# **Documento de Simulación IoT con NS-3**

## **Parte 1: Descripción de la Simulación**

### **1.1 Objetivo de la Simulación**

La simulación implementa una red IoT (Internet of Things) utilizando NS-3 versión 3.44, con el objetivo de analizar el comportamiento de diferentes protocolos de enrutamiento bajo diversas condiciones de red, incluyendo la presencia de nodos maliciosos e interferentes.

### **1.2 Topología de la Red**

La red está compuesta por cuatro tipos de nodos:

* **Nodos Fijos (20)**: Estaciones base o puntos de acceso que permanecen inmóviles
* **Nodos Móviles (10)**: Dispositivos IoT que se mueven dentro del área de simulación
* **Nodos Maliciosos (0-2)**: Dispositivos que intentan comprometer la red
* **Nodos Interferentes (0-3)**: Dispositivos que generan interferencia en la comunicación

### **1.3 Configuraciones de Simulación**

Se realizaron simulaciones con cuatro configuraciones diferentes:

1. **no\_mal\_no\_int**: Red sin nodos maliciosos ni interferentes
2. **int\_no\_mal**: Red con 3 nodos interferentes pero sin nodos maliciosos
3. **mal\_no\_int**: Red con 2 nodos maliciosos pero sin nodos interferentes
4. **mal\_int**: Red con 2 nodos maliciosos y 3 nodos interferentes

### **1.4 Protocolos de Enrutamiento Evaluados**

Se evaluaron cuatro protocolos de enrutamiento:

* **AODV** (Ad-hoc On-demand Distance Vector)
* **OLSR** (Optimized Link State Routing)
* **DSDV** (Destination-Sequenced Distance Vector)
* **DSR** (Dynamic Source Routing)

### **1.5 Parámetros de Simulación**

* **Tiempo de Simulación**: 60 segundos
* **Número de Corridas**: 10 corridas por configuración
* **Semilla Aleatoria**: Diferente para cada corrida (1000 + número de corrida)
* **Área de Simulación**: 1000m x 1000m

### **1.6 Configuración de Movilidad**

* Los nodos móviles utilizan el modelo de movilidad "RandomWaypoint"
* Velocidad mínima: 1 m/s
* Velocidad máxima: 20 m/s
* Pausa: 0 segundos (movimiento continuo)

## **Parte 2: Análisis de Resultados**

### **2.1 Estructura de Resultados**

Los resultados se organizan en la siguiente estructura:

simulacion\_[timestamp]/

├── [configuracion]/

│ ├── [protocolo]/

│ │ ├── run[1-10]/

│ │ │ ├── metrics/

│ │ │ ├── node\_metadata/

│ │ │ ├── pcap/

│ │ │ └── routing\_logs/

### **2.2 Métricas Generadas**

#### 2.2.1 Métricas de Red (metrics.csv)

* **Throughput**: Tasa de transferencia de datos en Kbps
* **Delay**: Tiempo de retardo en segundos
* **Jitter**: Variación del retardo en segundos
* **Packet Loss**: Porcentaje de paquetes perdidos
* **Routing Overhead**: Sobrecarga del protocolo de enrutamiento

#### 2.2.2 Metadatos de Nodos (node\_metadata/nodes.csv)

* ID del nodo
* Dirección IP
* Tipo de nodo (Fijo, Móvil, Malicioso, Interferente)

#### 2.2.3 Registros de Paquetes (pcap/)

* Capturas de tráfico de red en formato PCAP
* Separados por tipo de tráfico (normal, malicioso, interferente)

#### 2.2.4 Registros de Enrutamiento (routing\_logs/)

* **control\_messages.csv**: Mensajes de control del protocolo
* **routing\_table\_changes.csv**: Cambios en las tablas de enrutamiento

### **2.3 Métricas de Energía**

* **energy\_consumption.csv**: Registro del consumo de energía por nodo
* **energy\_remaining**: Energía restante en cada nodo a lo largo del tiempo

### **2.4 Métricas de Movilidad**

* **mobile\_positions.csv**: Registro de posiciones de nodos móviles
* Coordenadas X, Y, Z
* Timestamp de cada posición

### **2.5 Análisis de Tráfico**

* **packet\_logs/packets\_normal.csv**: Registro de paquetes normales
* **packet\_logs/packets\_malicious.csv**: Registro de paquetes maliciosos
* Campos: timestamp, IP origen, puerto, tipo de tráfico, tamaño de paquete, tiempo de simulación

### **2.6 Métricas Específicas por Protocolo**

Cada protocolo de enrutamiento genera métricas específicas:

* **AODV**: RREQ, RREP, RERR
* **OLSR**: HELLO, TC
* **DSDV**: Actualizaciones de tabla
* **DSR**: RREQ, RREP, RERR, ACK

### **2.7 Formato de los Archivos**

* Todos los archivos de métricas están en formato CSV
* Las capturas de red están en formato PCAP
* Los logs de enrutamiento incluyen timestamps y detalles de los mensajes
* Las métricas temporales se registran cada segundo