	13/01/2020 23:08:46.825	3|WINDOWS|\explorer.e...	explorer.exe	761	3|TEMP|\2\r3-59_for_cr...	r3-59_for_crypt_x86.exe
	5168	13/01/2020 23:08:49.762	13/01/2020 23:08:49.762	3|WINDOWS|\explorer.e...	explorer.exe	761	3|TEMP|\2\r3-59_for_cr...	r3-59_for_crypt_x86.exe
	5273	13/01/2020 23:23:38.082	13/01/2020 23:23:38.082	3|WINDOWS|\Explorer.E...	explorer.exe	761	3|\r3-59_for_crypt_x86_...	r3-59_for_crypt_x86_20...
	5275	13/01/2020 23:24:03.452	13/01/2020 23:24:03.452	3|WINDOWS|\Explorer.E...	explorer.exe	761	3|DESKTOPDIRECTORY|\...	r3-59_for_crypt_x86_20...

Рис. 10: Набор образцов, которые злоумышленник пытался запустить

Наконец, он попытался загрузить другой вредоносный файл через зашифрованную консоль PowerShell для того, чтобы обойти антивирусную защиту. Но он также был заблокирован.

0	id	5314
1	eventtype	CreateProc
2	parentstatus	NotUploadGWLocal
3	childstatus	StatusOk
4	timestamp	13/01/2020 23:41:18.400
5	parentmd5	c031e215b8b08c752bf362f6d4c5d3ad
6	parentpath	3|SYSTEM|\WindowsPowerShell\v1.0\powershell.exe
7	parentfilename	powershell.exe
8	parentpid	1005
9	childmd5	865c0c0b4ab0e063e5caa3387c1a8741
10	childpath	3|WINDOWS|\TEMP\489314d86c55a948a225789db7a93229.tmp
11	childfilename	489314d86c55a948a225789db7a93229.tmp
12	childpid	0
13	accesstype	0
14	parentattributes	ISPE
15	childattributes	ISPE
16	totalresolutionti...	0
17	remediationresult	Angry
18	childclassification	Suspect
19	action	Quarantine
20	servicelevel	Block

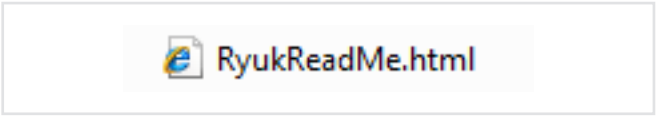
Рис. 11: PowerShell с заблокированным вредоносным контентом

	5313	13/01/2020 23:41:18.400	13/01/2020 23:41:18.400	3|SYSTEM|\wbem\wmip...	wmiprvse.exe	739	3|SYSTEM|\WindowsPo...	powershell.exe	1005
	5314	13/01/2020 23:41:18.400	13/01/2020 23:41:18.400	3|SYSTEM|\WindowsPo...	powershell.exe	1005	3|WINDOWS|\TEMP\489...	489314d86c55a948a2257...	0
	5315	13/01/2020 23:41:19.400	13/01/2020 23:41:19.400	3|SYSTEM|\WindowsPo...	powershell.exe		3|WINDOWS|\TEMP\489...	489314d86c55a948a2257...	

Рис. 12: PowerShell с заблокированным вредоносным контентом

4. Загрузчик

Когда он выполняется, он записывает файл ReadMe в папку **%temp%,** что типично для Ryuk. Данный файл - это требование о выкупе, содержащее адрес электронной почты в домене protonmail, который довольно часто встречается в этом семействе вредоносных программ: **msifelabem1981@protonmail.com**



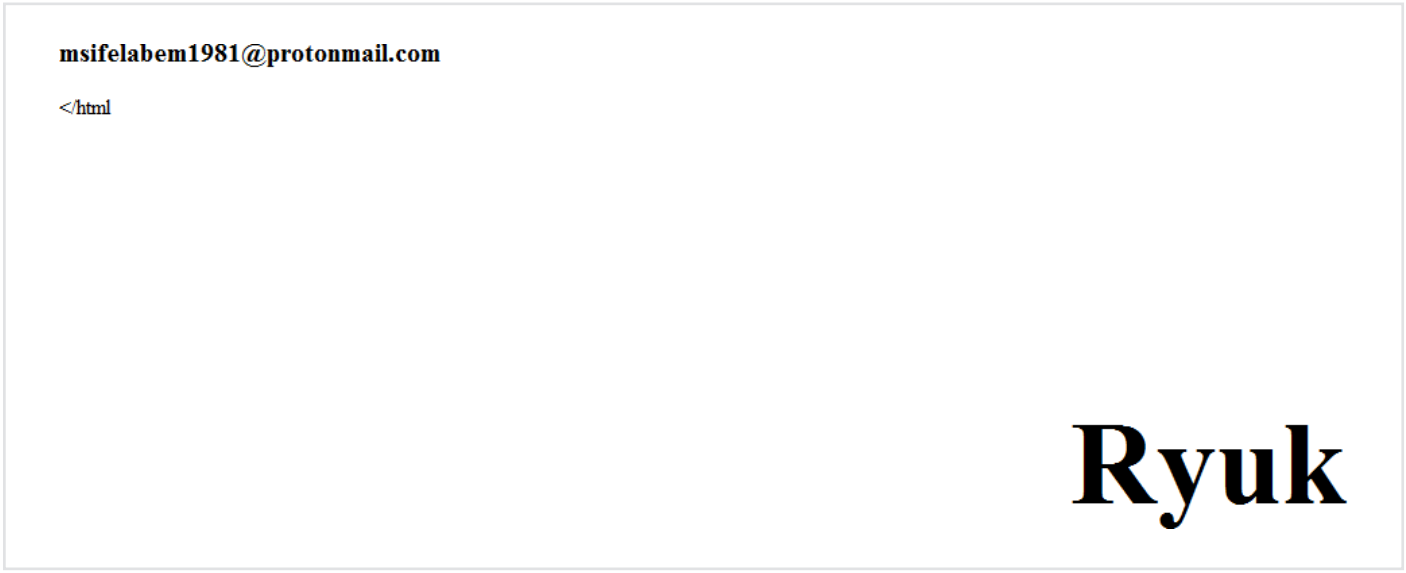
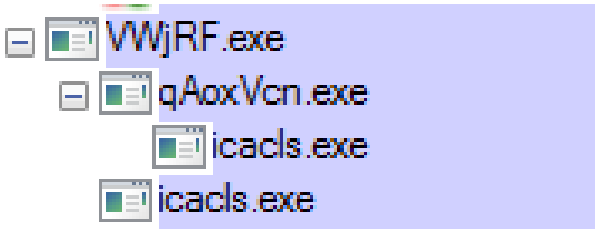


Рис. 13: Требование о выкупе

Во время выполнения загрузчика Вы можете увидеть, что он запускает несколько исполняемых файлов со случайными названиями. Они хранятся в скрытой папке **PUBLIC**, но если в операционной системе не активна опция **"Показывать скрытые файлы и папки", то** они так и останутся скрытыми. Более того, эти файлы 64-разрядные в отличие от родительского файла, который 32-разрядный.



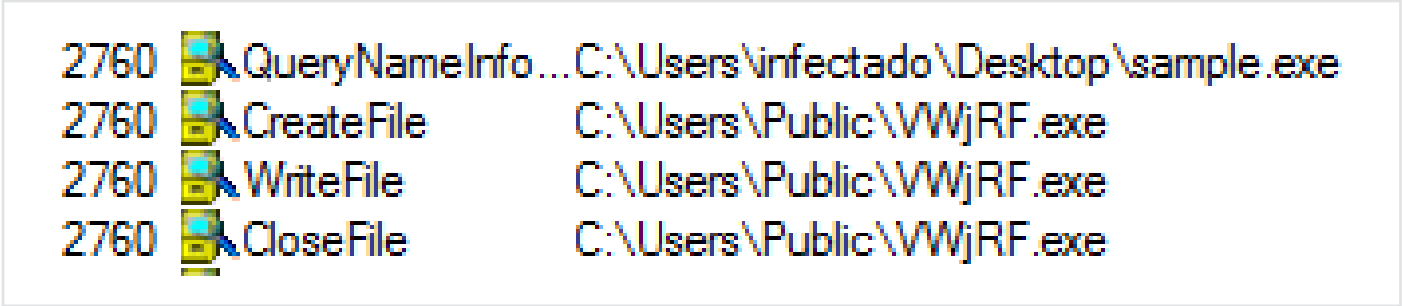


Рис. 14: Исполняемые файлы, запускаемые образцом

Как Вы можете видеть на приведенном выше рисунке, Ryuk запускает icacls.exe, который будет использоваться для изменения всех списков контроля доступа ACL (Access control list), таким образом гарантируя доступ и изменение флагов.

Он получает полный доступ под всеми пользователями ко всем файлам на устройстве (/T) независимо от ошибок (/C) и без показа каких-либо сообщений (/Q).

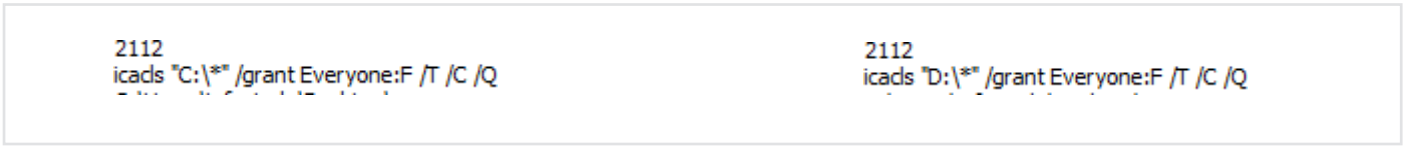


Рис. 15: Параметры выполнения icacls.exe, запущенного образцом

Важно учитывать, что Ryuk проверяет, какая запущена версия Windows. Для этого он выполняет проверку версии с помощью **GetVersionExW**, в котором он проверяет значение флага **lpVersionInformation**, показывающего, является ли текущая версия Windows более поздней, чем **Windows XP.**

```
_COMPROBAR_VSO proc near

VersionInformation= _OSVERSIONINFOW ptr -114h

push    ebp
mov     ebp, esp
sub     esp, 114h
push    114h
push    0
lea     eax, [ebp+VersionInformation]
push    eax
call    sub_4010D0
add     esp, 0Ch
mov     [ebp+VersionInformation.dwOSVersionInfoSize], 114h
lea     ecx, [ebp+VersionInformation]
push    ecx             ; lpVersionInformation
call    ds:GetVersionExW
cmp     [ebp+VersionInformation.dwMajorVersion], 5
jnz     short loc_4011D8
```

```
bIsWindowsXPorLater =
   ( (osvi.dwMajorVersion > 5) ||
   ( (osvi.dwMajorVersion == 5) && (osvi.dwMinorVersion >= 1) ));
```

В зависимости от того, работает ли у Вас более поздняя версия нежели Windows XP, загрузчик будет записывать в папку локального пользователя - в данном случае в папку **%Public%**.

```
mov     edi, [ebp+var_40]
mov     ecx, 13h
mov     esi, offset aDocumentsAndSe ; "\\Documents and Settings\\Default User"...
rep movsd
jmp     short loc_401572
```

```
mov     edi, [ebp+var_20]
mov     ecx, 7
mov     esi, offset aUsersPublic ; "\\users\\Public\\"
rep movsd
movsw
```

Рис. 17: Проверка версии операционной системы

Записываемый файл - это Ryuk. Затем он запускает его, передавая свой собственный адрес в качестве параметра.

```
    WriteFile(hFile, &byte_445D78, dword_412774, &NumberOfBytesWritten, 0);
CloseHandle(hFile);
_BUSCA_UNIDADES();
Sleep(0x9C4u);
ShellExecuteW(0, 0, &FileName, &Filename, 0, 0);
return 0;
```

Рис. 18: Выполнение Ryuk через ShellExecute

Первое, что делает Ryuk, - это получение входных параметров. На этот раз существует два входных параметра (сам исполняемый файл и адрес дроппера), которые используются для удаления собственных следов.

Рис. 19: Создание процесса

Вы также можете видеть, что как только он запустил свои исполняемые файлы, он удаляет себя, таким образом не оставляя никаких следов собственного присутствия в той папке, где он был выполнен.

```
v6 = CommandLineToArgvW(v5, &Value);
if ( !GetLastError() )
{
  itoa(Value, &v38, 10);
  if ( Value <= 2 )
  {
    if ( Value == 2 && v6[1] )
    {
      Sleep(0x1388u);
      DeleteFileW(v6[1]);
    }
```

Рис. 20: Удаление файла

5. RYUK

5.1 Присутствие

Ryuk, подобно другим вредоносным программам, пытается оставаться в системе как можно дольше. Как было показано выше, один из способов для достижения этой цели - это скрытное создание и запуск исполняемых файлов. Для этого наиболее распространенной практикой является изменение ключа реестра **CurrentVersion\Run**.

В данном случае Вы можете видеть, что для этой цели первый запускаемый файл **VWjRF.exe** (название файла генерируется случайным образом) запускает **cmd.exe**.

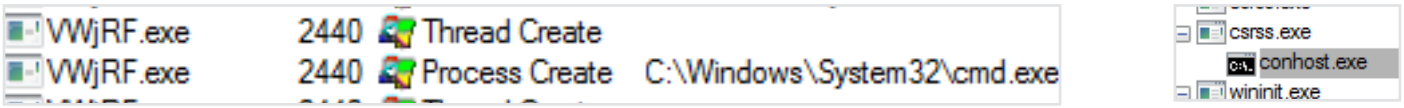


Рис. 21: Выполнение файла VWjRF.exe

Затем вводится команда RUN с именем **"svchos"**. Таким образом, если Вы захотите в любое время проверить ключи реестра, то Вы достаточно легко сможете не заметить это изменение, учитывая схожесть этого названия с **svchost**. Благодаря этому ключу Ryuk обеспечивает свое присутствие в системе. Если система до сих пор не была заражена, то когда Вы перезагрузите систему, исполняемый файл повторит попытку снова.

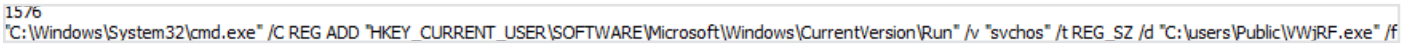


Рис. 22: Образец обеспечивает присутствие в ключе реестра

Мы также можем увидеть, что этот исполняемый файл останавливает две службы: **"audioendpointbuilder"**, которая, как следует из ее названия, соответствует системному аудио,

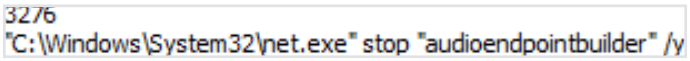


Рис. 23: Образец останавливает службу системного аудио

и **samss**, которая является **службой управления учетными записями**. Остановка этих двух служб является характеристикой Ryuk. В данном случае, если система связана с SIEM-системой, то шифровальщик пытается остановить отправку в SIEM каких-либо предупреждений. Таким образом, он защищает свои следующие шаги, поскольку некоторые SAM-службы не смогут правильно начать свою работу после выполнения Ryuk.

Рис. 24: Образец останавливает службу Samss

5.2 Привилегии

Вообще говоря, Ryuk начинается с горизонтального перемещения внутри сети или он запускается другой вредоносной программой, такой как Emotet или Trickbot, которые в случае эскалации привилегий передают эти повышенные права шифровальщику.

Заранее, в качестве прелюдии к процессу внедрения, мы видим, что он выполняет процесс **ImpersonateSelf**, а это означает, что содержимое безопасности токена доступа будет передано в поток, где оно будет немедленно получено с помощью **GetCurrentThread**.

```
lea     ecx, [rbx-26h]  ; ImpersonationLevel
call    cs:ImpersonateSelf
call    cs:GetCurrentThread
```

Рис. 25: Вызов ImpersonateSelf

Затем мы видим, что он свяжет токен доступа с потоком. Мы также видим, что один из флагов - это **DesiredAccess**, который может использоваться для контроля доступа, который будет иметь поток. В этом случае значение, которое получит edx, должно быть **TOKEN_ALL_ACESS** или в противном случае - **TOKEN_WRITE.**

```
lea     ecx, [rbx-26h]  ; ImpersonationLevel
call    cs:ImpersonateSelf
call    cs:GetCurrentThread
lea     r9, [rsp+0BB060h+var_BB028] ; TokenHandle
xor     r8d, r8d        ; OpenAsSelf
mov     rcx, rax        ; ThreadHandle
mov     edx, ebx        ; DesiredAccess
call    cs:OpenThreadToken
```

TOKEN_WRITE	Combines STANDARD_RIGHTS_WRITE, TOKEN_ADJUST_PRIVILEGES, TOKEN_ADJUST_GROUPS, and TOKEN_ADJUST_DEFAULT.
TOKEN_ALL_ACCESS	Combines all possible access rights for a token.

Рис. 26: Создание токена потока

Затем он будет использовать **SeDebugPrivilege** и сделает вызов для получения отладочных прав Debug по отношению к потоку, в результате чего, указав **PROCESS_ALL_ACCESS, он** сможет получить доступ к любому требуемому процессу. Теперь, учитывая, что шифровальщик уже имеет подготовленный поток, остается только приступить к завершающей стадии.

```
loc_140005989:          ; TokenHandle
mov     rcx, [rsp+0BB060h+var_BB028]
lea     rdx, aSedebugprivile ; "SeDebugPrivilege"
mov     r8d, edi
```

Рис. 27: Вызов SeDebugPrivilege и функция эскалации прав

С одной стороны, мы имеем **LookupPrivilegeValueW**, предоставляющий нам необходимую информацию о привилегиях, которые мы хотим повысить.

```
  v3 = a3;
  v4 = TokenHandle;
  if ( !LookupPrivilegeValueW(0i64, a2, &Luid) )
  {
    v5 = GetLastError();
    v6 = "LookupPrivilegeValue error: %u\n";
LABEL_3:
    printf(v6, v5);
    return 0i64;
  }
```

Рис. 28: Запрос информации о привилегиях для их эскалации

С другой стороны, мы имеем **AdjustTokenPrivileges**, который позволяет получить необходимые права на наш поток. В этом случае самое важное - это **NewState**, чей флаг будет предоставлять привилегии.

```
NewState.Privileges[0].Luid = Luid;
NewState.PrivilegeCount = 1;
NewState.Privileges[0].Attributes = v3 != 0 ? 2 : 0;
if ( !AdjustTokenPrivileges(v4, 0, &NewState, 0x10u, 0i64, 0i64) )
{
  v5 = GetLastError();
  v6 = "AdjustTokenPrivileges error: %u\n";
  goto LABEL_3;
}
```

Value	Meaning
SE_PRIVILEGE_ENABLED	The function enables the privilege.

Рис. 29: Настройка прав для токена

5.3 Внедрение

В этом разделе мы покажем, как образец выполняет процесс внедрения, ранее уже упомянутый в данном отчете.

Основной целью процесса внедрения, как и эскалации, является получение доступа к **теневым копиям.** Для этого ему нужно работать с потоком с правами выше, чем у локального пользователя. Как только он получит такие более высокие права, он удалит копии и внесет изменения в другие процессы для того, чтобы сделать невозможным возврат к более ранней точке восстановления в операционной системе.

Как это обычно бывает с таким видом вредоносных программ, для выполнения внедрения он использует **CreateToolHelp32Snapshot,** поэтому он делает снимок запущенных в данный момент процессов и пытается получить доступ к этим процессам с помощью **OpenProcess.** Как только он получает доступ к процессу, он также открывает **токен** с его информацией для получения параметров процесса.

```
TokenInformationLength = 0;
v4 = CreateToolhelp32Snapshot(2u, 0);
v5 = v4;
if ( v4 != (HANDLE)-1i64 && Process32FirstW(v4, &pe) )
{
  if ( Process32NextW(v5, &pe) )
  {
    v6 = (_DWORD *)(v1 + 504);
    do
    {
      SetLastError(0);
      v7 = OpenProcess(0x1FFFFFu, 0, pe.th32ProcessID);
      if ( v7 )
      {
        wcsncpy((wchar_t *)(v1 + 508i64 * v3), pe.szExeFile, 0x103ui64);
        *(v6 - 1) = pe.th32ProcessID;
        if ( OpenProcessToken(v7, 0x20008u, &TokenHandle) )
        {
          GetTokenInformation(TokenHandle, TokenUser, v2, 0, &TokenInformationLength);
          v8 = TokenInformationLength;
          v9 = GetProcessHeap();
          v2 = (PSID *)HeapAlloc(v9, 8u, v8);
          if ( GetTokenInformation(TokenHandle, TokenUser, v2, TokenInformationLength, &TokenInformationLength) )
```

Рис. 30: Получение процессов с компьютера

Мы можем динамически видеть, как он получает список запущенных процессов в подпрограмме **140002D9C** с помощью **CreateToolhelp32Snapshot.** После их получения он проходит по списку, пытаясь один за другим открыть процессы с помощью **OpenProcess** до тех пор, пока у него не получится это сделать. В данном случае первый процесс, который он смог открыть, - это **"taskhost.exe".**

```
0000140002E0D   E8 8C2D0000      call <JMP.&Process32NextW>
0000140002E12   85C0             test eax,eax
0000140002E14   0F84 01020000    je vxafl.14000301B
0000140002E1A   48:8DB3 F8010000 lea rsi,qword ptr ds:[rbx+1F8]
0000140002E21   33C9             xor ecx,ecx
0000140002E23   FF15 57320100    call qword ptr ds:[<&SetLastError>]
0000140002E29   44:8B4424 68     mov r8d,dword ptr ss:[rsp+68]
0000140002E2E   33D2             xor edx,edx                          edx:L"taskhost.exe"
0000140002E30   B9 FFFF1F00      mov ecx,1FFFFF
0000140002E35   FF15 25330100    call qword ptr ds:[<&OpenProcess>]
0000140002E3B   4C:8BE0          mov r12,rax
0000140002E3E   48:85C0          test rax,rax
0000140002E41   0F84 B6010000    je vxafl.140002FFD
0000140002E47   49:63CF          movsxd rcx,r15d
0000140002E4A   48:8D55 8C       lea rdx,qword ptr ss:[rbp-74]
0000140002E4E   48:69C9 FC010000 imul rcx,rcx,1FC
0000140002E55   41:B8 03010000   mov r8d,103
0000140002E5B   48:03CB          add rcx,rbx
0000140002E5E   E8 25530000      call vxafl.140008188
```

Рис. 31: Динамическое выполнение процедуры для получения процесса

Мы можем видеть, что впоследствии он считывает информацию токена процесса, поэтому он вызывает **OpenProcessToken** с параметром "20008"

```
0000000140002E67    4C:8D4424 48        lea r8,qword ptr ss:[rsp+48]
0000000140002E6C    894E FC             mov dword ptr ds:[rsi-4],ecx
0000000140002E6F    BA 08000200         mov edx,20008
0000000140002E74    49:8BCC             mov rcx,r12
0000000140002E77    FF15 83310100       call qword ptr ds:[<&OpenProcessToken>]
0000000140002E7D    85C0                test eax,eax
```

Рис. 32: Чтение информации токена процесса

Он также проверяет, что процесс, в который он будет внедряться, не является **csrss.exe, explorer.exe, lsaas.exe** или что он имеет набор прав **NT authority.**

```
test    eax, eax
jz      short loc_140005AE5
mov     rdx, rsi        ; Str2
lea     rcx, Str1       ; Str1
call    wcscmp
test    eax, eax
jz      short loc_140005AE5
cmp     [rbx+4], r15d
jnz     short loc_140005AE5
lea     rdx, aCsrssExe  ; "csrss.exe"
mov     rcx, rsi        ; Str1
call    wcscmp
test    eax, eax
jz      short loc_140005AE5
lea     rdx, aExplorerExe ; "explorer.exe"
mov     rcx, rsi        ; Str1
call    wcscmp
test    eax, eax
jz      short loc_140005AE5
lea     rdx, aLsaasExe  ; "lsaas.exe"
mov     rcx, rsi        ; Str1
call    wcscmp
```

Рис. 33: Исключенные процессы

Мы можем динамически видеть, как он сначала выполняет проверку с помощью информации токена процесса в **140002D9C** с целью узнать, является ли учетная запись, чьи права используются для выполнения процесса, учетной записью **NT AUTHORITY.**

```
0000000140002F6C    48:8BD8             mov rbx,rax                         rbx:L"MISTBORN"
0000000140002F6F    48:8D4424 40        lea rax,qword ptr ss:[rsp+40]
0000000140002F74    33C9                xor ecx,ecx
0000000140002F76    48:894424 30        mov qword ptr ss:[rsp+30],rax
0000000140002F7B    48:8D85 F0010000    lea rax,qword ptr ss:[rbp+1F0]
0000000140002F82    48:894424 28        mov qword ptr ss:[rsp+28],rax
0000000140002F87    48:895C24 20        mov qword ptr ss:[rsp+20],rbx       [rsp+20]:L"MISTBORN"
0000000140002F8C    FF15 8E300100       call qword ptr ds:[<&LookupAccountSidW>]
0000000140002F92    66:833B 4E          cmp word ptr ds:[rbx],4E            rbx:L"MISTBORN", 4E:'N'
0000000140002F96    75 16               jne vxaf1.140002FAE
0000000140002F98    66:837B 02 54       cmp word ptr ds:[rbx+2],54          rbx+2:L"ISTBORN", 54:'T'
0000000140002F9D    75 0F               jne vxaf1.140002FAE
0000000140002F9F    66:837B 06 41       cmp word ptr ds:[rbx+6],41          rbx+6:L"TBORN", 41:'A'
```

Рис. 34: Проверка NT AUTHORITY

А позже, вне процедуры, он проверяет, что это не **csrss.exe, explorer.exe** или **lsaas.exe**.

```
0000000140005A70  74 73        je vxaf1.140005AE5
0000000140005A72  48:8BD6      mov rdx,rsi                    rdx:L"taskhost.exe", rsi:L"taskhost.exe"
0000000140005A75  48:8D0D 1CA21600  lea rcx,qword ptr ds:[14016FC98]
0000000140005A7C  E8 97260000  call vxaf1.140008118
0000000140005A81  85C0         test eax,eax
0000000140005A83  74 60        je vxaf1.140005AE5
0000000140005A85  44:397B 04   cmp dword ptr ds:[rbx+4],r15d
0000000140005A89  75 5A        jne vxaf1.140005AE5
0000000140005A8B  48:8D15 8E0B0100  lea rdx,qword ptr ds:[140016620]  rdx:L"taskhost.exe", 0000000140016620:L"csrss.exe"
0000000140005A92  48:8BCE      mov rcx,rsi                    rsi:L"taskhost.exe"
0000000140005A95  E8 7E260000  call vxaf1.140008118
0000000140005A9A  85C0         test eax,eax
0000000140005A9C  74 47        je vxaf1.140005AE5
0000000140005A9E  48:8D15 930B0100  lea rdx,qword ptr ds:[140016638]  rdx:L"taskhost.exe", 0000000140016638:L"explorer.exe"
0000000140005AA5  48:8BCE      mov rcx,rsi                    rsi:L"taskhost.exe"
0000000140005AA8  E8 6B260000  call vxaf1.140008118
0000000140005AAD  85C0         test eax,eax
0000000140005AAF  74 34        je vxaf1.140005AE5
0000000140005AB1  48:8D15 A00B0100  lea rdx,qword ptr ds:[140016658]  rdx:L"taskhost.exe", 0000000140016658:L"lsaas.exe"
0000000140005AB8  48:8BCE      mov rcx,rsi                    rsi:L"taskhost.exe"
0000000140005ABB  E8 58260000  call vxaf1.140008118
```

Рис. 35: Проверка NT AUTHORITY

После того как он сделал снимок процессов, открыл процессы и проверил, что ни один из них не является исключенным, он готов записывать в память процессы, которые будут внедрены.

Для этого он сперва резервирует область в памяти (**VirtualAllocEx**), записывает в нее (**WriteProcessmemory**) и создает поток (**CreateRemoteThread**). Для работы с этими функциями он использует PID-ы выбранных процессов, которые он предварительно получил с помощью **CreateToolhelp32Snapshot.**

```
v8 = VirtualAllocEx(v2, v5, v6, 0x3000u, 0x40u);
if ( !v8 )
{
  v9 = GetLastError();
  itoa(v9, &Dest, 10);
  CloseHandle(v2);
  return 1i64;
}
NumberOfBytesWritten = 0i64;
if ( !WriteProcessMemory(v2, v8, v5, v7, &NumberOfBytesWritten) )
{
  v10 = 2;
LABEL_10:
  CloseHandle(v2);
  VirtualFreeEx(v2, v5, 0i64, 0x8000u);
  return v10;
}
if ( !CreateRemoteThread(v2, 0i64, 0i64, StartAddress, v8, 0, 0i64) )
{
  GetLastError();
  v10 = 3;
  goto LABEL_10;
```

Рис. 36: Код для внедрения

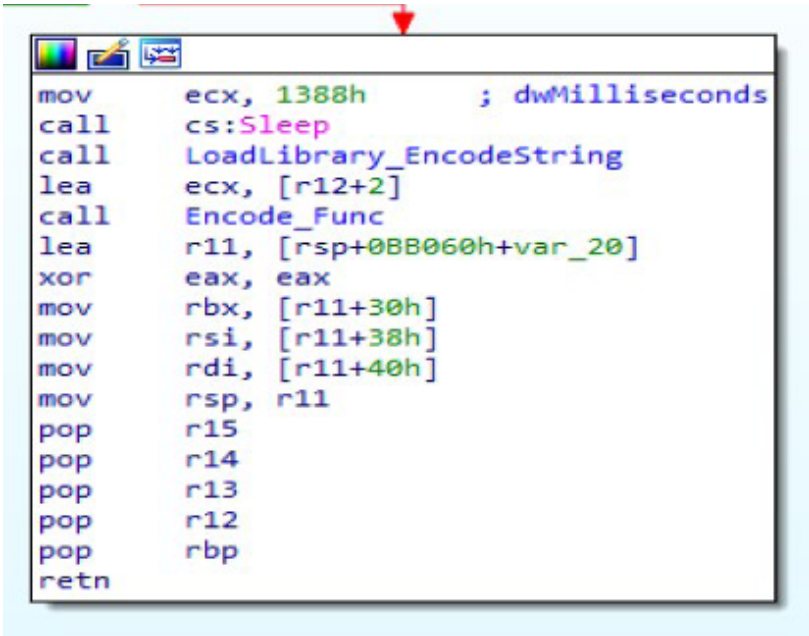
Здесь мы можем динамически наблюдать, как он использует PID процесса для вызова функции **VirtualAllocEx**.

```
C74424 20 40000000   mov dword ptr ss:[rsp+20],40   40:'@'
44:8BC3              mov r8d,ebx
48:8BD6              mov rdx,rsi
48:8BCF              mov rcx,rdi
8BEB                 mov ebp,ebx
FF15 5C490100        call qword ptr ds:[<&VirtualAllocEx>]
48:8BD8              mov rbx,rax
```

Рис. 37: Вызов VirtualAllocEx

5.4 Шифрование

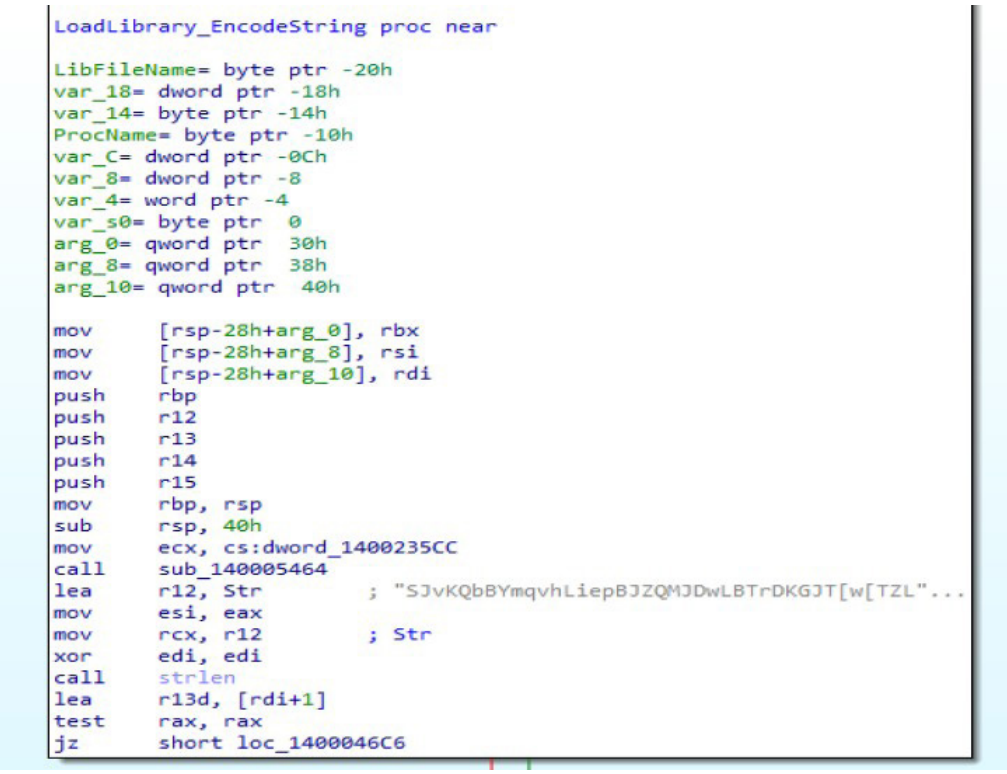
В данном разделе мы рассмотрим часть этого образца, связанного с шифрованием. На следующем рисунке Вы можете увидеть две подпрограммы под названием **"LoadLibrary_EncodeString"** и **"Encode_Func"**, которые отвечают за выполнение процедуры шифрования.



```
mov     ecx, 1388h      ; dwMilliseconds
call    cs:Sleep
call    LoadLibrary_EncodeString
lea     ecx, [r12+2]
call    Encode_Func
lea     r11, [rsp+0BB060h+var_20]
xor     eax, eax
mov     rbx, [r11+30h]
mov     rsi, [r11+38h]
mov     rdi, [r11+40h]
mov     rsp, r11
pop     r15
pop     r14
pop     r13
pop     r12
pop     rbp
retn
```

Рис. 38: Процедуры шифрования

Вначале мы можем видеть, как он загружает строку, которая позже будет использоваться для деобфускации всего, что необходимо: импорты, DLL, команды, файлы и CSP.



```
LoadLibrary_EncodeString proc near

LibFileName= byte ptr -20h
var_18= dword ptr -18h
var_14= byte ptr -14h
ProcName= byte ptr -10h
var_C= dword ptr -0Ch
var_8= dword ptr -8
var_4= word ptr -4
var_s0= byte ptr  0
arg_0= qword ptr  30h
arg_8= qword ptr  38h
arg_10= qword ptr  40h

mov     [rsp-28h+arg_0], rbx
mov     [rsp-28h+arg_8], rsi
mov     [rsp-28h+arg_10], rdi
push    rbp
push    r12
push    r13
push    r14
push    r15
mov     rbp, rsp
sub     rsp, 40h
mov     ecx, cs:dword_1400235CC
call    sub_140005464
lea     r12, Str        ; "SJvKQbBYmqvhLiepBJZQMJDwLBTrDKGJT[w[TZL"...
mov     esi, eax
mov     rcx, r12        ; Str
xor     edi, edi
call    strlen
lea     r13d, [rdi+1]
test    rax, rax
jz      short loc_1400046C6
```

Рис. 39: Цепь деобфускации

На следующем рисунке показан первый импорт, который он деобфускирует в регистре R4, **LoadLibrary.** Это будет использоваться позже для загрузки необходимых DLL. Мы также можем видеть другую строку в регистре R12, которая используется вместе с предыдущей строкой для выполнения деобфускации.

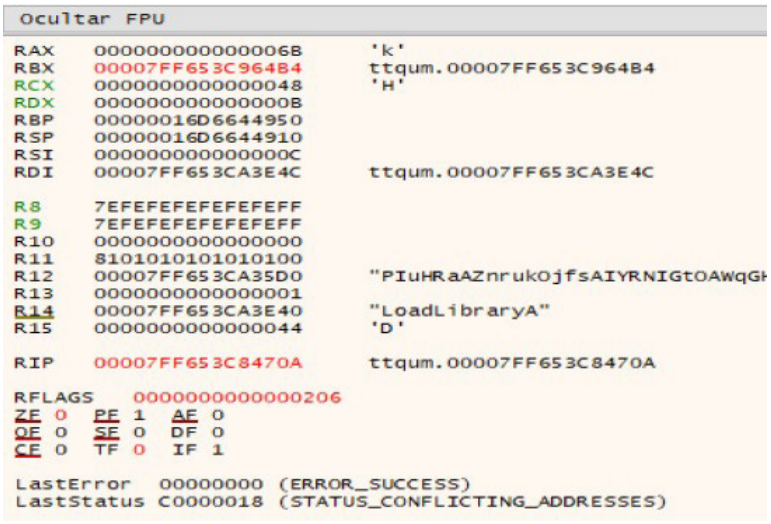
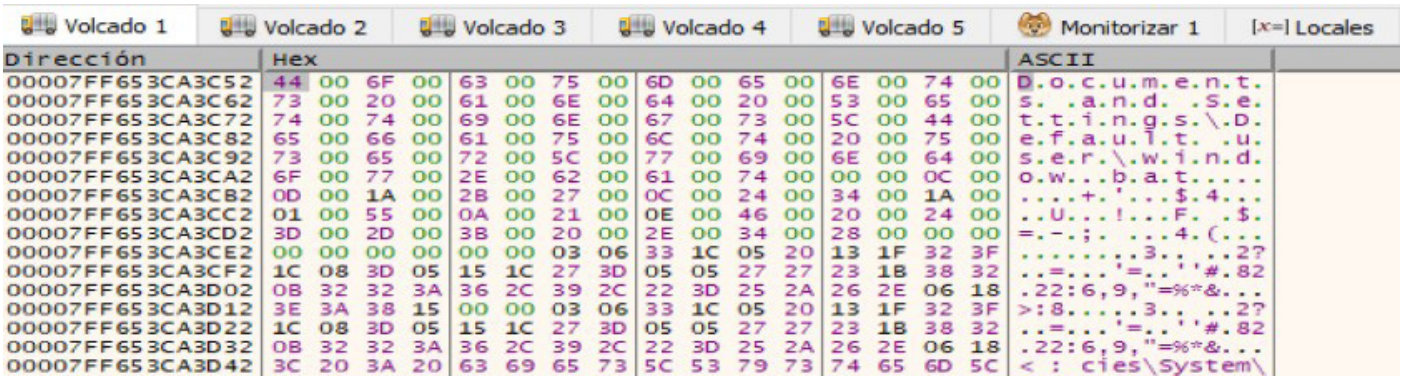


Рис. 40: Динамическая деобфускация

Он продолжает загружать команды, которые выполнит позже, чтобы отключить резервные копии, точки восстановления и безопасные режимы загрузки.

Рис. 41: Загрузка команд

Затем он загружает локацию, куда он бросит 3 файла: **Windows.bat, run.sct** и **start.bat.**



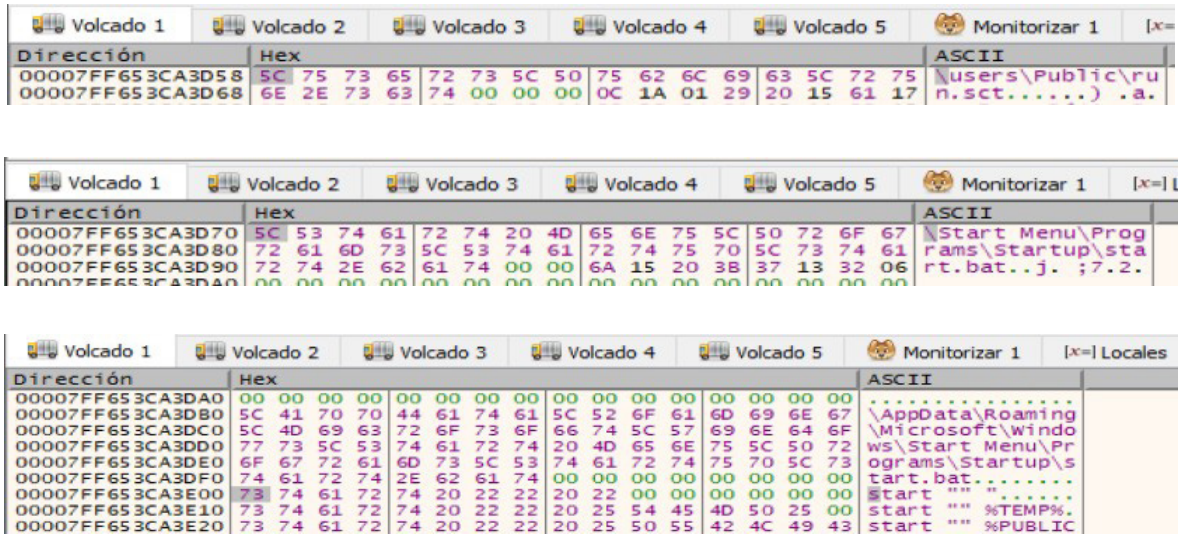


Рис. 42: Локации файлов

Эти 3 файла используются для проверки привилегий, которыми обладают каждая из локаций. Если требуемые привилегии недоступны, Ryuk останавливает выполнение.

Он продолжает загружать строки, соответствующие трем файлам. Первая строка, **DECRYPT_INFORMATION.html**, содержит информацию, необходимую для восстановления файлов. Вторая, **PUBLIC**, содержит открытый ключ RSA.

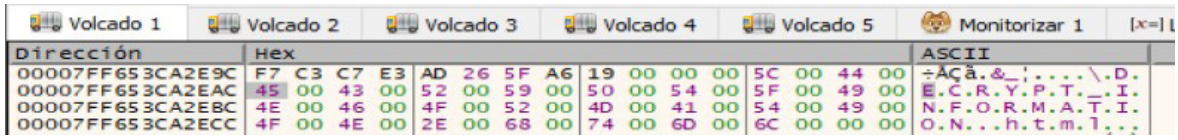


Рис. 43: Строка DECRYPT INFORMATION.html

Третья, **UNIQUE_ID_DO_NOT_REMOVE**, содержит зашифрованный ключ, который будет использоваться в следующей подпрограмме для выполнения шифрования.

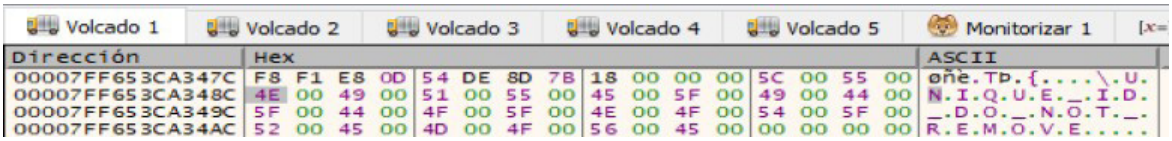


Рис. 44: Строка UNIQUE ID DO NOT REMOVE

Наконец, он загружает необходимые библиотеки вместе с требуемыми импортами и CSP (**Microsoft Enhanced RSA и AES Cryptographic Provider).**

Рис. 45: Загрузка библиотек

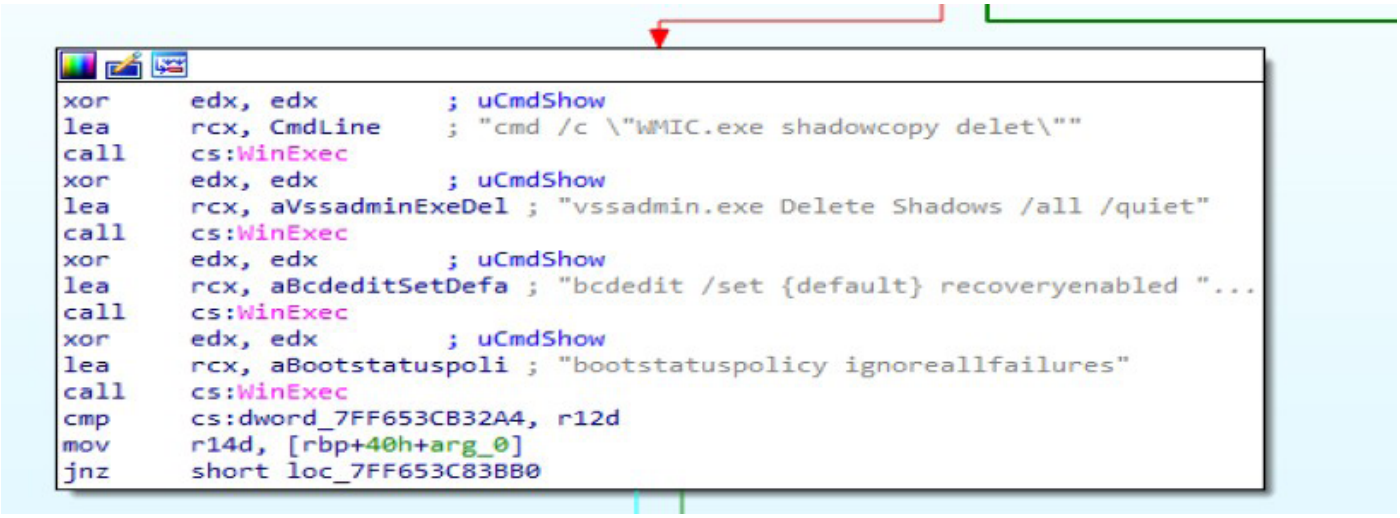
После того как вся деобфускация завершена, он переходит к выполнению действий, требуемых для шифрования: перебор всех логических дисков, выполнение того, что было загружено в предыдущей подпрограмме, усиление присутствия в системе, заброска файла RyukReadMe.html, шифрование, перебор всех сетевых дисков, переход на обнаруженные устройства и их шифрование.

Все начинается с загрузки **"cmd.exe"** и записи открытого RSA-ключа.

```
loc_7FF7A9663A4F:
call    wcscat
mov     rdx, rbx        ; Source
lea     rcx, word_7FF7A97CF2F0 ; Dest
call    wcscpy
lea     rdx, aPublic    ; "PUBLIC"
lea     rcx, word_7FF7A97CF2F0 ; Dest
call    wcscat
lea     rcx, clavePublica_victima
call    sub_7FF7A9663098
call    sub_7FF7A96637E4
mov     ecx, 3E8h
call    cs:qword_7FF7A96931A0
mov     al, cs:byte_7FF7A9676928
movsd   xmm0, cs:qword_7FF7A9676920
movsd   xmm1, cs:qword_7FF7A9676940
mov     [rsp+140h+var_F8], al
xor     eax, eax
mov     [rsp+140h+var_F7], al
mov     eax, cs:dword_7FF7A9676948
mov     [rbp+40h+var_98], eax
mov     al, cs:byte_7FF7A967694C
movsd   qword ptr [rsp+140h+var_100], xmm0
movups  xmm0, cs:xmmword_7FF7A9676930
mov     [rbp+40h+var_94], al
xor     eax, eax
mov     [rbp+40h+var_93], rax
mov     [rbp+40h+var_8B], ax
mov     [rbp+40h+var_89], al
movups  xmmword ptr [rbp+40h+var_B0], xmm0
movsd   [rbp+40h+var_A0], xmm1
call    cs:GetLogicalDrives
mov     edi, eax
mov     ebx, r12d
```

Рис. 46: Подготовка к шифрованию

Затем он получает все логические диски с помощью **GetLogicalDrives** и отключает все резервные копии, точки восстановления и безопасные режимы загрузки.



```
xor     edx, edx        ; uCmdShow
lea     rcx, CmdLine    ; "cmd /c \"WMIC.exe shadowcopy delet\""
call    cs:WinExec
xor     edx, edx        ; uCmdShow
lea     rcx, aVssadminExeDel ; "vssadmin.exe Delete Shadows /all /quiet"
call    cs:WinExec
xor     edx, edx        ; uCmdShow
lea     rcx, aBcdeditSetDefa ; "bcdedit /set {default} recoveryenabled "...
call    cs:WinExec
xor     edx, edx        ; uCmdShow
lea     rcx, aBootstatuspoli ; "bootstatuspolicy ignoreallfailures"
call    cs:WinExec
cmp     cs:dword_7FF653CB32A4, r12d
mov     r14d, [rbp+40h+arg_0]
jnz     short loc_7FF653C83BB0
```

Рис. 47: Деактивация средств восстановления

После этого он усиливает свое присутствие в системе, как мы видели выше, и записывает первый файл **RyukReadMe.html** в **TEMP**.

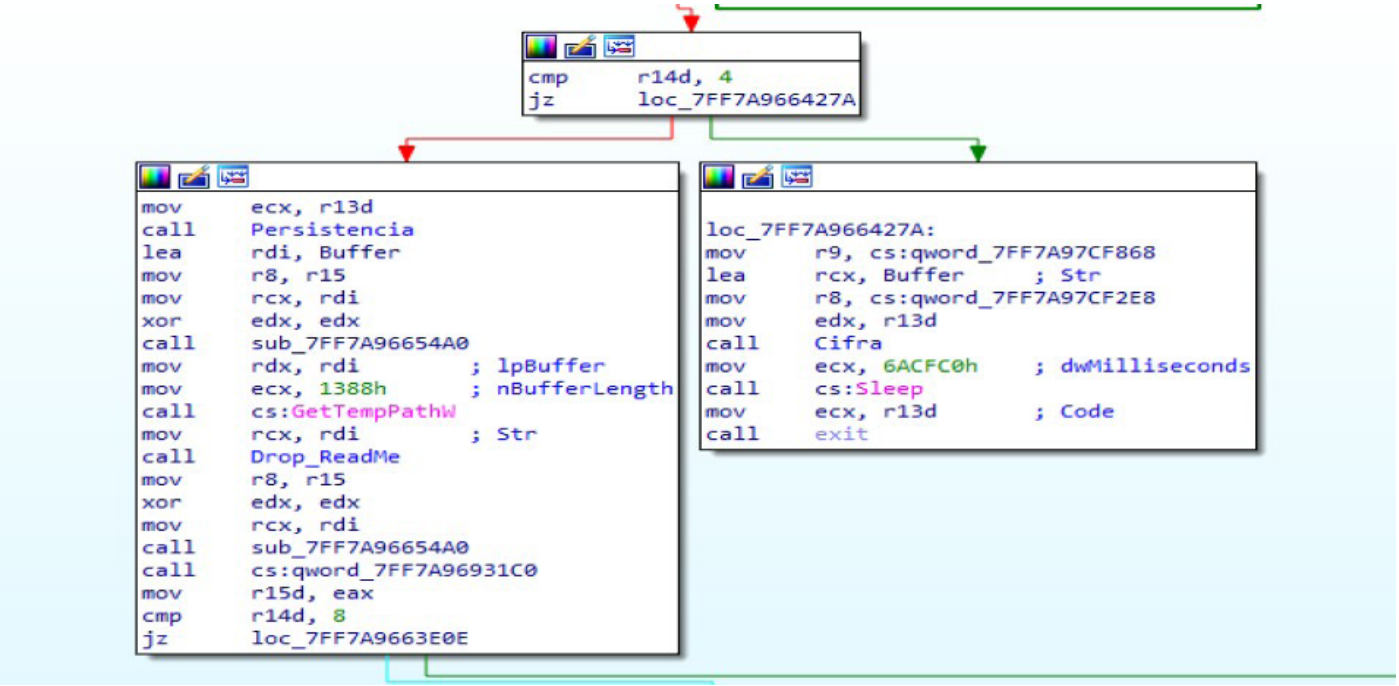


Рис. 48: Публикация уведомления о выкупе

На следующем рисунке Вы можете увидеть, как он создает файл, загружает содержимое и записывает его:

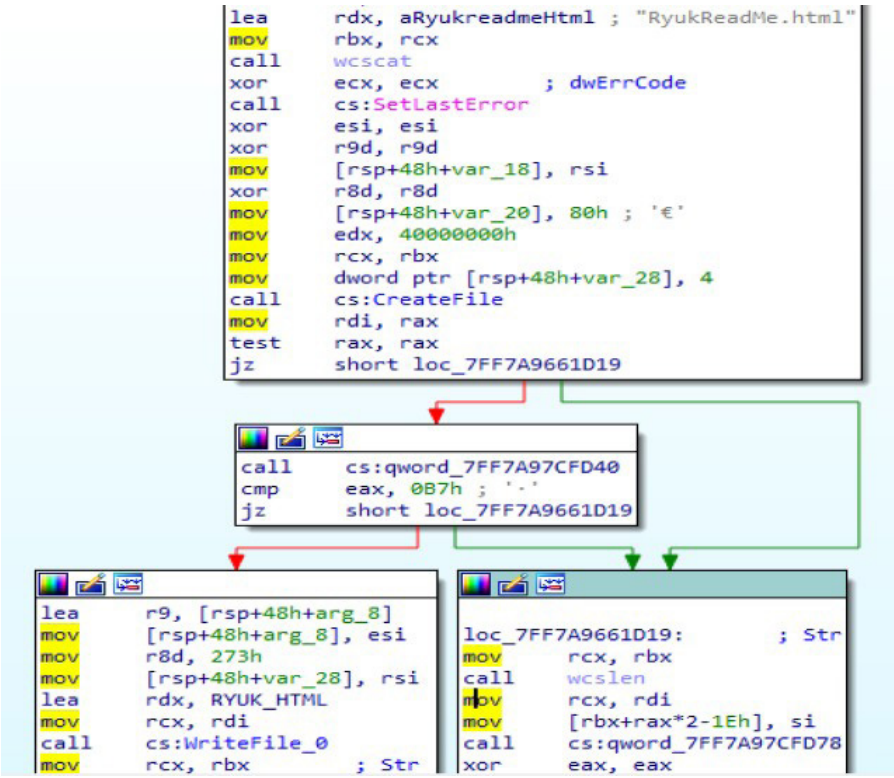


Рис. 49: Загрузка и запись содержимого файла

Чтобы иметь возможность выполнить эти же действия на всех устройствах, он использует **"icacls.exe",** как мы показывали выше.

Рис. 50: Использование icalcls.exe

И, наконец, он начинает шифрование файлов за исключением файлов "*.exe", "*.dll", системных файлов и других локаций, указанных в виде зашифрованного белого списка. Для этого он использует импорты: **CryptAcquireContextW** (г де указано использование AES и RSA), **CryptDeriveKey, CryptGenKey, CryptDestroyKey** и т.д. Также предпринимается попытка расширить свое действие на обнаруженные сетевые устройства с помощью **WNetEnumResourceW** и затем зашифровать их.

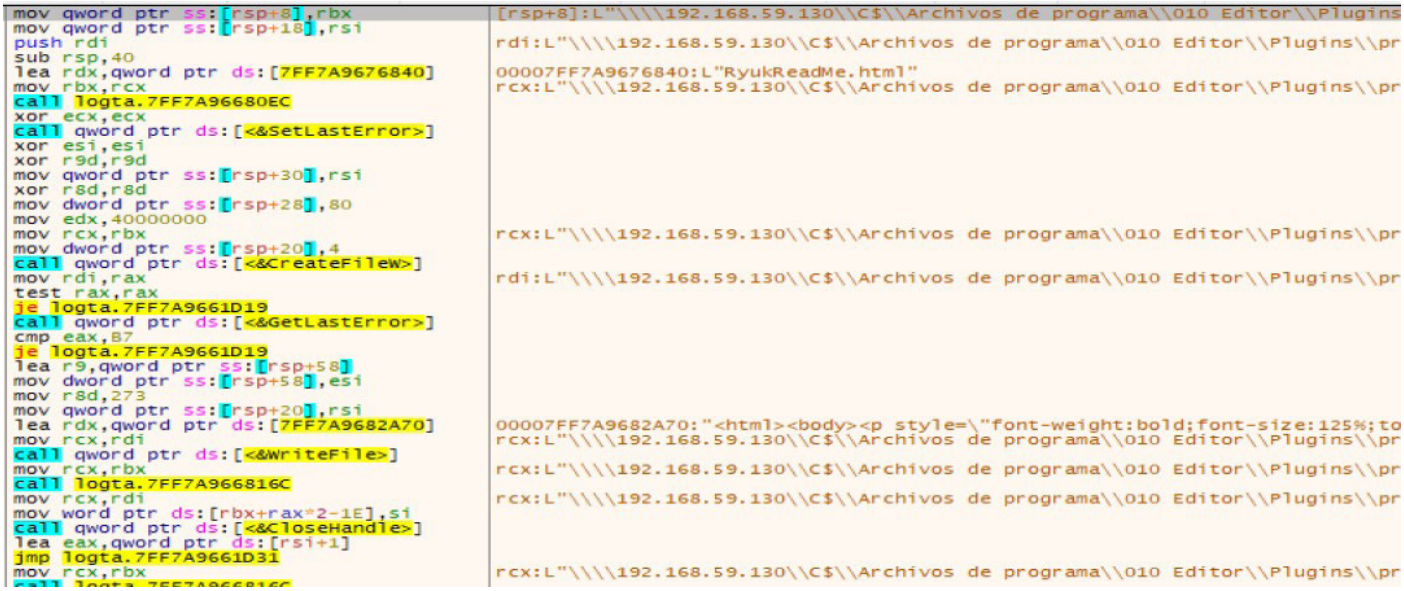


Рис. 51: Шифрование системных файлов

6. Импорты и соответствующие флаги

Ниже приведена таблица со списком наиболее релевантных импортов и флагов, используемых образцом:

Ипорты		Флаги	
GetVersionExW	Получает версию ОС	**LpVersionInformation**	Определяет, выше ли версия ОС чем XP
ImpersonateSelf	Включает права для потока		
GetCUrrentThread	Получение потока	**DesiredAccess**	Определяет вид доступа к токену
OpenThreadToken	Открывает токен, принадлежащий потоку	**SeDebugPrivilege**	Для получения расширенных прав
LookupPrivilegeValueW	Предоставляет информацию о LUID, чтобы знать привилегию, которую мы масштабируем		
AdjustTokenPrivileges	Включает определенные права для токена		
CreateToolHelp32Snapsh ot	Делает снимок запущенных процессов		
WriteProcessMemory	Записывает в память определенный процесс		
CreateRemoteThread	Создает поток в приостановленном состоянии		
ShellExecuteW	Запускает консоль для выполнения "нагрузки"		
CommandlineToArgW	Разбирает команду cmd и возвращает массив указателей для команды		
DeletefileW	Удаляет файлы в соответствии с параметрами		
CryptExportKey	Экспортирует в криптографический ключ		
GetDriveTypeW	Определяет, является ли это устройство USB, CD...		
CryptDeriveKey	Создает ключ с помощью другого, собирая прошлые данные		
CryptGenKey	Генерирует случайный ключ сессии или пару ассиметричных ключей (открытый/закрытый).		
GetlogicalDrives	Возвращает бит-маску дисков. Предоставляет информацию о диске, доступную в системе.		
WNetEnumResourceW	Перебирает сетевые устройства.		
CryptAcquireContextW	Пытается найти CSP для нужного алгоритма шифрования.		
CryptEncrypt	Шифрует данные по алгоритму, назначенному в CSP		
CryptDecrypt	Дешифрует данные, зашифрованные с CryptEncrypt		
CryptDestroyKey	Нарушает обработку hkey, чтобы его нельзя было использовать снова	**hkey**	Открытие регистрационного ключа hkey
CryptImportKey	Передает ключ из CSP		

7. IOC

MD5

- a73130b0e379a989cba3d695a157a495
- 89a562b867979386f2c838d0f453b7d0
- 99ab62a9a533f7a0541528383e35d051
- c6daf2d35e8b9adf7bce970bd762e101
- 0ebc540d2f99574346ac10de3e4cf5aa
- fe7bf2e75003461b81d1260e78819928
- 1bf0b9b022c7685c136439cfa8e90370
- 106dd76aa34eddbabd5bc3081defed91
- ddc639cf6f8ba80221b13b6a8a0e8107
- 7af8e281c798006b55f4b6bbeb771ea3
- 4846fa07e96c123b807de35d076dab98
- 6b99069a09bccb806b4a24f60f671157
- 436d7e29ebf1a9fc92a77a266cb33f1a

Соответствующие IP-адреса

- 104.136.151.73
- 104.168.123.186
- 104.193.252.142
- 104.236.135.119
- 104.236.137.72
- 104.236.151.95
- 104.236.161.64
- 104.236.185.25

Файл восстановления

- RyukReadMe.html

Ссылки

- users\Public\run.sct
- Start Menu\Programs\Startup\start.bat
- AppData\Roaming\Microsoft\Windows\Start Menu\ProgramsStartup\start.bat

Адрес почты для выкупа

- msifelabem1981@protonmail.com
- sydney.wiley@protonmail.com
- MelisaPeterman@protonmail.com

Расширение зашифрованного файла

- *.RYK
- *.RYUK

8. Ссылки

1. “Everis y Prisa Radio sufren un grave ciberataque que secuestra sus sistemas.” https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2019-11-04/ everis-la-ser-ciberataque-ransomware-15_2312019/, Publicada el 04/11/2019.

2. “Un virus de origen ruso ataca a importantes empresas españolas.” https: //elpais.com/tecnologia/2019/11/04/actualidad/1572897654_ 251312.html, Publicada el 04/11/2019.

3. “VB2019 paper: Shinigami’ s revenge: the long tail of the Ryuk malware.” https://securelist.com/story-of-the-year-2019-cities-under-ransomware-siege/95456/, Publicada el 11/12/2019

4. “Big Game Hunting with Ryuk: Another LucrativebTarge- ted Ransomware.” https://www.crowdstrike.com/blog/big-game-hunting-with-ryuk-another-lucrative-targeted-ransomware/, Publicada el 10/01/2019.

5. “VB2019 paper: Shinigami’ s revenge: the long tail of the Ryuk malware.” https://www.virusbulletin.com/virusbulletin/2019/10/ vb2019-paper-shinigamis-revenge-long-tail-r

Дополнительная информация

https://www.cloudav.ru/enterprise/