Guia de Operações e Implantação do OmniTWAG

Criado por Omnitouch

Este guia é para operadores de rede, administradores de sistema e clientes que estão implantando o OmniTWAG.

Índice

Introdução

OmniTWAG (Trusted WiFi Access Gateway) é uma implementação compatível com padrões de um 3GPP TWAG que permite que operadores de rede móvel descarreguem com segurança o tráfego de assinantes de redes celulares para pontos de acesso WiFi, mantendo a autenticação segura baseada em SIM.

O TWAG autentica assinantes WiFi usando suas credenciais SIM via EAP-AKA (Extensible Authentication Protocol - Authentication and Key Agreement), o mesmo mecanismo de autenticação usado em redes celulares. Isso proporciona acesso WiFi seguro e contínuo para assinantes móveis sem a necessidade de senhas WiFi separadas.

Principais Benefícios

Para Usuários Finais:

- **Zero Configuração**: Funciona imediatamente com SIM compatível
- **Experiência Sem Costura**: Conexão automática como celular
- **Seguro**: Sempre usa WiFi criptografado (WPA2)
- **Sem Senhas**: Autenticação baseada em SIM

Para Operadores Móveis:

- **Alívio da Capacidade da Rede**: Reduz a carga nas estações base celulares
- **Descarregamento Controlado**: Apenas assinantes autorizados podem se conectar
- **Melhoria na Experiência do Usuário**: WiFi geralmente oferece maior largura de banda
- **Eficiência de Custos**: A infraestrutura WiFi é menos cara do que a celular
- **Identidade Consistente**: Mesmo IMSI usado para WiFi e celular
- **Integração de Cobrança**: Pode cobrar pelo uso de WiFi, se desejado

Para Locais/Empresas:

- **Segurança de Nível Operador**: Sem risco de compartilhamento de senhas
- **Escalabilidade**: Suporta milhares de usuários sem provisionamento manual
- **Gestão Simplificada**: Sem necessidade de distribuir senhas WiFi

---

O que é WiFi Offload?

WiFi offload permite que operadores de rede móvel redirecionem o tráfego de dados dos assinantes de redes celulares congestionadas para redes WiFi.

Como o TWAG Habilita o Descarregamento

O TWAG atua como o gateway de autenticação entre:

- **Pontos de Acesso WiFi** (via protocolo RADIUS)
- **Rede Central Móvel** HSS/HLR (via interface Diameter SWx)

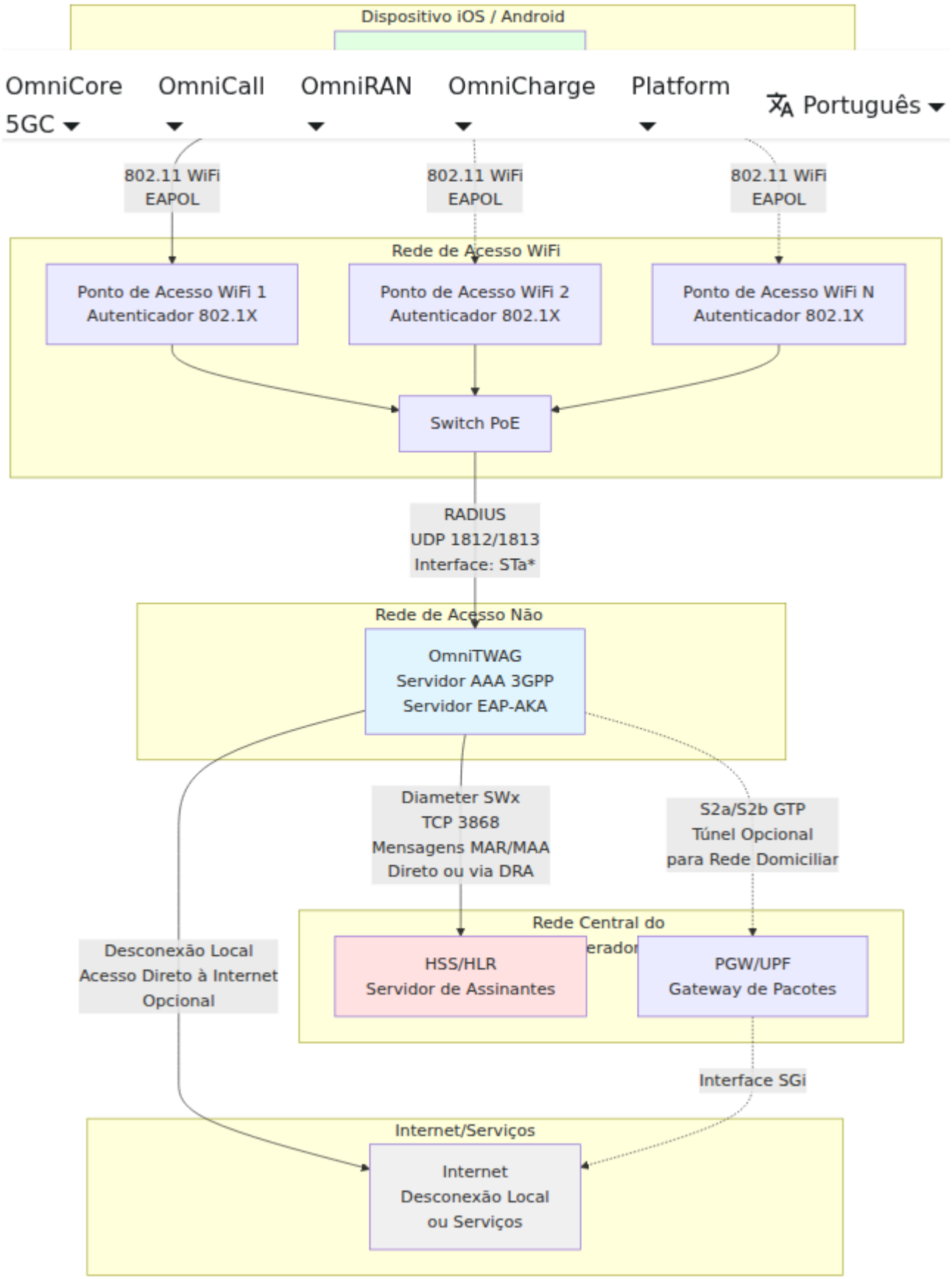
Quando o dispositivo de um assinante se conecta a um AP WiFi configurado para descarregamento:

1. O dispositivo se identifica usando seu IMSI (do cartão SIM)
2. O AP WiFi encaminha solicitações de autenticação para o TWAG via RADIUS
3. O TWAG se comunica com o HSS do operador para recuperar vetores de autenticação
4. A autenticação de desafio-resposta EAP-AKA ocorre entre o dispositivo e o TWAG
5. Após a autenticação bem-sucedida, o dispositivo recebe acesso WiFi
6. Opcionalmente, o tráfego pode ser encaminhado de volta para a rede central móvel ou ser desconectado localmente

---

Arquitetura de Implantação

Topologia de Rede

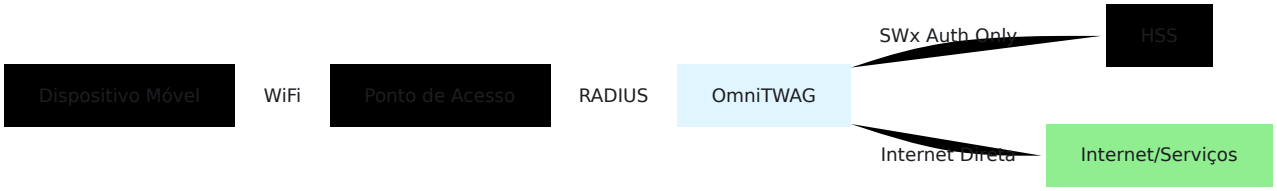


Legenda de Interface:

- **STa***: Interface RADIUS/Diameter entre AP WiFi e TWAG (não 3GPP para AAA)
- **SWx**: Interface Diameter entre TWAG (Servidor AAA 3GPP) e HSS
- **S2a/S2b**: Interface de túnel GTP para retorno à rede doméstica (opcional)
- **SGi**: Interface para redes de dados de pacotes externas (Internet)
- **802.11**: Interface de rádio WiFi
- **EAPOL**: EAP sobre LAN (autenticação 802.1X)

Cenários de Implantação

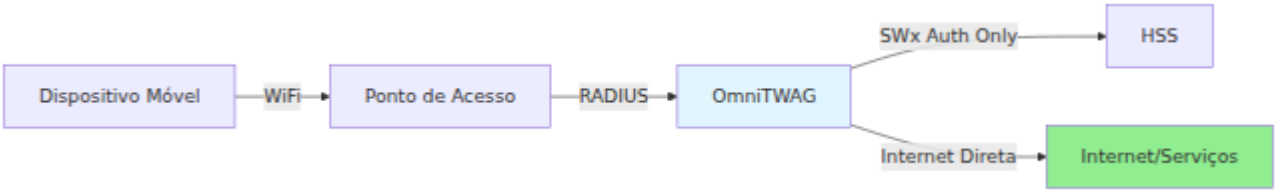
Cenário 1: Desconexão Local (Recomendado para Desempenho)



Benefícios:

- Menor latência (sem retorno para o núcleo)
- Carga reduzida na rede central
- Melhor experiência do usuário para aplicações de alta largura de banda
- Economia de custos na capacidade de retorno

Cenário 2: Roteamento da Rede Domiciliar (Túnel GTP)



Benefícios:

- Aplicação consistente de políticas
- Cobrança/ faturamento centralizados
- Políticas de segurança/VPN corporativa aplicáveis
- Mobilidade contínua entre WiFi e celular

Opções de Conexão SWx

Opção 1: Conexão Direta ao HSS

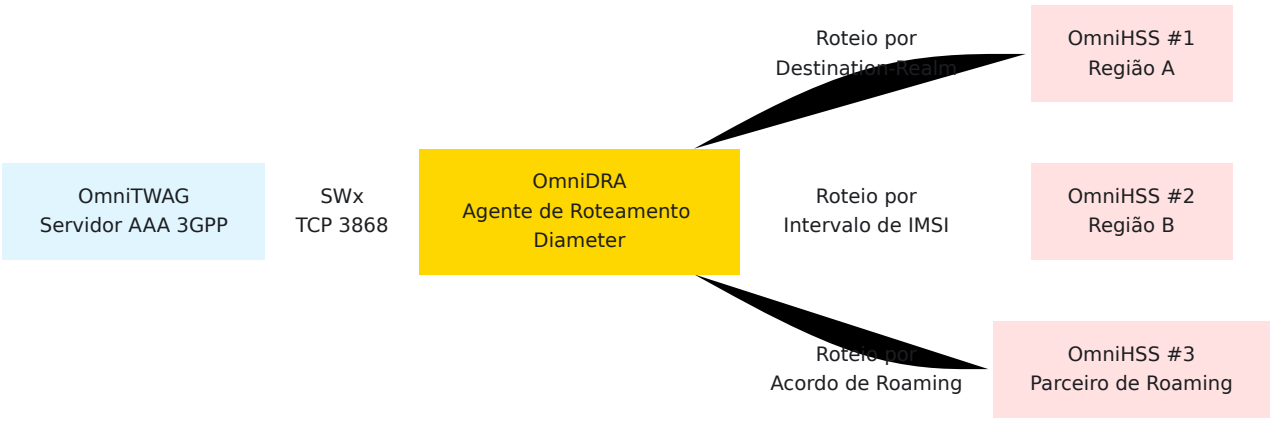
OmniTWAG Servidor AAA 3GPP	SWx Direto TCP 3868 MAR/MAA	OmniHSS Banco de Dados de Assinantes

Caso de Uso: Implantações simples, ambientes de laboratório, único HSS

Benefícios:

- Menor latência (sem salto através do DRA)
- Configuração simplificada
- Solução de problemas mais fácil

Opção 2: Via DRA (Agente de Roteamento Diameter)



Caso de Uso: Implantações multi-HSS, cenários de roaming, redes de grande escala

Benefícios:

- Lógica de roteamento centralizada
- Balanceamento de carga entre múltiplos HSS
- Suporte a roaming (roteia para HSS doméstico)
- Redundância e failover
- Persistência de sessão

Fluxo de Cobrança

O TWAG pode ser totalmente integrado para enviar solicitações de cobrança online baseadas em Diameter `Gy` para um Sistema de Cobrança Online (OCS).

Isso permite a contabilidade de todos os dados consumidos no WiFi, em relação ao saldo do cliente, e é entregue via AP no RADIUS e convertido para `Gy` pelo TWAG e encaminhado para o DRA/OCS.

Em todos os modos, o uso é rastreado pelas métricas do TWAG.

Modos de Cobrança

O TWAG suporta três modos de cobrança online:

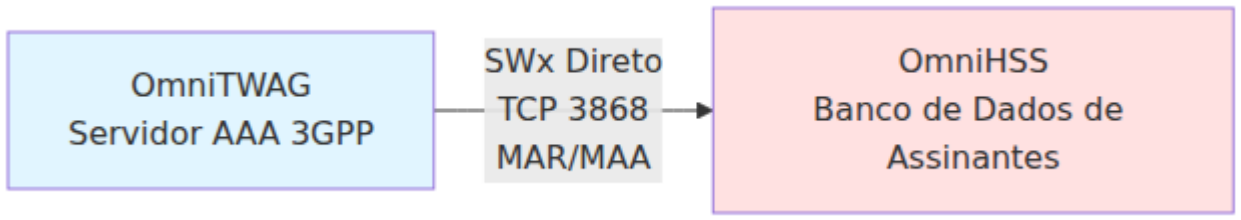
1. Cobrança Desativada

Nenhum pedido de controle de crédito é enviado. Nenhuma autorização de saldo é realizada.

Casos de Uso:

- Redes WiFi abertas/gratuitas
- Ambientes de laboratório/teste
- Redes com cobrança offline apenas (contabilidade RADIUS para faturamento)

Fluxo:



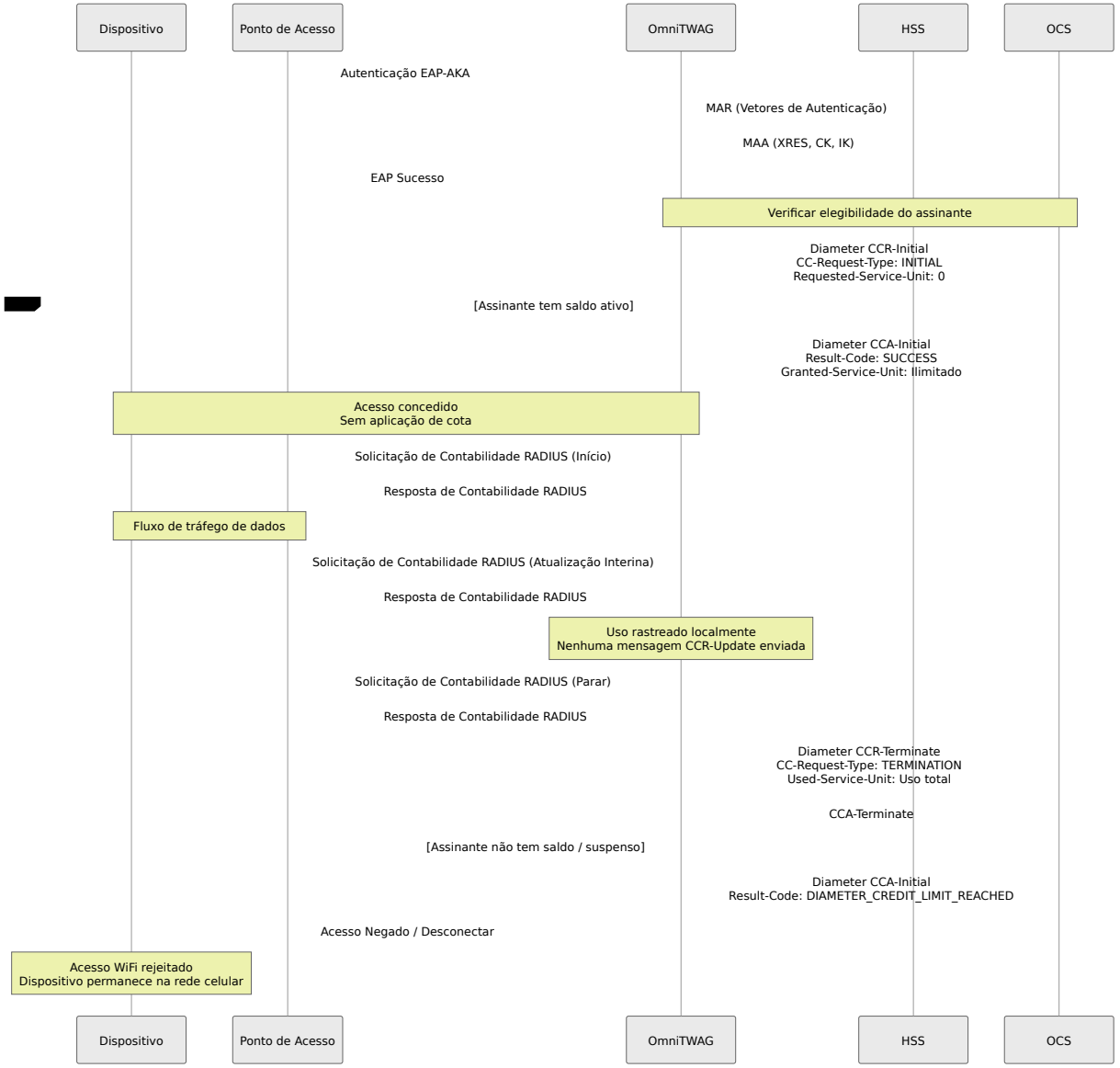
2. Apenas Autorização

Um CCR-Initial (Credit-Control-Request) é enviado para o OCS no início da sessão WiFi para validar se o assinante tem saldo, mas o saldo não é descontado durante a sessão.

Casos de Uso:

- Validar se o assinante tem conta/saldo ativo
- Impedir acesso WiFi para contas suspensas
- Verificar elegibilidade de serviço sem rastreamento de cota
- Permitir WiFi como serviço bônus/ilimitado para clientes pagantes

Fluxo:



Configuração:

- OCS é consultado no início da sessão (CCR-I) e no final (CCR-T)
- Nenhuma mensagem CCR-Update enviada durante a sessão
- Assinante autorizado com base no status da conta, não na cota

- Uso relatado no final da sessão apenas para fins informativos

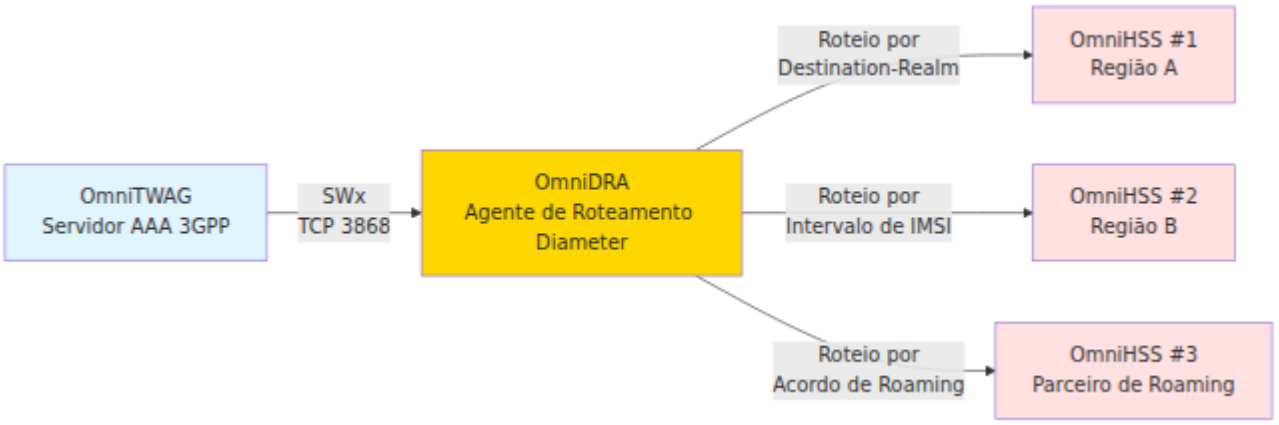
3. Cobrança Online Gy Completa (Implementação Completa)

O fluxo de cobrança online padrão 3GPP é seguido. Todo o uso no WiFi é passado para o OCS para cobrança, com o assinante sendo desconectado uma vez que excedeu sua cota.

Casos de Uso:

- Serviços de dados pré-pagos
- WiFi pago por uso
- Planos baseados em cota (ex: 10GB de limite mensal)
- Cobrança em tempo real e desconexão

Fluxo:

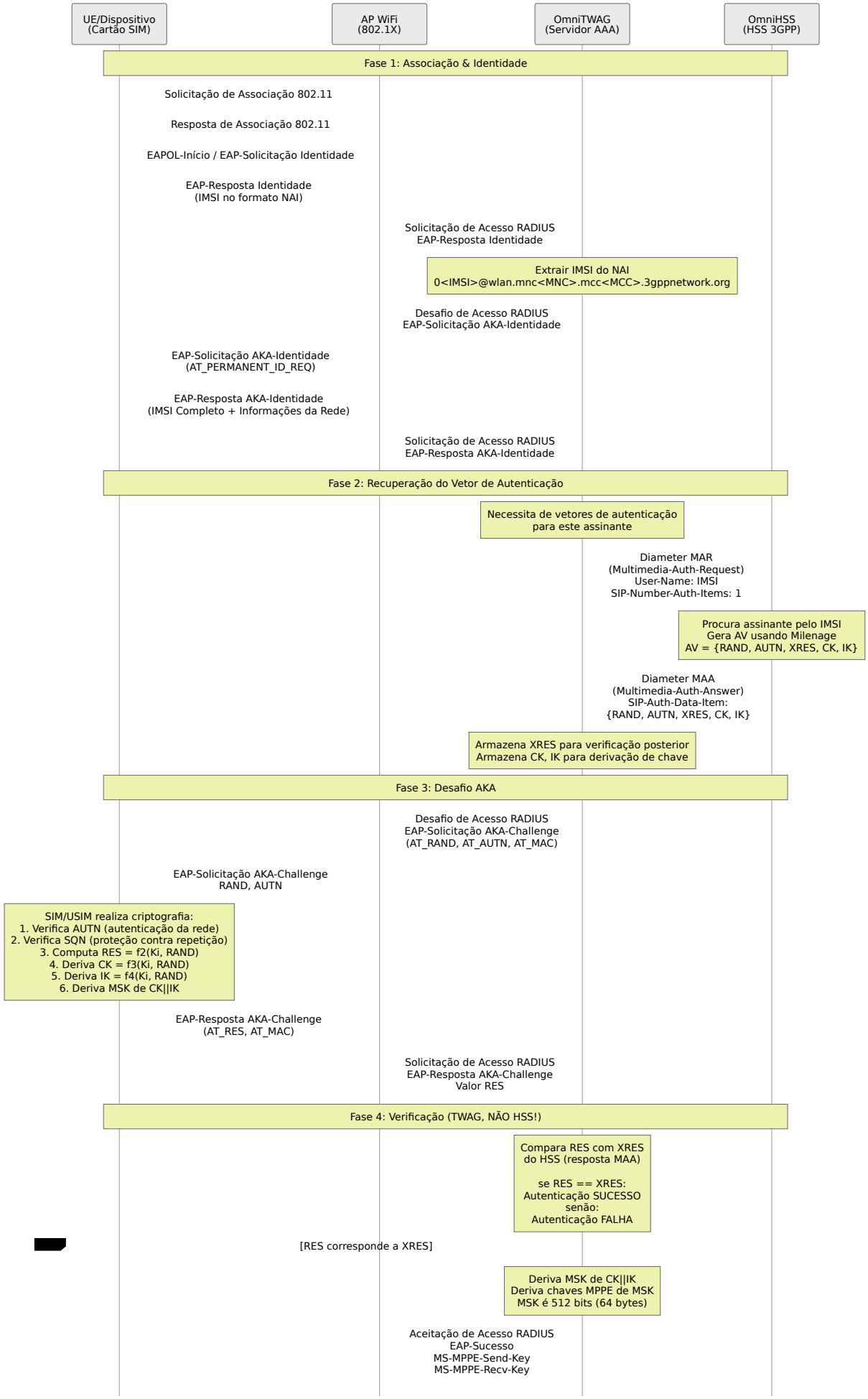


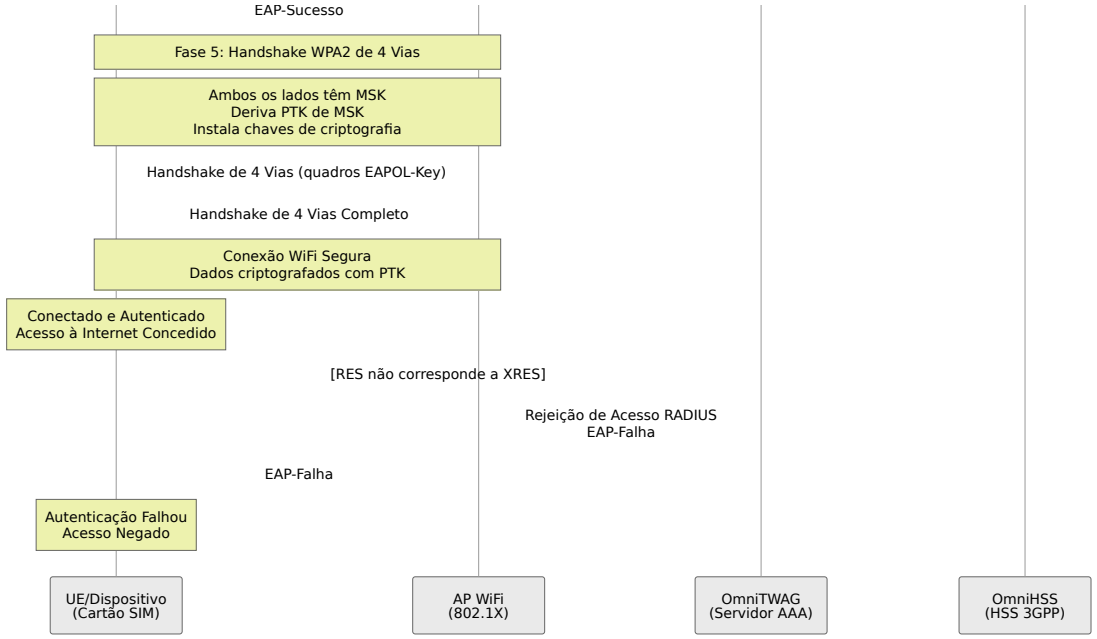
Configuração:

- OCS consultado no início da sessão (CCR-I), durante a sessão (CCR-U) e no final (CCR-T)
- Cota solicitada em partes configuráveis (ex: 10MB, 50MB, 100MB)
- CCR-Update acionado em um limite configurável (ex: 80% da cota concedida)
- Temporizador de validade aciona re-autorização se a cota não for esgotada
- Desconexão forçada quando a cota é esgotada
- Dedução de saldo em tempo real

Fluxo de Autenticação

Sequência Completa de Autenticação EAP-AKA


UE/Dispositivo
(Cartão SIM)
AP WiFi
(802.1X)
OmniTWAG
(Servidor AAA)
OmniHSS
(HSS 3GPP)
Fase 1: Associação & Identidade
Solicitação de Associação 802.11
Resposta de Associação 802.11
EAPOL-Início / EAP-Solicitação Identidade
EAP-Resposta Identidade
(IMSI no formato NAI)
Solicitação de Acesso RADIUS
EAP-Resposta Identidade
Extrair IMSI do NAI
0<IMSI>@wlan.mnc<MNC>.mcc<MCC>.3gppnetwork.org
Desafio de Acesso RADIUS
EAP-Solicitação AKA-Identidade
EAP-Solicitação AKA-Identidade
(AT_PERMANENT_ID_REQ)
EAP-Resposta AKA-Identidade
(IMSI Completo + Informações da Rede)
Solicitação de Acesso RADIUS
EAP-Resposta AKA-Identidade
Fase 2: Recuperação do Vetor de Autenticação
Necessita de vetores de autenticação
para este assinante
Diameter MAR
(Multimedia-Auth-Request)
User-Name: IMSI
SIP-Number-Auth-Items: 1
Procura assinante pelo IMSI
Gera AV usando Milenage
AV = {RAND, AUTN, XRES, CK, IK}
Diameter MAA
(Multimedia-Auth-Answer)
SIP-Auth-Data-Item:
{RAND, AUTN, XRES, CK, IK}
Armazena XRES para verificação posterior
Armazena CK, IK para derivação de chave
Fase 3: Desafio AKA
Desafio de Acesso RADIUS
EAP-Solicitação AKA-Challenge
(AT_RAND, AT_AUTN, AT_MAC)
EAP-Solicitação AKA-Challenge
RAND, AUTN
SIM/USIM realiza criptografia:
1. Verifica AUTN (autenticação da rede)
2. Verifica SQN (proteção contra repetição)
3. Computa RES = f2(Ki, RAND)
4. Deriva CK = f3(Ki, RAND)
5. Deriva IK = f4(Ki, RAND)
6. Deriva MSK de CK||IK
EAP-Resposta AKA-Challenge
(AT_RES, AT_MAC)
Solicitação de Acesso RADIUS
EAP-Resposta AKA-Challenge
Valor RES
Fase 4: Verificação (TWAG, NÃO HSS!)
Compara RES com XRES
do HSS (resposta MAA)
se RES == XRES:
Autenticação SUCESSO
senão:
Autenticação FALHA
[RES corresponde a XRES]
Deriva MSK de CK||IK
Deriva chaves MPPE de MSK
MSK é 512 bits (64 bytes)
Aceitação de Acesso RADIUS
EAP-Sucesso
MS-MPPE-Send-Key
MS-MPPE-Recv-Key



Pontos-Chave no Fluxo de Autenticação

1. **MAR/MAA é o fim da comunicação com o HSS**: Após receber o MAA (Multimedia-Auth-Answer) com XRES, o TWAG lida com toda a verificação subsequente localmente.

2. **TWAG realiza a verificação de RES**: O HSS fornece a resposta esperada (XRES), mas o TWAG a compara com o RES real do UE. O HSS NÃO está envolvido nesta comparação.

3. **A autenticação ocorre no TWAG**: Isso é diferente de alguns diagramas que mostram o HSS realizando a verificação — na arquitetura 3GPP real, o servidor AAA (TWAG) realiza a comparação.

Formato de Identidade

O dispositivo responde com sua identidade permanente (IMSI) no formato NAI:

```
505570000000000001@wlan.mnc057.mcc505.3gppnetwork.org
```

Formato: `0<IMSI>@wlan.mnc<MNC>.mcc<MCC>.3gppnetwork.org`

Nota - O primeiro dígito, antes do IMSI, é a identidade, geralmente é 0, mas pode ser outro número de um único dígito para SIMs / dispositivos multi-IMSI.

Chave de Sessão Mestre (MSK)

A Chave de Sessão Mestre (MSK) é uma chave criptográfica de 512 bits (64 bytes) derivada durante a autenticação EAP-AKA. Ela serve como o material de chave raiz para proteger a conexão WiFi.

Derivação da MSK:

1. Tanto o UE quanto o TWAG derivam independentemente a mesma MSK
2. UE deriva de CK/IK computados pelo SIM
3. TWAG deriva de CK/IK recebidos do HSS
4. MSK = PRF'(CK || IK, "Full Authentication", IMSI, ...)

Uso da MSK:

1. **Derivação da PMK**: PMK = primeiros 256 bits (32 bytes) da MSK
2. **Handshake WPA2 de 4 Vias**: Tanto UE quanto AP usam PMK para derivar PTK
3. **Criptografia de Dados**: Todos os quadros de dados WiFi criptografados com Chave Temporal (TK) da PTK

Por que a MSK é Crítica:

- **Confidencialidade**: Sem MSK, o tráfego WiFi seria não criptografado
- **Integridade**: Impede a adulteração dos quadros WiFi
- **Vinculação de Autenticação**: Liga a autenticação EAP à criptografia WiFi
- **Proteção contra Repetição**: MSK nova impede ataques de repetição
- **Perfeita Segurança de Encaminhamento**: Comprometimento de uma MSK não afeta outras

Recuperação de Resincronização

Se o dispositivo detectar uma discrepância no número de sequência (SQN fora de sincronia), ele inicia a resincronização:

1. O dispositivo computa AUTS (Token de Autenticação - Sincronização)
2. Envia EAP-AKA Synchronization-Failure com AT-AUTS
3. TWAG encaminha AUTS para HSS

4. HSS resincroniza o número de sequência e gera novos vetores
5. Autenticação é tentada novamente com vetores frescos

Isso é transparente para o usuário final e não requer intervenção do operador.

Guia de Configuração

O TWAG é configurado através de arquivos de configuração Elixir no diretório `config/`. A configuração principal em tempo de execução está em `config/runtime.exs`.

Para implantações em produção, a configuração é gerenciada centralmente. O abaixo é apenas uma referência, quaisquer valores alterados em um nó de produção serão perdidos na próxima vez que a orquestração automatizada for executada.

Configuração Diameter

Localizado em `config :diameter_ex`:

```
config :diameter_ex,
  diameter: %{
    # Nome do serviço para a pilha Diameter
    service_name: :omnitouch_twag,

    # Endereço IP local para vincular o serviço Diameter
    listen_ip: "10.5.198.200",

    # Porta local para conexões Diameter (padrão é 3868)
    listen_port: 3868,

    # Host de Origem Diameter
    host: "omnitwag",

    # Realm de Origem Diameter (corresponde ao seu realm de rede)
    realm: "epc.mnc057.mcc505.3gppnetwork.org",

    # Pares Diameter (HSS, DRA, servidores AAA)
    peers: [
      %{
        # Host de Origem Diameter do par
        host: "omni-hss01.epc.mnc057.mcc505.3gppnetwork.org",

        # Realm de Origem Diameter do par
        realm: "epc.mnc057.mcc505.3gppnetwork.org",

        # Endereço IP do par (pode ser HSS diretamente ou DRA)
        ip: "10.179.2.140",

        # Porta do par (padrão é 3868)
        port: 3868,

        # Usar TLS para segurança de transporte
        tls: false,

        # Protocolo de transporte (:diameter_tcp ou
:diameter_sctp)
        transport: :diameter_tcp,

        # Iniciar conexão com o par (verdadeiro) ou esperar o par
se conectar (falso)
        initiate_connection: true
      }
```

```
    ]
  }
```

Formato de Realm segue 3GPP TS 23.003:

```
epc.mnc<MNC>.mcc<MCC>.3gppnetwork.org
```

Onde:

- MNC = Código da Rede Móvel (ex: 057)
- MCC = Código do País Móvel (ex: 505 para Austrália)

Nota sobre o Uso do DRA: Para usar OmniDRA, configure o IP do par para apontar para o DRA em vez de diretamente para o HSS. O DRA então roteará mensagens para o HSS apropriado com base nas regras de roteamento (Destination-Realm, intervalo de IMSI, etc.).

Configuração RADIUS

Localizado em `config :omnitwag`:

```
config :omnitwag,
  radius_config: %{
    # Lista de sub-redes IP de origem permitidas para clientes
RADIUS
    # Lista vazia = permite todos (não recomendado para produção)
    allowed_source_subnets: ["10.7.15.0/24", "192.168.1.0/24"],

    # Segredo compartilhado para clientes RADIUS
    # Todos os APs devem usar este segredo
    secret: "YOUR_STRONG_SECRET_HERE"
  }
```

Melhores Práticas de Segurança:

- Use segredos compartilhados RADIUS fortes (20+ caracteres)
- Configure `allowed_source_subnets` para restringir o acesso dos APs
- Use regras de firewall para restringir ainda mais o acesso às portas 1812/1813

Exemplo de configuração de sub-rede:

```
allowed_source_subnets: ["10.7.15.0/24", "192.168.1.0/24"]
```

Se vazio, todas as fontes são permitidas (apenas adequado para laboratório/teste).

Configuração de Monitoramento Prometheus

Localizado em `config :omnitwag`:

```
config :omnitwag,
  prometheus: %{
    # Porta para o endpoint de métricas do Prometheus
    port: 9568
  }
```

Acesse as métricas em: `http://<twag-ip>:9568/metrics`

Resumo de Portas

Porta	Protocolo	Propósito
1812	UDP	Autenticação RADIUS
1813	UDP	Contabilidade RADIUS
3868	TCP	Diameter (SWx para HSS/DRA)
443	TCP	Painel Web HTTPS
8444	TCP	API REST HTTPS
9568	TCP	Métricas Prometheus

Configuração do Ponto de Acesso

Pontos de Acesso Suportados

OmniTWAG funciona com qualquer AP WiFi que suporte:

- **WPA2-Enterprise** (autenticação 802.1X)
- Funcionalidade de **cliente RADIUS**
- Método de autenticação **EAP-AKA**

Plataformas testadas: Cisco Aironet, Aruba, Ubiquiti UniFi, Ruckus, APs baseados em hostapd

Requisitos Gerais de Configuração do AP

1. Modo de segurança **WPA2-Enterprise (802.1X)**
2. **Servidor RADIUS** apontando para o endereço IP do TWAG
3. **Porta de autenticação RADIUS**: 1812
4. **Porta de contabilidade RADIUS**: 1813 (opcional, mas recomendado)
5. **Segredo compartilhado RADIUS**: Deve corresponder à configuração do TWAG
6. **Método EAP**: EAP-AKA (ou "Todos")

Exemplo de Configuração do AP Cisco

Configuração CLI:

```
! Configurar servidor RADIUS
radius-server host 10.5.198.200 auth-port 1812 acct-port 1813 key
YOUR_SHARED_SECRET

! Configurar SSID com 802.1X
dot11 ssid OPERATOR-WIFI
   vlan 10
   authentication open eap eap_methods
   authentication network-eap eap_methods
   authentication key-management wpa version 2

! Associar SSID com a interface de rádio
interface Dot11Radio0
   encryption mode ciphers aes-ccm
   ssid OPERATOR-WIFI
```

Interface Web:

1. Navegue até **Segurança → AAA → Servidor RADIUS**
2. Adicione o servidor RADIUS: `10.5.198.200:1812` com segredo compartilhado
3. Navegue até a configuração **WLAN**
4. Defina a Segurança como **WPA2-Enterprise**
5. Defina o método EAP como **EAP-AKA** ou **Todos**
6. Atribua o grupo de servidor RADIUS

Exemplo de Configuração do hostapd

Para APs baseados em Linux (OpenWrt, sistemas embarcados):

```
# /etc/hostapd/hostapd.conf

interface=wlan0
driver=nl80211
ssid=OPERATOR-WIFI

# WPA2-Enterprise
wpa=2
wpa_key_mgmt=WPA-EAP
wpa_pairwise=CCMP
ieee8021x=1

# Configuração RADIUS
auth_server_addr=10.5.198.200
auth_server_port=1812
auth_server_shared_secret=YOUR_SHARED_SECRET

acct_server_addr=10.5.198.200
acct_server_port=1813
acct_server_shared_secret=YOUR_SHARED_SECRET

# Configuração EAP
eap_server=0

# Hotspot 2.0 (Opcional - para descarregamento automático)
interworking=1
internet=1
anqp_3gpp_cell_net=505,057
domain_name=wlan.mnc057.mcc505.3gppnetwork.org
nai_realm=0,wlan.mnc057.mcc505.3gppnetwork.org,0,21[2:1][5:7]
roaming_consortium=505057
hs20=1
```

Melhores Práticas de Arquitetura de Rede

Importante: Coloque os APs e o TWAG em segmentos de rede confiáveis. Use regras de firewall para:

- Permitir apenas que os APs acessem as portas 1812/1813 do TWAG
- Permitir que o TWAG acesse a porta 3868 do HSS
- Restringir o acesso de gestão ao painel do TWAG (porta 443)

Integração Hotspot 2.0

Visão Geral do Hotspot 2.0 (Passpoint)

Hotspot 2.0 (também chamado de Passpoint ou 802.11u) é um padrão da WiFi Alliance que permite a descoberta e conexão automática e segura de redes WiFi sem interação do usuário. É a tecnologia chave para descarregamento WiFi contínuo.

Principais Recursos:

- **Descoberta Automática de Redes**: O dispositivo encontra redes compatíveis com base em critérios

- **Autenticação Automática**: Usa credenciais SIM (EAP-AKA) sem entrada do usuário
- **Associação Inicial Criptografada**: OSEN (OSU Server-only Authentication) para provisionamento seguro
- **Acordos de Roaming**: Suporta redes visitadas (como roaming celular)
- **Priorização**: O dispositivo prefere redes de propriedade do operador

Configuração do AP Hotspot 2.0

Requisitos para o AP:

1. Suporte a **802.11u**: Capacidade de consulta/resposta ANQP
2. **WPA2-Enterprise**: Autenticação 802.1X
3. Suporte a **EAP-AKA**: Deve suportar o método EAP-AKA
4. Configuração ANQP: Anunciar informações corretas do operador

Exemplo de Configuração (AP baseado em hostapd):

```
# Configuração Hotspot 2.0 / Passpoint
interworking=1
internet=1
asra=0
esr=0
uesa=0

# Configuração ANQP
anqp_3gpp_cell_net=505,057
domain_name=omnitouchns.com,wlan.mnc057.mcc505.3gppnetwork.org

# Configuração do Realm NAI
nai_realm=0,wlan.mnc057.mcc505.3gppnetwork.org,0,21[2:1][5:7]
# Formato: <encoding>,<realm>,<eap-method>[auth-id:auth-val]
# 21 = EAP-AKA
# 2:1 = Tipo de Credencial: SIM
# 5:7 = Método EAP Tunelado: Nenhum (EAP-AKA direto)

# Consórcio de Roaming
roaming_consortium=505057
# MCC=505 (EUA), MNC=057 (específico do operador)

# Informações do Local (opcional)
venue_group=1
venue_type=8
venue_name=eng:Rede WiFi Pública do Operador

# Configuração WPA2-Enterprise
wpa=2
wpa_key_mgmt=WPA-EAP
rsn_pairwise=CCMP
ieee8021x=1

# Configuração RADIUS (aponta para OmniTWAG)
auth_server_addr=10.5.198.200
auth_server_port=1812
auth_server_shared_secret=YOUR_SHARED_SECRET

acct_server_addr=10.5.198.200
acct_server_port=1813
acct_server_shared_secret=YOUR_SHARED_SECRET

# Configuração SSID
```

```
ssid=OperatorWiFi
utf8_ssid=1

# Indicação Hotspot 2.0
hs20=1
hs20_oper_friendly_name=eng:Rede WiFi do Operador
```

Comportamento de Descarregamento Automático

Como Funciona o Descarregamento Automático:

1. Dispositivo com perfil Passpoint realiza varredura WiFi periódica
2. Envia consulta ANQP para APs detectados
3. Se a resposta ANQP corresponder ao perfil (MCC/MNC, consórcio de roaming):
   - Prioridade é ALTA (rede doméstica) ou MÉDIA (parceiro de roaming)
4. Se a prioridade ≥ limite e o sinal > mínimo:
   - Autenticação automática EAP-AKA
5. Se a autenticação for bem-sucedida e a prioridade > conexão atual:
   - Muda para WiFi, desconecta dados celulares
6. Monitora qualidade do sinal e mantém conectividade

Fatores de Prioridade:

1. **Doméstico vs. Roaming**: Rede doméstica (correspondência MCC/MNC) preferida sobre roaming
2. **Força do Sinal**: Sinal mais forte preferido
3. **Segurança**: WPA2-Enterprise preferido sobre aberto/WPA2-PSK
4. **Política**: O operador pode configurar redes preferidas
5. **Sobrescrição do Usuário**: O usuário pode desativar manualmente o WiFi ou preferir celular

---

Monitoramento e Gestão

Painel Web

Acesse o painel de monitoramento em tempo real em: `https://<twag-ip>/`

Recursos:

- **Visualização de Clientes RADIUS**: Assinantes ativos, status de autenticação, detalhes da sessão
- **Visualização de Pontos de Acesso**: APs conectados, contagens de clientes, informações do SSID
- **Visualização de Uso do Cliente**: Dados de contabilidade, tempo de sessão, uso de dados
- **Visualização de Pares Diameter**: Status de conexão HSS/DRA

Integração Prometheus

Configure o Prometheus para coletar métricas do TWAG:

```
# prometheus.yml
scrape_configs:
  - job_name: 'omnitwag'
    static_configs:
      - targets: ['10.5.198.200:9568']
    metrics_path: '/metrics'
    scrape_interval: 15s
```

Métricas Disponíveis:

Métricas do Servidor RADIUS:

- `radius_access_request_count` - Total de pacotes RADIUS Access-Request recebidos
- `radius_access_accept_count` - Total de pacotes Access-Accept enviados
- `radius_access_reject_count` - Total de pacotes Access-Reject enviados

- `radius_access_challenge_count` - Total de pacotes Access-Challenge enviados
- `radius_accounting_request_count{status_type}` - Total de pacotes Accounting-Request (marcados por status: início, parar, atualização interina, contabilidade ativada, contabilidade desativada)
- `radius_active_clients_count` - Clientes atualmente autenticados (consultados a cada 5 segundos)
- `radius_access_points_count` - Pontos de acesso registrados (consultados a cada 5 segundos)

Métricas de Autenticação EAP-AKA:

- `eap_aka_identity_count` - Trocas de Identidade EAP-AKA
- `eap_aka_challenge_count` - Trocas de Desafio EAP-AKA
- `eap_aka_sync_failure_count` - Falhas de sincronização (eventos de resync SQN)
- `eap_aka_auth_success_count` - Autenticações bem-sucedidas
- `eap_aka_auth_reject_count` - Autenticações rejeitadas

Métricas do Protocolo Diameter:

- `diameter_message_count{application, command, direction}` - Total de mensagens Diameter (marcadas por aplicação, tipo de comando e direção)

Métricas de Memória do VM Erlang:

- `vm_memory_total` - Total de memória alocada (bytes)
- `vm_memory_processes` - Memória usada por processos Erlang (bytes)
- `vm_memory_processes_used` - Memória usada por processos Erlang excluindo memória alocada não utilizada (bytes)
- `vm_memory_system` - Memória usada pelo sistema de execução Erlang (bytes)
- `vm_memory_atom` - Memória usada por átomos (bytes)
- `vm_memory_atom_used` - Memória usada por átomos excluindo memória alocada não utilizada (bytes)
- `vm_memory_binary` - Memória usada por binários (bytes)
- `vm_memory_code` - Memória usada por código carregado (bytes)

- `vm_memory_ets` - Memória usada por tabelas ETS (bytes)

Métricas do Sistema VM Erlang:

- `vm_system_info_process_count` - Número atual de processos Erlang
- `vm_system_info_port_count` - Número atual de portas
- `vm_system_info_atom_count` - Número atual de átomos
- `vm_system_info_schedulers` - Número de threads de agendamento
- `vm_system_info_schedulers_online` - Número de agendadores atualmente online

Métricas do Agendador VM Erlang:

- `vm_statistics_run_queue` - Comprimento total de todas as filas de execução
- `vm_total_run_queue_lengths_total` - Comprimento total de todas as filas de execução (todos os agendadores)
- `vm_total_run_queue_lengths_cpu` - Comprimento total das filas de execução do agendador de CPU
- `vm_total_run_queue_lengths_io` - Comprimento total das filas de execução do agendador de IO

Coleta de Métricas:

- Métricas RADIUS e EAP-AKA são emitidas em tempo real à medida que os eventos ocorrem
- Contagens de clientes ativos e pontos de acesso são consultadas a cada 5 segundos
- Métricas do VM são consultadas a cada 5 segundos a partir do tempo de execução Erlang
- Todas as métricas são expostas no formato Prometheus em `http://<twag-ip>:9568/metrics`

Registro

O TWAG usa o Logger do Elixir para registro estruturado.

Visualizar Logs (systemd):

```
# Registro em tempo real
journalctl -u twag -f

# Últimas 100 linhas
journalctl -u twag -n 100

# Logs desde a última inicialização
journalctl -u twag -b

# Logs para intervalo de tempo específico
journalctl -u twag --since "2025-10-12 10:00:00" --until "2025-10-12 11:00:00"
```

Mensagens de Log Chave:

- `Servidor RADIUS ouvindo na porta 1812` - Servidor iniciado
- `De {IP}: Solicitação de Acesso recebida` - Solicitação RADIUS do AP
- `Fase 1: Resposta de Identidade` - Identidade EAP inicial
- `Fase 2: Desafio AKA` - Desafio enviado para o dispositivo
- `Autenticação ACEITA` - Autenticação bem-sucedida
- `Autenticação REJEITADA` - Autenticação falhada
- `AP Registrado: {IP}` - Novo AP detectado

Solução de Problemas

Falhas de Autenticação

Sintoma: Cliente não consegue se conectar ao WiFi

Etapas de Diagnóstico:

1. Verifique os logs do TWAG: `journalctl -u twag -f`
2. Verifique se o segredo compartilhado RADIUS corresponde entre o AP e o TWAG

3. Confirme se os pacotes RADIUS estão chegando ao TWAG: `tcpdump -i eth0 port 1812`
4. Verifique o provisionamento do assinante no HSS/configuração

Causas Comuns:

- Segredo compartilhado RADIUS incorreto
- Firewall bloqueando UDP 1812/1813
- Desvio RES/XRES (Ki do SIM errado ou configuração do HSS)
- Número de sequência (SQN) fora de sincronia (deve se recuperar automaticamente via resync)
- Problemas de conectividade de rede entre o AP e o TWAG

Problemas de Conexão Diameter

Sintoma: Par de Diameter não se conectando ao HSS/DRA

Etapas de Diagnóstico:

1. Verifique a conectividade de rede: `telnet <hss-ip> 3868`
2. Verifique a configuração Diameter (Host de Origem, Realm de Origem, IP do par)
3. Revise os logs do HSS/DRA para tentativas de conexão
4. Verifique se o firewall permite TCP 3868

Causas Comuns:

- IP/porta do par incorretos na configuração
- Firewall bloqueando TCP 3868
- Desvio de Host/Realm
- HSS/DRA não aceitando conexão do TWAG

Problemas de Desempenho

Sintoma: Autenticação lenta (>5 segundos)

Etapas de Diagnóstico:

1. Verifique o tempo de resposta do HSS
2. Meça a latência da rede: `ping <hss-ip>`, `mtr <hss-ip>`
3. Monitore o uso de recursos do TWAG: `top`, `htop`
4. Revise as configurações de tempo limite de solicitação Diameter

Causas Comuns:

- Tempo limite de consulta HSS ou resposta lenta
- Alta latência de rede
- Exaustão de recursos do TWAG (CPU/memória)
- Muitas autenticações simultâneas

Ferramentas de Depuração

Captura de Pacotes

```
# Capturar tráfego RADIUS
tcpdump -i eth0 -n port 1812 or port 1813 -w radius.pcap

# Capturar tráfego Diameter
tcpdump -i eth0 -n port 3868 -w diameter.pcap

# Capturar de um AP específico
tcpdump -i eth0 -n host 10.7.15.72 and port 1812 -w radius-
ap1.pcap
```

Analise com Wireshark (suporta dissectores RADIUS e Diameter).

Console Interativo

Anexe-se ao TWAG em execução para depuração ao vivo:

```
# Shell remoto para o TWAG em execução
iex --sname debug --remsh twag@hostname --cookie <cookie>
```

Do console IEx:

```
# Listar todos os clientes autenticados
CryptoState.keys()

# Obter estado de cliente específico
CryptoState.get("050533805790000186 7@wlan.mnc057.mcc505.3gppnetwork.o

# Listar todos os APs
APState.list()

# Listar sessões de contabilidade
ClientUsage.list()
```

Mensagens de Erro Comuns

Mensagem de Erro	Significado	Solução
`Validação do Message-Authenticator falhou`	Desvio de segredo compartilhado	Verifique se o segredo RADIUS corresponde no AP e no TWAG
`Verificação de RES falhou: esperado <XRES>, obteve <RES>`	Resposta de autenticação incorreta	Verifique Ki do SIM, verifique o provisionamento do HSS
`Tempo limite de conexão do par Diameter`	Não consegue alcançar o HSS	Verifique a rede, firewall, configuração do HSS
`Falha ao decodificar mensagem EAP`	Pacote EAP malformado	Verifique o firmware do AP, pode precisar de atualização do AP
`Subtipo EAP-AKA desconhecido`	Mensagem EAP-AKA não suportada	Dispositivo usando variante EAP-AKA não padrão
`Requerida sincronização do número de sequência`	SQN fora de sincronia	Normal, o dispositivo irá resincronizar automaticamente

---

Conformidade com Padrões

OmniTWAG implementa as seguintes especificações 3GPP e IETF:

- **3GPP TS 23.402**: Melhorias de arquitetura para acessos não 3GPP
- **3GPP TS 24.302**: Acesso ao EPC via redes de acesso não 3GPP

- **3GPP TS 29.273**: Interfaces SWx/SWm baseadas em Diameter
- **3GPP TS 33.402**: Aspectos de segurança de acessos não 3GPP
- **3GPP TS 35.206**: Especificação do algoritmo Milenage
- **RFC 2865**: Autenticação RADIUS
- **RFC 2866**: Contabilidade RADIUS
- **RFC 3579**: Suporte RADIUS para EAP
- **RFC 4187**: Protocolo de autenticação EAP-AKA
- **RFC 5448**: EAP-AKA' (versão aprimorada)

Resumo

OmniTWAG, criado por Omnitouch, fornece uma solução completa e compatível com padrões para descarregamento WiFi 3GPP:

1. **Implantação Flexível**: Suporta desconexão local ou tráfego roteado para casa
2. **Baseado em Padrões**: Implementa 3GPP SWx, EAP-AKA, protocolos RADIUS
3. **Autenticação Segura**: Autenticação mútua baseada em SIM com resync automático
4. **Criptografia Forte**: Chaves derivadas de MSK fornecem criptografia WPA2
5. **Pronto para Hotspot 2.0**: Permite descarregamento totalmente automático e sem toque
6. **Controle do Operador**: Mantém identidade, política e opcionalmente cobrança
7. **Conectividade Flexível**: Conexão direta ao HSS ou via OmniDRA para roteamento/balanceamento de carga

---