← Resumen

Referencia de Configuración de OmniBSF

La configuración se lee de la clave del entorno de la aplicación `:omnibsf`. El mecanismo de despliegue estándar es `config/runtime.exs`, que mapea cada valor de una variable de entorno del sistema operativo con un valor predeterminado incorporado.

```
config :omnibsf,
  sbi_scheme: System.get_env("SBI_SCHEME", "http"),
  sbi_addr:   System.get_env("SBI_ADDR", "127.0.0.15"),
  sbi_port:   String.to_integer(System.get_env("SBI_PORT",
"7777")),
  nrf_uri:    System.get_env("NRF_URI", "http://127.0.0.1:7777"),
  mcc:        System.get_env("MCC", "999"),
  mnc:        System.get_env("MNC", "70"),
  prometheus_metrics_port:
String.to_integer(System.get_env("PROMETHEUS_PORT", "9571")),
  heartbeat_interval:
String.to_integer(System.get_env("HEARTBEAT_INTERVAL", "10000"))

config :logger, :default_formatter,
  format: {OmniLogger.JsonFormatter, :format},
  metadata: :all
```

Tabla de Parámetros

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado
`sbi_scheme`	cadena	No	`"http"`

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado
`sbi_addr`	cadena	No	`"127.0.0.15"`
`sbi_port`	entero	No	`7777`
`nrf_uri`	cadena	No	`"http://127.0.0.1:77`
`mcc`	cadena	No	`"999"`
`mnc`	cadena	No	`"70"`

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado
`prometheus_metrics_port`	entero	No	`9571`
`heartbeat_interval`	entero (ms)	No	`10000`

> Nota: el valor predeterminado de `nrf_uri` en `runtime.exs` es `http://127.0.0.1:7777`. Cuando la variable de entorno no está configurada y la aplicación recurre al valor predeterminado del accesorio compilado, el valor es `http://127.0.0.10:7777`. Establezca `NRF_URI` explícitamente en producción para evitar ambigüedades.

Registro

El registrador está configurado para emitir JSON estructurado a través de `OmniLogger.JsonFormatter` con todos los metadatos. El nivel de registro activo se puede cambiar en tiempo de ejecución a través de la API de gestión sin necesidad de reiniciar. Consulte API de Gestión para los endpoints de nivel de registro en tiempo de ejecución.

Ajuste del Tiempo de Vida de la Vinculación

El TTL de vinculación y el intervalo de limpieza son valores predeterminados internos y no se exponen como variables de entorno en `runtime.exs`. Pueden establecerse a través del entorno de la aplicación si un despliegue requiere valores no predeterminados:

Clave del entorno de la aplicación	Tipo	Predeterminado	Descripció
`:binding_ttl_seconds`	entero (s)	`86400` (24 h)	Tiempo de vida aplicad a una vinculación al registrars y renovado en cada PATCH; después de esto, la entrada es elegible par limpieza.
`:binding_cleanup_interval_ms`	entero (ms)	`60000` (60 s)	Con qué frecuencia e limpiador er segundo plano escanea y elimina las vinculacione expiradas.

El TTL se sella al registrarse y **se renueva en cada PATCH**. Un merge-patch `UpdateIndPCFBinding` (PATCH) recalcula la expiración de la vinculación a partir de `:binding_ttl_seconds` en el momento del parche, por lo que un PATCH actúa como un keep-alive que extiende la vida de la vinculación. Un registrante que toca periódicamente su vinculación (por ejemplo, en una modificación de sesión PDU) mantiene esa vinculación activa mientras la sesión esté activa. Una vinculación que nunca se parchea vive como máximo `:binding_ttl_seconds` desde su registro. Establezca el TTL cómodamente por encima del intervalo entre toques de keep-alive (o por encima de la vida útil de sesión PDU más larga esperada cuando no se emite keep-alive); de lo contrario, la vinculación de una sesión aún activa se elimina a mitad de sesión y las consultas de descubrimiento posteriores devuelven `204 No Content` hasta que el registrante se vuelve a registrar.

El intervalo de limpieza limita cuánto tiempo una vinculación expirada permanece antes de ser eliminada: una entrada puede sobrevivir hasta un intervalo completo después de su expiración. Un intervalo más corto recupera memoria y limpia vinculaciones obsoletas más rápido a costa de escaneos completos más frecuentes de la tabla de vinculaciones. Las eliminaciones se registran (`[BindingCleaner] Removed N expired binding(s)`); consulte Solución de Problemas para el crecimiento de vinculaciones obsoletas.

Capacidad y Prioridad del Perfil NRF

El perfil NF que OmniBSF registra con el NRF lleva una `capacidad` y una `prioridad`. Los consumidores que descubren el BSF a través del NRF utilizan estos para la selección y distribución de carga según TS 29.510: entre las instancias candidatas, se prefiere una `prioridad` más baja, y la `capacidad` pondera la parte del tráfico enviado a instancias de igual prioridad. No limitan a OmniBSF en sí; son pistas publicitarias para la lógica de selección del consumidor y solo importan cuando se registra más de una instancia de BSF.

Clave del entorno de la aplicación	Tipo	Predeterminado	Descripción
`:nf_capacity`	entero	`100`	Peso de capacidad relativa publicitado en el perfil NF (rango típico 0–65535). Valores más altos atraen una mayor parte del tráfico entre instancias de igual prioridad.
`:nf_priority`	entero	`0`	Prioridad de selección publicitada en el perfil NF. Los consumidores prefieren valores más bajos.

Ambos pueden cambiarse en tiempo de ejecución a través de la API de gestión, que vuelve a enviar el perfil actualizado al NRF en el siguiente ciclo de actualización; consulte API de Gestión. Los cambios en tiempo de ejecución no se persisten y vuelven a estos valores al reiniciar.

Puertos de Gestión y Métricas

Además del listener SBI, OmniBSF expone:

- Un endpoint de raspado de Prometheus en `prometheus_metrics_port` (predeterminado `9571`). Consulte Métricas y Monitoreo.
- Una API de gestión para operadores (OAM) para ver estadísticas, inspeccionar/limpiar vinculaciones, ajustar la capacidad/prioridad del perfil NRF y el nivel de registro en tiempo de ejecución, y forzar la re-registro en el NRF. Consulte API de Gestión para la referencia completa de endpoints.

← Resumen

API de Gestión de OmniBSF

La API de gestión (OAM) es una interfaz REST orientada a operadores, separada de la SBI 5G. Expone controles de estado, estadísticas, inspección/eliminación de enlaces y configuración en tiempo de ejecución. Se sirve a través de HTTPS.

Volver a la Guía de Operaciones.

Acceso

Propiedad	Valor
Esquema	HTTPS (TLS)
Puerto	`8443`
Dirección de enlace	`0.0.0.0`

Todas las respuestas son JSON, envueltas en un sobre estándar con un estado de `success` / `error`.

Puntos finales de Estado

Método	Ruta	Descripción
`GET`	`/status/api`	Prueba de disponibilidad. Devuelve `"ok"`.
`GET`	`/status/nrf`	Estado de registro del NRF: `nrf_status`, `nf_instance_id`, `nrf_uri`. Devuelve `unknown` si el proceso de registro no está disponible.
`GET`	`/status/nf`	Estado del servicio NF: `nf_type`, servicio `nbsf-management` anunciado, `sbi_addr`/`sbi_port`, y el conteo actual de enlaces PCF activos.

Inspección de Enlaces

Método	Ruta	Descripción
`GET`	`/pcf_bindings`	Lista de enlaces PCF activos (vista resumida: ID de enlace, IP de UE, DNN, S-NSSAI, SUPI, FQDN de PCF).
`GET`	`/api/bindings`	Lista de todos los enlaces con información de dirección de UE, DNN, S-NSSAI, SUPI, GPSI y dirección de PCF, además de un conteo total.
`GET`	`/api/bindings/{id}`	Vista detallada de un único enlace por ID, incluyendo listas de rutas enmarcadas y `suppFeat` negociado. Devuelve 404 si es desconocido.
`GET`	`/api/statistics`	Estadísticas agregadas: total de enlaces y un desglose por DNN.

Gestión de Enlaces

Método	Ruta	Descripción
`DELETE`	`/oam/binding/{id}`	Eliminar un único enlace PCF por ID. Devuelve 404 si el enlace no existe.
`POST`	`/oam/binding`	Limpiar todos los enlaces PCF. Devuelve el número de enlaces limpiados. Esto es disruptivo - las sesiones activas pierden su enlace hasta que se vuelven a registrar.

Configuración en Tiempo de Ejecución

Método	Ruta	Descripción
`GET`	`/oam/config`	Ver la configuración actual en tiempo de ejecución: `sbi_addr`, `sbi_port`, `nrf_uri`, `mcc`, `mnc`, `capacity`/`priority` de NF, y nivel de registro.
`PATCH`	`/oam/config/{id}`	Actualizar valores seleccionados en tiempo de ejecución. Claves aceptadas: `nrf_uri`, `nf_capacity`, `nf_priority`, `log_level`. Actualizaciones inválidas o vacías devuelven 400.
`POST`	`/oam/nrf/reregister`	Forzar la re-registro de NF con el NRF. Devuelve el estado de registro resultante y el ID de instancia de NF.
`POST`	`/oam/log_level`	Cambiar el nivel de registro en tiempo de ejecución. Cuerpo: `{"level": "<level>"}`.

Valores Configurables

Clave	Tipo	Notas
`nrf_uri`	string	URI base del NRF. Toma efecto en el siguiente ciclo de registro/pulso.
`nf_capacity`	integer	Capacidad de NF anunciada en el perfil del NRF; enviada al NRF en la actualización.
`nf_priority`	integer	Prioridad de NF anunciada en el perfil del NRF; enviada al NRF en la actualización.
`log_level`	string	Uno de `emergency`, `alert`, `critical`, `error`, `warning`, `warn`, `notice`, `info`, `debug`.

Los cambios realizados a través de esta API se aplican solo a la instancia en ejecución y no se persisten; revertirán a los valores configurados al reiniciar.

← Resumen

Métricas y Monitoreo de OmniBSF

Las métricas se exponen en `prometheus_metrics_port` (por defecto `9571`).

Métricas de BSF

Métrica	Tipo	Etiquetas	Des
`omni_bsf_pcf_binding_register_count`	contador	`dnn`	Regis enlac etiqu DNN
`omni_bsf_pcf_binding_discover_count`	contador	`result`	Solici descu etiqu `resul` `not_f`
`omni_bsf_pcf_binding_deregister_count`	contador	`binding_id`	Dereg etiqu ID de
`omni_bsf_binding_registers_total`	contador	-	Conta regist agreg
`omni_bsf_binding_discovers_total`	contador	`result`	Conta descu agreg `resul`
`omni_bsf_binding_deregisters_total`	contador	-	Conta dereg agreg
`omni_bsf_active_bindings_count`	medidor	-	Núme enlac activ en viv impul

Métrica	Tipo	Etiquetas	Des
			event telem [:omn :bind :acti emiti regist enlac dereg barric limpia expira por lo rastre actua enlac
`omni_bsf_nrf_registration_status`	medidor	`nf_type`	Estad regist (1 = r 0 = n

> El contador `omni_bsf_pcf_binding_deregister_count` está etiquetado por `binding_id`. Debido a que los IDs de enlace son UUIDs únicos, esto produce una serie temporal por enlace y tiene alta cardinalidad; prefiera `omni_bsf_binding_deregisters_total` para tasas/alertas agregadas.

> El medidor `omni_bsf_active_bindings_count` es un medidor en vivo impulsado por el evento de telemetría `[:omnibsf, :bindings, :active]`, que el BSF emite cada vez que cambia el conjunto de enlaces activos: en el registro de enlaces, en el deregistro y en cada barrido de BindingCleaner que elimina enlaces expirados. Por lo tanto, refleja el conteo actual de enlaces activos y es seguro para alertar y mostrar en el panel. La misma cifra también está disponible a través del endpoint de estadísticas de OAM (`GET /api/statistics`) y el endpoint de estado de NF; consulte API de Gestión.

Eventos Solo de Telemetría

OmniBSF emite los siguientes eventos internos `:telemetry` que **no** se exportan actualmente como contadores de Prometheus. Están disponibles para cualquier controlador de telemetría adjunto, pero no aparecen en el endpoint de métricas.

Evento	Emitido	Descripción
`[:omnibsf, :pcf_binding, :update]`	Una vez por PATCH (`UpdateIndPCFBinding`)	Se activa cuando un enlace es actualizado por merge-patch. Lleva el `binding_id` afectado.
`[:omnibsf, :binding, :expired]`	Una vez por barrido de limpiador que elimina entradas	Se activa por el limpiador en segundo plano con el conteo de enlaces barridos por haber pasado su TTL.

Métricas de BEAM VM

Métrica	Tipo	Descripción
`beam_memory_total`	medidor	Memoria total de BEAM en bytes
`beam_memory_processes`	medidor	Memoria asignada a procesos de Erlang
`beam_memory_processes_used`	medidor	Memoria realmente utilizada por procesos
`beam_memory_system`	medidor	Memoria del sistema
`beam_memory_atom`	medidor	Memoria total de átomos
`beam_memory_atom_used`	medidor	Memoria de átomos utilizada
`beam_memory_binary`	medidor	Memoria binaria
`beam_memory_code`	medidor	Memoria de código
`beam_memory_ets`	medidor	Memoria de tabla ETS
`beam_processes_count`	medidor	Número de procesos de Erlang
`beam_ports_count`	medidor	Número de puertos de Erlang
`beam_atom_count`	medidor	Número de átomos
`beam_vm_uptime`	medidor	Tiempo de actividad de la VM en segundos

Ejemplo de PromQL

Tasa de registro de enlaces (por segundo, por DNN):

```
sum by (dnn) (rate(omni_bsf_pcf_binding_register_count[5m]))
```

Proporción de fallos de descubrimiento en los últimos 5 minutos:

```
sum(rate(omni_bsf_binding_discovers_total{result="not_found"}
[5m]))
  /
sum(rate(omni_bsf_binding_discovers_total[5m]))
```

Alerta cuando el BSF no está registrado con el NRF:

```
omni_bsf_nrf_registration_status{nf_type="bsf"} == 0
```

> Los nombres de las métricas anteriores utilizan la normalización de punto a guion bajo de Prometheus. Los valores de etiqueta para `result` se informan como `found` / `not_found`.

← Resumen

Guía de Operaciones de OmniBSF

Resumen

OmniBSF implementa la Función de Soporte de Vínculo (BSF) del núcleo 5G. El BSF mantiene un registro de los vínculos de PCF: para cada sesión de PDU, almacena la asignación entre una identidad de UE (dirección IPv4, prefijo IPv6, dirección MAC o SUPI) más el DNN y S-NSSAI, y la instancia de PCF que sirve la política de esa sesión. Otras funciones de red - un AF/NEF, un SMF, o otro PCF - consultan el BSF para descubrir qué PCF es responsable de una sesión dada, de modo que toda la señalización de políticas para esa sesión se dirija a la misma instancia de PCF.

OmniBSF expone el servicio `Nbsf_Management` (3GPP TS 29.521) bajo la ruta base del SBI `/nbsf-management/v1`. Los vínculos se mantienen completamente en memoria en tablas ETS y están indexados para búsqueda concurrente y de baja latencia. Los vínculos tienen un tiempo de vida configurable (TTL); un limpiador en segundo plano elimina periódicamente las entradas expiradas. OmniBSF registra su perfil de NF con el NRF al iniciar y envía latidos periódicos.

Almacenamiento de Datos Interno

Los vínculos se mantienen en seis tablas ETS en tiempo de ejecución: la tabla de vínculos principal más cinco índices de búsqueda dedicados. Todos los datos están en memoria y no sobreviven a un reinicio del proceso.

Tabla ETS	Tipo	Clave	Valor
`bsf_bindings`	`:set`	binding_id (cadena UUID)	mapa de vínculo completo
`bsf_ipv4_index`	`:set`	dirección IPv4 de UE (cadena)	binding_id
`bsf_ipv6_index`	`:set`	prefijo IPv6 de UE (cadena)	binding_id
`bsf_supi_index`	`:bag`	SUPI (cadena)	binding_id
`bsf_mac_index`	`:set`	dirección MAC de UE (cadena en minúsculas)	binding_id
`bsf_dnn_snssai_index`	`:bag`	`{dnn, sst}`	binding_id

Cada clave de búsqueda es atendida por su propio índice, por lo que el descubrimiento no escanea la tabla de vínculos principal. Las búsquedas de `macAddr48` se resuelven a través de `bsf_mac_index` (las claves se convierten a minúsculas, por lo que la coincidencia es insensible a mayúsculas y minúsculas), y las búsquedas de DNN+S-NSSAI se resuelven a través de `bsf_dnn_snssai_index` indexadas por `{dnn, sst}` (el pequeño grupo coincidente se filtra luego por el opcional S-NSSAI `sd`).

`bsf_supi_index` es un `:bag`: un solo SUPI puede tener **múltiples vínculos concurrentes** (por ejemplo, varias sesiones de PDU en diferentes DNNs), por lo que un SUPI puede mapear a varios IDs de vínculo. Un descubrimiento por `supi` devuelve un solo `PcfBinding` por TS 29.521, por lo que se devuelve el primer vínculo coincidente.

Referencias de Rol y Especificación de 3GPP

Especificación	Relevancia
TS 23.501	Arquitectura del sistema - rol de la función de red BSF
TS 23.503	Marco de control de políticas y cargos - contexto de vinculación de sesión para asociación de políticas
TS 29.521	API del servicio `Nbsf_Management` (registro / descubrimiento / actualización / desregistro de vínculos de PCF), modelo de datos `PcfBinding`, negociación de características soportadas
TS 29.500	Marco común del SBI 5G (ProblemDetails, semántica HTTP)
TS 29.510	Registro de NF y latido con el NRF

El BSF se vuelve relevante cuando el PCF se despliega como múltiples instancias (o como un conjunto de PCF). Su rol es la vinculación de sesi��n: registrar qué PCF sirve cada sesión de PDU para que las interacciones de políticas posteriores (de un AF a través del NEF, o del SMF) lleguen al PCF correcto.

Puntos Finales del SBI

Todos los puntos finales se sirven bajo la URL base `{sbi_scheme}://{sbi_addr}:{sbi_port}` con la ruta base `/nbsf-management/v1`.

Método	Ruta	Descripción	Éxit
`POST`	`/pcfBindings`	Registrar un vínculo de PCF para una sesión de PDU. Devuelve un encabezado `Location` que apunta al vínculo creado.	201 Crea
`GET`	`/pcfBindings`	Descubrir el vínculo de PCF que coincide con los parámetros de consulta suministrados.	200 OK `PcfBind` o 204 Si Contenic no hay coincide
`PATCH`	`/pcfBindings/{bindingId}`	Actualizar un vínculo existente (`UpdateIndPCFBinding`). El cuerpo debe ser `application/merge-patch+json`.	200 OK `PcfBind` actualiza
`DELETE`	`/pcfBindings/{bindingId}`	Desregistrar un vínculo de PCF por su ID.	204 Sin Contenic

Cualquier otra ruta devuelve `404` con un cuerpo `ProblemDetails`.

Parámetros de Consulta GET

El punto final de descubrimiento resuelve un vínculo utilizando el primer parámetro coincidente, en este orden de prioridad:

Prioridad	Parámetro	Tipo	Búsqueda	Descripción
1	`ipv4Addr`	cadena	índice	Dirección IPv4 de UE (coincidencia exacta)
2	`ipv6Prefix`	cadena	índice	Prefijo IPv6 de UE (coincidencia exacta)
3	`macAddr48`	cadena	índice	Dirección MAC de UE (coincidencia insensible a mayúsculas y minúsculas a través de `bsf_mac_index`)
4	`supi`	cadena	índice	Identificador Permanente del Suscriptor (primera coincidencia si varios vínculos concurrentes comparten el SUPI)
5	`dnn` + `snssai`	cadena / JSON	índice	DNN junto con S-NSSAI, resuelto a través de `bsf_dnn_snssai_index` indexado por `{dnn, sst}` (`sst` debe coincidir; `sd` coincide cuando se proporciona)

Cuando se suministran, los parámetros de consulta `pcfSetId`, `pcfRegionId` y `bindLevel` reducen aún más el resultado según TS 29.521: un candidato cuyo valor almacenado no coincide con un filtro suministrado no se devuelve. Los filtros ausentes de la consulta se ignoran.

Cuerpo de Solicitud POST - Campos

Campo	Tipo	Requerido	Descripción
`dnn`	cadena	Sí	Nombre de la Red de Datos
`snssai`	objeto	Sí	S-NSSAI (`sst` entero, `sd` cadena opcional)
`pcfFqdn`	cadena	Condicional	FQDN de PCF - requerido si `pcfIpEndPoints` está ausente
`pcfIpEndPoints`	array	Condicional	Lista de puntos finales IP de PCF - requerida si `pcfFqdn` está ausente
`ipv4Addr`	cadena	No	Dirección IPv4 de UE (indexada; también impulsa la detección de duplicados)
`ipv6Prefix`	cadena	No	Prefijo IPv6 de UE (indexada; también impulsa la detección de duplicados)
`macAddr48`	cadena	No	Dirección MAC de UE
`supi`	cadena	No	Identificador Permanente del Suscriptor (indexado)
`gpsi`	cadena	No	Identificador Público Genérico de Suscripción
`ipv4FrameRouteList`	array	No	Rutas enmarcadas IPv4

Campo	Tipo	Requerido	Descripción
`ipv6FrameRouteList`	array	No	Rutas enmarcadas IPv6
`pcfSetId`	cadena	No	Identificador del conjunto de PCF. Almacenado en el vínculo y utilizado para reducir el descubrimiento cuando se suministra como un filtro de consulta.
`pcfRegionId`	cadena	No	Identificador de la región de PCF. Almacenado en el vínculo y utilizado para reducir el descubrimiento cuando se suministra como un filtro de consulta.
`bindLevel`	cadena	No	Nivel de vínculo. Almacenado en el vínculo y utilizado para reducir el descubrimiento cuando se suministra como un filtro de consulta.
`suppFeat`	cadena (hex)	No	Mapa de características soportadas; negociado mediante AND bit a bit contra la característica `0x01` (BindingUpdate)

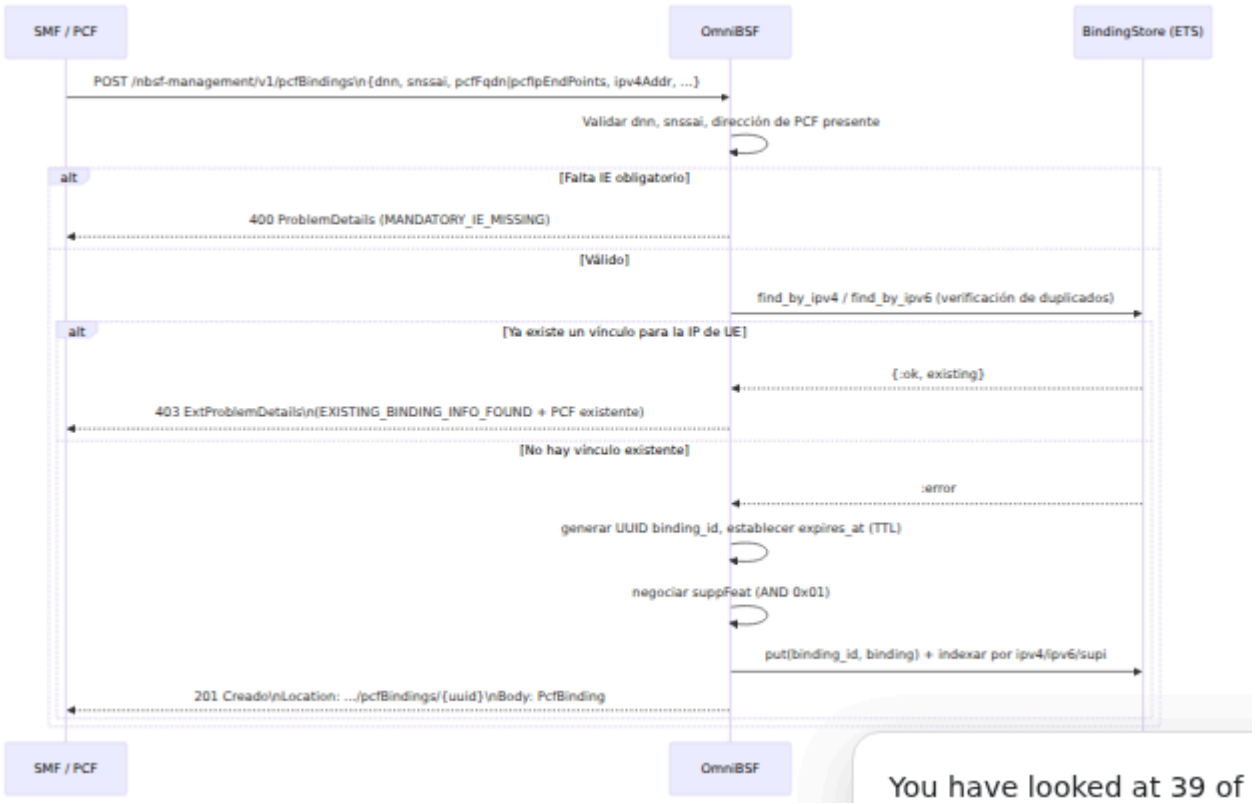
Una respuesta `403` a un registro duplicado lleva un cuerpo `ExtProblemDetails` (`cause` = `EXISTING_BINDING_INFO_FOUND`) con el `pcfSmFqdn` / `pcfSmIpEndPoints` del PCF existente en línea en el nivel superior, según TS 29.521.

API de Gestión del Operador

Además del oyente del SBI, OmniBSF expone una interfaz REST de gestión del operador (OAM) para ver estadísticas, inspeccionar/limpiar vínculos, ajustar la capacidad/prioridad del perfil NRF y el nivel de registro en tiempo de ejecución, y forzar la re-registro del NRF. Consulte API de Gestión para la referencia completa de puntos finales.

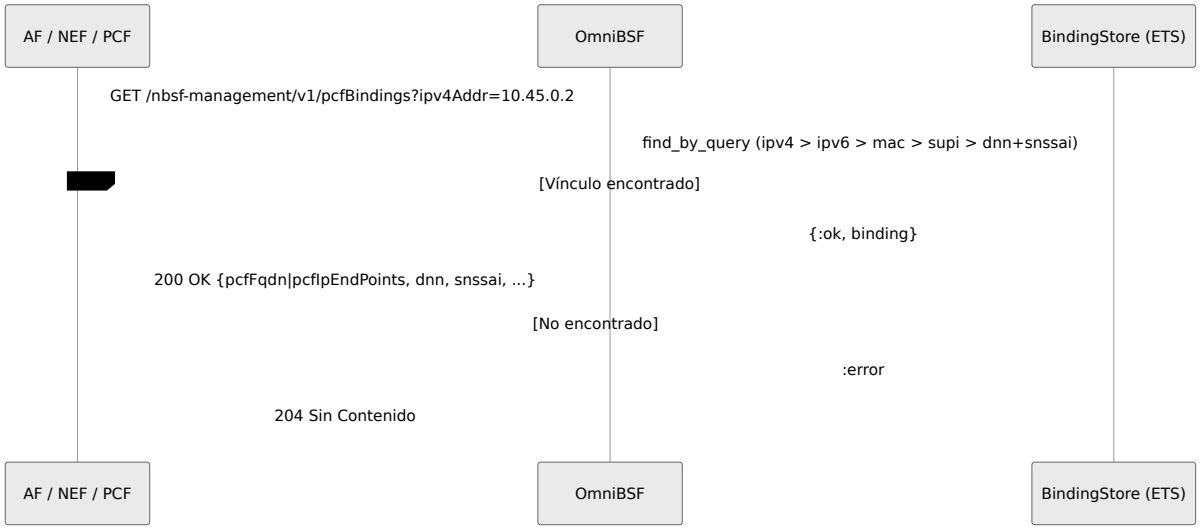
Procedimientos Clave

Registro de Vínculo de PCF (POST)

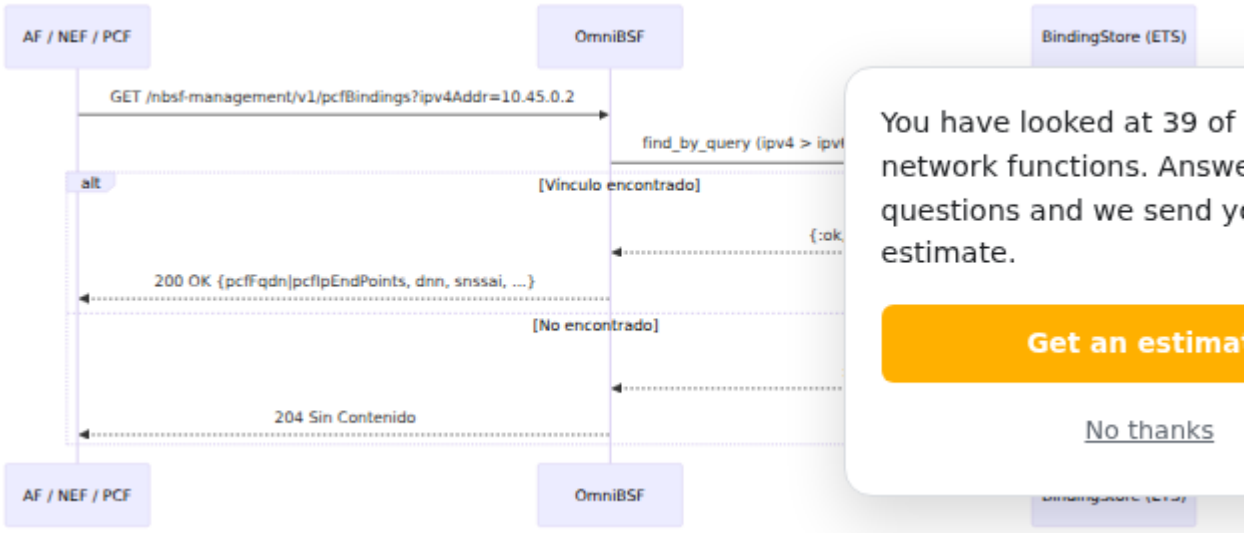


You have looked at 39 of

Descubrimiento de Vínculo de PCF (GET)

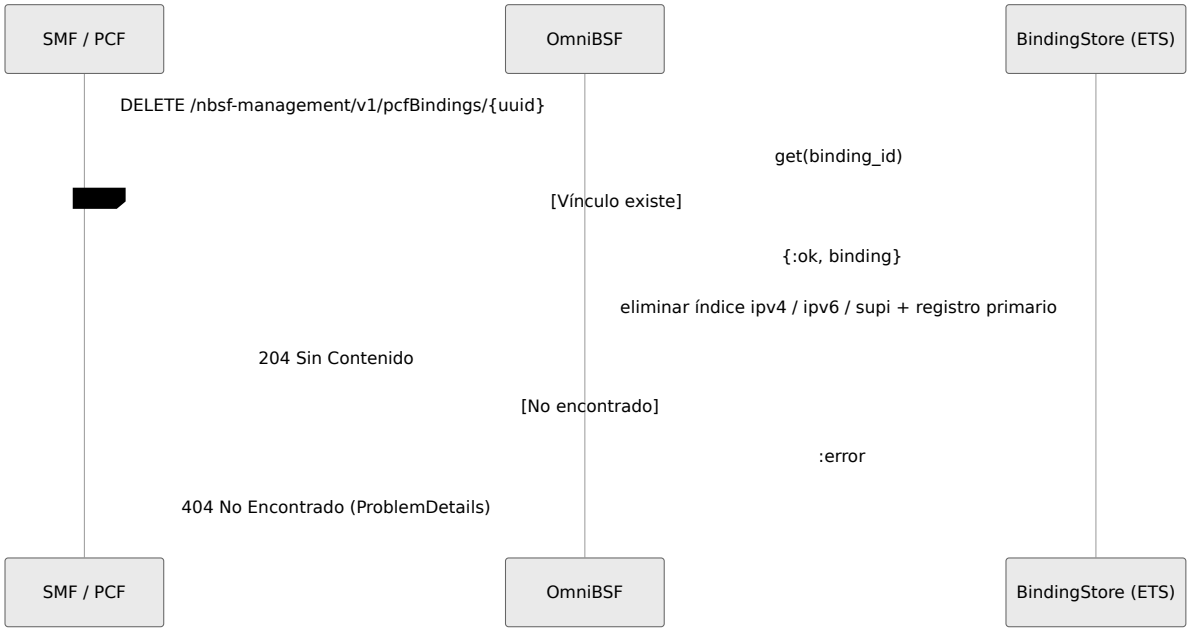


Actualización de Vínculo de PCF (PATCH)



El merge-patch se aplica solo a los campos `ipv4Addr`, `ipv6Prefix`, `macAddr48`, `pcfFqdn` y `pcfIpEndPoints`; dado que los índices IPv4/IPv6/SUPI/MAC y DNN+S-NSSAI se basan en el contenido del vínculo, el registro antiguo y sus entradas de índice se eliminan y el vínculo actualizado se vuelve a insertar para que los índices permanezcan consistentes. Un PATCH también refresca el `expires_at` del vínculo desde `binding_ttl_seconds`, por lo que actúa como un keep-alive que extiende la vida del vínculo. Consulte Ajuste de Tiempo de Vida del Vínculo.

Desregistro de Vínculo de PCF (DELETE)



Registro y Latido del NRF

Al iniciar, OmniBSF registra un perfil de NF BSF con el NRF (desde `nrf_uri`), publicitando su dirección/puerto/esquema del SBI, el PLMN configurado (`mcc`/`mnc`), y el servicio `nbsf-management` v1. Luego envía latidos periódicos de actualización de NF cada `heartbeat_interval` milisegundos. El registro puede forzarse en cualquier momento a través de la API de gestión.

← Resumen

Solución de problemas de OmniBSF

204 devuelto cuando se espera un enlace

1. Confirme que la clave de consulta coincida con lo que se registró. `ipv4Addr`, `ipv6Prefix` y `supi` son coincidencias de cadena exactas; las diferencias de formato (ceros a la izquierda, notación de longitud de prefijo) causan un fallo.
2. Verifique si hay `PCF binding not found for query:` en los registros para ver la consulta exacta.
3. Confirme que el registrante completó el POST (busque `PCF binding registered:` en los registros).
4. El descubrimiento de DNN+S-NSSAI se resuelve a través del índice `{dnn, sst}` y coincide exactamente con `sst`; una discrepancia de tipo entre entero y cadena en el cuerpo del POST original impedirá una coincidencia.
5. Verifique si el TTL del enlace ha expirado y el limpiador lo ha eliminado (`[BindingCleaner] Removed N expired binding(s)`).

403 en POST

Ya existe un enlace para el `ipv4Addr` / `ipv6Prefix` proporcionado. La respuesta es un `ExtProblemDetails` con `cause = EXISTING_BINDING_INFO_FOUND` y el `pcfSmFqdn` / `pcfSmIpEndPoints` del PCF incumbente. Reutilice el PCF devuelto, o `DELETE` el enlace existente primero si se pretende un reencuadre genuino.

400 en POST

El cuerpo falta un IE obligatorio. El campo `detail` lo identifica: `No DNN`, `No S-NSSAI`, o `No PCF address information (pcfFqdn or pcfIpEndPoints required)`. La ruta genérica de campo faltante informa `MANDATORY_IE_MISSING`.

404 en DELETE o PATCH

La ID del enlace no coincide con ningún enlace activo. O ya fue eliminado, su TTL expiró, o OmniBSF se reinició (todos los enlaces están en memoria y se pierden al reiniciar). Verifique si hay `PCF binding not found for deregister:` / `PCF binding not found for update:`.

415 en PATCH

El manejador de `PATCH` requiere `Content-Type: application/merge-patch+json`. Cualquier otro tipo de contenido es rechazado con `415 Unsupported Media Type`.

Alta memoria / aumento en el conteo de enlaces

Monitoree el conteo de enlaces activos a través del medidor `omni_bsf_active_bindings_count`, que se emite al registrar, desregistrar y en cada barrido del limpiador; el punto final de estadísticas de OAM (`GET /api/statistics`) y el punto final de estado de NF informan la misma cifra. Los enlaces cuyas sesiones PDU terminan sin un `DELETE` permanecen hasta que su TTL expire y el limpiador los elimine. Debido a que un PATCH actualiza el TTL de un enlace, un registrante que sigue parcheando un enlace lo mantiene vivo; un enlace solo caduca una vez que ni un DELETE ni un PATCH se han recibido dentro de `:binding_ttl_seconds`. Acorte `:binding_ttl_seconds` o `:binding_cleanup_interval_ms` si los enlaces obsoletos se acumulan más rápido de lo que el TTL predeterminado de 24 horas los elimina. La API de gestión también ofrece una operación de limpiar todo.

Registro de NRF fallido

Verifique `omni_bsf_nrf_registration_status{nf_type="bsf"}` y los registros. Verifique que `nrf_uri` sea accesible, que `mcc`/`mnc` coincidan con el PLMN configurado en el NRF, y que la conectividad desde `sbi_addr` al NRF esté funcionando. Se puede forzar un re-registro a través de la API de gestión.