تنسيق سجل بيانات الشحن (CDR)

الشحن غير المتصل لـ SGW-C

Omnitouch بواسطة خدمات الشبكة OmniSGW

جدول المحتويات

1. نظرة عامة
2. تنسيق ملف CDR
3. حقول CDR
4. أحداث CDR
5. هيكل الملف
6. التكوين
7. تدفق توليد CDR
8. تفاصيل الحقول
9. أمثلة
10. التكامل

نظرة عامة

سجل بيانات الشحن (CDR) تنسيق يوفر قدرات الشحن غير المتصل لطبقة التحكم في البوابة الخدمية (SGW-C). يتم توليد سجلات CDR، واستخدام البيانات، لتسجيل أحداث جلسة الناقل، ومعلومات المشترك لأغراض الفوترة والتحليلات.

هذا التنسيق الشائع متوافق مع سجلات CDR الخاصة بـ PGW-C، مما يضمن الاتساق في سجلات الش��ن عبر بنية EPC التحتية.

الميزات الرئيسية

- **تنسيق يعتمد على CSV** - قيم مفصولة بفواصل بسيطة وسهلة القراءة
- **تسجيل قائم على الأحداث** - يلتقط أحداث بدء وتحديث وانتهاء الناقل
- **قياس الحجم** - يسجل استخدام البيانات في الاتجاهين
- **دوران تلقائي** - دوران الملفات القابل للتكوين بناءً على فترات زمنية
- **متوافق مع 3GPP** - يتبع 3GPP TS 32.251 (شحن مجال PS) و TS 32.298 (ترميز CDR)

حالات الاستخدام

حالة الاستخدام	الوصف
الشحن غير المتصل	توليد سجلات CDR للفوترة بعد الدفع
التحليلات	تحليل أنماط استخدام المشتركين
سجل التدقيق	تتبع جميع أحداث جلسة الناقل
تخطيط السعة	مراقبة استخدام موارد الشبكة
استكشاف الأخطاء	تصحيح مشاكل الجلسة والناقل

تنسيق ملف CDR

قاعدة تسمية الملفات

```
<epoch_timestamp>
```

مثال:

```
1726598022
```

عندما تم إنشاء الملف (بالثواني) Unix اسم الملف هو الطابع الزمني لزمن.

موقع الملف

الدليل الافتراضي:

- SGW-C: `/var/log/sgw_c/cdrs/`

يمكن تكوينه عبر معلمة `directory` في تكوين مُبلغ CDR.

رأس الملف

يبدأ كل ملف CDR برأس متعدد الأسطر يحتوي على بيانات التعريف:

```
# ملف بيانات CDR:
# وقت بدء الملف: HH:MM:SS (unix_timestamp)
# وقت انتهاء الملف: HH:MM:SS (unix_timestamp)
# اسم البوابة: <gateway_name>
#
epoch,imsi,event,charging_id,msisdn,ue_imei,timezone_raw,plmn,tac,eci
```

حقول الرأس:

- **وقت بدء الملف** - عندما تم إنشاء ملف CDR (قابل للقراءة البشرية وطابع زمني Unix)
- **وقت انتهاء الملف** - عندما سيحدث دوران الملف (قابل للقراءة البشرية وطابع زمني Unix)
- **اسم البوابة** - معرف لنسخة SGW-C
- **رؤوس الأعمدة** - أسماء حقول CSV لسجلات البيانات

حقول CDR

ملخص الحقول

الموضع	اسم الحقل	النوع	الوصف
0	epoch	عدد صحيح	طابع زمني للحدث (Unix ثواني)
1	imsi	سلسلة	هوية المشترك الدولي للهاتف المحمول
2	event	سلسلة	نوع حدث CDR (مثل "default_bearer_start")
3	charging_id	عدد صحيح	معرف شحن فريد للناقل
4	msisdn	سلسلة	رقم ISDN لمحطة الهاتف المحمول (رقم الهاتف)
5	ue_imei	سلسلة	هوية المعدات الدولية للهاتف المحمول
6	timezone_raw	سلسلة	المنطقة الزمنية لـ UE (محجوزة، حالياً فارغة)
7	plmn	عدد صحيح	معرف الشبكة العامة للهاتف المحمول
8	tac	عدد صحيح	رمز منطقة التتبع
9	eci	عدد صحيح	معرف خلية E-UTRAN
10	sgw_ip	سلسلة	عنوان IP لطبقة التحكم S5/S8 لـ SGW-C
11	ue_ip	سلسلة	عنوان IP لـ UE (بتنسيق IPv4|IPv6)

الموضع	اسم الحقل	النوع	الوصف
12	pgw_ip	سلسلة	عنوان IP لطبقة التحكم S5/S8 لـ PGW-C
13	apn	سلسلة	اسم نقطة الوصول
14	qci	عدد صحيح	معرف فئة QoS
15	octets_in	عدد صحيح	حجم بيانات الاتجاه النزولي (بايت)
16	octets_out	عدد صحيح	حجم بيانات الاتجاه الصاعد (بايت)

أحداث CDR

أنواع الأحداث

يتم توليد سجلات CDR لثلاثة أنواع من الأحداث:

نوع الحدث	التنسيق	الوصف	متى يتم توليده
بدء الناقل	`<type>_bearer_start`	إنشاء الناقل	تم إرسال استجابة إنشاء الجلسة
تحديث الناقل	`<type>_bearer_update`	تقرير الاستخدام أثناء الجلسة	تقارير الاستخدام الدورية من مستوى المستخدم
نهاية الناقل	`<type>_bearer_end`	إنهاء الناقل	طلب/استجابة حذف الجلسة

أنواع الناقل:

- `default` - الناقل الافتراضي (واحد لكل اتصال PDN)
- `dedicated` - الناقل المخصص (صفر أو أكثر لكل اتصال PDN)

أمثلة الأحداث

```
default_bearer_start      - تم إنشاء الناقل الافتراضي
default_bearer_update     - تحديث استخدام الناقل الافتراضي
default_bearer_end        - تم إنهاء الناقل الافتراضي
dedicated_bearer_start    - تم إنشاء الناقل المخصص
dedicated_bearer_update   - تحديث استخدام الناقل المخصص
dedicated_bearer_end      - تم إنهاء الناقل المخصص
```

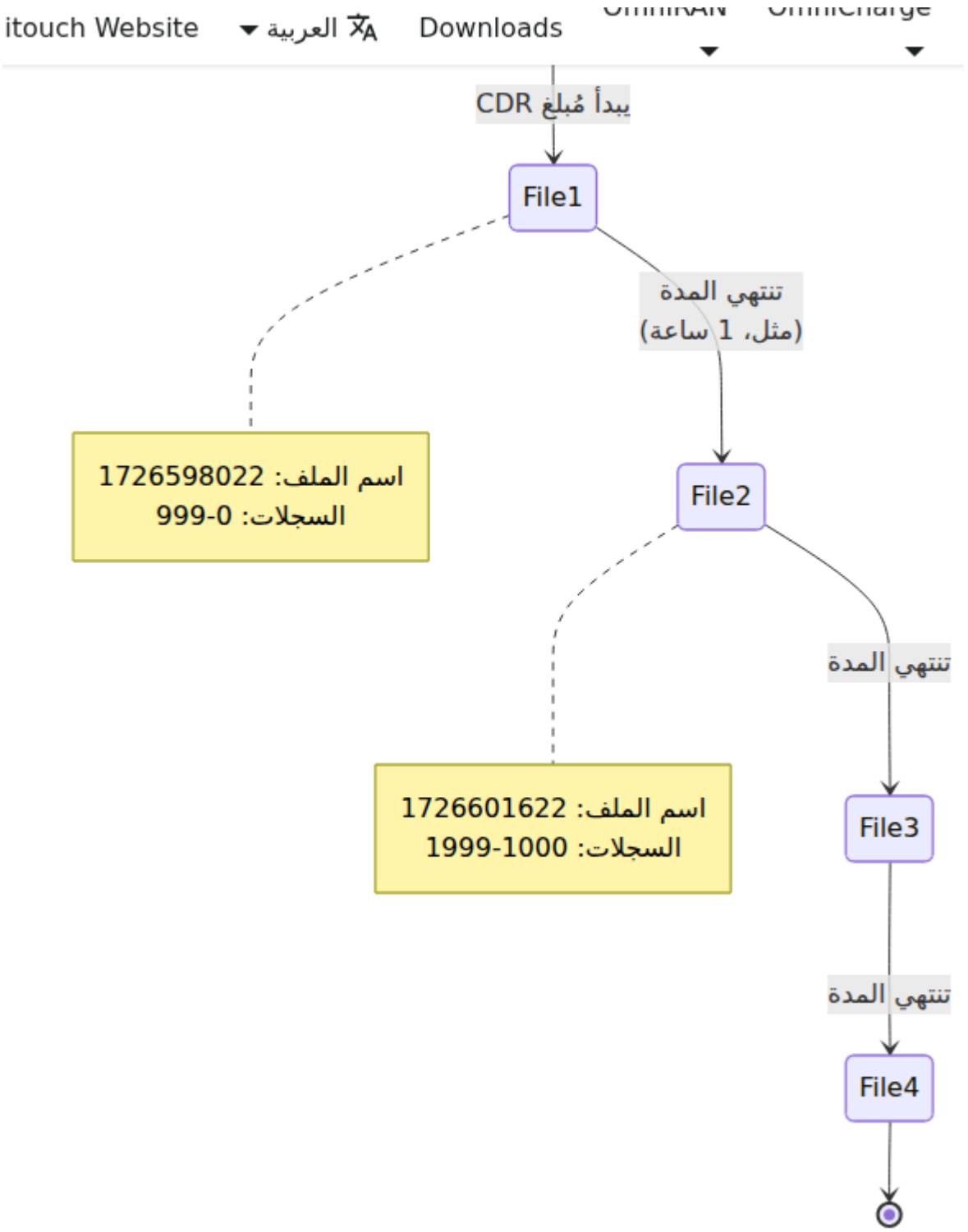
هيكل الملف

مثال على ملف CDR

```
# ملف بيانات CDR:
# (1726598022) 18:53:42 :وقت بدء الملف
# (1726601622) 19:53:42 :وقت انتهاء الملف
# اسم البوابة: sgw-c-prod-01
# epoch,imsi,event,charging_id,msisdn,ue_imei,timezone_raw,plmn,tac,e
1726598022,310260123456789,default_bearer_start,12345,15551234567,123
1726598322,310260123456789,default_bearer_update,12345,15551234567,12
1726598622,310260123456789,default_bearer_update,12345,15551234567,12
1726598922,310260123456789,default_bearer_end,12345,15551234567,12345
```

دوران الملف

يتم دوران ملفات CDR تلقائيًا بناءً على المدة المحددة:



عملية الدوران:

1. إغلاق ملف CDR الحالي
2. إنشاء ملف جديد مع الطابع الزمني الحالي
3. كتابة الرأس إلى الملف الجديد
4. متابعة تسجيل CDRs إلى الملف الجديد

التكوين

معلمات التكوين

المعلمة	النوع	الوصف	الافتراضي	الموصى به
`gateway_name`	سلسلة	معرف نسخة SGW-C	-	استخدم اسم المضيف أو معرف النسخة
`duration`	عدد صحيح	فترة دوران الملف (مللي ثانية)	-	3600000 (1 ساعة)
`directory`	سلسلة	مسار دليل إخراج CDR	-	`/var/log/sgw_c/cdrs`

أمثلة التكوين

الإنتاج:

- **gateway_name:** "sgw-c-prod-01"
- **duration:** 3,600,000 (دوران لمدة ساعة واحدة) مللي ثانية
- **directory:** "/var/log/sgw_c/cdrs"

التطوير:

- **gateway_name:** "sgw-c-dev"
- **duration:** 300,000 (دوران لمدة 5 دقائق للاختبار) مللي ثانية
- **directory:** "/tmp/sgw_c_cdrs"

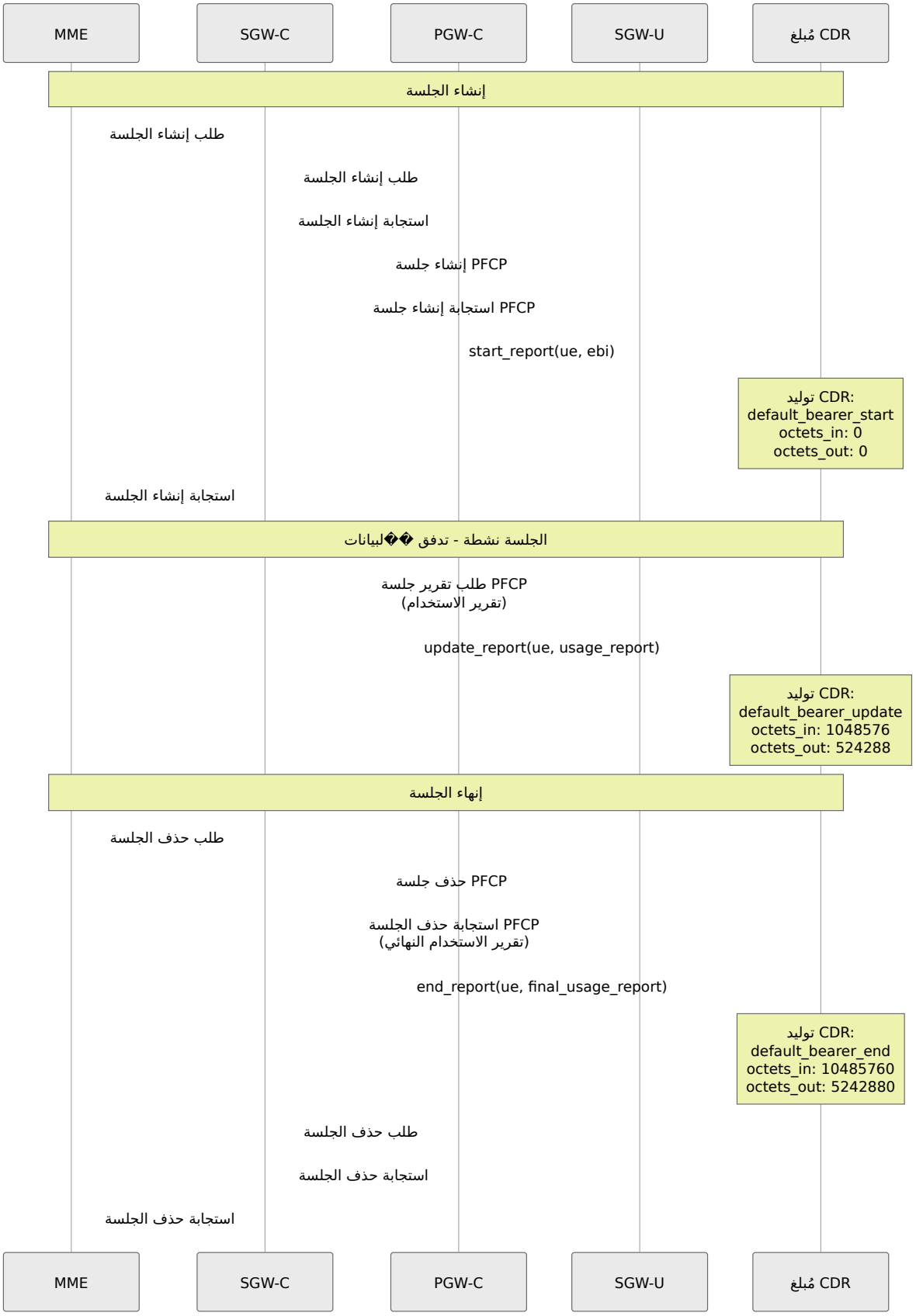
حجم عالي:

- **gateway_name:** "sgw-c-prod-heavy"
- **duration:** 1,800,000 (دوران لمدة 30 دقيقة) مللي ثانية
- **directory:** "/mnt/fast-storage/cdrs"

تدفق توليد CDR

أحداث دورة حياة الناقل CDR

توليد CDR لـ SGW-C:



أحداث توليد CDR

1. بدء الناقل:

- **متى:** تم إرسال استجابة إنشاء الجلسة
- **الغرض:** تسجيل إنشاء الناقل مع عدم وجود استخدام
- **octets_in:** 0
- **octets_out:** 0

2. تحديث الناقل:

- **متى:** تم استلام طلب تقرير جلسة PFCP من مستوى المستخدم
- **الغرض:** تسجيل استخدام البيانات التزايدي
- **octets_in:** بايتات الاتجاه النزولي التراكمية منذ بدء الناقل
- **octets_out:** بايتات الاتجاه الصاعد التراكمية منذ بدء الناقل

3. نهاية الناقل:

- **متى:** تم استلام استجابة حذف جلسة PFCP (مع الاستخدام النهائي)
- **الغرض:** تسجيل الاستخدام النهائي للبيانات قبل إنهاء الجلسة
- **octets_in:** إجمالي بايتات الاتجاه النزولي النهائي
- **octets_out:** إجمالي بايتات الاتجاه الصاعد النهائي

تفاصيل الحقول

1. epoch (الطابع الزمني)

النوع: طابع زمني لزمن Unix (ثواني)

الوصف: الوقت الذي حدث فيه حدث CDR

مثال:

```
1726598022  → 2025-09-17 18:53:42 UTC
```

---

2. imsi (هوية المشترك)

النوع: سلسلة (حتى 15 رقم)

التنسيق: MCCMNC + MSIN

الوصف: هوية المشترك الدولي للهاتف المحمول التي تحدد المشترك بشكل فريد

مثال:

```
310260123456789
  └─┘ └─┘ └─────────┘
   MCC  MNC     MSIN
   (310)(260) (123456789)
```

المصدر: سياق UE، تم استلامه في طلب إنشاء ا��جلسة

---

3. event (نوع حدث CDR)

النوع: سلسلة

التنسيق: `<bearer_type>_bearer_<event>`

القيم:

- `default_bearer_start`
- `default_bearer_update`
- `default_bearer_end`
- `dedicated_bearer_start`
- `dedicated_bearer_update`
- `dedicated_bearer_end`

التحديد:

- إذا كان EBI (معرف الناقل EPS) يساوي LBI (معرف الناقل المرتبط): `default`
- إذا لم يكن EBI يساوي LBI: `dedicated`

LBI) مقابل EBI مقارنة) **المصدر:** سياق الناقل

---

4. charging_id (معرف الشحن)

النوع: عدد صحيح غير موقّع 32 بت

الوصف: معرف فريد لارتباط الشحن عبر عناصر الشبكة

مثال:

```
12345
```

المصدر: مُعين بواسطة PGW-C، تم استلامه في استجابة إنشاء الجلسة

الاستخدام:

- يربط أحداث الشحن عبر SGW وPGW
- يستخدم في واجهات الشحن Diameter Gy/Gz
- فريد لكل ناقل

---

5. msisdn (رقم الهاتف)

النوع: سلسلة (بتنسيق E.164)

الوصف: رقم ISDN (رقم هاتف المشترك) لمحطة الهاتف المحمول

التنسيق: رمز الدولة + الرقم الوطني

مثال:

```
15551234567
 └┘└──────┘
  CC  National
  (1) (5551234567)
```

المصدر: سياق UE، عادةً من HSS عبر MME

---

6. ue_imei (هوية المعدات)

النوع: سلسلة (15 رقم)

التنسيق: TAC (8) + SNR (6) + Spare (1)

الوصف: هوية المعدات الدولية للهاتف المحمول (معرف الجهاز)

مثال:

```
123456789012345
└──────┘└────┘└
   TAC   SNR S
```

المصدر: سياق MME، تم استلامه من UE

---

7. timezone_raw (المنطقة الزمنية لـ UE)

النوع: سلسلة (حالياً محجوزة/فارغة)

الوصف: حقل محجوز لمعلومات المنطقة الزمنية لـ UE

الحالة الحالية: غير مملوءة (حقل فارغ في CSV)

الاستخدام المستقبلي: قد تشمل إزاحة المنطقة الزمنية وعلم التوقيت الصيفي

مثال:

```
,  (حقل فارغ)
```

---

8. plmn (معرف الشبكة)

النوع: عدد صحيح (تنسيق قديم)

الوصف: معرف الشبكة العامة للهاتف المحمول مشفر بتنسيق little-endian hex

عملية التش��ير:

```
MCC: 505, MNC: 57
  ↓
"50557"
  ↓
055570" :تبديل الأزواج"
  ↓
Hex إلى decimal: 0x055570 = 349552
```

مثال:

```
349552  → MCC: 505, MNC: 57
```

المصدر: معلومات موقع MME من UE

ملاحظة: هذا هو تنسيق تشفير قديم للتوافق مع الإصدارات السابقة

---

9. tac (رمز منطقة التتبع)

النوع: عدد صحيح غير موقّع 16 بت

الوصف: رمز منطقة التتبع يحدد منطقة التتبع التي يتواجد فيها UE

النطاق: 0 - 65535

مثال:

```
1234
```

المصدر: معلومات موقع MME تم استلامها من UE، في طلب إنشاء الجلسة

الاستخدام:

- يحدد منطقة إدارة الحركة
- يستخدم في الصفحات وتحديثات الموقع

- جزء من TAI (هوية منطقة التتبع)

---

10. eci (معرف خلية E-UTRAN)

النوع: عدد صحيح غير موقّع 28 بت

الوصف: معرف خلية E-UTRAN يحدد بشكل فريد الخلية التي تخدم UE

التنسيق: معرف eNodeB (20 بت) + معرف الخلية (8 بت)

النطاق: 0 - 268,435,455

مثال:

```
5678
```

المصدر: معلومات موقع UE من MME

الاستخدام:

- يحدد برج الخلية والقطاع المحدد
- يستخدم في النقل وإدارة الحركة
- معلومات موقع دقيقة

---

11. sgw_ip (عنوان IP لطبقة التحكم SGW)

النوع: سلسلة (عنوان IPv4 أو IPv6)

الوصف: عنوان IP لطبقة التحكم S5/S8 لـ SGW-C (F-TEID)

التنسيق: عشري منقوط (IPv4) أو هيكس منقوط (IPv6)

مثال:

```
10.0.0.15       (IPv4)
2001:db8::15    (IPv6)
```

المصدر: التكوين المحلي، مُعين لواجهة S5/S8

---

12. ue_ip (عنوان IP لـ UE)

النوع: سلسلة (بتنسيق IPv4|IPv6)

الوصف: عنوان IP المعين لـ UE من أجل اتصال PDN

التنسيق: `<ipv4>|<ipv6>`

أمثلة:

```
172.16.1.100|                       (IPv4 فقط)
|2001:db8::1                        (IPv6 فقط)
172.16.1.100|2001:db8::1           (ثنائي المكدس)
```

المصدر: تخصيص عنوان PDN (PAA) من PGW-C

ملاحظات:

- IPv4 مُعين فارغ: لا يوجد عنوان IPv4
- IPv6 مُعين فارغ: لا يوجد عنوان IPv6
- ثنائي المكدس PDN كلاهما موجود: اتصال

---

13. pgw_ip (عنوان IP لطبقة التحكم PGW)

النوع: سلسلة (عنوان IPv4 أو IPv6)

الوصف: عنوان IP لطبقة التحكم S5/S8 لـ PGW-C (F-TEID عن بُعد)

التنسيق: عشري منقوط (IPv4) أو هيكس منقوط (IPv6)

مثال:

```
10.0.0.20       (IPv4)
2001:db8::20    (IPv6)
```

المصدر: تم استلامه في استجابة إنشاء الجلسة من PGW-C

---

14. apn (اسم نقطة الوصول)

النوع: سلسلة (حتى 100 حرف)

الوصف: اسم نقطة الوصول الذي يحدد الشبكة الخارجية (PDN)

التنسيق: تنسيق مشابه لـ DNS

أمثلة:

```
internet
ims
mms
enterprise.corporate
```

المصدر: تم استلامه في طلب إنشاء الجلسة من MME

الاستخدام:

- يحدد الشبكة الخارجية التي يجب الاتصال بها
- يدفع قواعد السياسة والشحن
- قد يحدد مجموعة عناوين IP

---

15. qci (معرف فئة QoS)

النوع: عدد صحيح غير موقّع 8 بت

الوصف: معرف فئة QoS يحدد جودة الخدمة للناقل

النطاق: 1 - 9 (موحد)، 128-254 (خاص بالمشغل)

قيم QCI وحدة ال:

QCI	نوع المورد	الأولوية	تأخير الحزمة	فقدان الحزمة	خدمة مثال
1	GBR	2	100 مللي ثانية	10^-2	صوت محادثة
2	GBR	4	150 مللي ثانية	10^-3	فيديو محادثة
3	GBR	3	50 مللي ثانية	10^-3	ألعاب في الوقت الحقيقي
4	GBR	5	300 مللي ثانية	10^-6	فيديو غير محادثة
5	غير GBR	1	100 مللي ثانية	10^-6	إشارات IMS
6	غير GBR	6	300 مللي ثانية	10^-6	فيديو (مخزن)
7	غير GBR	7	100 مللي ثانية	10^-3	صوت، فيديو، ألعاب
8	غير GBR	8	300 مللي ثانية	10^-6	فيديو (مخزن)
9	غير GBR	9	300 مللي ثانية	10^-6	الناقل الافتراضي

مثال:

```
الـنـاقل الافـتـراضي (أفضل جهد) → 9
```

المصدر: معلمات QoS للناقل من PGW-C

---

16. octets_in (حجم البيانات في الاتجاه النزولي)

النوع: عدد صحيح غير موقّع 64 بت

الوصف: عدد البايتات المرسلة في الاتجاه النزولي (الشبك�� ← UE)

الوحدات: بايت

مثال:

```
1 ميغا بايت في الاتجاه النزولي  → 1048576
```

المصدر: قياس حجم PFCP من SGW-U

ملاحظات:

- تراكمي لأحداث `update`
- إجمالي نهائي لأحداث `end`
- دائماً 0 لأحداث `start`

---

17. octets_out (حجم البيانات في الاتجاه الصاعد)

النوع: عدد صحيح غير موقّع 64 بت

الوصف: عدد البايتات المرسلة في الاتجاه الصاعد (UE ← الشبكة)

الوحدات: بايت

مثال:

```
512 كيلوبايت في الاتجاه الصاعد  → 524288
```

المصدر: قياس حجم PFCP من SGW-U

ملاحظات:

- تراكمي لأحداث `update`

- إجمالي نهائي لأحداث `end`
- دائماً 0 لأحداث `start`

أمثلة

المثال 1: جلسة أساسية مع تحديث واحد

الجدول الزمني:

1. تم إنشاء الناقل
2. بعد 5 دقائق: تحديث الاستخدام (10 ميغابايت في الاتجاه النزولي، 5 ميغابايت في الاتجاه الصاعد)
3. تم إنهاء الجلسة

إخراج CDR:

```
# ملف بيانات CDR:
# (1726570800) 10:00:00 :وقت بدء الملف
# (1726574400) 11:00:00 :وقت انتهاء الملف
# sgw-c-01 :اسم البوابة
# epoch,imsi,event,charging_id,msisdn,ue_imei,timezone_raw,plmn,tac,e
1726570800,310260111111111,default_bearer_start,10001,15551111111,111
1726571100,310260111111111,default_bearer_update,10001,15551111111,11
1726571400,310260111111111,default_bearer_end,10001,15551111111,11111
```

المثال 2: جلسة ثنائية المكدس مع تحديثات متعددة

الجدول الزمني:

1. تم إنشاء ناقل ثنائي المكدس (IPv4 + IPv6)
2. تحديثات استخدام متعددة
3. تم إنهاء الجلسة

إخراج CDR:

```
1726570800,310260222222222,default_bearer_start,10002,15552222222,222
1726571100,310260222222222,default_bearer_update,10002,15552222222,22
1726571400,310260222222222,default_bearer_update,10002,15552222222,22
1726571700,310260222222222,default_bearer_update,10002,15552222222,22
1726572000,310260222222222,default_bearer_end,10002,15552222222,22222
```

المثال 3: جلسة مع ناقل مخصص

الجدول الزمني:

1. تم إنشاء الناقل الافتراضي (QCI 9)
2. تم إنشاء ناقل مخصص للفيديو (QCI 6)
3. تحديثات الاستخدام لكلا الناقلين
4. تم حذف الناقل المخصص
5. تم إنهاء الناقل الافتراضي

إخراج CDR:

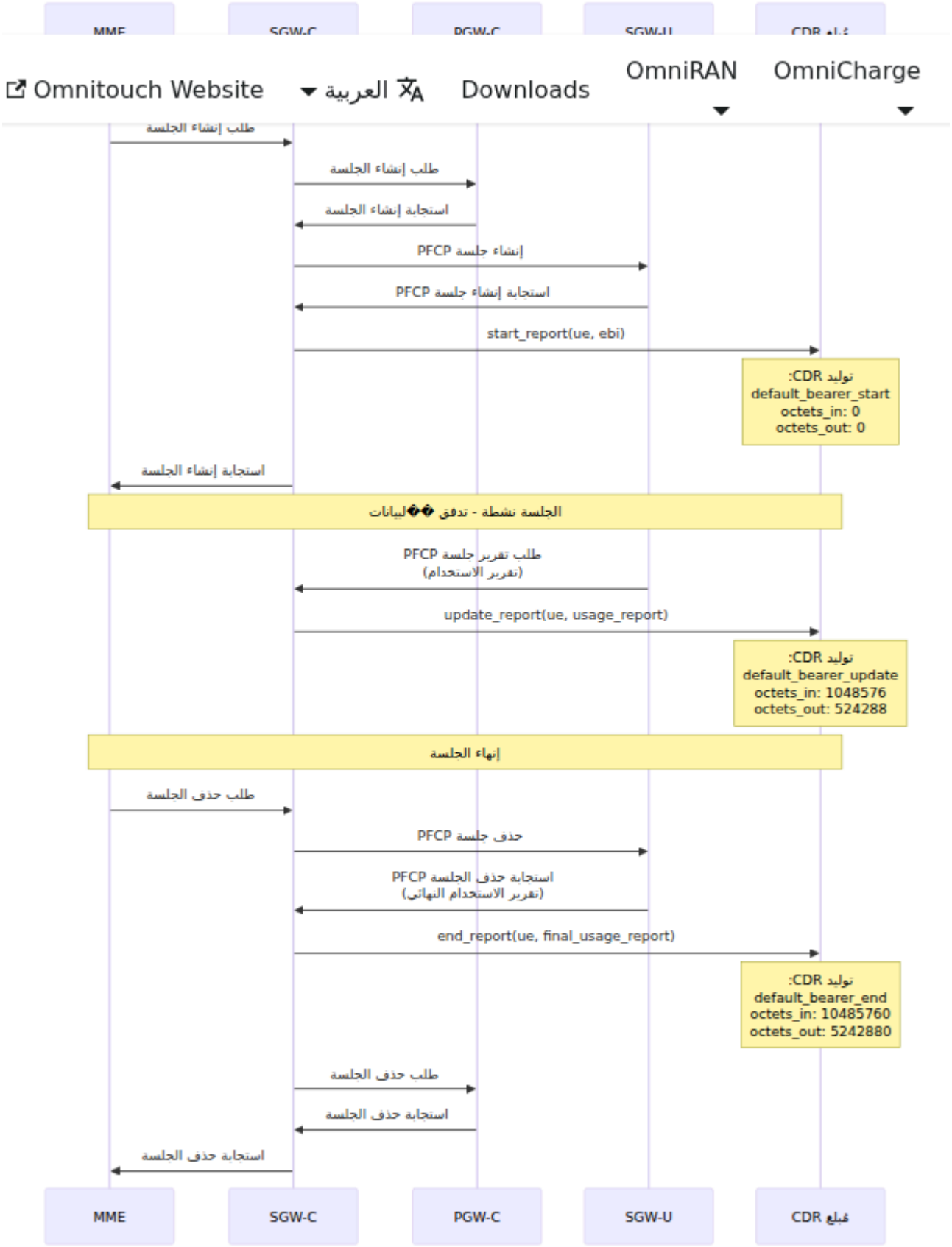
```
1726570800,310260333333333,default_bearer_start,10003,15553333333,333
1726571100,310260333333333,dedicated_bearer_start,10004,15553333333,3
1726571400,310260333333333,default_bearer_update,10003,15553333333,33
1726571400,310260333333333,dedicated_bearer_update,10004,15553333333,
1726571700,310260333333333,dedicated_bearer_end,10004,15553333333,333
1726572000,310260333333333,default_bearer_end,10003,15553333333,33333
```

التحليل:

- الناقل الافتراضي (10003) يحمل حركة مرور الخلفية (10 ميغابايت في الاتجاه النزولي، 4 ميغابايت في الاتجاه الصاعد)
- الناقل المخصص (10004) يحمل حركة مرور الفيديو (200 ميغابايت في الاتجاه النزولي، 2 ميغابايت في الاتجاه الصاعد)
- تعكس قيم QCI معالجة QoS المختلفة (9 مقابل 6) المختلفة

التكامل

CDR خط أنابيب معالجة



طرق جمع CDR

1. جمع قائم على الملفات:

```
# مراقبة دليل CDR (SGW-C)
inotifywait -m /var/log/sgw_c/cdrs/ -e close_write | while read
path action file; do
    # اكتمل دوران الملف، معالجة CDR
    process_cdr "$path$file"
done
```

2. البث في الوقت الحقيقي:

```
# متابعة وتدفق إلى خط معالجة
tail -F /var/log/sgw_c/cdrs/* | process_cdr_stream
```

الوثائق ذات الصلة

- إدارة الجلسات - دورة حياة الجلسة
- واجهة Sxa - تقرير الاستخدام من SGW-U
- دليل المراقبة - القياسات والتنبيهات

---

3 مراجعGPP

- TS 32.251 - شحن المجال المبدئي (PS)
- TS 29.274 - نظام الحزمة المتطورة (EPS) 3 منGPPبروتوكول ؛ GTP-C
- TS 29.244 - واجهة بين عقد ا CP وUP (PFCP)
- TS 32.298 - ترميز CDR

تنسيق CDR - *سجلات الشحن غير المتصلة لـ SGW-C*

تم تطويره بواسطة خدمات الشبكة Omnitouch

إصدار الوثيقة: 1.0 **آخر تحديث:** 10-12-2025

دليل تكوين SGW-C

مرجع كامل لـ runtime.exs

بواسطة خدمات شبكة أومنيتوتش OmniSGW

جدول المحتويات

1. نظرة عامة
2. هيكل التكوين
3. تكوين القياسات
4. تكوين واجهة S11
5. تكوين واجهة S5/S8
6. تكوين واجهة Sxa
7. تكوين CDR
8. أمثلة النشر

نظرة عامة

يتم إدارة جميع تكوينات وقت التشغيل لـ OmniSGW من خلال `config/runtime.exs`. يتم تحميل هذا الملف عند بدء التشغيل ويقوم بالتحكم في:

- روابط واجهة الشبكة والمنافذ
- الاتصال بالأقران (MME، PGW-C، SGW-U)
- القياسات والمراقبة
- توليد CDR
- المعلمات التشغيلية

تدخل حيز التنفيذ عند إعادة `runtime.exs` **التكوين غير مُجمع في الثنائي** - التغييرات في التشغيل دون إعادة التجميع.

عرض تكوين وقت التشغيل الحالي عبر صفحة تكوين واجهة الويب:

هيكل التكوين

الهيكل الأساسي

```
# config/runtime.exs
import Config

config :sgw_c,
  metrics: %{ ... },
  s11: %{ ... },
  s5s8: %{ ... },
  sxa: %{ ... },
  cdr: %{ ... }
```

تكوين القياسات

التكوين الأساسي

```
config :sgw_c,
  metrics: %{
    # عنوان HTTP لمصدر القياسات
    metrics_bind_address: "127.0.0.40",
    metrics_port: 42068,

    # فترة استقصاء القياسات (بالملي ثانية)
    poll_interval_ms: 10000
  }
```

تكوين الإنتاج

```
config :sgw_c,
  metrics: %{
    # الربط بواجهة الشبكة الإدارية (غير عامة)
    metrics_bind_address: System.get_env("MGT_IP") || "10.0.0.40",
    metrics_port: 42068,

    # استقصاء بشكل متكرر للحصول على لوحات معلومات استجابة
    poll_interval_ms: 5000
  }
```

الوصول إلى القياسات

```
# تصدير القياسات بتنسيق Prometheus
curl http://10.0.0.40:42068/metrics

# القياسات الشائعة:
# - teid_registry_count: عدد TEIDs النشطة لـ S11/S5S8
# - seid_registry_count: عدد جلسات PFCP النشطة
# - s11_inbound_messages_total: عدد رسائل S11
# - sxa_inbound_messages_total: عدد رسائل Sxa
```

وتكوين التنبيهات، انظر Prometheus، للحصول على مرجع مفصل للقياسات، ولوحات معلومات دليل المراقبة والقياسات.

تكوين واجهة S11

التكوين الأساسي

```
config :sgw_c,
  s11: %{
    # عنوان IPv4 المحلي لـ S11 (واجهة MME)
    local_ipv4_address: "10.0.0.10",

    # عنوان IPv6 اختياري: (للنظام الثنائي) المحلي
    local_ipv6_address: nil,

    # اختياري: تجاوز المنفذ الافتراضي
    local_port: 2123,

    # مهلة الرسالة (بالملي ثانية)
    message_timeout_ms: 5000,

    # تكوين إعادة المحاولة
    max_retries: 3,
    retry_backoff_ms: 1000
  }
```

اختيار واجهة الشبكة

```
# (موصى بها) واجهة واحدة
config :sgw_c,
  s11: %{
    local_ipv4_address: "10.0.0.10"  # واجهة واحدة لـ S11
  }

# (شبكات التحكم والمستخدم المنفصلة) وجهة مزدوجة
config :sgw_c,
  s11: %{
    local_ipv4_address: "10.0.0.10"    # شبكة التحكم
  },
  sxa: %{
    local_ip_address: "10.1.0.20"      # شبكة المستخدم
  }
```

تكوين توقيت الرسالة

```
config :sgw_c,
  s11: %{
    # للشبكات ذات الكمون العالي (> 100ms RTT)
    message_timeout_ms: 10000,
    max_retries: 5,
    retry_backoff_ms: 2000,

    # للشبكات ذات الكمون المنخفض (< 50ms RTT)
    message_timeout_ms: 3000,
    max_retries: 2,
    retry_backoff_ms: 500
  }
```

تكوين واجهة S5/S8

التكوين الأساسي

```
config :sgw_c,
  s5s8: %{
    # عنوان IPv4 المحلي لـ S5/S8 (واجهة PGW)
    local_ipv4_address: "10.0.0.15",

    # عنوان IPv6 المحلي اختياري:
    local_ipv6_address: nil,

    # اختياري: تجاوز المنفذ الافتراضي
    local_port: 2123,

    # أقران PGW-C
    pgw_peers: [
      %{
        ip_address: "10.0.0.20",
        name: "pgw-c-primary"
      },
      %{
        ip_address: "10.0.0.21",
        name: "pgw-c-secondary"
      }
    ],

    # مهلات الرسائل
    message_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3,
    retry_backoff_ms: 1000
  }
```

تكوين أقران PGW

```
# PGW واحد
config :sgw_c,
  s5s8: %{
    pgw_peers: [
      %{
        ip_address: "10.0.0.20",
        name: "pgw-c-prod"
      }
    ]
  }

# PGWs (متوازنة الحمل) زائدة
config :sgw_c,
  s5s8: %{
    pgw_peers: [
      %{ip_address: "10.0.0.20", name: "pgw-c-1"},
      %{ip_address: "10.0.0.21", name: "pgw-c-2"},
      %{ip_address: "10.0.0.22", name: "pgw-c-3"}
    ]
  }

# PGWs (نشطة احتياطية) زائدة
config :sgw_c,
  s5s8: %{
    pgw_peers: [
      %{ip_address: "10.0.0.20", name: "pgw-c-primary"},
      %{ip_address: "10.0.0.21", name: "pgw-c-backup"}
    ]
  }
```

تكوين واجهة Sxa

التكوين الأساسي

```
config :sgw_c,
  sxa: %{
    # عنوان IP المحلي لواجهة Sxa
    local_ip_address: "10.0.0.20",

    # اختياري: تجاوز المنفذ الافتراضي
    local_port: 8805,

    # أقران SGW-U
    peers: [
      %{
        ip_address: "10.0.0.30",
        node_id: "sgw-u-1.example.com"
      }
    ],

    # فترة نبض القلب (بالثواني)
    heartbeat_interval_s: 20,

    # مهلة الجلسة (بالملي ثانية)
    session_timeout_ms: 5000,

    # إعادة المحاولات
    max_retries: 3
  }
```

تكوين أقران SGW-U

```
# SGW-U واحد
config :sgw_c,
  sxa: %{
    peers: [
      %{
        ip_address: "10.0.0.30",
        node_id: "sgw-u-prod-01"
      }
    ]
  }

# SGW-Us زائدة
config :sgw_c,
  sxa: %{
    peers: [
      %{
        ip_address: "10.0.0.30",
        node_id: "sgw-u-prod-01"
      },
      %{
        ip_address: "10.0.0.31",
        node_id: "sgw-u-prod-02"
      }
    ]
  }
```

تكوين نبض القلب

```
# كشف سريع (عدواني)
config :sgw_c,
  sxa: %{
    heartbeat_interval_s: 10,
    max_retries: 2
  }

# كشف عادي (متوازن)
config :sgw_c,
  sxa: %{
    heartbeat_interval_s: 20,
    max_retries: 3
  }

# كشف بطيء (مرن)
config :sgw_c,
  sxa: %{
    heartbeat_interval_s: 40,
    max_retries: 5
  }
```

تكوين CDR

التكوين الأساسي

```
config :sgw_c,
  cdr: %{
    # معرف البوابة في CDRs
    gateway_name: "sgw-c-prod-01",

    # فترة تدوير الملفات (بالملي ثانية)
    rotation_interval_ms: 3600000,  # ساعة واحدة

    # الدليل الخاص بملفات CDR
    directory: "/var/log/sgw_c/cdrs"
  }
```

تكوين الإنتاج

```
config :sgw_c,
  cdr: %{
    # استخدام اسم المضيف أو معرف المثيل من النشر
    gateway_name: System.get_env("HOSTNAME") || "sgw-c-prod-01",

    # تدوير كل ساعة لسهولة الإدارة
    rotation_interval_ms: 3600000,

    # استخدام تخزين سريع لملفات CDR
    directory: System.get_env("CDR_DIR") || "/var/log/sgw_c/cdrs"
  }
```

تكوين حجم عالي

```
config :sgw_c,
  cdr: %{
    gateway_name: "sgw-c-prod-high-vol",

    # تدوير بشكل أكثر تكرارًا لإدارة حجم الملف
    rotation_interval_ms: 1800000,  # تدوير كل 30 دقيقة

    # استخدام تخزين سريع مخصص
    directory: "/mnt/fast-ssd/sgw_c/cdrs"
  }
```

أمثلة النشر

بوابة واحدة (حد أدنى)

```
import Config

config :sgw_c,
  metrics: %{
    metrics_bind_address: "127.0.0.40",
    metrics_port: 42068,
    poll_interval_ms: 10000
  },
  s11: %{
    local_ipv4_address: "10.0.0.10",
    local_port: 2123,
    message_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3,
    retry_backoff_ms: 1000
  },
  s5s8: %{
    local_ipv4_address: "10.0.0.10",
    pgw_peers: [
      %{ip_address: "10.0.0.20", name: "pgw-c-prod"}
    ],
    message_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3,
    retry_backoff_ms: 1000
  },
  sxa: %{
    local_ip_address: "10.0.0.10",
    peers: [
      %{ip_address: "10.0.0.30", node_id: "sgw-u-prod-01"}
    ],
    heartbeat_interval_s: 20,
    session_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3
  },
  cdr: %{
    gateway_name: "sgw-c-prod-01",
    rotation_interval_ms: 3600000,
```

```
    directory: "/var/log/sgw_c/cdrs"
  }
```

إعداد عالي التوفر (زائد)

```
import Config

sgw_s11_ip = System.get_env("SGW_S11_IP") || "10.0.0.10"
sgw_s5s8_ip = System.get_env("SGW_S5S8_IP") || "10.0.0.15"
sgw_sxa_ip = System.get_env("SGW_SXA_IP") || "10.0.0.20"
mgt_ip = System.get_env("MGT_IP") || "10.0.0.40"

config :sgw_c,
  metrics: %{
    metrics_bind_address: mgt_ip,
    metrics_port: 42068,
    poll_interval_ms: 5000
  },
  s11: %{
    local_ipv4_address: sgw_s11_ip,
    message_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3,
    retry_backoff_ms: 1000
  },
  s5s8: %{
    local_ipv4_address: sgw_s5s8_ip,
    pgw_peers: [
      %{ip_address: "10.0.0.20", name: "pgw-c-1"},
      %{ip_address: "10.0.0.21", name: "pgw-c-2"},
      %{ip_address: "10.0.0.22", name: "pgw-c-3"}
    ],
    message_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3,
    retry_backoff_ms: 1000
  },
  sxa: %{
    local_ip_address: sgw_sxa_ip,
    peers: [
      %{ip_address: "10.0.0.30", node_id: "sgw-u-1"},
      %{ip_address: "10.0.0.31", node_id: "sgw-u-2"},
      %{ip_address: "10.0.0.32", node_id: "sgw-u-3"}
    ],
    heartbeat_interval_s: 20,
    session_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3
  },
```

```
  cdr: %{
    gateway_name: System.get_env("HOSTNAME") || "sgw-c-prod-01",
    rotation_interval_ms: 3600000,
    directory: "/var/log/sgw_c/cdrs"
  }
```

حجم عالي من الدرجة الناقلة

```
import Config

# تحميل جميع الإعدادات من البيئة (مطلوب في الإنتاج)
sgw_s11_ip = System.fetch_env!("SGW_S11_IP")
sgw_s5s8_ip = System.fetch_env!("SGW_S5S8_IP")
sgw_sxa_ip = System.fetch_env!("SGW_SXA_IP")
mgt_ip = System.fetch_env!("MGT_IP")
hostname = System.get_env("HOSTNAME")

# تحليل أقران PGW من البيئة (تنسيق JSON)
pgw_peers_env = System.get_env("PGW_PEERS", "[]")
{:ok, pgw_peers} = Jason.decode(pgw_peers_env)
pgw_peers = Enum.map(pgw_peers, &Map.to_atom/1)

# تحليل أقران SGW-U من البيئة
sgwu_peers_env = System.get_env("SGWU_PEERS", "[]")
{:ok, sgwu_peers} = Jason.decode(sgwu_peers_env)
sgwu_peers = Enum.map(sgwu_peers, &Map.to_atom/1)

config :sgw_c,
  metrics: %{
    metrics_bind_address: mgt_ip,
    metrics_port: 42068,
    poll_interval_ms: 5000
  },
  s11: %{
    local_ipv4_address: sgw_s11_ip,
    message_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3,
    retry_backoff_ms: 1000
  },
  s5s8: %{
    local_ipv4_address: sgw_s5s8_ip,
    pgw_peers: pgw_peers,
    message_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3,
    retry_backoff_ms: 1000
  },
  sxa: %{
    local_ip_address: sgw_sxa_ip,
    peers: sgwu_peers,
```

```
    heartbeat_interval_s: 20,
    session_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3
  },
  cdr: %{
    gateway_name: hostname,
    rotation_interval_ms: 1800000,  # تدوير كل 30 دقيقة
    directory: "/mnt/fast-ssd/sgw_c/cdrs"
  }
```

مرجع متغيرات البيئة

المتغيرات المطلوبة

المتغير	الوصف	المثال
`SGW_S11_IP`	عنوان IP لواجهة S11	`10.0.0.10`
`SGW_S5S8_IP`	عنوان IP لواجهة S5/S8	`10.0.0.15`
`SGW_SXA_IP`	عنوان IP لواجهة Sxa	`10.0.0.20`
`MGT_IP`	عنوان الربط للقياسات	`10.0.0.40`

المتغيرات الاختيارية

المتغير	الوصف	الافتراضي
`HOSTNAME`	اسم البوابة لملفات CDR	اسم المضيف للنظام
`PGW_PEERS`	مصفوفة JSON من أقران PGW	`[]`
`SGWU_PEERS`	مصفوفة JSON من أقران SGW-U	`[]`
`CDR_DIR`	دليل إخراج CDR	`/var/log/sgw_c/cdrs`

مثال على النشر

```
export SGW_S11_IP="10.0.0.10"
export SGW_S5S8_IP="10.0.0.15"
export SGW_SXA_IP="10.0.0.20"
export MGT_IP="10.0.0.40"
export HOSTNAME="sgw-c-prod-01"
export PGW_PEERS='[{"ip_address":"10.0.0.20","name":"pgw-c-1"}]'
export SGWU_PEERS='[{"ip_address":"10.0.0.30","node_id":"sgw-u-
1"}]'

mix run --no-halt
```

التحقق

تحقق من التكوين عند بدء التشغيل

راقب سجلات بدء التشغيل:

```
mix run --no-halt 2>&1 | grep -E "S11|S5/S8|Sxa|Metrics"

# الناتج المتوقع:
# [info] بدء SGW-C...
# [info] بدء مصدر القياسات على 10.0.0.40:42068
# [info] بدء وسيط S11 على 10.0.0.10
# [info] بدء وسيط S5/S8 على 10.0.0.15
# [info] بدء وسيط Sxa على 10.0.0.20
# [info] تم بدء OmniSGW بنجاح
```

تحقق من التكوين النشط

```
# تحقق من أن القياسات يمكن الوصول إليها
curl http://10.0.0.40:42068/metrics | head -20

# تحقق من أن منفذ S11 يستمع
netstat -an | grep 2123

# تحقق من اتصال الأقران S11 في السجلات
tail -f /var/log/sgw_c/sgw_c.log | grep "S11"
```

مشكلات التكوين الشائعة

"العنوان مستخدم بالفعل"

المشكلة: فشل ربط المنفذ عند بدء التشغيل

الحل:

```
# العثور على العملية التي تستخدم المنفذ
lsof -i :2123

# إنهاء العملية الحالية أو استخدام منفذ مختلف
killall sgw_c
# أو
config :sgw_c, s11: %{local_port: 2124}
```

"تم رفض الاتصال" إلى PGW

المشكلة: PGW-C لا يمكنها الوصول إلى S5/S8

الحل:

```
# تحقق من عنوان PGW
ping 10.0.0.20

# تحقق من قواعد جدار الحماية
iptables -L | grep 2123

# اختبار الاتصال
nc -u -v 10.0.0.20 2123
```

"لا يمكن الوصول إلى SGW-U"

المشكلة: فشل ارتباط Sxa

الحل:

```
# تحقق من إمكانية الوصول إلى SGW-U
ping 10.0.0.30

# تحقق من منفذ PFCP
netstat -an | grep 8805

# تحقق من أن منفذ PFCP مفتوح
iptables -L | grep 8805
```

دليل المراقبة والمقاييس

مقاييس بروميثيوس، لوحات جرافانا، والتنبيهات

من خدمات شبكة أومنيتاتش OmniSGW

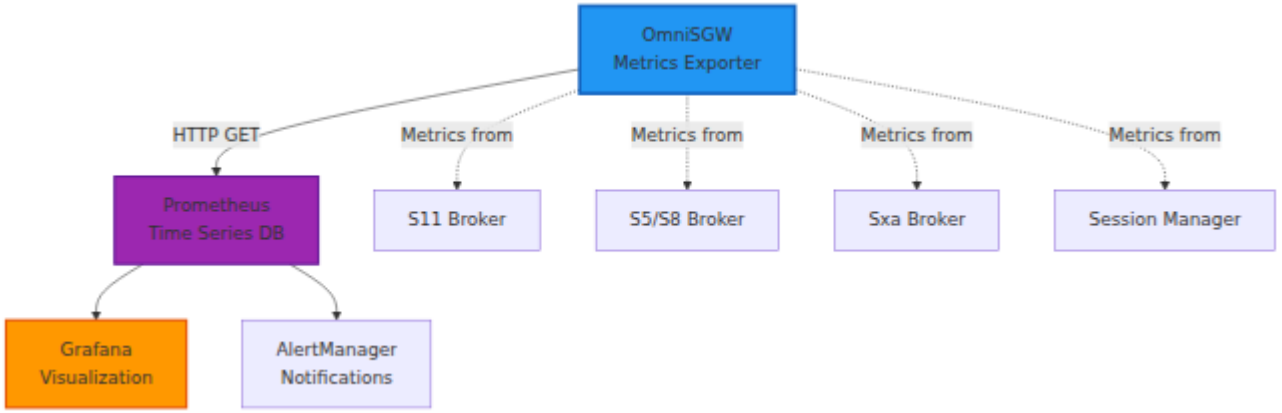
جدول المحتويات

1. نظرة عامة
2. مصدّر المقاييس
3. المقاييس المتاحة
4. تكوين بروميثيوس
5. لوحات جرافانا
6. قواعد التنبيه
7. استكشاف الأخطاء وإصلاحها

نظرة عامة

يقدم OmniSGW مقاييس متوافقة مع بروميثيوس لمراقبة شاملة لعمليات الشبكة، وإدارة الجلسات، وصحة النظام.

بنية المقاييس



مصدّر المقاييس

الوصول إلى المقاييس

تُعرض المقاييس عند نقطة النهاية HTTP المكونة:

```
# نقطة النهاية الافتراضية (إذا تم تكوينها)
curl http://127.0.0.40:42068/metrics

# تصدير إلى ملف
curl http://127.0.0.40:42068/metrics > metrics.txt

# المراقبة في الوقت الحقيقي
watch -n 5 'curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | head -30'
```

لإعداد نقطة نهاية المقاييس (عنوان الربط، المنفذ، وفترة الاستطلاع)، راجع دليل التكوين.

تنسيق المقاييس

تكون المقاييس بتنسيق نص بروميثيوس:

```
# HELP teid_registry_count العدد الإجمالي لـ TEIDs المخصصة
# TYPE teid_registry_count gauge
teid_registry_count 1234

# HELP s11_inbound_messages_total العدد الإجمالي لرسائل S11 الواردة
# TYPE s11_inbound_messages_total counter
s11_inbound_messages_total{message_type="create_session_request"}
5432
s11_inbound_messages_total{message_type="delete_session_request"}
5100
s11_inbound_messages_total{message_type="modify_bearer_request"}
12000
```

المقاييس المتاحة

مقاييس إدارة الجلسات

الجلسات النشطة:

```
teid_registry_count
├── الوصف: تخصيصات TEID النشطة S11/S5S8
├── النوع: Gauge
├── النطاق: 0 إلى الحد الأقصى من السعة المرخصة
└── المثال: 1234 (1234 جلسة نشطة)

seid_registry_count
├── الوصف: الجلسات النشطة PFCP (لكل نظير SGW-U)
├── النوع: Gauge
├── التسميات: peer_ip
└── المثال: seid_registry_count{peer_ip="10.0.0.30"} 1234

active_ue_sessions
├── الوصف: إجمالي الجلسات النشطة UE
├── النوع: Gauge
└── المثال: 5000

active_bearers
├── الوصف: إجمالي الحوامل النشطة (افتراضي + مخصص)
├── النوع: Gauge
└── المثال: 5500 (1 افتراضي + 0.1 مخصص لكل جلسة)

charging_id_registry_count
├── الوصف: معرفات الشحن النشطة
├── النوع: Gauge
└── المثال: 5000
```

عدّادات الرسائل

S11 (واجهة MME):

```
s11_inbound_messages_total
├── النوع: Counter (يزيد)
├── التسميات: message_type
├── القيم:
│   ├── create_session_request
│   ├── delete_session_request
│   ├── modify_bearer_request
│   ├── create_bearer_request
│   ├── delete_bearer_request
│   ├── release_access_bearers_request
│   ├── downlink_data_notification
│   └── echo_request
└── المثال:
s11_inbound_messages_total{message_type="create_session_request"}
5432
```

S5/S8 (واجهة PGW):

```
s5s8_inbound_messages_total
├── النوع: Counter
├── التسميات: message_type
├── القيم: (نفس أنواع طلبات S11)
└── المثال:
s5s8_inbound_messages_total{message_type="create_session_request"}
4500
```

Sxa (واجهة SGW-U):

```
sxa_inbound_messages_total
├── النوع: Counter
├── التسميات: message_type
├── القيم:
│   ├── session_establishment_request
│   ├── session_modification_request
│   ├── session_deletion_request
│   ├── session_report_request
│   ├── association_setup_request
│   ├── heartbeat_request
└── المثال:
sxa_inbound_messages_total{message_type="session_report_request"}
67000
```

مقاييس الأداء

زمن استجابة الرسائل:

```
s11_inbound_duration_seconds
├── النوع: Histogram (مع دلو)
├── الوصف: زمن معالجة رسالة S11
├── النسب المئوية: _count, _sum, _bucket
└── المثال: s11_inbound_duration_seconds_bucket{le="0.1"} 5000

s5s8_inbound_duration_seconds
├── النوع: Histogram
├── الوصف: زمن معالجة رسالة S5/S8

sxa_inbound_duration_seconds
├── النوع: Histogram
├── الوصف: زمن معالجة رسالة Sxa
```

جمعية PFCP:

```
pfcp_association_status
├── النوع: Gauge
├── القيم: 1 (مرتبط) أو 0 (غير مرتبط)
├── التسميات: peer_ip, node_id
└── المثال: pfcp_association_status{peer_ip="10.0.0.30"} 1

pfcp_heartbeat_latency_ms
├── النوع: Gauge
├── الوصف: زمن جولة نبض القلب
├── التسميات: peer_ip
└── المثال: pfcp_heartbeat_latency_ms{peer_ip="10.0.0.30"} 15
```

مقاييس الأخطاء

أخطاء البروتوكول:

```
s11_inbound_errors_total
├── النوع: Counter
├── التسميات: error_type
├── القيم:
│   ├── parse_error
│   ├── validation_error
│   ├── timeout
│   └── other
└── المثال: s11_inbound_errors_total{error_type="timeout"} 12

s5s8_inbound_errors_total
├── النوع: Counter
├── الوصف: أخطاء S5/S8

sxa_inbound_errors_total
├── النوع: Counter
├── الوصف: أخطاء Sxa
```

فشل إنشاء الجلسة:

```
create_session_response_cause
├── النوع: Counter
├── التسميات: cause_code
├── القيم: (3 أسباب أكوادGPP)
├── الأمثلة:
│   ├── cause_code="0": نجاح
│   ├── cause_code="16": لا توجد موارد متاحة
│   ├── cause_code="25": خطأ دلالي
│   └── cause_code="49": لا توجد قاعدة مطابقة
```

تكوين بروميثيوس

التثبيت

```
# تنزيل بروميثيوس
wget
https://github.com/prometheus/prometheus/releases/download/v2.45.0/pr
2.45.0.linux-amd64.tar.gz
tar xzf prometheus-2.45.0.linux-amd64.tar.gz
cd prometheus-2.45.0.linux-amd64
```

ملف التكوين

prometheus.yml:

```yaml
global:
  scrape_interval: 15s
  evaluation_interval: 15s
  external_labels:
    monitor: 'sgw-c-prod'

scrape_configs:
  - job_name: 'sgw-c'
    static_configs:
      - targets: ['127.0.0.40:42068']
        labels:
          instance: 'sgw-c-prod-01'

  - job_name: 'sgw-c-backup'
    static_configs:
      - targets: ['127.0.0.41:42068']
        labels:
          instance: 'sgw-c-prod-02'

alerting:
  alertmanagers:
    - static_configs:
        - targets: ['127.0.0.50:9093']
```

بدء بروميثيوس

```
./prometheus --config.file=prometheus.yml \
             --storage.tsdb.path=/var/lib/prometheus \
             --web.console.libraries=consoles \
             --web.console.templates=console_templates
```

الوصول إلى بروميثيوس

```
http://localhost:9090
```

لوحات جرافانا

التثبيت

```
# دوكر (أسهل)
docker run -d \
  --name=grafana \
  -p 3000:3000 \
  -e GF_SECURITY_ADMIN_PASSWORD=admin \
  grafana/grafana
```

إضافة مصدر البيانات

1. **فتح جرافانا:** http://localhost:3000
2. **التكوين → مصادر البيانات**
3. **إضافة → بروميثيوس**
4. **URL:** http://prometheus:9090

لوحة المعلومات: نظرة عامة على الجلسة

الألواح:

```
الصف 1:
├─ الجلسات النشطة (Gauge)
├── الحوامل النشطة (Gauge)
├── رسائل S11/ثانية (Graph)
└── رسائل S5/S8/ثانية (Graph)

الصف 2:
├── رسائل Sxa/ثانية (Graph)
├── زمن استجابة S11 p95 (Graph)
├── زمن استجابة S5/S8 p95 (Graph)
└── زمن استجابة Sxa p95 (Graph)

الصف 3:
├── أخطاء S11/دقيقة (Graph)
├── أخطاء S5/S8/دقيقة (Graph)
├── أخطاء Sxa/دقيقة (Graph)
└── جمعيات PFCP (الحالة)
```

لوحة المعلومات: صحة الواجهة

الألواح:

```
الصف 1:
├── حالة نظير S11 (الحالة)
├── حالة نظير S5/S8 (الحالة)
├── حالة نظير SGW-U (قائمة الحالة)
└── تحميل النظام (Gauge)

الصف 2:
├── معدل رسالة S11 (Graph)
├── معدل رسالة S5/S8 (Graph)
├── معدل رسالة Sxa (Graph)
└── معدل الأخطاء (Graph)

الصف 3:
├── هيستوغرام زمن استجابة الرسالة (Heatmap)
├── معدل إنشاء الجلسات (Graph)
├── معدل إنهاء الجلسات (Graph)
└── معدل إنشاء الحوامل (Graph)
```

لوحة المعلوم��ت: تخطيط السعة

الألواح:

```
الصف 1:
├── الجلسات مقابل السعة (Gauge + Threshold)
├── الحوامل مقابل السعة (Gauge + Threshold)
├── توزيع جلسات PFCP (مخطط عمودي)
└── الجلسات حسب APN (مخطط دائري)

الصف 2:
├── اتجاه نمو الجلسات (Graph)
├── اتجاه نمو الحوامل (Graph)
├── وقت الذروة للجلسة (Heatmap)
└── توزيع مدة الجلسة (هيستوغرام)
```

أمثلة استعلام لوحة المعلومات

الجلسات النشطة:

```
teid_registry_count
```

معدل إنشاء الجلسة:

```
rate(s11_inbound_messages_total{message_type="create_session_request"
[5m])
```

زمن استجابة S11 (95 النسبة المئوية):

```
histogram_quantile(0.95,
rate(s11_inbound_duration_seconds_bucket[5m]))
```

معدل الأخطاء:

```
rate(s11_inbound_errors_total[5m]) +
rate(s5s8_inbound_errors_total[5m]) +
rate(sxa_inbound_errors_total[5m])
```

حالة جمعية PFCP:

```
pfcp_association_status{peer_ip=~"10.0.0.3[0-2]"}
```

قواعد التنبيه

ملف قواعد التنبيه

sgw-c-alerts.yml:

```yaml
groups:
  - name: sgw-c-alerts
    interval: 30s
    rules:
      # تنبيهات سعة الجلسة
      - alert: SGWCapacityHigh
        expr: (teid_registry_count / 100000) > 0.8
        for: 5m
        annotations:
          summary: "سعة جلسة SGW 80 من أعلى%"
          description: "الجلسات: {{ $value }} 100000 من"

      # تنبيهات صحة الواجهة
      - alert: S11PeerDown
        expr: absent(s11_inbound_messages_total) > 0
        for: 2m
        annotations:
          summary: "غير قابلة للوصول S11 واجهة"

      - alert: PGWPeerDown
        expr: create_session_response_cause{cause_code="49"} > 100
        for: 2m
        annotations:
          summary: "نظير PGW-C غير قابل للوصول"

      - alert: SGWUAssociationDown
        expr: pfcp_association_status == 0
        for: 1m
        annotations:
          summary: "فقدان جمعية SGW-U"
          description: "نظير: {{ $labels.peer_ip }}"

      # تنبيهات زمن استجابة الرسالة
      - alert: S11LatencyHigh
        expr: histogram_quantile(0.95,
rate(s11_inbound_duration_seconds_bucket[5m])) > 1
        for: 5m
        annotations:
          summary: "أعلى من 1 ثانية S11 زمن استجابة"
          description: "p95: {{ $value }}s"

      - alert: S5S8LatencyHigh
        expr: histogram_quantile(0.95,
```

```
rate(s5s8_inbound_duration_seconds_bucket[5m])) > 1
        for: 5m
        annotations:
          summary: "أعلى من 1 ثانية S5/S8 زمن استجابة"

      # تنبيهات معدل الأخطاء
      - alert: S11ErrorRate
        expr: rate(s11_inbound_errors_total[5m]) > 10
        for: 3m
        annotations:
          summary: "مرتفع S11 معدل أخطاء"
          description: "{{ $value }} errors/sec"

      - alert: SessionEstablishmentFailure
        expr: rate(create_session_response_cause{cause_code!="0"}
[5m]) > 20
        for: 3m
        annotations:
          summary: "معدل فشل إنشاء الجلسة مرتفع"
          description: "{{ $value }} failures/sec"
```

تكوين AlertManager

alertmanager.yml:

```yaml
global:
  resolve_timeout: 5m

route:
  receiver: 'sgw-alerts'
  group_by: ['alertname', 'instance']
  group_wait: 30s
  group_interval: 5m
  repeat_interval: 12h

receivers:
  - name: 'sgw-alerts'
    webhook_configs:
      - url: 'http://slack-webhook-url'
    email_configs:
      - to: 'noc@example.com'
        from: 'sgw-alerts@example.com'
        smarthost: 'smtp.example.com:587'
```

أمثلة إشعارات التنبيه

تكامل سلاك:

```
 سعة SGW مرتفعة
الخطورة: تحذير
الجلسات النشطة: 85,000 / 100,000 (%85)
الوقت: 10-12-2025 15:30:00 UTC
الإجراء: راقب لزيادة السعة
```

تكامل البريد الإلكتروني:

```
نظير [تنبيه] الموضوع: S11 غير قابل للوصول

لم تتلق واجهة SGW-C S11 رسائل لمدة دقيقتين.
قد يشير هذا إلى:
- مشكلة في الاتصال بشبكة MME
- الحاجة إلى إعادة تشغيل SGW-C
- تغيير تكوين منفذ S11

الإجراء الفوري مطلوب: تحقق من حالة S11
```

استكشاف الأخطاء وإصلاحها

المقاييس غير الظاهرة

المشكلة: نقطة نهاية المقاييس فارغة أو 404

التشخيص:

```
# تحقق من إمكانية الوصول إلى نقطة نهاية المقاييس
curl -v http://127.0.0.40:42068/metrics

# تحقق من السجلات بحثًا عن أخطاء مصدّر المقاييس
tail -f /var/log/sgw_c/sgw_c.log | grep -i metric

# تحقق من التكوين
cat config/runtime.exs | grep metrics
```

الحلول:

1. إعادة تشغيل عملية SGW-C
2. تحقق من عدم حظر عنوان IP/المنفذ الخاص بالمق��ييس بواسطة جدار الحماية
3. تحقق من تكوين عنوان الربط
4. تأكد من وجود ذاكرة كافية لجمع المقاييس

المقاييس المفقودة لواجهة معينة

المشكلة: تظهر مقاييس S11 ولكن S5/S8 أو Sxa مفقودة

التشخيص:

1. تحقق من تكوين الواجهة
2. تحقق من أن الواجهة نشطة
3. راقب السجلات بحثًا عن أخطاء الاتصال

الحل:

- تحقق من إمكانية الوصول إلى النظير
- تحقق من ربط الواجهة
- راجع التكوين

استخدام عالي للذاكرة

المشكلة: مصدّر المقاييس يستهلك ذاكرة زائدة

التشخيص:

```
# تحقق من ذاكرة العملية
ps aux | grep sgw_c | grep -v grep | awk '{print $6}'

# راقب النمو على مر الزمن
watch -n 5 'ps aux | grep sgw_c'
```

الحلول:

1. تقليل فترة استطلاع المقاييس
2. تحديد عدد عينات المقاييس
3. تنفيذ سياسة الاحتفاظ بالمقاييس
4. التوسع إلى عدة مثيلات

أفضل الممارسات

جمع المقاييس

- **فترة الاستطلاع:** 15-30 ثانية لتحقيق التوازن
- **الاحتفاظ:** 15-30 يومًا من تخزين المقاييس
- **التجميع:** تجميع المقاييس ذات الكاردينالية العالية مسبقًا
- **العينة:** استخدم النسب المئوية للزمن، وليس القيم الخام

تصميم لوحة المعلومات

- **السياق:** تضمين نطاق الزمن، والمثيل، ومعلومات النظير
- **التدرج:** نظرة عامة → تفاصيل → تصحيح الأخطاء
- **التنبيه:** عتبات بصرية على الرسوم البيانية للسعة
- **الارتباط:** ربط المقاييس ذات الصلة

استراتيجية التنبيه

- **الهرمية:** حرجة → تحذير → معلومات
- **التصعيد:** الاتصال بالمسؤول عند التنبيهات الحرجة
- **ضبط العتبات:** خط الأساس ثم +20% للتحذير
- **الاختبار المنتظم:** اختبار مسارات التنبيه شهريًا

وثائق واجهة S11

الاتصال GTP-C مع MME

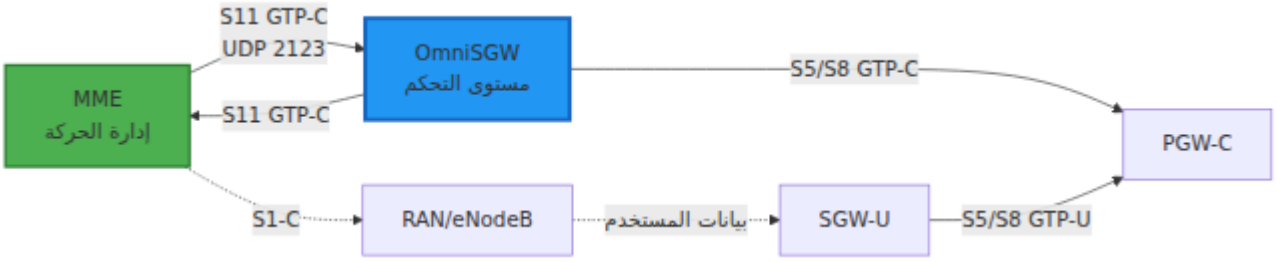
من خدمات شبكة أومنيتاتش OmniSGW

جدول المحتويات

1. نظرة عامة
2. تفاصيل البروتوكول
3. التكوين
4. أنواع الرسائل
5. إنشاء الجلسة
6. تعديل الجلسة
7. إنهاء الجلسة
8. عمليات الشبكة
9. استكشاف الأخطاء وإصلاحها

نظرة عامة

واجهة S11 تربط OmniSGW بـ MME (كيان إدارة الحركة) باستخدام بروتوكول **GTP-C v2** (مستوى التحكم - GPRS بروتوكول نفق). تتعامل هذه الواجهة مع جميع إشارات مستوى التحكم، وإجراءات الحركة، وعمليات الناقل لإدارة جلسات UE.



الميزات الرئيسية

- **بروتوكول GTP-C v2** - إشارات رسائل متوافقة مع المعايير
- **توجيه قائم على TEID** - معرفات نقاط نهاية النفق لتتبع الجلسات
- **إدارة جلسات حالة** UE عبر الرسائل - الحفاظ على سياق
- **دعم النقل** MME وداخل MME - تنسيق الحركة بين
- **عمليات الناقل** - إنشاء وتعديل وحذف الناقلات
- **إشعارات بيانات الاتجاه الهابط** - استدعاء للجلسات المعلقة

تفاصيل البروتوكول

الإصدار GTP-C 2

- **البروتوكول:** GTP-C v2 (3GPP TS 29.274)
- **النقل:** UDP
- **المنفذ:** 2123 (قياسي)
- **نوع الواجهة:** مستوى التحكم
- **الاتجاه:** طلب/استجابة ثنائي الاتجاه

TEID (معرف نقطة نهاية النفق)

كل جلسة لها TEIDs فريدة لتوج��ه الرسائل:

- **TEID المحلي** - مخصص من قبل OmniSGW للرسائل الواردة من MME
- **TEID البعيد** - مخصص من قبل MME للرسائل الصادرة إلى MME

```
توجيه الرسائل:
  MME → SGW: يستخدم TEID المحلي لـ OmniSGW في رأس الرسالة
  SGW → MME: يستخدم TEID البعيد لـ MME في رأس الرسالة
```

تنسيق الرسالة

تتبع جميع رسائل S11 تنسيق GTP-C v2:

```
رأس GTP-C (بايت 12-16)
├── 0 :(3 بت)الإصدار x2 (GTP-C v2)
├── علم الحمل (1 بت)
├── علم TEID (1 بت): 1 (TEID موجود)
├── نوع الرسالة (8 بت): يحدد نوع الرسالة
├── طول الرسالة (16 بت): طول محتويات الرسالة
├── TEID (32 بت): معرف نقطة نهاية النفق
├── رقم التسلسل (24 بت): لمطابقة الطلب/الاستجابة
└── 0 احتياطي (8 بت): دائمًا

محتويات الرسالة (متغير)
├── عناصر المعلومات (IE)
│   ├── نوع IE (8 بت)
│   ├── الطول (16 بت)
│   └── القيمة (متغيرة)
└── ... المزيد من IEs
```

التكوين

التكوين الأساسي

```
# config/runtime.exs
config :sgw_c,
  s11: %{
    # عنوان IPv4 المحلي لواجهة S11
    local_ipv4_address: "10.0.0.10",

    # عنوان IPv6 اختياري (للنظام الثنائي) المحلي
    local_ipv6_address: nil,

    # اختياري: تجاوز المنفذ الافتراضي
    local_port: 2123,

    # مهلات الرسالة
    message_timeout_ms: 5000,

    # تكوين إعادة المحاولة
    max_retries: 3,
    retry_backoff_ms: 1000
  }
```

متطلبات الشبكة

قواعد الجدار الناري:

```
# السماح بـ GTP-C من شبكة MME (الوارد)
iptables -A INPUT -p udp --dport 2123 -s <mme_network>/24 -j
ACCEPT

# السماح بـ GTP-C الصادر إلى MME
iptables -A OUTPUT -p udp --dport 2123 -d <mme_network>/24 -j
ACCEPT
```

التوجيه:

```
# تأكد من وجود مسار إلى شبكة MME
ip route add <mme_network>/24 via <gateway_ip> dev eth0
```

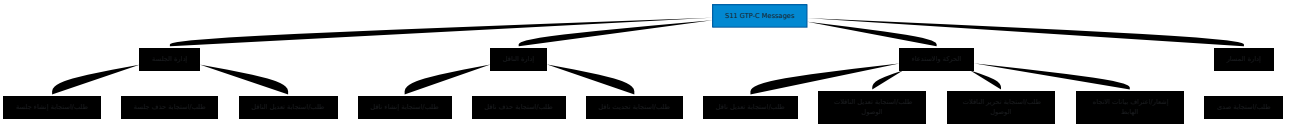
اختبار الشبكة:

```
# اختبار الاتصال بـ MME (استخدم نبض GTP)
# تم الاتصال بوسيط "تحقق من السجلات للرسالة S11"

# مراقبة جلسات S11 النشطة
curl http://127.0.0.40:42068/metrics | grep teid_registry_count
```

أنواع الرسائل

نظرة عامة على رسائل S11



رسائل إنشاء الجلسة

طلب إنشاء جلسة (S11)

الاتجاه: MME → OmniSGW

الغرض: إنشاء جلسة UE جديدة (الاتصال الأولي أو الاتصال PDN)

عناصر المعلومات الرئيسية:

اسم IE	النوع	الوصف
IMSI	ثنائي	هوية المشترك الدولي للهاتف المحمول
MSISDN	BCD	رقم الهاتف المحمول
MEI	ثنائي	هوية المعدات المحمولة
نوع RAT	تعداد	تقنية الوصول اللاسلكي (EUTRAN)
سياق الناقل	مجمعة	تكوين الناقل الافتراضي
المنطقة الزمنية لـ UE	تاريخ ووقت	المنطقة الزمنية الحالية لـ UE
ULI	مجمعة	معلومات موقع المستخدم (TAI، ECGI)
الشبكة الخدمية	PLMN	MCC/MNC
APN	سلسلة	اسم نقطة الوصول

الاستجابة: استجابة إنشاء الجلسة

اسم IE	النوع	الوصف
السبب	تعداد	نتيجة الطلب (نجاح/فشل)
سياق الناقل	مجمعة	معلومات الناقل المخصص مع TEID
تخصيص عنوان PDN	مجمعة	عنوان IP المخصص من PGW
قيود APN	تعداد	قيود APN

رسائل تعديل الجلسة

طلب تعديل الناقل (S11)

الاتجاه: MME → OmniSGW (طلب تم بدءه من MME)

الغرض: تعديل معلمات الناقل أثناء الجلسة النشطة

عناصر المعلومات الرئيسية:

الوصف	النوع	اسم IE
معرف المعدات المحمولة	ثنائي	MEI
معلومات موقع المستخدم المحدثة	مجمعة	ULI
المنطقة الزمنية المحدثة	تاريخ ووقت	المنطقة الزمنية لـ UE
معرف منطقة التتبع	TAI	TAI
معرف الخلية العالمية لـ E-UTRAN	ECGI	ECGI

الاستجابة: استجابة تعديل الناقل

الوصف	النوع	اسم IE
نتيجة التعديل	تعداد	السبب
معلمات الناقل المحدثة	مجمعة	سياق الناقل

رسائل إدارة الناقل

طلب/استجابة إنشاء الناقل

الاتجاه: يمكن أن يتم بدءه من SGW أو MME

الغرض: تفعيل الناقل المخصص للخدمات التي تتطلب QoS

سيناريوهات التحفيز:

- تفعيل خدمة الصوت

- طلب بث الفيديو
- تفعيل الألعاب عبر الإنترنت

طلب/استجابة حذف الناقل

الاتجاه: يمكن أن يتم بدءه من SGW (عبر PGW) أو MME

الغرض: تعطيل الناقل المخصص عند عدم الحاجة إليه بعد الآن

رسائل الحركة

طلب/استجابة تحرير الناقلات الوصول

الاتجاه: MME → OmniSGW

الغرض: تعليق جميع الناقلات أثناء فصل الراديو (سيناريو الاستدعاء)

التأثيرات:

- تبقى الناقلات في السياق ولكن معلقه
- يتم إيقاف توجيه بيانات المستخدم
- يتم بدء تخزين البيانات في SGW-U
- يمكن لـ UE الاستئناف مع طلب الخدمة

طلب/استجابة تعديل الناقلات الوصول

الاتجاه: OmniSGW → MME أو MME → OmniSGW

الغرض: تحديث الوصول إلى الناقل أثناء النقل أو الاسترداد

رسائل الاستدعاء

إشعار بيانات الاتجاه الهابط (S11)

الاتجاه: PGW-C → OmniSGW → MME

الغرض: إبلاغ MME لـ UE المعلق بوجود بيانات اتجاه هابط معلقة

عناصر المعلومات الرئيسية:

اسم IE	النوع	الوصف
EBI	عدد صحيح	معرف الناقل EPS
IMSI	ثنائي	هوية المشترك

الاستجابة: اعتراف بيانات الاتجاه الهابط

إنشاء الجلسة

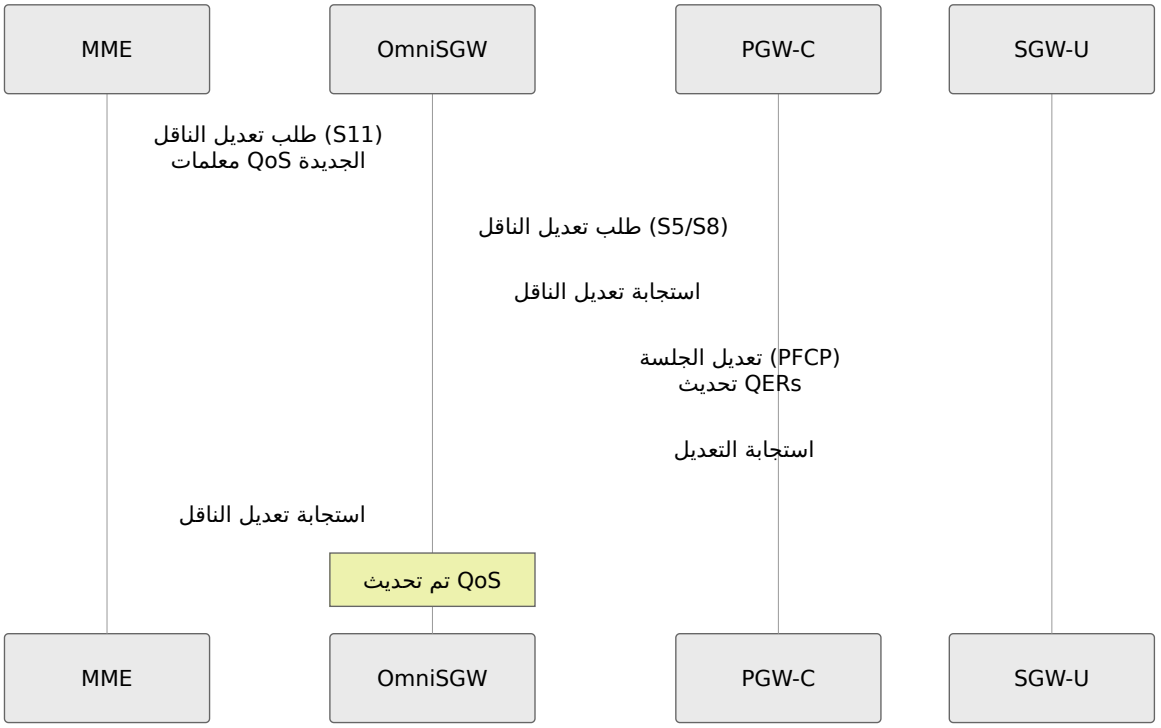
تدفق الاتصال الأولي لـ UE

انتقالات الحالة:

```
[UE غير متصل]
    ↓ (طلب الاتصال)
[إنشاء جلسة إلى PGW]
    ↓ (PGW يستجيب)
[إنشاء خطة المستخدم]
    ↓ (جلسة PFCP نشطة)
[الجلسة نشطة]
```

تعديل الجلسة

تعديل QoS للناقل



تحديث منطقة التتبع (TAU)

TAU بدون تغيير SGW:

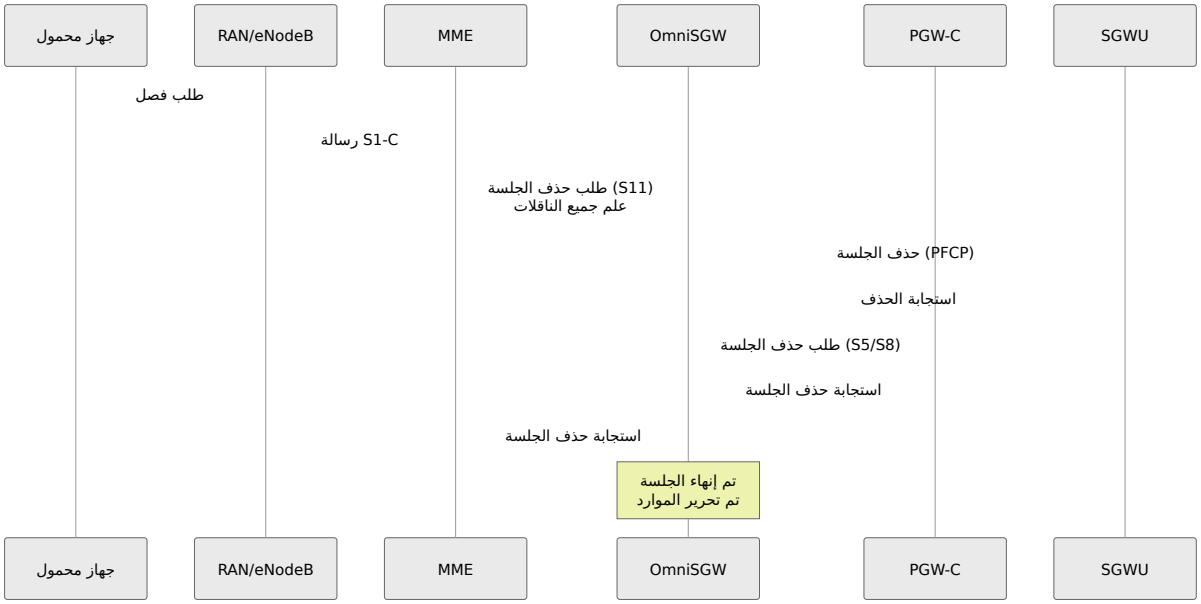
- يقوم MME بتحديث موقع UE
- يتم إرسال ULI/TAI إلى SGW عبر تعديل الناقل
- يقوم SGW بتحديث السياق المحلي لـ UE
- لا حاجة لنقل الجلسة

TAU مع تغيير SGW:

- MME القديم طلب تحرير الناقلات من SGW يس��قبل
- SGW يستقبل طلب إنشاء جلسة الجديد
- SGW يتم توجيه البيانات من القديم إلى الجديد
- SGW بعد اكتمال التوجيه، يقوم القديم بإصدار الجلسة

إنهاء الجلسة

إنهاء الجلسة العادية



انتقالات الحالة:

```
[الجلسة نشطة]
    ↓ (طلب حذف الجلسة)
[تحرير خطة المستخدم]
    ↓ (تم حذف جلسة PFCP)
[إبلاغ PGW]
    ↓ (تم حذف جلسة PGW)
[تم إنهاء الجلسة]
```

عمليات الشبكة

مراقبة تدفق الرسائل

راقب نشاط رسائل S11 في الوقت الفعلي:

```
# مراقبة عدادات رسائل S11
watch -n 1 'curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
s11_inbound'

# مثال على المخرجات:
#
s11_inbound_messages_total{message_type="create_session_request"}
1245
#
s11_inbound_messages_total{message_type="delete_session_request"}
1200
# s11_inbound_messages_total{message_type="modify_bearer_request"}
3450
```

فحص الجلسة

عرض الجلسات النشطة وحالتها S11:

```
واجهة الويب UE ← صفحة جلسات

لكل جلسة:
  - IMSI و GUTI
  - TAI (منطقة التتبع) الحالية
  - TEID المحلي (لـ S11)
  - TEID البعيد (من MME)
  - قائمة الناقلات مع معلمات QoS
  - PGW-C المرتبط
```

مراقبة النقل

تتبع نشاط النقل:

```
# عد طلبات تعديل الناقل (تشير إلى النقل)
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
modify_bearer_request_total

# مراقبة تأخيرات النقل
# تحقق من السجلات للرسائل "TAU مع تغيير SGW"
```

استكشاف الأخطاء وإصلاحها

فشل إنشاء الجلسة

المشكلة: تم رفض طلب إنشاء الجلسة

التشخيص:

1. تحقق من واجهة الويب ← جلسات لسبب الرفض UE
2. تحقق من المقاييس: `s11_inbound_errors_total`
3. تحقق من السجلات للرمز المحدد للسبب

الأسباب الشائعة والحلول:

السبب	السبب	الحل
16	لا توجد موارد متاحة	تحقق من سعة SGW-U، عدد جلسات PFCP
25	خطأ دلالي في IE	تحقق من سياق الناقل في الطلب
49	PGW غير متاح	تحقق من الاتصال بـ PGW-C S5/S8
65	APN غير مدعوم	تحقق من تكوين APN

مشاكل توجيه الرسائل

المشكلة: "تم توجيه الرسالة إلى TEID غير معروف"

التشخيص:

```
# تحقق من سجل TEID
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep teid_registry_count

# تحقق من تخصيص TEID
# البحث حسب IMSI ← واجهة الويب ← جلسات UE
```

الأسباب الشائعة:

- تم إصدار الجلسة ولكن الرسالة المتأخرة لا تزال تصل
- إنشاء جلسة مكررة مع TEID مختلف
- رسالة من مثيل MME مختلف مع نفس TEID

مشاكل النقل

المشكلة: فشل النقل أو فقدان البيانات

التشخيص:

1. راقب طلب/استجابة تعديل الناقل في المقاييس
2. تحقق من السجلات للرسائل "النقل" أو "TAU"
3. افحص حالة جلسة PFCP أثناء النقل

الحلول:

- تحقق من أن SGW-U نشط خلال نافذة النقل
- تحقق من قواعد توجيه البيانات المثبتة
- راقب توقيت تحرير الناقلات

مشاكل الأداء

المشكلة: ارتفاع زمن استجابة رسائل S11

المقاييس التي يجب التحقق منها:

```
# مدة معالجة الرسالة
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
s11_inbound_duration_seconds

# عدد الجلسات
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep active_ue_sessions

# عدد الناقلات
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep active_bearers
```

خطوات التحسين:

1. تقليل عمليات تعديل الناقل غير الضرورية
2. مراقبة وتحسين زمن إنشاء جلسة PFCP
3. التوسع أفقيًا مع عدة مثيلات SGW-C
4. تحقق من استخدام CPU والذاكرة خلال أوقات الذروة

وتكوين لوحة المعلومات، Prometheus للحصو�� على معلومات شاملة عن المقاييس، وإعداد راجع دليل المراقبة والمقاييس.

أفضل الممارسات

التكوين

- بواجهة الشبكة الإدارية لأغراض الأمان S11 **ربط المنفذ:** ربط
- للشبكة RTT **المهل:** تعيين مهلات الرسائل المناسبة بناءً على
- **إعادة المحاولة:** تحقيق التوازن بين الموثوقية وحمل الشبكة

العمليات

- **حدود الجلسة:** مراقبة مقابل السعة لمنع التحميل الزائد
- MME **مراقبة الأقران:** تتبع حالة اتصال
- المستمر S11 **تتبع الأخطاء:** تنبيه عند زيادة معدل أخطاء
- **إيقاف التشغيل بشكل سلس:** تصريف الجلسات قبل الصيانة

الأمان

- على قسم شبكة معزول S11 **عزل الشبكة:** يجب أن تكون
- المصرح بها لـ IP إلى عناوين S11 **تحكم الوصول:** تقييد منفذ MME
- **المراقبة:** تنبيه عند اتصالات غير متوقعة للأقران

ملخص مرجع الرسائل

الأولوية	التكرار	ال��تجاه	الرسالة
عالية	إنشاء الجلسة	MME → SGW	طلب/استجابة إنشاء الجلسة
عالية	نهاية الجلسة	MME → SGW	طلب/استجابة حذف الجلسة
متوسطة	تغييرات QoS، TAU	MME ↔ SGW	طلب/استجابة تعديل الناقل
متوسطة	تفعيل الناقل	MME ↔ SGW	طلب/استجابة إنشاء الناقل
متوسطة	تعطيل الناقل	MME ↔ SGW	طلب/استجابة حذف الناقل
عالية	تعليق الاستدعاء	MME → SGW	طلب/استجابة تحرير الناقلات الوصول
عالية	استرداد الحركة	MME ↔ SGW	طلب/استجابة تعديل الناقلات الوصول
متوسطة	استدعاء البيانات	SGW → MME	إشعار/اعتراف بيانات الاتجاه الهابط
منخفضة	مراقبة المسار	MME ↔ SGW	طلب/استجابة صدى

واجهة S11 - *إشارات مستوى التحكم من MME إلى SGW-C*

وثائق واجهة S5/S8

الاتصال GTP-C مع PGW-C

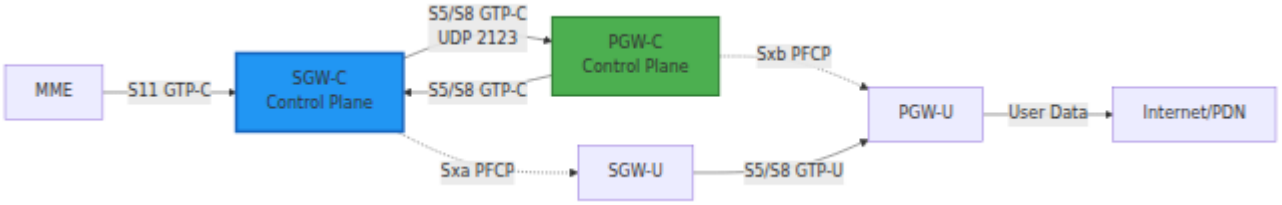
من خدمات شبكة أومنيتوش OmniSGW

جدول المحتويات

1. نظرة عامة
2. تفاصيل البروتوكول
3. التكوين
4. إنشاء الجلسة
5. تعديل الجلسة
6. إنهاء الجلسة
7. أنواع الرسائل
8. عمليات الشبكة
9. استكشاف الأخطاء وإصلاحها

نظرة عامة

واجهة تربط **S5/S8** OmniSGW بـ PGW-C (طبقة التحكم في بوابة الحزمة) باستخدام بروتوكول **GTP-C v2** (بروتوكول نفق GPRS - طبقة التحكم). تتعامل هذه الواجهة مع إشارات إدارة جلسات PDN بين البوابات.



الميزات الرئيسية

- **بروتوكول GTP-C v2** - إشارات متوافقة مع المعايير
- **توجيه الجلسات بناءً على TEID** - معرفات نقاط نهاية النفق للتتبع
- **إدارة الاتصال PDN** - إنشاء/تعديل/حذف اتصالات PDN
- **إدارة الحامل** - عمليات الحامل الافتراضي والمخصص
- **تبادل معرف الشحن** - الفوترة المنسقة عبر البوابات
- **تخصيص عنوان IP** - توفير IP للـ UE من تجمعات PGW

تفاصيل البروتوكول

الإصدار GTP-C 2

- **البروتوكول:** GTP-C v2 (3GPP TS 29.274)
- **النقل:** UDP
- **المنفذ:** 2123 (قياسي)
- **نوع الواجهة:** طبقة التحكم
- **الاتجاه:** طلب/استجابة ثنائي الاتجاه

TEID (معرف نقطة نهاية النفق)

تحتوي كل جلسة PDN على TEIDs فريدة في كلا الاتجاهين:

- **SGW TEID** - مخصص من قبل SGW-C لرسائل S5/S8 من PGW
- **PGW TEID** - مخصص من قبل PGW-C لرسائل S5/S8 من SGW

```
تدفق الرسالة:
  SGW-C → PGW-C: يستخدم TEID الخاص بـ PGW-C في الرأس
  PGW-C → SGW-C: يستخدم TEID الخاص بـ SGW-C في الرأس
```

معرف الشحن

معرف الشحن أمر حاسم لتنسيق الفوترة:

- أثناء استجابة إنشاء الجلسة PGW-C **تم إنشاؤه بواسطة:**
- لتوليد CDR SGW-C **يتم تمريره إلى:**
- CDRs PGW و SGW **يستخدم لـ:** ربط الرسوم غير المتصلة بين
- PDN **التنسيق:** عدد صحيح 32 بت، فريد لكل اتصال

التكوين

التكوين الأساسي

```
# config/runtime.exs
config :sgw_c,
  s5s8: %{
    # عنوان IPv4 المحلي لواجهة S5/S8
    local_ipv4_address: "10.0.0.15",

    # عنوان IPv6 المحلي اختياري:
    local_ipv6_address: nil,

    # اختياري: تجاوز المنفذ الافتراضي
    local_port: 2123,

    # أقران PGW-C
    pgw_peers: [
      %{
        ip_address: "10.0.0.20",
        name: "pgw-c-primary"
      },
      %{
        ip_address: "10.0.0.21",
        name: "pgw-c-secondary"
      }
    ],

    # مهلات الرسالة
    message_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3,
    retry_backoff_ms: 1000
  }
```

متطلبات الشبكة

قواعد جدار الحماية:

```
# السماح بـ GTP-C من شبكة PGW-C
iptables -A INPUT -p udp --dport 2123 -s <pgw_network>/24 -j
ACCEPT

# السماح بـ GTP-C الصادر إلى PGW-C
iptables -A OUTPUT -p udp --dport 2123 -d <pgw_network>/24 -j
ACCEPT
```

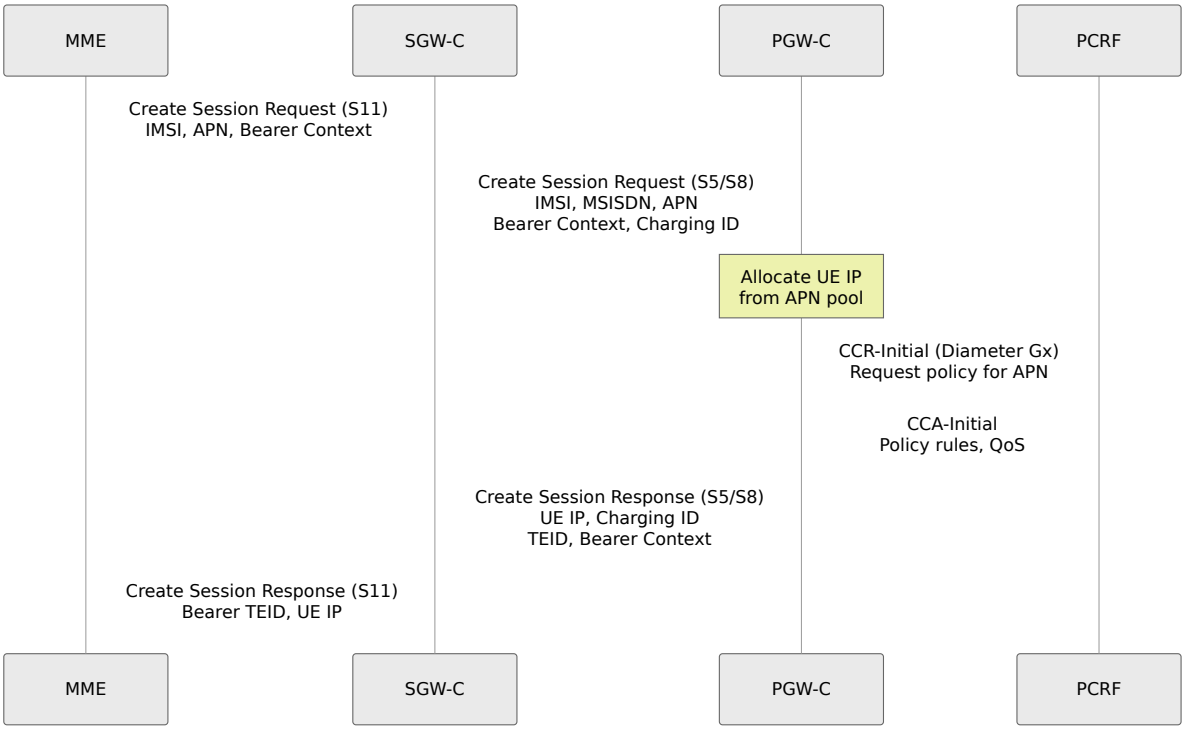
التوجيه:

```
# تأكد من وجود مسار إلى شبكة PGW-C
ip route add <pgw_network>/24 via <gateway_ip> dev eth0
```

إنشاء الجلسة

طلب اتصال PDN الأولي

عندما يطلب MME اتصال PDN عبر S11، يقوم SGW-C بإعادة توجيهه إلى PGW-C عبر S5/S8.



طلب إنشاء الجلسة (SGW-C → PGW-C)

عناصر المعلومات الرئيسية:

اسم IE	المصدر	الوصف
IMSI	MME	هوية المشترك المحمول
MSISDN	MME	رقم الهاتف المحمول
MEI	MME	هوية المعدات المحمولة
Bearer Context	MME	تكوين الحامل (QCI، ARP)
APN	MME	اسم نقطة الوصول (الإنترنت، ims، mms)
الشبكة الخدمية	MME	رمز PLMN (MCC/MNC)
نوع RAT	MME	تقنية الوصول اللاسلكي (EUTRAN)
ULI	MME	معلومات موقع المستخدم (TAI، ECGI)
Charging ID	SGW	مرجع الشحن الذي تم إنشاؤه بواسطة SGW

استجابة إنشاء الجلسة (PGW-C → SGW-C)

عناصر المعلومات الرئيسية:

اسم IE	المصدر	الوصف
السبب	PGW	إشارة النجاح/الفشل
Bearer Context	PGW	TEID الحامل المخصص مع
تخصيص عنوان PDN	PGW	عنوان IP المخصص للـ UE
قيود APN	PGW	السياسات لهذا APN
Charging ID	PGW	معرف الشحن الذي تم إنشاؤه بواسطة PGW
TEID	PGW	مخصص لنفق S5/S8

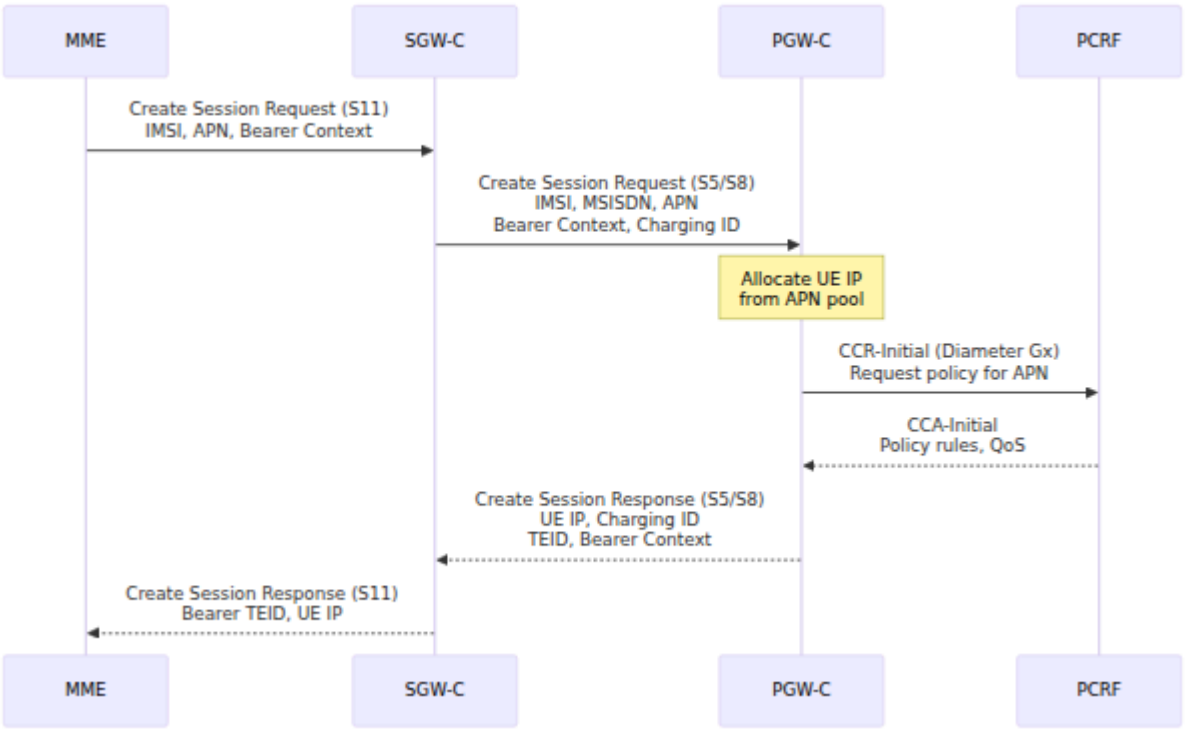
رموز الاستجابة

رمز السبب	الوصف	الاسترداد
0	تم قبول الطلب	تم إنشاء الجلسة
16	لا توجد موارد متاحة	إجراء المستخدم، الرفض إلى MME
25	خطأ دلالي في IE	تحقق من تنسيق الرسالة
49	لا توجد قاعدة مطابقة	عدم تطابق سياسة PGW-C
64	السياق غير موجود	الجلسة موجودة بالفعل
65	خطأ دلالي في الاستجابة	تكوين خاطئ لـ PGW
72	إلزامي مفقود/غير صحيح IE	الرسالة غير مكتملة

تعديل الجلسة

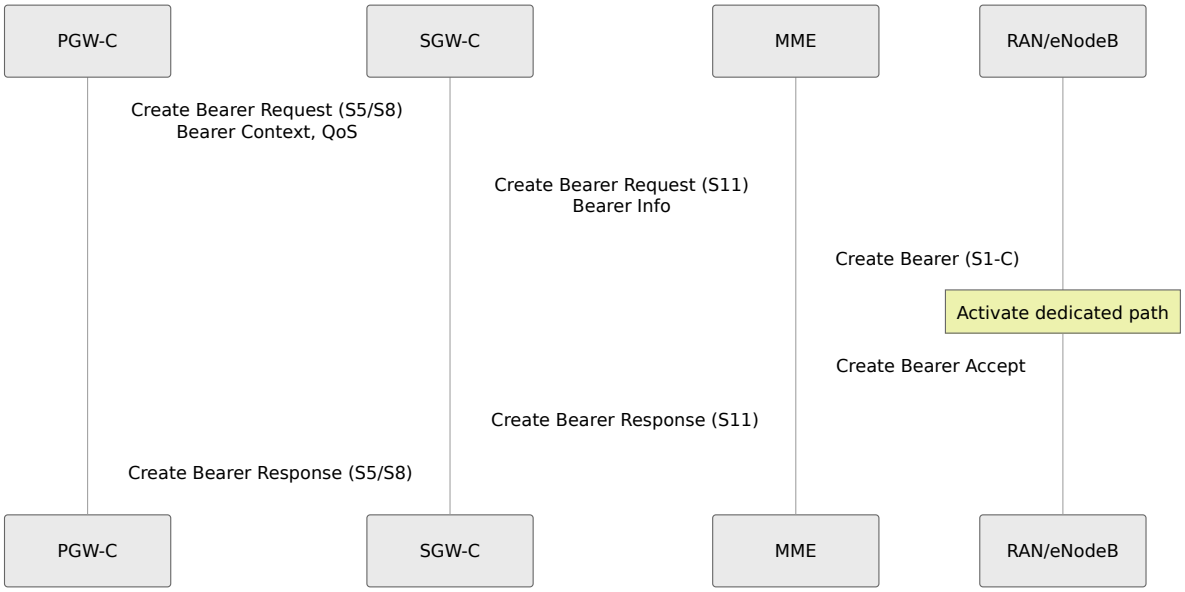
تعديل QoS للحامل

عندما يطلب MME تغييرات QoS عبر S11، يقوم SGW-C بنقلها إلى PGW-C عبر S5/S8.



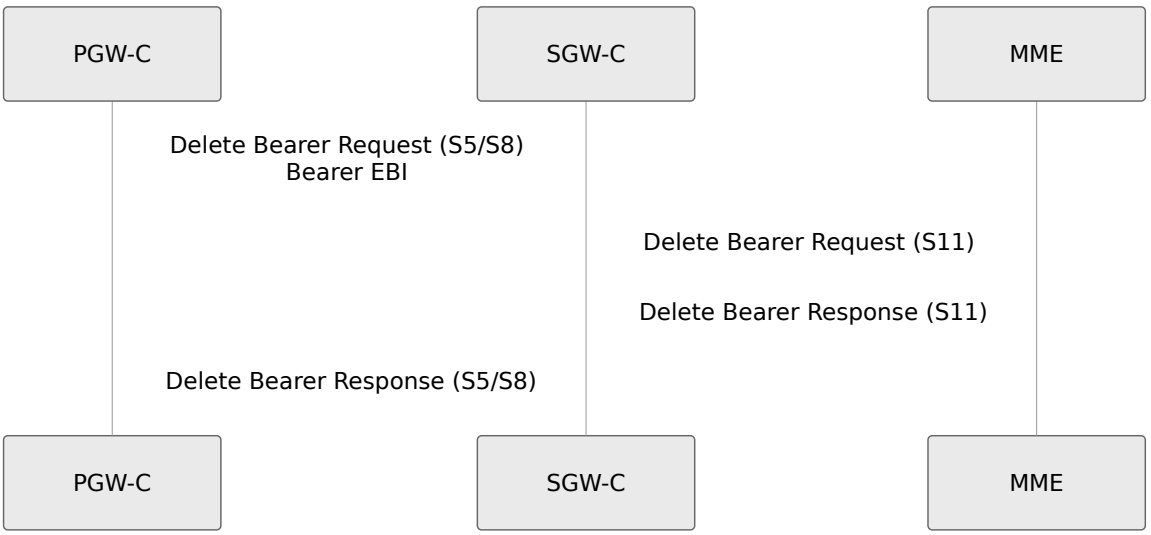
إنشاء الحامل (حامل مخصص)

يمكن لـ PGW-C طلب تفعيل الحامل المخصص عبر S5/S8:



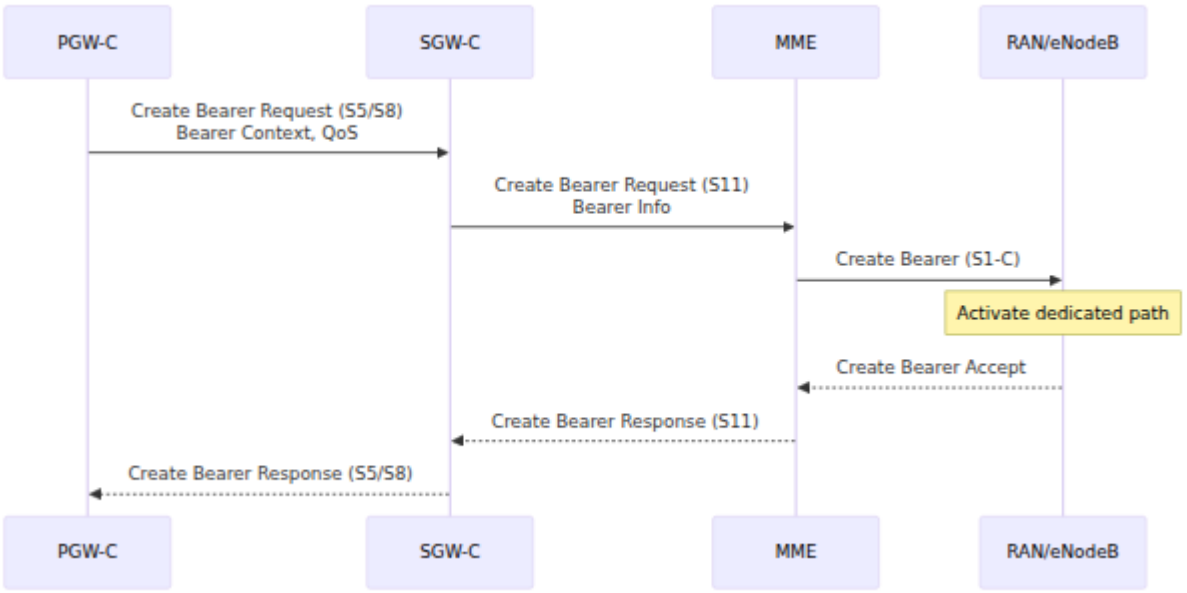
حذف الحامل (حامل مخصص)

عندما لم يعد الحامل المخصص مطلوبًا:



إنهاء الجلسة

فصل PDN العادي

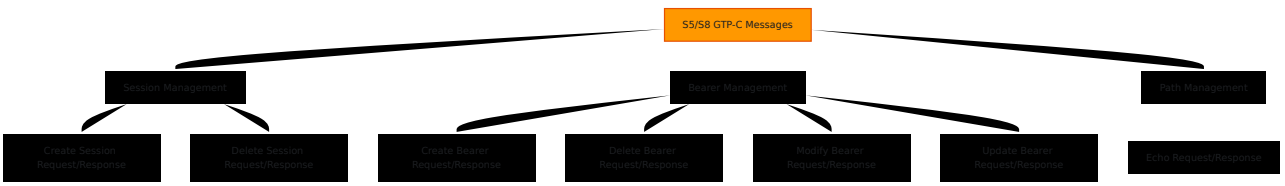


تحولات الحالة:

```
[PDN Connected]
    ↓ (Delete Session Request from MME)
[Releasing PGW Session]
    ↓ (PGW Delete Response received)
[Releasing SGW Resources]
    ↓ (TEID released, CDR logged)
[PDN Disconnected]
```

أنواع الرسائل

ملخص رسائل S5/S8



تفاصيل ال��سالة

طلب/استجابة إنشاء الجلسة

- **المحفزات:** الاتصال الأولي، طلب الاتصال PDN
- **التكرار:** ~1 لكل اتصال PDN لكل UE
- **الاتجاه:** ثنائي الاتجاه

طلب/استجابة حذف الجلسة

- **المحفزات:** فصل، فصل PDN
- **التكرار:** ~1 لكل إنهاء اتصال PDN
- **الاتجاه:** ثنائي الاتجاه

طلب/استجابة تعديل الحامل

- **المحفزات:** تغيير QoS، تعديل الحامل
- **التكرار:** متغير (0 إلى العديد لكل جلسة)
- **الاتجاه:** ثنائي الاتجاه

طلب/استجابة إنشاء/حذف الحامل

- **المحفزات:** تفعيل/إلغاء تفعيل الحامل المخصص
- **التكرار:** متغير (0 إلى العديد لكل جلسة)
- **الاتجاه:** ثنائي الاتجاه

طلب/استجابة الصدى

- **المحفزات:** مراقبة المسار/نظير
- **التكرار:** دوري (موصى به 1/دقيقة كحد أدنى)
- **الاتجاه:** ثنائي الاتجاه

عمليات الشبكة

مراقبة الأقران

راقب اتصال PGW-C:

```
# تحقق من TEIDs النشطة S5/S8
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep s5s8_teid

# مراقبة تدفق رسائل S5/S8
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
s5s8_inbound_messages_total

# المتوقع: تدفق ثابت من رسائل الإنشاء/الحذف/التعديل
```

تحقق من جلسة PDN

افحص اتصالات PDN النشطة:

```
واجهة الويب UE → صفحة جلسات
└── لكل جلسة UE:
    ├── نظير PGW-C المرتبط
    ├── معرف الشحن (من PGW)
    ├── عنوان IP للـ UE (من PGW)
    ├── قائمة الحامل مع QoS
    └── زوج TEID S5/S8
```

فحص تدفق الرسائل

تتبع نشاط رسائل S5/S8:

```
# عد عمليات إنشاء الجلسة
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
create_session_request_total

# مراقبة تعديلات الحامل
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep modify_bearer

# تحقق من معدل الأخطاء
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
s5s8_inbound_errors_total
```

استراتيجية اختيار PGW

إذا تم تكوين عدة أقران PGW-C:

```
منطق الاختيار:
├── موزع بالتساوي: جولة عبر الأقران
├── لزج: نفس APN يستخدم دائمًا نفس PGW
├── نشط-احتياطي: الفشل عند عدم توفر النظير ��
└── مخصص: منطق محدد للتطبيق
```

راقب التوزيع:

```
# الجلسات لكل نظير PGW
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep session_by_pgw_peer
```

استكشاف الأخطاء وإصلاحها

فشل إنشاء الجلسة

المشكلة: "تم رفض طلب إنشاء الجلسة بواسطة PGW"

التشخيص:

```
# تحقق من رمز السبب
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
create_session_response_cause

# تحقق من اتصال PGW
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep s5s8_peer_status
```

الأسباب الشائعة والحلول:

السبب	السبب	الحل
16	لا توجد موارد	تحقق من سعة PGW، نفاد تجمع IP
25	خطأ دلالي	تحقق من تطابق سياق الحامل مع توقعات PGW
49	لا توجد قاعدة مطابقة	تحقق من تكوين APN في PGW
72	مفقود IE	تحقق من أن MME يرسل الحقول المطلوبة

فشل عمليات الحامل

المشكلة: "فشل طلب تعديل الحامل"

التشخيص:

1. تحقق من ال��قاييس لمعدل خطأ modify_bearer
2. افحص معلمات QoS للتحقق من صحتها
3. تحقق من إمكانية الوصول إلى PGW

الحلول:

- تقليل تكرار تعديل QoS
- تحقق من أن قيم QoS ضمن سياسة PGW
- تحقق من PGW لمشاكل PCRF/السياسة

مشاكل مهلة الرسالة

"تجاوز مهلة رسائل S5/S8" **المشكلة:**

المقاييس:

```
# زمن تأخير الرسالة
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
s5s8_inbound_duration_seconds

# عدد المهلات
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep s5s8_timeout_total
```

الحلول:

- زيادة message_timeout_ms إذا كانت RTT الشبكة مرتفعة
- تحقق من ازدحام الشبكة
- تحقق من توفر CPU/ذاكرة PGW
- راقب فقدان الحزم

عدم تطابق معرف الشحن

"عدم تطابق معرف الشحن في CDRs" **المشكلة:**

التشخيص:

- تحقق من أن PGW يعيد معرف الشحن الصحيح
- تحقق من سجلات CDR لوجود معرف الشحن المفقود
- قارن بين CDRs لـ SGW و PGW

الحل:

- تأكد من أن PGW يرسل معرف الشحن في جميع الاستجابات
- التعامل مع CDR مع مع��ف الشحن المفقود بشكل مناسب في تسجيل

راجع دليل المراقبة للحصول على مرجع المقاييس التفصيلية وإعداد لوحة معلومات Prometheus، والمقاييس.

أفضل الممارسات

التكوين

- **تكرار PGW:** تكوين عدة أقران PGW-C للفشل
- **توزيع الحمل:** استخدام جولة لتحقيق توازن الحمل
- **المهلات:** تعيينها بشكل مناسب بناءً على RTT WAN (القياسي: 5-10 ثوانٍ)
- **إعادة المحاولة:** 2-3 محاولات مع زيادة زمن الانتظار

العمليات

- **صحة النظير:** مراقبة أوقات استجابة الصدى
- **توجيه APN:** مطابقة تكوين APN لـ SGW مع APNs PGW
- **تتبع الأخطاء:** تنبيه على معدل خطأ S5/S8 المستمر
- **تخطيط السعة:** مراقبة استخدام تجمع IP في PGW

إدارة الجلسات

- **حدود الجلسة:** تتبع الجلسات المتزامنة مقابل سعة PGW
- **عدد الحامل:** مراقبة توزيع الحامل الافتراضي + المخصص
- **التحقق من QoS:** تحقق من معلمات QoS التي قبلها PGW
- **الشحن:** تحقق من معرف الشحن المستلم والمسجل

التكامل مع واجهات أخرى

تنسيق S11 ↔ S5/S8

```
تدفق رسالة S11 (من MME)
    ↓
معالجة جلسة SGW-C
    ↓
رسالة S5/S8 (إلى PGW-C)
    ↓
انتظر الاستجابة
    ↓
استجابة S11 (إلى MME)
```

تنسيق S5/S8 ↔ Sxa

```
استجابة إنشاء جلسة S5/S8 (من PGW)
    ↓
استخراج معلومات الحامل/QoS
    ↓
إنشاء جلسة Sxa (إلى SGW-U)
    ↓
انتظر جاهزية المسار المستخدم
    ↓
إكمال استجابة إنشاء جلسة S11
```

دليل إدارة الجلسات

دورة حياة جلسة UE والعمليات

Omnitouch من خدمات الشبكة OmniSGW

جدول المحتويات

1. نظرة عامة
2. دورة حياة الجلسة
3. حالات الجلسة
4. عمليات الناقل
5. معالجة التنقل
6. إجراءات النقل
7. إجراءات التشغيل
8. فحص الجلسة
9. استكشاف الأخطاء وإصلاحها

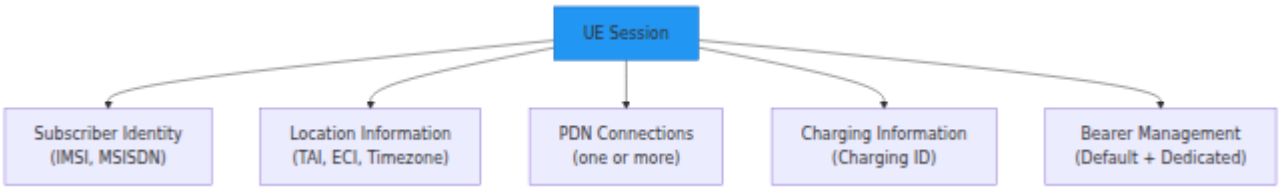
نظرة عامة

تمثل جلسة UE يحتفظ بسياق الجلسة وينسق بين SGW-C جهازًا محمولًا نشطًا متصلًا بالشبكة:

- **MME** - كيان إدارة التنقل (عبر S11)
- **PGW-C** - طبقة التحكم في بوابة الحزمة (عبر S5/S8)
- **SGW-U** - توجيه مستوى المستخدم (عبر Sxa)

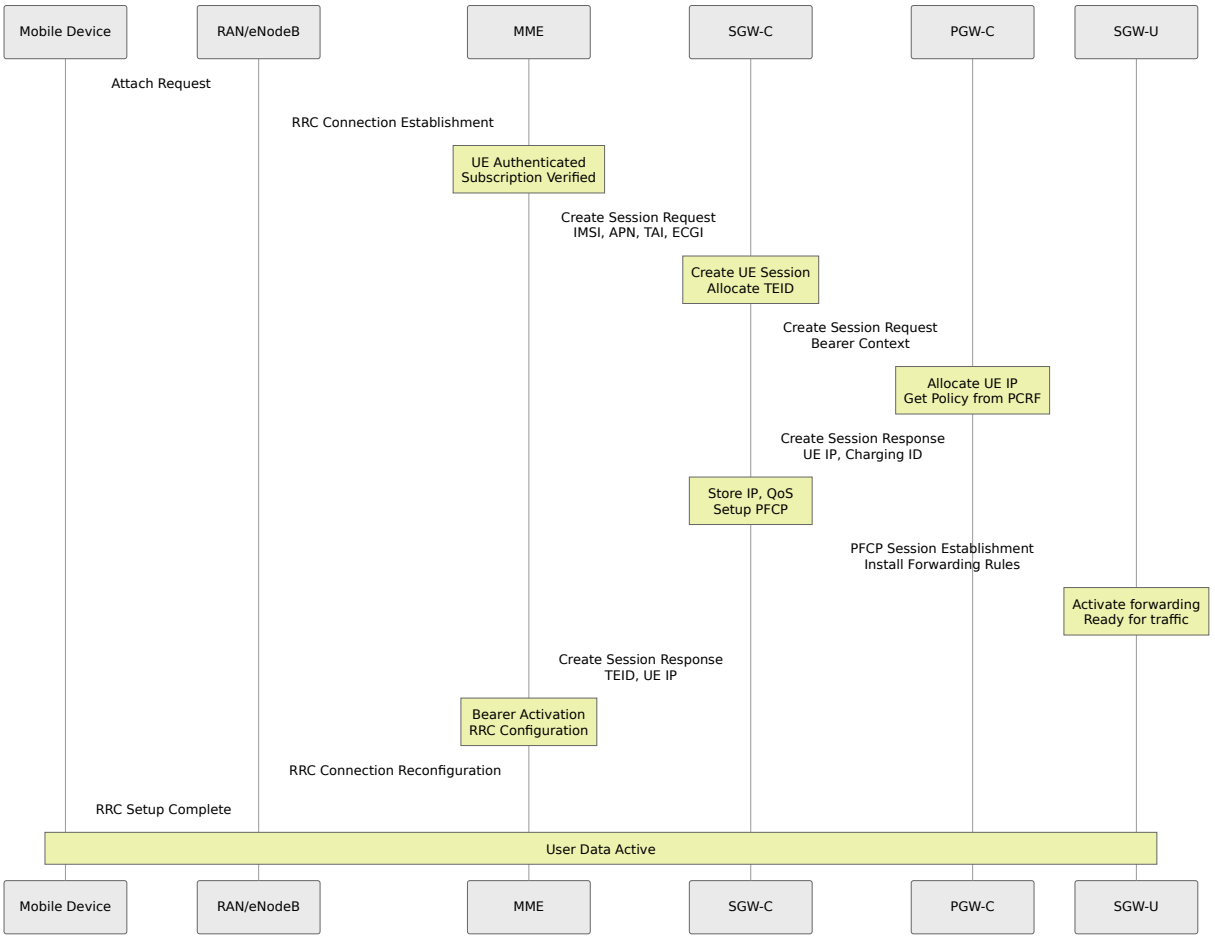
تحتوي كل جلسة على IMSI فريد (هو��ة المشترك) وقد تحتوي على اتصال PDN واحد أو أكثر.

مسؤوليات الجلسة

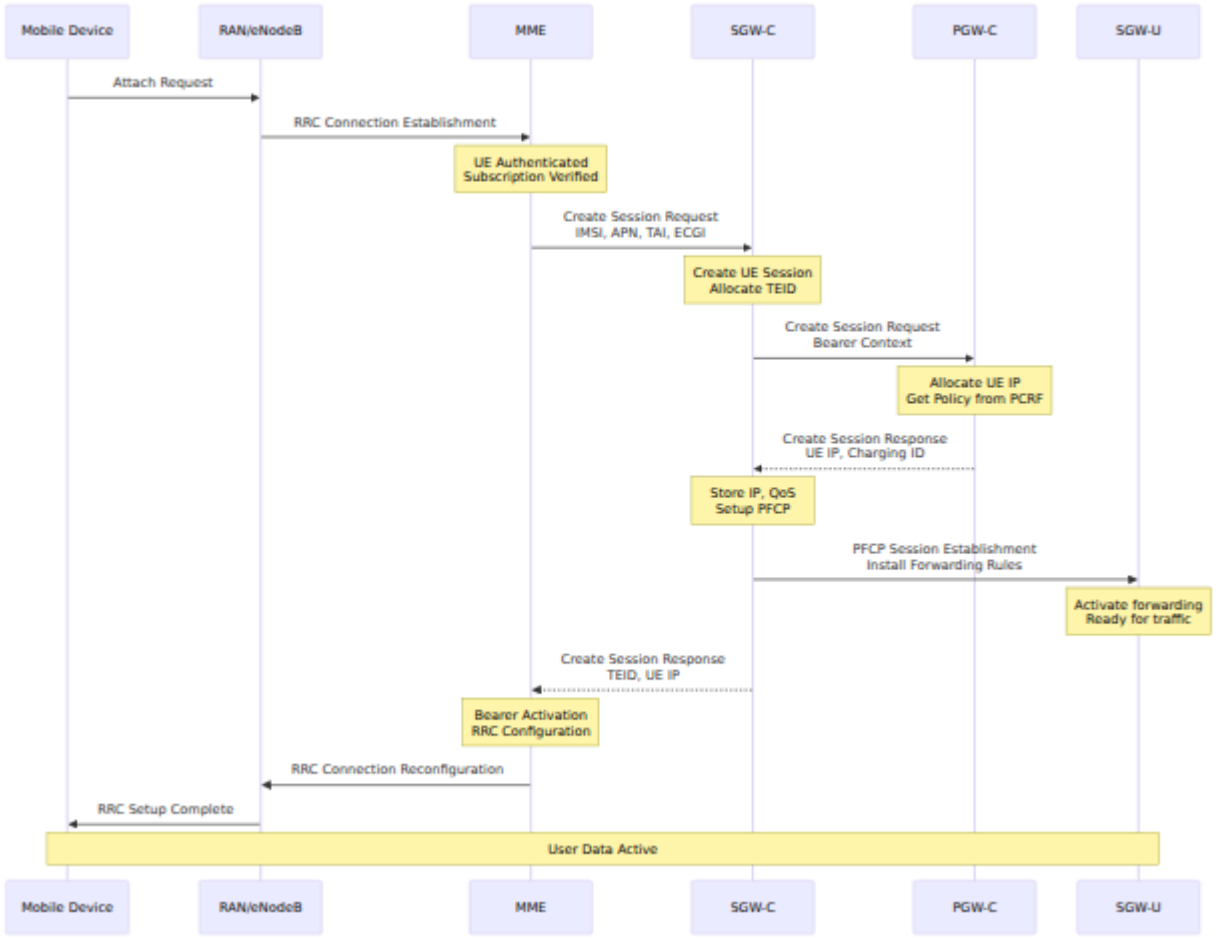


دورة حياة الجلسة

إنشاء الجلسة (توصيل UE)



إنهاء الجلسة (فصل UE)



حالات الجلسة

آلة حالة جلسة UE

```
[No Session]
    ↓ (Create Session Request from MME)
[Creating Session - PGW]
    ↓ (Create Session Response from PGW)
[Creating Session - User Plane]
    ↓ (PFCP Session Establishment Response)
[Session Active]
    ↓ (Modify Bearer Request or bearer changes)
[Session Modifying]
    ↓ (Modification Complete)
[Session Active]
    ↓ (Delete Session Request or network error)
[Session Terminating]
    ↓ (All responses received, CDR logged)
[Session Terminated]
```

المتغيرات الرئيسية للحالة

```
Session State:
├── IMSI: Mobile subscriber identity
├── GUTI: Temporary ID from MME
├── Location:
│   ├── TAI: Current tracking area
│   ├── ECI: Current cell
│   └── Timezone: UE timezone
├── PDN Connections: Array of PDN connection contexts
│   ├── APN: Access Point Name
│   ├── TEID (S11): To MME
│   ├── TEID (S5/S8): To PGW-C
│   ├── Charging ID: From PGW-C
│   ├── UE IP: From PGW-C
│   ├── PGW-C Address: S5/S8 peer
│   └── Bearers: Default + Dedicated
│       ├── EBI: Bearer ID
│       ├── QCI: QoS class
│       ├── ARP: Priority
│       ├── GBR: Guaranteed rate
│       └── MBR: Maximum rate
└── Charging: Charging ID, event log
```

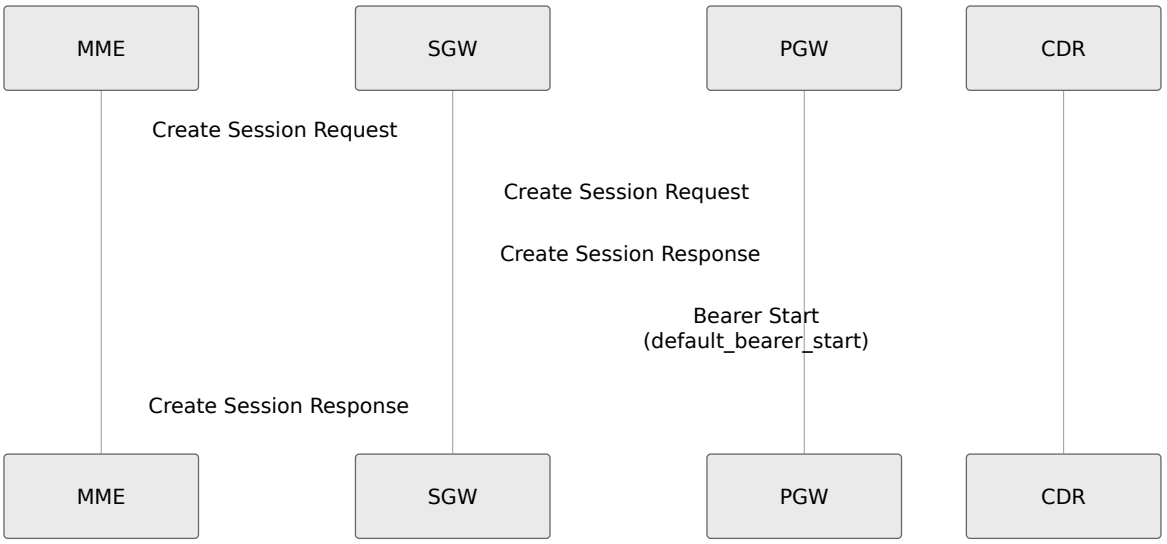
عمليات الناقل

الناقل الافتراضي

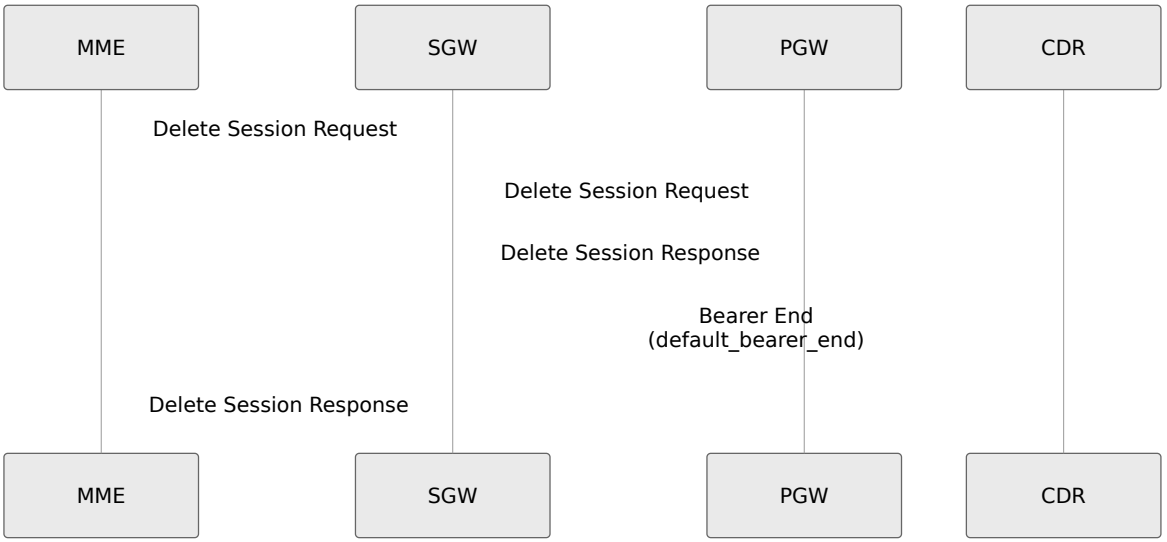
يتم إنشاء الناقل الافتراضي مع كل اتصال PDN:

- **QoS:** عادة QCI 9 (جهد أفضل)
- **مدة الحياة:** نفس مدة اتصال PDN
- **حركة المرور:** تحمل كل حركة المرور التي لا تتطابق مع الناقلات المخصصة
- **إلزامي:** يجب أن يحتوي كل اتصال PDN على ناقل افتراضي

حدث بدء الناقل:



حدث إنهاء الناقل:



الناقلات المخص��ة

توفر الناقلات المخصصة جودة خدمة متميزة لخدمات معينة:

- **التفعيل:** مطلوب من التطبيق أو سياسة الشبكة
- **QoS:** QCI 1-8 (أنواع خدمات متنوعة)
- **مدة الحياة:** يمكن أن تكون أقصر من اتصال PDN
- **اختياري:** صفر أو أكثر لكل اتصال PDN

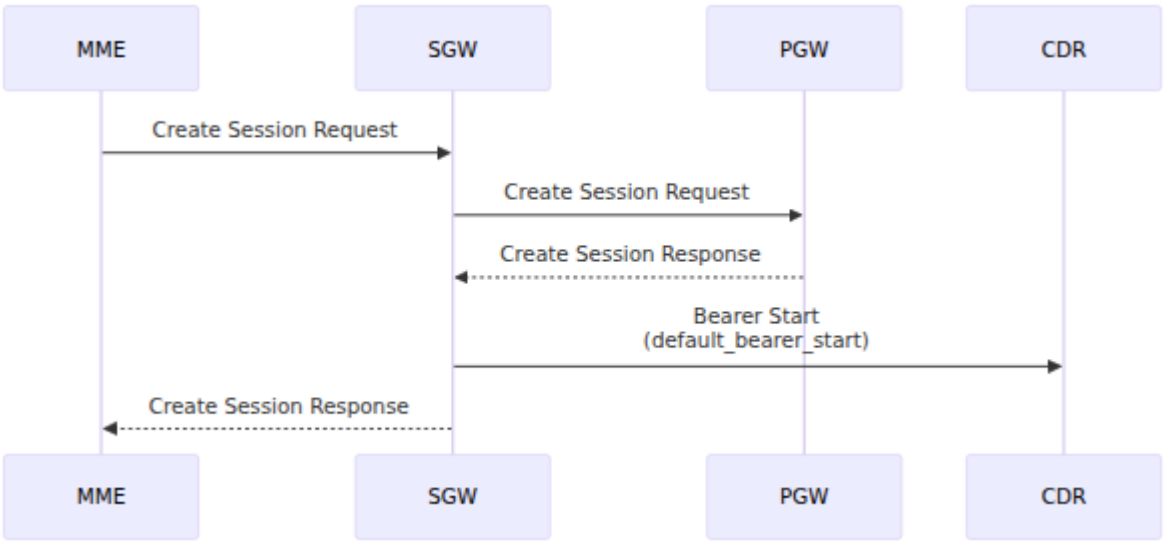
تفعيل الناقل المخصص:

```
Application Trigger
    ↓
PGW-C Policy Decision (via PCRF)
    ↓
Create Bearer Request (S5/S8)
    ↓
SGW forwards to MME (S11)
    ↓
MME activates bearer on RAN
    ↓
Create Bearer Response back through SGW to PGW
```

إلغاء تفعيل الناقل المخصص:

```
Network or Application Decision
    ↓
Delete Bearer Request (S5/S8)
    ↓
SGW forwards to MME (S11)
    ↓
MME deactivates bearer on RAN
    ↓
Delete Bearer Response back through SGW to PGW
```

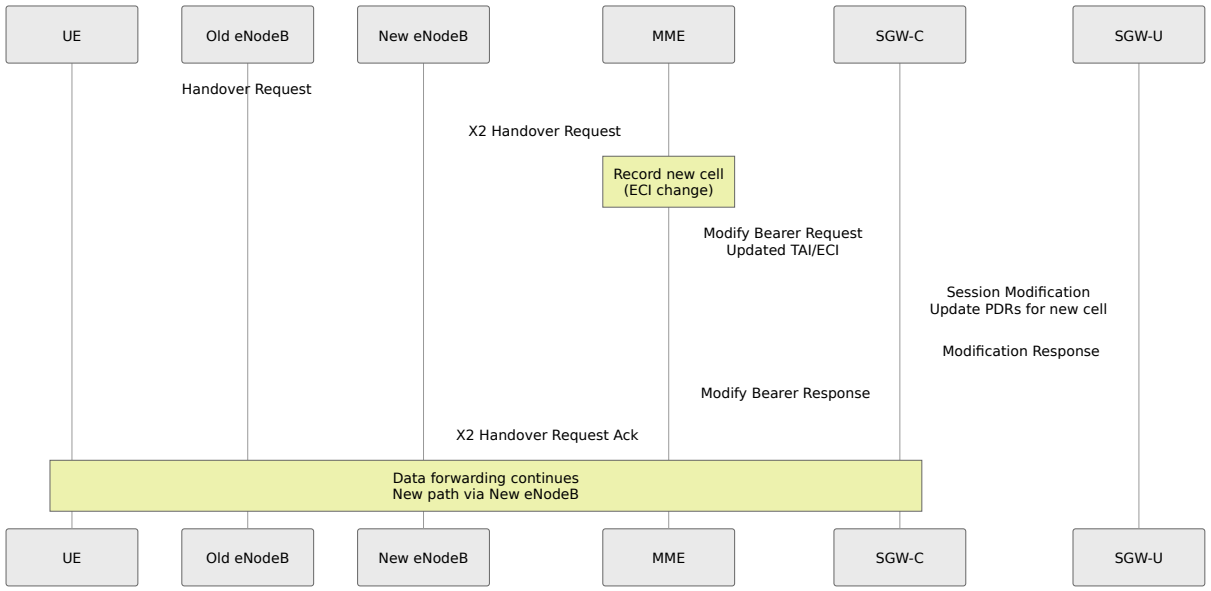
فئات جودة خدمة الناقل



معالجة التنقل

النقل داخل MME (بدون تغيير SGW)

السيناريو: يتحرك UE بين الخلايا في نفس منطقة MME

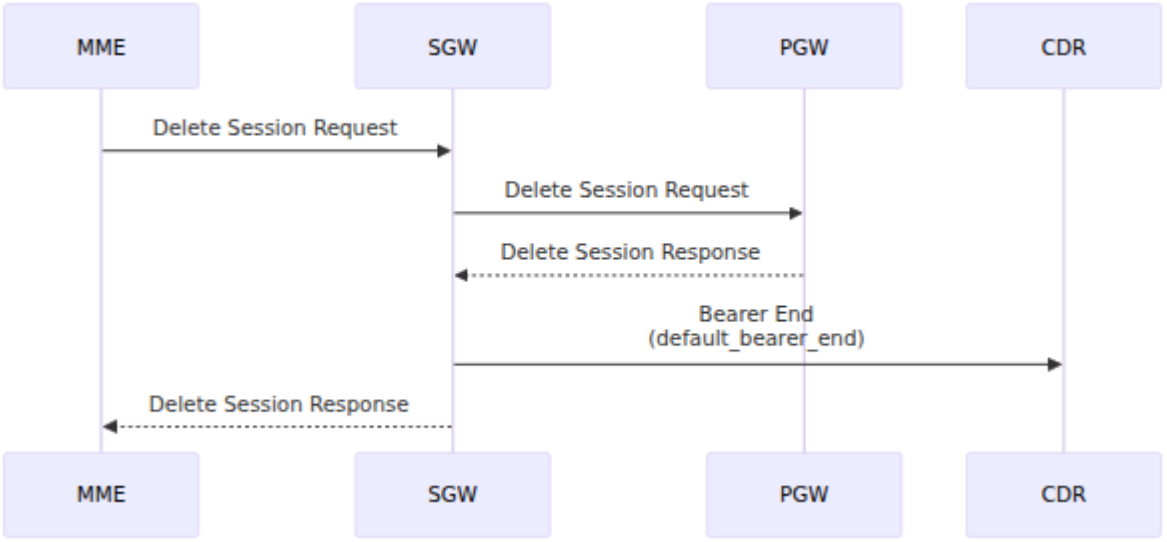


تأثير الجلسة:

- تبقى الجلسة نشطة
- يبقى TEID كما هو
- يتم تحديث الموقع في الجلسة
- تستمر CDR بنفس معرف الشحن

النقل بين MME (مع تغيير SGW)

السيناريو: يتحرك UE إلى MME مختلف، يتطلب SGW جديد



تأثير الجلسة:

- مع إشارة "النقل CDR تنتهي الجلسة القديمة، يتم تسجيل"
- يتم إنشاء جلسة جديدة بنفس معرف الشحن
- تستمر توجيه البيانات في الحفاظ على الاتصال
- الجديد SGW-U يتم إعادة توجيه مستوى المستخدم عبر

تحديث منطقة التتبع (TAU)

SGW: بدون تغيير TAU

```
UE updates location
    ↓
MME sends TAU Accept
    ↓
MME updates SGW with new location
    ↓
SGW modifies session (TAI, ECI)
    ↓
No service interruption
```

SGW: مع تغيير TAU

- مشابه للنقل بين MME
- الجديد SGW يتم نقل الجلسة إلى
- القديم والجديد SGW عبر CDR تنسيق

إجراءات النقل

مرحلة التحضير

قبل اكتمال النقل:

1. **اختيار SGW-U جديد** - اختيار مسار التوجيه
2. **تثبيت PDR** - تثبيت قواعد التوجيه الجديدة
3. **تفعيل التخزين المؤقت** - تمكين التخزين المؤقت للحزم أثناء النقل
4. **تنسيق الإشارات** S11/S5/S8 - تبادل الرسائل

مرحلة توجيه البيانات

أثناء انتقال النقل:

- **القديم SGW-U التخزين المؤقت في** - يتم الاحتفاظ بالحزم مؤقتًا
- **الجديد SGW-U التخزين المؤقت في** - جاهز للاستقبال
- **نفق GTP** - يتم توجيه البيانات من المسار القديم إلى الجديد
- **ترتيب الحزم** - الحفاظ على الترتيب

مرحلة الاكتمال

بعد اكتمال النقل:

1. **تفريغ التخزين المؤقت** - يتم تحرير الحزم المخزنة
2. **قطع المسار** - يتم تحويل الحركة إلى المسار الجديد
3. **تنظيف المسار القديم** - تحرير قواعد التوجيه القديمة
4. **تحديث الجلسة** TEID - تحديث الموقع و

إجراءات التشغيل

فحص الجلسة

راقب الجلسات النشطة عبر واجهة الويب:

```
1. افتح http://<sgw-ip>:<port>/ue_sessions
2. عرض جميع جلسات UE النشطة
3. البحث حسب IMSI أو GUTI أو رقم الهاتف
4. انقر على الجلسة لعرض التفاصيل:
   - الموقع (TAI، ECI)
   - الناقلات النشطة وجودة الخدمة
   - ارتباط PGW-C
   - معلومات زوج TEID
   - معرف الشحن
```

تظهر نظرة عامة على جلسات UE جميع الجلسات النشطة مع المعرفات الرئيسية:

انقر على أي جلسة لعرض تفاصيل شاملة بما في ذل TEIDs واتصالات الناقلات والموقع PDN:

انظر دليل العمليات لتعليمات التنقل والوصول إلى واجهة الويب.

مراقبة المقاييس

تتبع مقاييس الجلسة:

```
# حساب الجلسات النشطة
curl -s http://10.0.0.40:42068/metrics | grep active_ue_sessions

# حساب الناقلات النشطة
curl -s http://10.0.0.40:42068/metrics | grep active_bearers

# المراقبة حسب APN
curl -s http://10.0.0.40:42068/metrics | grep sessions_by_apn

# مراقبة معدل الرسائل
curl -s http://10.0.0.40:42068/metrics | grep
s11_inbound_messages_total
```

للحصول على مرجع كامل للمقاييس المتاحة، ولوحات معلومات Prometheus، وإعداد التنبيهات، انظر دليل المراقبة والمقاييس.

إنهاء الجلسة بشكل سلس

لإنهاء جلسة بشكل نظيف:

1. **تفعيل عبر API:** طلب حذف الجلسة

2. راقب حالة الجلسة **انتظر حتى الاكتمال:**
3. تحقق من المقاييس **تحقق من التنظيف:**
4. تأكيد السجل النهائي **راجع CDR:**

حدود الجلسة

راقب السعة مقابل الحدود:

```
# تحقق من الحمل الحالي
curl -s http://10.0.0.40:42068/metrics | \
  grep -E "active_ue_sessions|active_bearers" | \
  awk '{print $NF}'

# تنبيه عند 80% من السعة المرخصة
# التعامل بشكل سلس عند الوصول إلى الحدود
```

استكشاف الأخطاء وإصلاحها

الجلسة لا تتأسس

الأعراض: فشل طلب إنشاء الجلسة

التشخيص:

1. تحقق من المقاييس لمعرفة رمز السبب
2. تفقد سجلات أخطاء S11
3. تحقق من اتصال PGW
4. تحقق من توفر معرف الشحن

الأسباب الشائعة:

السبب	الحل
غير متاح PGW	تحقق من الاتصال بشبكة S5/S8
متاح IP لا يوجد	تحقق من حالة مجموعة IP في PGW
غير مكون APN	تحقق من APN في PGW
متاح SGW-U لا يوجد	تأكد من أن ارتباط نشط SGW-U
عدم تطابق السياسة	تحقق من تكوين سياسة PGW

الجلسة تنقطع بشكل غير متوقع

الأعراض: تنتهي الجلسة النشطة دون طلب حذف

التشخيص:

1. حقق من السجلات للرسائل الخطأ��
2. راقب حالة نبض SGW-U
3. تحقق من اتصال PGW
4. راجع المقاييس للارتفاعات في الأخطاء

الأسباب الشائعة:

السبب	الحل
تعطل SGW-U	راقب السجلات، أعد تشغيل SGW-U
انقطاع الشبكة	تحقق من حالة الواجهة
فشل PGW	الانتقال إلى PGW الاحتياطي
انتهاء مهلة الرسالة	زيادة المهلة، تحقق من RTT

فشل النقل

الأعراض: فقدان الحزم أثناء النقل أو فشل النقل بالكامل

التشخيص:

1. راقب رسائل تعديل الناقل
2. تحقق من تحديثات قاعدة PFCP
3. تحقق من إعداد توجيه البيانات
4. تحقق من تخزين الناقل

الأسباب الشائعة:

السبب	الحل
التخزين المؤقت معطل	تمكين BAR في قواعد PFCP
غير محدث PDR	تحقق من إرسال التعديلات PFCP
المسار التوجيهي معطل	تحقق من التوجيه إلى SGW-U الجديد
توقيت ضيق جدًا	زيادة مهلة النقل

ارتفاع زمن استجابة الرسائل

الأعراض: معالجة رسائل ببطء S11/S5S8

التشخيص:

```
# تحقق من زمن استجابة الرسائل
curl -s http://10.0.0.40:42068/metrics | \
  grep "inbound_duration_seconds"

# تحقق من عمق الطابور
curl -s http://10.0.0.40:42068/metrics | \
  grep queue_depth

# تحقق من حمل النظام
top -n1 | head -1
```

الحلول:

1. زيادة مهلة الرسالة إذا كانت RTT عالية
2. توزيع الحمل عبر عدة مثيلات SGW-C
3. راقب وقلل من معدل الرسائل
4. تحقق من الجلسات العالقة

مشكلات توليد CDR

الأعراض: CDR مفقودة أو غير مكتملة

التشخيص:

1. تحقق من وجود دليل CDR
2. تحقق من أذونات الكتابة
3. تحقق من مساحة القرص
4. راجع الأخطاء في توليد السجلات في السجلات

الحلول:

```
# راقب توليد CDR
tail -f /var/log/sgw_c/cdrs/*

# تحقق من أذونات الملفات
ls -la /var/log/sgw_c/cdrs/

# تأكد من أن الدليل قابل للكتابة
chmod 755 /var/log/sgw_c/cdrs/
```

انظر دليل تنسيق CDR للحصول على مرجع كامل لحقو CDR وتفاصيل التكامل.

أفضل الممارسات

إدارة الجلسة

- **راقب السعة:** تتبع مقابل الحدود المرخصة
- **تنبيه عند الحدود:** تفعيل عند 70-80% من السعة
- **تدهور سلس:** تصريف قبل الصيانة
- **اختبارات الصحة:** مراقبة اتصال الأقران

عمليات النقل

- **فشل سريع:** تكوين نبضات قلب عدوانية
- **نقل سلس:** تأكد من تمكين التخزين المؤقت
- **تكرار المسار:** أقران متعددة من SGW-U
- **اختبارات:** محاكاة نقل منتظمة

تنسيق الشحن

- **تحقق من معرف الشحن:** تأكد من تخصيص PGW
- **تحقق من CDR:** مقارنة CDR من SGW وPGW
- **تنسيق الأحداث:** ربط أحداث CDR عبر البوابات
- **الأرشفة:** تخزين CDR على المدى الطويل

وثائق واجهة Sxa

الاتصال بـ PFCP مع SGW-U

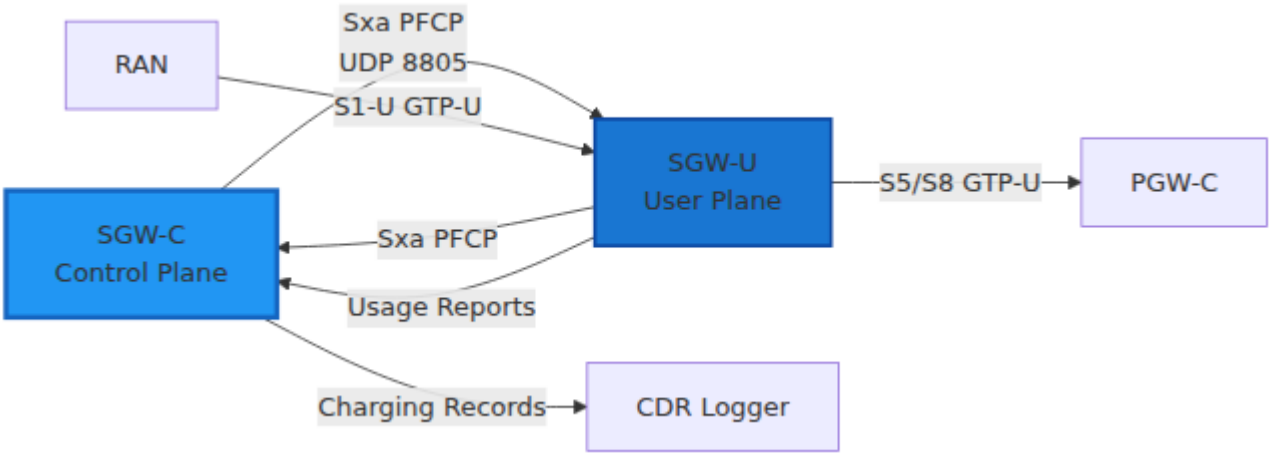
OmniSGW من Omnitouch Network Services

جدول المحتويات

1. نظرة عامة
2. تفاصيل البروتوكول
3. التكوين
4. جمعية PFCP
5. إدارة الجلسات
6. قواعد PFCP
7. تقارير الاستخدام
8. عمليات الشبكة
9. استكشاف الأخطاء وإصلاحها

نظرة عامة

واجهة تربط **Sxa** OmniSGW بـ SGW-U (بوابة الخدمة لطبقة المستخدم) باستخدام بروتوكول **PFCP** (بروتوكول التحكم في توجيه الحزم). تتحكم هذه الواجهة في توجيه حزم طبقة المستخدم، وفرض جودة الخدمة، وتقارير الاستخدام.



الميزات الرئيسية

- **PFCP v1.0** - التحكم في توجيه الحزم وفقًا للمعايير
- **SEID تتبع الجلسات المعتمد على** - معرفات نقطة نهاية الجلسة للجمعية
- **قواعد اكتشاف الحزم** - مطابقة مرنة للحزم للرفع/الخفض
- **قواعد إجراء التوجيه** - التحكم في توجيه الحزم والتغليف
- **فرض جودة الخدمة** - تحديد الحد الأقصى لمعدل البيانات لكل حامل وتحديد الأولويات
- **قياس الاستخدام** - تتبع الحجم للفوترة والتحليلات
- **تحكم في التخزين المؤقت** - تخزين مؤقت تلقائي أثناء أحداث التنقل

تفاصيل البروتوكول

إصدار PFCP 1.0

- **البروتوكول:** PFCP v1.0 (3GPP TS 29.244)
- **النقل:** UDP
- **المنفذ:** 8805 (قياسي)
- **نوع الواجهة:** Control Plane
- **نموذج الجمعية:** تشكل جمعية دائمة UP و CP

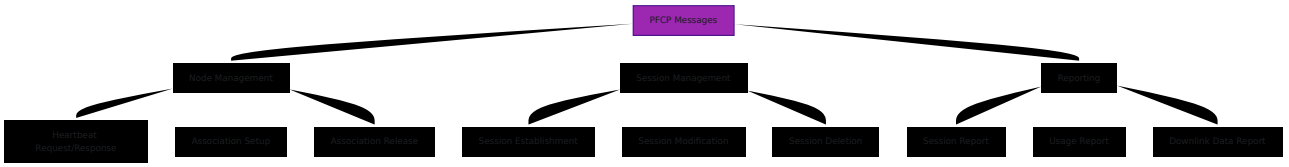
SEID (معرف نقطة نهاية الجلسة)

معرفات SEID لكل جلسة فريدة للتتبع:

- **CP SEID** - مخصص بواسطة SGW-C، يستخدم في رسائل الرفع إلى SGW-U
- **UP SEID** - مخصص بواسطة SGW-U، يستخدم في رسائل الخفض إلى SGW-C

```
توجيه الرسائل:
  SGW-C → SGW-U: يستخدم UP SEID الخاص بـ SGW-U
  SGW-U → SGW-C: يستخدم CP SEID الخاص بـ SGW-C
```

نظرة عامة على أنواع الرسائل



التكوين

التكوين الأساسي

```
# config/runtime.exs
config :sgw_c,
  sxa: %{
    # عنوان IP المحلي لواجهة Sxa
    local_ip_address: "10.0.0.20",

    # اختياري: تجاوز المنفذ الافتراضي
    local_port: 8805,

    # أقران SGW-U للاتصال بها
    peers: [
      %{
        ip_address: "10.0.0.30",
        node_id: "sgw-u-1.example.com"
      },
      %{
        ip_address: "10.0.0.31",
        node_id: "sgw-u-2.example.com"
      }
    ],

    # فترة نبض الجمعية (بالثواني)
    heartbeat_interval_s: 20,

    # مهلة إنشاء الجلسة (بالملي ثانية)
    session_timeout_ms: 5000,

    # الحد الأقصى لعدد المحاولات لعمليات الجلسة
    max_retries: 3
  }
```

متطلبات الشبكة

قواعد جدار الحماية:

```
# السماح بـ PFCP من شبكة SGW-U
iptables -A INPUT -p udp --dport 8805 -s <sgwu_network>/24 -j
ACCEPT

# السماح بـ PFCP الصادر إلى SGW-U
iptables -A OUTPUT -p udp --dport 8805 -d <sgwu_network>/24 -j
ACCEPT
```

التوجيه:

```
# التأكد من وجود مسار إلى شبكة SGW-U
ip route add <sgwu_network>/24 via <gateway_ip> dev eth0
```

اختبار الشبكة:

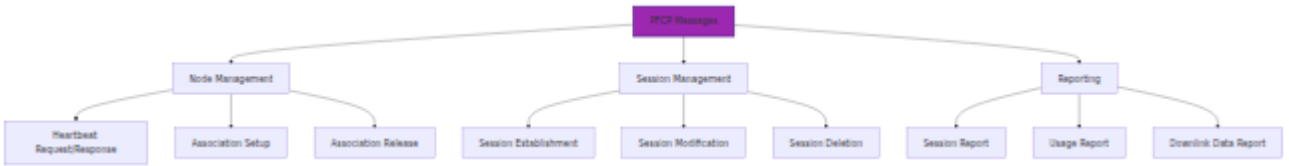
```
# اختبار الاتصال بـ PFCP
# تحقق من السجلات للرسالة "Association Setup Complete"

# مراقبة جلسات PFCP النشطة
curl http://127.0.0.40:42068/metrics | grep seid_registry_count
```

جمعية PFCP

دورة حياة الجمعية

تشكيل جمعية SGW-U و SGW-C قبل أن يتم إنشاء أي جلسات، يجب على PFCP.



آلة حالة الجمعية

```
[Disconnected]
    ↓ (Setup Request)
[Associating]
    ↓ (Setup Response OK)
[Associated]
    ↓ (Session Creates)
[Sessions Active]
    ↓ (Heartbeat Failure)
[Re-associating]
    ↓ (Setup OK or Timeout)
[Associated or Disconnected]
```

معالجة الاسترداد

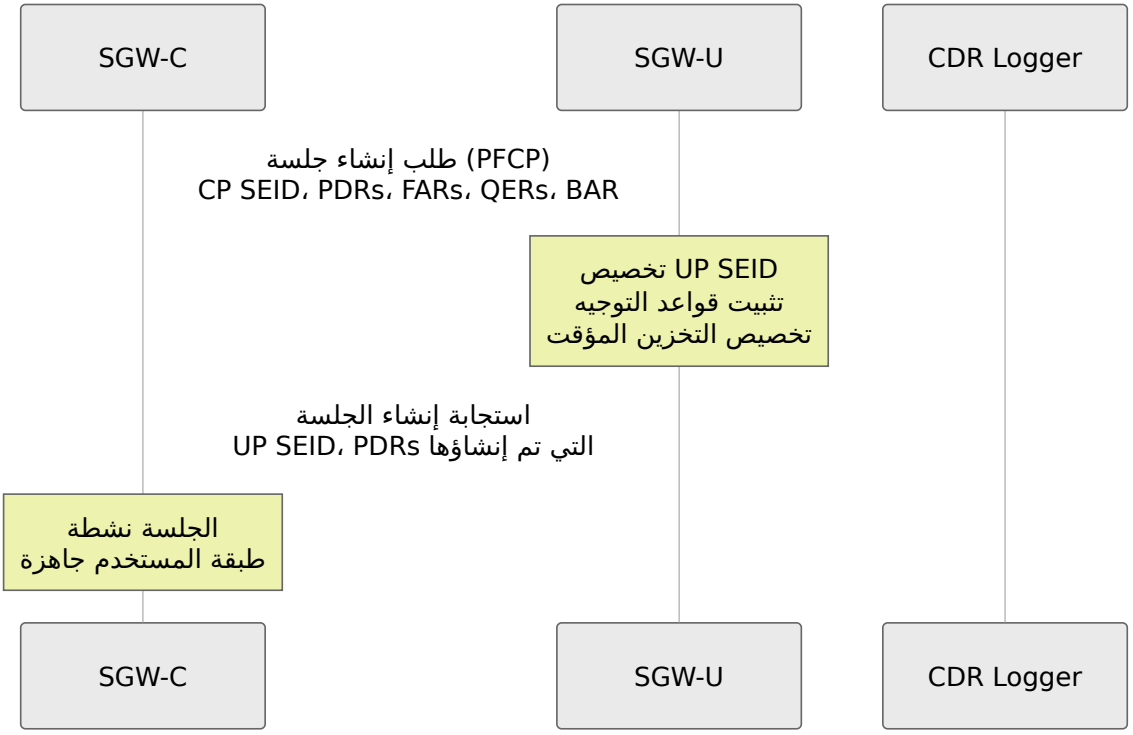
إذا فقدت جمعية PFCP وتم استردادها:

1. **كشف الاسترداد:**
    - يؤدي انتهاء نبض القلب إلى بدء الاسترداد
    - يتم إرسال إعداد جمعية جديدة
    - يتم التحقق من طابع زمني الاسترداد
2. **استرداد الجلسة:**
    - قد تكون الجلسات قابلة للاسترداد أو لا
    - استفسر SGW-U عن الجلسات الحالية
    - أعِد إنشاء الجلسات المفقودة إذا لزم الأمر
3. **توجيه البيانات:**
    - أثناء الاسترداد SGW-U تخزين مؤقت لطبقة المستخدم في
    - تبقى PDRs نشطة حتى يتم حذفها صراحة
    - تقليل فقد الحزم أثناء التحويل

إدارة الجلسات

إنشاء الجلسة

التحفيز: طلب إنشاء جلسة من MME (تم استلامه على S11)



عناصر المعلومات المرسلة:

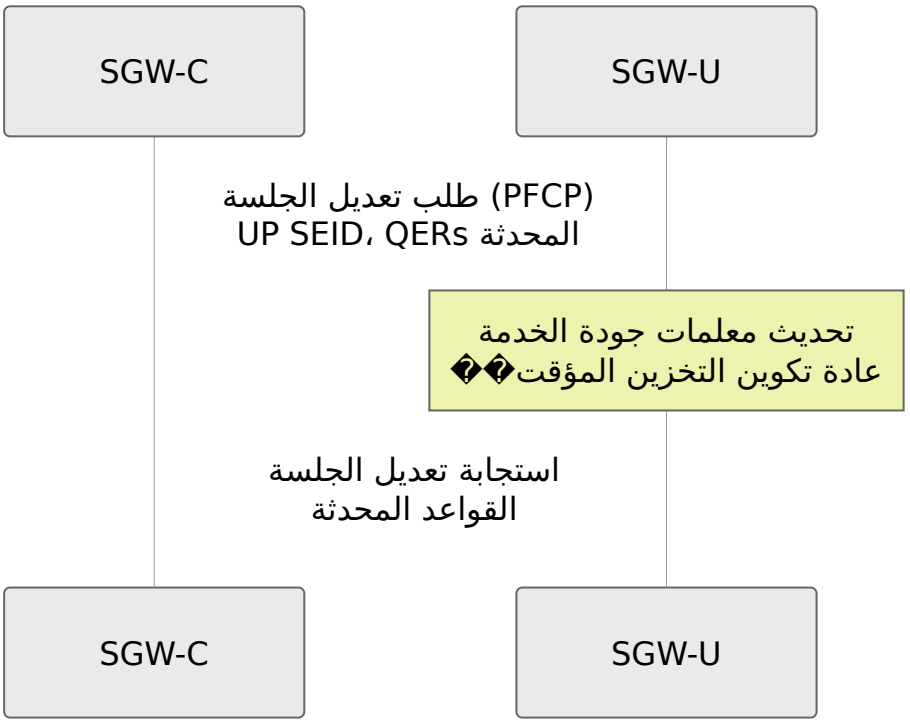
العنصر	الوصف
CP SEID	مخصص بواسطة SGW-C لهذه الجلسة
PDRs	قواعد اكتشاف الحزم (انظر أدناه)
FARs	قواعد إجراء التوجيه
QERs	قواعد فرض جودة الخدمة
BAR	قاعدة إجراء التخزين المؤقت للتنقل
إنشاء PDR	معرفات القواعد للاستجابة

حالة الجلسة:

```
[No Session]
    ↓ (Establishment Request)
[Establishing]
    ↓ (Establishment Response)
[Session Active]
```

تعديل الجلسة

التحفيز: طلب تعديل الحامل من MME (تغيير جودة الخدمة، نقل)

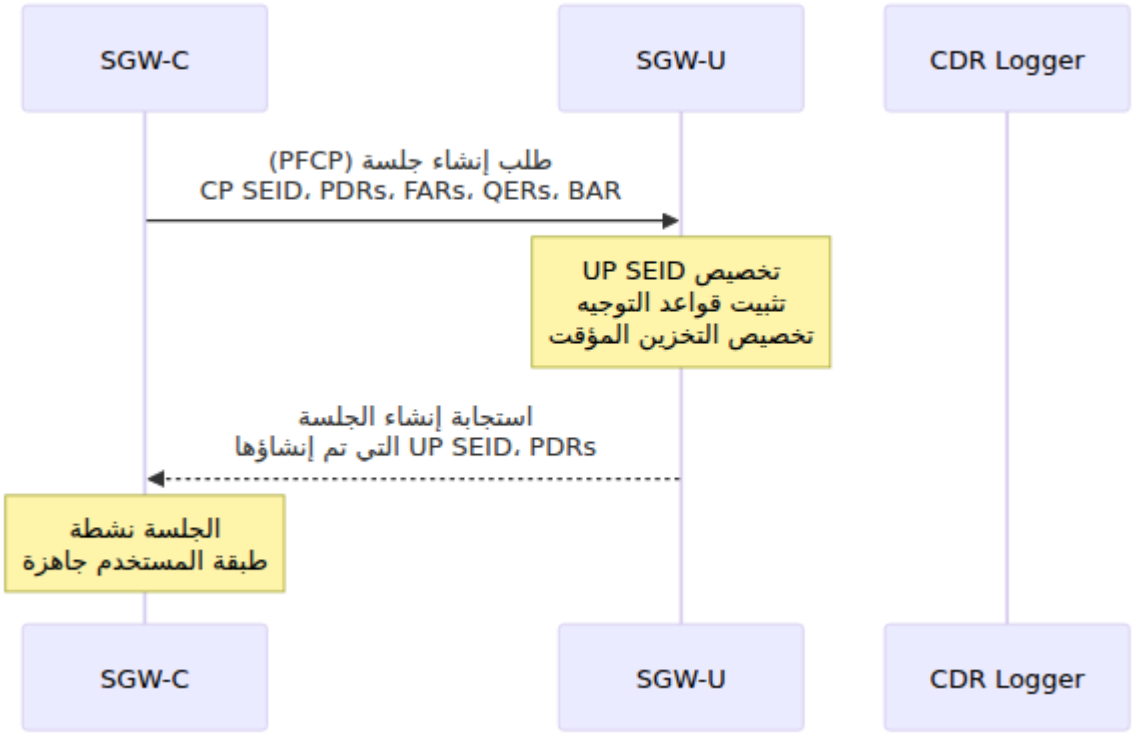


التعديلات الشائعة:

التعديل	العناصر المحدثة	السبب
تغيير جودة الخدمة	QERs	ترقية/خفض الحامل
نقل	PDRs، FARs	تغيير eNodeB، اختيار SGW-U
إضافة حامل	PDR جديد، FAR، QER	تفعيل حامل مخصص
حذف حامل	إزالة PDR، FAR، QER	إلغاء تفعيل الحامل

حذف الجلسة

طلب حذف الجلسة من MME (فصل) **التحفيز:**



حالة الجلسة:

```
[Session Active]
    ↓ (Deletion Request)
[Deleting]
    ↓ (Deletion Response)
[Session Terminated]
```

قواعد PFCP

PDR (قاعدة اكتشاف الحزمة)

تطابق الحزم الواردة لتحديد تدفقات المرور.

معايير اكتشاف الحزم:

المعيار	الوصف	المثال
واجهة المصدر	من أين تصل الحزمة	الوصول (S1-U)، النواة (S5/S8)
عنوان IP المصدر	عنوان IP لـ UE (للوصول)	10.45.0.50
عنوان IP الوجهة	عنوان IP الشبكة الخارجية (للنواة)	8.8.8.8
نوع البروتوكول	رقم بروتوكول IP	TCP (6)، UDP (17)
المنفذ المصدر	مطابقة المنفذ	1024-65535
المنفذ الوجهة	مطابقة المنفذ	80 (HTTP)، 443 (HTTPS)
TEID	معرف نفق GTP-U	للحزم الواردة

هيكل PDR:

```
هيكل PDR:
├── معرف PDR (فريد داخل الجلسة)
├── الأولوية (الأسبقية للقواعد المتداخلة)
├── معايير اكتشاف الحزم
│   ├── واجهة المصدر
│   ├── مثيل الشبكة (APN)
│   └── عنوان IP الوجهة / عنوان IP لـ UE
├── معرف FAR (أي قاعدة توجيه يجب تطبيقها)
├── معرف QER (أي قاعدة جودة خدمة يجب تطبيقها)
└── مشغل تقرير الاستخدام
```

حالة الاستخدام - حامل افتراضي:

- الاكتشاف: جميع الحزم من/إلى عنوان IP لـ UE
- الإجراء: توجيه عبر PDN (اتجاه PGW-U)
- جودة الخدمة: مطبقة لكل حامل

حالة الاستخدام - حامل مخصص:

- الاكتشاف: الحزم المطابقة لتدفق معين (نطاق المنفذ، البروتوكول)
- الإجراء: توجيه على مسار مخصص
- جودة الخدمة: معدلات مميزة (GBR)

FAR (قاعدة إجراء التوجيه)

تحدد كيفية التعامل مع الحزم المطابقة.

إجراءات التوجيه:

حالة الاستخدام	الوصف	الإجراء
التوجيه العادي	إرسال الحزمة إلى الشبكة الوجهة	**توجيه**
أثناء التنقل/الصفحات	تخزين الحزمة مؤقتًا	**تخزين مؤقت**
فرض السياسة، جدار الحماية	إسقاط الحزمة	**إسقاط**
الاعتراض القانوني	إرسال الحزمة إلى وجهات متعددة	**تكرار**

خيارات التغليف:

- **GTP-U** - إضافة رأس نفق GTP-U (S1-U، S5/S8)
- **إيثرنت** - إضافة رأس إيثرنت (للاتصال المباشر)
- **IPv4** - توجيه IPv4 عادي (لخروج الإنترنت)
- **IPv6** - توجيه IPv6 عادي

مثال - UE إلى الإنترنت:

```
UE = 10.45.0.50 لـــ IP واجهة المصدر = الوصول، عنوان :PDR مطابقة
إجراء FAR:
  - التوجيه = نعم
  - تغليف الرأس الخارجي = لا شيء (الإنترنت المباشر)
  - معلمات التوجيه = بوابة الإنترنت
```

QER (قاعدة فرض جودة الخدمة)

تفرض حدود معدل البيانات لكل حامل.

معلمات جودة الخدمة:

المعلمة	النوع	الوصف
QCI	عدد صحيح	معرف فئة جودة الخدمة (1-9)
MBR (الحد الأقصى لمعدل البيانات)	معدل البيانات	الحد الأقصى المسموح به
GBR (معدل البيانات المضمون)	معدل البيانات	الحد الأدنى المضمون
ARP	عدد صحيح	أولوية التخصيص والاحتفاظ (1-15)

فئات جودة الخدمة (QCI):

QCI	نوع الخدمة	أمثلة على معدل البيانات
1	صوت (GBR)	MBR: 64 كيلوبت في الثانية
2	مكالمة فيديو (GBR)	MBR: 256 كيلوبت في الثانية
3	ألعاب في الوقت الحقيقي (GBR)	MBR: 50 كيلوبت في الثانية
4	غير GBR	GBR: 128 كيلوبت في الثانية، MBR: 256 كيلوبت في الثانية
5	إشارات IMS	GBR: 100 كيلوبت في الثانية، MBR: 256 كيلوبت في الثانية
6	بث الفيديو	MBR: 10 ميغابت في الثانية
7	صوت مع فيديو (GBR)	GBR: 64 كيلوبت في الثانية، MBR: 384 كيلوبت في الثانية
8	تصفح الويب	MBR: 5 ميغابت في الثانية
9	بريد إلكتروني	MBR: 3 ميغابت في الثانية

مثال - حامل افتراضي (QCI 9):

```
QCI: 9 (أفضل جهد)
MBR: 100 (حسب الموقع) ميغابت في الثانية
GBR: لا شيء (غير GBR)
ARP: 15 (أدنى أولوية)
```

مثال - حامل صوت مخصص (QCI 1):

```
QCI: 1 (صوت)
MBR: 128 كيلوبت في الثانية (رفع + خفض)
GBR: 64 كيلوبت في الثانية (مضمون)
ARP: 1 (أعلى أولوية)
```

BAR (قاعدة إجراء التخزين المؤقت)

تتحكم في تخزين الحزم أثناء أحداث التنقل.

سيناريوهات التخزين المؤقت:

1. **تخزين مؤقت أثناء النقل:**
    - يتم نقل UE بين eNodeBs
    - يتم تخزين الحزم أثناء الحركة
    - يتم تحريرها عند اكتمال النقل
2. **تخزين مؤقت أثناء الصفحات:**
    - في وضع الخمول (حاملات معلقة) UE
    - تصل بيانات خفض
    - يتم تخزينها حتى يتم إعادة تنشيط UE
3. **إعادة توطين SGW:**
    - أثناء النقل بين MME مع تغيير SGW
    - يقوم SGW القديم بالتخزين المؤقت والتوجيه إلى SGW الجديد
    - يتم الحفاظ على التسليم المرتب

تكوين BAR:

```
إعدادات BAR:
├── مهلة التخزين المؤقت: كم من الوقت يجب الاحتفاظ بالحزم
├── عتبة عدد الحزم: الحد الأقصى للحزم المخزنة مؤقتًا
└── مشغل تقرير بيانات خفض
    └── إرسال إشعار إلى CP عند وصول البيانات
```

تقارير الاستخدام

رسائل تقرير الاستخدام

ترسل SGW-U تقارير الاستخدام إلى SGW-C ��لفوترة والتحليلات.

مشغلات تقرير الاستخدام

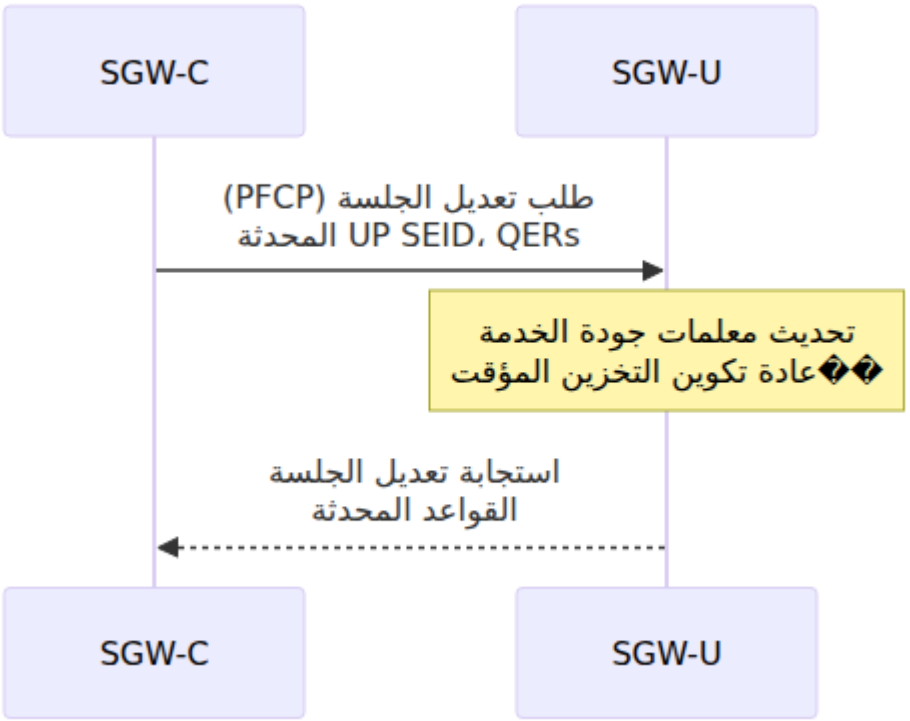
ترسل التقارير عندما:

المشغل	الشرط
فترة زمنية	تقرير دوري كل N ثانية
عتبة الحجم	بعد N بايت تم توجيهها
عتبة المدة	بعد N ثانية من التوجيه
نهاية الجلسة	عند حذف الجلسة
تعديل	عند تحديث القواعد
تقرير فوري	مطلوب في رسالة التعديل

حقول تقرير الاستخدام

```
تقرير الاستخدام:
├── مشغل تقرير الاستخدام: ما الذي تسبب في هذا التقرير
├── UR-SEQN: رقم التسلسل للترتيب
├── معلومات الاستخدام لكل حامل:
│   ├── EBI: معرف الحامل
│   ├── قياس الحجم
│   │   ├── UL: بايتات الرفع
│   │   ├── DL: بايتات الخفض
│   │   ├── الإجمالي: إجمالي البايتات
│   │   └── الحزم: إ��مالي الحزم
│   ├── قياس المدة: ثوانٍ نشطة
│   └── وقت أول/آخر حزمة: الطوابع الزمنية
└── طلب تقرير فوري UR: استفسار
```

تدفق توليد CDR



عمليات الشبكة

مراقبة جمعية PFCP

راقب جمعيات PFCP النشطة:

```
# تحقق من حالة الجمعية
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep pfcp_association

# الناتج المتوقع:
# pfcp_association_status{peer_ip="10.0.0.30"} 1  (مرتبط)
# pfcp_association_status{peer_ip="10.0.0.31"} 1  (مرتبط)

# واجهة الويب → صفحة حالة SGW-U
# تعرض جميع الأقران مع حالة "مرتبط" ومعلومات الاسترداد
```

مقاييس الجلسة

راقب جلسات PFCP النشطة:

```
# عد الجلسات النشطة
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep seid_registry_count

# راقب توزيع لكل SGW-U
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep seid_by_peer

# معدل الاستخدام (بايتات/ثانية)
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep usage_octets_rate
```

مراقبة تدفق الرسائل

تتبع نشاط رسائل PFCP:

```
# راقب جميع رسائل PFCP
watch -n 1 'curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep sxa_inbour

# مثال على الناتج:
#
sxa_inbound_messages_total{message_type="session_establishment_respor
5432
#
sxa_inbound_messages_total{message_type="session_modification_respons
12100
# sxa_inbound_messages_total{message_type="session_report_request"} 0
```

التحقق من تثبيت القواعد

تحقق مما إذا كانت القواعد مثبتة بشكل صحيح في SGW-U:

```
# راقب نجاحات/إخفاقات إنشاء الجلسات
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
sxa_session_establishment

# تحقق من مشكلات تثبيت PDR
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep pdr_installation

# ابحث عن انتهاء المهلة
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep sxa_timeout_total
```

استكشاف الأخطاء وإصلاحها

إخفاقات الجمعية

المشكلة: "فشل إعداد الجمعية"

التشخيص:

1. تحقق من الاتصال بالشبكة: `ping <sgwu_ip>`
2. تحقق من المنفذ: `netstat -an | grep 8805`

3. تحقق من السجلات للحصول على تفاصيل الخطأ

الأسباب الشائعة والحلول:

السبب	العرض	الحل
الشبكة غير قابلة للوصول	انتهاء المهلة عند الإعداد	تحقق من التوجيه إلى SGW-U
المنفذ محجوز	تم رفض الاتصال	تحقق من قواعد جدار الحماية
متوقف SGW-U	لا استجابة	أعد تشغيل عملية SGW-U
عدم تطابق معرف العقدة	تم رفض الإعداد	تحقق من التكوين

إخفاقات إنشاء الجلسة

المشكلة: "فشل إنشاء الجلسة"

التشخيص:

```
# تحقق من المقاييس
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep seid_registry_count

# تحقق من السجلات للحصول على خطأ محدد
tail -f /var/log/sgw_c/sgw_c.log | grep "Session Establishment"
```

الأسباب الشائعة:

السبب	رسالة الخطأ	الحل
لا موارد SGW-U	"موارد غير كافية"	تحقق من سعة SGW-U
غير صالح PDR	"إلزامي مفقود IE"	تحقق من تعريفات القواعد
تعارض SEID	"موجود بالفعل SEID"	تحقق من تكرار الجلسة
انتهاء المهلة	"انتهاء مهلة إنشاء الجلسة"	زيادة المهلة أو تحقق من SGW-U

مشكلات تقرير الاستخدام

"**المشكلة:** "تقارير الاستخدام مفقودة

التشخيص:

```
# تحقق من عدد التقارير
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
session_report_request_total

# راقب توليد CDR
tail -f /var/log/sgw_c/cdrs/<timestamp>
```

الحلول:

- تحقق من أن نبض SGW-U نشط
- تحقق من تكوين مشغل تقرير الجلسة
- تأكد من أن أذونات دليل CDR صحيحة
- راقب تجاوز التخزين المؤقت لـ SGW-U

مشكلات الأداء

المشكلة: ارتفاع زمن ��ستجابة رسائل PFCP

المقاييس التي يجب التحقق منها:

```
# مدة معالجة الرسالة
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
sxa_inbound_duration_seconds

# الحمل لكل نظير
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep seid_by_peer

# عمق الطابور
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep pfcp_queue_depth
```

خطوات التحسين:

1. توزيع الحمل عبر عدة أقران SGW-U
2. زيادة مهلة نبض القلب إذا كانت الشبكة غير مستقرة
3. مراقبة وتقليل تعقيد القواعد
4. التوسع أفقيًا مع إضافات SGW-C

للحصول على مرجع كامل للمقاييس، وتكوين لوحة المعلومات، وإعداد التنبيهات، انظر دليل المراقبة والمقاييس.

أفضل الممارسات

التكوين

- **فترة نبض القلب:** تعيينها إلى 20-30 ثانية للكشف الموثوق
- **مهلة الجلسة:** 5-10 ثوانٍ بناءً على زمن الانتقال في الشبكة
- **الحد الأقصى لعدد المحاولات:** 2-3 لتحقيق التوازن بين الموثوقية والزمن
- **اختيار الأقران:** توزيع الحمل SGW-U بر جميع أقران

العمليات

- **تكرار الأقران:** تكوين عدة مثيلات SGW-U للتبديل
- **إعادة التحميل بسلاسة:** دعم التحديثات البرمجية أثناء الخدمة
- **تجفيف الجلسات:** نقل الجلسات قبل الصيانة
- **المراقبة:** تتبع تكرار استرداد الجمعية

استكشاف الأخطاء وإصلاحها

- **احتفظ بالسجلات:** احتفظ بتتبع رسائل PFCP للتصحيح
- **الارتباط:** ربط رسائل PFCP بعمليات جلسة S11
- **مقاييس الأساس:** إنشاء أساس للأداء الطبيعي
- **اختبار سيناريوهات الفشل:** ممارسة إجراءات تبديل SGW-U

دليل عمليات OmniSGW

OmniSGW - بوابة الخدمة (SGW)

بواسطة خدمات شبكة أومنيتوتش

جدول المحتويات

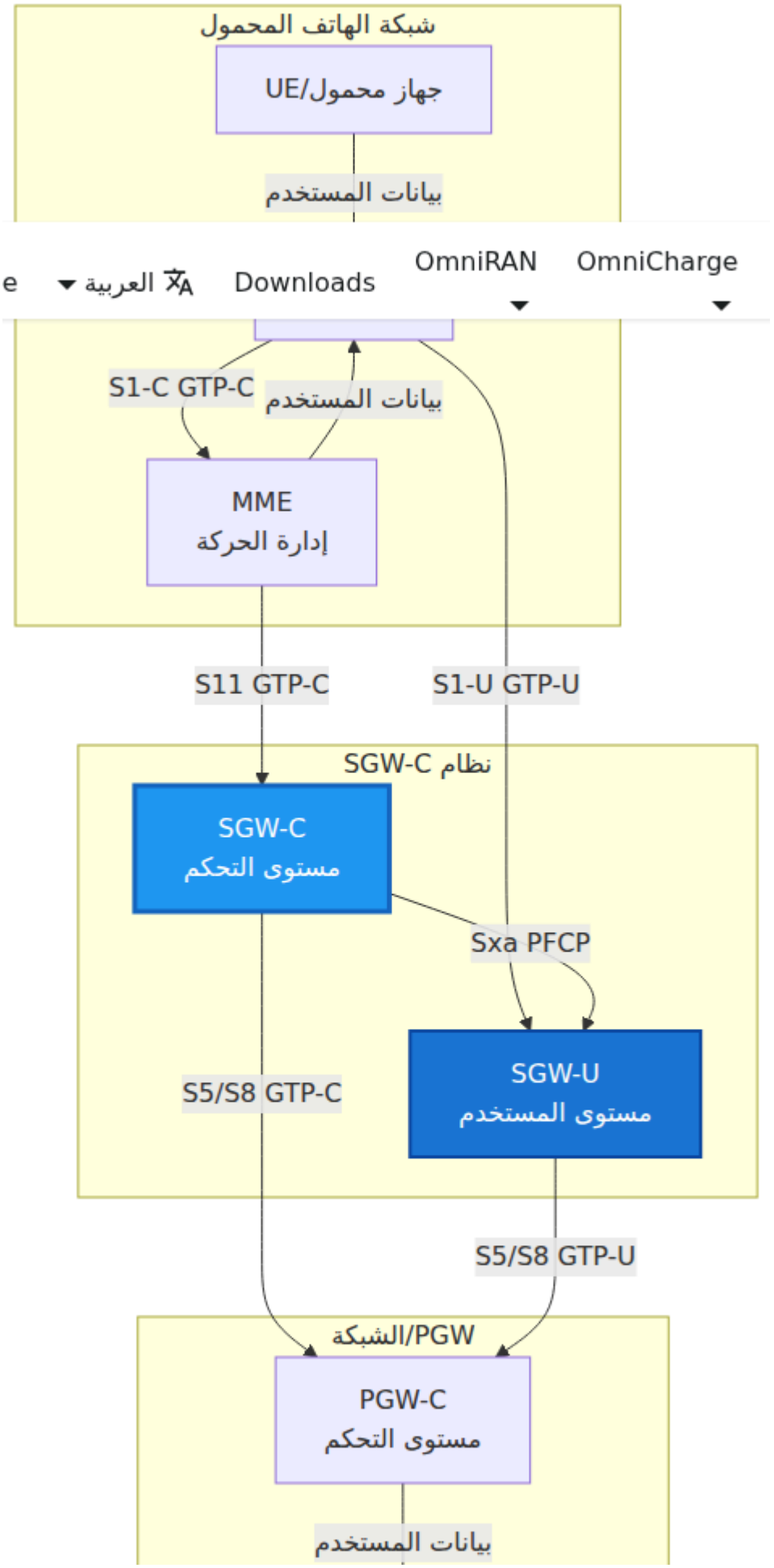
1. نظرة عامة
2. الهيكلية
3. واجهات الشبكة
4. المفاهيم الأساسية
5. البدء
6. التكوين
7. واجهة الويب - لوحة عمليات الوقت الحقيقي
8. المراقبة والقياسات
9. التوثيق التفصيلي
10. الموارد الإضافية
11. المساهمة
12. الدعم

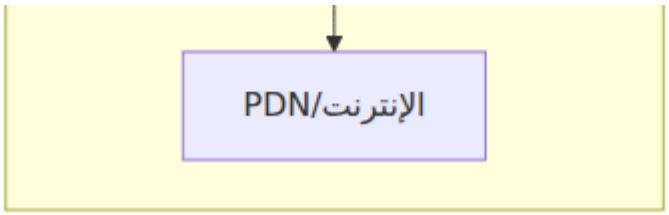
نظرة عامة

OmniSGW هو تنفيذ عالي الأداء لبوابة الخدمة (SGW) 3GPP LTE Evolved Packet Core (EPC) لشبكات UE، تم تطويره بواسطة خدمات شبكة أومنيتوتش. يدير الوظائف المتعلقة بحركة وإدارة الحاملات، بما في ذلك:

- **إدارة الجلسات** UE (معدات المستخدم) - إنشاء وتعديل وإنهاء جلسات بيانات
- **تنسيق الحركة** eNodeBs - التعامل مع التحويلات بين مع توجيه البيانات
- **إدارة الحاملات** QoS - إنشاء وتعديل الحاملات المخصصة لمتطلبات المختلفة
- **معلومات الشحن** - تتبع أحداث الجلسة للشحن غير المتصل

- التحكم في **تنسيق مستوى المستخدم** SGW-U (مستوى المستخدم) لتوجيه الحزم


شبكة الهاتف المحمول
جهاز محمول/UE
بيانات المستخدم
e
العربية
Downloads
OmniRAN
OmniCharge
S1-C GTP-C
بيانات المستخدم
MME
إدارة الحركة
S11 GTP-C
S1-U GTP-U
نظام SGW-C
SGW-C
مستوى التحكم
Sxa PFCP
SGW-U
مستوى المستخدم
S5/S8 GTP-C
S5/S8 GTP-U
الشبكة/PGW
PGW-C
مستوى التحكم
بيانات المستخدم



ماذا يفعل SGW-C

- يقبل **طلبات الجلسة** من MME عبر واجهة S11 (GTP-C)
- يتعاون **مع PGW-C** من أجل الاتصال بشبكة PDN عبر واجهة S5/S8 (GTP-C)
- يدير **دورة حياة الحاملات** بما في ذلك الإنشاء والتعديل والحذف
- برمجة **قواعد التوجيه** في SGW-U عبر واجهة Sxa (PFCP)
- يتعامل **مع حركة UE** من خلال إدارة التحويلات بين eNodeBs
- يوفر **توجيه بيانات التنزيل** للجلسات المعلقة
- يتتبع **معلومات الشحن** لأنظمة الفوترة غير المتصلة

الهيكلية

نظرة عامة على المكونات

هيكلية العملية

ويستخدم هيكلية عمليات تحت الإشر��ف Elixir/OTP مبني على SGW-C:

- **مشرف التطبيق** - مشرف أعلى يدير جميع المكونات

- **وسطاء البروتوكول** (S11، S5/S8، Sxa) - يتعاملون مع رسائل البروتوكول الواردة/الصادرة
- **عمليات الجلسة** - خادم GenServer واحد لكل جلسة UE نشطة
- **السجلات** - تتبع الموارد المخصصة (TEIDs، SEIDs، IDs الشحن، إلخ)
- **مدير عقدة PFCP** - يحافظ على ارتباطات PFCP مع نظراء SGW-U

كل مكون تحت الإشراف وسيتم إعادة تشغيله تلقائيًا عند الفشل، مما يضمن موثوقية النظام.

يمكن مراقبة قياسات صحة النظام في الوقت الحقيقي عبر صفحة تطبيق واجهة الويب:

واجهات الشبكة

يطبق SGW-C 3 واجهات رئيسية من 3GPP:

واجهة S11 (GTP-C v2)

الغرض: إشارات مستوى التحكم بين SGW-C و MME

البروتوكول: GTP-C الإصدار 2 عبر UDP

الرسائل الرئيسية:

- طلب/استجابة إنشاء الجلسة
- طلب/استجابة حذف الجلسة
- طلب/استجابة تعديل الحامل

- طل��/استجابة إنشاء الحامل
- طلب/استجابة حذف الحامل
- إشعار/اعتراف بيانات التنزيل

S11 **التكوين:** راجع توثيق واجهة

واجهة Sxa (PFCP)

الغرض: إشارات مستوى التحكم بين SGW-U و SGW-C

البروتوكول: PFCP (بروتوكول التحكم في توجيه الحزم) عبر UDP

الرسائل الرئيسية:

- طلب/استجابة إعداد الارتباط
- طلب/استجابة إنشاء الجلسة
- طلب/استجابة تعديل الجلسة
- طلب/استجابة حذف الجلسة
- طلب/استجابة تقرير الجلسة
- طلب/استجابة نبض القلب

PFCP/Sxa **التكوين:** راجع توثيق واجهة

واجهة S5/S8 (GTP-C v2)

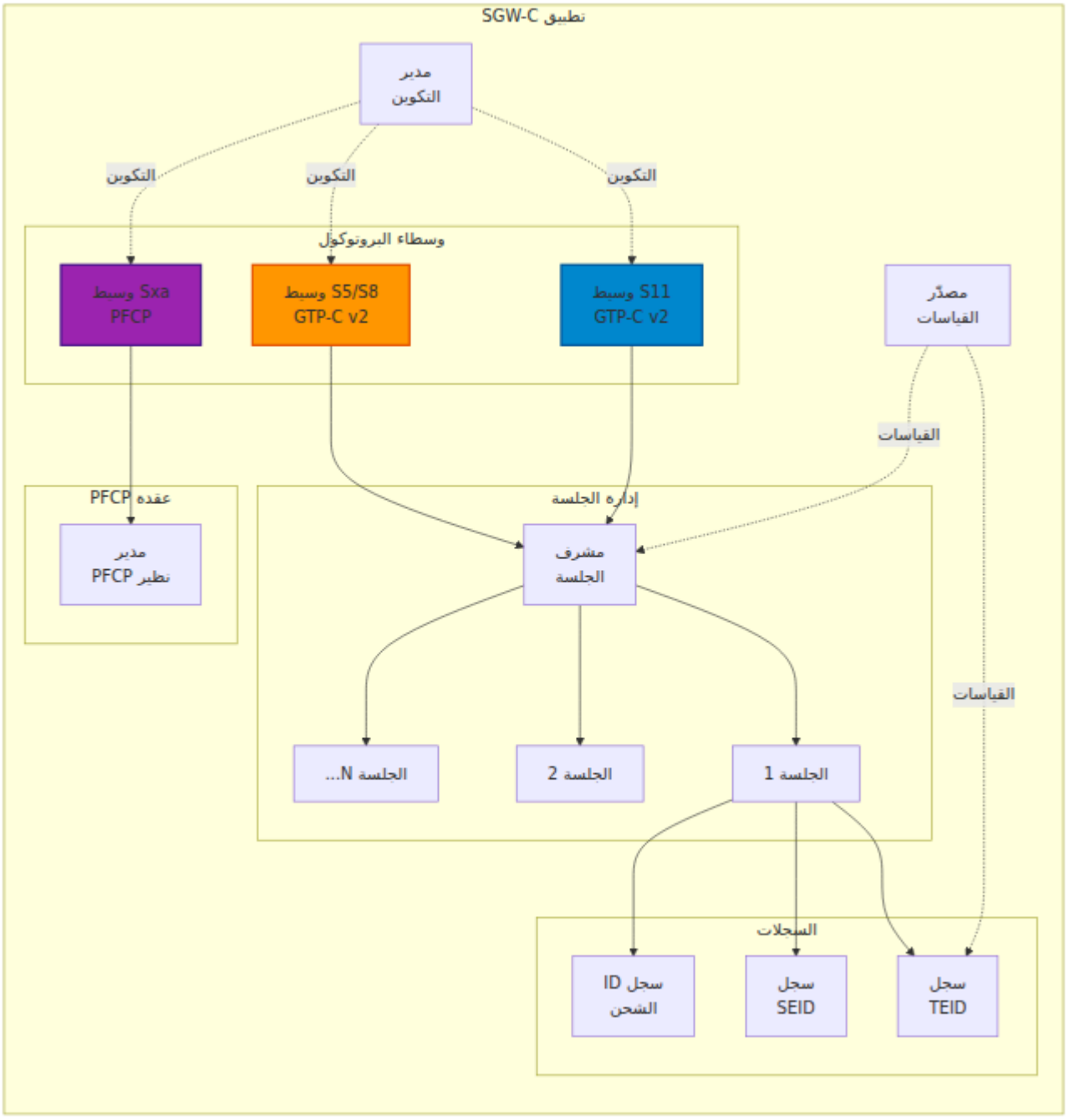
الغرض: إشارات مستوى التحكم بين SGW-C و PGW-C من أجل الاتصال بشبكة PDN

البروتوكول: GTP-C الإصدار 2 عبر UDP

الرسائل الرئيسية:

- طلب/استجابة إنشاء الجلسة
- طلب/استجابة حذف الجلسة
- طلب/استجابة تعديل الحامل
- طلب/استجابة إنشاء الحامل
- طلب/استجابة حذف الحامل

S5/S8 **التكوين:** راجع توثيق واجهة



المفاهيم الأساسي��

جلسة UE

تمثل جلسة UE جهازًا محمولًا نشطًا متصلًا بالشبكة. تدير كل جلسة:

- **IMSI** (معرف المشترك الدولي للهاتف المحمول) - معرف مشترك فريد
- **GUTI** (معرف مؤقت عالمي فريد) - معرف مؤقت لـ UE من MME

- **MSISDN** - رقم الهاتف المحمول
- **TAI** (معرف منطقة التتبع) - منطقة الموقع الحالية
- **TEIDs** - معرفات نقطة نهاية النفق لـ **للجلسة** S5/S8 و S11
- **الحاملات النشطة** - قائمة الحاملات المرتبطة

اتصال PDN

يمثل اتصال PDN (شبكة بيانات الحزم) اتصال بيانات UE عبر PGW-C معين. تحتوي كل جلسة على:

- **APN** (اسم نقطة الوصول) - يحدد الشبكة الخارجية
- **ID** معرف فريد للفوترة عبر **الشحن** SGW و PGW
- **TEID** (معرف نقطة نهاية النفق) - معرف نفق واجهة S5/S8
- **SEID** (معرف نقطة نهاية الجلسة) - معرف جلسة واجهة Sxa
- **الحامل الافتراضية** PDN - تُنشأ مع كل اتصال
- **الحاملات المخصصة** QoS المحددة - حاملات إضافية لاحتياجات

سياق الحامل

تمثل الحامل تدفقًا مروريًا بخصائص QoS محددة:

- **الحامل الافتراضي** PDN - يُنشأ مع كل اتصال لحركة المرور ذات الجهد الأفضل
- **الحاملات المخصصة** - حاملات إضافية لمتطلبات الخدمة المحددة (صوت، فيديو، إلخ)
- **EBI** (معرف حامل EPS) - معرف فريد لكل حامل ضمن جلسة
- **معلمات QoS** - QCI (معرف فئة QoS)، ARP (أولوية التخصيص والاحتفاظ)، معدلات البيانات (MBR، GBR)

قواعد PFCP

برمج SGW-C SGW-U بقواعد معالجة الحزم:

- **PDR** (قاعدة كشف الحزم) - تطابق الحزم (الرفع/الخفض)
- **FAR** (قاعدة إجراء التوجيه) - تحدد سلوك التوجيه
- **QER** (قاعدة فرض QoS) - تفرض حدود معدلات البيانات
- **BAR** (قاعدة إجراء التخزين المؤقت) - تتحكم في تخزين الحزم أثناء التحويلات

للحصول على التفاصيل Sxa راجع توثيق واجهة.

الحركة والتحويل

يدعم SGW-C حركة UE عبر eNodeBs:

- **التحويل داخل MME** - التحويل داخل نفس MME (بدون تغيير SGW)
- **لتحويل بين MME** - التحويل بين MMEs مع إعادة توطين SGW
- **توجيه البيانات** - تخزين وتوجيه البيانات أثناء التحويل
- **تحديث منطقة التتبع** عند الانتقال بين المناطق UE - إعادة تسجيل

البدء

المتطلبات الأساسية

- Elixir ~1.16
- Erlang/OTP 26+
- الاتصال بالشبكة مع MME و SGW-U و PGW-C
- فهم هيكلية LTE EPC

التحقق من التشغيل

تحقق من السجلات لبدء التشغيل الناجح:

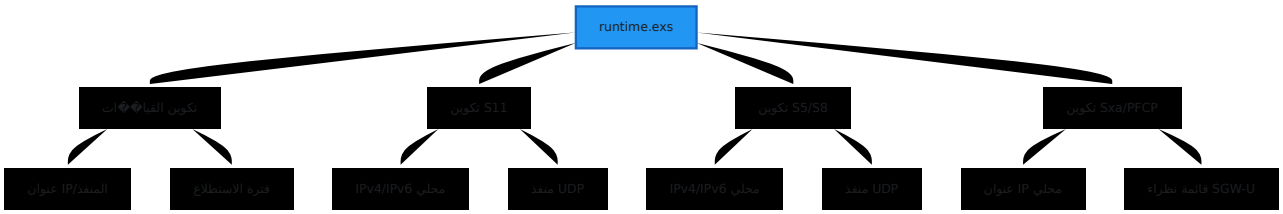
```
[info] بدء OmniSGW...
[info] 127.0.0.40:42068 بدء مصدّر القياسات على
[info] بدء وسيط S11 127.0.0.10 على
[info] بدء وسيط S5/S8 127.0.0.15 على
[info] بدء وسيط Sxa 127.0.0.20 على
[info] بدء مدير عقدة PFCP
[info] تم بدء OmniSGW بنجاح
```

يمكن الوصول إلى القياسات على `http://127.0.0.40:42068/metrics` (العنوان المكون).

التكوين

يتم هيكلة التكوين في عدة `config/runtime.exs`. يتم تعريف جميع تكوينات وقت التشغيل في أقسام:

نظرة عامة على التكوين



مرجع تكوين سريع

القسم	الغرض	التوثيق
metrics	مصدّر قياسات Prometheus	دليل المراقبة
s11	واجهة GTP-C إلى MME	تكوين S11
s5s8	واجهة GTP-C إلى PGW-C	تكوين S5/S8
sxa	واجهة PFCP إلى SGW-U	تكوين Sxa

راجع دليل التكوين الكامل للحصول على معلومات مفصلة.

واجهة الويب - لوحة عمليات الوقت الحقيقي

واجهة **ويب** مدمجة للمراقبة والع��ليات في الوقت الحقيقي، مما يوفر OmniSGW يتضمن رؤية فورية لحالة النظام دون الحاجة إلى أدوات سطر الأوامر أو استعلامات القياسات.

الوصول إلى واجهة الويب

```
http://<omnisgw-ip>:<web-port>/
```

الصفحات المتاحة:

الصفحة	URL	الغرض	معدل التحديث
جلسات UE	`/ue_sessions`	عرض جميع جلسات UE النشطة والحاملات	ثواني 2
جلسات PFCP	`/pfcp_sessions`	عرض جلسات PFCP مع SGW-U	ثواني 2
حالة SGW-U	`/sgwu_status`	مراقبة ارتباطات PFCP نظراء	ثواني 2
السجلات	`/logs`	بث السجلات في الوقت الحقيقي	مباشر

الميزات الرئيسية

التحديثات في الوقت الحقيقي:

- جميع الصفحات تتجدد تلقائيًا (لا حاجة لإعادة تحميل يدوي)
- بث البيانات الحية من عمليات OmniSGW
- مؤشرات حالة ملونة (أخضر/أحمر)

البحث والتصفية:

- البحث عن الجلسات بواسطة IMSI، GUTI، رقم الهاتف
- تصفية فورية دون إعادة تحميل الصفحة

تفاصيل قابلة للتوسيع:

- انقر على أي صف لرؤية تفاصيل الجلسة الكاملة

- تفقد جميع الحاملات النشطة ومعلمات QoS
- عرض تكوين النظراء والقدرات

لا حاجة للمصادقة (للاستخدام الداخلي):

- وصول مباشر من الشبكة الإدارية
- العمليات/NOC مصممة للاستخدام من قبل فريق
- ربط فقط بعنوان IP الإداري لأغراض الأمان

سير العمل التشغيلي

استكشاف أخطاء الجلسة:

```
1. المستخدم يبلغ عن مشكلة في الاتصال
2. افتح صفحة جلسات UE
3. ابحث بواسطة IMSI أو رقم الهاتف
4. تحقق من وجود الجلسة وأنها تحتوي على:
   - منطقة التتبع
   - الحاملات النشطة وجودتها
   - نقاط نهاية النفق التي تم إنشاؤها
   - ارتباط PGW-C الصحيح
5. إذا لم يتم العثور على جلسة → تحقق من السجلات لمعرفة سبب الرفض
```

التحقق من صحة النظام:

```
1. افتح صفحة حالة SGW-U → تحقق من أن جميع نظراء SGW-U "مرتبطون"
2. افتح جلسات UE → تحقق من عدد الجلسات النشطة مقابل السعة
3. راقب توزيع الحاملات عبر APNs
```

مراقبة السعة:

- نظرة سريعة على عدد جلسات UE
- قارن بالسعة المرخصة/المتوقعة
- تحديد أوقات الاستخدام القصوى
- مراقبة التوزيع حسب نوع الخدمة

واجهة الويب مقابل القياسات

استخدم واجهة الويب لـ:

- تفاصيل الجلسة والحاملات الفردية
- حالة النظراء في الوقت الحقيقي
- فحوصات الصحة السريعة
- استكشاف أخطاء المستخدمين المحددين
- التحقق من التكوين

استخدم قياسات Prometheus لـ:

- الاتجاهات التاريخية
- التنبيهات والإشعارات
- رسوم بيانية لتخطيط السعة
- تحليل الأداء
- المراقبة على المدى الطويل

أفضل ممارسة: استخدم كلاهما معًا - واجهة الويب للعمليات الفورية، و Prometheus للاتجاهات والتنبيهات.

المراقبة والقياسات

بالإضافة إلى واجهة الويب، يكشف OmniSGW عن قياسات متوافقة مع Prometheus للمراقبة:

القيا��ات المتاحة

- **قياسات الجلسات**
  - `teid_registry_count` - TEIDs النشطة لـ S11/S5S8
  - `seid_registry_count` - جلسات PFCP النشطة
  - `charging_id_registry_count` - IDs الشحن النشطة
  - `active_ue_sessions` - إجمالي جلسات UE النشطة
  - `active_bearers` - إجمالي الحاملات النشطة عبر جميع الجلسات

- **قياسات الرسائل**
  - `s11_inbound_messages_total` - رسائل GTP-C المستلمة على S11
  - `s5s8_inbound_messages_total` - رسائل GTP-C المستلمة على S5/S8
  - `sxa_inbound_messages_total` - رسائل PFCP المستلمة
  - توزيعات مدة معالجة الرسائل
- **قياسات الأخطاء**
  - `s11_inbound_errors_total` - أخطاء بروتوكول S11
  - `s5s8_inbound_errors_total` - أخطاء بروتوكول S5/S8
  - `sxa_inbound_errors_total` - أخطاء بروتوكول Sxa

الوصول إلى القياسات

تُكشف القياسات عبر HTTP عند نقطة النهاية المكونة:

```
curl http://127.0.0.40:42068/metrics
```

راجع دليل المراقبة والقياسات لإعداد لوحة المعلومات والتنبيهات.

التوثيق التفصيلي

تقدم هذه القسم نظرة شاملة على جميع وثائق OmniSGW. يتم تنظيم الوثائق حسب الموضوع وحالة الاستخدام.

هيكل الوثائق

```
وثائق OmniSGW
├── OPERATIONS.md (هذا الدليل)
│
└── docs/
    ├── التكوين والإعداد
    │   ├── configuration.md          مرجع كامل لـ runtime.exs
    │
    ├── واجهات الشبكة
    │   ├── sxa-interface.md          واجهة Sxa/PFCP (تواصل SGW-U)
    │   ├── s11-interface.md          واجهة S11 (تواصل MME)
    │   └── s5s8-interface.md         واجهة S5/S8 (تواصل PGW-C)
    │
    └── العمليات
        ├── session-management.md     دورة حياة جلسة UE
        ├── bearer-management.md      عمليات الحامل
        ├── cdr-format.md             سجلات الشحن غير المتصلة
        └── monitoring.md             قياسات Prometheus والتنبيهات
```

الوثائق حسب الموضوع

البدء

الغرض	الوصف	الوثيقة
نظرة عامة وبدء سريع	الدليل الرئيسي للعمليات (هذا المستند)	**OPERATIONS.md**

⚙ التكوين

الوثيقة	الوصف
configuration.md	مرجع كامل لتكوين runtime.exs

واجهات الشبكة

الوثيقة	الوصف
sxa-interface.md	واجهة PFCP/Sxa إلى SGW-U
s11-interface.md	واجهة GTP-C S11 إلى MME
s5s8-interface.md	واجهة GTP-C S5/S8 إلى PGW-C

العمليات والمراقبة

الوثيقة	الوصف
session-management.md	دورة حياة الجلسة والعمليات UE
bearer-management.md	إنشاء الحامل، التعديل، الحذف
cdr-format.md	تنسيق بيانات الشحن غير المتصلة
monitoring.md	قياسات Prometheus، لوحات Grafana، التنبيهات

مسارات القراءة

لمشغلي الشبكة

1. OPERATIONS.md - نظرة عامة (هذا المستند)
2. configuration.md - الإعداد
3. monitoring.md - المراقبة
4. session-management.md - العمليات اليومية

لمهندسي الشبكة

1. OPERATIONS.md - نظرة عامة على الهيكلية (هذا المستند)
2. sxa-interface.md - التحكم في مستوى المستخدم
3. s11-interface.md - إدارة الهاتف المحمول
4. s5s8-interface.md - الاتصال بشبكة PDN
5. session-management.md - دورة حياة الجلسة

6. bearer-management.md - عمليات الحامل

للتكوين والنشر

1. configuration.md - مرجع كامل
2. monitoring.md - إعداد المراقبة

الموارد الإضافية

مواصفات 3GPP

العنوان	المواصفة
GTP-C v2 (واجهات S5/S8 و S11)	TS 29.274
PFCP (واجهة Sxa)	TS 29.244
شحن المجال المعبأ	TS 32.251
ترميز CDR	TS 32.298
هيكلية EPC	TS 23.401