

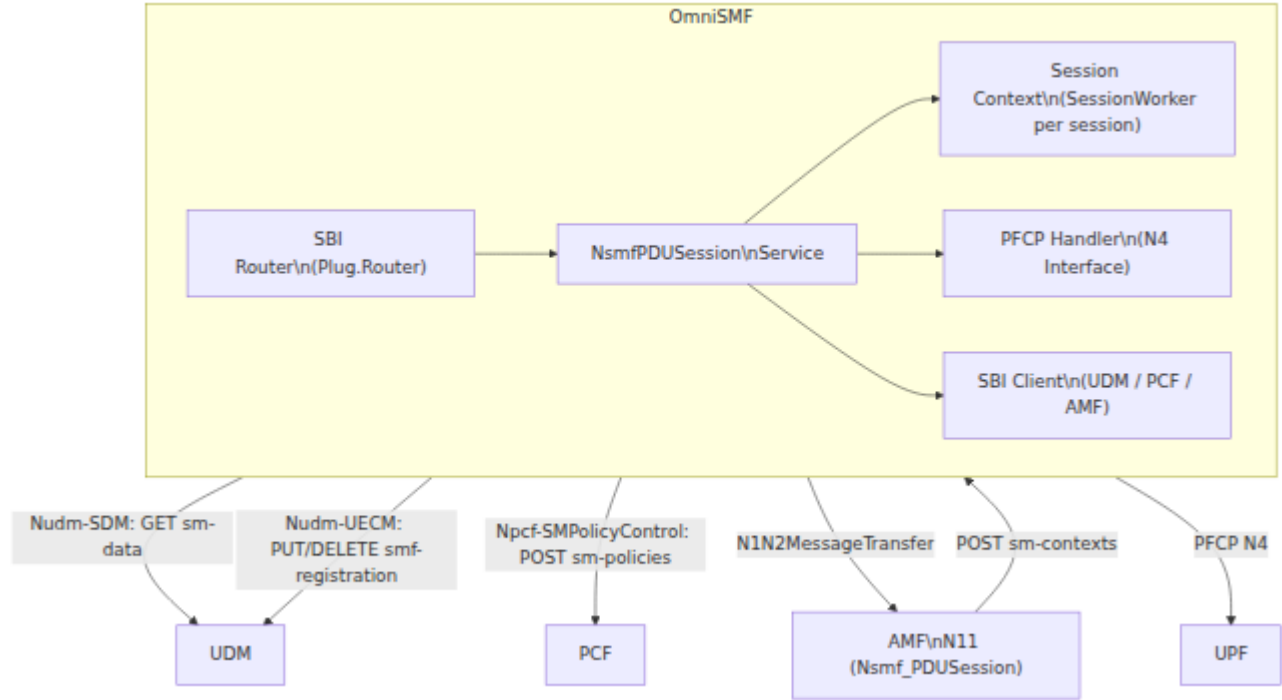
Guía de Operaciones de OmniSMF

Descripción General

OmniSMF implementa la Función de Gestión de Sesiones (SMF) del núcleo 5G, responsable del ciclo de vida completo de las sesiones PDU. Ancla la interfaz N4 (PFCP) hacia el UPF, la interfaz N7 hacia el PCF, y las interfaces N10/N11 hacia el UDM y AMF respectivamente.

Cada sesión PDU es gestionada por un `SessionWorker` GenServer dedicado bajo un `SessionSupervisor` DynamicSupervisor (arquitectura de proceso por sesión). Todo el estado de la sesión (flujos QoS, contexto PFCP, IP del UE, estado de conexión UP) es propiedad del proceso trabajador. Un fallo en una sesión no afecta a las demás. Todas las llamadas SBI salientes se realizan a través de HTTP simple utilizando URIs estáticas configuradas al inicio; el descubrimiento dinámico basado en NRF no está activo en la versión actual.

Arquitectura



Referencias de Rol y Especificación 3GPP

Especificación	Relevancia
TS 23.501	Arquitectura del sistema — rol del SMF, concepto de sesión PDU
TS 23.502	Procedimientos — Establecimiento de sesión PDU (4.3.2), Modificación (4.3.3), Liberación (4.3.4)
TS 29.502	API Nsmf_PDUSession (HTTP/2 SBI)
TS 29.244	Interfaz N4 — protocolo PFCP entre SMF y UPF
TS 29.503	Nudm_SubscriberDataManagement y Nudm_UEContextManagement
TS 29.512	Npcf_SMPolicyControl — asociación de políticas SM hacia PCF
TS 29.518	Namf_Communication — N1N2MessageTransfer hacia AMF

Endpoints SBI

Todos los endpoints se sirven bajo la URL base `{sbi_scheme}://{sbi_addr}:{sbi_port}`.

Método	Ruta	Servicio	Des
POST	/nsmf-pdusession/v1/sm-contexts	Nsmf_PDUSession	Crear c (estable de sesi
POST	/nsmf-pdusession/v1/sm-contexts/{smContextRef}/modify	Nsmf_PDUSession	Actuali: SM (info N2, car estado transfe bander liberaci
POST	/nsmf-pdusession/v1/sm-contexts/{smContextRef}/release	Nsmf_PDUSession	Liberar SM (desma de sesi

Resumen de Solicitud / Respuesta

Crear contexto SM — campos de solicitud obligatorios: supi, sNssai, servingNetwork, dnn, smContextStatusUri, pduSessionId. Devuelve 201 Created con Location: /nsmf-pdusession/v1/sm-contexts/{ref}.

Actualizar contexto SM — despacha en la primera clave reconocida en el cuerpo:

Clave del cuerpo	Escenario
n2SmInfo + n2SmInfoType	Información SM N2 del gNB (PDU_RES_SETUP_RSP / PDU_RES_REL_RSP)
upCnxState: DEACTIVATED	Liberación de AN / entrada inactiva del UE
upCnxState: ACTIVATING	Solicitud de servicio — devuelve N2 PDU_RES_SETUP_REQ
release: true	Liberación iniciada por AMF
servingNfId	Cambio de instancia AMF durante la movilidad

Liberar contexto SM — el cuerpo puede incluir ueLocation para el registro de ubicación final. Devuelve 204 No Content.

Referencia de Configuración

La configuración se lee de la clave de entorno de la aplicación :omnismf. El mecanismo de implementación estándar es config/runtime.exs o variables de entorno del sistema mapeadas al inicio.

```
config :omnismf,  
  sbi_scheme: "http",  
  sbi_addr:   "127.0.0.4",  
  sbi_port:   7777,  
  nrf_uri:    "http://127.0.0.10:7777",  
  udm_uri:    "http://127.0.0.12:7777",  
  pcf_uri:    "http://127.0.0.13:7777",  
  amf_uri:    "http://127.0.0.5:7777",  
  upf_addr:   "127.0.0.7",  
  upf_pfcps_port: 8805,  
  mcc: "999",  
  mnc: "70",  
  heartbeat_interval: 10_000,  
  pfcps_addr: "127.0.0.4",  
  ue_ip_pool: "10.45.0.0/16",  
  dns: ["8.8.8.8", "8.8.4.4"],  
  dns6: ["2001:4860:4860::8888"],  
  mtu: 1400
```

Tabla de Parámetros

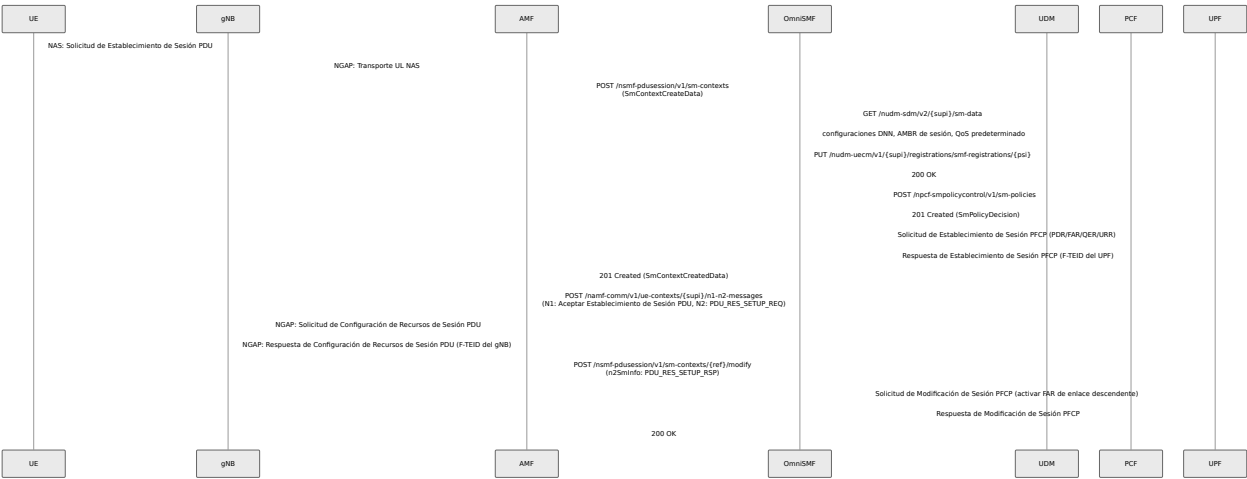
Parámetro	Tipo	Predeterminado	Descripción
sbi_scheme	cadena	"http"	Esquema HTTP para el socket de SBI (http o https)
sbi_addr	cadena	"127.0.0.4"	Dirección IP a la que se vincula el socket de HTTP SBI
sbi_port	entero	7777	Puerto TCP al que escucha el socket de HTTP SBI
nrf_uri	cadena	"http://127.0.0.10:7777"	URI base de Nudm-UDM Usado solo para el registro de los dispositivos (el descubrimiento basado en MME está activo)
udm_uri	cadena	"http://127.0.0.12:7777"	URI base de Nudm-UDM Usado para Nudm-SDM y Nudm-UECA (registration)
pcf_uri	cadena	"http://127.0.0.13:7777"	URI base de Npcf-SMPoli Usado para Npcf-SMPolicies (sm-policies)
amf_uri	cadena	"http://127.0.0.5:7777"	URI base de Nudm-UDM Usado para Nudm-UECA (registration)

Parámetro	Tipo	Predeterminado	Descripción
			N1N2Message (namf-common) Sobrescrito por el host smContextS si está presente
upf_addr	cadena	"127.0.0.7"	Dirección IP endpoint PF UPF (interfaz)
upf_pfcp_port	entero	8805	Puerto UDP endpoint PF UPF. Puerto estándar se 29.244
mcc	cadena	"999"	Código de PLMN que
mnc	cadena	"70"	Código de PLMN que
heartbeat_interval	entero (ms)	10000	Intervalo en milisegundos solicitudes de del NRF. También utiliza para umbral de tiempo URR (heartbeat_ 1000 * 6 segundos)
dns	lista de cadenas	["8.8.8.8", "8.8.4.4"]	Direcciones servidores DNS entregadas

Parámetro	Tipo	Predeterminado	Descripción
			Aceptar Establecimiento Sesión PDU
dns6	lista de cadenas	["2001:4860:4860::8888"]	Direcciones servidores DNS entregadas Aceptar Establecimiento Sesión PDU
pfcp_addr	cadena	"127.0.0.4"	Dirección IP para los mensajes PFCP (N4) entre UE y UPF. Debe ser enrutable desde UPF
ue_ip_pool	cadena	"10.45.0.0/16"	Subred CIDR que se asigna direcciones UE. Gestionado por UeIpPool G con deduplicación y liberación a desmantelamiento
mtu	entero	1400	Valor MTU principal UE para la Sesión PDU

Procedimientos Clave

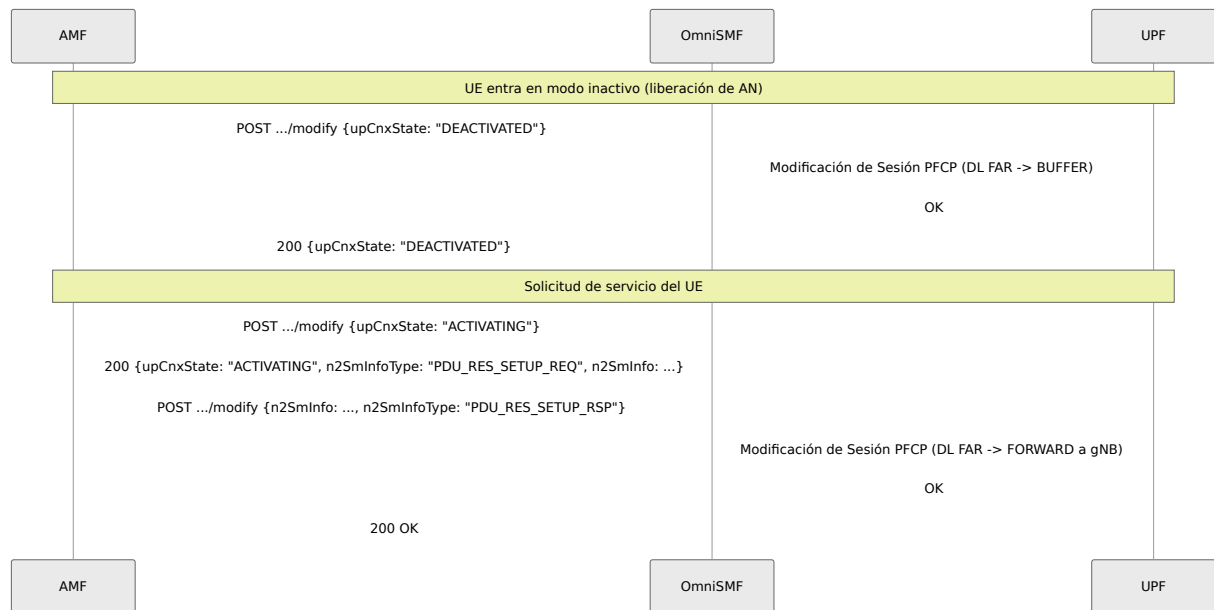
Establecimiento de Sesión PDU (Sección 4.3.2 TS 23.502)



Liberación de Sesión PDU (Sección 4.3.4 TS 23.502)



UE Inactivo / Solicitud de Servicio (Estado de Conexión UP)



Estructura de Sesión PFCP N4

Cada sesión PDU resulta en la instalación de los siguientes IEs PFCP en el UPF:

IE	ID	Dirección	Propósito
PDR (uplink)	1	Acceso -> Núcleo	Coincidir tráfico GTP-U del gNB en el F-TEID N3 del UPF
PDR (downlink)	2	Núcleo -> Acceso	Coincidir tráfico de N6 por dirección IP del UE
FAR (uplink)	1	Núcleo	Reenviar a N6 (sin encabezado externo)
FAR (downlink)	2	Acceso	Inicialmente BUFFER; actualizado a GTP-U FORWARD después de PDU_RES_SETUP_RSP
QER	1	Ambos	Hacer cumplir AMBR de sesión (MBR de uplink y downlink)
URR	1	Ambos	Informe de uso basado en tiempo (umbral = heartbeat_interval * 6 s)

Métricas de Prometheus

Métricas SBI / Sesión PDU

Métrica	Tipo	Etiquetas	Descripción
<code>omni_smf.pdu_session.create.count</code>	contador	<code>result</code>	Operaciones de creación de sesión PDU
<code>omni_smf.pdu_session.modify.count</code>	contador	<code>result</code>	Operaciones de modificación de sesión PDU
<code>omni_smf.pdu_session.release.count</code>	contador	<code>result</code>	Operaciones de liberación de sesión PDU
<code>omni_smf.pdu_session_creates.total</code>	contador	<code>result</code> , <code>dnn</code>	Total de creación de sesión PDU por DNN
<code>omni_smf.pdu_session_releases.total</code>	contador	<code>result</code>	Total de liberación de sesión PDU
<code>omni_smf.active_pdu_sessions.count</code>	medidor	<code>dnn</code>	Número de sesión PDU activa por DNN

Métrica	Tipo	Etiquetas	Descripción
<code>omni_smf.session.duration_seconds</code>	distribución	--	Duración de la sesión PDU en segundos (cubos 15, 30, 100, 300, 900, 3600, 86400)

Métricas PFCP / UPF

Métrica	Tipo	Etiquetas	Descripción
<code>omni_smf.pfcp_sessions.total</code>	contador	<code>operation</code>	Total de operaciones de sesión PFCP
<code>omni_smf.upf.health</code>	medidor	--	Salud de la asociación PFCP del UPF (1=arriba, 0=abajo)

Métricas NRF

Métrica	Tipo	Etiquetas	Descripción
omni_smf.nrf.registration.status	medidor	nf_type	Estado de registro del NRF (1=registrado 0=no)

Métricas de la VM BEAM

Métrica	Tipo	Descripción
<code>beam.memory.total</code>	medidor	Memoria total de BEAM en bytes
<code>beam.memory.processes</code>	medidor	Memoria utilizada por procesos Erlang
<code>beam.memory.processes_used</code>	medidor	Memoria realmente utilizada por procesos
<code>beam.memory.system</code>	medidor	Memoria del sistema
<code>beam.memory.atom</code>	medidor	Memoria total de átomos
<code>beam.memory.atom_used</code>	medidor	Memoria de átomos utilizada
<code>beam.memory.binary</code>	medidor	Memoria binaria
<code>beam.memory.code</code>	medidor	Memoria de código
<code>beam.memory.ets</code>	medidor	Memoria de la tabla ETS
<code>beam.processes.count</code>	medidor	Número de procesos Erlang
<code>beam.ports.count</code>	medidor	Número de puertos Erlang
<code>beam.atom.count</code>	medidor	Número de átomos
<code>beam.vm.uptime</code>	medidor	Tiempo de actividad de la VM en segundos

Limitaciones Conocidas

Se identificaron las siguientes brechas durante una auditoría operativa. Los ID de referencia corresponden al seguimiento interno.

ID	Área	Descripción
SMF-H5	Informe N4	Los mensajes de Solicitud de Informe de Sesión recibidos del UPF no se procesan. Los informes de uso de los desencadenadores URR se descartan silenciosamente.
SMF-H7	NAS	El contenedor SM N1 en SmContextCreateData no se decodifica. El contenido de la Solicitud de Establecimiento de Sesión PDU NAS (capacidad 5GSM, opciones de configuración de protocolo extendidas) no se inspecciona ni se reenvía.
SMF-M1	Transferencia	El manejo del estado de transferencia es parcial. La transferencia basada en Xn y los cambios de ruta de transferencia N2 inter-AMF no son totalmente compatibles; la ruta de actualización <code>servingNfId</code> maneja el cambio de AMF, pero el procedimiento completo de transferencia (TS 23.502 4.9) no está implementado.
SMF-M3	IP del UE	Las direcciones IPv4 del UE se asignan aleatoriamente de <code>10.45.0.0/16</code> en cada establecimiento de sesión. No hay gestión de la piscina de direcciones, no hay detección de superposición y no hay delegación de prefijos IPv6.
SMF-M4	Notificaciones	Las notificaciones de estado del contexto SM al URI de callback del AMF (<code>smContextStatusUri</code>) no se envían. El AMF no es informado de los cambios de estado iniciados por SMF (por ejemplo, liberación desencadenada por la red).
SMF-M5	Descubrimiento NRF	Existe un módulo de registro NRF y el SMF se registra con el NRF. Sin embargo, todas las

ID	Área	Descripción
		llamadas SBI salientes (a UDM, PCF, AMF) utilizan URLs estáticas de configuración. No se realiza descubrimiento basado en NRF.
SMF-M7	Informe PFCP	SessionReportResponse no se envía al UPF en respuesta a Solicitudes de Informe de Sesión.
SMF-L1	Recuperación de Contexto SM	No hay un endpoint <code>GET /nsmf-pdusession/v1/sm-contexts/{ref}</code> . La recuperación del contexto SM por consumidores externos no es compatible.
SMF-L3	Modificación de QoS	La modificación del flujo QoS después del establecimiento de la sesión no es compatible. No se puede desencadenar la adición, modificación o eliminación de flujos QoS (TS 23.502 4.3.3) después del establecimiento.

Solución de Problemas

El Establecimiento de Sesión PDU Falla con 404 DNN_DENIED

El UDM devolvió datos de suscripción de gestión de sesiones que no incluyen el DNN solicitado. Verifique que los datos del suscriptor del UDM para el SUPI contengan una entrada `dnnConfigurations` que coincida con el DNN solicitado (sin distinción entre mayúsculas y minúsculas). Revise el registro de SMF para la línea `SM context creation failed: dnn_not_found`.

El Establecimiento de Sesión PDU Falla con 503 NF_DISCOVERY_FAILURE

El SMF no pudo alcanzar el UDM en `udm_uri`. Verifique la conectividad desde el host del SMF a la `udm_uri` configurada. Revise las reglas del firewall y que el puerto SBI del UDM sea accesible. El registro de SMF mostrará `[SBI->UDM] GET sm-data failed` con la razón subyacente.

Establecimiento de Sesión PFCP Rechazado

El UPF devolvió una causa no "Solicitud aceptada" en la Respuesta de Establecimiento de Sesión PFCP. Causas comunes:

- `upf_addr` o `upf_pfcf_port` son incorrectos — verifique con `ss -ulnp | grep 8805` en el host del UPF.
- El UPF no admite los IEs PDR/FAR enviados por el SMF — verifique los registros de capacidad del UPF.
- El latido PFCP (asociación) no está establecido — el SMF debe completar la Configuración de Asociación PFCP antes de enviar solicitudes de sesión. Revise los registros para mensajes `[PFCP] Association` al inicio.

El registro de SMF contendrá `[PFCP] Session establishment rejected: <cause>` o `[PFCP] Session establishment failed: <reason>`.

N1N2MessageTransfer a AMF Falla

Después de que el SMF devuelve 201 al AMF para la creación de contexto, envía asincrónicamente el N1N2MessageTransfer. Si esta llamada falla, la sesión PDU se crea en el SMF y UPF, pero el UE no recibirá el Aceptar Establecimiento. Los registros del SMF mostrarán `[SBI->AMF] N1N2 transfer failed`. Este fallo es actualmente no fatal desde la perspectiva del SMF — no se intenta un reintento. Para recuperarse, libere el contexto SM y vuelva a intentar el establecimiento de la sesión PDU.

El UE No Recibe Dirección IP

La asignación de IP se realiza en el momento del establecimiento de la sesión PFCP utilizando una selección aleatoria de `10.45.0.0/16`. Si el UPF devuelve una IP diferente en su PDR Creado (asignación de dirección por el UPF), el SMF utilizará el F-TEID devuelto por el UPF pero aún registrará su propia IP generada aleatoriamente. Asegúrese de que el UPF esté configurado para aceptar direcciones IP del UE especificadas por el SMF o para asignarlas y devolverlas a través del PDR Creado. Consulte la limitación SMF-M3.

Alta Cantidad de Sesiones / Crecimiento de Memoria

Los contextos de sesión se almacenan en un Agente en proceso. Solo se eliminan en `release_sm_context` explícito. Si se pierden liberaciones iniciadas por AMF o UE (por ejemplo, debido a reinicio de AMF), los contextos huérfanos se acumularán. Monitoree con el endpoint de API interno `/statistics`. Actualmente no hay tiempo de espera de sesión ni recolección de basura.

Correlación de Registros

Cada línea de registro del camino de sesión está precedida por `[{supi}:{pdu_session_id}]`. Filtre por SUPI para rastrear el ciclo de vida de la sesión de un suscriptor de extremo a extremo. Las líneas de registro del camino PFCP están precedidas por `[PFCP]` y las llamadas del cliente SBI están precedidas por `[SBI->UDM]`, `[SBI->PCF]` o `[SBI->AMF]`.