Password Cracking

correct horse battery staple

Hello!

I am Javier Junquera

Investigador en ciberseguridad, y profesor asociado en la Universidad de Alcalá

You can find me at javier.junquera@uah.es

@junquera

Cybersecurity Group UAH

Hello!

I am Kevin Van Liebergen

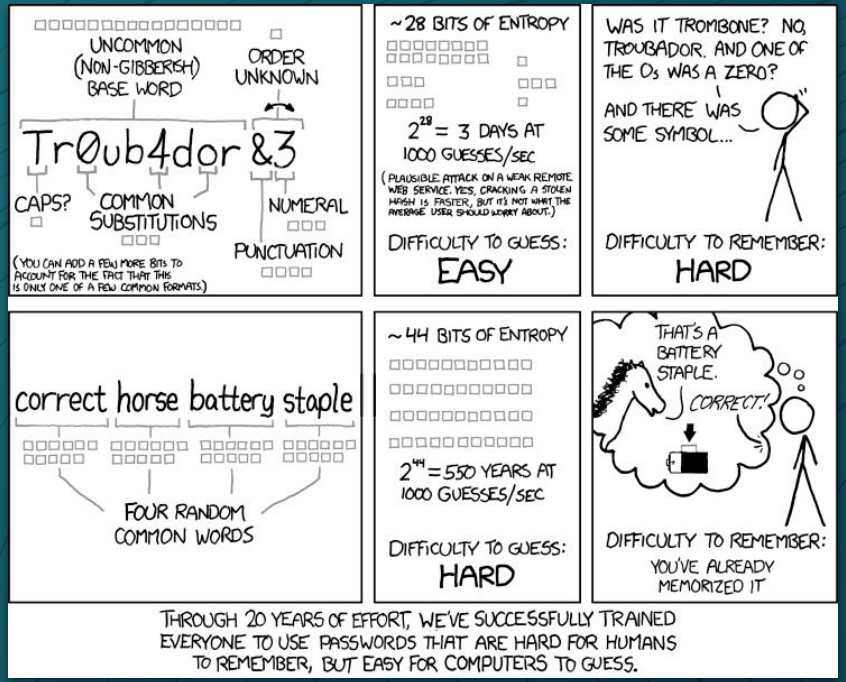
Becario de investigación en cátedra ISDEFE

You can find me at @KevinLiebergen

Isdefe

Universidad de Alcalá | Isdefe
Observatorio de Ciberseguridad

Contraseñas



Almacenamiento de contraseñas

- Codificar no es cifrar
  - Reversible sin dificultad
- Cifrar no es hashear
  - Reversible
- Hashear es hashear, pero no lo es todo

Codificaciones ¿Son seguras?

No existe clave

- Tipos
  - Base64
  - Base32
  - ...

Texto	u								a								h							
ASCII	117								97								104							
Bits	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0
Índice	29								22								5							
Base64	d								W								F							
																	o							

Codificaciones. Usos

- Parámetro HTTP en los formularios
- Datos binarios en URL

```
$ printf “ciberseg” | base64
Y2liZXJzZWc=
$ printf “Y2liZXJzZWc=” | base64 -d
ciberseg
```

Almacenamiento de contraseñas

- Las contraseñas se deben almacenar protegidas
  - En claro: No están protegidas
  - En base64: No están protegidas
  - En base32: Tampoco

Hashing: ¿Qué es un hash?

Es una función matemática que comprime la información de forma rápida para que sea identificable.

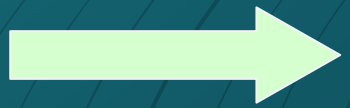
- Siempre del mismo tamaño
- No es reversible
- Los mismos datos dan siempre el mismo hash

Checksum

```
  0000
  0101
  1111
+ 0010
------
 10110
```

H(00000101111110010)

=



0110

Checksum

Hashing: ¿Qué es un hash?

Es una función matemática que comprime la información de forma rápida para que sea identificable.

- Siempre del mismo tamaño
- No es reversible
- Los mismos datos dan siempre el mismo hash

Universidad de Alcalá | Isdefe
Observatorio de Ciberseguridad

¿Qué es un hash criptográfico?

Es una función matemática que comprime la información de forma rápida para que sea identificable.

- Siempre del mismo tamaño
- No es reversible
- Los mismos datos dan siempre el mismo hash
- **Dos datos distintos dan siempre dos hashes diferentes**

Hash criptográfico

1. $H(A) = H(A)$
2. $H(A) \neq H(B)$
3. $|\ H(A) - H(A + \epsilon)\ | > \delta$
4. $H^{-1}(H(A)) = \varnothing$

Hashes criptográficos

- MD5
- SHA1
- SHA256
- SHA-3 (Keccak)

Hashes criptográficos

```
$ printf 'jajaja' | openssl dgst -md5
(stdin)= 655faa8ba799a3a1ae309c2b40d142fc
$ printf 'jajaja' | openssl dgst -sha1
(stdin)= 4598cfd1cfe70d29e5c9d77b51002f272790ba66
$ printf 'jajaja' | openssl dgst -sha256
(stdin)= 0a887c3cb3de97b3968be5c7fb81ed9e452928db71d66620b7766bf7c5413878
$ printf 'jajaja' | openssl dgst -sha3-512
(stdin)=
c88fbe79ca2e809915a6ab2e8fd8461c15180ac28cd7b4dab0fbca9f8812169089305890a6e468
bcde9f08e4cc3eaa00775ab9c9ec28c8cfb54d4de9493676fd
```

Hashes

- Las contraseñas se deben almacenar protegidas
- ¿Están protegidas con MD5, SHA1, SHA256… ?
  - No lo suficiente

Hashes

Pongamos que tenemos la siguiente contraseña:

Passw0rd!

- a-z → 26 caracteres
- A-Z → 26 caracteres
- Caracteres especiales → 32 caracteres
- Total: 84 caracteres; Tamaño: 9;
- Coste medio: $(84^9)/2$ ~ 104.107.874.265.464.832

Hashes

- Coste medio: $(84^9)/2$ ~ 104.107.874.265.464.832
- Si tenemos 240GH/s
  - 240.000.000H/s
  - 13 años en obtenerlo

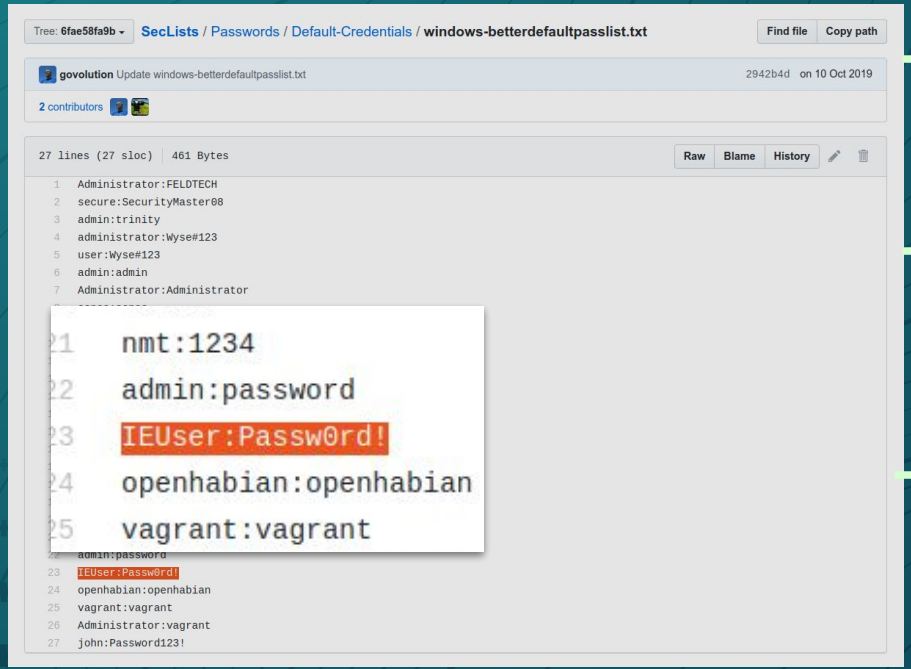
¡PERO!

1. password → Mayus/Minus → 2^8=256
2. Password → 1337 → 2^4 x 256 = 4096
3. Passw0rd → Append/Prepend →

   2 x 32 x 4096 = 262144
4. **Passw0rd!**

262.144 / 240.000.000 ~ **0,001 segundos**

Hashes

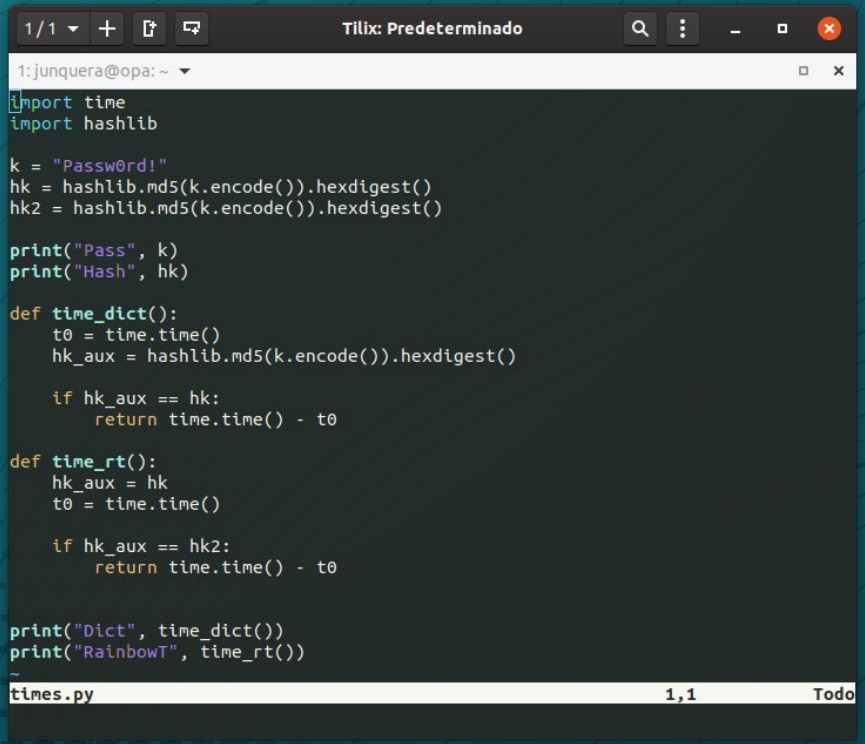


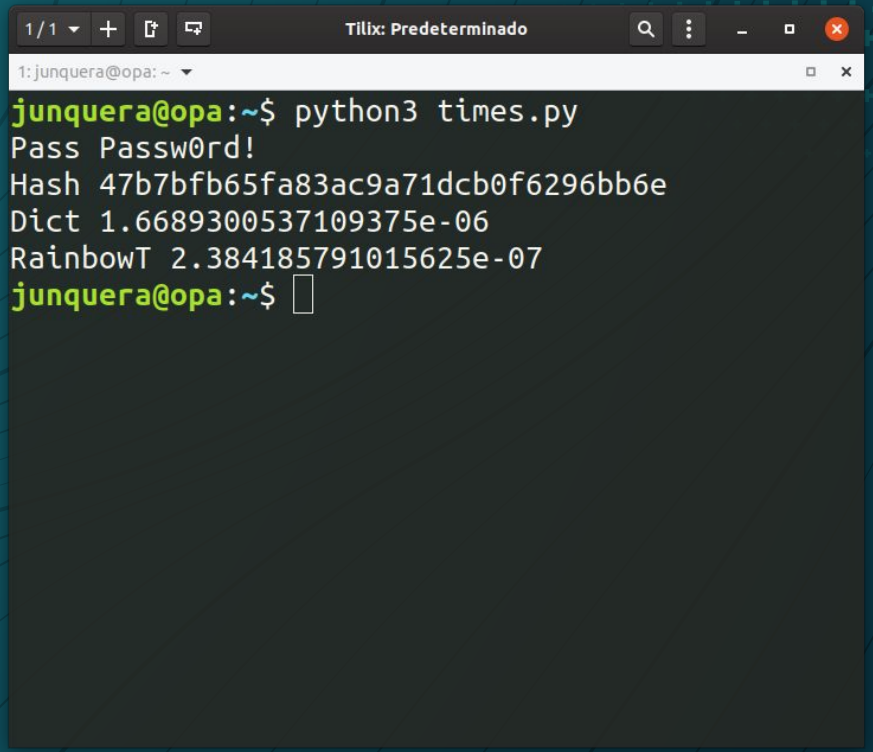
- Collection#1 → 21.000.000
- En GPU
  - 21.000.000/240.000.000
    - 0,0875 s
- En una CPU
  - 21.000.000/200.000
    - 87,5 s
- En cada entrada i del diccionario

  MD5(diccionario[i]) == MD5(Passw0rd!)
- Hay diccionarios de hashes (RainbowTables)

  diccionario[i] == MD5(Passw0rd!)

Rainbow Tables





Hashes

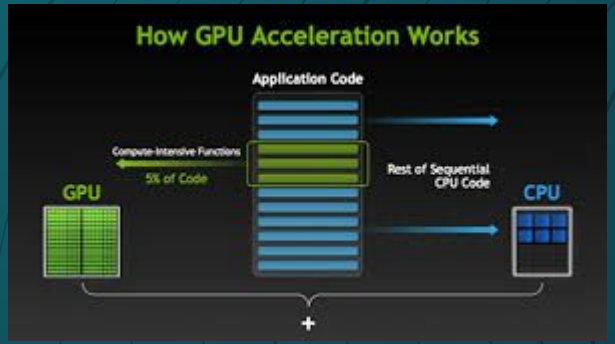
- Primer paso para protegerlas más:
  - +SALT (no valen RainbowTables)
  - Passw0rd! + Número del 1 al 1024 →
    - **MD5(Passw0rd! + Número del 1 al 1024) + Número del 1 al 1024**
- **Coste con diccionario:** Tamaño del diccionario

Hashes

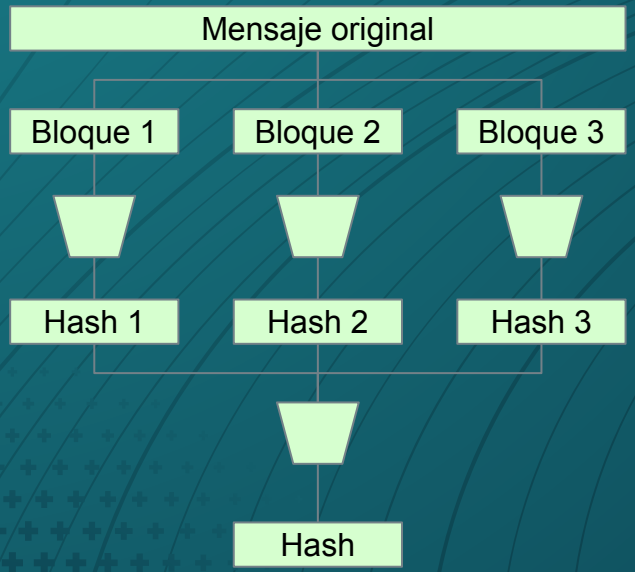
- Primer paso para protegerlas más:
  - +PEPPER
  - Passw0rd! + Número del 1 al 1024 →
    - **MD5(Passw0rd! + Número del 1 al 1024)**
- **Coste con diccionario**: Tamaño del diccionario * 1024

Hashes

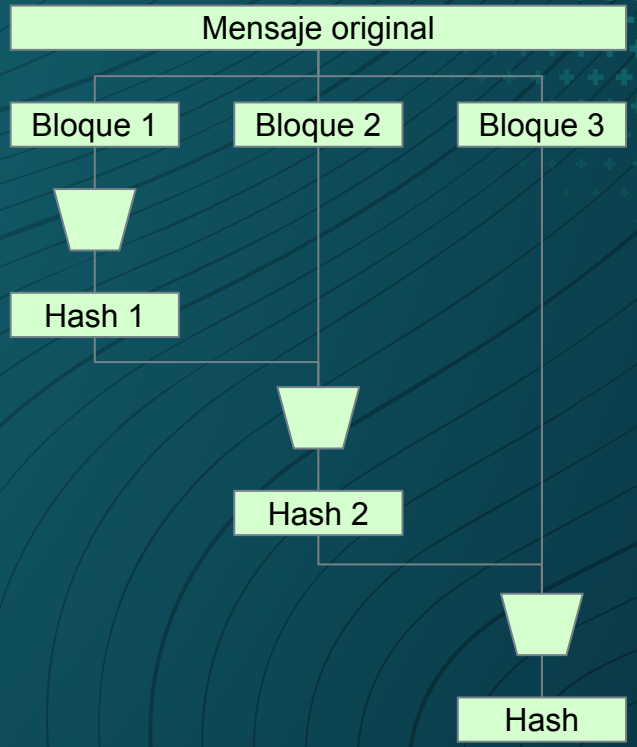
- Las contraseñas se deben almacenar protegidas
- ¿Están protegidas con MD5, SHA1, SHA256… ? + (SALT | PEPPER)
  - No lo suficiente → ¡Paralelizable!



Hashing



Paralelizable



~~Completamente~~ paralelizable

Hashes

- Las contraseñas se deben almacenar protegidas
  - Hashes seguros
    - PBKDF2
    - BCRYPT
    - **ARGON2**

Hashes

- PBKDF2
  - Sistema de generación de claves
  - Incluye salt, y se indica factor de esfuerzo

Hashes

- PBKDF2

  Protegemos **Passw0rd!** con SALT **0xdeadbeef**, y esfuerzo 1.000:

  - K_0= HASH("Passw0rd!\xde\xad\xbe\xef")
  - K_1= HASH(K_0 + "\xde\xad\xbe\xef")
  - …
  - K_{1000}= HASH(K_{999} + "\xde\xad\xbe\xef")

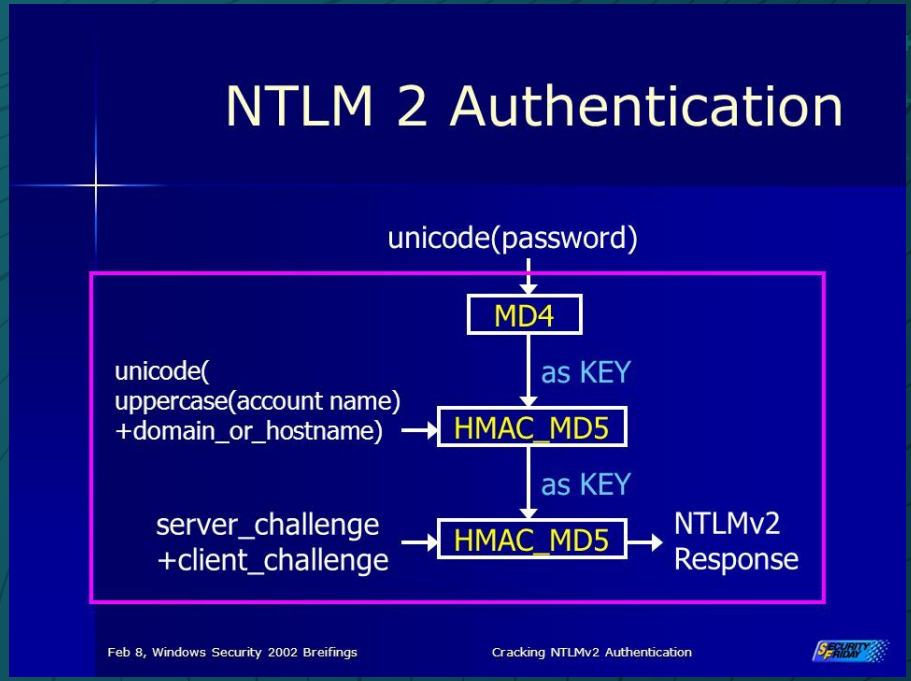
Hashes

PHC 2015

- Argon2
  - Especial contra GPUs
  - Uso intensivo de memoria
  - Aleatorización de pasos dependiente de la password
- Modo i → Contra side-channels
- Modo d → Contra GPU
- Modo id → Mixto

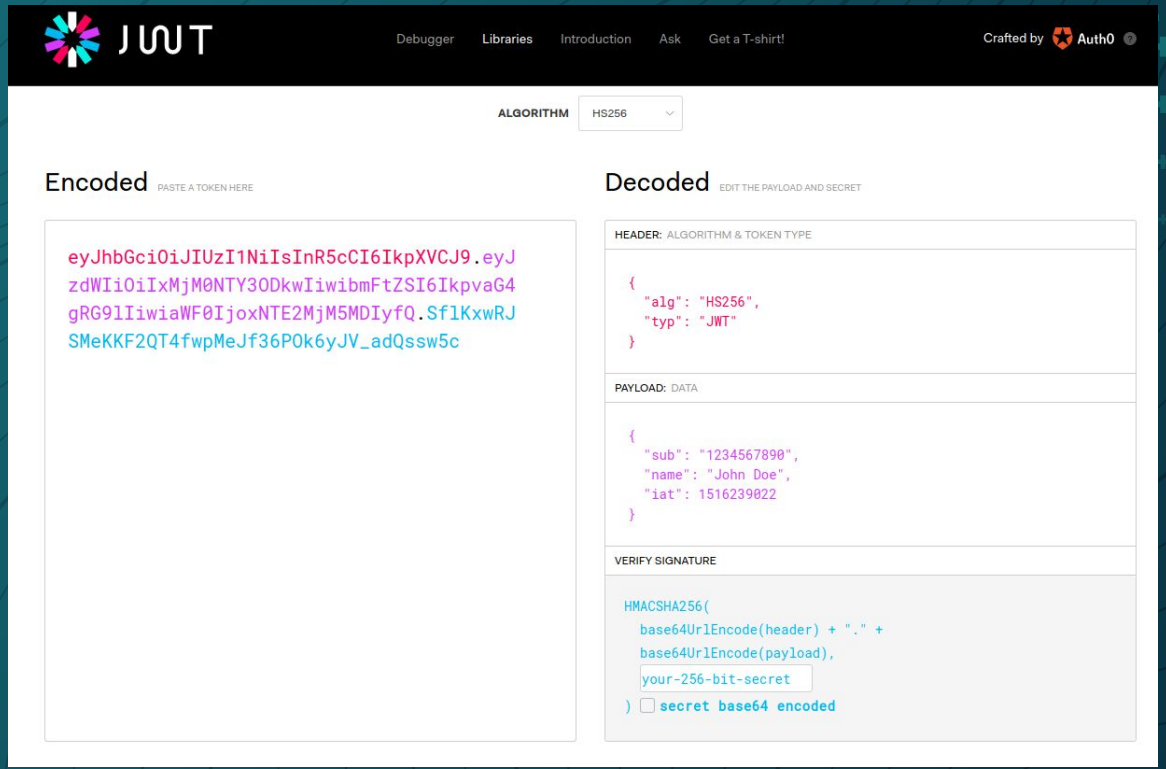
Hashes

- Hay ciertos hashes especialmente críticos
  - NTLM



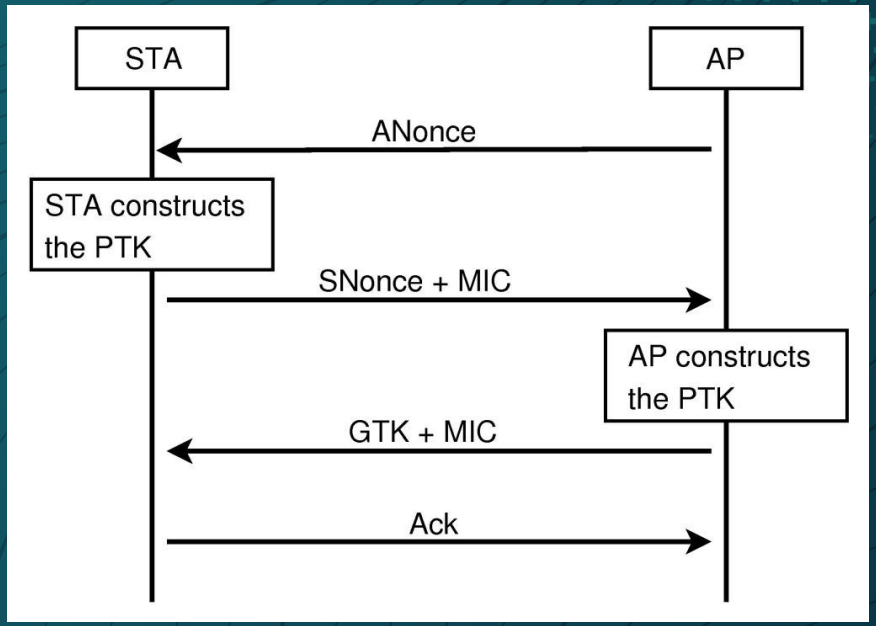
Hashes

- Hay ciertos hashes especialmente críticos
  - JWT



Hashes

- Hay ciertos hashes especialmente críticos
  - Handshake WPA2
    - HMAC (código MIC)
    - ~PBKDF2 (códigos PTK y PMK)



Enfoque

1. Ataque por diccionario
2. Ataque por patrones
3. Ataque por heurística
4. Ataque por fuerza bruta
5. Rubber hose cryptanalysis

Puesta a punto

```
$ git clone
https://gitlab.com/ciberseg_uah/public
/password-cracking.git
$ cd password-cracking
$ git submodule init
$ git submodule update --recursive
```

Puesta a punto

```
$ sudo apt-get -y install \
git build-essential libssl-dev \
zlib1g-dev yasm pkg-config \
libgmp-dev libpcap-dev libbz2-dev \
ocl-icd-opencl-dev opencl-headers \
pocl-opencl-icd
```

Puesta a punto

```
$ cd JohnTheRipper/src/
$ ./configure
$ make -s clean && make -sj16
```

Diccionarios

- **Públicos**
  - SecLists (rockyou, openwall)
- **“Ocultos”**
  - Pwndb
- **Reglas**
  - Best64, d3ad0ne, T0X1C, dive → Jumbo
- **Rainbow Tables**

Diccionarios

➔ Diccionario público (ejemplo 1)

```
$ tar xvfz \
SecLists/Passwords/Leaked-Databases/ \
rockyou.txt.tar.gz
$ JohnTheRipper/run/john \
--wordlist=rockyou.txt ARCHIVO
```

Diccionarios

➔ Diccionario público (ejemplo 1)

```
$ JohnTheRipper/run/john \
--show ARCHIVO
```

Diccionarios

➔ Diccionario + Reglas (ejemplo 2)

```
$ printf 'Passw0rd!' | md5sum | cut
-d' ' -f1 > password.txt
$ echo ‘password’ > dict1.txt
$ JohnTheRipper/run/john
--wordlist=dict1.txt --rules=best64
--stdout > dict2.txt
```

Diccionarios

➔ Diccionario + Reglas (ejemplo 2)

```
$ JohnTheRipper/run/john
--wordlist=dict2.txt --rules=best64
--stdout > dict3.txt
$ JohnTheRipper/run/john
--format=raw-md5 --wordlist=dict3.txt
--rules=jumbo password.txt
```

Estadísticas

- Media 7-9 caracteres
- Mayúscula suele ser la primera. Número al final
- Mujeres más nombres personales
- Hombres más hobbies
- $! #
- 1,2. Si son más de dos números suele ser progresión.

Patrones

- Ingeniería social
- Datos de evidencias forenses
- CUPP
- Combinaciones secuenciales (1234, qwerty) comunes

Patrones

- **Pwndb**
  - Visitar http://pwndb2am4tzkvold.onion/
  - Buscar un usuario con patrón
- En el repo tenéis una API para *pwndb*

Patrones

- **Diccionario de usuario**
  - Herramienta cupp: https://github.com/Mebus/cupp
  - También lo tenéis en el repo

Patrones

➔ Crear máscara + Diccionario (ejemplo 3)

```
$ JohnTheRipper/run/john
--wordlist=dict.txt  --mask='1234?w'
--stdout
$ JohnTheRipper/run/john
--wordlist=dict.txt
--mask='?d?d?d?d?w' --stdout
```

Heurísticas

➔ Modelos de Markov en John

```
$ printf 'jajaja' | sha256sum | cut
-d' ' -f1 > password.txt
$ JohnTheRipper/run/john
--format=raw-sha256 --markov
password.txt
```

Fuerza bruta

```
$ printf 'jajaja' | sha1sum | cut -d' ' -f1 > password.txt
$ JohnTheRipper/run/john --list=inc-modes
digits   upper  lower  lowerspace    uppernum
lowernum alpha  alnum  custom       alnumspace
lanman     lm_ascii   ascii    latin1  utf8
```

Fuerza bruta

```
$ JohnTheRipper/run/john --inc=alpha password.txt
$ JohnTheRipper/run/john --inc=alnum password.txt
$ JohnTheRipper/run/john --inc=utf8 password.txt
```

Aplicaciones

- `*2john`
  - Además de todas las herramientas de generación de diccionarios y ruptura de contraseñas, tenemos las herramientas de tratamiento de archivos

Aplicaciones

➔ *2john

```
$ chmod +x JohnTheRipper/run/*2john*
$ JohnTheRipper/run/keepass2john KEEPASS.database
database:$keepass$*2*60000*0*f8f8072b4e5b2bb6149839329453 8d3ed33d7c1093c04cb07540ece1eb3da4b8*fdcaa85383c...
```

Aplicaciones

1. Romper KeepassX
2. Romper ZIP
3. Romper PDF

Optimización por GPU

Optimización por GPU

```
JohnTheRipper/run/john \
        --fork=8 --format=KeePass-opencl \
        --wordlist=rockyou.txt \
        keepass-hash.txt
```

Aplicaciones

1. Romper KeepassX
   a. Rockyou
2. Romper ZIP
3. Romper PDF

Aplicaciones

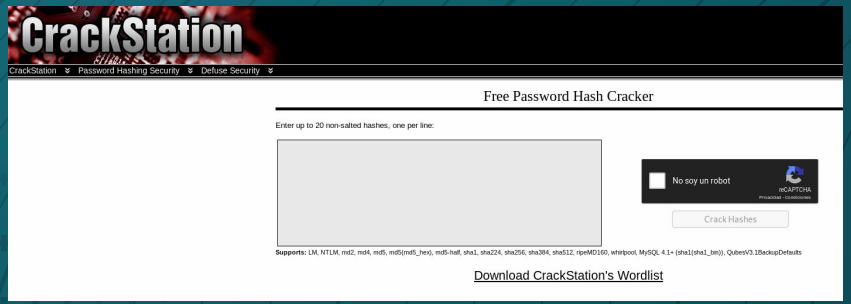
1. Romper KeepassX
   a. Rockyou
2. Romper ZIP
   a. Rockyou + Patrón
3. Romper PDF

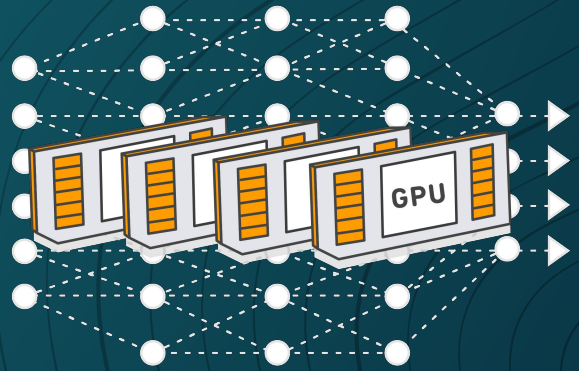
Aplicaciones

1. Romper KeepassX
   a. Rockyou
2. Romper ZIP
   a. Rockyou + Patrón
3. Romper PDF
   a. alnum ([a-z][0-9]) < 10 caracteres

Soluciones en la nube

- Crackstation
- OnlineHashCrack
- AWS

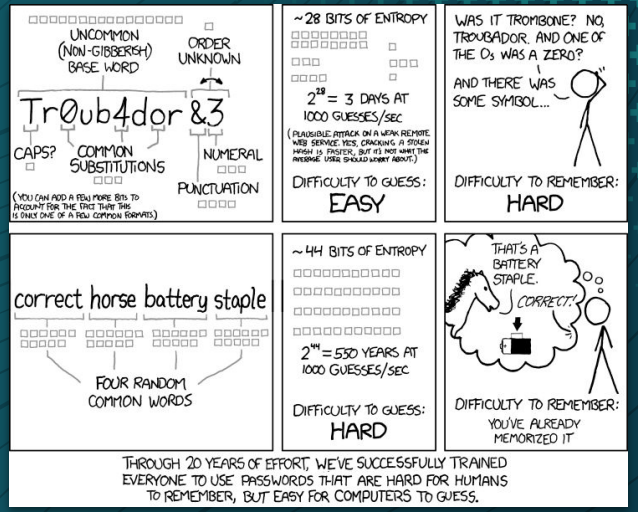




Universidad de Alcalá | Isdefe
Observatorio de Ciberseguridad

Recomendaciones

- Longitud: Mínimo 10 caracteres
- ¡No repetirlas!
- Juego de caracteres
  - ¿Necesitas recordarla?
    - Mejor frase larga
  - Si no, usa un gestor de contraseñas
- Segundo factor de autenticación



bitwarden

Latch

Recomendaciones

- Comprobar seguridad de contraseña
  - No está en un volcado o diccionario
- Sobre el cambio periódico de contraseñas… No :)
  - Subscripción a servicios de detección de leaks

Acknowledgment

- ProTego is focused in provide a toolkit for health care organisations to better assess and reduce cybersecurity risk
  - https://protego-project.eu/
  - @protego_project

Research and innovation programme under grant agreement No. 826284.

Universidad de Alcalá | Isdefe
Observatorio de Ciberseguridad

Bibliografía

- The Ultimate Guide to Passwords in 2019: Length, Complexity & More!
- iphelix/pack: PACK (Password Analysis and Cracking Kit)
- Mebus/cupp: Common User Passwords Profiler (CUPP)
- Password Hashing: Scrypt, Bcrypt and ARGON2 - Michele Preziuso
- Rubber-Hose Cryptanalysis
- how does NTLM authentication work | What is Active Directory? Microsoft Active Directory Fundamentals with Video Tutorials
- I know your P4$$w0rd (and if i don´t, I will guess it) (J. Sánchez y P. Caro, Telefónica)

Thanks!

Any questions?

You can find us at

javier.junquera@uah.es

kevin.van@edu.uah.es