دليل عمليات OmniSGW

OmniSGW - بوابة الخدمة (SGW)

بواسطة خدمات شبكة Omnitouch

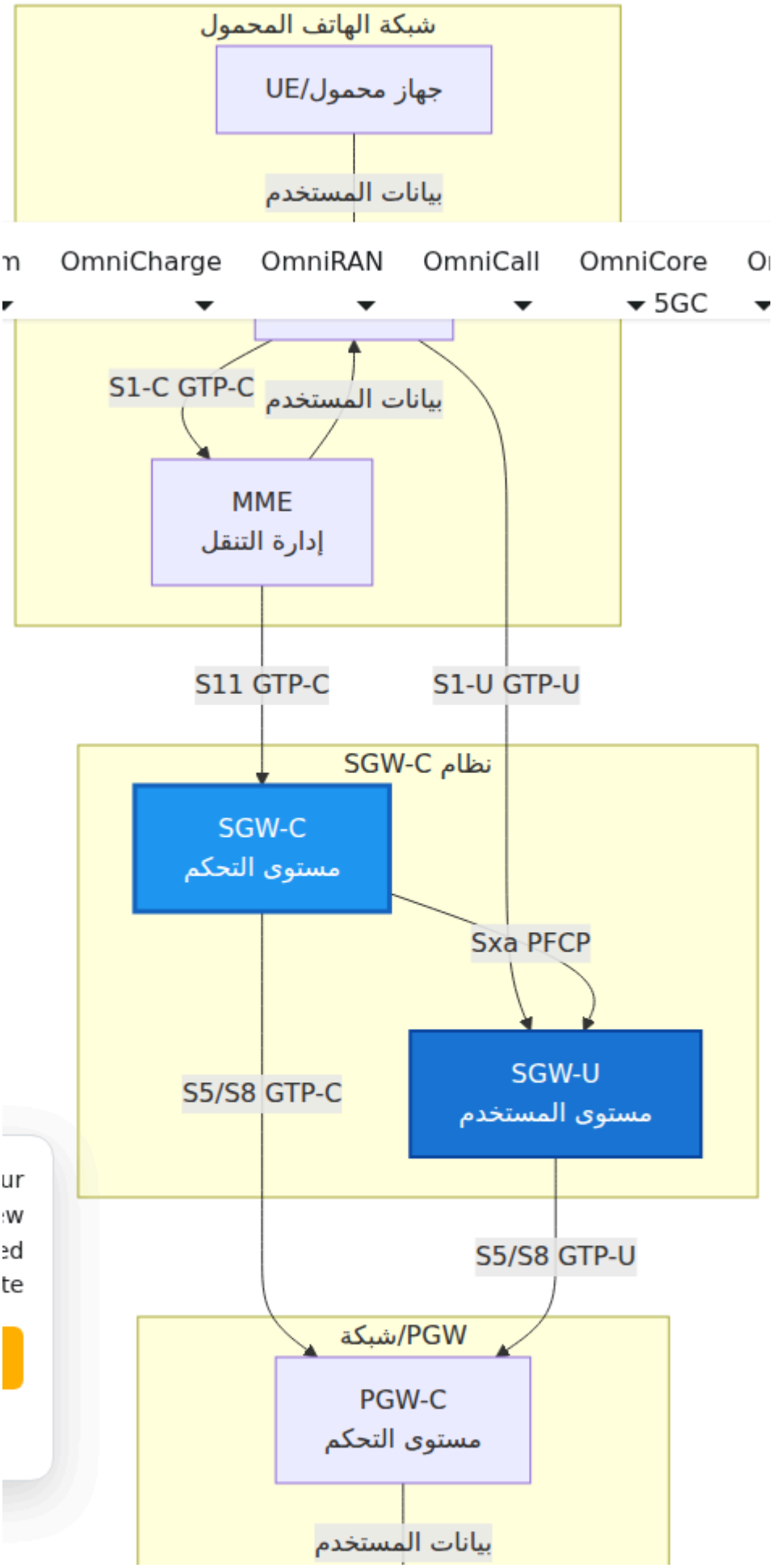
جدول المحتويات

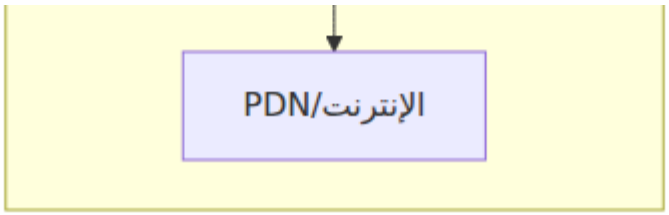
1. نظرة عامة
2. الهيكلية
3. واجهات الشبكة
4. المفاهيم الأساسية
5. البدء
6. التكوين
7. واجهة الويب - لوحة عمليات الوقت الحقيقي
8. المراقبة والمقاييس
9. التوثيق التفصيلي
10. موارد إضافية

نظرة عامة

OmniSGW هي تنفيذ عالي الأداء لبوابة الخدمة (SGW) 3GPP LTE Evolved Packet Core (EPC) لشبكات 5، تم تطويرها بواسطة خدمات شبكة Omnitouch. تدير الوظائف المتعلقة بتنقل UE (جهاز المستخدم) وإدارة الحامل، بما في ذلك:

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


شبكة الهاتف المحمول
جهاز محمول/UE
بيانات المستخدم
m
OmniCharge
OmniRAN
OmniCall
OmniCore
5GC
S1-C GTP-C
بيانات المستخدم
MME
إدارة التنقل
S11 GTP-C
S1-U GTP-U
نظام SGW-C
SGW-C
مستوى التحكم
Sxa PFCP
SGW-U
مستوى المستخدم
S5/S8 GTP-C
S5/S8 GTP-U
شبكة/PGW
PGW-C
مستوى التحكم
بيانات المستخدم

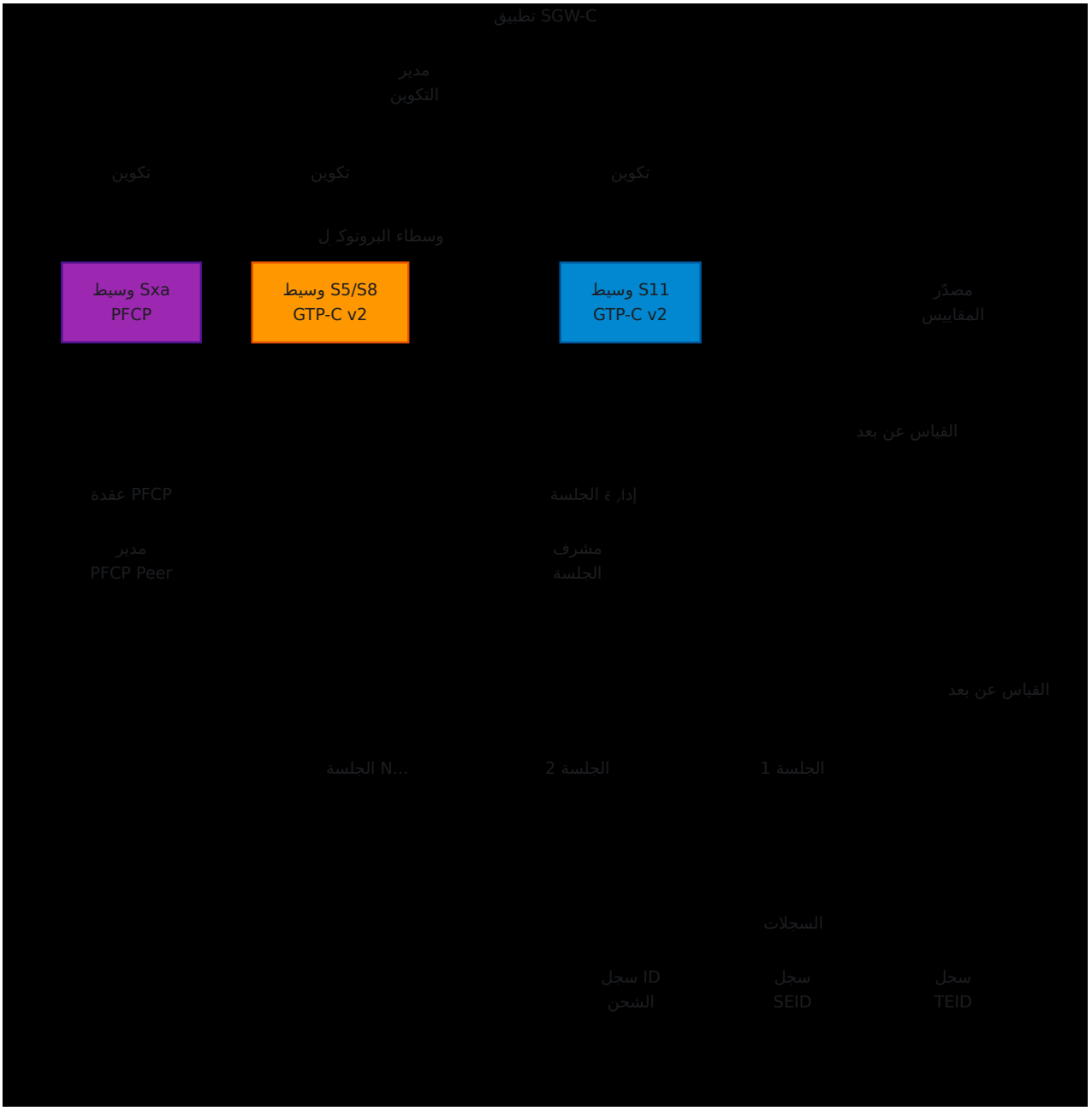


ما تفعله SGW-C

- عبر واجهة S11 (GTP-C) من MME **تقبل طلبات الجلسة**
- عبر واجهة S5/S8 (GTP-C) من PDN من أجل الاتصال بـ **PGW-C تنسيق مع**
- **إدارة دورة حياة الحامل** بما في ذلك الإنشاء والتعديل والحذف
- عبر واجهة Sxa (PFCP) SGW-U في **برمجة قواعد التوجيه**
- من خلال إدارة التحويلات بين eNodeBs **التعامل مع تنقل UE**
- **توفير توجيه بيانات التنزيل** للجلسات المعلقة
- **تتبع معلومات الشحن** لأنظمة الفوترة غير المتصلة

الهيكلية

نظرة عامة على المكونات



هيكلية العمليات

تم بناء SGW-C على Elixir/OTP ويستخدم هيكلية عمليات تحت الإشراف:

- **مشرف التطبيق** - مشرف على المستوى الأعلى يدير جميع المكونات

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

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

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

واجهات الشبكة

تقوم SGW-C 3 بتنفيذ ثلاث واجهات رئيسية من GPP:

واجهة S11 (GTP-C v2)

الغرض: إشارات مستوى التحكم بين SGW-C و MME

البروتوك��ل: 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
- إشعار/اعتراف بيانات التنزيل

S11 **التكوين:** راجع توثيق واجهة

واجهة Sxa (PFCP)

الغرض: إشارات 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

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

واجهة S5/S8 (GTP-C v2)

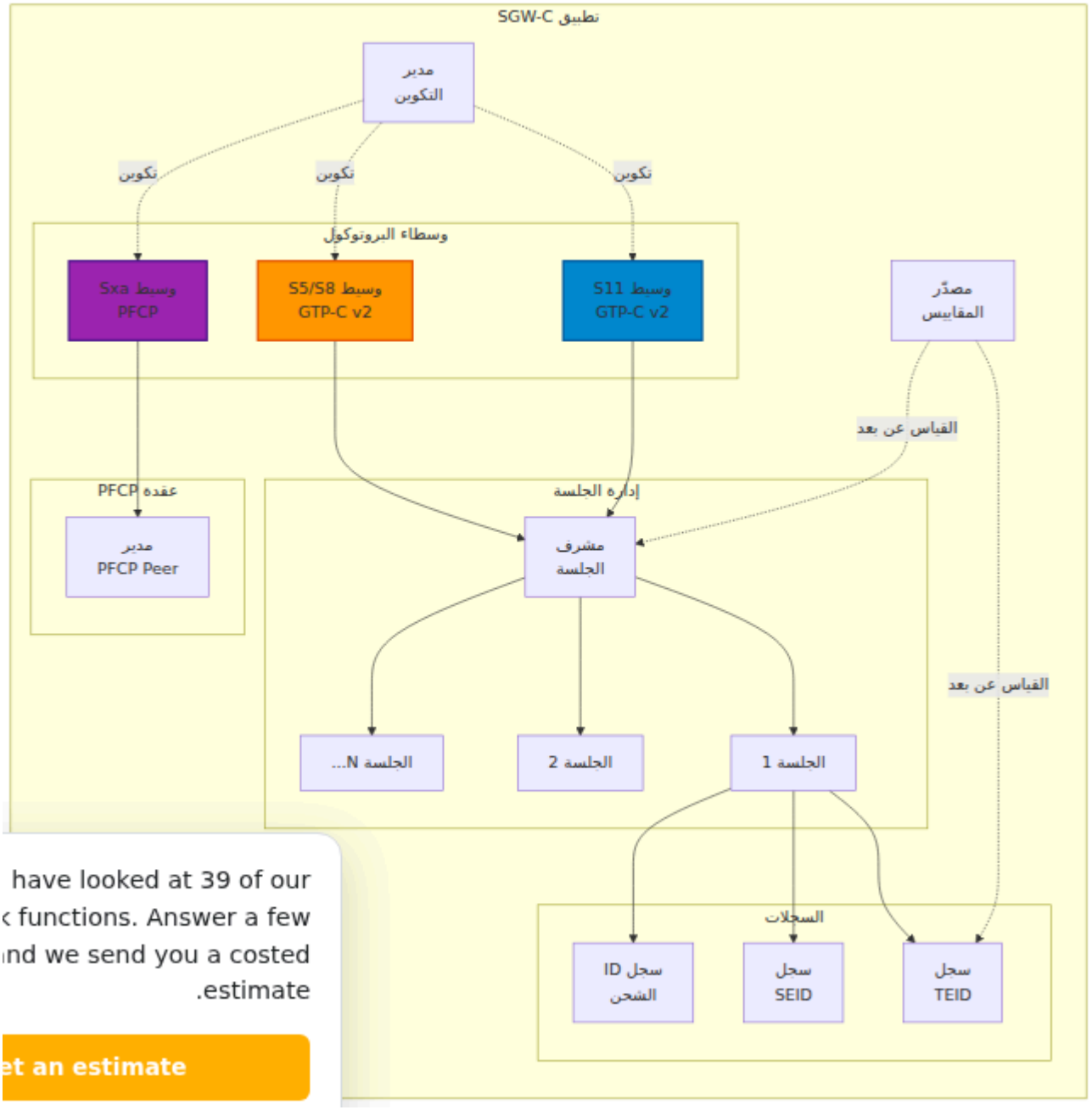
الغرض: إشارات مستوى التحكم بين SGW-C و PGW-C لـ من أجل الاتصال PDN

البروتوكول: GTP-C الإصدار 2 عبر UDP

الرسائل الرئيسي��:

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

S5/S8 **التكوين:** راجع توثيق واجهة



have looked at 39 of our
k functions. Answer a few
nd we send you a costed
.estimate
et an estimate

المفاهيم الأساسية

جلسة UE

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

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

- **MSISDN** - رقم الهاتف المحمول
- **TAI** (معرف منطقة التتبع) - منطقة الموقع الحالية
- **TEIDs** - معرفات نقاط نهاية النفق لـ **للجلسة** S5/S8 و S11
- **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** معرف فريد للفوترة عبر **الشحن** SGW و PGW
- **TEID** (معرف نقطة نهاية النفق) - معرف نفق واجهة S5/S8
- **SEID** (معرف نقطة ن��اية الجلسة) - معرف جلسة واجهة Sxa
- **الحامل الافتراضي** PDN - يتم إنشاؤه مع كل اتصال
- **الحوامل المخصصة** QoS محددة - حوامل إضافية لاحتياجات

سياق الحامل

يمثل الحامل تدفقًا مروريًا بخصائص QoS محددة:

- **الحامل الافتراضي** PDN لحركة المرور ذات الجهد الأفضل - يتم إنشاؤه مع كل اتصال
- **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

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

- **PDR** (قاعدة اكتشاف الحزمة) - تطابق الحزم (الرفع/التنزيل)
- **FAR** (قاعدة إجراء التوجيه) - تحدد سلوك التوجيه
- **QER** (قاعدة فرض QoS) - تفرض حدود معدلات البيانات

- **BAR** (قاعدة إجراء التخزين المؤقت) - تتحكم في تخزين الحزم أثناء ��لتحويلات

للحصول على التفاصيل Sxa راجع توثيق واجهة.

التنقل والتحويل

تدعم SGW-C تنقل UE عبر eNodeBs:

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

البدء

المتطلبات الأساسية

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

التحقق من التشغيل

تحقق من السجلات لبدء التشغيل الناجح:

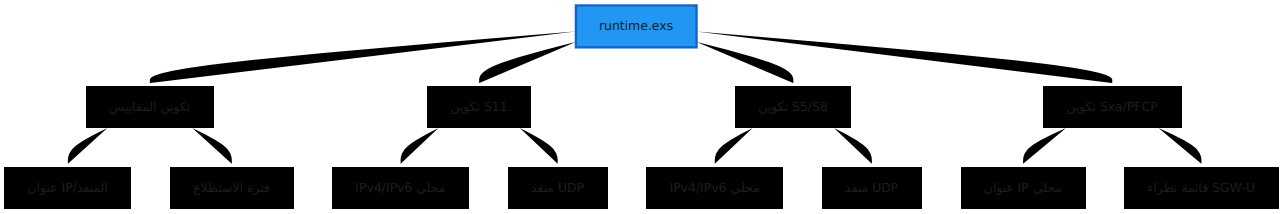
```
[info] بدء OmniSGW...
[info] بدء مصدّر المقاييس على 127.0.0.40:42068
[info] بدء وسيط S11 على 127.0.0.10
[info] بدء وسيط S5/S8 على 127.0.0.15
[info] بدء وسيط Sxa على 127.0.0.20
[info] بدء مدير عقدة PFCP
[info] تم بدء OmniSGW بنجاح
```

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

التكوين

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

نظرة عامة على التكوين



مرجع تكوين سريع

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

راجع دليل التكوين الكامل للحصول على معلومات تفصيلية.

واجهة الويب - لوحة عمليات الوقت الحقيقي

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

الوصول إلى واجهة الويب

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

الصفحات المتاحة:

الصفحة	URL	الغرض	معدل التحديث
جلسات UE	`/ue_sessions`	عرض جميع جلسات UE النشطة 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`	تدفق السجلات في الوقت الحقيقي	مباشر

الميزات الرئيسية

التحديثات في الوقت الحقيقي:

- جميع الصفحات تتجدد تلقائ��ا (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 الصفحة

تفاصيل قابلة للتوسيع:

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

لا حاجة للمصادقة (استخدام داخلي):

- وصول مباشر من شبكة الإدارة
- 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 الصح
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 المقاييس

استخدم واجهة الويب لـ:

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

استخدم مقاييس Prometheus لـ:

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

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

المراقبة والمقاييس

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

المقاييس المتاحة

- **مقاييس 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

- **مقاييس 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
- **مقاييس 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 ال��قاييس

تُعرض المقاييس عبر HTTP عند نقطة النهاية المكونة:

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

راجع دليل المراقبة والمقاييس لإعداد لوحة المعلومات والتنبيهات.

التوثيق التفصيلي

تقدم هذه القسم نظرة شاملة على جميع وثائق 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             مقاييس 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 الجلسة UE وعملياتها
session-management.md	إنشاء الحامل وتعديله وحذفه
cdr-format.md	تنسيق بيانات سجل الشحن غير المتصل
monitoring.md	مقاييس Prometheus، لوحات Grafana، التنبيهات

مسارات القراءة

لمشغلي الشبكة

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

لمهندسي الشبكة

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

6. session-management.md - عمليات الحامل

للتكوين والنشر

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

موارد إضافية

مواصفات 3GPP

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

تنسيق سجل بيانات الشحن (CDR)

الشحن غير المتصل لـ SGW-C

Omnitouch Network Services بواسطة OmniSGW

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

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

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

الميزات الرئيسية

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

حالات الاستخدام

حالة الاستخدام	الوصف
الشحن غير المتصل	إنشاء سجلات CDR للفوترة المدفوعة لاحقًا
التحليلات	تحليل أنماط استخدام المشتركين
سجل التدقيق	تتبع جميع أحداث جلسة الناقل
تخطيط السعة	مراقبة استخدام موارد الشبكة
استكشاف الأخطاء	تصحيح مشكلات الجلسة والناقل

تنسيق ملف CDR

قاعدة تسمية الم��ف

```
<epoch_timestamp>
```

مثال:

```
1726598022
```

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

حقول الرأس:

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

حقول CDR

ملخص الحقول

الموضع	اسم الحقل	النوع	الوصف
0	epoch	عدد صحيح	طابع زمني للحدث (Unix ثواني)
1	imsi	سلسلة	هوية المشترك الدولي للهاتف المحمول
2	event	سلسلة	نوع حدث CDR (مثل "default_bearer_start")
3	charging_id	عدد صحيح	معرف 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	منطقة زمنية للـ 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 للـ UE (بتنسيق IPv4|IPv6)

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

أحداث CDR

أنواع الأحداث

يتم إنشاء سجلات CDR لثلاثة أنواع من الأحداث:

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

أنواع الناقل:

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

أمثلة الأحداث

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

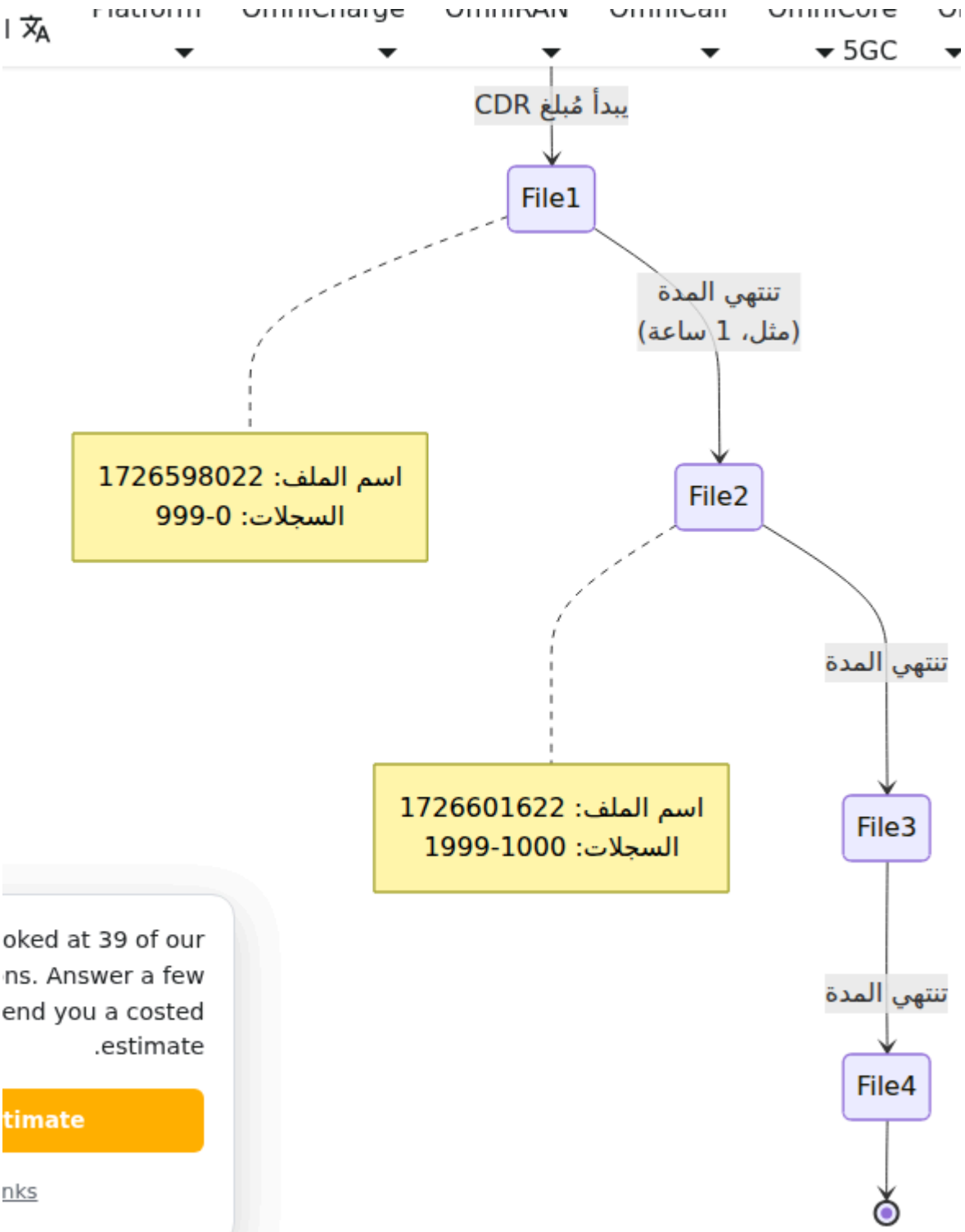
هيكل الملف

مثال على ملف CDR

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

دوران الملف

يتم دوران ملفات CDR تلقائيًا ��ناءً على المدة المحددة:



عملية الدوران:

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

التكوين

معلمات التكوين

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

أمثلة التكوين

الإنتاج:

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

التطوير:

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

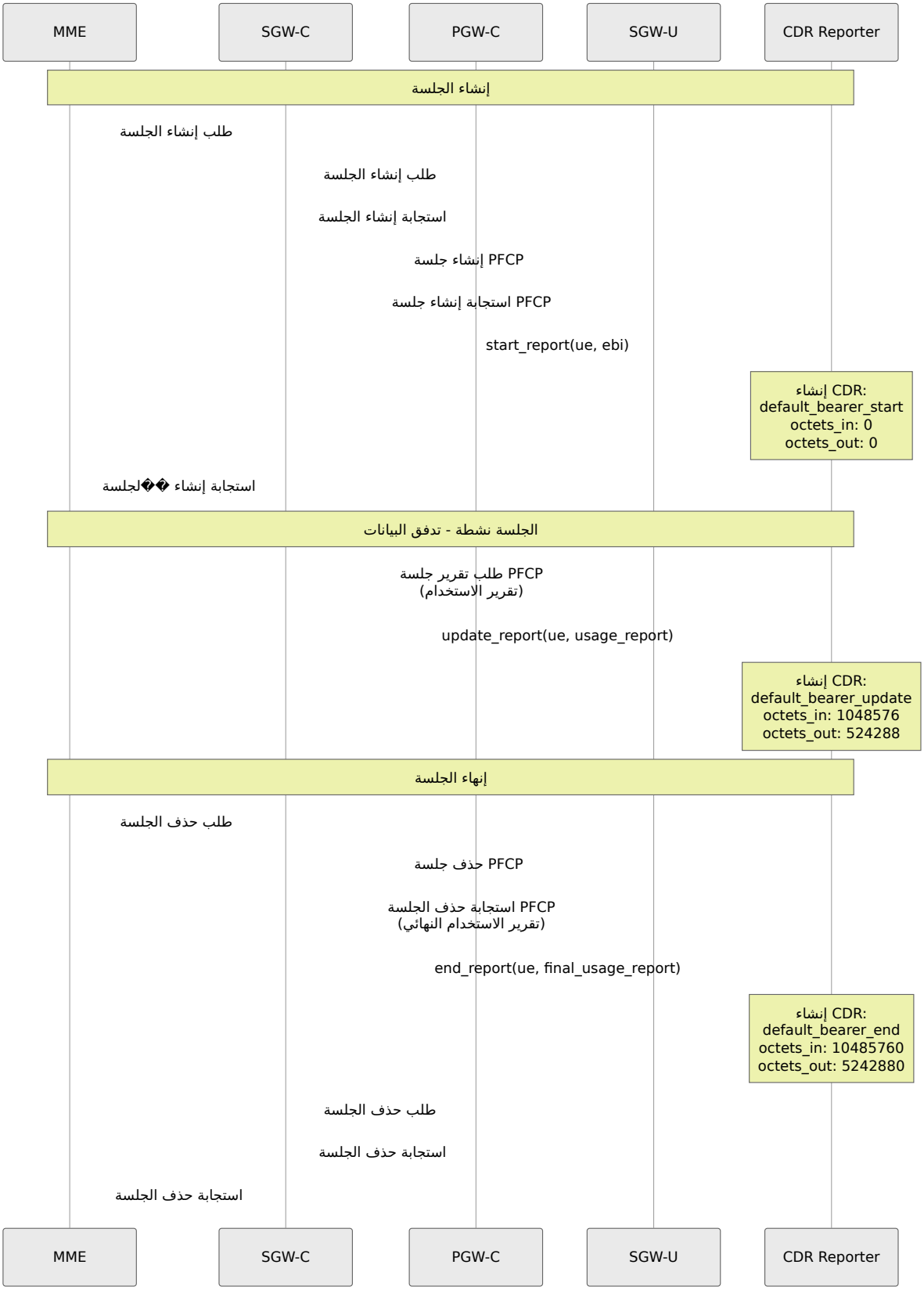
حجم عالي:

- **gateway_name:** "sgw-c-prod-heavy"
- **duration:** 1,800,000 (دوران كل 30 دقيقة) مللي ثانية
- **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:** تم إرسال استجابة إنشاء الجلسة
- **الغرض:** تسجيل إنشاء الناقل مع استخدام صفر
- **octets_in:** 0
- **octets_out:** 0

2. تحديث الناقل:

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

3. انتهاء الناقل:

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

تفاصيل الحقول

1. epoch (الطابع الزمني)

النوع: طابع زمني لزمن 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 الدولي للهاتف المحمول التي تحدد المشترك بشكل فريد

مثال:

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

المصدر: سياق UE، تم استلامه في 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 كان EBI (معرف الناقل EPS) يساوي LBI (معرف الناقل المرتبط): `default`
- إذا لم يساوي EBI LBI: `dedicated`

المصدر: سياق الناقل (مقارنة EBI مقابل LBI)

---

4. charging_id (معرف الشحن)

النوع: عدد صحيح غير موقّع 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 (رقم الهاتف الخاص بالمشترك) لمحطة الهاتف المحم❓❓ل

التنسيق: رمز الدولة + الرقم الوطني

مثال:

```
15551234567
 └┬┘└──┬──┘
  CC  الوطني
  (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 للـ UE)

النوع: سلسلة (حالياً محجوزة/فارغة)

الوصف: حقل محجوز لمعلومات المنطقة الزمنية للـ UE

الحالة الحالية: غير مملوء (حقل فارغ في CSV)

الاستخدام المستقبلي: قد يتضمن انحراف المنطقة الزمنية وعلم التوقيت الصيفي

مثال:

```
,  (حقل فارغ)
```

---

8. plmn (معرف الشبكة)

النوع: عدد صحيح (تنسيق قديم)

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

عملية التشفير:

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

مثال:

```
349552  → MCC: 505, MNC: 57
```

المصدر: معلومات موقع UE من MME

ملاحظة: هذا هو تنسيق تشفير قديم للتوافق مع الإصدارات السابقة

---

9. tac (رمز منطقة التتبع)

النوع: عدد صحيح غير موقّع 16 بت

الوصف: يحدد رمز منطقة التتبع المنطقة التي يقع 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 موقّع 28 بت

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

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

النطاق: 0 - 268,435,455

مثال:

```
5678
```

المصدر: MME من UE معلومات موقع

الاستخدام:

- يحدد برج الخلية والقطاع المحدد
- يستخدم في النقل وإدارة الحركة
- معلومات الموقع التفصيلية

---

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 بالعمود (IPv6)

مثال:

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

المصدر: التكوين المحلي، المعين لواجهة S5/S8

---

12. ue_ip (عنوان IP للـ UE)

النوع: سلسلة (IPv4|IPv6 بتنسيق)

الوصف: عنوان IP المعين للـ UE من أجل اتصال PDN

التنسيق: `<ipv4>|<ipv6>`

أمثلة:

```
172.16.1.100|                    (IPv4 فقط)
|2001:db8::1                     (IPv6 فقط)
172.16.1.100|2001:db8::1        (دعم مزدوج)
```

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

ملاحظات:

- IPv4 فارغ: لم يتم تخصيص عنوان IPv4
- IPv6 فارغ: لم يتم تخصيص عنوان IPv6
- مزدوج PDN كلاهما موجود: اتصال

---

13. pgw_ip (عنوان IP لطبقة التحكم PGW)

النوع: سلسلة (عنوان IPv4 أو IPv6)

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

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

مثال:

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

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

---

14. apn (اسم نقطة الوصول)

النوع: سلسلة (حتى 100 حرف)

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

التنسيق: تنسيق مشابه لـ DNS

أمثلة:

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

المصدر: تم استلامه في طلب إنشاء الجلسة من MME

الاستخدام:

- يحدد الشبكة الخارجية التي يجب الاتصال بها
- يقود سياسات وقواعد الشحن
- قد يحدد مجموعة عناوين IP

---

15. qci (معرف فئة جودة الخدمة)

النوع: عدد صحيح غير موقّع 8 بت

الوصف: يحدد معرف فئة جودة الخدمة جودة الخدمة للناقل

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

قيم QCI الموحدة:

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

مثال:

```
الـنـا قل الافـتـراضي (أفضل جهد) → 9
```

معلمات QoS للناقل من PGW-C **المصدر:**

---

16. octets_in (حجم البيانات الهابطة)

النوع: عدد صحيح غير موقّع 64 بت

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

الوحدات: بايت

مثال:

```
1048576  → 1 ميغا بايت هابط
```

المصدر: قياس الحجم PFCP من SGW-U

ملاحظات:

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

---

17. octets_out (حجم البيانات الصاعدة)

النوع: عدد صحيح غير موقّع 64 بت

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

الوحدات: بايت

مثال:

```
524288  → 512 كيلوبايت صاعد
```

المصدر: قياس الحجم PFCP من SGW-U

ملاحظات:

- تراكمي لأحداث `update`

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

أمثلة

المثال 1: جلسة أساسية مع تحديث واحد

الجدول الزمني:

1. تم إنشاء ��لناقل
2. بعد 5 دقائق: تحديث الاستخدام (10 ميغابايت هابط، 5 ميغابايت صاعد)
3. تم إنهاء الجلسة

إخراج CDR:

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

المثال 2: جلسة دعم مزدوج مع تحديثات متعددة

الجدول الزمني:

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

إخراج CDR:

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

المثال 3: جلسة مع ناقل مخصص

الجدول الزمني:

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

إخراج CDR:

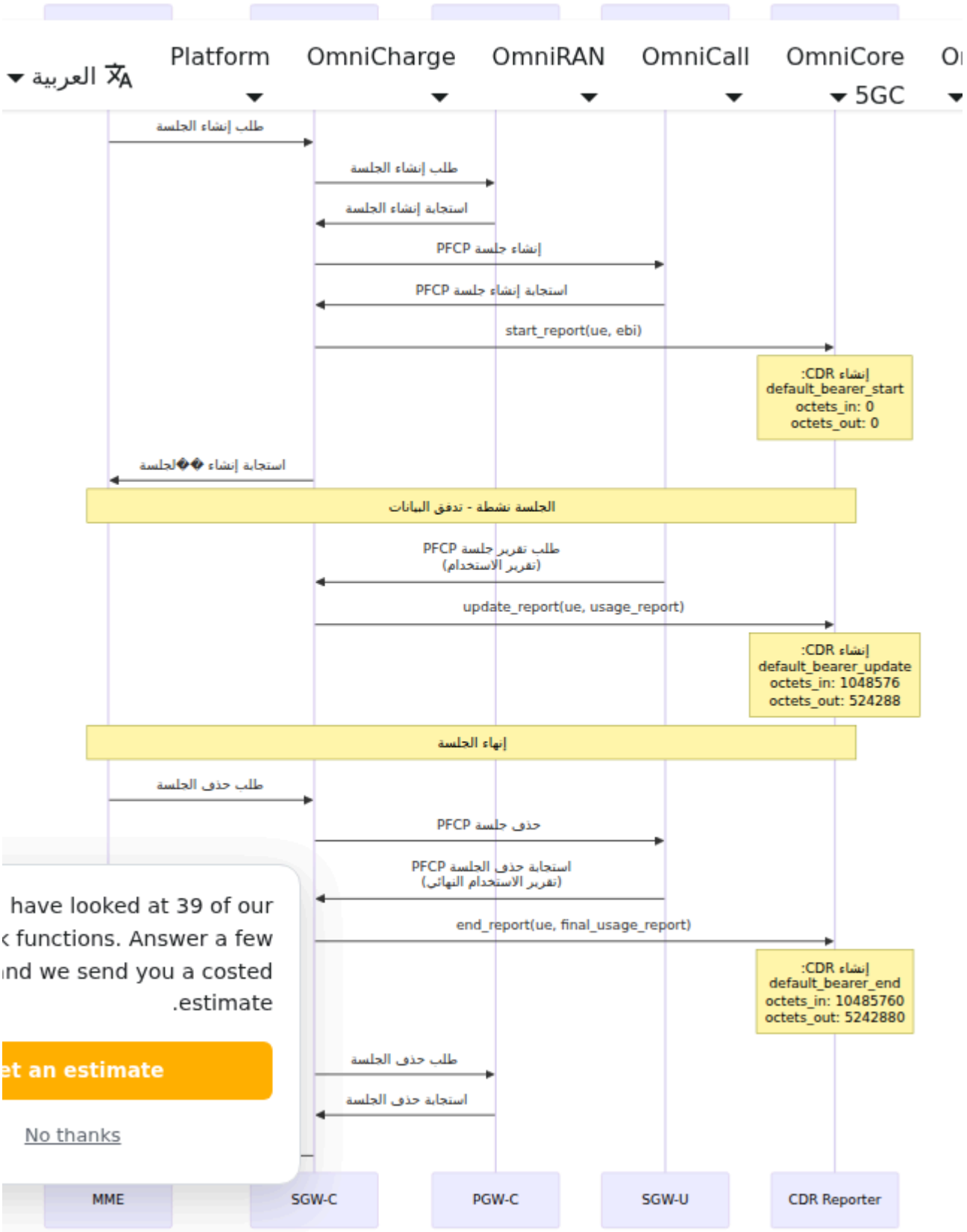
```
1726570800,310260333333333,default_bearer_start,10003,15553333333,333
1726571100,310260333333333,dedicated_bearer_start,10004,15553333333,3
1726571400,310260333333333,default_bearer_update,10003,15553333333,33
1726571400,310260333333333,dedicated_bearer_update,10004,15553333333,
1726571700,310260333333333,dedicated_bearer_end,10004,15553333333,333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

التحليل:

- الناقل الافتراضي (10003) يحمل حركة المرور الخلفية (10 ميغابايت هابط، 4 ميغابايت صاعد)
- الناقل المخصص (10004) يحمل حركة مرور الفيديو (200 ميغابايت هابط، 2 ميغابايت صاعد)
- تعكس قيم QCI معاملة QoS المختلفة (9 مقابل 6)

التكامل

خط أنابيب معالجة CDR



have looked at 39 of our
k functions. Answer a few
nd we send you a costed
.estimate
et an estimate
No thanks

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 معالجة
tail -F /var/log/sgw_c/cdrs/* | process_cdr_stream
```

الوثائق ذات الصلة

- إدارة الجلسات - دورة حياة الجلسة
- واجهة Sxa - تقارير الاستخدام من SGW-U
- دليل المراقبة - المقاييس والتنبيهات

---

3 مراجعGPP

- TS 32.251 - شحن نطاق PS
- TS 29.274 - نظام الحزمة المتطورة (EPS)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 Omnitouch Network Services

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

دليل تكوين SGW-C

مرجع كامل لـ runtime.exs

Omnitouch بواسطة خدمات شبكة OmniSGW

جدول المحتويات

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

نظرة عامة

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

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

تأخذ مفعولها عند إعادة `runtime.exs` **التكوين غير مُجمع في الثنائي** - التغييرات في التشغيل دون إعادة التجميع.

عرض تكوين وقت التشغيل الحالي عبر صفحة تكوين واجهة الويب:

هيكل التكوين

الهيكل الأساسي

```
# config/runtime.exs
import Config

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

تكوين المقاييس

التكوين الأساسي

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

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

تكوين الإنتاج

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

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

الوصول إلى المقاييس

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

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

وتكوين التنبيهات، انظر Prometheus، للحصول على مرجع مفصل للمقاييس، ولوحات معلومات دليل المراقبة والمقاييس.

تكوين واجهة S11

التكوين الأساسي

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

    # عنوان اختياري: 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

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

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

تكوين توقيت الرسالة

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

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

تكوين واجهة S5/S8

التكوين الأساسي

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

    # عنوان IPv6 المحلي اختياري:
    local_ipv6_address: nil,

    # اختياري: تجاوز المنفذ الافتراضي
    local_port: 2123,

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

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

تكوين نظير PGW

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

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

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

تكوين واجهة Sxa

التكوين الأساسي

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

    # اختياري: تجاوز المنفذ الافتراضي
    local_port: 8805,

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

    # فترة نبض القلب (بالثواني)
    heartbeat_interval_s: 20,

    # مهلة الجلسة (بالملي ثانية)
    session_timeout_ms: 5000,

    # إعادة المحاولات
    max_retries: 3
  }
```

تكوين 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,  # ساعة واحدة

    # دليل الإخراج 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 لـ CDRs
    directory: System.get_env("CDR_DIR") || "/var/log/sgw_c/cdrs"
  }
```

تكوين حجم عالي

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

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

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

أمثلة النشر

بوابة واحدة (أدنى)

```
import Config

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

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

إعداد عالي التوفر (زائد)

```
import Config

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

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

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

حجم عالي من الدرجة الناقلة

```
import Config

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

# تحليل أقران PGW من البيئة (تنسيق JSON)
pgw_peers_env = System.get_env("PGW_PEERS", "[]")
{:ok, pgw_peers} = Jason.decode(pgw_peers_env, keys: :atoms)

# تحليل أقران SGW-U من البيئة
sgwu_peers_env = System.get_env("SGWU_PEERS", "[]")
{:ok, sgwu_peers} = Jason.decode(sgwu_peers_env, keys: :atoms)

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 ربط المقاييس	`10.0.0.40`

المتغيرات الاختيارية

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

مثال على النشر

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

mix run --no-halt
```

التحقق

تحقق من التكوين عند بدء التشغيل

راقب سجلات بدء التشغيل:

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

# المخرجات المتوقعة:
# [info] بدء SGW-C...
# [info] بدء مصدر المقاييس 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 المقاييس متاحة
curl http://10.0.0.40:42068/metrics | head -20

# تحقق من استماع منفذ S11
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 مستخدم بالفعل"

المشكلة: فشل ربط المنفذ عند بدء التشغيل

الحل:

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

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

"تم رفض الاتصال" إلى PGW

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

الحل:

```
# تحقق من عنوان PGW
ping 10.0.0.20

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

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

"لا يمكن الوصول إلى SGW-U"

المشكلة: فشل ارتباط Sxa

الحل:

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

# تحقق من منفذ PFCP
netstat -an | grep 8805

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

دليل المراقبة والقياسات

قياسات Prometheus، لوحات Grafana، والتنبيهات

Omnitouch Network Services من OmniSGW

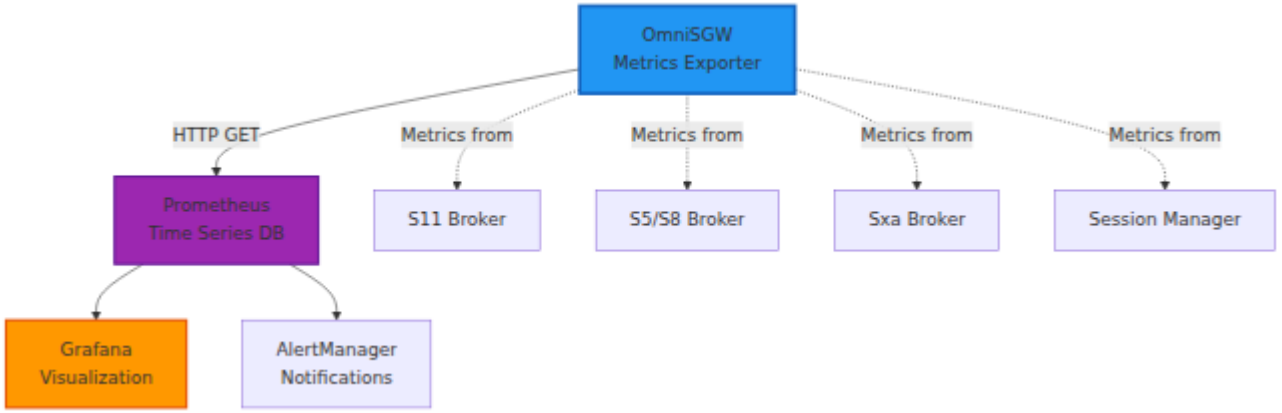
جدول المحتويات

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

نظرة عامة

يقدم OmniSGW قياسات متوافقة مع Prometheus 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)، راجع دليل التكوين.

تنسيق القياسات

القياسات بتنسيق نص Prometheus:

```
# HELP teid_registry_count إجمالي عدد TEIDs المخصصة
# TYPE teid_registry_count gauge
teid_registry_count 1234

# HELP s11_inbound_messages_total إجمالي عدد رسائل S11 الوارد
# 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: _count, _sum, _bucket
└── المثال: s11_inbound_duration_seconds_bucket{le="0.1"} 5000

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

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

ارتباط PFCP:

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

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

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

تكوين Prometheus

التثبيت

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

ملف التكوين

prometheus.yml:

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

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

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

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

بدء Prometheus

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

الوصول إلى Prometheus

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

لوحات Grafana

التثبيت

```
# Docker (الأكثر سهولة)
docker run -d \
  --name=grafana \
  -p 3000:3000 \
  -e GF_SECURITY_ADMIN_PASSWORD=admin \
  grafana/grafana
```

إضافة مصدر البيانات

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

لوحة المعلومات: نظرة عامة على الجلسة

الألواح:

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

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

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

لوحة المعلومات: صحة الواجهة

الألواح:

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

الألو��ح:

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

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

أمثلة استعلام 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 ارتباط PFCP:

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

قواعد التنبيه

ملف قواعد التنبيه

sgw-c-alerts.yml:

```yaml
groups:
  - name: sgw-c-alerts
    interval: 30s
    rules:
      # تنبيهات سعة الجلسة
      - alert: SGWCapacityHigh
        expr: (teid_registry_count / 100000) > 0.8
        for: 5m
        annotations:
          summary: "سعة 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 ارتباط 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 الجلسة مرتفع"
          description: "{{ $value }} فشل/ثانية"
```

تكوين AlertManager

alertmanager.yml:

```yaml
global:
  resolve_timeout: 5m

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

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

أمثلة إشعارات التنبيه

تكامل Slack:

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

تكامل البريد الإلكتروني:

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

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

الإجراء الفوري المطلوب: 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. تحقق من عدم حظر IP/المنفذ الخاص بالقياسات بواسطة جدار الحماية
3. تحقق من تكوين عنوان ��لربط
4. تأكد من وجود ذاكرة كافية لجمع القياسات

القياسات المفقودة لواجهة معينة

المشكلة: تظهر قياسات S11 لكن 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 بمرور الوقت
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 القياسات

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

تصميم لوحة المعلومات

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

استراتيجية التنبيه

- **الهيكلية:** حرجة → تحذير → معلومات
- **التصعيد:** الاتصال بالشخص المعني للتنبيهات الحرجة
- **ضبط العتبات:** خط الأساس ثم +20% للتحذير
- **الاختبار المنتظم:** اختبار مسارات التنبيه شهريًا

قياسات - **دليل المراقبة** *OmniSGW والرؤية*

تم تطويره بواسطة Omnitouch Network Services

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

وثائق واجهة S11

الاتصال GTP-C مع MME

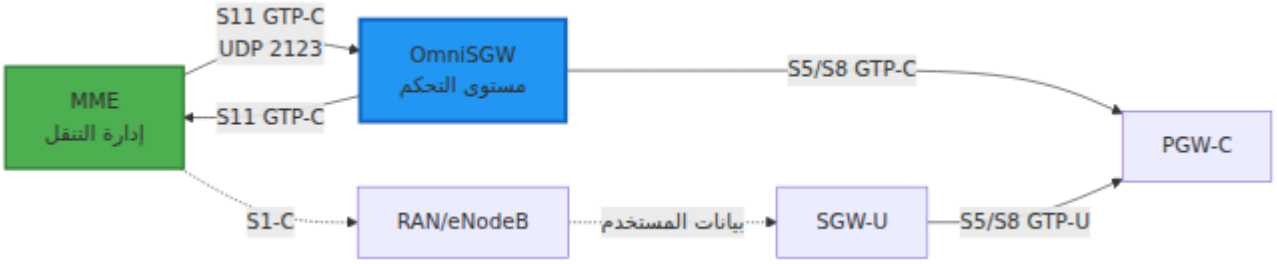
Omnitouch بواسطة خدمات الشبكة OmniSGW

جدول المحتويات

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

نظرة عامة

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



الميزات الرئيسية

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

تفاصيل البروتوكول

الإصدار GTP-C 2

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

TEID (معرف نقطة نهاية النفق)

كل جلسة لها TEIDs فريدة لتوجيه الرسائل:

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

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

تنسيق الرسالة

تتبع جميع رسائل S11 تنسيق GTP-C v2:

```
رأس GTP-C (بايت 12-16)
├── 0 :(بت 3) الإصدارx2 (GTP-C v2)
├── علم الحمل (1 بت)
├── علم TEID (1 بت): 1 (TEID موجود)
├── نوع الرسالة (8 بت): يحدد نوع الرسالة
├── طول الرسالة (16 بت): طول محتويات الرسالة
├── TEID (32 بت): معرف نقطة نهاية النفق
├── رقم التسلسل (24 بت): لمطابقة الطلب/الاستجابة
└── 0 احتياطي (8 بت): دائمًا

محتويات الرسالة (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",

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

    # اختياري: تجاوز المنفذ الافتراضي
    local_port: 2123,

    # مهلات الرسالة
    message_timeout_ms: 5000,

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

متطلبات الشبكة

قواعد 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 للحصول على رسالة "تم الاتصال بوسيط S11"

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

أنواع الرسائل

نظرة عامة على رسائل S11



رسائل إنشاء الجلسة

طلب إنشاء الجلسة (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	تقنية الوصول اللاسلكي (EUTRAN)
سياق الحامل	مجمعة	تكوين الحامل الافتراضي
المنطقة الزمنية لـ UE	تاريخ ووقت	المنطقة الزمنية الحالية لـ UE
ULI	مجمعة	معلومات موقع المستخدم (TAI، ECGI)
الشبكة المقدمة	PLMN	MCC/MNC
APN	سلسلة	اسم نقطة الوصول

الاستجابة: استجابة إنشاء الجلسة

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

رسائل تعديل الجلسة

طلب تعديل الحامل (S11)

الاتجاه: MME → OmniSGW (طلب تم البدء به من MME)

الغرض: تعديل معلمات الحامل أثناء الجلسة النشطة

عناصر المعلومات الرئيسية:

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

الاستجابة: استجابة تعديل الحامل

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

رسائل إدارة الحامل

طلب/استجابة إنشاء الحامل

الاتجاه: يمكن أن يتم البدء من SGW أو MME

الغرض: تفعيل حامل مخصص لخدمات تتطلب جودة الخدمة

سيناريوهات التحفيز:

- تفعيل خدمة الصوت

- طلب بث الفيديو
- تفعيل اللعبة عبر الإنترنت

طلب/استجابة حذف الحامل

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

الغرض: إلغاء تفعيل الحامل المخصص عند عدم الحاجة إليه بعد الآن

رسائل التنقل

طلب/استجابة تحرير الحوامل الوصول

الاتجاه: MME → OmniSGW

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

الآثار:

- تبقى الحوامل في السياق ولكنها معلقة
- يتم إيقاف توجيه بيانات المستخدم
- يتم بدء تخزين البيانات في SGW-U
- يمكن لـ UE طلب استئناف الخدمة

طلب/استجابة تعديل الحوامل الوصول

الاتجاه: MME → OmniSGW أو OmniSGW → MME

الغرض: تحديث وصول الحامل 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 الرئيسية:

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

الاستجابة: اعتراف ببيانات التنزيل

إنشاء الجلسة

تدفق الاتصال الأولي لـ UE

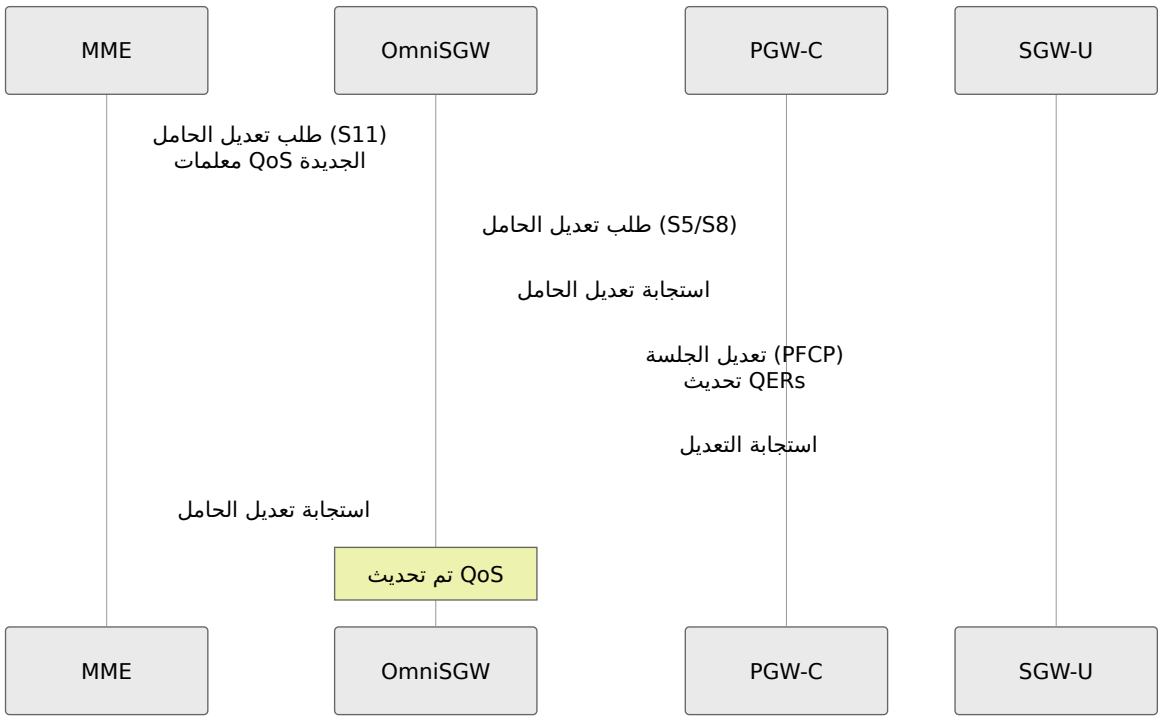


انتقالات الحالة:

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

تعديل الجلسة

تعديل جودة الخدمة للحامل



تحديث منطقة التتبع (TAU)

TAU بدون تغيير SGW:

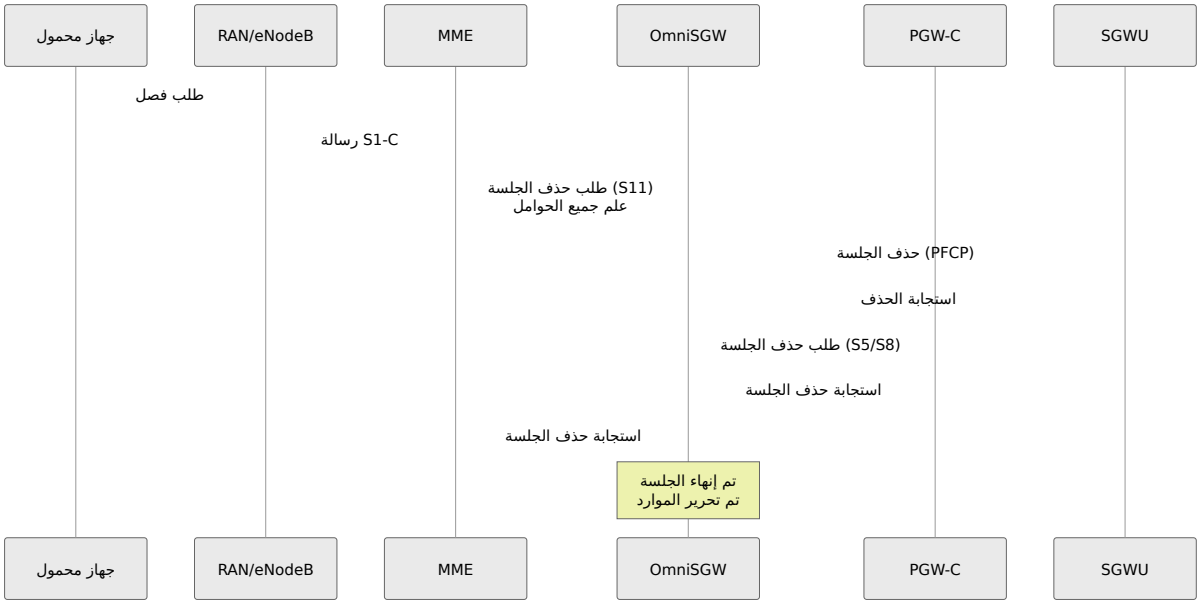
- MME يحدث موقع UE
- يتم إرسال ULI/TAI إلى SGW عبر طلب تعديل الحامل
- SGW يحدث سياق UE المحلي
- لا حاجة لنقل الجلسة

TAU مع تغيير SGW:

- MME القديم يتلقى تحرير الحوامل الوصول من SGW
- SGW الجديد يتلقى طلب إنشاء الجلسة
- SGW توجيه البيانات من القديم إلى الجديد
- SGW بعد اكتمال التوجيه، يقوم القديم بإصدار الجلسة

إنهاء الجلسة

إنهاء الجلسة العادية



انتقالات الحالة:

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

عمليات الشبكة

مراقبة تدفق الرسائل

راقب نشاط رسائل S11 في الوقت الحقيقي:

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

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

فحص الجلسة

عرض الجلسات النشطة وحالتها S11:

```
واجهة الويب UE ← صفحة جلسات

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

مراقبة النقل

تتبع نشاط النقل:

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

# راقب تأخيرات النقل
# تحقق من السجلات للحصول على رسائل "TAU مع تغيير SGW"
```

استكشاف الأخطاء وإصلاحها

فشل إنشاء الجلسة

المشكلة: تم رفض طلب إنشاء الجلسة

التشخيص:

1. تحقق من واجهة الويب ← جلسات لسبب الرفض UE
2. تحقق من المقاييس: `s11_inbound_errors_total`
3. تحقق من السجلات للحصول على رمز 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 الحامل في الطلب
49	PGW غير متاح	تحقق من الاتصال بـ PGW-C S5/S8
65	APN غير مدعوم	تحقق من تكوين APN

مشاكل توجيه الرسائل

المشكلة: "تم توجيه الرسالة إلى TEID غير معروف"

التشخيص:

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

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

الأسباب الشائعة:

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

مشاكل النقل

المشكلة: فشل النقل أو فقدان البيانات

التشخيص:

1. راقب طلب/استجابة تعديل الحامل في المقاييس
2. تحقق من السجلات للحصول على رسائل "النقل" أو "TAU"
3. افحص حالة جلسة PFCP أثناء النقل

الحلول:

- تحقق من أن SGW-U نشط أثناء نافذة النقل
- تحقق من قواعد توجيه البيانات المثبتة
- راقب توقيت تحرير الحوامل الوصول

مشاكل الأداء

المشكلة: ارتفاع زمن استجابة رسائل S11

المقاييس التي يجب التحقق منها:

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

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

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

خطوات التحسين:

1. تقليل عمليات تعديل الحامل غير الضرورية
2. مراقبة وتحسين زمن إنشاء جلسة PFCP
3. التوسع أفقيًا مع عدة مثيلات SGW-C
4. تحقق من استخدام وحدة المعالجة المركزية والذاكرة أثناء الحمل الأقصى

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

أفضل الممارسات

التكوين

- بواجهة شبكة الإدارة لأغراض الأمان S11 **ربط المنفذ:** ربط
- **المهلات:** تعيين مهلات الرسالة المناسبة بناءً على زمن انتقال الشبكة
- **إعادة المحاولة:** تحقيق التوازن بين الموثوقية وحمل الشبكة

العمليات

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

الأمان

- على شريحة شبكة معزولة S11 **عزل الشبكة:** يجب أن تكون
- MME المصرح بها لـ IP إلى عناوين S11 **التحكم في الوصول:** تقييد منفذ
- **المراقبة:** تنبيه على الاتصالات غير المتوقعة للأقران

ملخص مرجع الرسائل

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

واجهة S11 - *إشارات مستوى التحكم من MME ��لى SGW-C*

وثائق واجهة S5/S8

الاتصال GTP-C مع PGW-C

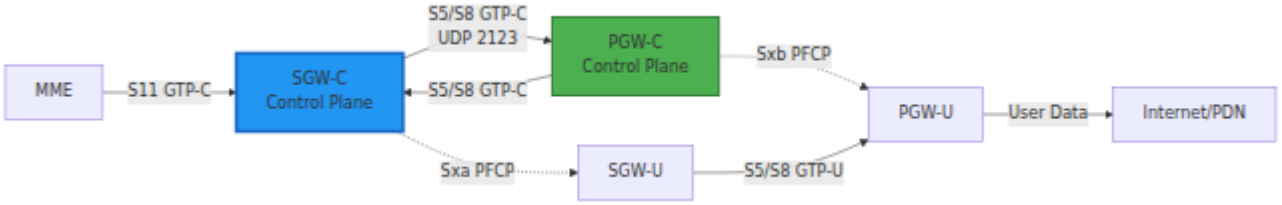
بواسطة خدمات شبكة أومنيتوتش OmniSGW

جدول المحتويات

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

نظرة عامة

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



الميزات الرئيسية

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

تفاصيل البروتوكول

الإصدار GTP-C 2

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

TEID (معرف نقطة نهاية النفق)

تحتوي كل جلسة PDN على TEIDs فريدة في كلا الاتجاهين:

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

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

معرف الشحن

معرف الشحن أمر حاسم لتنسيق الفوترة:

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

التكوين

التكوين الأساسي

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

    # عنوان IPv6 المحلي اختياري:
    local_ipv6_address: nil,

    # اختياري: تجاوز المنفذ الافتراضي
    local_port: 2123,

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

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

متطلبات الشبكة

قواعد جدار الحماية:

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

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

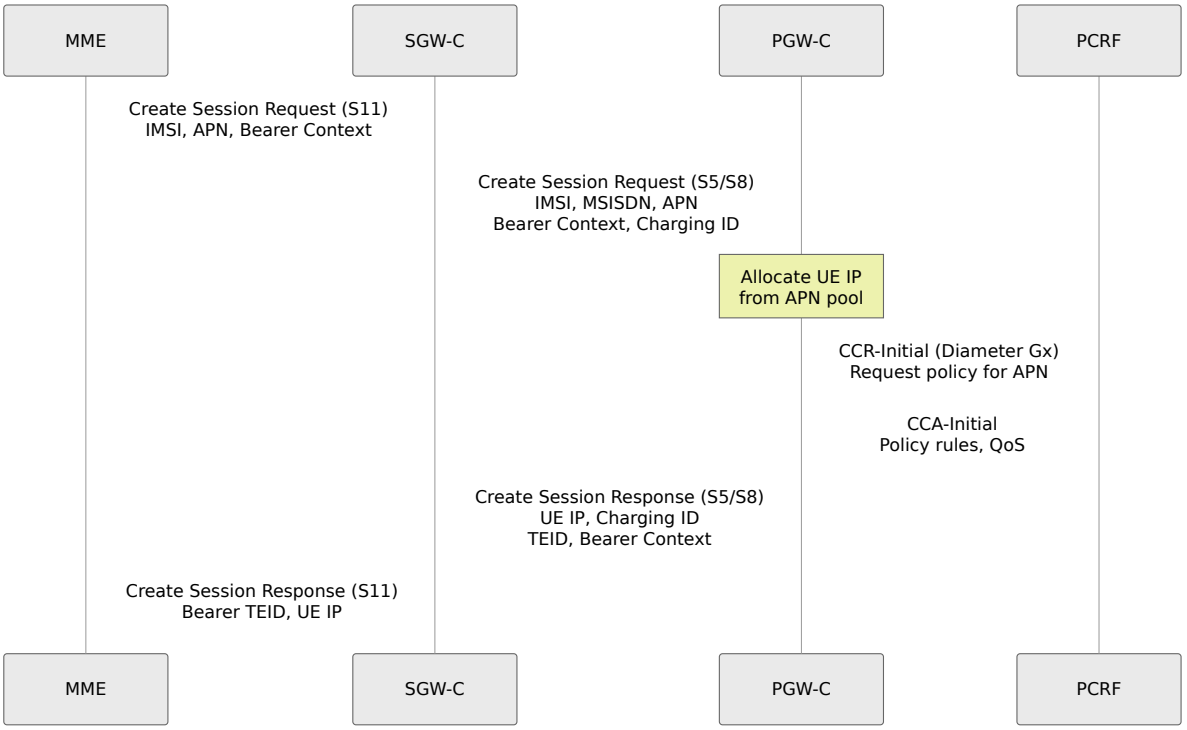
التوجيه:

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

إنشاء الجلسة

طلب اتصال PDN الأولي

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



طلب إنشاء الجلسة (SGW-C → PGW-C)

عناصر المعلومات الرئيسية:

اسم IE	المصدر	الوصف
IMSI	MME	هوية المشترك المحمول
MSISDN	MME	رقم الهاتف المحمول
MEI	MME	هوية المعدات المحمولة
سياق الحامل	MME	تكوين الحامل (QCI، ARP)
APN	MME	اسم نقطة الوصول (الإنترنت، ims، mms)
الشبكة الخدمية	MME	رمز PLMN (MCC/MNC)
نوع RAT	MME	تقنية الوصول اللاسلكي (EUTRAN)
ULI	MME	معلومات موقع المستخدم (TAI، ECGI)
معرف الشحن	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
سياق الحامل	PGW	TEID ا��حامل المخصص مع
تخصيص عنوان PDN	PGW	عنوان IP المخصص للـ UE
قيود APN	PGW	السياسات لهذا APN
معرف الشحن	PGW	معرف الشحن الذي تم إنشاؤه بواسطة PGW
TEID	PGW	مخصص لنفق S5/S8

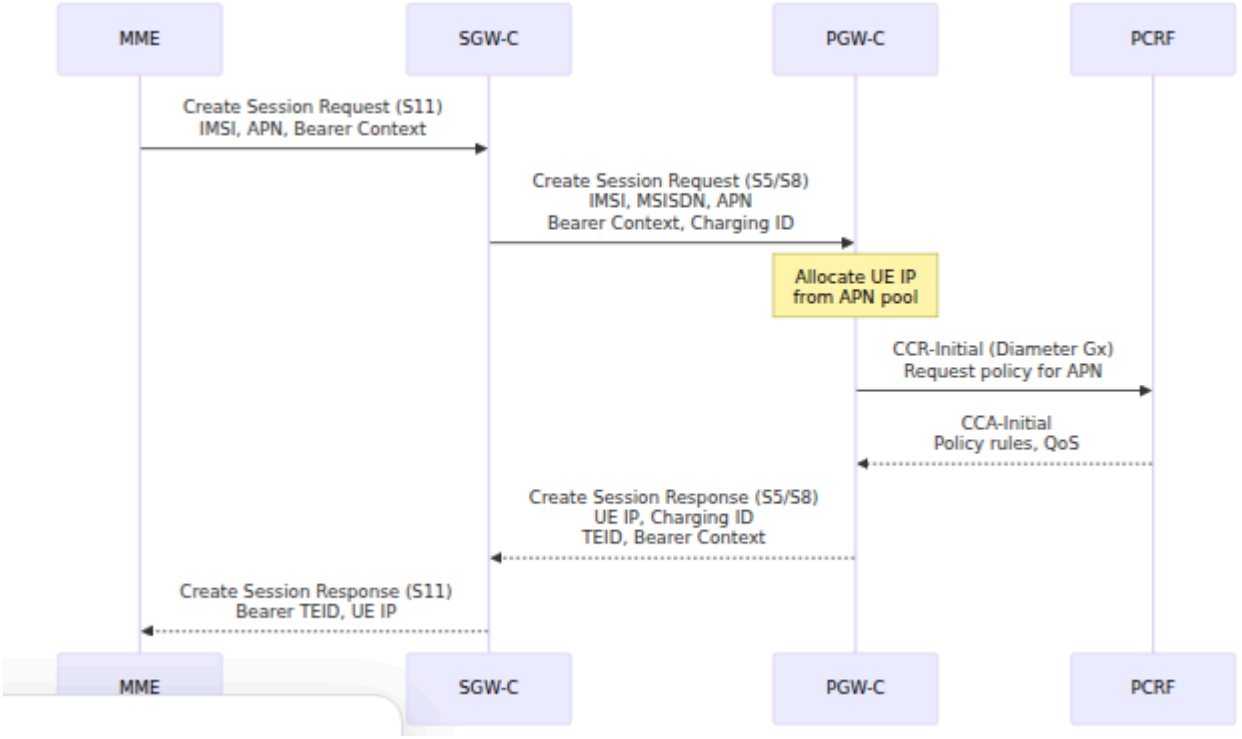
رموز الاستجابة

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

تعديل الجلسة

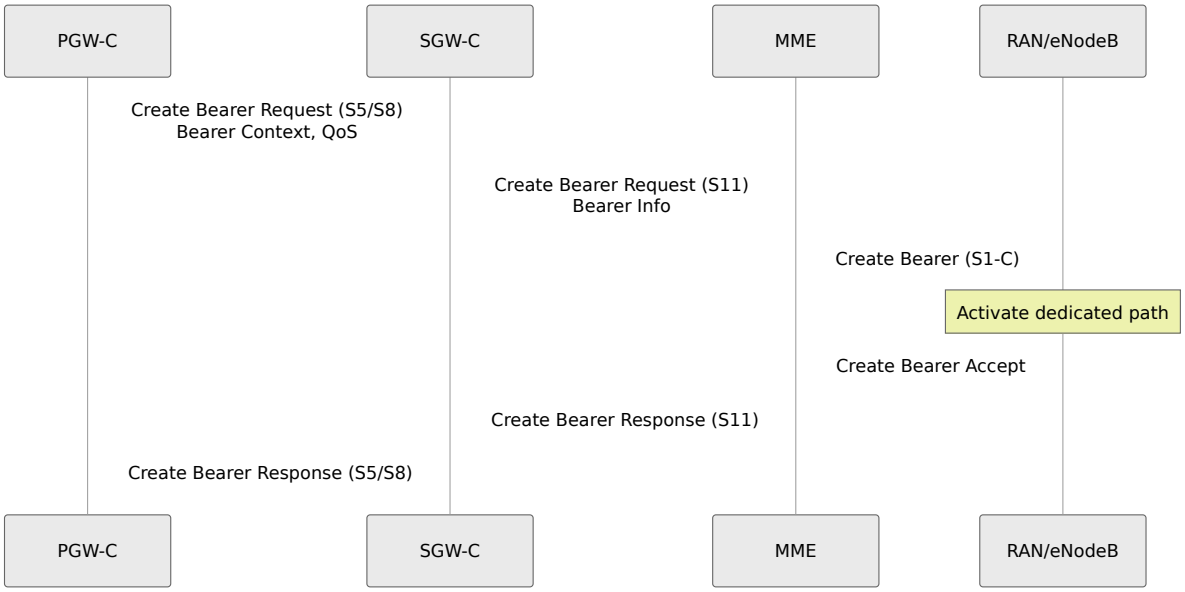
تعديل جودة الخدمة للحامل

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



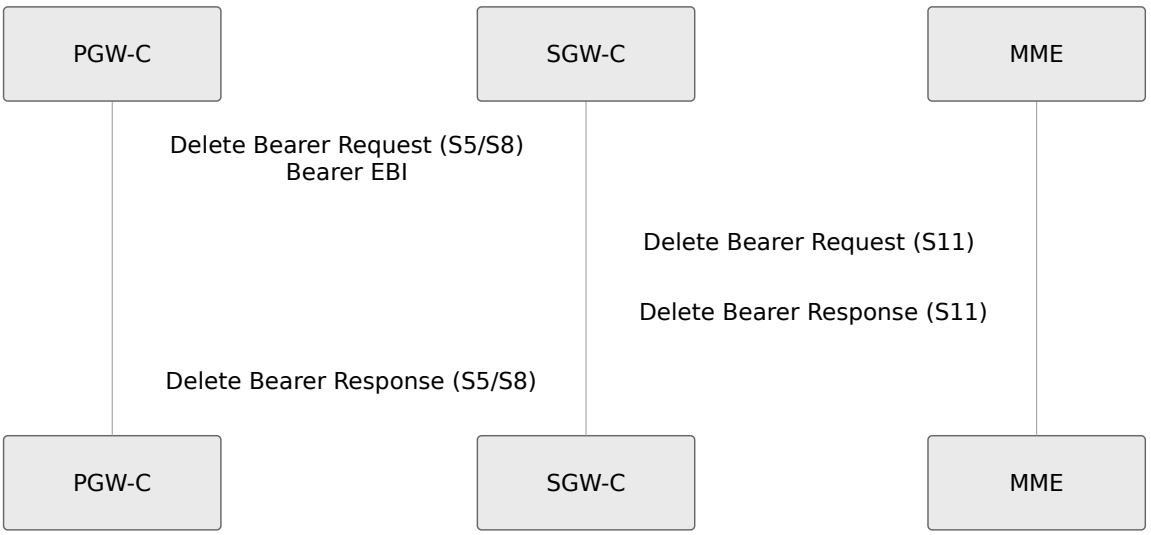
إنشاء الحامل (حامل مخصص)

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



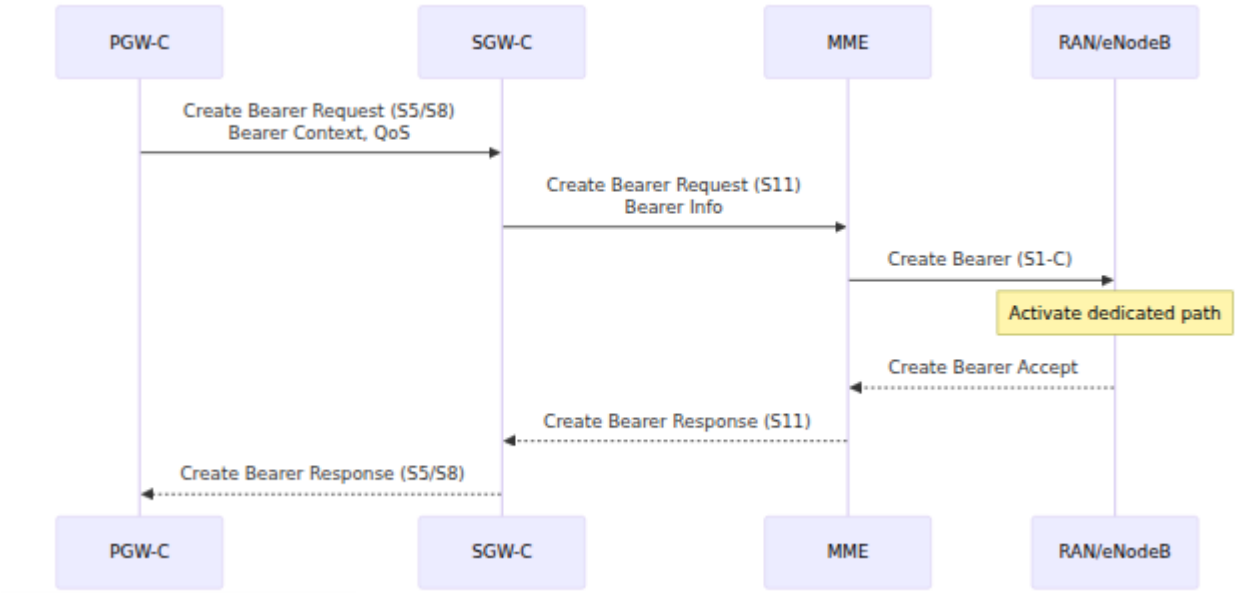
حذف الحامل (حامل مخصص)

عندما لم يعد الحامل المخصص مطلوبًا:



إنهاء الجلسة

قطع الاتصال PDN العادي

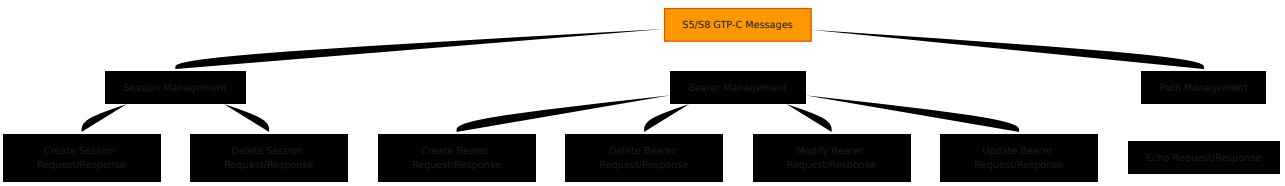


انتقالات الحالة:

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

أنواع الرسائل

ملخص رسائل S5/S8



تفاصيل الرسالة

طلب/استجابة إنشاء الجلسة

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

طلب/استجابة حذف الجلسة

- **المحفزات:** الفصل، قطع الاتصال PDN
- **التردد:** ~1 لكل إنهاء اتصال PDN
- **الاتجاه:** ثنائي الاتجاه

طلب/استجابة تعديل الحامل

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

طلب/استجابة إنشاء/حذف الحامل

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

طلب/استجابة الصدى

- **المحفزات:** مراقبة المسار/الند للند
- **التردد:** دوري (موصى به 1/دقيقة كحد أدنى)
- **الاتجاه:** ثنائي الاتجاه

عمليات الشبكة

مراقبة الأقران

مراقبة اتصال PGW-C:

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

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

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

التحقق من جلسة PDN

فحص اتصالات PDN النشطة:

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

فحص تدفق الرسائل

تتبع نشاط رسائل S5/S8:

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

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

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

PGW استر��تيجية اختيار

إذا تم تكوين عدة أقران PGW-C:

```
منطق الاختيار:
├── موزع الحمل: جولة عبر الأقران
├── ثابت: نفس APN يستخدم دائمًا نفس PGW
├── نشط-احتياطي: الانتقال عند عدم توفر الند
└── مخصص: منطق محدد للتطبيق
```

مراقبة 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 والحلول الشائعة:

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

فشل عمليات الحامل

المشكلة: "فشل طلب تعديل الحامل"

التشخيص:

1. تحقق من المقاييس لمعدل خطأ modify_bearer
2. فحص معلمات QoS للتحقق من صحتها
3. تحقق من إمكانية الوصول إلى PGW

الحلول:

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

مشاكل مهلة الرسالة

"توقيت رسائل **المشكلة:** 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 كانت RTT الشبكة عالية
- تحقق من ازدحام الشبكة
- تحقق من توفر CPU/ذاكرة PGW
- مراقبة فقدان الحزم

عدم تطابق معرف الشحن

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

التشخيص:

- تحقق من أن PGW يعيد معرف الشحن الصحيح
- تحقق من سجلات CDR للمعرفات المفقودة
- قارن بين CDRs SGW و PGW

الحل:

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

راجع دليل المراقبة، Prometheus للحصول على مرجع مفصل للمقاييس وإعداد لوحة معلومات 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 (الطبيعي: 5-10 ثوانٍ)
- **إعادة المحاولة:** 2-3 محاولات مع تراجع أسي

العمليات

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

إدارة الجلسة

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

التكامل مع واجهات أخرى

تنسيق S11 ↔ S5/S8

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

تنسيق S5/S8 ↔ Sxa

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

دليل إدارة الجلسات

دورة حياة جلسة UE والعمليات

Omnitouch من خدمات شبكة OmniSGW

جدول المحتويات

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

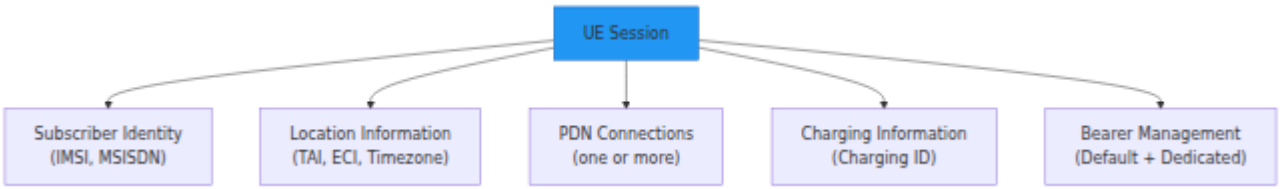
نظرة عامة

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)

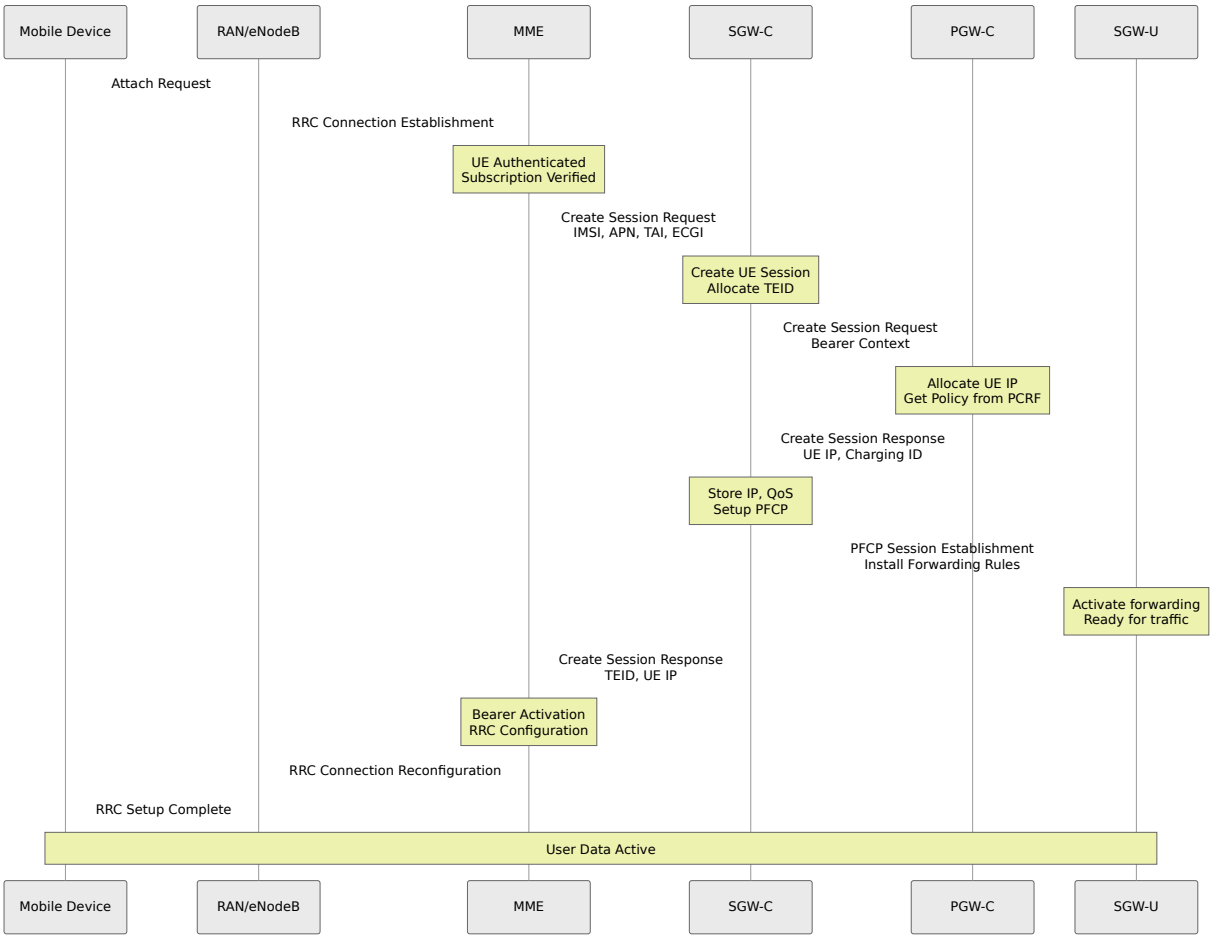
تحتوي كل جلسة على IMSI فريد (هوية المشترك) وقد تحتوي على اتصال PDN واحد أو أكثر.

مسؤوليات الجلسة



دورة حياة الجلسة

إنشاء الجلسة (توصيل UE)



إنهاء الجلسة (فصل UE)



have looked at 39 of our
k functions. Answer a few
nd we send you a costed
.estimate

et an estimate

No thanks

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
```

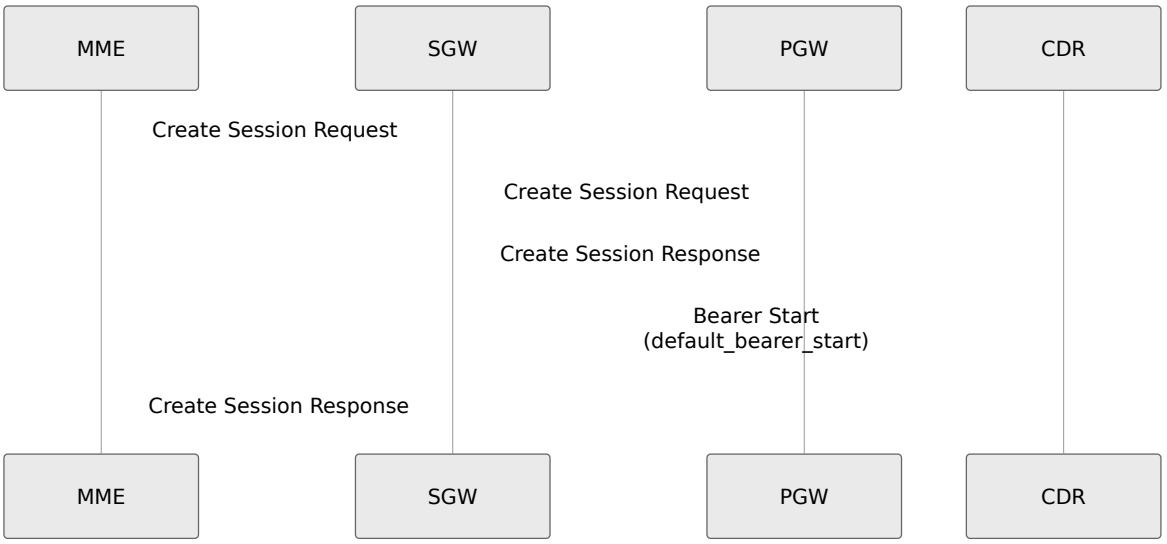
عمليات الحامل

الحامل الافتراضي

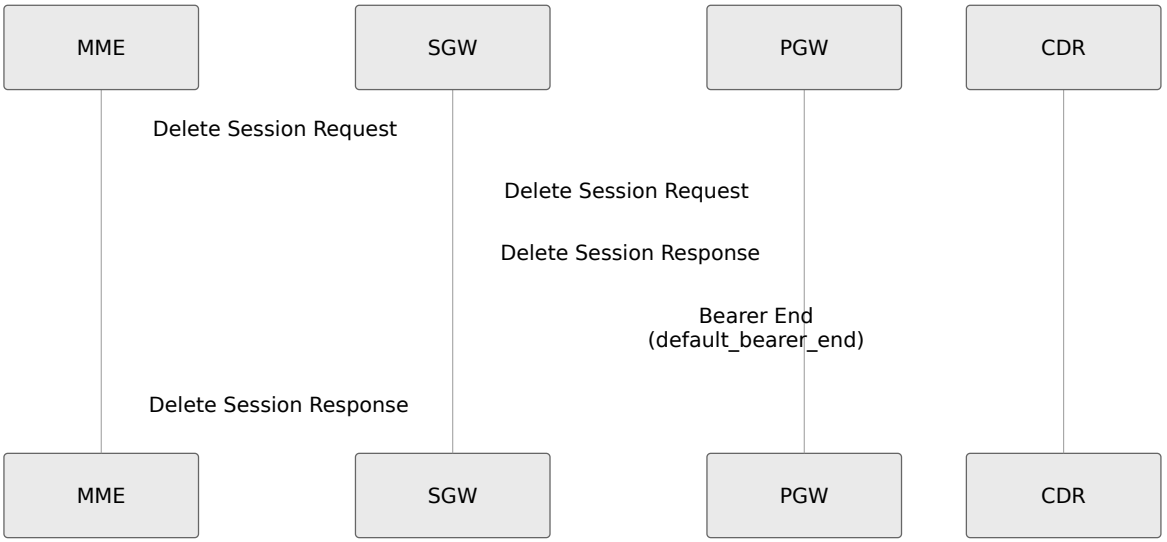
يتم إنشاء الحامل الافتراضي مع كل اتصال PDN:

- **QoS:** عادةً QCI 9 (أفضل جه)
- **مدة الحياة:** نفس مدة اتصال PDN
- **الحركة:** يحمل كل الحركة التي لا تتطابق مع الحوامل المخصصة
- **إلزامي:** يجب أن يحتوي كل اتصال PDN على حامل افتراضي

حدث بدء الحامل:



حدث انتهاء الحامل:



الحوامل المخصصة

توفر الحوامل المخصصة جودة خدمة متميزة لخدمات معينة:

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

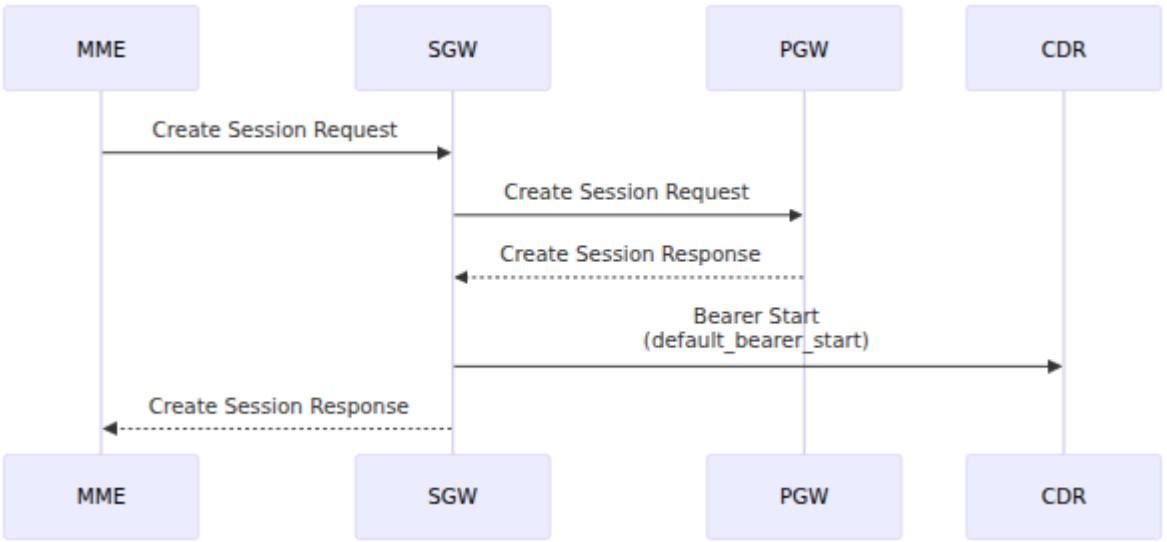
تفعيل الحامل المخصص:

```
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
```

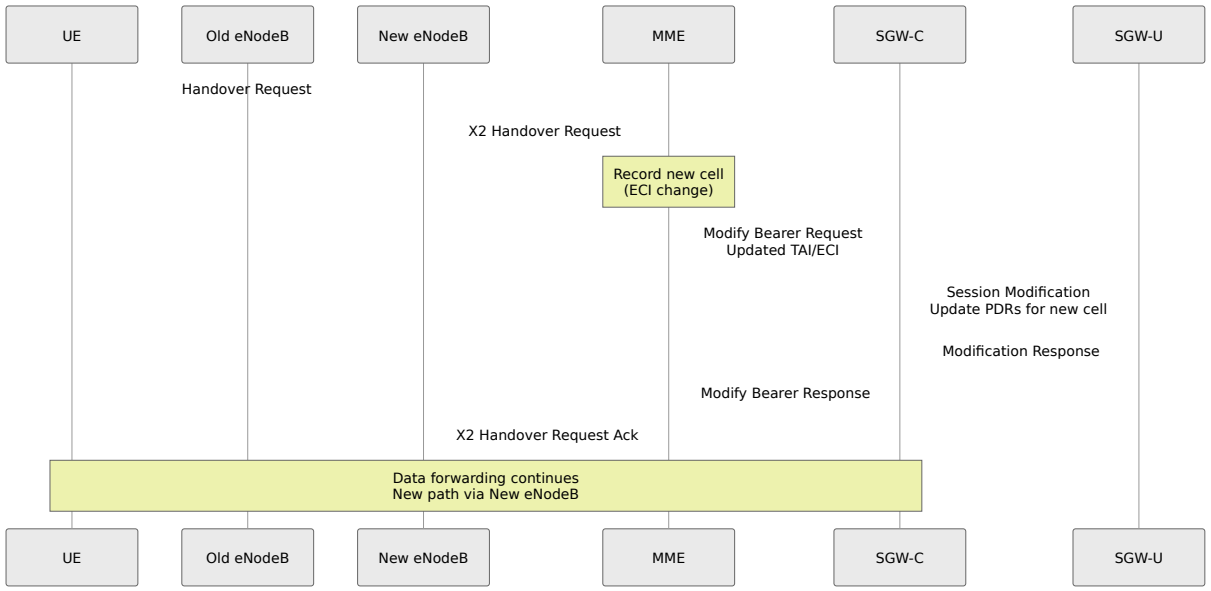
فئات QoS للحامل



معالجة التنقل

النقل داخل MME (بدون تغيير SGW)

السيناريو: يتحرك UE بين الخلايا في نفس منطقة MME

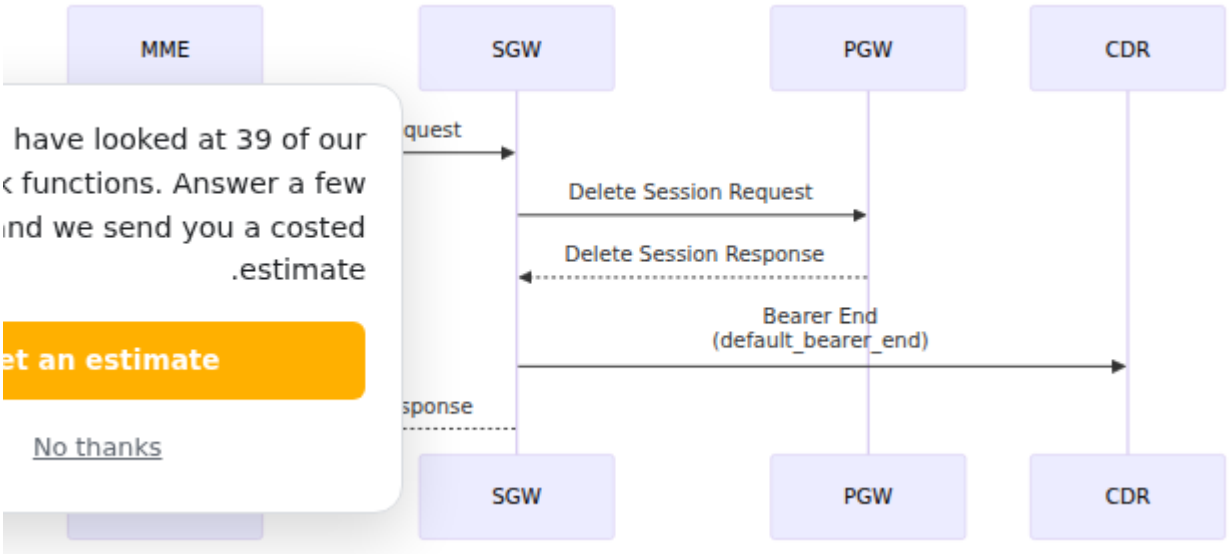


أثر الجلسة:

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

النقل بين MME (مع تغيير SGW)

السيناريو: يتحرك UE إلى MME مختلف، يتطلب SGW جديد



أثر الجلسة:

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

تحديث منطقة التتبع (TAU)

SGW بدون تغيير TAU:

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

SGW مع تغيير TAU:

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

إجراءات النقل

مرحلة التحضير

قبل اكتمال النقل:

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

مرحلة توجيه البيانات

أثناء انتقال النقل:

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

مرحلة الاكتمال

بعد اكتمال النقل:

1. **تفريغ التخزين المؤقت** - يتم الإفراج عن الحزم المخزنة
2. **تبديل المسار** - يتم تحويل الحركة إلى المسار الجديد
3. **تنظيف المسار القديم** - الإفراج عن قواعد التوجيه القديمة
4. **تحديثات 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 للحصول على عرض تفصيلي:
   - 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 التفاصيل الشاملة بما في ذلك TEIDs والموقع والحوامل واتصالات PDN:

راجع دليل العمليات للحصول على تعليمات التنقل والوصول إلى واجهة الويب.

��مراقبة المقايي

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

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

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

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

إنهاء الجلسة بشكل سلس

لإنهاء الجلسة بشكل نظيف:

1. **التفعيل عبر API:** طلب حذف الجلسة

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

حدود الجلسة

راقب ضد السعة:

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

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

استكشاف الأخطاء وإصلاحها

الجلسة لا تُنشأ

الأعراض: فشل طلب إنشاء الجلسة

التشخيص:

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

الأسباب الشائعة:

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

الجلسة تنقطع بشكل غير متوقع

الأعراض: تنتهي الجلسة النشطة دون طلب حذف

التشخيص:

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

الأسباب الشائعة:

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

فشل النقل

الأعراض: فقدان الحزم أثناء النقل أو فشل النقل بالكامل

التشخيص:

1. راقب رسائل تعديل الحامل
2. تحقق من تحديثات قاعدة PFCP
3. تحقق من إعداد توجيه البيانات
4. تحقق من التخزين المؤقت للحامل

الأسباب الشائعة:

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

ارتفاع زمن استجابة الرسائل

الأعراض: بطء معالجة رسائل S11/S5S8

التشخيص:

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

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

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

الحلول:

1. زيادة مهلة الرسالة إذا كان RTT للشبكة مرتفعًا
2. توزيع الحمل عبر عدة مثيلات SGW-C
3. مراقبة وتقليل معدل الرسائل
4. تحقق من الجلسات العالقة

مشاكل توليد CDR

الأعراض: CDR مفقودة أو غير مكتملة

التشخيص:

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

الحلول:

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

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

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

راجع دليل تنسيق CDR للحصول على مرجع كامل لحقول CDR وتفاصيل التكامل.

أفضل الممارسات

إدارة الجلسة

- **راقب السعة:** تتبع مقابل الحدود المرخصة
- **تنبيه عند العتبات:** تفعيل عند 70-80% من السعة
- **تدهور سلس:** تصريف قب�ل الصيانة
- **فحوصات الصحة:** راقب اتصال الأقران

عمليات النقل

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

تنسيق الشحن

- **تحقق من معرف الشحن:** تأكد من تخصيص PGW
- **تحقق من CDR:** قارن CDRs من SGW وPGW
- **تنسيق الأحداث:** ربط أحداث CDR عبر البوابات
- **الأرشفة:** تخزين CDR طويل الأجل

وثائق واجهة Sxa

الاتصال PFCP مع SGW-U

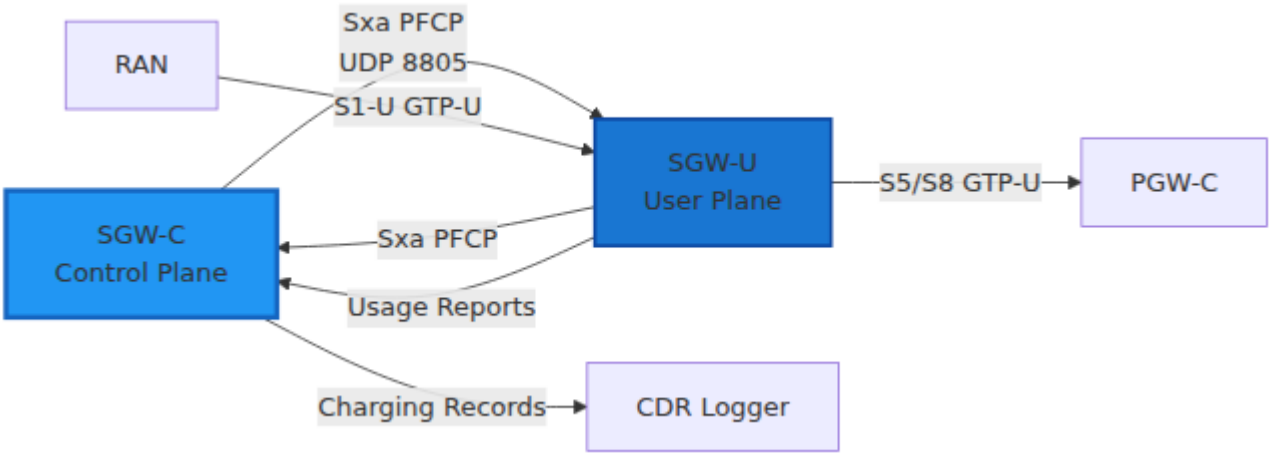
Omnitouch من خدمات شبكة OmniSGW

جدول المحتويات

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

نظرة عامة

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



الميزات الرئيسية

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

تفاصيل البروتوكول

إصدار PFCP 1.0

- **البروتوكول:** PFCP v1.0 (3GPP TS 29.244)
- **النقل:** UDP
- **المنفذ:** 8805 (قياسي)
- **نوع الواجهة:** مستوى التحكم
- **نموذج الارتباط:** يشكلان ارتباطًا دائمًا UP و CP

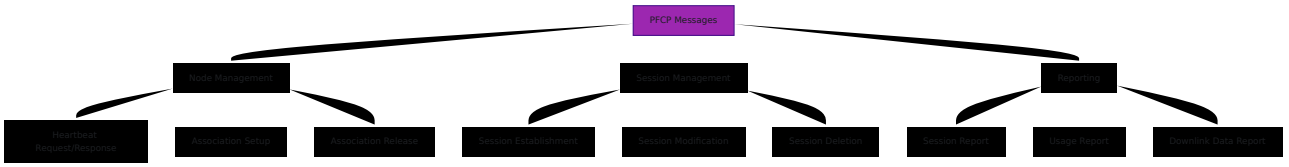
SEID (معرف نقطة نهاية الجلسة)

كل جلسة لها 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 8805
    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 القلب للجمعية (ثواني)
    heartbeat_interval_s: 20,

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

    # الحد الأقصى من 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:

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

اختبار الشبكة:

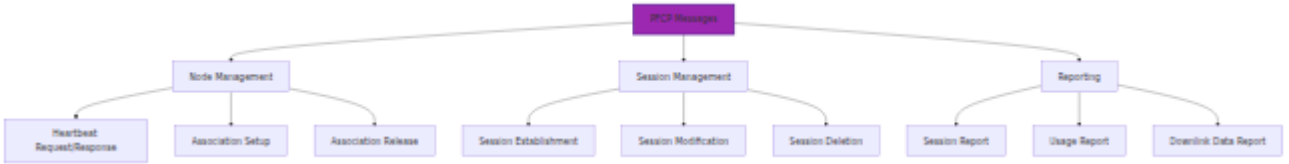
```
# اختبار الاتصال بـ PFCP
# تحقق من السجلات للحصول على رسالة "تم إعداد الجمعية بنجاح"

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

جمعية PFCP

دورة حياة الجمعية

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



آلة حالة الجمعية

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

معالجة الاسترداد

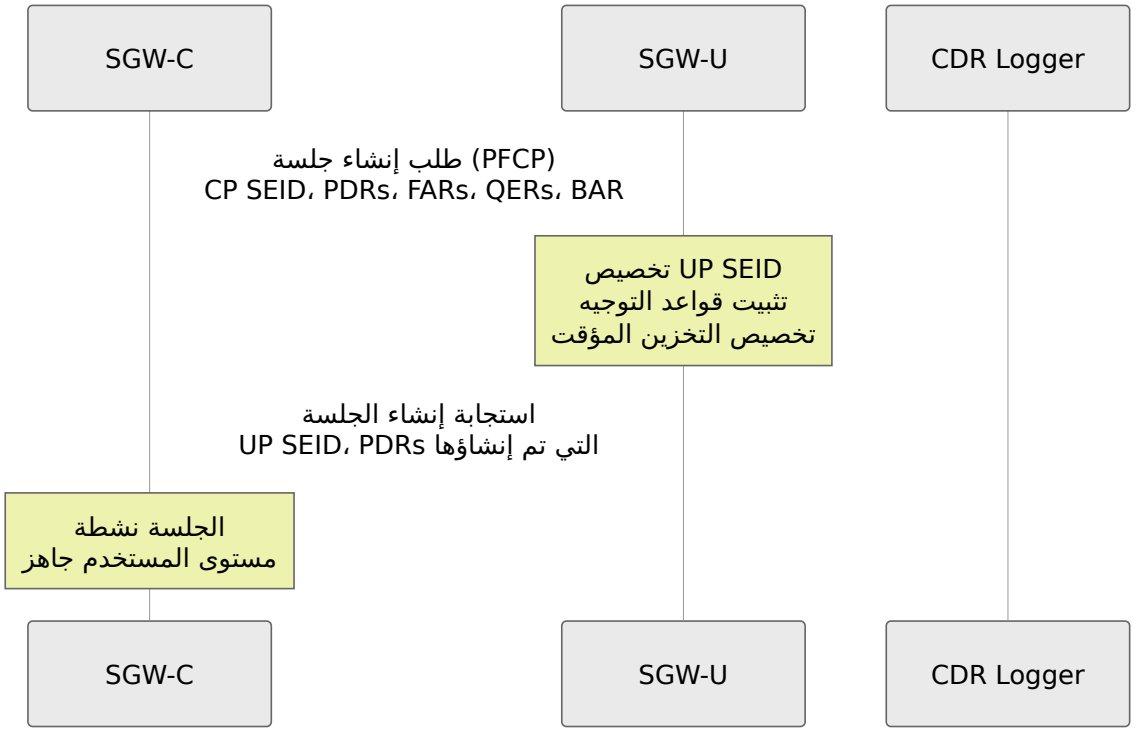
إذا فقدت جمعية PFCP وتم استردادها:

1. **اكتشاف الاسترداد:**
    - يؤدي مهلة 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
    - استفسر عن SGW-U للجلسات الحالية
    - أعد إنشاء الجلسات المفقودة إذا لزم الأمر
3. **توجيه البيانات:**
    - أثناء الاسترداد SGW-U تخزين مؤقت لمستوى المستخدم في
    - تظل PDRs نشطة حتى يتم حذفها صراحة
    - تقليل فقد الحزم أثناء التحويل

إدارة الجلسات

إنشاء الجلسة

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



عناصر المعلومات المرسلة:

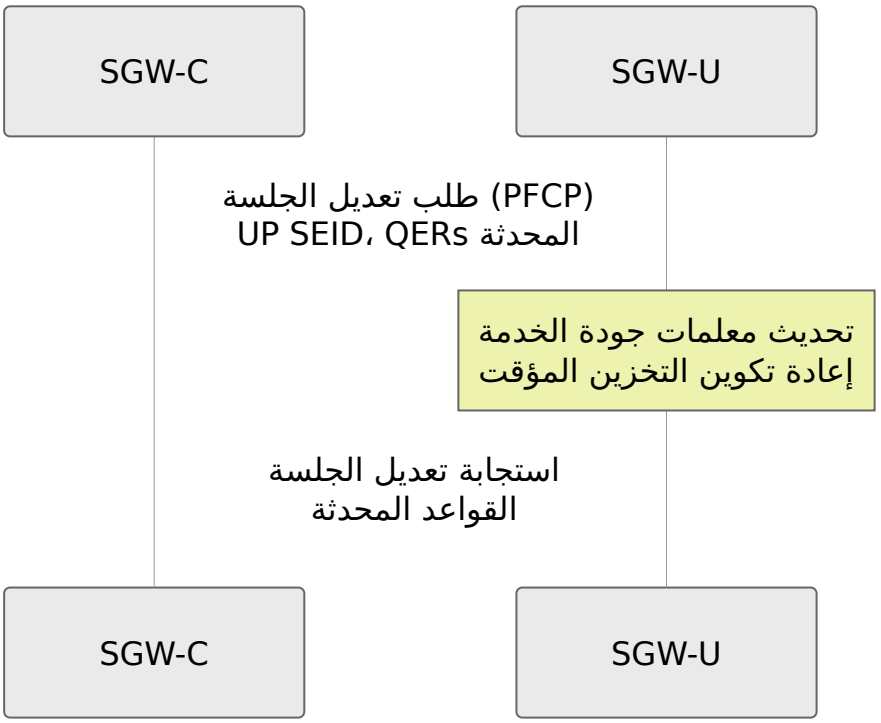
العنصر	الوصف
CP SEID	مخصص بواسطة SGW-C لهذه الجلسة
PDRs	قواعد اكتشاف الحزم (انظر أدناه)
FARs	قواعد إجراء التوجيه
QERs	قواعد تطبيق جودة الخدمة
BAR	قاعدة إجراء التخزين المؤقت للتنقل
إنشاء PDR	معرفات القواعد للاستجابة

حالة الجلسة:

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

تعديل الجلسة

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

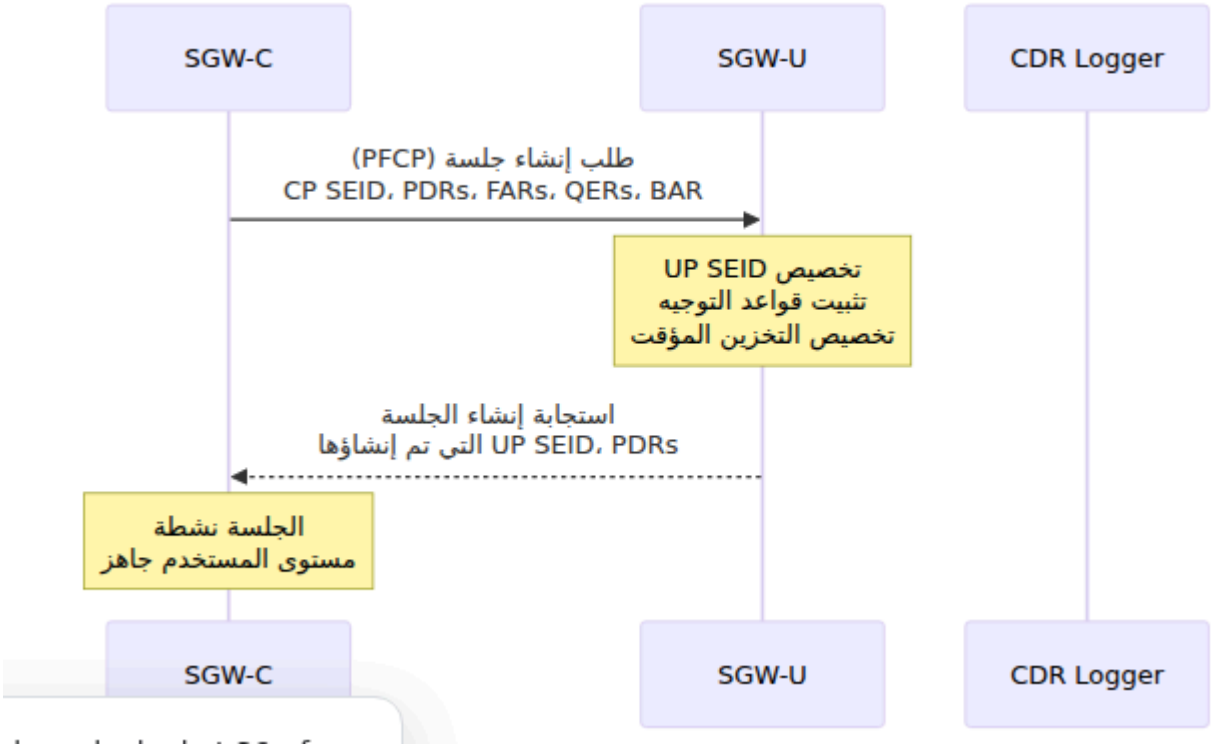


التعديلات الشائعة:

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

حذف الجلسة

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 لـ 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)
منفذ المصدر	مطابقة المنفذ	1024-65535
منفذ الوجهة	مطابقة 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 - الحامل الافتراضي:

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

حالة الاستخدام المثال - الحامل المخصص:

- يكتشف: الحزم التي تتطابق مع تدفق محدد (نطاق المنفذ، البروتوكول)
- الإجراء: توجيه على مسار مخصص
- جودة الخدمة: معدلات مميزة (GBR)

FAR (قاعدة إجراء التوجيه)

تحدد كيفية التعامل مع الحزم المطابقة.

إجراءات التوجيه:

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

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 تطبيق جودة الخدمة)

تطبق حدود معدل البيانات لكل حامل.

معلمات جودة الخدمة:

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

فئات جودة الخدمة (QCI):

QCI	نوع الخدمة	أمثلة على معدل البيانات
1	صوت (GBR)	MBR: 64 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	إشارات 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 (اعتمادًا 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 تخزين الحزم أثناء أحداث التنقل.

سيناريوهات التخزين المؤقت:

1. **تخزين مؤقت أثناء النقل:**
    - يقوم UE بالتنقل بين eNodeBs
    - يتم تخزين الحزم أثناء الحركة
    - يتم الإفراج عنها عند اكتمال النقل
2. **تخزين مؤقت أثناء الصفحات:**
    - UE في حالة الخمول (حوامل معلقة)
    - تصل بيانات خفض
    - يتم تخزينها حتى يتم إعادة تنشيط UE
3. **نقل SGW:**
    - أثناء النقل بين MME مع تغيير SGW
    - يقوم SGW الجديد بالتخزين المؤقت والتوجيه إلى SGW القديم
    - 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.



مشغلات تقرير الاستخدام

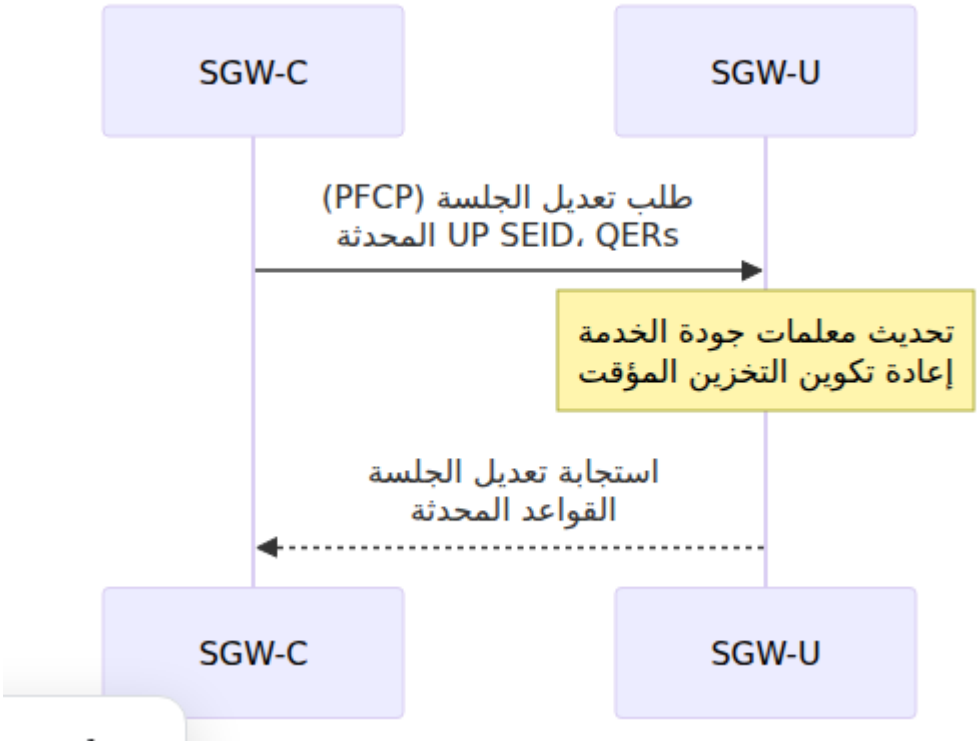
ترسل التقارير عندما:

المشغل	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

م��اقبة جمعية PFCP

راقب جمعيات PFCP النشطة:

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

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

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

مقاييس الجلسة

راقب جلسات PFCP النشطة:

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

# مراقبة توزيع لكل 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:

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

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

التحقق من تثبيت القواعد

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

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

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

# ابحث عن المهلات
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 الشبكي: `ping <sgwu_ip>`
2. تحقق من المنفذ: `netstat -an | grep 8805`

3. تحقق من السجلات للحصول على تفاصيل الخطأ

الأسباب الشائعة والحلول:

السبب	الأعراض	الحل
الشبكة غير قابلة للوصول	مهلة أثناء الإعداد	تحقق من التوجيه إلى SGW-U
المنفذ محجوز	تم رفض الاتصال	تحقق من قواعد جدار الحماية
معطل SGW-U	لا استجابة	أعد تشغيل عملية SGW-U
عدم تطابق معرف العقدة	تم رفض الإعداد	تحقق من التكوين

إخفاقات إنشاء الجلسة

المشكلة: "فشل إنشاء الجلسة"

التشخيص:

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

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

الأسباب الشائعة:

السبب	رسالة الخطأ	الحل
لا موارد SGW-U	"موارد غير كافية"	تحقق من سعة SGW-U
غير صالح PDR	"المعلومات الإلزامية مفقودة"	تحقق من تعريفات القواعد
تعارض SEID	"موجود بالفعل SEID"	تحقق من تكرار الجلسات
مهلة	"مهلة إنشاء الجلسة"	زيادة المهلة أو تحقق من SGW-U

مشاكل 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

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

الحلول:

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

مشاكل الأداء

المشكلة: ارتفاع زمن استجابة رسائل PFCP

المقاييس التي يجب التحقق منها:

```
# مدة معالجة الرسائل
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. راقب وقلل من تعقيد القواعد
4. إضافية SGW-C قم بالتوسع أفقيًا مع إضافات

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

أفضل الممارسات

التكوين

- **فترة نبض القلب:** تعيينها إلى 20-30 ثانية للكشف الموثوق
- **مهلة الجلسة:** 5-10 ثوانٍ بناءً على زمن انتقال الشبكة
- **الحد الأقصى من المحاولات:** 2-3 لتحقيق التوازن بين الموثوقية والزمن
- **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
- **تجفيف الجلسات:** نقل الجلسات قبل الصيانة
- **المراقبة:** تتبع تكرار استرداد الجمعية

استكشاف الأخطاء وإصلاحها

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