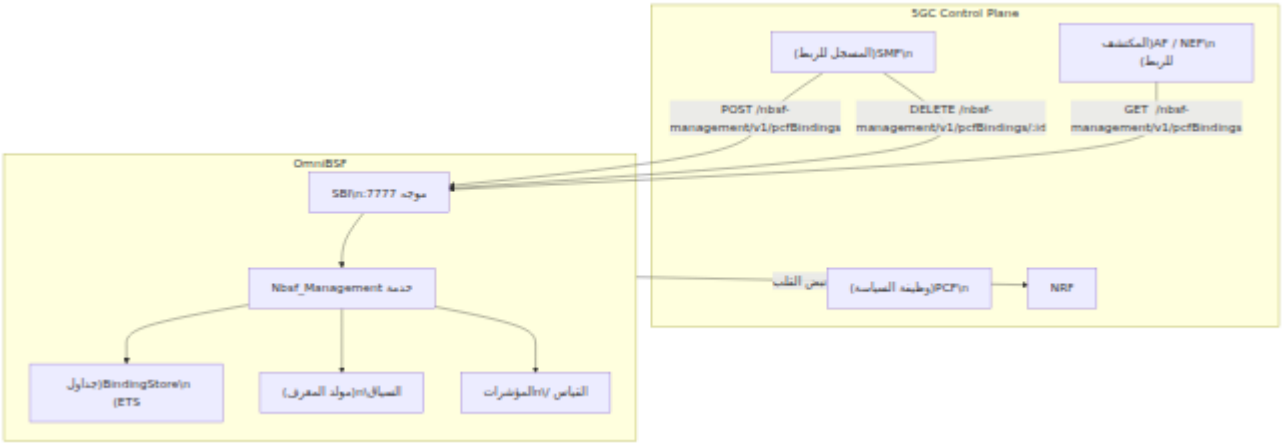
دليل عمليات OmniBSF

جدول المحتويات

1. نظرة عامة على المكونات
2. أدوار 3GPP والمراجع الفنية
3. نقاط نهاية SBI
4. مرجع التكوين
5. الإجراءات الرئيسية
6. الرصد
7. القيود المعروفة
8. استكشاف الأخطاء وإصلاحها

نظرة عامة على المكونات

يطبق OmniBSF وظيفة دعم الربط (BSF) 3 المعرفة في 3GPP TS 29.521. يحتفظ BSF بسجل بمثيل PCF (IPv6 أو IPv4 بروتوكول الإنترنت) لـ UE IP حيث يقوم بربط كل عنوان، لربط PCF الخاصة به. وهذا يسمح لمستهلكي NF (SMF و AF و NEF) المسؤول عن سياسة جلسة PDU باكتشاف PCF الصحيح لجلسة معينة دون استعلام NRF.



تخزين البيانات الداخلي

تُحتفظ الروابط في أربع جداول ETS أثناء التشغيل. جميع البيانات في الذاكرة ولا تبقى بعد إعادة تشغيل العملية.

جدول ETS	النوع	المفتاح	القيمة
`bsf_bindings`	`:set`	binding_id (سلسلة نصية)	خريطة الربط الكاملة
`bsf_ipv4_index`	`:set`	عنوان IPv4 (سلسلة نصية)	binding_id
`bsf_ipv6_index`	`:set`	بادئة IPv6 (سلسلة نصية)	binding_id
`bsf_supi_index`	`:set`	SUPI (سلسلة نصية)	binding_id

أدوار 3GPP والمراجع الفنية

العنصر	المرجع
تعريف NF BSF	3GPP TS 23.501 القسم 6.2.15
خدمة Nbsf_Management	3GPP TS 29.521
إجراء تسجيل ربط PCF	3GPP TS 29.521 القسم 4.2.2
إجراء اكتشاف ربط PCF	3GPP TS 29.521 القسم 4.2.3
إجراء إلغاء تسجيل ربط PCF	3GPP TS 29.521 القسم 4.2.4
إطار عمل SBI المشترك	3GPP TS 29.500
تسجيل NF مع NRF	3GPP TS 29.510
نموذج بيانات PcfBinding	3GPP TS 29.521 القسم 6.1

مثيلات متعددة. دوره الأساسي هو ربط PCF وظيفة شبكة إلزامية عندما يدعم BSF يعتبر يتم التعامل معها بواسطة نفس مثيل PDU الجلسات: ضمان أن جميع قرارات السياسة لجلسة PCF.

نقاط نهاية SBI

مسار القاعدة: `/nbsf-management/v1`

الطريقة	المسار	الوصف	النجاح	الخطأ
`POST`	`/pcfBindings`	تسجيل ربط PCF. ينشئ ربطًا جديدًا أو يقوم بتحديثه بناءً على عنوان IP لـ UE. يُرجع رأس `Location` مع معرف الربط.	201 تم الإنشاء	400 طلب غير صحيح (مفقود snssai أو dnn أو عنوان PCF)
`GET`	`/pcfBindings`	اكتشاف ربط PCF. يقبل معلمات استعلام للبحث عن الربط. يُرجع كائن `PcfBinding` أو 204 إذا لم يتم العثور عليه.	200 حسنًا أو 204 لا محتوى	400 طلب غير صحيح
`DELETE`	`/pcfBindings/{bindingId}`	إلغاء تسجيل ربط PCF بواسطة معرفه.	204 لا محتوى	404 غير موجود

معلمات استعلام GET

المعلمة	النوع	أولوية البحث	الوصف
`ipv4Addr`	سلسلة نصية	1 (الأعلى)	عنوان IPv4 لـ UE (مطابقة دقيقة)
`ipv6Prefix`	سلسلة نصية	2	بادئة IPv6 لـ UE (مطابقة دقيقة)
`dnn`	سلسلة نصية	3 (مسح الجدول)	اسم الشبكة البيانات، يُستخدم مع `snssai`
`snssai`	سلسلة نصية (مشفرة بتنسيق JSON)	3 (مسح الجدول)	S-NSSAI مع حقول `sst` و `sd` الاختيارية

تتبع أولوية البحث TS 29.521 وتنفيذ مرجع open5gs `bsf-sm.c`: يتم التحقق من `ipv4Addr` أولاً، ثم `ipv6Prefix`، ثم مجموعة DNN+S-NSSAI (التي تتطلب مسح جدول كامل).

جسم طلب POST — الحقول المطلوبة

الحقل	النوع	الوصف
`snssai`	كائن	S-NSSAI (عدد صحيح `sst` + سلسلة نصية اختيارية `sd`). إلزامي.
`dnn`	سلسلة نصية	اسم الشبكة البيانات. إلزامي.
`pcfFqdn`	سلسلة نصية	FQDN لـ PCF. إلزامي إذا كانت `pcfIpEndPoints` غائبة.
`pcfIpEndPoints`	مصفوفة	قائمة نقاط نهاية IP لـ PCF. إلزامية إذا كانت `pcfFqdn` غائبة.
`ipv4Addr`	سلسلة نصية	عنوان IPv4 لـ UE. اختياري ولكن مطلوب للبحث عن IPv4.
`ipv6Prefix`	سلسلة نصية	بادئة IPv6 لـ UE. اختياري ولكن مطلوب للبحث عن IPv6.
`supi`	سلسلة نصية	المعرف الدائم للمشترك. اختياري.
`gpsi`	سلسلة نصية	المعرف العام للاشتراك. اختياري.
`ipv4FrameRouteList`	مصفوفة	طرق مؤطرة IPv4. اختياري.
`ipv6FrameRouteList`	مصفوفة	طرق مؤطرة IPv6. اختياري.
`suppFeat`	سلسلة نصية (hex)	خريطة الميزات المدعومة. يتم التفاوض عليها عبر AND البت.

مرجع التكوين

يتم تعيين جميع المعلمات عبر بيئة التطبيق (عادةً `config/runtime.exs`).

```
config :omnibsf,
  sbi_scheme: "http",
  sbi_addr:   "127.0.0.15",
  sbi_port:   7777,
  nrf_uri:    "http://127.0.0.10:7777",
  mcc:        "999",
  mnc:        "70",
  heartbeat_interval: 10_000
```

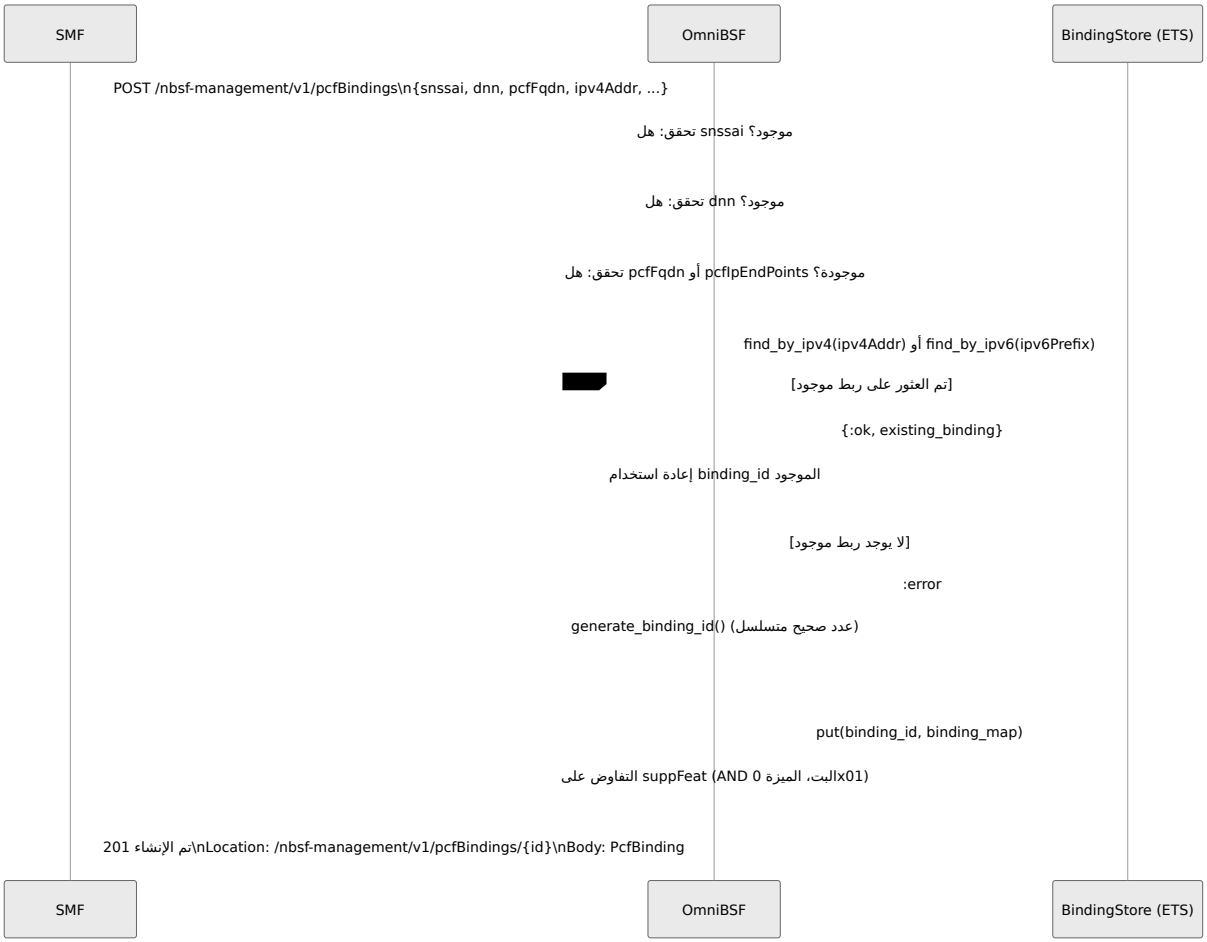
جدول المعلمات

المعلمة	القيمة الافتراضية	النوع	الوصف
`sbi_scheme`	`"http"`	سلسلة نصية	مخطط النقل لمستمع SBI. يتم تعيينه إلى `"https"` عندما يتم التعامل مع إنهاء TLS بواسطة OmniBSF مباشرة.
`sbi_addr`	`"127.0.0.15"`	سلسلة نصية	عنوان IP الذي يرتبط به خادم HTTP لـ SBI.
`sbi_port`	`7777`	عدد صحيح	منفذ TCP الذي يستمع عليه خادم HTTP لـ SBI.
`nrf_uri`	`"http://127.0.0.10:7777"`	سلسلة نصية	URI الأساسي لـ NRF المستخدم لتسجيل NF ونبض القلب.
`mcc`	`"999"`	سلسلة نصية	رم�� الدولة المحمول. يُستخدم في ملف NF المقدم إلى NRF أثناء التسجيل.

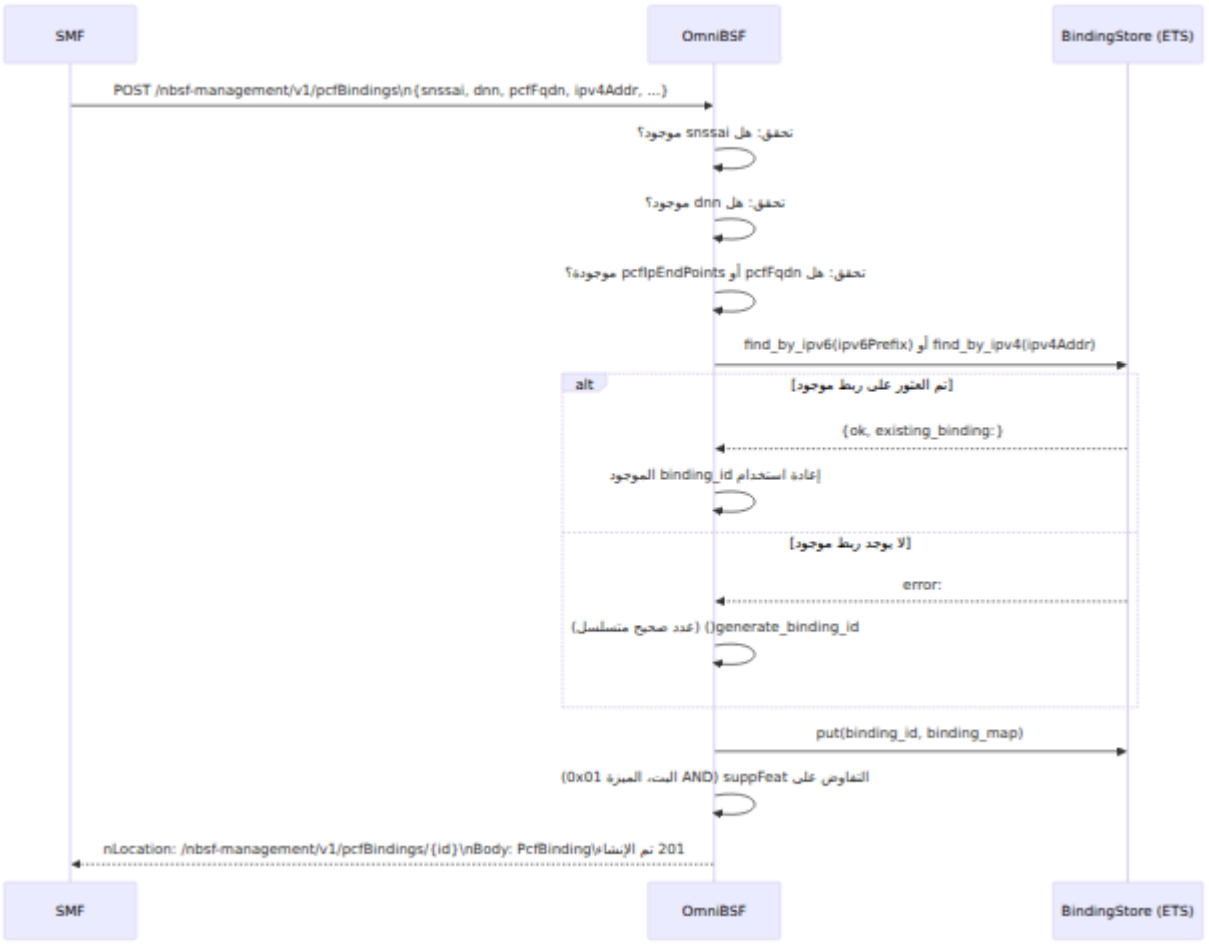
المعلمة	القيمة الافتراضية	النوع	الوصف
`mnc`	`"70"`	سلسلة نصية	رمز الشبكة المحمولة. يُستخدم في ملف NF المقدم إلى NRF أثناء التسجيل.
`heartbeat_interval`	`10_000`	عدد صحيح (مللي ثانية)	الفاصل الزمني بين طلبات نبض القلب NRF (NFUpdate). قيمة `10_000` (10 ثوانٍ) مناسبة لمعظم النشر؛ قللها إذا كانت TTLs الخاصة بـ NRF أقصر.

الإجراءات الرئيسية

تسجيل ربط PCF (POST)



اكتشاف ربط PCF (GET)



إلغاء تسجيل ربط PCF (DELETE)

تسجيل NRF ونبض القلب

يسجل OmniBSF كملف تعريف NF BSF مع NRF باستخدام مكتبة `Omni5gEx` عند بدء التشغيل. يرسل طلبات نبض القلب بشكل دوري عند `heartbeat_interval` المشتركة. إذا فقد NFUpdate المكون NRF (على سبيل المثال، إعادة تشغيل NRF)، سيحاول OmniBSF إعادة التسجيل تلقائيًا.

الرصد

أحداث القياس

الحدث	القياسات	العلامات	الوصف
`[:omnibsf, :pcf_binding, :register]`	`count`	`dnn`	يتم إطلاقه في كل تسجيل ربط ناجح
`[:omnibsf, :pcf_binding, :discover]`	`count`	`result` (`found`/`not_found`)	يتم إطلاقه في كل طلب اكتشاف
`[:omnibsf, :pcf_binding, :deregister]`	`count`	`binding_id`	يتم إطلاقه في كل إلغاء تسجيل ناجح
`[:omnibsf, :binding, :register]`	`count`	—	عداد التسجيل الإجمالي
`[:omnibsf, :binding, :discover]`	`count`	`result`	عداد الاكتشاف الإجمالي
`[:omnibsf, :binding, :deregister]`	`count`	—	عداد الإلغاء الإجمالي
`[:omnibsf, :bindings, :active]`	`count`	—	مقياس: عدد الربط النشط الحالي
`[:omni5g, :nrf, :registration]`	`status`	`nf_type`	حالة تسجيل NRF (1=مسجل،

الوصف	العلامات	القياسات	الحدث
(0=غير مسجل			

مؤشرات بروميثيوس

BSF مؤشرات

المقياس	النوع	العلامات	الوصف
`omni_bsf.pcf_binding.register.count`	عداد	`dnn`	تسجيلات ربط PCF
`omni_bsf.pcf_binding.discover.count`	عداد	`result`	اكتشافات ربط PCF
`omni_bsf.pcf_binding.deregister.count`	عداد	`binding_id`	إلغاء سجيل ربط PCF
`omni_bsf.binding_registers.total`	عداد	--	عداد التسجيل الإجمالي
`omni_bsf.binding_discovers.total`	عداد	`result`	عداد الاكتشاف الإجمالي
`omni_bsf.binding_deregisters.total`	عداد	--	عداد الإلغاء الإجمالي
`omni_bsf.active_bindings.count`	مقياس	--	عدد الربط النشط الحالي
`omni_bsf.nrf.registration.status`	مقياس	`nf_type`	الة تسجيل NRF (1=سجل، 0=غير مسجل)

مؤشرات VM BEAM

المقياس	النوع	الوصف
`beam.memory.total`	مقياس	إجمالي ذاكرة BEAM بالبايت
`beam.memory.processes`	مقياس	الذاكرة المستخدمة بواسطة عمليات Erlang
`beam.memory.processes_used`	مقياس	الذاكرة المستخدمة فعليًا بواسطة العمليات
`beam.memory.system`	مقياس	ذاكرة النظام
`beam.memory.atom`	مقياس	إجمالي ذاكرة الذرات
`beam.memory.atom_used`	مقياس	الذاكرة المستخدمة للذرات
`beam.memory.binary`	مقياس	ذاكرة ثنائية
`beam.memory.code`	مقياس	ذاكرة التعليمات البرمجية
`beam.memory.ets`	مقياس	ذاكرة جدول ETS
`beam.processes.count`	مقياس	عدد عمليات Erlang
`beam.ports.count`	مقياس	عدد منافذ Erlang
`beam.atom.count`	مقياس	عدد الذرات
`beam.vm.uptime`	مقياس	وقت تشغيل VM بالثواني

أنماط السجل

المستوى	النمط	المعنى
`info`	`PCF binding registered: id=<N> ipv4=<addr> ...`	تسجيل ناجح
`info`	`PCF binding deregistered: id=<N>`	إلغاء تسجيل ناجح
`debug`	`PCF binding discovered: id=<N>`	اكتشاف ناجح
`debug`	`PCF binding not found for query: ...`	فشل الاكتشاف
`warning`	`PCF binding not found for deregister: id=<N>`	DELETE لمعرفة غير معروفة

القيود المعروفة

المعرف	الشدة	الوصف
BSF-M1	متوسط	`PATCH /nbsf-management/v1/pcfBindings/{bindingId}` غير مُنفذ. تتطلب تحديثات ربط PCF DELETE كامل يتبعه POST. اختيارية عندما لا يتم PATCH فإن طريقة TS 29.521، جديد. وفقًا لـ `BindingUpdate` المدعومة، ولكن العملاء الذين التفاوض على ميزة 0x01 يتفاوضون على الميزة دعم قد يتوقعون PATCH.
BSF-M2	متوسط	`PcfBinding` لا يتضمن كائن POST 201 و المُرجع في استجابات `bindingId`. يجب على المستهلكين استخراج حقل GET 200 `Location` لاستجابة POST. معرف الربط من رأس
BSF-M3	متوسط	`PcfBinding` واحد بدلاً من GET كائن تُرجع نقطة نهاية اكتشاف `PcfBindingList` المعرفة في TS 29.521. سيحصل مصفوفة المستهلكون الذين يتوقعون الشكل الجماعي على نوع استجابة غير متوقع.
BSF-M4	متوسط	`:set` جدول SUPI يستخدم فهرس ETS، مما يعني أنه يتم الاحتفاظ إذا كان لدى المشترك جلسات PDU برابط واحد فقط لكل SUPI. متعددة متزامنة عبر DNNs مختلفة، فسيتم فهرسة الربط المسجل مؤخرًا فقط بواسطة SUPI. لا تتأثر فهارس IPv4/IPv6.
BSF-L1	منخفض	`macAddr48` معلمة استعلام غير مدعومة. يؤدي البحث القائم على المستخدم في سيناريوهات 5G-LAN وبعض الوصول عنوان MAC (دائمًا إلى إرجاع 204 (الثابت.
BSF-L2	منخفض	`pcfRegionId` و `pcfSetId` يتم قبول معلمات الاستعلام ولكن يتم تجاهلها. لا يتم تطبي`bindLevel` أي تصفية بواسطة أو المنطقة PCF مجموعة.
BSF-L3	منخفض	معرفات الربط هي أعداد صحيحة متسلسلة (1، 2، 3، ...) بدلاً من UUIDs أو سلاسل غير شفافة. هذا يكشف عن العدد الإجمالي للربط التي تم إنشاؤها منذ بدء التشغيل لأي مستهلك يقوم بفحص رؤوس `Location`.

المعرف	الشدة	الوصف
BSF-L5	منخفض	أو آلية انتهاء. ستبقى الربط التي تم TTL لا تحتوي الروابط على في الذاكرة DELETE التي تنتهي دون إرسال PDU إنشاؤها لجلسة إلى أجل غير مسمى. يتطلب التدخل من المشغل (إعادة تشغيل العملية) لتطهير الروابط القديمة.

استكشاف الأخطاء وإصلاحها

204 تم إرجاعها عندما يُتوقع وجود ربط

1. تحقق من أن معلمة الاستعلام تتطابق تمامًا مع ما تم تسجيله. تعتبر عمليات البحث عن IPv4 و IPv6 مطابقة دقيقة — ستؤدي اختلافات التنسيق (مثل الأصفار البادئة، أو تدوين طول البادئة) إلى فشل.
2. تحقق من السجلات للبحث عن `PCF binding not found for query:` لرؤية ما تم ال��حث عنه.
3. تأكد من أن SMF أكمل تسجيل POST بنجاح (ابحث عن `PCF binding registered:` في السجلات).
4. لاحظ أن البحث عن DNN+S-NSSAI يقوم بمسح جدول كامل؛ إذا لم تتطابق `sst` فلن يجد، (الأصلي POST عدم تطابق نوع العدد الصحيح مقابل سلسلة نصية في) تمامًا المسح السجل.

404 عند DELETE

معرف الربط في مسار الطلب لا يتطابق مع أي ربط نشط. إما أن الربط قد تم إلغاء تسجيله بالفعل، أو أن OmniBSF قد أعيد تشغيله (تُفقد جميع الروابط عند إعادة التشغيل لأن التخزين في الذاكرة فقط). تحقق من السجلات للبحث عن `PCF binding not found for deregister:`.

400 عند POST

يفتقر جسم الطلب إلى حقل أو أكثر من الحقول الإلزامية. سيحدد حقل `detail` في جسم استجابة `ProblemDetails` الحقل المفقود المحدد: `"No S-NSSAI"`، `"No DNN"`، أو `"No PCF address information"`.

استخدام عالي للذاكرة / تراكم الروابط القديمة

لا يحتوي OmniBSF على TTL للربط (BSF-L5). إذا انتهت جلسات PDU دون إرسال طلبات DELETE، تتراكم الروابط إلى أجل غير مسمى. راقب مقياس `omni_bsf.active_bindings.count`. يمكن أن يؤدي إعادة التشغيل المنضبطة إلى مسح جميع الروابط؛ ستقوم إعادة التسجيل بواسطة مثيلات SMF النشطة بإعادة ملء المخزن.

فشل تسجيل NRF

تحقق من مقياس `omni_bsf.nrf.registration.status` والسجلات للبحث عن أخطاء متعلقة بـ NRF. تحقق من:

- أن `nrf_uri` يشير إلى مثيل NRF يمكن الوصول إليه.
- أن قيم `mcc` و `mnc` تتطابق مع PLMN المكون في NRF.
- أن الاتصال الشبكي بين OmniBSF و NRF يعمل.

التفاوض على الميزات المدعومة

يعلن OmniBSF `0x01` (BindingUpdate). سيقوم العملاء الذين يتفاوض فقط على بت الميزة `0` مع بتات أعلى بتصفية تلك البتات في الاستجابة. هذا سلوك متوقع وفقًا لـ `suppFeat` يرسلون قيم القسم 6.1.6 TS 29.521.