دليل عمليات OmniSGW

OmniSGW - بوابة الخدمة (SGW)

بواسطة خدمات شبكة أومنيتوتش

جدول المحتويات

1. نظرة عامة
2. العمارة
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 هي تنفيذ عالي الأداء لبوابة الخدمة (SGW) لشبكات 3GPP LTE Evolved Packet Core (EPC)، تم تطويرها بواس��ة خدمات شبكة أومنيتوتش. تدير الوظائف المتعلقة بحركة UE وإدارة الحامل، بما في ذلك:

- **إدارة الجلسات** - إنشاء وتعديل وإنهاء جلسات بيانات UE (جهاز المستخدم)
- **تنسيق الحركة** - التعامل مع التحويلات بين eNodeBs مع توجيه البيانات
- **إدارة الحامل** - إنشاء وتعديل الحوامل المخصصة لمتطلبات QoS المختلفة
- **معلومات الشحن** - تتبع أحداث الجلسات للشحن غير المتصل
- **تنسيق مستوى المستخدم** - التحكم في SGW-U (مستوى المستخدم) لتوجيه الحزم

ما الذي يفعله 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 الحامل** بما في ذلك الإنشاء والتعديل والحذف
- **يبرمج 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

العمارة

نظرة عامة على المكونات

العمارة العملية

تم بناء SGW-C على Elixir/OTP ويستخدم هيكل عملية تحت إشراف:

- **مشرف التطبيق** - المشرف الأعلى الذي يدير جميع المكونات
- **وسطاء البروتوكول** - يتعاملون مع رسائل البروتوكول الواردة/الصادرة (S11، S5/S8، Sxa)
- **عمليات الجلسة** - خادم Gen 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 إشراف وسيتجدد تلقائيًا في حالة الفشل، مما يضمن موثوقية النظام.

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

واجهات الشبكة

يطبق SGW-C ثلاث واجهات رئيسية من 3GPP:

واجهة S11 (GTP-C v2)

الغرض: إشارة مستوى التحكم بين MME و SGW-C

البروتوكول: GTP-C الإصدار 2 عبر UDP

الرسائل الرئيسية:

- طلب/استجابة إنشاء الجلسة
- طلب/استجابة حذف الجلسة
- طلب/استجابة تعديل ��لحامل
- طلب/استجابة إنشاء الحامل
- طلب/استجابة حذف الحامل
- إشعار/اعتراف بيانات التنزيل

التكوين: انظر توثيق واجهة S11

واجهة Sxa (PFCP)

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

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

التكوين: انظر توثيق واجهة PFCP/Sxa

واجهة S5/S8 (GTP-C v2)

الغرض: إشارة 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

التكوين: انظر توثيق واجهة S5/S8

المفاهيم الأساسية

جلسة UE

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

•**IMSI** (معرف المشترك الدولي للهاتف المحمول) - معرف فريد للمشترك
•**GUTI** (معرف مؤقت عالمي فريد) - معرف مؤقت لـ UE من MME
•**MSISDN** - رقم الهاتف المحمول
•**TAI** (معرف منطقة التتبع) - منطقة الموقع الحالية
•**TEIDs الجلسة** - معرفات نقاط نهاية النفق لـ S11 و S5/S8
•**الحوامل النشطة** - قائمة الحوامل المرتبطة

اتصال PDN

يمثل اتصال PDN (شبكة بيانات الحزم) اتصال بيانات UE من خلال PGW-C محدد. تحتوي كل جلسة على:

•**APN** (اسم نقطة الوصول) - يحدد الشبكة الخارجية
•**ID الشحن** - معرف فريد للفوترة عبر SGW و PGW
•**TEID** (معرف نقطة نهاية النفق) - معرف نفق واجهة S5/S8
•**SEID** (معرف نقطة نهاية الجلسة) - معرف جلسة واجهة Sxa
•**الحامل الافتراضي** - يتم إنشاؤه مع كل اتصال PDN
•**الحوامل المخصصة** - حوامل إضافية لاحتياجات QoS محددة

سياق الحامل

يمثل الحامل تدفقًا مرورًا بخصائص QoS محددة:

•**الحامل الافتراضي** - يتم إنشاؤه مع كل اتصال PDN لترافيك الجهد الأفضل
•**الحوامل المخصصة** - حوامل إضافية لمتطلبات الخدمة المحددة (الصوت، الفيديو، إلخ.)
•**EBI** (معرف حامل EPS) - معرف فريد لكل حامل داخل جلسة
•**معلمات QoS** - QCI (معرف فئة QoS)، ARP (أولوية التخصيص والاحتفاظ)، معدلات البيانات (MBR، GBR)

قواعد PFCP

يقوم SGW-C ببرمجة SGW-U بقواعد معالجة الحزم:

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

انظر توثيق واجهة Sxa للحصول على التفاصيل.

الحركة والتحويل

يدعم SGW-C حركة UE عبر eNodeBs:

•**تحويل داخل MME** - تحويل د��خل نفس MME (بدون تغيير SGW)
•**تحويل بين MME** - تحويل بين MMEs مع نقل SGW
•**توجيه البيانات** - تخزين وتوجيه البيانات أثناء التحويل
•**تحديث منطقة التتبع** - إعادة تسجيل UE عند الانتقال بين المناطق

البدء

المتطلبات المسبقة

•Elixir ~1.16
•Erlang/OTP 26+
•اتصال الشبكة بـ MME و SGW-U و PGW-C
•فهم لعمارة LTE EPC

التحقق من التشغيل

تحقق من السجلات لبدء التشغيل الناجح:

```
[info] بدء OmniSGW...
[info] بدء مصدّر القياسات على 127.0.0.40:42068
[info] بدء وسيط S11 على 127.0.0.10
[info] بدء وسيط S5/S8 على 127.0.0.15
[info] بدء وسيط Sxa على 127.0.0.20
[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 تعريف جميع تكوينات وقت التشغيل في `config/runtime.exs`. يتم هيكلة التكوين إلى عدة أقسام:

نظرة عامة على التكوين

مرجع تكوين سريع

القسم	العرض	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

انظر دليل التكوين الكامل للحصول على معلومات مفصلة.

واجهة الويب - لوحة عمليات الوقت الحقيقي

يتضمن OmniSGW واجهة **ويب** مدمجة لمراقبة العمليات في الوقت الحقيقي، مما يوفر 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	العرض	معدل التحديث
جلسات UE	/ue_sessions	عرض جميع جلسات UE النشطة والحوامل	2 ثانية
جلسات PFCP	/pfcp_sessions	عرض جلسات PFCP مع SGW-U	2 ثانية
حالة SGW-U	/sgwu_status	مراقبة ارتباطات نظراء PFCP	2 ثانية
السجلات	/logs	بث سجلات في الوقت الحقيقي	مباشر

الميزات الرئيسية

التحديثات في الوقت الحقيقي:

- جميع الصفحات تتجدد تلقائيًا (لا حاجة لإعادة تحميل يدوي)
- تدفق بيانات مباشر من عمليات OmniSGW
- مؤشرات حالة ملونة (أخضر/أحمر)

البحث والتصفية:

- البحث عن الجلسات بواسطة IMSI، GUTI، رقم الهاتف
- تصفية فورية دون إعادة تحميل ا��صفحة

تفاصيل قابلة للتوسيع:

- انقر على أي صف لرؤية تفاصيل الجلسة الكاملة
- فحص جميع الحوامل النشطة ومعلمات QoS
- عرض تكوين وقدرات النظراء

لا حاجة للمصادقة (للاستخدام الداخلي):

- وصول مباشر من الشبكة الإدارية
- مصممة للاستخدام من قبل فريق NOC/العمليات
- 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
   - الحوامل 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 الحوامل عبر APNs
```

مراقبة السعة:

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

واجهة الويب مقابل القياسات

استخدم واجهة الويب لـ:

- تفاصيل الجلسة والحامل 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، وPrometheus للاتجاهات والتنبيهات.

المراقبة والقياسات

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

القياس��ت المتاحة

• قياسات الجلسة

- `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 الحوامل 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

تكون القياسات متاحة عبر HTTP عند نقطة النهاية المكونة:

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

انظر [دليل المراقبة والقياسات] لإعداد لوحة المعلومات والتنبيهات.

التوثيق التفصيلي

تقدم ��ذه القسم نظرة شاملة على جميع توثيقات OmniSGW. يتم تنظيم الوثائق حسب الموضوع وحالة الاستخدام.

هيكل الوثائق

```
توثيق 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

الوثيقة	الوصف	الغرض
OPERATIONS.md	دليل العمليات الرئيسي (هذا المستند)	نظرة عامة وبدء سريع

⚙️ 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 جلسة UE والعمليات
bearer-management.md	إنشاء الحامل وتعديله وحذفه
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 العمارة (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

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

تنسيق سجل بيانات الشحن (CDR)

الشحن غير المتصل لـ SGW-C

OmniSGW بواسطة خدمات شبكة أومنيتانش

جدول المحتويات

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

نظرة عامة

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

هذا التنسيق الشائع متوافق مع CDRs من PGW-C، مما يضمن الاتساق في سجلات الشحن عبر بنية EPC التحتية.

الميزات الرئيسية

- **تنسيق قائم 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 الصاعد والنازل
- **الدوران التلقائي** - دوران الملفات القابل للتكوين بناءً على الفواصل الزمنية
- **متوافق مع 3GPP** - يتبع 3GPP TS 32.251 (شحن مجال PS) و32.298 TS (ترميز CDR)

حالات الاستخدام

حالة الاستخدام	الوصف
الشحن غير المتصل	إنشاء CDRs لفوترة ما 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
```

اسم الملف هو الطابع الزمني لنظام Unix (بالثواني) عند إنشاء الملف.

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 وصفية:

```
# ملف CDR للبيانات:
# 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,sgw_ip,ue_ip,pgw_ip,apn,qci,octets_in,octets_out #
```

حقول الرأس:

- **وقت بدء الملف** - متى تم إنشاء ملف CDR (بصيغة قابلة للقراءة البشرية وطابع زمني لنظام Unix)
- **وقت انتهاء الملف** - متى سيحدث دوران الملف (بصيغة قابلة للقراءة البشرية وطابع زمني لنظام 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 (ثواني Unix)
1	imsi	سلسلة	هوية المشترك الدولية للهاتف المحمول
2	event	سلسلة	نوع حدث CDR (مثل "default_bearer_start")
3	charging_id	عدد صحيح	معرف الشحن الفريد للناقل
4	msisdn	سلسلة	رقم ISDN لمحطة الهاتف المحمول (رقم الهاتف)
5	ue_imei	سلسلة	هوية المعدات المحمولة الدولية
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)
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 جودة الخدمة
15	octets_in	عدد صحيح	حجم بيانات الاتجاه ا��نازل (بايت)
16	octets_out	عدد صحيح	حجم بيانات الاتجاه الصاعد (بايت)

أحداث CDR

أنواع الأحداث

يتم إنشاء CDRs لثلاثة أنواع من الأحداث:

نوع الحدث	التنسيق	الوصف	متى يتم إنشاؤه
بدء الناقل	<type>_bearer_start	إنشاء الناقل	يتم 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 CDR للبيانات:
# وقت بدء الملف: 18:53:42 (1726598022)
# وقت انتهاء الملف: 19:53:42 (1726601622)
# اسم البوابة: sgw-c-prod-01
# epoch,imsi,event,charging_id,msisdn,ue_imei,timezone_raw,plmn,tac,eci,sgw_ip,ue_ip,pgw_ip,apn,qci,octets_in,octets_out
default_bearer_start,12345,15551234567,123456789012345,,349552,1234,5678,10.0.0.15,172.16.1.100|2001:db8::1,10.0.0.20,internet,9,0,0,1726598022,310260123456789
default_bearer_update,12345,15551234567,123456789012345,,349552,1234,5678,10.0.0.15,172.16.1.100|2001:db8::1,10.0.0.20,internet,9,1048576,524288,1726598322,310260123456789
default_bearer_update,12345,15551234567,123456789012345,,349552,1234,5678,10.0.0.15,172.16.1.100|2001:db8::1,10.0.0.20,internet,9,5242880,2097152,1726598622,310260123456789
default_bearer_end,12345,15551234567,123456789012345,,349552,1234,5678,10.0.0.15,172.16.1.100|2001:db8::1,10.0.0.20,internet,9,10485760,5242880,1726598922,310260123456789
```

دوران الملف

يتم دوران ملفات CDR تلقائيًا بناءً على المدة المح��دة:

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 مللي ثانية (دوران كل ساعة)
- **directory:** "/var/log/sgw_c/cdrs"
```

التطوير:

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

حجم عالي:

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

تدفق إنشاء CDR

أحداث دورة حياة الناقل CDR

إنشاء CDR لـ SGW-C:

أحداث إنشاء CDR

1. بدء الناقل:

- **متى:** يتم إرسال استجابة إنشاء الجلسة
- **الهدف:** تسجيل إنشاء الناقل مع استخدام صفري
- **octets_in:** 0
- **octets_out:** 0

2. تحديث الناقل:

- **متى:** تم استلام طلب تقرير جلسة PFCP من مستوى المستخدم
- **الهدف:** تسجيل استخدام البيانات التزايدي
- **octets_in:** بايتات الاتجاه النازل 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)
- **الهدف:** تسجيل الاستخدام النهائي للبيانات قبل إنهاء الجلسة
- **octets_in:** إجمالي بايتات الاتجاه النازل النهائي
- **octets_out:** إجمالي بايتات الاتجاه الصاعد النهائي

تفاصيل الحقول

1. epoch (الطابع الزمني)

النوع: طابع زمني لنظام Unix (بالثواني)

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 الدولية للهاتف المحمول التي تحدد المشترك بشكل فريد

مثال:

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

المصدر: سياق UE، تم استلامه ف�ي طلب إنشاء الجلسة

---

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 كانت EBI (معرف الناقل EPS) تساوي LBI (معرف الناقل المرتبط): `default`
- إذا كانت EBI لا تساوي LBI: `dedicated`

المصدر: سياق الناقل (مقارنة EBI مقابل LBI)

---

4. charging_id (معرف الشحن)

النوع: عدد صحيح غير موقع 32 بت

الوصف: معرف فريد لارتباط الشحن عبر عناصر الشبكة

مثال:

```
12345
```

المصدر: تم تعيينه 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 لمحطة الهاتف المحمول (رقم هاتف المشترك)

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 المحمولة الدولية (معرف الجهاز)

مثال:

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

المصدر: سياق UE، تم استلامه من MME

---

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 وعلامة 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 الترميز:

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

مثال:

```
MCC: 505, MNC: 57 →  349552
```

المصدر: معلومات موقع UE من MME

ملاحظة: هذا هو تنسيق ترميز قديم للتوافق مع الإصدارات السابقة

---

9. tac (رمز منطقة التتبع)

النوع: عدد صحيح غير موقع 16 بت

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

النطاق: 0 - 65535

مثال:

```
1234
```

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

الاستخدام:

- يحدد منطقة إدارة الحركة
- يستخدم في الإشعارات وتحديثات الموقع
- جزء من TAI (معرف منطقة التتبع)

---

10. eci (معرف خلية E-UTRAN)

النوع: عدد صحيح غير موقع 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 التقل 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 برمز (IPv6)

مثال:

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

المصدر: التكوين المحلي، المعين 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)
|db8::1:2001                   (IPv6 فقط)
db8::1:2001|172.16.1.100      (ثنائي المكدس)
```

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

ملاحظات:

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

---

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 برمز (IPv6)

مثال:

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

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
- يقود قواعد السياسة والشحن
- قد يحدد مجموعة عناوين IP

---

15. qci (معرف فئة جودة الخدمة)

النوع: عدد صحيح غير موقع 8 بت

الوصف: معرف فئة جودة الخدمة يحدد جودة الخدمة للناقل

النطاق: 1 - 9 (موحد)، 128-254 (محدد من قبل المشغل)

قيم QCI الموحدة:

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

مثال:

```
9  → الناقل الافتراضي (أفضل جهد)
```

المصدر: معلمات جودة الخدمة للناقل من PGW-C

---

16. octets_in (حجم البيانات النازلة)

النوع: عدد صحيح غير موقع 64 بت

الوصف: عدد البايتات المرسلة في الاتجاه النازل (الشبكة → UE)

الوحدات: بايت

مثال:

```
1048576  → 1 ميغابايت نازلة
```

المصدر: قياس حجم PFCP من SGW-U

ملاحظات:

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

---

17. octets_out (حجم البيانات الصاعدة)

النوع: عدد صحيح غير موقع 64 بت

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

الوحدات: بايت

مثال:

```
524288  → 512 كيلوبايت صاعدة
```

المصدر: قياس حجم PFCP من SGW-U

ملاحظات:

- تراكمية 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 نازلة، 5 ميغابايت صاعدة)
3. تم إنهاء الجلسة

مخرجات CDR:

```
# ملف CDR للبيانات:
# وقت بدء الملف: 10:00:00 (1726570800)
# وقت انتهاء الملف: 11:00:00 (1726574400)
# اسم البوابة: sgw-c-01
epoch,imsi,event,charging_id,msisdn,ue_imei,timezone_raw,plmn,tac,eci,sgw_ip,ue_ip,pgw_ip,apn,qci,octets_in,octets_out #
default_bearer_start,10001,15551111111,111111111111111,,349552,1000,2000,10.0.0.15,172.16.1.1|,10.0.0.20,internet,9,0,0,1726570800,3102601111111111
```

```
default_bearer_update,10001,15551111111,111111111111111,,349552,1000,2000,10.0.0.15,172.16.1.1|,10.0.0.20,internet,9,10485760,5242880,1726571100,310260111111111
default_bearer_end,10001,15551111111,111111111111111,,349552,1000,2000,10.0.0.15,172.16.1.1|,10.0.0.20,internet,9,10485760,5242880,1726571400,310260111111111
```

المثال 2: جلسة ثنائية المكدس مع تحديثات متعددة

الجدول الزمني:

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

مخرجات CDR:

```
default_bearer_start,10002,15552222222,222222222222222,,349552,1001,2001,10.0.0.15,172.16.1.2|2001:db8::2,10.0.0.20,internet,9,0,0,1726570800,310260222222222
default_bearer_update,10002,15552222222,222222222222222,,349552,1001,2001,10.0.0.15,172.16.1.2|2001:db8::2,10.0.0.20,internet,9,2097152,1048576,1726571100,310260222222222
default_bearer_update,10002,15552222222,222222222222222,,349552,1001,2001,10.0.0.15,172.16.1.2|2001:db8::2,10.0.0.20,internet,9,8388608,4194304,1726571400,310260222222222
default_bearer_update,10002,15552222222,222222222222222,,349552,1001,2001,10.0.0.15,172.16.1.2|2001:db8::2,10.0.0.20,internet,9,20971520,10485760,1726571700,310260222222222
default_bearer_end,10002,15552222222,222222222222222,,349552,1001,2001,10.0.0.15,172.16.1.2|2001:db8::2,10.0.0.20,internet,9,31457280,15728640,1726572000,310260222222222
```

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

مخرجات CDR:

```
default_bearer_start,10003,15553333333,333333333333333,,1258248,1002,2002,10.0.0.15,172.16.1.3|,10.0.0.20,internet,9,0,0,1726570800,310260333333333
dedicated_bearer_start,10004,15553333333,333333333333333,,1258248,1002,2002,10.0.0.15,172.16.1.3|,10.0.0.20,internet,6,0,0,1726571100,310260333333333
default_bearer_update,10003,15553333333,333333333333333,,1258248,1002,2002,10.0.0.15,172.16.1.3|,10.0.0.20,internet,9,5242880,2097152,1726571400,310260333333333
dedicated_bearer_update,10004,15553333333,333333333333333,,1258248,1002,2002,10.0.0.15,172.16.1.3|,10.0.0.20,internet,6,104857600,1048576,1726571400,310260333333333
dedicated_bearer_end,10004,15553333333,333333333333333,,1258248,1002,2002,10.0.0.15,172.16.1.3|,10.0.0.20,internet,6,209715200,2097152,1726571700,310260333333333
default_bearer_end,10003,15553333333,333333333333333,,1258248,1002,2002,10.0.0.15,172.16.1.3|,10.0.0.20,internet,9,10485760,4194304,1726572000,310260333333333
```

التحليل:

•الناقل الافتراضي (10003) يحمل حركة مرور خلفية (10 ميغابايت نازلة، 4 ميغابايت صاعدة)
•الناقل المخصص (10004) يحمل حركة مرور الفيديو (200 ميغابايت نازلة، 2 ميغابايت صاعدة)
•تعكس قيم QCI المختلفة (9 مقابل 6) معاملة جودة الخدمة المختلفة

التكامل

خط معالجة CDR

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 وبث إلى خط المعالجة
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 - المقاييس والتنبيهات

مراجع 3GPP

•TS 32.251 - شحن المجال المبدل (PS)
•TS 29.274 - نظام الحزمة المم��طورة (EPS) من 3GPP؛ بروتوكول GTP-C
•TS 29.244 - الواجهة بين عقد CP وUP (PFCP)
•TS 32.298 - ترميز CDR

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

تم تطويره بواسطة خدمات شبكة أومنيتاتش

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

دليل تكوين SGW-C

مرجع كامل لـ runtime.exs

OmniSGW بواسطة خدمات شبكة Omnitouch

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 ويسيطر على:

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

التكوين ليس مُجمعًا في الثنائي - التغييرات على `runtime.exs` تدخل حيز التنفيذ عند إعادة التشغيل دون إعادة تجميع.

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 استعلام 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

                                    # الاستعلام بشكل متكرر للحصول على لوحات معلومات سريعة الاستجابة
                                                  poll_interval_ms: 5000
                                                                       {
```

الوصول إلى القياسات

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

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

للحصول على مرجع تفصيلي للقياسات، ولوحات معلومات Prometheus، وتكوين التنبيهات، راجع 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

                  # اختياري: عنوان IPv6 المحلي (للدعم المزدوج)
                                  ,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

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

                                # واجهتين (شبكات تحكم وبيانات منفصلة)
                                                ,config :sgw_c
                                                    }% :s11
                    شبكة التحكم #    "local_ipv4_address: "10.0.0.10
                                                       ,{
                                                    }% :sxa
                      شبكة البيانات #     "local_ip_address: "10.1.0.20
                                                          {
```

تكوين توقيت الرسالة

```
                                                ,config :sgw_c
                                                    }% :s11
                          (100ms RTT <) للشبكات ذات الكمون العالي #
                                        ,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

                                # اختياري: عنوان IPv6 المحلي
                                ,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 نظير PGW

```
                                            # PGW واحد
                                                ,config :sgw_c
```

```
                                                    }% :s5s8
                                                ] :pgw_peers
                                                     }%
                                    ,"ip_address: "10.0.0.20
                                         "name: "pgw-c-prod
                                                    {
                                                      [
                                                        {

                                    # PGWs زائدة (متوازنة الحمل)
                                                ,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 زائدة (نشطة-احتياطية)
                                                ,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 نظير 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

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

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

# اكتشاف 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,  # 1 ساعة

  # الدليل الناتج لملفات 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,  # 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 التوافر (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
                                                          {
```

ناقل عالي الحجم

```
                                                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", "[]")
                    Jason.decode(pgw_peers_env) = {ok, pgw_peers:}
                   pgw_peers = Enum.map(pgw_peers, &Map.to_atom/1)

                                  # تحليل أقران SGW-U من البيئة
               sgwu_peers_env = System.get_env("SGWU_PEERS", "[]")
                  Jason.decode(sgwu_peers_env) = {ok, sgwu_peers:}
                 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 لـ CDRs	اسم المضيف للن��ام
PGW_PEERS	مصفوفة JSON لأقران PGW	[]
SGWU_PEERS	مصفوفة JSON لأقران 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 متاحة
curl http://10.0.0.40:42068/metrics | head -20

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

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

مشكلات التكوين الشائعة

"العنوان قيد الاستخدام بالفعل"

المشكلة: فشل ربط المنفذ عند بدء التشغيل

الحل:

```
# ابحث عن العملية التي تستخدم المنفذ
lsof -i :2123

# اقتل العملية الحالية أو استخدم منفذًا مختلفًا
killall sgw_c
# أو
config :sgw_c, s11: %{local_port: 2124}
```

"تم رفض الاتصال" إلى PGW

المشكلة: لا يمكن لـ S5/S8 الوصول إلى PGW-C

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 والقياسات

قياسات بروميثيوس، لوحات جرافانا، والتنبيهات

OmniSGW من خدمات شبكة أومنيتوتش

جدول المحتويات

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

نظرة عامة

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

بنية القياسات

مصدّر القياسات

الوصول إلى القياسات

تُعرض القياسات 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 القياسات (عنوان الربط، المنفذ، وفترة الاستطلاع)، انظر دليل التكوين.

تنسيق القياسات

القياسات 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 لرسا��ل 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
```

القياسات المتاحة

قياسات 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
```

عدادات 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
```

قياسات الأداء

زمن تأخير الرسائل:

```
                                                    s11_inbound_duration_seconds
                                                  ├── النوع: Histogram (مع دلو)
                                                  ├── الوصف: زمن معالجة رسالة S11
                                                  ├── النسب المئوية: _bucket, _sum, _count
                                                  └── 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 الرحلة ذهابًا وإيابًا للنبض
                                                ├── التسميات: peer_ip
                                                └── المثال: pfcp_heartbeat_latency_ms{peer_ip="10.0.0.30"} 15
```

قياسات 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: (رموز أسباب 3GPP)
                                                ├── 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/
                                        prometheus-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

```
                                                    :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 (الأكثر سهولة)
  \ 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 في الثانية (Graph)
  └── رسائل S5/S8 في الثانية (Graph)

الصف 2:
  ├── رسائل Sxa في الثانية (Graph)
  ├── زمن تأخير S11 p95 (Graph)
  ├── زمن تأخير S5/S8 p95 (Graph)
  └── زمن تأخير Sxa p95 (Graph)

الصف 3:
  ├── أخطاء S11 في الدقيقة (Graph)
  ├── أخطاء S5/S8 في الدقيقة (Graph)
  ├── أخطاء Sxa في الدقيقة (Graph)
  └── جمعيات PFCP (Status)
```

لوحة المعلومات: صحة الواجهة

الألواح:

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

الصف 2:
```

```
                                                ├── معدل رسائل S11 (Graph)
                                              ├── معدل رسائل S5/S8 (Graph)
                                                ├── معدل رسائل Sxa (Graph)
                                                └── معدل الأخطاء (Graph)

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

لوحة المعلومات: 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 ذروة الجلسة (Heatmap)
                                                └── توزيع مدة الجلسة (Histogram)
```

أمثلة استعلامات لوحة المعلومات

الجلسات النشطة:

```
teid_registry_count
```

معدل إنشاء الجلسات:

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

زمن تأخير S11 (النسبة المئوية 95):

```
    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:

```
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 جلسات SGW فوق 80%"
          description: "الجلسات: {{ $value }} من 100000"

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

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

      - alert: S5S8LatencyHigh
        expr: histogram_quantile(0.95,
          rate(s5s8_inbound_duration_seconds_bucket[5m])) > 1
        for: 5m
```

```
      annotations:
        summary: "زمن تأخير S5/S8 فوق 1 ثانية"

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

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

تكوين AlertManager

alertmanager.yml:

```
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:

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

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

الإجراء الفوري مطلوب: تحقق من حالة S11
```

استكشاف الأخطاء وإصلاحها

القياسات غير ظاهرة

المشكلة: نقطة نهاية القياسات فارغة أو 404

التشخيص:

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

# تحقق من السجلات لأخطاء مصدّر القياسات
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. التحقق من عدم ح��ر IP/المنفذ الخاص بالقياسات بواسطة جدار الحماية
3. تحقق من تكوين عنوان الربط
4. التأكد من توفر ذاكرة كافية لجمع القياسات

القياسات المفقودة لواجهة معينة

المشكلة: تظهر قياسات S11 ولكن قياسات 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 الذاكرة العالي

المشكلة: مصدّر القياسات يستهلك ذاكرة مفرطة

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 القياسات
2. تحديد عدد عينات القياسات
3. تنفيذ سياسة الاحتفاظ بالقياسات
4. التوسع إلى عدة مثيلات

أفضل الممارسات

جمع القياسا��

- **فترة الاستطلاع:** 15-30 ثانية لتحقيق التوازن
- **الاحتفاظ:** 15-30 يومًا من تخزين القياسات
- **التجميع:** تجميع القياسات عالية الكاردينالية مسبقًا
- **العينات:** استخدم النسب المئوية للزمن، وليس القيم الخام

تصميم لوحة المعلومات

- **السياق:** تضمين نطاق الزمن، المثيل، معلومات النظير
- **التدرج:** نظرة عامة → تفاصيل → تصحيح
- **التنبيه:** عتبات مرئية على الرسوم البيانية للسعة
- **الارتباط:** ربط القياسات 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

دليل المراقبة - *قياسات OmniSGW والرؤية*

تم تطويره بواسطة خدمات شبكة أومنيتوتش

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

وثائق واجهة S11

الاتصال GTP-C مع MME

OmniSGW من خدمات الشبكة Omnitouch

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

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

الميزات الرئيسية

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

تفاصيل البروتوكول

GTP-C الإصدار 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 لديها TEIDs فريدة لتوجيه 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 من OmniSGW في رأس الرسالة
SGW → MME: يستخدم TEID البعيد من MME في رأس الرسالة
```

تنسيق الرسالة

تتبع جميع رسائل S11 تنسيق GTP-C v2:

```
رأس GTP-C (12-16 بايت)
├── الإصدار (3 بت): 0x2 (GTP-C v2)
├── علامة الحمل (1 بت)
├── علامة 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
└── احتياطي (8 بت): دائمًا 0

محتويات الرسالة (متغيرة)
├── 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",
```

```
    # اختياري: عنوان IPv6 المحلي (للنظام الثنائي)
    ,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 جدار الحماية:

```
# 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)
# تحقق من السجلات للرسالة "تم الاتصال بوسيط 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 جديدة لـ UE (الاتصال الأولي أو الاتصال بشبكة 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	تكنولوجيا 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 البدء به من MME)

الغرض: تعديل معلمات الناقل أثناء جلسة نشطة

عناصر المعلومات الرئيسية:

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

الاستجابة: استجابة تعديل الناقل

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

رسائل إدارة الناقل

طلب/استجابة إنشاء الناقل

الاتجاه: يمكن أن يتم البدء به من MME أو SGW

الغرض: تفعيل ناقل مخصص للخدمات التي تتطلب جودة الخدمة

سيناريوهات التحفيز:

- تفعيل خدمة الصوت
- طلب بث الفيديو
- تفعيل الألعاب عبر الإنترنت

طلب/استجابة حذف الناقل

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

الغرض: إلغاء تفعيل الناقل المخصص عند عدم الحاجة إليه

رسائل الحركة

طلب/استجابة تحرير الناقلات الوصول

الاتجاه: MME → OmniSGW

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

التأثيرات:

- تبقى الناقلات في السياق ولكنها معلقة
- يتم إيقاف توجيه بيانات المستخدم
- يتم بدء تخزين البيانات في SGW-U
- يمكن لـ UE استئناف الطلب بالخدمة

طلب/استجابة تعديل الناقلات الوصول

الاتجاه: OmniSGW → MME أو MME → OmniSGW

الغرض: تحديث الوصول إلى الناقل أثناء النقل أو الاسترداد

رسائل الاستدعاء

إشعار بيانات التنزيل (S11)

الاتجاه: PGW-C → OmniSGW → MME

الغرض: إبلاغ MME بوجود بيانات تنزيل معلقة لـ UE المعلق

عناصر المعلومات ا��رئيسية:

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

الاستجابة: اعتراف بيانات التنزيل

إنشاء الجلسة

تدفق الاتصال الأولي لـ UE

انتقالات الحالة:

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

تعديل الجلسة

تعديل جودة خدمة الناقل

تحديث منطقة التتبع (TAU)

TAU بدون تغيير SGW:

•يقوم MME بتحديث موقع UE
•يتم إرسال ULI/TAI إلى SGW عبر طلب تعديل الناقل
•يقوم SGW بتحديث سياق UE المحلي
•لا حاجة لنقل الجلسة

TAU مع تغيير SGW:

•يتلقى SGW القديم طلب تحرير الناقلات الوصول من MME
•يتلقى SGW الجديد طلب إنشاء جلسة
•يتم توجيه البيانات من SGW القديم إلى الجديد
•بعد اكتمال التوجيه، يقوم SGW القديم بتحرير الجلسة

إنهاء الجلسة

إنهاء الجلسة العادية

انتقالات الحالة:

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

عمليات الشبكة

مراقبة تدفق الرسائل

راقب نشاط رسائل S11 في الوقت الحقيقي:

```
# 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 ← صفحة جلسات UE

لكل جلسة:
- IMSI و GUTI
- TAI الحالي (منطقة التتبع)
- 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 الأخ��اء وإصلاحها

فشل إنشاء الجلسة

المشكلة: تم رفض طلب إنشاء الجلسة

التشخيص:

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

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 اتصال S5/S8 بـ PGW-C
65	APN غير مدعوم	تحقق من تكوين APN

مشكلات 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
# واجهة الويب ← جلسات UE ← البحث حسب IMSI
```

الأسباب الشائعة:

- تم تحرير الجلسة ولكن الرسالة المتأخرة لا تزال تصل

•إنشاء جلسة مكررة مع TEID مختلف
•رسالة من مثيل MME مختلف بنفس TEID

مشكلات 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 الوصول

مشكلات الأداء

المشكلة: ارتفاع زمن استجابة رسائل S11

المقاييس للتحقق:

```
# 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 تحسين:

1.تقليل عمليات تعديل الناقل غير الضرورية
2.مراقبة وتحسين وقت إنشاء جلسة PFCP
3.التوسع أفقيًا مع مثيلات متعددة من SGW-C
4.تحقق من استخدا�ة CPU والذاكرة خلال الحمل الذروي

للحصول على معلومات شاملة حول المقاييس، وإعداد Prometheus، وتكوين لوحة المعلومات، راجع دليل المراقبة والمقاييس.

أفضل الممارسات

التكوين

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

العمليات

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

الأمان

- **عزل الشبكة:** يجب أن تكون S11 على جزء شبكة معزول
- **التحكم في الوصول:** تقييد منفذ S11 إلى عناوين IP المصرح بها لـ MME
- **المراقبة:** تنبيه عند اتصالات غير م��وقعة من الأقران

ملخص مرجع الرسالة

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

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

وثائق واجهة S5/S8

الاتصال GTP-C مع PGW-C

OmniSGW من خدمات شبكة Omnitouch

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

تربط **واجهة S5/S8** بين OmniSGW و 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 القائم على TEID** - معرفات نقاط نهاية النفق للتتبع
- **إدارة الاتصال PDN** - إنشاء/تعديل/حذف اتصالات PDN
- **إدارة الناقل** - عمليات الناقل الافتراضي والمخصص
- **تبادل معرف الشحن** - الفوترة المنسقة عبر البوابات
- **تخصيص عنوان IP** - توفير IP للـ UE من تجمعات PGW

تفاصيل البروتوكول

GTP-C الإصدار 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)

كل جلسة PDN لديها 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 حيوي لتنسيق الفوترة:

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

التكوين

التكوين الأساسي

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

    # اختياري: عنوان IPv6 المحلي
    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
                                                                {
```

متطلبات الشبكة

قواعد جدار الحماية:

```
# السماح لـ 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 توجيه الطلب 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 الناقل (QCI، ARP)
APN	MME	اسم نقطة الوصول (الإنترنت، mms، ims)
الشبكة الخدمية	MME	رمز PLMN (MCC/MNC)

اسم IE	المصدر	الوصف
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	الناقل المخصص مع TEID
تخصيص عنوان PDN	PGW	عنوان IP المخصص للـ UE
قيود APN	PGW	السياسات لهذه 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	الرفض إلى MME، إجراء المستخدم
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	IE الإلزامي مفقود/غير صحيح	الرسالة غير مكتملة

تعديل الجلسة

تعديل QoS للناقل

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

إنشاء الناقل (الناقل المخصص)

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

حذف الناقل (الناقل المخصص)

عندما لم يعد الناقل المخصص مطلوبًا:

إنهاء الجلسة

فصل PDN العادي

تحولات الحالة:

```
[PDN متصل]
    ↓ (طلب حذف الجلسة من MME)
[إصدار جلسة PGW]
    ↓ (استجابة حذف PGW المستلمة)
[إصدار موارد SGW]
    ↓ (تم إصدار TEID، تم تسجيل CDR)
[PDN مفصول]
```

أنواع الرسائل

ملخص رسائل S5/S8

تفاصيل الرسالة

طلب/استجابة إنشاء الجلسة

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

طلب/استجابة حذف الجلسة

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

طلب/استجابة تعديل الناقل

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

طلب/استجابة إنشاء/حذف الناقل

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

طلب/استجابة الصدى

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

عمليات الشبكة

مراقبة النظير

راقب اتصال PGW-C:

```
# تحقق من TEIDs S5/S8 النشطة
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 مستمر من رسائل إنشاء/حذف/تعديل
```

التحقق من جلسة PDN

افحص اتصالات PDN النشطة:

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

فحص تدفق الرسائل

تتبع نشاط رسالة S5/S8:

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

# مراقبة تعديلات الناقل
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
├── ثابت: نفس APN يستخدم دائمًا نفس PGW
├── نشط-احتياطي: الانتقال 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 الناقل مع توقعات PGW
49	لا توجد قاعدة مطابقة	تحقق من تكوين APN في PGW
72	IE مفقود	تحقق من أن MME يرسل الحقول المطلوبة

فشل عمليات الناقل

المشكلة: "فشل طلب تعديل الناقل"

التشخيص:

1.تحقق من المقاييس 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 قيم QoS ضمن سياسة PGW
•تحقق من PGW لمشكلات PCRF/السياسة

مشكلات مهلة الرسالة

المشكلة: "توقيت رسائل S5/S8"

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 كان RTT الشبكة مرتفعًا
•تحقق من ازدحام الشبكة
•تحقق من توفر CPU/ذاكرة PGW
•راقب فقدان الحزم

عدم تطابق معرف الشحن

المشكلة: "عدم تطابق معرف الشحن في CDRs"

التشخيص:

•تحقق من أن PGW يعيد معرف الشحن صالح
•تحقق من سجلات CDR لعدم وجود معرف الشحن
•قارن بين CDRs الخاصة بـ SGW و PGW

الحل:

•تأكد من أن PGW يرسل معرف الشحن في جم��ع الاستجابات
•التعامل مع عدم وجود معرف الشحن بشكل سلس في تسجيل CDR

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

أفضل الممارسات

التكوين

- **تكرار PGW:** تكوين عدة أقران PGW-C للانتقال
- **توزيع الحمل:** استخدام جولة لتحقيق توازن الحمل
- **المهلات:** تعيينها بشكل مناسب بناءً على RTT WAN (النمطية: 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:** التنبيه عند ارتفاع معدل الأخطاء S5/S8
- **تخطيط السعة:** مراقبة استخدام تجمع IP في PGW

إدارة الجلسات

- **حدود الجلسات:** تتبع الجلسات المتزامنة مقابل سعة PGW
- **عدد الناقل:** مراقبة توزيع الناقل الافتراضي والمخصص
- **تحقق من QoS:** التحقق من معلمات QoS المقبولة من قبل PGW
- **الشحن:** التحقق من استلام معرف الشحن وتسجيله

التكامل مع واجهات أخرى

تنسيق S5/S8 ↔ S11

```
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 الناقل/QoS
                ↓
إنشاء جلسة Sxa (إلى SGW-U)
                ↓
```

انتظر جاهزية الطائرة المستخدمة
↓
إكمال استجابة إنشاء جلسة S11

دليل إدارة الجلسات

دورة حياة جلسة UE والعمليات

OmniSGW من خدمات الشبكة Omnitouch

جدول المحتويات

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

نظرة عامة

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

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

تحتوي كل جلسة على IMSI فريد (هويﷺ 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 حالات 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 الحامل

الحامل الافتراضي

يتم إنشاء الحامل الافتراضي مع كل اتصال PDN:

- **QoS:** عادة QCI 9 (أفضل جهد)
- **Lifetime:** نفس مدة اتصال PDN
- **Traffic:** يحمل كل حركة المرور غير المطابقة للحوامل المخصصة
- **Mandatory:** يجب أن يحتوي كل اتصال PDN على حامل افتراضي

حدث بدء الحامل:

حدث انتهاء الحامل:

الحوامل المخصصة

توفر الحوامل الﷺخصصة جودة خدمة متميزة لخدمات معينة:

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

تفعيل الحامل 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 الحامل 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 الحامل

معالجة التنقل

تسليم داخل MME (بدون تغيير SGW)

السيناريو: يتحرك UE بين الخلايا في نفس منطقة MME

أثر الجلسة:

- تظل الجلسة نشطة
- يبقى TEID كما هو
- يتم تحديث الموقع في الجلسة
- يستمر CDR بنفس معرف الشحن

تسليم بين MME (مع تغيير SGW)

السيناريو: ي��حرك UE إلى MME مختلف، يتطلب SGW جديد

أثر الجلسة:

- تنتهي الجلسة القديمة، يتم تسجيل CDR مع إشارة "تسليم"
- يتم إنشاء جلسة جديدة بنفس معرف الشحن
- يحافظ توجيه البيانات على الاتصال
- يتم إعادة توجيه خطة المستخدم عبر SGW-U الجديد

تحديث منطقة التتبع (TAU)

TAU بدون تغيير SGW:

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

TAU مع تغيير SGW:

- مشابه لتسليم بين MME
- يتم نقل الجلسة إلى SGW جديد
- تنسيق CDR عبر SGW القديم والجديد

إجراءات التسليم

مرحلة التحضير

قبل اكتمال التسليم:

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

مرحلة توجيه البيانات

أثناء انتقال التسليم:

- **التخزين المؤقت في SGW-U القديم** - الحزم محتجزة مؤقتًا
- **التخزين المؤقت في SGW-U الجديد** - جاهز للاستقبال
- **نفق GTP** - يتم توجيه البيانات من المسار القديم إلى الجديد
- **ترتيب الحزم** - الحفاظ على ال��رتيب

مرحلة الاكتمال

بعد اكتمال التسليم:

1. **تفريغ التخزين المؤقت** - الإفراج عن الحزم المخزنة مؤقتًا
2. **قطع المسار** - يتم تحويل الحركة إلى المسار الجديد
3. **تنظيف المسار القديم** - الإفراج عن قواعد التوجيه القديمة
4. **تحديث الجلسة** - تحديث الموقع وTEID

إجراءات التشغيل

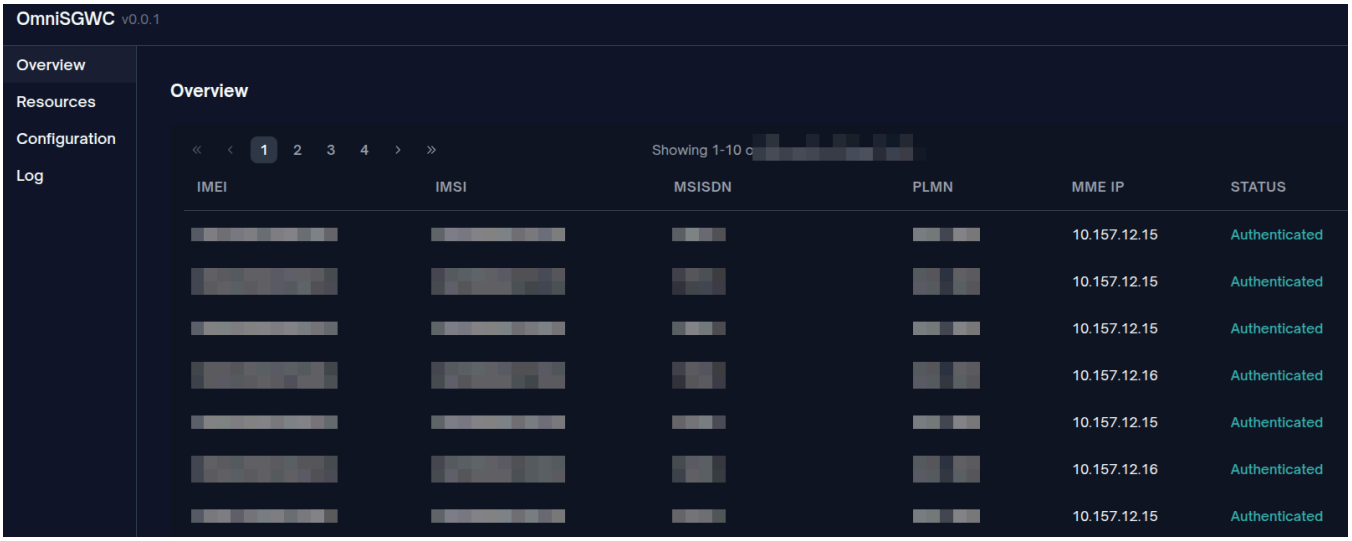
فحص الجلسة

راقب الجلسات النشطة عبر واجهة الويب:

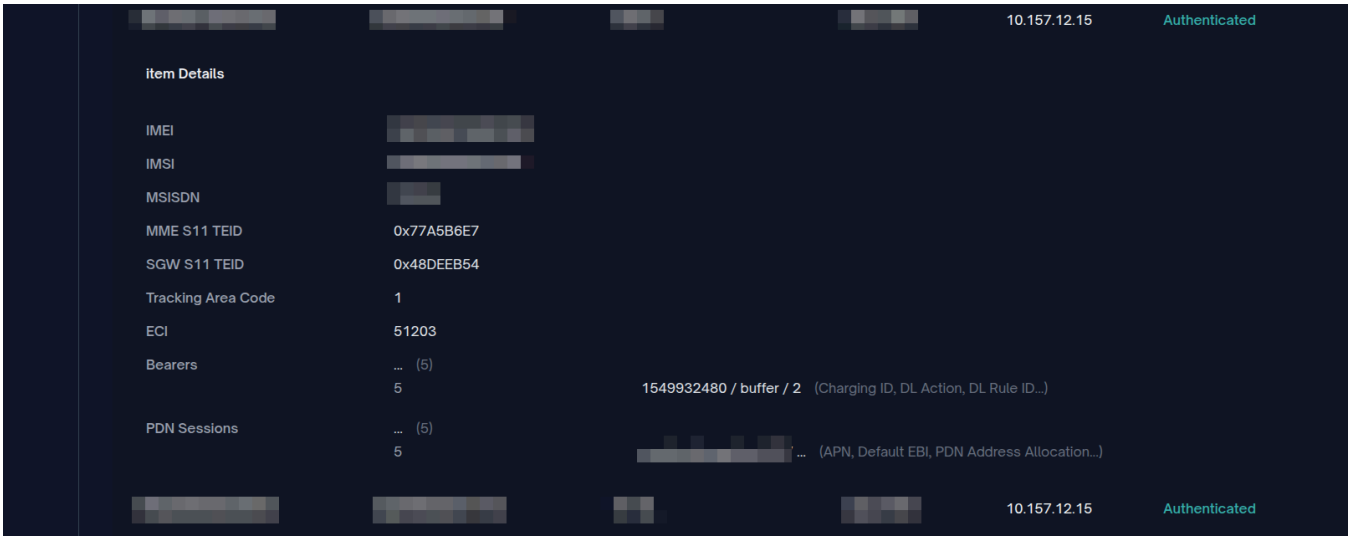
```
1. افتح http://<sgw-ip>:<port>/ue_sessions
2. عرض جميع جلسات UE النشطة
3. البحث حسب IMSI أو GUTI أو رقم الهاتف
```

4. انقر على الجلسة لعرض التفاصيل:
   - الموقع (TAI، ECI)
   - الحوامل 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 ذلك TEIDs والموقع والحوامل واتصالات PDN:



انظر دليل العمليات لتعليمات التنقل والوصول إلى واجهة الويب.

مراقبة المقاييس

تتبع مقاييس الجلسة:

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

# عد الحوامل النشطة
curl -s http://10.0.0.40:42068/metrics | grep active_bearers

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

حدود الجلسة

راقب ضد السعة:

```
# تحقق من ﷺلحمل 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 بسلاسة عند الوصول إلى الحدود
```

استكشاف الأخطاء وإصلاحها

الجلسة لا يمكن إنشاؤها

العرض: فشل طلب إنشاء الجلسة

التشخيص:

1.تحقق من المقاييس للسبب
2.فحص سجلات أخطاء S11
3.تحقق من اتصال PGW
4.تحقق من توفر معرف الشحن

الأسباب الشائعة:

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

الجلسة تنقطع بشكل غير متوقع

العرض: تنتهي الجلسة النشطة دون طلب حذف

التشخيص:

1.تحقق من السجلات للرسائل الخطأ
2.مراقبة حالة نبض SGW-U
3.تحقق من اتصال PGW
4.مراجعة المقاييس لذروات الأخطاء

الأسباب الشائعة:

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

فشل التسليم

العرض: فقدان الحزم أو فشل التسليم بالكامل

التشخيص:

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

الأسباب الشائعة:

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

ارتفاع زمن استجابة الرسائل

العرض: معالجة رسائل S11/S5S8 ببطء

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.مراقبة وتقليل معدل الرسائل
4.تحقق من الجلسات العالقة

مشاكل توليد CDR

العرض: CDR مفقودة أو غير مكتملة

التشخيص:

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

الحلول:

```
# مراقبة 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 لحقول 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
- **تحقق من الصحة:** مراقبة الاتصال بين الأقران

عمليات التسليم

- **فشل سريع:** تكوين نبضات قلب عدوانية
- **تسليم سلس:** التأكد من تمكين التخزين المؤقت
- **تكرار المسار:** عدة أقران SGW-U
- **اختبار:** محاكاة التسليم بانتظام

تنسيق الشحن

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

توثيق واجهة Sxa

الاتصال 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

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

الميزات الرئيسية

- **PFCP v1.0** - التحكم في توجيه الحزم وفقًا للمعايير
- **تتبع الجلسات بناءً على SEID** - معرفات نقطة نهاية الجلسة للتجمع
- **قواعد اكتشاف الحزم** - مطابقة مرنة للحزم للرفع/الخفض
- **قواعد إجراء التوجيه** - التحكم في توجيه الحزم وتغليفها
- **تنفيذ جودة الخدمة** - تحديد معدل البت لكل حامل وأولوية
- **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:** مستوى التحكم
•**نموذج الجمعية:** CP و UP تشكل جمعي�� دائمة

SEID (معرف نقطة نهاية الجلسة)

كل جلسة لديها SEIDs 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

```
                                                :Message Routing
                                  SGW-C → SGW-U: Uses SGW-U's UP SEID
                                  SGW-U → SGW-C: Uses SGW-C's CP SEID
```

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 (ثواني)
                                                    ,heartbeat_interval_s: 20

                                                # مهلة إنشاء الجلسة (ميلي 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 الجلسات النشطة لـ PFCP
curl http://127.0.0.40:42068/metrics | grep seid_registry_count
```

جمعية PFCP

دورة حياة الجمعية

قبل أن يتم إنشاء أي جلسات، يجب على SGW-C و SGW-U تشكيل جمعية 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. **اكتشاف الاسترداد:**

- يؤدي انتهاء نبض القلب إلى بدء الاسترداد
- يتم إرسال إعداد جمعية جديد
- يتم التحقق من طابع زمني الاسترداد

2. **استرداد الجلسة:**

- قد تكون الجلسات قابلة للاسترداد أو لا
- استعلام SGW-U عن الجلسات الحالية
- إعادة إنشاء الجلسات المفقودة إذا لزم الأمر

3. **توجيه البيانات:**

- تخزين مؤقت لمستوى المستخدم في SGW-U أثناء الاسترداد
- تظل PDRs نشطة حتى يتم حذفها صراحة
- تقليل فقد الحزم أثناء الانتقال

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 تنفيذ 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 جديدة، FAR، QER	تفعيل حامل مخصص
حذف حامل	إزالة PDR، FAR، QER	إلغاء تفعيل الحامل

حذف الجلسة

التحفيز: طلب حذف الجلسة من MME (فصل)

حالة الجلسة:

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

قواعد PFCP

PDR (قاعدة اكتشاف الحزم)

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 للـ UE (للوصول)	10.45.0.50
عنوان IP الوجهة	عنوان IP للشبكة الخارجية (للنواة)	8.8.8.8
نوع البروتوكول	رقم بروتوكول IP	TCP (6)، UDP (17)
المنفذ المصدر	تطابق المنفذ	1024-65535
المنفذ الوجهة	تطابق المنفذ	80 (HTTP)، 443 (HTTPS)
TEID	معرف نفق GTP-U	للحزم الواردة

هيكل PDR:

```
PDR Structure:
├── PDR ID (unique within session)
├── Precedence (priority for overlapping rules)
├── Packet Detection Criteria
```

```
                                    ├── Source Interface
                                    ├── Network Instance (APN)
                                    └── UE IP Address / Destination IP
                                    ├── FAR ID (which forwarding rule to apply)
                                    ├── QER ID (which QoS rule to apply)
                                    └── Usage Report Trigger
```

حالة الاستخدام المثال - حامل افتراضي:

•يكتشف: جميع الحزم من/إلى عنوان IP للـ UE
•الإجراء: توجيه عبر PDN (في اتجاه PGW-U)
•جودة الخدمة: تطبق لكل حامل

حالة الاستخدام المثال - حامل مخصص:

•يكتشف: الحزم المطابقة لتدفق معين (نطاق المنفذ، البروتوكول)
•الإجراء: توجيه على مسار مخصص
•جودة الخدمة: معدلات متميزة (GBR)

FAR (قاعدة إجراء التوجيه)

تحدد كيفية التعامل مع الحزم المطابقة.

إجراءات التوجيه:

الإجراء	الوصف	حالة الاستخدام
توجيه	إرسال الحزمة إلى الشبكة الوجهة	التوجيه العادي
تخزين مؤقت	تخزين الحزمة مؤقتًا	أثناء التنقل/الصفحات
إسقاط	إسقاط الحزمة	تنفيذ السياسة، جدار الحماية
تكرار	إرسال الحزمة إلى وجهات متعددة	اعتراض قانوني

خيارات التغليف:

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

مثال - من UE إلى الإنترنت:

```
PDR Match: Source Interface = Access, UE IP = 10.45.0.50
                                                  :FAR Action
                                                  - Forward = Yes
                                        - Outer Header Encap = None (direct internet)
                                           - Forwarding Parameters = Internet gateway
```

QER (قاعدة تنفيذ جودة الخدمة)

تنفذ حدود معدل البت لكل حامل.

معلمات جودة الخدمة:

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

فئات جودة الخدمة (QCI):

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

مثال - حامل افتراضي (QCI 9):

```
QCI: 9 (أفضل جهد)
MBR: 100 Mbps (يعتمد على الموقع)
GBR: لا شيء (غير GBR)
ARP: 15 (أدنى أولوية)
```

مثال - حامل صوت مخصص (QCI 1):

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

BAR (قاعدة إجراء التخزين المؤقت)

تتحكم في التخزين المؤقت للحزم أثناء أحداث التنقل.

سيناريوهات التخزين المؤقت:

1. **تخزين مؤقت أثناء النقل:**
   - UE ينتقل بين eNodeBs
   - يتم تخزين الحزم مؤقتًا أثناء الحركة
   - يتم الإفراج عنها عند اكتمال النقل

2. **تخزين مؤقت أثناء الصفحات:**

◦UE في وضع الخمول (حاملات معلقة)
◦تصل بيانات خفض
◦يتم تخزينها مؤقتًا حتى يتم إعادة تنشيط UE

3.نقل SGW:

◦أثناء النقل بين MME مع تغيير SGW
◦يقوم SGW القديم بالتخزين المؤقت وإ��ادة التوجيه إلى SGW الجديد
◦يتم الحفاظ على التسليم المرتب

تكوين BAR:

```
:BAR Settings
    Buffer Timeout: How long to hold packets ──┤
  Packet Count Threshold: Max buffered packets ──┤
                       Downlink Data Report Trigger ──┘
Send notification to CP when data arrives ──┘
```

تقارير الاستخدام

رسائل تقرير الاستخدام

ترسل SGW-U تقارير الاستخدام إلى SGW-C للفوترة والتحليلات.

محفزات تقرير الاستخدام

ترسل التقارير عندما:

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

حقول تقرير الاستخدام

```
:Usage Report
Usage Report Trigger: What caused this report ──┤
        UR-SEQN: Sequence number for ordering ──┤
                :Usage Information Per Bearer ──┤
                   EBI: Bearer identifier ──┤   │
                       Volume Measurement ──┤   │
                     UL: Uplink octets ──┤  │   │
                   DL: Downlink octets ──┤  │   │
                   Total: Total octets ──┤  │   │
                 Packets: Total packets ──┘  │   │
```

```
                                  Duration Measurement: Seconds active ──┤   │
                                Time of First/Last Packet: Timestamps ──┘   │
                                       Query UR: Request immediate report ──┘
```

تدفق توليد CDR

عمليات الشبكة

مراقبة جمعية PFCP

راقب جمعيات PFCP النشطة:

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

# المخرجات المتوقعة:
# 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 الجلسات النشطة لـ PFCP:

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

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

# معدل الاستخدام (بايت/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_inbound

# مخرجات المثال:
#
sxa_inbound_messages_total{message_type="session_establishment_response"}
5432
#
sxa_inbound_messages_total{message_type="session_modification_response"}
```

```
12100
sxa_inbound_messages_total{message_type="session_report_request"} 67000 #
```

التحقق من تثبيت القوا��د

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

```
# راقب نجاحات/إخفاقات إنشاء الجلسة
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
SGW-U معطل	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
SGW-U لا موارد	"موارد غير كافية"	تحقق من سعة SGW-U
PDR غير صالح	"IE إلزامي مفقود"	تحقق من تعريفات القواعد
تعارض SEID	"SEID موجود بالفعل"	تحقق من تكرار الجلسات
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 محفز تقرير الجلسة
- تأكد من أن أذونات دليل CDR صحيحة
- راقب تجاوز التخزين المؤقت لـ SGW-U

مشكلات الأداء

المشكلة: ارتفاع زمن تأخير رسائل PFCP

المقاييس التي يجب التحقق منها:

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

# حمل الجلسة 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 إضافية

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

أفضل الممارسات

التكوين

- **فترة نبض القلب:** ضبطها على 20-30 ثانية لا��تشاف موثوق
- **مهلة الجلسة:** 5-10 ثوانٍ بناءً على زمن انتقال الشبكة
- **الحد الأقصى لعدد المحاولات:** 2-3 لتحقيق التوازن بين الموثوقية والكمون
- **اختيار الأقران:** توزيع الحمل عبر جميع أقران SGW-U

العمليات

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

استكشاف الأخطاء وإصلاحها

- **احتفظ بالسجلات:** احتفظ بتتبع رسائل PFCP لاستكشاف الأخطاء
- **الارتباط:** ربط رسائل S11 بعمليات جلسة PFCP
- **مقاييس الأساس:** إنشاء قاعدة أداء طبيعية
- **اختبار سيناريوهات الفشل:** ممارسة إجراءات تبديل SGW-U