OmniPGW دليل تكوين

runtime.exs مرجع كامل لتكوين

بواسطة خدمات شبكة أومنيتوتش

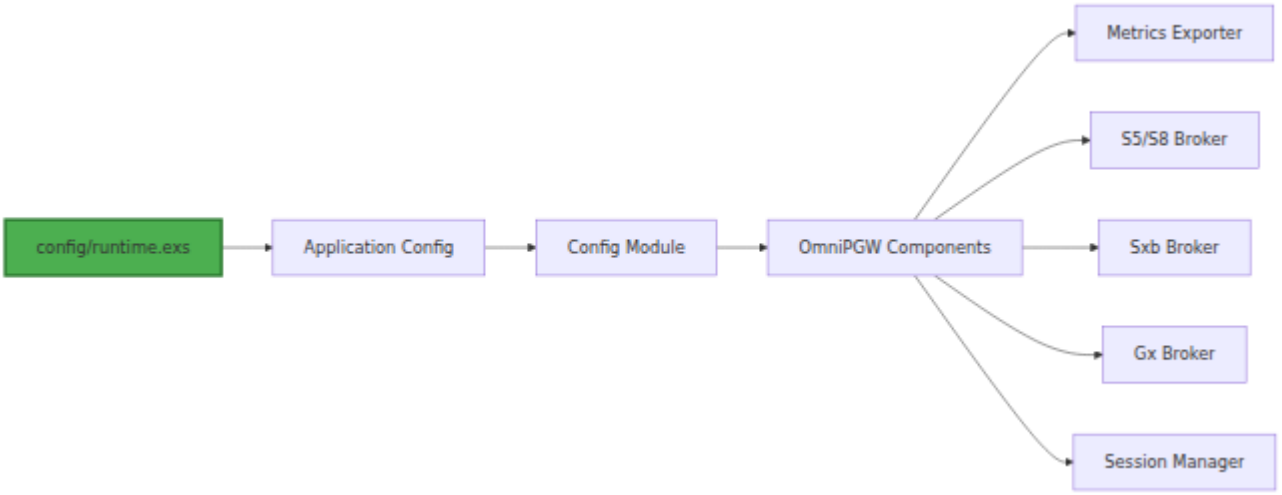
جدول المحتويات

1. نظرة عامة
2. هيكل ملف التكوين
3. تكوين المقاييس
4. تكوين Diameter/Gx
5. تكوين S5/S8
6. تكوين Sxb/PFCP
    - استراتيجيات اختيار UPF
    - توازن الحمل مع مجموعات UPF
    - اختيار قائم على DNS
    - وضع التشغيل الجاف
7. تكوين مجموعة IP لـ UE
8. تكوين PCO
9. تكوين واجهة الويب
10. مثال كامل
11. التحقق من التكوين

نظرة عامة

يستخدم OmniPGW المحدد في **تكوين وقت التشغيل** `config/runtime.exs`. يتم تقييم هذا الملف عند **بدء التطبيق** ويسمح بت��وين ديناميكي بناءً على متغيرات البيئة أو المصادر الخارجية.

فلسفة التكوين



المبادئ الأساسية:

- **مصدر واحد للحقيقة** - جميع التكوين في ملف واحد
- **سلامة النوع** - يتم التحقق من صحة التكوين عند بدء التشغيل
- **مرونة البيئة** - دعم للتطوير والاختبار والإنتاج
- **افتراضات واضحة** - افتراضات معقولة مع تجاوزات صريحة

هيكل ملف التكوين

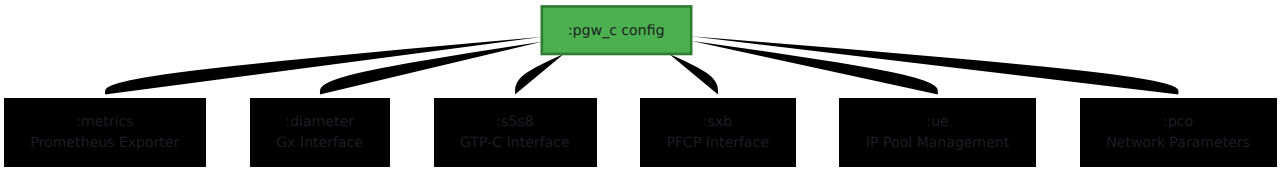
موقع الملف

```
pgw_c/
├── config/
│   ├── config.exs          # التكوين الأساسي (يستورد runtime.exs)
│   ├── dev.exs             # تكوين خاص بالتطوير
│   ├── prod.exs            # تكوين خاص بإ[illegible]نتاج
│   └── runtime.exs         # ← ملف التكوين الرئيسي
```

الهيكل العلوي

```
# config/runtime.exs
import Config

config :logger, level: :info

config :pgw_c,
  metrics: %{...},
  diameter: %{...},
  s5s8: %{...},
  sxb: %{...},
  ue: %{...},
  pco: %{...}
```

أقسام التكوين



تكوين المقاييس

الغرض

تكوين مصدر مقاييس Prometheus لمراقبة OmniPGW.

كتلة التكوين

```
config :pgw_c,
  metrics: %{
    # تمكين/تعطيل مصدر المقاييس
    enabled: true,

    # عنوان IP لربط خادم HTTP
    ip_address: "0.0.0.0",

    # المنفذ لنقطة نهاية المقاييس
    port: 9090,

    # (بالملي ثانية) كم مرة يتم استعلام السجلات
    registry_poll_period_ms: 10_000
  }
```

المعلم��ت

المعلمة	النوع	الافتراضي	الوصف
`enabled`	Boolean	`true`	تمكين مصدر المقاييس
`ip_address`	String (IP)	`"0.0.0.0"`	عنوان الربط (0.0.0.0 = جميع الواجهات)
`port`	Integer	`9090`	منفذ HTTP لنقطة نهاية `/metrics`
`registry_poll_period_ms`	Integer	`10_000`	فترة الاستعلام لعدادات السجل

أمثلة

محدد IP الإنتاج - الربط بعنوان:

```
metrics: %{
  enabled: true,
  ip_address: "10.0.0.20",  # شبكة الإدارة
  port: 9090,
  registry_poll_period_ms: 5_000  # الاستعلام كل 5 ثوانٍ
}
```

التطوير - localhost فقط:

```
metrics: %{
  enabled: true,
  ip_address: "127.0.0.1",
  port: 42069,  # منفذ غير قياسي
  registry_poll_period_ms: 10_000
}
```

تعطيل المقاييس:

```
metrics: %{
  enabled: false
}
```

الوصول إلى المقاييس

```
# نقطة النهاية الافتراضية
curl http://<ip_address>:<port>/metrics

# مثال
curl http://10.0.0.20:9090/metrics
```

انظر: دليل المراقبة والمقاييس لمزيد من الوثائق التفصيلية حول المقاييس.

تكوين Diameter/Gx

الغرض

تكوين بروتوكول Diameter لواجهة Gx (التواصل مع PCRF).

كتلة التكوين

```
config :pgw_c,
  diameter: %{
    # عنوان IP للاستماع لعمليات Diameter
    listen_ip: "0.0.0.0",

    # هوية Diameter الخاصة بـ OmniPGW (Origin-Host)
    host: "omnipgw.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",

    # مجال Diameter الخاص بـ OmniPGW (Origin-Realm)
    realm: "epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",

    # قائمة الأقران من PCRF
    peer_list: [
      %{
        # هوية Diameter الخاصة بـ PCRF
        host: "pcrf.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",

        # مجال PCRF
        realm: "epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",

        # عنوان IP الخاص بـ PCRF
        ip: "10.0.0.30",

        # بدء الاتصال بـ PCRF
        initiate_connection: true
      }
    ]
  }
```

المعلمات

المعلمة	النوع	مطلوب	الوصف
`listen_ip`	String (IP)	نعم	عنوان الاستماع لـ Diameter
`host`	String (FQDN)	نعم	Origin-Host الخاص بـ OmniPGW (يجب أن يكون FQDN)
`realm`	String (Domain)	نعم	Origin-Realm الخاص بـ OmniPGW
`peer_list`	List	نعم	تكوينات أقران PCRF

تكوين القرين:

المعلمة	النوع	مطلوب	الوصف
`host`	String (FQDN)	نعم	هوية Diameter الخاصة بـ PCRF
`realm`	String (Domain)	نعم	مجال PCRF
`ip`	String (IP)	نعم	عنوان IP الخاص بـ PCRF
`initiate_connection`	Boolean	نعم	ما إذا كان OmniPGW يتصل بـ PCRF

تنسيق FQDN

Diameter FQDNs يجب أن تكون هويات:

```
# صحيح
host: "omnipgw.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org"

# غير صحيح
host: "omnipgw"              # ليس FQDN
host: "10.0.0.20"            # IP غير مسموح
```

3 تنسيقGPP:

```
<hostname>.epc.mnc<MNC>.mcc<MCC>.3gppnetwork.org

أمثلة:
- omnipgw.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org  (MCC=001, MNC=001)
- pgw-c.epc.mnc260.mcc310.3gppnetwork.org   (MCC=310, MNC=260 - T-Mobile الأمريكية)
```

أمثلة

PCRF واحد:

```
diameter: %{
  listen_ip: "0.0.0.0",
  host: "omnipgw.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
  realm: "epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
  peer_list: [
    %{
      host: "pcrf.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
      realm: "epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
      ip: "10.0.0.30",
      initiate_connection: true
    }
  ]
}
```

عدة PCRFs (المرونة):

```
diameter: %{
  listen_ip: "0.0.0.0",
  host: "omnipgw.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
  realm: "epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
  peer_list: [
    %{
      host: "pcrf-primary.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
      realm: "epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
      ip: "10.0.1.30",
      initiate_connection: true
    },
    %{
      host: "pcrf-backup.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
      realm: "epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
      ip: "10.0.2.30",
      initiate_connection: true
    }
  ]
}
```

الاتصال الذي يبدأه PCRF:

```
diameter: %{
  listen_ip: "0.0.0.0",
  host: "omnipgw.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
  realm: "epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
  peer_list: [
    %{
      host: "pcrf.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
      realm: "epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
      ip: "10.0.0.30",
      initiate_connection: false  # الانتظار حتى يتصل PCRF
    }
  ]
}
```

انظر: Diameter Gx وثائق واجهة

تكوين S5/S8

الغرض

تكوين واجهة GTP-C مع ��للتواص SGW-C.

كتلة التكوين

```
config :pgw_c,
  s5s8: %{
    # عنوان IPv4 المحلي لواجهة S5/S8
    local_ipv4_address: "10.0.0.20",

    # عنوان IPv6 المحلي اختياري:
    local_ipv6_address: nil,

    # تجاوز المنفذ الافتراضي اختياري: GTP-C (2123)
    local_port: 2123,

    # مهلة طلب GTP-C بالملي ثانية (500 :الافتراضيms)
    # المهلة لكل محاولة عند الانتظار لاستجابات GTP-C
    request_timeout_ms: 500,

    # عدد محاولات إعادة الطلبات لـ GTP-C (3 :الافتراضي)
    # إجمالي أقصى وقت انتظار = request_timeout_ms *
request_attempts
    request_attempts: 3
  }
```

المعلمات

المعلمة	النوع	الافتراضي	الوصف
`local_ipv4_address`	String (IPv4)	مطلوب	عنوان IPv4 لواجهة S5/S8
`local_ipv6_address`	String (IPv6)	`nil`	عنوان IPv6 لواجهة S5/S8 (اختياري)
`local_port`	Integer	`2123`	منفذ UDP لـ GTP-C (المنفذ القياسي 2123)
`request_timeout_ms`	Integer	`500`	المهلة لكل محاولة إعادة في الملي ثانية
`request_attempts`	Integer	`3`	عدد محاولات إعادة الطلب قبل الاستسلام

تفاصيل البروتوكول

- **البروتوكول:** GTP-C 2 الإصدار
- **النقل:** UDP
- **المنفذ القياسي:** 2123
- **الاتجاه:** يستقبل من SGW-C

أمثلة

IPv4 فقط (شائع):

```
s5s8: %{
  local_ipv4_address: "10.0.0.20"
}
```

IPv4 + IPv6 مزدوج:

```
s5s8: %{
  local_ipv4_address: "10.0.0.20",
  local_ipv6_address: "2001:db8::20"
}
```

منفذ مخصص (غير قياسي):

```
s5s8: %{
  local_ipv4_address: "10.0.0.20",
  local_port: 2124  # منفذ مخصص
}
```

شبكة ذات زمن انتقال مرتفع:

```
s5s8: %{
  local_ipv4_address: "10.0.0.20",
  request_timeout_ms: 1500,  # 1.5 ثانية لكل محاولة
  request_attempts: 3        # إجمالي: 4.5 ثوانٍ كحد أقصى
}
```

تكوين المهلة

مهلات قابلة للتكوين لمعاملات طلب/استجابة GTP-C (طلب إنشاء حاملة، طلب حذف حاملة). تستخدم واجهة S5/S8

حساب إجمالي وقت الانتظار:

```
إجمالي أقصى وقت انتظار = request_timeout_ms × request_attempts
الافتراضي: 500ms × 3 = 1.5 ثانية
```

إرشادات الضبط:

زمن الانتقال في الشبكة	المهلة الموصى بها	إجمالي وقت الانتظار
زمن انتقال منخفض (<50ms)	200-300ms	600-900ms
عادي (150-50ms)	500ms (افتراضي)	1.5s
زمن انتقال مرتفع (>150ms)	1000-2000ms	3-6s
الأقمار الصناعية/غير المستقرة	2000-3000ms	6-9s

متى يجب الضبط:

- **زيادة المهلة** إذا كنت ترى أخطاء "انتهت مهلة طلب إنشاء الحاملة" بشكل متكرر ولكن Wireshark يظهر أن الاستجابات تصل
- **تقليل المهلة** للكشف عن الفشل بشكل أسرع في البيئات ذات زمن الانتقال المنخفض
- **زيادة محاولات إعادة الطلب** للشبكات غير الموثوقة التي تعاني من فقدان الحزم

سلوك المهلة:

- عند انتهاء المهلة، يتم تسجيل الخطأ: `"انتهت مهلة طلب إنشاء الحاملة`
- يتم إرجاع خطأ Diameter إلى PCRF: Result-Code 5012 (UNABLE_TO_COMPLY)
- تبقى الحاملة في التخزين المبكر للتنظيف عند وصول Charging-Rule-Remove

تخطيط الشبكة

اختيار عنوان IP:

- استخدم شبكة إدارة/إشارة مخصصة
- تأكد من إمكانية الوصول من جميع عقد SGW-C
- ضع في اعتبارك المرونة (VRRP/HSRP) للتوافر العالي

قواعد جدار الحماية:

```
# السماح بـ GTP-C من SGW-C
iptables -A INPUT -p udp --dport 2123 -s <sgw_c_network> -j ACCEPT
```

تكوين Sxb/PFCP

الغرض

تكوين واجهة PFCP للتواصل مع PGW-U (خطة المستخدم).

كتلة التكوين

```
config :pgw_c,
  sxb: %{
    # عنوان IP المحلي للتواصل عبر PFCP
    local_ip_address: "10.0.0.20",

    # اختياري: تجاوز المنفذ الافتراضي PFCP (8805)
    local_port: 8805
  }
```

المعلمات

المعلمة	النوع	الافتراضي	الوصف
`local_ip_address`	String (IP)	مطلوب	عنوان الاستماع PFCP
`local_port`	Integer	`8805`	منفذ PFCP UDP

> **مهم:**
>
> - **يتم تسجيل جميع أقران UPF تلقائيًا** من تكوين `upf_selection` (القواعد + مجموعة الاحتياطي) عند بدء التشغيل
> - تستخدم UPFs المسجلة تلقائيًا افتراضات معقولة:

    - اسم تم إنشاؤه تلقائيًا: `"UPF-<ip>:<port>"`
    - انتظر حتى يبدأ UPF) ارتباط PFCP غير نشط
    - فترة نبض القلب 5 ثوانٍ
- يتم تكوين قواعد اختيار UPF ومجموعات في قسم `upf_selection` المنفصل. انظر استراتيجيات اختيار UPF أدناه.
- يتم دعم التسجيل الديناميكي لـ UPFs المكتشفة بواسطة DNS في ليست التي التكوين

أمثلة

تكوين الحد الأدنى:

```
sxb: %{
  local_ip_address: "10.0.0.20"
}

# سيتم تسجيل جميع UPFs في upf_selection مع تلقائيًا:
# - اسم تم إنشاؤه تلقائيًا: "UPF-10.0.0.21:8805"
# - انتظر حتى يتصل) UPF ارتباط PFCP غير نشط
# - فترة نبض القلب 5 ثوانٍ
```

منفذ PFCP مخصص:

```
sxb: %{
  local_ip_address: "10.0.0.20",
  local_port: 8806  # منفذ PFCP غير قياسي
}
```

مثال كامل مع اختيار UPF:

```
sxb: %{
  local_ip_address: "10.0.0.20"
},
upf_selection: %{
  rules: [
    %{
      name: "IMS Pool",
      priority: 10,
      match_field: :apn,
      match_regex: ~r/^ims$/,
      upf_pool: [
        %{remote_ip_address: "10.0.1.21", remote_port: 8805,
weight: 100},
        %{remote_ip_address: "10.0.1.22", remote_port: 8805,
weight: 100}
      ]
    }
  ],
  fallback_pool: [
    %{remote_ip_address: "10.0.2.21", remote_port: 8805, weight:
100}
  ]
}
# سيتم تسجيل جميع UPFs (10.0.2.21 ،10.0.1.22 ،10.0.1.21) الثلاثة
تلقائيًا
```

اختيار قائم على DNS (تسجيل ديناميكي):

```
sxb: %{
  local_ip_address: "10.0.0.20"
},
upf_selection: %{
  dns_enabled: true,
  dns_query_priority: [:ecgi, :tai],
  dns_suffix: "epc.3gppnetwork.org",
  fallback_pool: [
    %{remote_ip_address: "10.0.2.21", remote_port: 8805, weight:
100}
  ]
}
# سيتم تسجيل UPFs بواسطة DNS المكتشفة عند الاستخدام الأول ديناميكيًا
```

استراتيجيات اختيار UPF

تلقائيًا من تكوين UPF يتم تسجيل جميع أقران UPF. **مهم**: تم تبسيط تكوين اختيار `upf_selection`.

هيكل التكوين

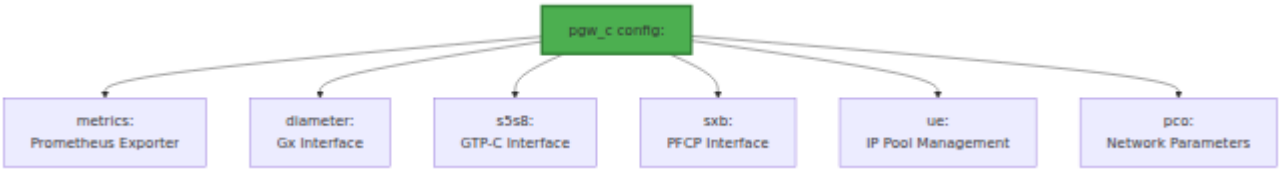
يتم تكوين اختيار UPF في قسم **`upf_selection`** الذي يحدد:

1. **القواعد الثابتة** - توجيه قائم على الأنماط مع مجموعات توازن الحمل
2. **إعدادات DNS** - اكتشاف ديناميكي لـ UPF بناءً على الموقع
3. **مجموعة الاحتياطي** - مجموعة افتراضية عندما لا تتطابق أي قواعد وتفشل DNS

ترتيب أولوية الاختيار

1. **القواعد الثابتة** (أعلى أولوية) - توجيه قائم على الأنماط مع مجموعات توازن الحمل
2. **اختيار قائم على DNS** (أقل أولوية) - اكتشاف ديناميكي لـ UPF بناءً على الموقع
3. **مجموعة الاحتياطي** (أدنى أولوية) - مجموعة افتراضية عندما لا تتطابق أي قواعد وتفشل DNS

تدفق قرار اختيار UPF



حقول المطابقة المتاحة

يمكن أن تتطابق القواعد الثابتة مع أي من سمات الجلسة هذه:

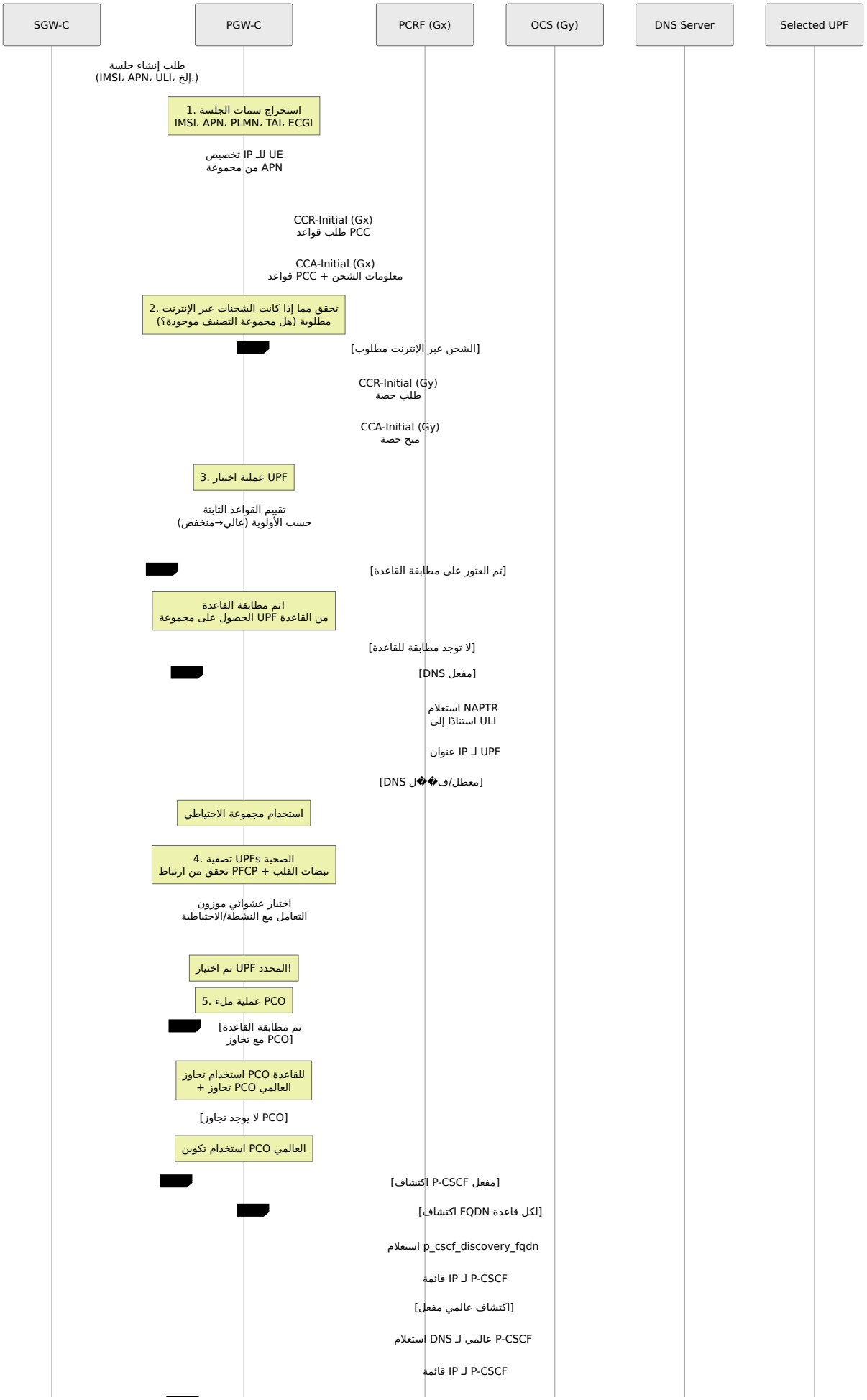
حقل المطابقة	الوصف	نمط المثال
`:imsi`	هوية المشترك الدولي للهاتف المحمول	`^313380.*` (مشغل أمريكي)
`:apn`	اسم نقطة الوصول / DNN	`^internet\.` أو `^ims\.`
`:serving_network_plmn_id`	معرف الشبكة الخدمية	`^313380$`
`:sgw_ip_address`	عنوان IP لـ SGW	`^10\.100\..*`
`:uli_tai_plmn_id`	معرف PLMN لمنطقة التتبع	`^313.*`
`:uli_ecgi_plmn_id`	معرف PLMN لخلية E-UTRAN	`^313.*`

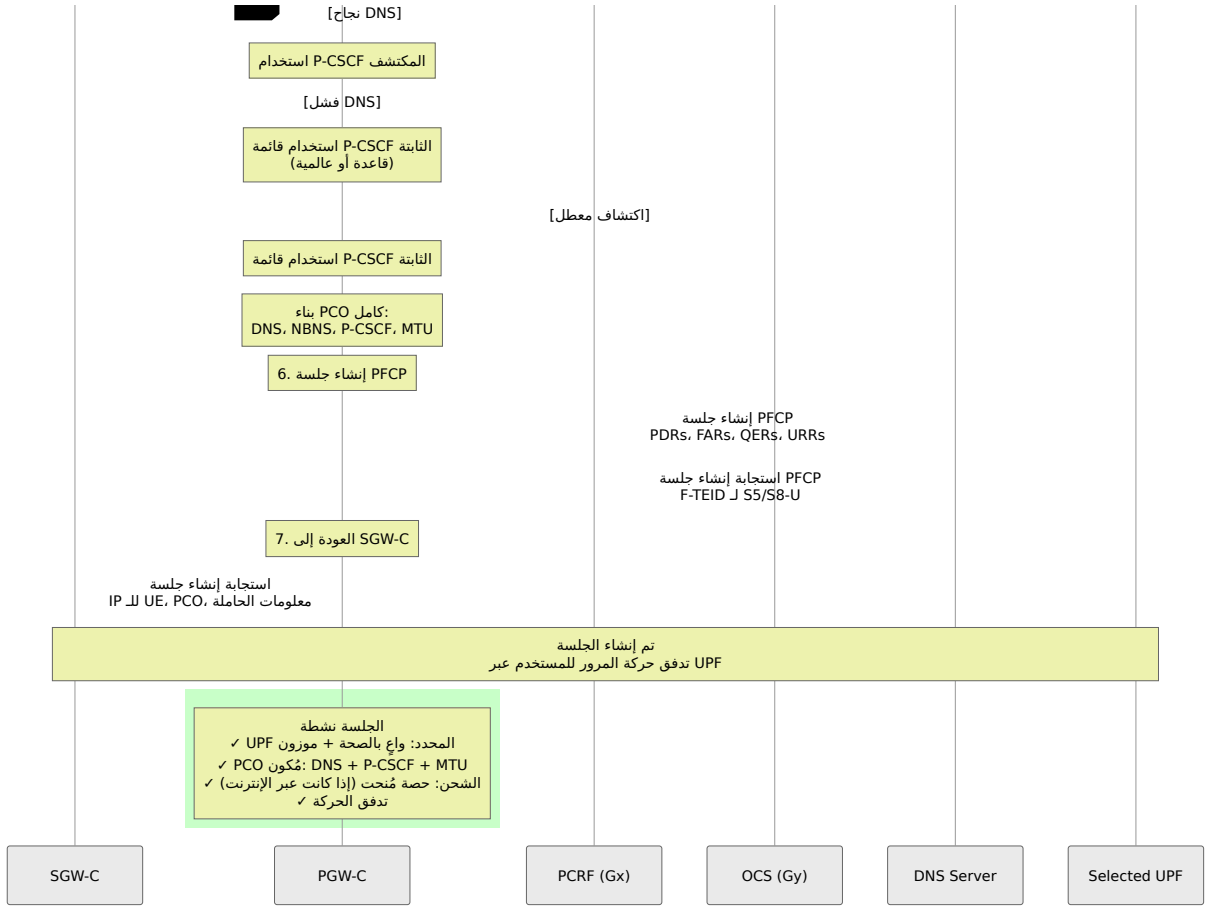
مقارنة طرق الاختيار

الطريقة	متى تستخدم	الإيجابيات	السلبيات
مجموعات UPF	نشرات الإنتاج	أوزان HA، توازن الحمل، مرنة	يتطلب عدة UPFs
استنادًا إلى APN	تمييز الخدمة	توجيه IMS/الإنترنت بشكل منفصل	تكوين ثابت
استنادًا إلى IMSI	سيناريوهات التجوال	توجيه جغرافي	تعقيد التعبيرات العادية
استنادًا إلى DNS	MEC/الحوسبة الطرفية	ديناميكي، واعٍ بالموقع	يتطلب بنية تحتية لـ DNS
مجموعة الاحتياطي	شبكة أمان	دائمًا وجود UPF	قد لا تكون مثالية
وضع التشغيل الجاف	اختبار التكوينات	اختبار آمن	لا يوجد حركة مرور حقيقية

تدفق إنشاء الجلسة الكامل

يوضح هذا المخطط التدفق الكامل من البداية إلى النهاية لإنشاء الجلسة بما في ذلك اختيار UPF وملء PCO:


SGW-C
PGW-C
PCRF (Gx)
OCS (Gy)
DNS Server
Selected UPF
طلب إنشاء جلسة
(IMSI، APN، ULI، إلخ.)
1. استخراج سمات الجلسة
IMSI، APN، PLMN، TAI، ECGI
تخصيص IP لـ UE
من مجموعة APN
CCR-Initial (Gx)
طلب قواعد PCC
CCA-Initial (Gx)
قواعد PCC + معلومات الشحن
2. تحقق مما إذا كانت الشحنات عبر الإنترنت
مطلوبة (هل مجموعة التصنيف موجودة؟)
[الشحن عبر الإنترنت مطلوب]
CCR-Initial (Gy)
طلب حصة
CCA-Initial (Gy)
منح حصة
3. عملية اختيار UPF
تقييم القواعد الثابتة
حسب الأولوية (عالي→منخفض)
[تم العثور على مطابقة القاعدة]
تم مطابقة القاعدة!
الحصول على مجموعة UPF من القاعدة
[لا توجد مطابقة للقاعدة]
[مفعل DNS]
استعلام NAPTR
استنادًا إلى ULI
عنوان IP لـ UPF
[معطل/ف��ل DNS]
استخدام مجموعة الاحتياطي
4. تصفية UPFs الصحية
تحقق من ارتباط PFCP + نبضات القلب
اختيار عشوائي موزون
التعامل مع النشطة/الاحتياطية
تم اختيار UPF المحدد!
5. عملية ملء PCO
[تم مطابقة القاعدة
مع تجاوز PCO]
استخدام تجاوز PCO للقاعدة
تجاوز PCO العالمي +
[لا يوجد تجاوز PCO]
استخدام تكوين PCO العالمي
[مفعل اكتشاف P-CSCF]
[لكل قاعدة FQDN اكتشاف]
استعلام p_cscf_discovery_fqdn
قائمة IP لـ P-CSCF
[اكتشاف عالمي مفعل]
استعلام DNS لـ P-CSCF عالمي
قائمة IP لـ P-CSCF



نقاط القرار الرئيسية:

1. **أولوية اختيار UPF:**
   - مجموعة الاحتياطي ← DNS ← القواعد الثابتة (مطابقة الأنماط) ← اكتشاف
   - يتم تطبيق تصفية الصحة في جميع المراحل
   - منطق نشط/احتياطي للتوافر العالي
   - واجهة PFCP **انظر:** لتفاصيل ا��تواصل مع UPF
2. **أولوية ملء PCO:**
   - تكوين PCO العالمي ← P-CSCF لـ DNS ← للقاعدة اكتشاف PCO ← تجاوز
   - دمج حسب الحقل (تجاوز القاعدة حقول معينة، يوفر العالمي الافتراضات)
   - تكوين PCO **انظر:** لمعلمات PCO التفصيلية
3. **أولوية اكتشاف P-CSCF:**
   - FQDN ← اكتشاف ← لكل قاعدة DNS العالمي ← PCO الثابت للقواعد ← PCO الثابت العالمي
   - مراقبة P-CSCF **انظر:** لمقاييس الاكتشاف وتتبع الصحة

4. **تكامل الشحن:**
    - يحدد PCRF ما إذا كان الشحن عبر الإنترنت مطلوبًا (مجموعة التصنيف + Online=1)
    - يمنح OCS حصة قبل إنشاء الجلسة
    - يتتبع PGW-C الحصة ويطلب المزيد عبر CCR-Update
    - لتفاصيل الشحن Diameter Gy و Diameter Gx واجهة **انظر:** واجهة

مثال تكوين كامل

إليك مثال كامل يوضح اختيار UPF للأقران تلقائي مع تسجيل المجموعات متعددة:

```
config :pgw_c,
  # واجهة PFCP - يتم تسجيل جميع UPFs من upf_selection تلقائيًا
  sxb: %{
    local_ip_address: "127.0.0.20"
  },

  # منطق اختيار UPF - يتم تسجيل جميع UPFs المعرفة هنا تلقائيًا
  upf_selection: %{
    # إعدادات الاختيار القائم على DNS
    dns_enabled: false,
    dns_query_priority: [:ecgi, :tai, :rai, :sai, :cgi],
    dns_suffix: "epc.3gppnetwork.org",
    dns_timeout_ms: 5000,

    # قواعد الاختيار الثابتة (يتم تقييمها حسب ترتيب الأولوية)
    rules: [
      # القاعدة 1: حركة مرور IMS - أعلى أولوية
      %{
        name: "حركة مرور IMS",
        priority: 20,
        match_field: :apn,
        match_regex: "^ims",
        upf_pool: [
          %{remote_ip_address: "10.100.2.21", remote_port: 8805,
weight: 80},
          %{remote_ip_address: "10.100.2.22", remote_port: 8805,
weight: 20}
        ]
      },

      # القاعدة 2: APN الشركات
      %{
        name: "حركة مرور الشركات",
        priority: 15,
        match_field: :apn,
        match_regex: "^(enterprise|corporate)\.apn",
        upf_pool: [
          %{remote_ip_address: "10.100.3.21", remote_port: 8805,
weight: 100}
        ]
      },

      # القاعدة 3: حركة مرور الإنترنت - موزعة بالتوازن
```

```
      %{
        name: "حركة مرور الإنترنت",
        priority: 5,
        match_field: :apn,
        match_regex: "^internet",
        upf_pool: [
          %{remote_ip_address: "10.100.1.21", remote_port: 8805,
weight: 33},
          %{remote_ip_address: "10.100.1.22", remote_port: 8805,
weight: 33},
          %{remote_ip_address: "10.100.1.23", remote_port: 8805,
weight: 34}
        ]
      }
    ],

    # مجموعة الاحتياطي - تستخدم عندما لا تتطابق أي قواعد وتفشل DNS
    fallback_pool: [
      %{remote_ip_address: "127.0.0.21", remote_port: 8805,
weight: 100}
    ]
  }
```

الميزات الرئيسية

التنسيق الحالي:

- ✅ **تسجيل تلقائي**: يتم تسجيل جميع UPFs من `upf_selection` تلقائيًا عند بدء التشغيل
- ✅ **تكوين مركزي**: جميع تكوينات اختيار UPF والأقران في قسم واحد
- ✅ **مجموعات مطلوبة**: تستخدم جميع القواعد تنسيق `upf_pool` (حتى لمجموعة واحدة UPF)
- ✅ **تصفية مخصصة**: مجموعة احتياطي مخصصة مع توزيع موزون
- ✅ **دمج DNS**: إعدادات DNS جنبًا إلى جنب مع قواعد الاختيار
- ✅ **تسجيل ديناميكي**: يتم تسجيل UPFs المكتشفة بواسطة DNS تلقائيًا عند الاستخدام الأول
- ✅ **مراقبة الصحة**: تتم مراقبة جميع UPFs المكونة مع نبضات قلب كل 5 ثوانٍ

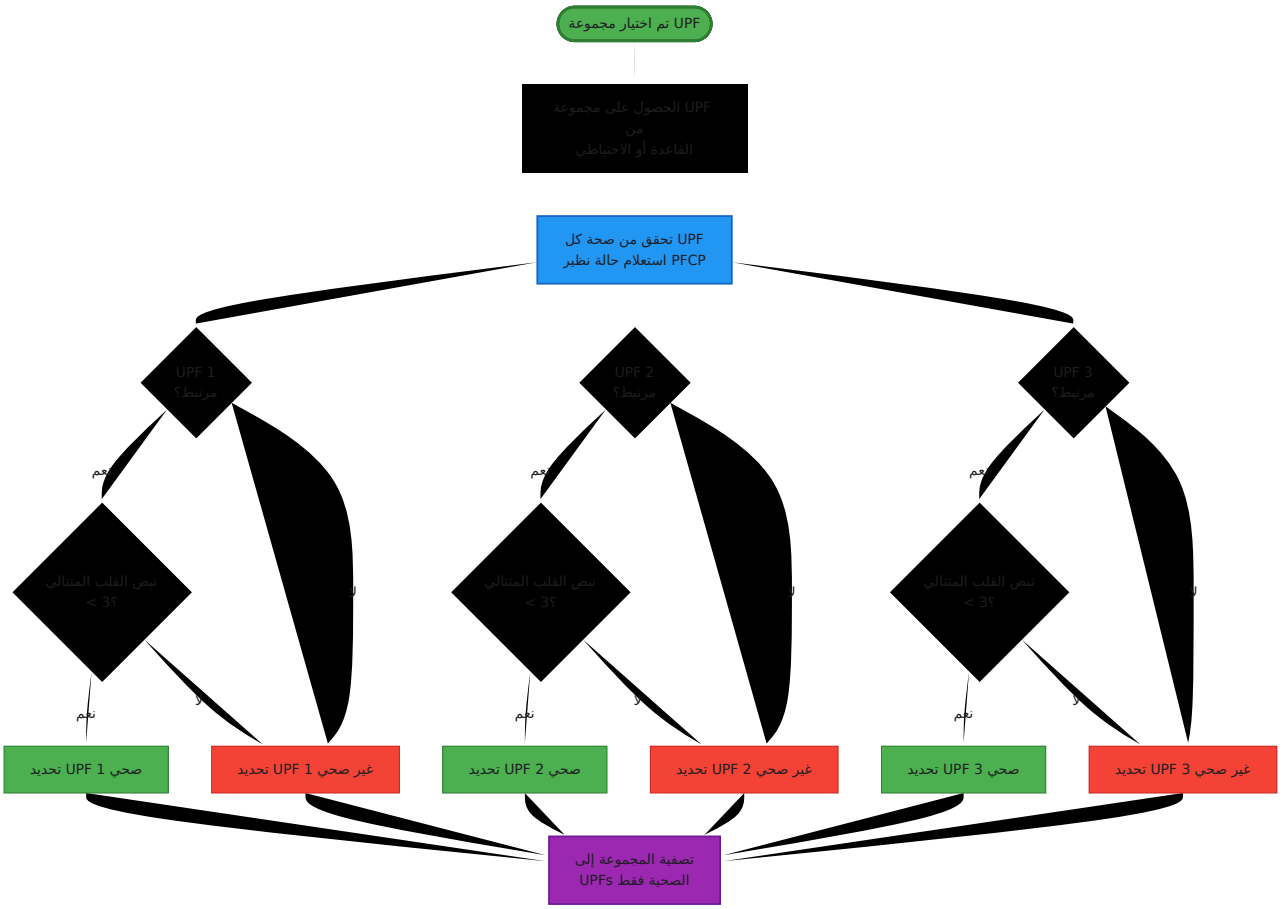
الهجرة من التنسيق السابق:

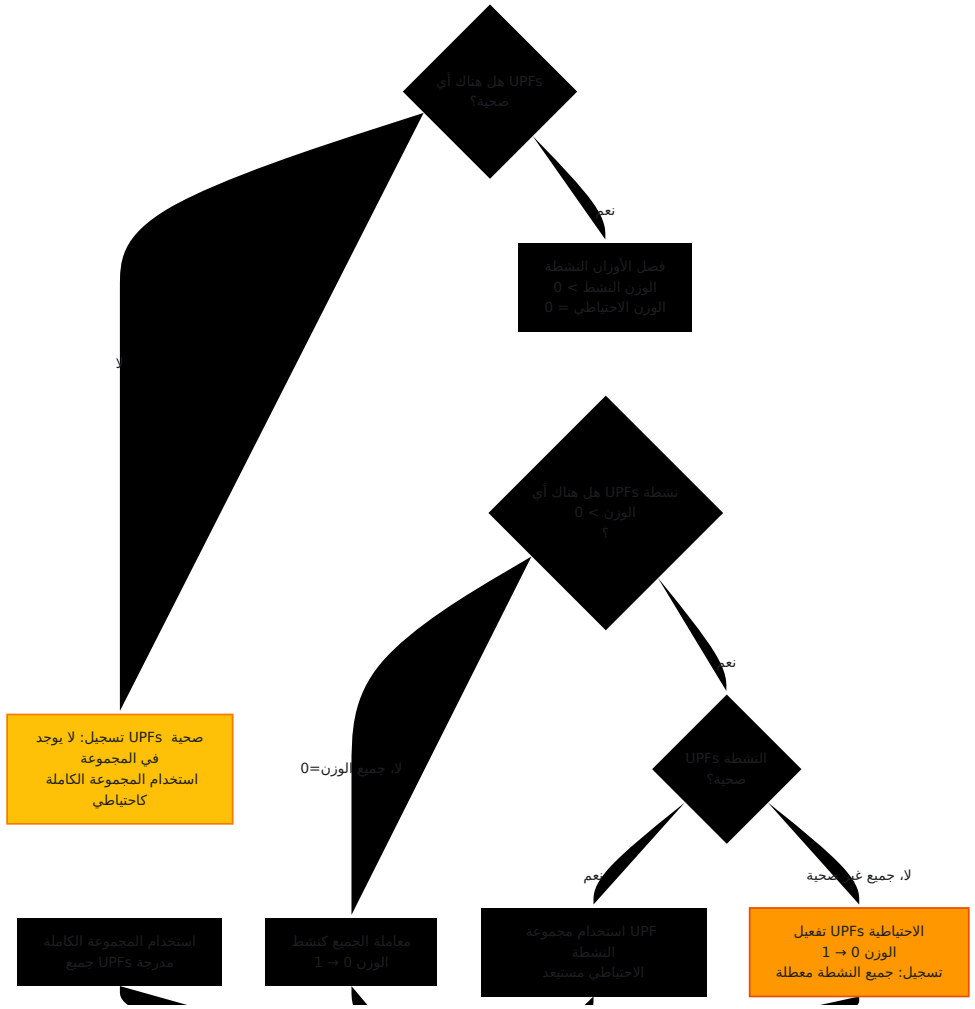
- تمت إزالة: حقل `sxb.peer_list` (لم يعد مطلوبًا)
- تمت إزالة: `selection_list` المدمجة في تكوينات الأقران
- يتم الآن وضع جميع تعريفات UPF في قواعد `upf_selection` ومجموعة الاحتياطي

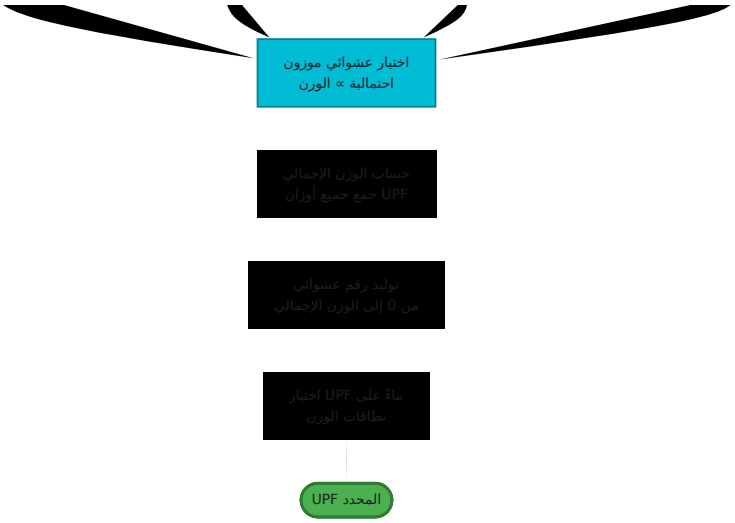
كيف تعمل مجموعات UPF:

1. **اختيار واعٍ بالصحة**: يتم توجيه حركة المرور فقط إلى UPFs الصحية
    - الارتباط النشط لـ PFCP + الصحية = أقل من 3 نبضات قلب مفقودة متتالية
    - يتم تصفية UPFs غير الصحية تلقائيًا
    - إذا لم يكن هناك أي UPFs صحية (فشل سريع) يتم الانتقال إلى جميع UPFs
2. **دعم نشط/احتياطي**: استخدم `weight: 0` لـ UPFs الاحتياطية الساخنة التي تنشط فقط عندما تفشل الأوليات
    - **UPFs النشطة** (الوزن > 0): تتلقى حركة المرور عندما تكون صحية
    - **UPFs الاحتياطية** (الوزن == 0): تتلقى حركة المرور فقط عندما تكون جميع UPFs النشطة معطلة
    - يتم التعامل مع UPFs الاحتياطية كـ `weight: 1` عند تنشيطها
3. **اختيار عشوائي موزون**: يتم تعيين كل جلسة عشوائيًا إلى UPF صحي بناءً على الأوزان
    - في المثال أعلاه: 70% تذهب إلى .21، 20% إلى .22، 10% إلى .23
    - الوزن الأعلى = المزيد من الجلسات المعينة لذلك UPF
    - الأوزان المتساوية = توزيع متساوي
4. **تسجيل تلقائي**: يتم تسجيل جميع UPFs في المجموعات تلقائيًا عند بدء التشغيل
    - أسماء تم إنشاؤها تلقائيًا: `"UPF-<ip>:<port>"`
    - إعدادات افتراضية: ارتباط PFCP غير نشط، نبضات قلب كل 5 ثوانٍ
    - تتبع الصحة الفوري لجميع UPFs المكونة

اختيار واعٍ بالصحة مع نشط/احتياطي


تم اختيار مجموعة UPF
الحصول على مجموعة UPF من القاعدة أو الاحتياطي
تحقق من صحة كل UPF استعلام حالة نظير PFCP
UPF 1 مرتبط؟
UPF 2 مرتبط؟
UPF 3 مرتبط؟
نعم
لا
نبض القلب المتتالي < 3؟
نعم
لا
صحي UPF 1 تحديد
غير صحي UPF 1 تحديد
صحي UPF 2 تحديد
غير صحي UPF 2 تحديد
صحي UPF 3 تحديد
غير صحي UPF 3 تحديد
تصفية المجموعة إلى UPFs الصحية فقط


هل هناك أي UPFs صحية؟
نعم
فصل الأوران النشطة
الوزن النشط > 0
الوزن الاحتياطي = 0
لا
هل هناك أي UPFs نشطة الوزن > 0 ؟
نعم
لا، جميع الوزن=0
UPFs النشطة صحية؟
نعم
لا، جميع غير صحية
تسجيل: لا يوجد UPFs صحية في المجموعة
استخدام المجموعة الكاملة كاحتياطي
استخدام المجموعة الكاملة جميع UPFs مدرجة
معاملة الجميع كنشط
الوزن 0 → 1
استخدام مجموعة UPF النشطة
الاحتياطي مستبعد
تفعيل UPFs الاحتياطية
الوزن 0 → 1
تسجيل: جميع النشطة معطلة



مثال اختيار عشوائي موزون:

```
المجموعة: [
  UPF-A: صحي ،50 الوزن ✓
  UPF-B: صحي ،30 الوزن ✓
  UPF-C: صحي ،20 الوزن ✓
]

100 = 20 + 30 + 50 :الوزن الإجمالي

نطاقات الوزن:
  UPF-A: 0-49   (50%)
  UPF-B: 50-79  (30%)
  UPF-C: 80-99  (20%)

يختار ← 63 :رقم عشوائي UPF-B
يختار ← 15 :رقم عشوائي UPF-A
يختار ← 91 :رقم عشوائي UPF-C
```

مثال الفشل النشط/الاحتياطي:

```
المجموعة الأولية: [
  UPF-A: (نشط)   ✓ صحي، الوزن 100
  UPF-B: (احتياطي)     ✓ صحي، الوزن 0
]

السيناريو 1: UPF-A صحي
→ استخدام مجموعة نشطة: [UPF-A: 100]
→ كل حركة المرور إلى UPF-A

السيناريو 2: UPF-A فشل
→ لا يوجد UPFs نشطة صحية
→ تفعيل الاحتياطي: [UPF-B: 1]
→ كل حركة المرور تنتقل إلى UPF-B
→ تسجيل: "جميع UPFs النشطة معطلة، تفعيل UPFs الاحتياطية"

السيناريو 3: كلاهما غير صحي
→ لا يوجد UPFs صحية
→ استخدام المجموعة الكاملة: [UPF-A: 100، UPF-B: 0]
→ اختيار مع الأوزان (محاولة الاتصال، قد تفشل)
→ تسجيل: "لا يوجد UPFs صحية في المجموعة، استخدام المجموعة الكاملة كاحتياطي"
```

أنماط الوزن الشائعة:

```
# (لكل %25) توزيع متساوي
upf_pool: [
  %{remote_ip_address: "10.0.1.1", remote_port: 8805, weight: 1},
  %{remote_ip_address: "10.0.1.2", remote_port: 8805, weight: 1},
  %{remote_ip_address: "10.0.1.3", remote_port: 8805, weight: 1},
  %{remote_ip_address: "10.0.1.4", remote_port: 8805, weight: 1}
]

# (%10 / %90) توازن الحمل الأولي/الاحتياطي
upf_pool: [
  %{remote_ip_address: "10.0.1.21", remote_port: 8805, weight:
90},
  %{remote_ip_address: "10.0.1.22", remote_port: 8805, weight: 10}
]

# (100% أولي، 0% احتياطي حتى يفشل الأولي) نشط مع احتياطي
upf_pool: [
  %{remote_ip_address: "10.0.1.21", remote_port: 8805, weight:
100},  # نشط
  %{remote_ip_address: "10.0.1.22", remote_port: 8805, weight: 0}
# احتياطي (فقط عندما يكون النشط معطلاً)
]

# نتيجة: النشط يحصل على 100%. إذا فشل النشط، يحصل الاحتياطي على
50/50%.

# اختبار A/B (50% / 50%)
upf_pool: [
  %{remote_ip_address: "10.0.1.100", remote_port: 8805, weight:
50},  # الإصدار القديم
  %{remote_ip_address: "10.0.1.200", remote_port: 8805, weight:
50}   # الإصدار الجديد
]
```

حالات الاستخدام:

- استخدم: **فشل نشط/احتياطي** `weight: 0` لـ UPFs الاحتياطية الساخنة التي تنشط فقط عندما تفشل الأوليات
- **HA** **واعٍ بالصحة**: الفشل التلقائي عندما تفقد UPFs ارتباط PFCP أو تفوت نبضات القلب
- **التوسع الأفقي**: توزيع الحمل عبر UPFs متعددة لزيادة السعة

- واحد UPF **التوافر العالي**: يمنع التوزيع التلقائي من تحميل
- **الإصدارات التدريجية**: استخدم الأوزان للنشر التجريبي (مثل 95% قديم، 5% جديد)
- ذات السعة الأعلى UPFs **تحسين التكلفة**: توجيه المزيد من الحركة إلى
- الطرفية UPFs **التوزيع الجغرافي**: توازن الجلسات عبر

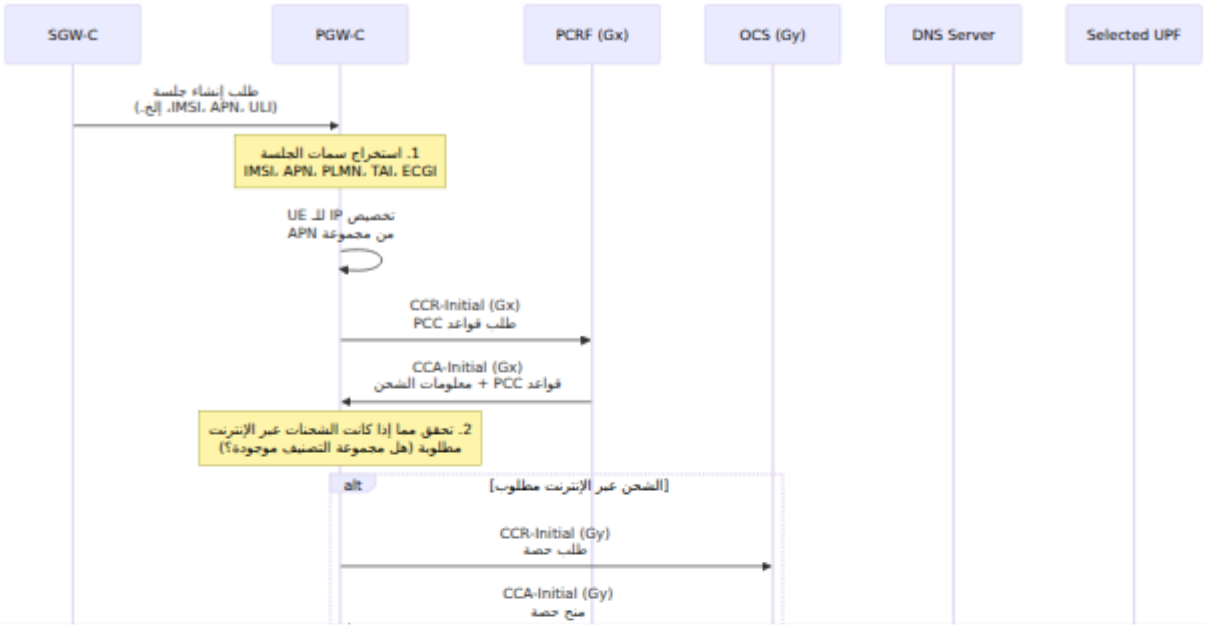
تجاوزات خيارات تكوين ا��بروتوكول (PCO):

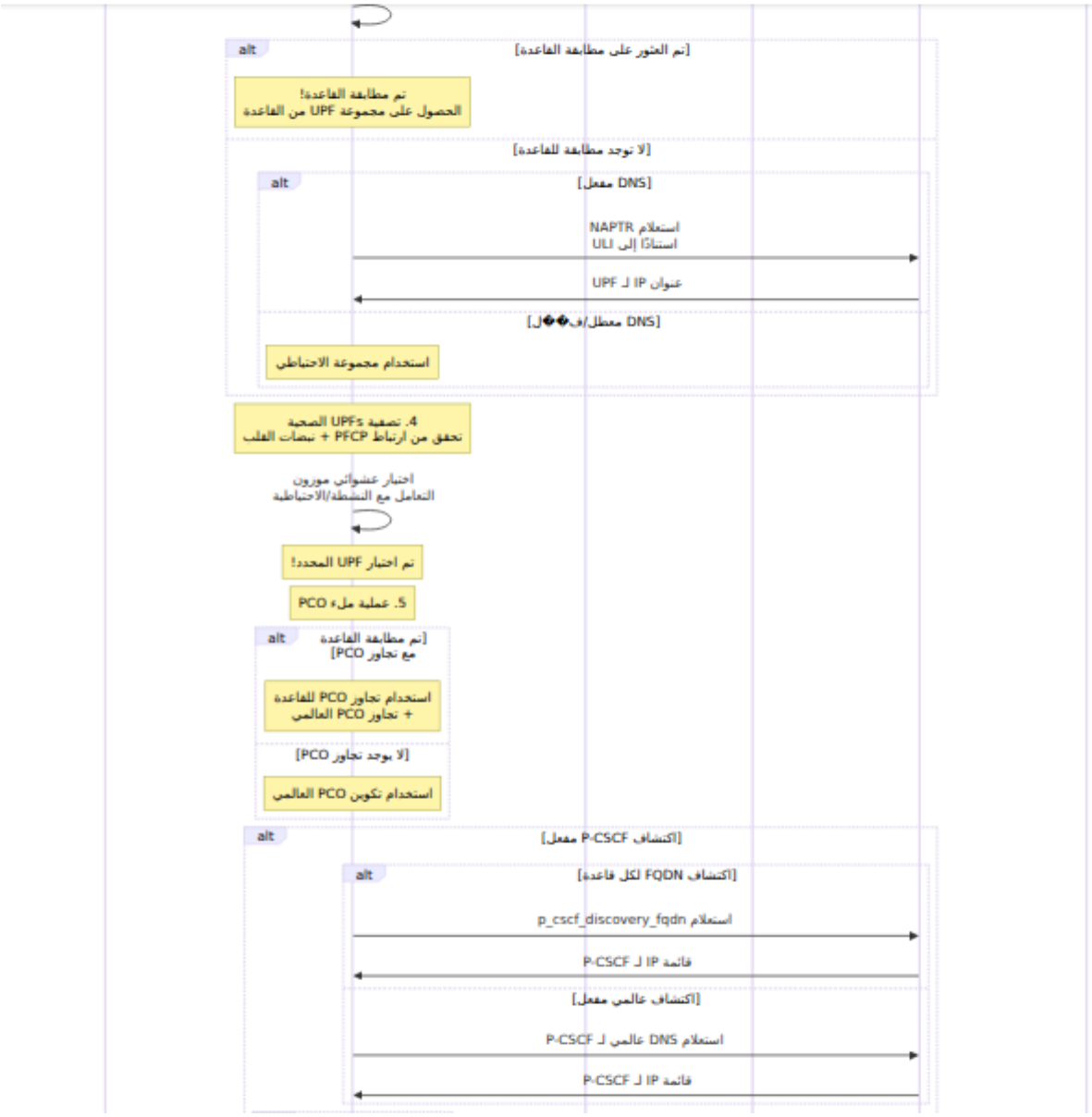
الافتراضي للجلسات PCO مخصصة تتجاوز تكوين PCO تحديد قيم UPF يمكن لكل قاعدة اختيار المطابقة. يسمح ذلك لمختلف APNs أو أنواع الحركة بتلقي معلمات شبكة مختلفة.

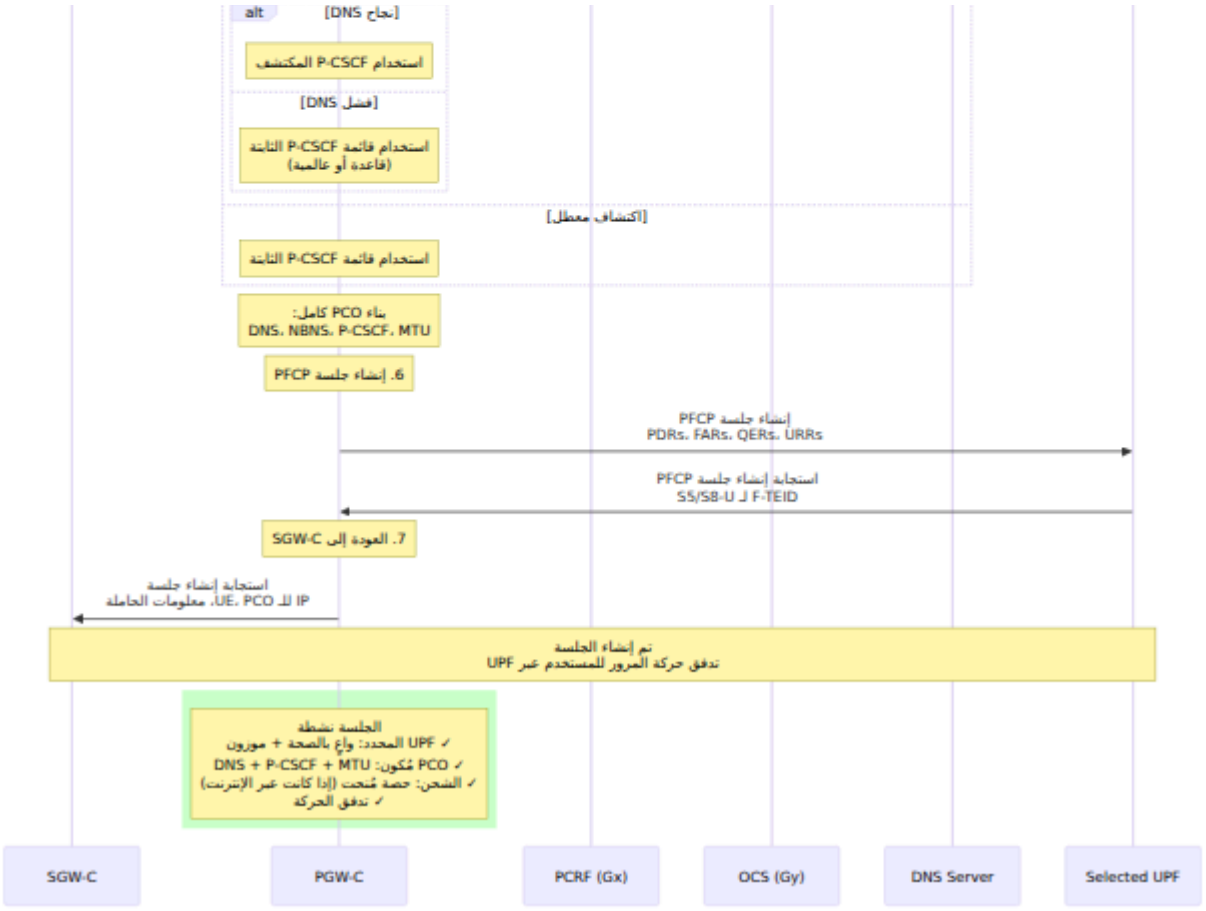
كيف تعمل تجاوزات PCO:

1. التي تريد تجاوزها PCO **تجاوزات جزئية**: تحديد فقط حقول
2. الرئيسي PCO **تجاوز افتراضي**: تستخدم الحقول غير المحددة القيم من تكوين
3. مختلفة PCO **محدد لكل قاعدة**: يمكن أن تحتوي كل قاعدة على تجاوزات
4. **دمج الأولويات**: PCO للقاعدة له أولوية على PCO الافتراضي

تسلسل ملء PCO


SGW-C
PGW-C
PCRF (Gx)
OCS (Gy)
DNS Server
Selected UPF
طلب إنشاء جلسة
(.إلخ ،IMSI، APN، ULI)
1. استخراج سمات الجلسة
IMSI، APN، PLMN، TAI، ECGI
تخصيص IP لـ UE
من مجموعة APN
CCR-Initial (Gx)
طلب قواعد PCC
CCA-Initial (Gx)
قواعد PCC + معلومات الشحن
2. تحقق مما إذا كانت الشحنات عبر الإنترنت
مطلوبة (هل مجموعة التصنيف موجودة؟)
alt
[الشحن عبر الإنترنت مطلوب]
CCR-Initial (Gy)
طلب حصة
CCA-Initial (Gy)
منح حصة


alt
[تم العثور على مطابقة القاعدة]
تم مطابقة القاعدة!
الحصول على مجموعة UPF من القاعدة
[لا توجد مطابقة للقاعدة]
alt
[DNS مفعل]
استعلام NAPTR
استنادًا إلى ULI
عنوان IP لـ UPF
[DNS معطل/ف��ل]
استخدام مجموعة الاحتياطي
4. تصفية UPFs الصحية
تحقق من ارتباط PFCP + نبضات القلب
اختيار عشوائي موزون
التعامل مع النشطة/الاحتياطية
تم اختيار UPF المحدد!
5. عملية ملء PCO
alt
[تم مطابقة القاعدة
مع تجاوز PCO]
استخدام تجاوز PCO للقاعدة
+ تجاوز PCO العالمي
[لا يوجد تجاوز PCO]
استخدام تكوين PCO العالمي
alt
[اكتشاف P-CSCF مفعل]
alt
[اكتشاف FQDN لكل قاعدة]
استعلام p_cscf_discovery_fqdn
قائمة IP لـ P-CSCF
[اكتشاف عالمي مفعل]
استعلام DNS عالمي لـ P-CSCF
قائمة IP لـ P-CSCF



ترتيب الأولوية لكل حقل PCO:

1. **تجاوز PCO** (أعلى أولوية) **للقاعدة**
2. **اكتشاف DNS لـ P-CSCF** (للعناوين فقط)
3. **تكوين PCO** (أدنى أولوية / تجاوز) **العالمي**

مثال: تجاوز IMS، تجاوز القاعدة كل شيء

```
جلسة IMS (حركة مرور "مطابقة قاعدة IMS"):
├─ خوادم DNS: (لم يتم تجاوزها في القاعدة) من العالمي
├─ P-CSCF: اكتشاف من DNS (p_cscf_discovery_fqdn في تم تعيينه
القاعدة)
│  └─ تجاوز: من القاعدة إذا فشل DNS
└─ MTU: (لم يتم تجاوزها في القاعدة) من العالمي

("جلسة المؤسسة (مطابقة قاعدة "حركة مرور المؤسسة:
├─ خوادم DNS: (192.168.1.11 ،192.168.1.10) من القاعدة
├─ P-CSCF: (لم يتم ت��اوزها في القاعدة) من العالمي
└─ MTU: (1500) من القاعدة

(جلسة افتراضية (لا توجد قاعدة مطابقة:
├─ خوادم DNS: من العالمي
├─ P-CSCF: إذا تم تمكين الاكتشاف العالمي من DNS أو العالمي
└─ MTU: من العالمي
```

حقول تجاوز PCO المتاحة:

- `primary_dns_server_address` - عنوان IP لخادم DNS الرئيسي
- `secondary_dns_server_address` - عنوان IP لخادم DNS الثانوي
- `primary_nbns_server_address` - عنوان IP لخادم WINS الرئيسي
- `secondary_nbns_server_address` - عنوان IP لخادم WINS الثانوي
- `p_cscf_ipv4_address_list` - قائمة بعناوين خادم P-CSCF (لـ IMS) - انظر تكوين PCO و مراقبة P-CSCF لاكتشاف P-CSCF الديناميكي
- `ipv4_link_mtu_size` - حجم MTU بالبايت

اكتشاف P-CSCF لكل قاعدة:

بالإضافة إلى تجاوزات PCO، يمكن أن تحدد قواعد اختيار UPF اكتشاف P-CSCF الديناميكي:

- `p_cscf_discovery_fqdn` - (String) FQDN لاكتشاف P-CSCF القائم على DNS (مثل، `"pcscf.mnc380.mcc313.3gppnetwork.org"`)

عند تعيين هذه المعلمة:

1. يقوم PGW-C ��إجراء بحث DNS عن FQDN المحدد أثناء إنشاء الجلسة
2. يعيد خادم DNS قائمة بعناوين IP لـ P-CSCF
3. يتم إرسال عناوين P-CSCF المكتشفة إلى UE عبر PCO

4. إذا فشل بحث DNS، يتم الانتقال إلى `p_cscf_ipv4_address_list` من تجاوز PCO العالمي أو تكوين (إذا تم تحديده) PCO
5. انظر مراقبة P-CSCF لمراقبة معدلات نجاح/فشل الاكتشاف

هذا مفيد بشكل خاص لـ:

- **APNs IMS** - شبكات IMS مختلفة مع خوادم P-CSCF مختلفة
- **نشر متعدد المستأجرين** - مؤسسات مختلفة مع بنية تحتية مخصصة لـ P-CSCF
- **التوجيه الجغرافي** - يعيد DNS أقرب P-CSCF بناءً على موقع UE
- **التوافر العالي** - يعيد DNS تلقائيًا فقط خوادم P-CSCF الصحية

مثال: حركة مرور IMS مع P-CSCF مخصص:

```
rules: [
  %{
    name: "حركة مرور IMS",
    priority: 20,
    match_field: :apn,
    match_regex: "^ims",
    upf_pool: [
      %{remote_ip_address: "10.100.2.21", remote_port: 8805,
weight: 80},
      %{remote_ip_address: "10.100.2.22", remote_port: 8805,
weight: 20}
    ],
    # اكتشاف P-CSCF: استعلام ديناميكي عن خوادم P-CSCF
    # يعيد بحث DNS عناوين P-CSCF لهذا FQDN الحالية استنادًا إلى
    p_cscf_discovery_fqdn: "pcscf.mnc380.mcc313.3gppnetwork.org",
    # جلسات IMS تحصل على خوادم P-CSCF مخصصة (إذا تستخدم كاحتياطي
فشل DNS)
    pco: %{
      p_cscf_ipv4_address_list: ["10.101.2.100", "10.101.2.101"]
      # ستستخدم DNS، NBNS، MTU الافتراضات من تكوين pco الرئيسي
    }
  }
]
```

مثال: حركة مرور الشركات مع DNS مخصص:

```
rules: [
  %{
    name: "حركة مرور الشركات",
    priority: 15,
    match_field: :apn,
    match_regex: "^(enterprise|corporate)\.apn",
    upf_pool: [
      %{remote_ip_address: "10.100.3.21", remote_port: 8805,
weight: 100}
    ],
    # تحصل جلسات الشركات على DNS و MTUمؤسسي مخصص
    pco: %{
      primary_dns_server_address: "192.168.1.10",
      secondary_dns_server_address: "192.168.1.11",
      ipv4_link_mtu_size: 1500
      # ستستخدم P-CSCF، NBNS الافتراضات من تكوين pco الرئيسي
    }
  }
]
```

مثال: تجاوز كامل PCO (جميع حقول):

```
rules: [
  %{
    name: "APN IoT - مخصص بالكامل",
    priority: 10,
    match_field: :apn,
    match_regex: "^iot\.m2m",
    upf_pool: [
      %{remote_ip_address: "10.100.5.21", remote_port: 8805,
weight: 100}
    ],
    # تحصل جلسات IoT على PCO مخصص بالكامل
    pco: %{
      primary_dns_server_address: "8.8.8.8",
      secondary_dns_server_address: "8.8.4.4",
      primary_nbns_server_address: "10.0.0.100",
      secondary_nbns_server_address: "10.0.0.101",
      p_cscf_ipv4_address_list: [],  # لا يوجد P-CSCF لـ IoT
      ipv4_link_mtu_size: 1280       # MTU أصغر للأجهزة المقيدة
    }
  }
]
```

حالات الاستخدام:

- **IMS/VoLTE**: توفير خوادم P-CSCF خاصة بالناقل لخدمات الصوت
- **APNs الشركات**: توجيه حركة المرور المؤسسية عبر خوادم DNS الخاصة بالشركة
- **IoT/M2M**: استخدام DNS وMTU العامة المحسن للأجهزة ذات النطاق الترددي المنخفض
- **التجوال**: توفير خوادم DNS محلية للمشتركين الزائرين
- **تمييز الخدمة**: معلمات شبكة مختلفة لكل نوع خدمة

اختيار UPF القائم على DNS الديناميكي:

قم بتمكين اختيار UPF الديناميكي (ULI) باستخدام موقع المستخدم استنادًا إلى معلومات DNS NAPTR. استعلامات DNS ضمن قسم `upf_selection`. يتم الآن تكوين إعدادات.

ملاحظة: يوفر هذا اختيار UPF قائم على الجغرافيا أو الطوبولوجيا. انظر واجهة PFCP لإعداد ارتباط PFCP مع UPFs المكتشفة ديناميكيًا و إدارة الجلسة لتدفقات إنشاء الجلسة.

```
upf_selection: %{
  # تمكين الاختيار القائم على DNS
  dns_enabled: true,

  # أنواع الموقع للاستعلام بترتيب الأولوية
  dns_query_priority: [:ecgi, :tai, :rai, :sai, :cgi],

  # لاحقة DNS لاستعلامات NAPTR
  dns_suffix: "epc.3gppnetwork.org",

  # مهلة استعلام DNS بالملي ثانية
  dns_timeout_ms: 5000,

  # ... القواعد ومجموعة الاحتياطي ...
}
```

يعمل الاختيار القائم على DNS كما يلي:

1. فقط عندما **لا تتطابق أي قواعد ثابتة** (أقل DNS **الأولوية**: يتم استخدام اختيار أولوية)
2. استنادًا إلى موقع DNS NAPTR UE: **توليد الاستعلام**: يبني استعلامات
   - استعلام ECGI: `eci-<hex>.ecgi.epc.mnc<MNC>.mcc<MCC>.epc.3gppnetwork.org`
   - استعلام TAI: `tac-lb<hex>.tac-hb<hex>.tac.epc.mnc<MNC>.mcc<MCC>.epc.3gppnetwork.org`
   - تتبع استعلامات RAI وSAI وCGI 3تنسيق GPP TS 23.003 المماثل
3. **تسلسل الاحتياطي**: يحاول كل نوع موقع بترتيب الأولوية حتى يتم العثور على تطابق
4. ضد قائمة الأقران المكونة DNS **مطابقة الأقران**: يتم تصفية نتائج
5. **الاختيار**: يختار النظير المطابق (حاليًا أول مطابقة، سيتم إضافة اختيار قائم على الحمل قريبًا)

مثال سجلات DNS (تكوين على خادم DNS الخاص بك):

```
; سجل NAPTR لـمنطقة TAC 100 في PLMN 313-380
tac-lb64.tac-hb00.tac.epc.mnc380.mcc313.epc.3gppnetwork.org IN
NAPTR 10 50 "a" "x-3gpp-upf:x-sxb" "" upf-edge-1.example.com.

; سجل A لــ UPF
upf-edge-1.example.com IN A 10.100.1.21
```

حالات الاستخدام:

- **الحوسبة الطرفية متعددة الوصول (MEC)**: توجيه الجلسات إلى أقرب UPFs الطرفية جغرافيًا
- **اكتشاف UPF الديناميكي**: إضافة/إزالة UPFs من الشبكة دون إعادة تكوين PGW-C
- **توازن الحمل**: توزيع الحمل عبر UPFs بناءً على الموقع
- **تقسيم الشبكة**: توجيه الشرائح المختلفة إلى UPFs مختلفة حسب الموقع

مراقبة صحة UPF

اختيار و��ع بالصحة تلقائي: يقوم PGW-C بمراقبة صحة جميع UPFs تلقائيًا ويستبعد UPFs غير الصحية من الاختيار.

معايير التحقق من الصحة

يعتبر UPF **صحيًا** عندما يتم استيفاء جميع الشروط التالية:

1. **ارتباط PFCP نشط**: تم إنشاء ارتباط PFCP مع UPF
2. **استجابة نبض القلب**: أقل من 3 نبضات قلب مفقودة متتالية
3. **العملية حية**: عملية نظير UPF GenServer تعمل

يعتبر UPF **غير صحي** إذا كانت أي من الأمور التالية صحيحة:

- لم يتم إنشاء ارتباط PFCP (`associated: false`)
- أو أكثر من 3 المهلات المتتالية للنبضات
- أو عملية نظير UPF تعطل أو غير مستجيبة

آلية المراقبة

المكونة لـ UPFs (في `upf_selection`):

- يبدأ تتبع الصحة على الفور عند التشغيل
- تتم مراقبة ارتباط PFCP باستمرار
- يتم إرسال نبضات القلب كل 5 ثوانٍ
- يتتبع العداد `missed_heartbeats_consecutive` الفشل المتتالي
- يتم تسجيل جميع UPFs تلقائيًا من القواعد ومجموعة الاحتياطي

DNS المكتشفة بواسطة UPFs لـ (التسجيل الديناميكي):

- تعتبر صحية حتى أول محاولة جلسة
- يتم تسجيلها تلقائيًا عند الاستخدام الأول
- يبدأ تتبع الصحة بعد التسجيل

سلوك الاختيار

وضع نشط/احتياطي (عند استخدام `weight: 0`):

1. تصفية UPFs الصحية فقط
2. فصل إلى **نشط** (الوزن > 0) و**احتياطي** (الوزن == 0)
3. استخدم UPFs النشطة إذا كانت أي منها صحية
4. تفعيل UPFs الاحتياطية (اعتبار الوزن كـ 1) إذا كانت جميع النشطة غير صحية
5. الانتقال إلى المجموعة الكاملة إذا لم يكن هناك UPFs صحية

وضع موزون (جميع الأوزان > 0):

1. تصفية UPFs الصحية فقط
2. إجراء اختيار عشوائي موزون بين UPFs الصحية
3. الانتقال إلى المجموعة الكاملة إذا لم يكن هناك UPFs صحية

التسجيل:

```
[debug] استخدام مجموعة UPF النشطة (2/3 UPFs صحية، 1 احتياطي)
[info] جميع UPFs النشطة معطلة، تفعيل UPFs الاحتياطية (1 UPFs
احتياطية، اعتبار الوزن 0 كـ 1)
[warning] لا يوجد UPFs صحية في المجموعة (3 إجمالي)، استخدام
المجموعة الكاملة كاحتياطي
```

التحقق من صحة UPF

برمجيًا:

```
# تحقق مما إذا كان UPF معين صحيًا
iex> PGW_C.PFCP_Node.is_peer_healthy?({10, 100, 1, 21})
true

# الحصول على معلومات الصحة التفصيلية
iex> PGW_C.PFCP_Node.get_peer_health({10, 100, 1, 21})
%{
  associated: true,
  missed_heartbeats: 0,
  healthy: true,
  registered: true
}
```

عبر واجهة الويب:

- انتقل إلى `/upf_selection` في لوحة التحكم
- عرض حالة الصحة في الوقت الفعلي لجميع UPFs في كل مجموعة
- شارات الحالة: UP، نشط-معطل، غير مرتبط، احتياطي-جاهز، نشط
- يتم عرض عداد فقدان النبضات لجميع UPFs المرتبطة

أفضل الممارسات لمراقبة الصحة

1. **تكوين UPFs في upf_selection**: يتم مراقبة جميع UPFs في القواعد ومجموعات الاحتياطي تلقائيًا

```
upf_selection: %{
  rules: [
    %{
      name: "حركة مرور الإنترنت",
      priority: 10,
      match_field: :apn,
      match_regex: "^internet",
      upf_pool: [
        %{remote_ip_address: "10.100.1.21", remote_port:
8805, weight: 100}
      ]
    }
  ],
  fallback_pool: [
    %{remote_ip_address: "10.100.2.21", remote_port: 8805,
weight: 100}
  ]
}
# جميع UPFs تحصل على تلقائيًا:
# - نبضات قلب كل 5 ثوانٍ
# - مراقبة الصحة من البداية
# - أسماء تم إنشاؤها تلقائيًا
```

2. **استخدام UPFs الاحتياطية**: قم بتكوين UPFs الاحتياطية الساخنة باستخدام `weight: 0` للفشل التلقائي

```
upf_pool: [
  %{remote_ip_address: "10.1.1.1", remote_port: 8805,
weight: 100},  # نشط
  %{remote_ip_address: "10.1.1.2", remote_port: 8805,
weight: 0}     # احتياطي
]
```

3. في لوحة التحكم UPF **المراقبة عبر واجهة الويب**: تحقق بانتظام من حالة صحة

4. **مراقبة نبض القلب**: يستخدم النظام عتبة ثابتة من 3 نبضات قلب مفقودة متتالية لتحديد صحة النظير.

التسجيل الديناميكي لـ UPF

الميزة: يقوم PGW-C بتسجيل UPFs المكتشفة تلقائيًا عبر DNS، حتى لو لم تكن في تكوين `upf_selection`.

كيف يعمل

عند عودة أي طريقة اختيار (DNS لـ UPF، القواعد الثابتة، المجموعات، أو غير مسجل بالفعل)، يقوم النظام تلقائيًا بـ:

1. **إنشاء نظير PFCP**: ينشئ تكوين نظير افتراضي لـ UPF غير معروف
2. **بدء ارتباط PFCP**: يحاول إنشاء ارتباط PFCP مع UPF
3. **تسجيل في سجل الأقران**: يضيف UPF إلى نظام تتبع النظير الداخلي
4. **بدء مراقبة نبض القلب**: يبدأ تبادل نبضات القلب الدورية (كل 10 ثوانٍ)
5. **تتبع الحياة**: يراقب UPF للفشل والتعافي

التكوين الافتراضي لـ UPFs الديناميكية

عندما يتم تسجيل UPF التالي ديناميكيًا، فإنه يتلقى التكوين الافتراضي:

```
%{
  name: "ديناميكي-UPF-<IP>",              # ديناميكي" مثل "ديناميكي-UPF-10-100-1-21"
  remote_ip_address: <discovered_ip>,     # IP من DNS أو الاختيار
  remote_port: 8805,                      # PFCP المنفذ القياسي (قابل للتجاوز)
  initiate_pfcp_association_setup: true,  # PGW-C يبدأ الارتباط
  heartbeat_period_ms: 10_000             # فترة نبض القلب 10 ثوانٍ
}
```

> **ملاحظة**: يتم تسجيل UPFs الديناميكية فقط لإدارة الارتباط. يتم استخدامها كأهداف في قواعد `upf_selection`، وليس كمصادر منطق الاختيار.

مثال: يعيد DNS UPF غير معروف

```
# يعيد استعلام DNS: upf-edge-2.example.com -> 10.200.5.99
# هذا UPF ليس في تكوين upf_selection الخاص بك

# تدفق التسجيل الديناميكي:
# 1. يكتشف النظام UPF 10.200.5.99 غير معروف
# 2. يسجل: "UPF {10، 200، 5، 99} غير مكون مسبقًا، يحاول التسجيل الديناميكي..."
# 3. يرسل طلب إعداد ارتباط PFCP 10.200.5.99:8805 إلى
# 4. إذا استجاب UPF: تم إنشاء الارتباط، تستمر الجلسة بشكل طبيعي
# 5. إذا لم يستجب UPF: تفشل الجلسة بشكل نظيف مع رسالة خطأ واضحة
```

الفوائد

 اكتشاف ديناميكي حقيقي UPF القائم على DNS الآن دون الحاجة إلى التكوين المسبق: يعمل اختيار
 توسع تلقائي UPFs إلى الشبكة دون إعادة تشغيل PGW-C: إضافة
 تدهور نظيف (لا تعطل): إذا فشل الارتباط، تفشل الجلسات بشكل نظيف
 متوافق مع السابق UPFs المكونة مسبقًا في العمل تمامًا كما كان من قبل: تستمر
 مراقبة كاملة UPFs الدينامي: تحصل

تنسيق سجل بيانات الشحن (CDR)

الشحن غير المتصل لـ PGW-C

Omnitouch Network Services من OmniPGW

جدول المحتويات

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

نظرة عامة

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

هذا التنسيق الشائع متوافق مع سجلات SGW-C CDR، مما يضمن الاتساق في سجلات الشحن عبر بنية EPC التحتي��.

الميزات الرئيسية

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

حالات الاستخدام

حالة الاستخدام	الوصف
الشحن غير المتصل	إنشاء سجلات CDR للفوترة بعد الدفع
التحليلات	تحليل أنماط استخدام المشتركين
مسار التدقيق	تتبع جميع أحداث جلسات الحامل
تخطيط السعة	مراقبة استخدام موارد الشبكة
استكشاف الأخطاء	تصحيح مشكلات الجلسة والحامل

تنسيق ملف CDR

قاعدة تسمية الملفات

```
<epoch_timestamp>
```

مثال:

```
1726598022
```

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

موقع الملف

الدليل الافتراضي:

- PGW-C: `/var/log/pgw_c/cdrs/`

يمكن تكوينه عبر معلمة `cdr_directory` في config/runtime.exs.

رأس الملف

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

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

حقول الرأس:

- **وقت بدء الملف** - عندما تم إنشاء ملف CDR (قابل للقراءة البشرية وطابع زمني لزمن يونكس)
- **وقت انتهاء الملف** - عندما سيحدث دوران الملف (قابل للقراءة البشرية وطابع زمني لزمن يونكس)
- **اسم البوابة** - معرف لنسخة PGW-C (تم تكوينه عبر معلمة `pgw_name`)
- **رؤوس الأعمدة** - أسماء حقول CSV لسجلات البيانات

حقول CDR

ملخص الحقول

الموضع	ا��م الحقل	النوع	الوصف
0	epoch	عدد صحيح	طابع زمني للحدث (ثواني زمن يونكس)
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 للحامل
4	msisdn	سلسلة	رقم ISDN لمحطة الهاتف المحمول (رقم الهاتف)
5	ue_imei	سلسلة	هوية المعدات المحمولة الدولية
6	timezone_raw	سلسلة	المنطقة الزمنية لوحدة المستخدم (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 SGW-C S5/S8

الموضع	ا��م الحقل	النوع	الوصف
11	ue_ip	سلسلة	عنوان IP لوحدة المستخدم (بتنسيق IPv4
12	pgw_ip	سلسلة	عنوان IP لطبقة التحكم PGW-C S5/S8
13	apn	سلسلة	اسم نقطة الوصول
14	qci	عدد صحيح	معرف فئة جودة ا��خدمة
15	octets_in	عدد صحيح	حجم البيانات في الاتجاه النازل (بايت)
16	octets_out	عدد صحيح	حجم البيانات في الاتجاه الصاعد (بايت)

أحداث CDR

أنواع الأحداث

يتم إنشاء سجلات CDR لثلاثة أنواع من الأحداث:

نوع الحدث	التنسيق	الوصف	متى يتم إنشاؤه
بدء الحامل	`<type>_bearer_start`	إنشاء الحامل	يتم إرسال استجابة إنشاء الجلسة
تحديث الحامل	`<type>_bearer_update`	الإبلاغ عن الاستخدام أثناء الجلسة	تقارير الاستخدام الدورية من مستوى المستخدم
نهاية الحامل	`<type>_bearer_end`	إنهاء الحامل	طلب/استجابة حذف الجلسة

أنواع الحامل:

- `default` - حامل افتراضي (واحد لكل اتصال PDN)
- `dedicated` - حامل مخصص (صفر أو أكثر لكل اتصال PDN)

أمثلة الأحداث

```
default_bearer_start      - تم إنشاء حامل افتراضي
default_bearer_update     - تحديث استخدام الحامل الافتراضي
default_bearer_end        - تم إنهاء الحامل الافتراضي
dedicated_bearer_start    - تم إنشاء حامل مخصص
dedicated_bearer_update   - تحديث استخدام الحامل المخصص
dedicated_bearer_end      - تم إنهاء الحامل المخصص
```

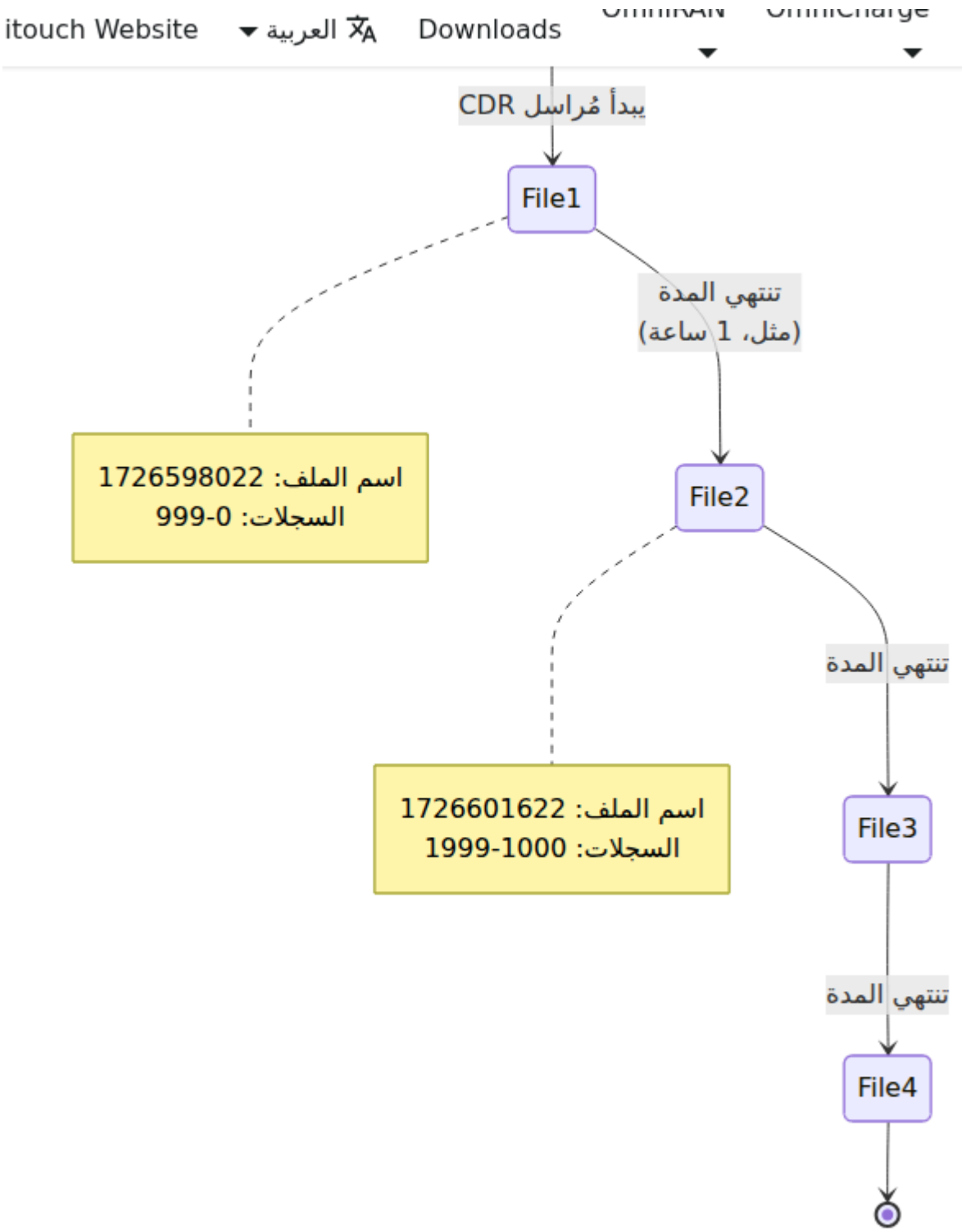
هيكل الملف

مثال على ملف CDR

```
# ملف CDR للبيانات:
# (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 الملـ??ـات

تدور ملفات CDR تلقائيًا بناءً على المدة المكونة:



عملية الدوران:

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

التكوين

معلمات التكوين

يتم تكوين توليد CDR لـ PGW-C في `config/runtime.exs`:

المعلمة	النوع	الوصف	الافتراضي	وصى به
`pgw_name`	سلسلة	معرف نسخة PGW (يظهر في رؤوس CDR)	"omni-pgw01"	م اسم المضيف أو معرف النسخة
`cdr_file_duration`	عدد صحيح	فترة دوران الملف (مللي ثانية)	3600000	عة 1) 3600000
`cdr_directory`	سلسلة	مسار دليل إخراج CDR	"/tmp/pgw_c"	`/var/log/pgw`
`usage_report_interval`	عدد صحيح	فترة الإبلاغ عن URR (مللي ثانية) - كم مرة يرسل PGW-U تقارير الاستخدام	60000	دقيقة 1) 60000

أمثلة التكوين

تكوين الحد الأدنى (config/runtime.exs):

```
config :pgw_c,
  # تكوين ملف CDR
  pgw_name: "omni-pgw01",
  cdr_file_duration: 3_600_000,           # 1 ساعة
  cdr_directory: "/var/log/pgw_c/cdrs",

  # تكوين URR (من الاستخدام تقارير يحفز PGW-U)
  usage_report_interval: 60_000           # 60 ثانية
```

الإنتاج:

```
config :pgw_c,
  pgw_name: "pgw-c-prod-01",
  cdr_file_duration: 3_600_000,           # دوران 1 ساعة
  cdr_directory: "/var/log/pgw_c/cdrs",
  usage_report_interval: 60_000           # تحديثات 1 دقيقة
```

التطوير:

```
config :pgw_c,
  pgw_name: "pgw-c-dev",
  cdr_file_duration: 300_000,             # دوران 5 دقائق للاختبار
  cdr_directory: "/tmp/pgw_c_cdrs",
  usage_report_interval: 30_000           # تحديثات 30 ثانية
للاختبار الأسرع
```

الحجم الكبير:

```
config :pgw_c,
  pgw_name: "pgw-c-prod-heavy",
  cdr_file_duration: 1_800_000,           # دوران 30 دقيقة
  cdr_directory: "/mnt/fast-storage/cdrs",
  usage_report_interval: 300_000          # تحديثات 5 دقائق (تقليل
(الحمل
```

URR (قواعد الإبلاغ عن الاستخدام)

يستخدم PGW-C **PFCP URRs (قواعد الإبلاغ عن الاستخدام)** لتحفيز تقارير الاستخدام من طلب تقرير الجلسة PGW-U أو تنتهي المدة، يرسل URR عندما يتم الوصول إلى عتبة PGW-U. الذي يحتوي على بيانات الاستخدام، مما يحفز توليد CDR.

كيف يعمل تكوين URR:

1. يتم تحويل `usage_report_interval` (بالمللي ثانية) إلى ثوانٍ لعتبة الوقت PFCP
2. ينشئ PGW-C URR مع عتبة الوقت أثناء إنشاء الجلسة
3. يرسل PGW-U تقارير الاستخدام الدورية عند الفترات المكونة
4. كل تقرير استخدام يحفز حدث CDR `bearer_update`
5. يحفز حدث (عند حذف الجلسة) التقرير النهائي للاستخدام CDR `bearer_end`

مثال: `usage_report_interval: 60_000` يعني:

- يبلغ عن الاستخدام PGW-U كل 60 ثانية
- كل 60 ثانية يتم إنشاء أحداث تحديث CDR
- تتبع الاستخدام الدقيق للفوترة

تعريف نوع URR:

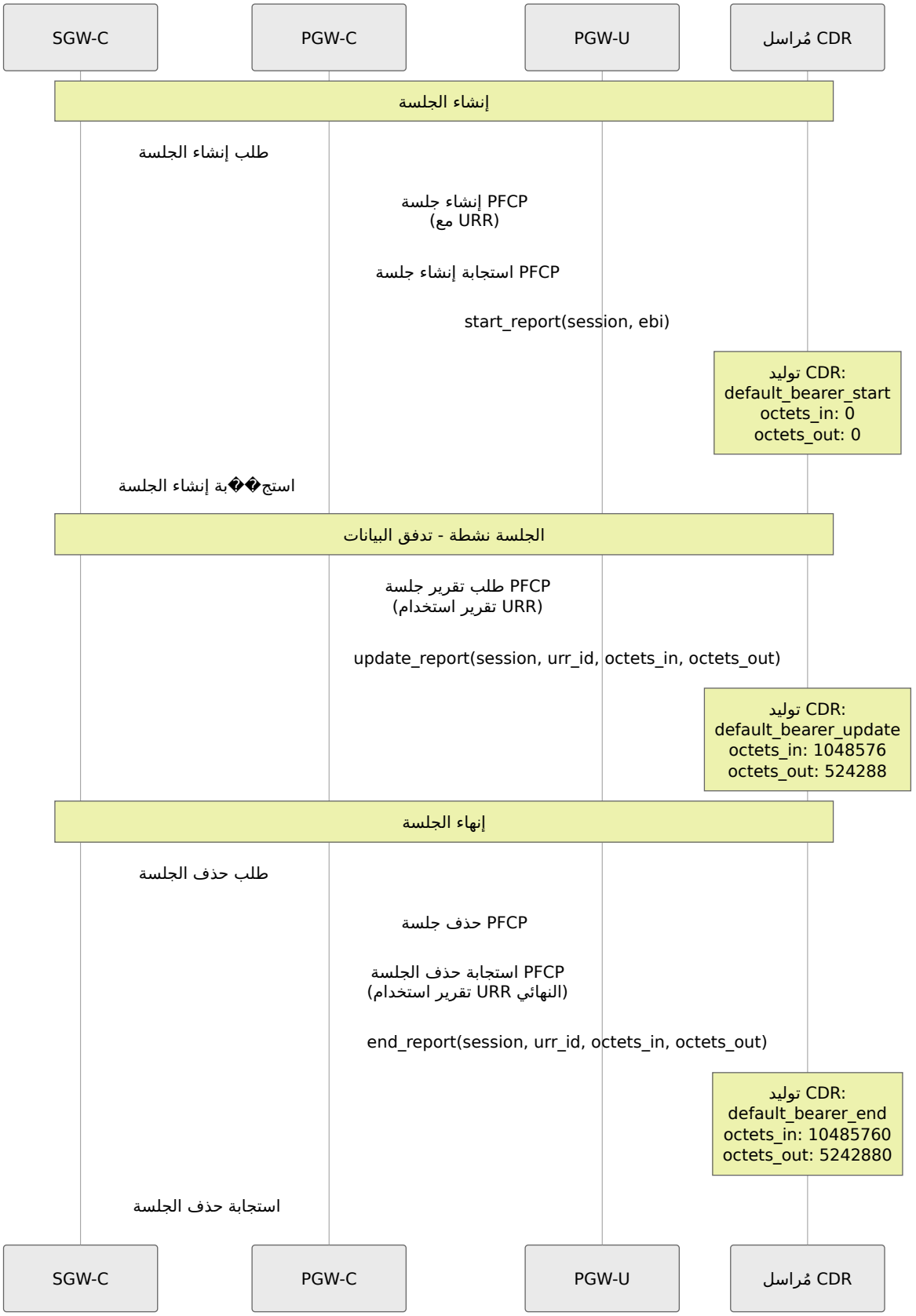
```
# lib/core/session/types.ex
defmodule PGW_C.Session.Types.URR do
  typedstruct do
    field :urr_id, non_neg_integer()
    field :measurement_method, :duration | nil
    field :reporting_triggers, :time_threshold | nil
    field :time_threshold, non_neg_integer() | nil  # ثواني
  end
end
```

للحصول على تفاصيل PFCP انظر وثائق واجهة PFCP URR
وlib/core/session/impl/procedures.ex:468 لإنشاء URR أثناء إنشاء الجلسة.

تدفق توليد CDR

أحداث دورة حياة الحامل CDR

توليد CDR لـ PGW-C:



أحداث توليد CDR

1. بدء الحامل:

- **متى:** يتم إرسال استجابة إنشاء الجلسة
- **الغرض:** تسجيل إنشاء الحامل مع استخدام صفر
- **octets_in:** 0
- **octets_out:** 0

2. تحديث الحامل:

- **متى:** يتم استلام طلب تقرير جلسة PFCP من PGW-U (تقرير استخدام URR)
- **الغرض:** تسجيل استخدام البيانات التزايدي
- **octets_in:** بايتات الاتجاه النازل التراكمية منذ بدء الحامل
- **octets_out:** بايتات الاتجاه الصاعد التراكمية منذ بدء الحامل
- **التحفيز:** انتهاء عتبة الوقت URR (المكونة عبر `usage_report_interval`)

3. نهاية الحامل:

- **متى:** يتم استلام استجابة حذف الجلسة PFCP من PGW-U (مع التقرير النهائي للاستخدام)
- **الغرض:** تسجيل الاستخدام النهائي للبيانات قبل إنهاء الجلسة
- **octets_in:** إجمالي بايتات الاتجاه النازل النهائي
- **octets_out:** إجمالي بايتات الاتجاه الصاعد النهائي

تفاصيل الحقول

1. epoch (الطابع الزمني)

النوع: طابع زمني لزمن يونكس (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، المستلم 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 كانت EBI (معرف الحامل EPS) تساوي LBI (معرف الحامل المرتبط): `default`
- إذا كانت EBI لا تساوي LBI: `dedicated`

سياق الحامل **المصدر:** (مقارنة EBI مقابل LBI)

---

4. charging_id (معرف الشحن)

النوع: عدد صحيح غير موقع 32 بت

الوصف: معرف فريد لتوافق الشحن عبر عناصر الشبكة

مثال:

```
12345
```

المستلم في استجابة إنشاء الجلسة، PGW-C **المصدر:** يتم تعيينه بواسطة

الاستخدام:

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

---

5. msisdn (رقم الهاتف)

سلسلة **النوع:** (بتنسيق E.164)

رقم **الوصف:** ISDN (رقم الهاتف الخاص بالمشترك) لمحطة الهاتف المحمول

رمز الدولة + الرقم الوطني **التنسيق:**

مثال:

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

سياق **المصدر:** عادة من UE، عبر MME HSS

---

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، المستلم من MME

---

7. timezone_raw (منطقة زمنية لوحدة المستخدم)

النوع: سلسلة (حالياً محجوزة/فارغة)

الوصف: حقل محجوز لمعلومات المنطقة الزمنية لوحدة المستخدم

الحالة الحالية: غير مملوءة (حقل فارغ في CSV)

الاستخدام المستقبلي: قد تتضمن إزاحة المنطقة الزمنية وعلم التوقيت الصيفي

مثال:

```
,  (حقل فارغ)
```

---

8. plmn (معرف الشبكة)

النوع: عدد صحيح (تنسيق قديم)

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

عملية التشفير:

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

مثال:

```
349552  → MCC: 505, MNC: 57
```

المصدر: معلومات موقع MME من UE

ملاحظة: هذا هو تنسيق تشفير قديم للتوافق مع الإصدارات السابقة

---

9. tac (رمز منطقة التتبع)

النوع: عدد صحيح غير موقع 16 بت

الوصف: يحدد رمز منطقة التتبع المنطقة التي يقع فيها UE

النطاق: 0 - 65535

مثال:

```
1234
```

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

الاستخدام:

- يحدد منطقة إدارة الحركة
- يستخدم في التصفية وتحديثات الموقع

- جزء من TAI (معرف منطقة التتبع)

---

10. eci (معرف خلية E-UTRAN)

النوع: عدد صحيح غير موقع 28 بت

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

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

النطاق: 0 - 268,435,455

مثال:

```
5678
```

المصدر: MME من معلومات موقع UE

الاستخدام:

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

---

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 للوحدة المستخدم)

النوع: سلسلة (بتنسيق IPv4|IPv6)

الوصف: عنوان IP المعين لوحدة المستخدم من أجل اتصال PDN

التنسيق: `<ipv4>|<ipv6>`

أمثلة:

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

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

ملاحظات:

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

---

13. pgw_ip (عنوان IP لطبقة التحكم PGW)

النوع: سلسلة (عنوان IPv4 أو IPv6)

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

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

مثال:

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

المصدر: المستلم 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: المستلم في طلب إنشاء الجلسة من MME

الاستخدام:

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

---

15. qci (معرف فئة جودة الخدمة)

النوع: عدد صحيح غير موقع 8 بت

الوصف: معرف فئة جودة الخدمة يحدد جودة الخدمة للحامل

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 ms	10^-2	صوت محادثة
2	GBR	4	150 ms	10^-3	فيديو محادثة
3	GBR	3	50 ms	10^-3	ألعاب في الوقت الحقيقي
4	GBR	5	300 ms	10^-6	فيديو غير محادثة
5	Non-GBR	1	100 ms	10^-6	إشارات IMS
6	Non-GBR	6	300 ms	10^-6	فيديو (مخزن)
7	Non-GBR	7	100 ms	10^-3	صوت، فيديو، ألعاب
8	Non-GBR	8	300 ms	10^-6	فيديو (مخزن)
9	Non-GBR	9	300 ms	10^-6	حامل افتراضي

مثال:

```
9 → حامل افتراضي (أفضل جهد)
```

المصدر: معلمات QoS للحامل من PGW-C

---

16. octets_in (حجم البيانات في الاتجاه النازل)

النوع: عدد صحيح غير موقع 64 بت

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

الوحدات: بايت

مثال:

```
1048576  → 1 ميجابايت في الاتجاه النازل
```

المصدر: قياس حجم PFCP من PGW-U (عبر تقارير استخدام URR)

ملاحظات:

- تراكمية لأحداث `update`
- إجمالي نهائي لأحداث `end`
- دائماً 0 لأحداث `start`
- التقارير تحفزها عتبة الوقت URR (المكونة عبر `usage_report_interval`)

---

17. octets_out (حجم البيانات في الاتجاه الصاعد)

النوع: عدد صحيح غير موقع 64 بت

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

الوحدات: بايت

مثال:

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

المصدر: قياس حجم PFCP من PGW-U (عبر تقارير استخدام URR)

ملاحظات:

- تراكمية لأحداث `update`
- إجم��لي نهائي لأحداث `end`
- دائماً 0 لأحداث `start`
- التقارير تحفزها عتبة الوقت URR (المكونة عبر `usage_report_interval`)

أمثلة

المثال 1: جلسة أساسية مع تحديث واحد

الجدول الزمني:

1. تم إنشاء الحامل
2. بعد 5 دقائق: تحديث الاستخدام (10 ميجابايت في الاتجاه النازل، 5 ميجابايت في الاتجاه الصاعد)
3. تم إنهاء الجلسة

مخرجات CDR:

```
# ملف CDR للبيانات:
# (1726570800) 10:00:00 :وقت بدء الملف
# (1726574400) 11:00:00 :وقت انتهاء الملف
# اسم البوابة: pgw-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 ثنائية المكدس مع تحديثات متعددة

الجدول الزمني:

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

مخرجات 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 حامل مخصص

الجدول الزمني:

1. تم إنشاء حامل افتراضي (QCI 9)
2. تم إنشاء حامل مخصص للفيديو (QCI 6)
3. تحديثات ا��تخدام لكل من الحاملين
4. تم حذف الحامل المخصص
5. تم إنهاء الحامل الافتراضي

مخرجات CDR:

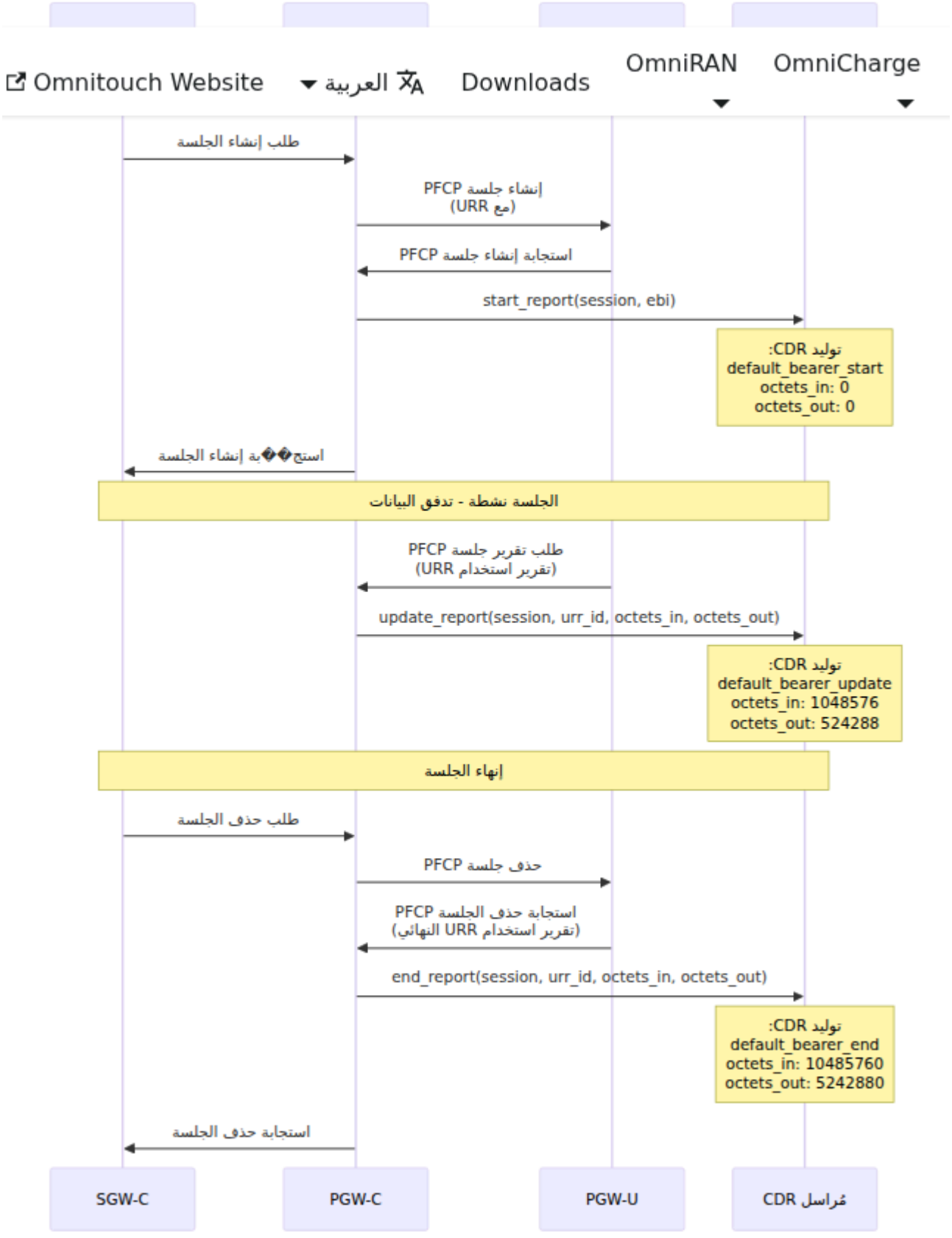
```
1726570800,310260333333333,default_bearer_start,10003,15553333333,333
1726571100,310260333333333,dedicated_bearer_start,10004,15553333333,3
1726571400,310260333333333,default_bearer_update,10003,15553333333,33
1726571400,310260333333333,dedicated_bearer_update,10004,15553333333,
1726571700,310260333333333,dedicated_bearer_end,10004,15553333333,333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

التحليل:

- يحمل الحامل الافتراضي (10003) حركة مرور خلفية (10 ميجابايت في الاتجاه النازل، 4 ميجابايت في الاتجاه الصاعد)
- يحمل الحامل الم��صص (10004) حركة مرور الفيديو (200 ميجابايت في الاتجاه النازل، 2 ميجابايت في الاتجاه الصاعد)
- تعكس قيم QCI معاملة QoS المختلفة (9 مقابل 6)

التكامل

خط أنابيب معالجة CDR



طرق جمع CDR

1. جمع قائم على الملفات:

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

2. البث في الوقت الحقيقي:

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

الوثائق ذات الصلة

- إدارة الجلسات CDR - دورة حياة الجلسة ومحفزات
- واجهة PFCP - الإبلاغ عن الاستخدام من PGW-U عبر URRs
- دليل المراقبة CDR والتنبيهات - مقاييس توليد
- دليل التكوين CDR وURR - معلمات تكوين
- واجهة Diameter Gx - التحكم في السياسة لقيم QCI في سجلات CDR
- واجهة Diameter Gy - تكامل الشحن عبر الإنترنت

مراجع 3GPP

- TS 32.251 - شحن مجال الحزمة (PS)
- TS 29.274 - نظام الحزمة المتطور (EPS)بروتوكول ؛ GTP-C
- TS 29.244 - الواجهة بين عقد CP وUP (PFCP) - **دعم URR**
- TS 32.298 - ترميز CDR

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

تم تطويره بواسطة Omnitouch Network Services

إصدار الوثائق: 1.0 **آخر تحديث:** 28-12-2025

وثائق واجهة قطر Gx

واجهة وظيفة قواعد السياسة والرسوم (PCRF)

جدول المحتويات

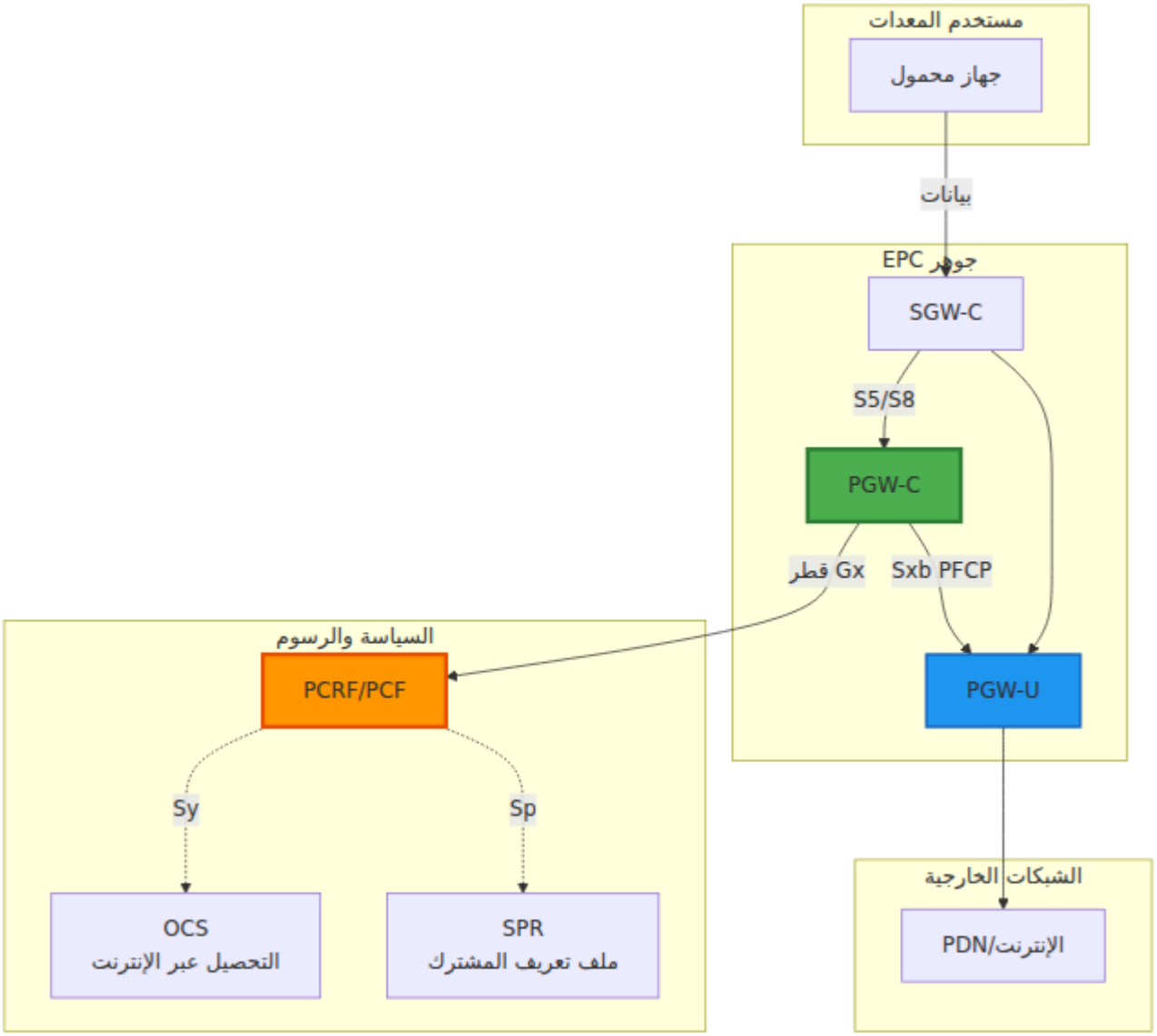
1. نظرة عامة
2. أساسيات واجهة Gx
3. بروتوكول قطر
4. رسائل التحكم في الائتمان
5. قواعد السياسة والرسوم
6. التكوين
7. تدفقات الرسائل
8. معالجة الأخطاء
9. استكشاف الأخطاء وإصلاحها

نظرة عامة

واجهة تربط **Gx** PGW-C بـ **PCRF (وظيفة قواعد السياسة والرسوم)** أو **PCF (وظيفة التحكم في السياسة)** في شبكات 5G. تتيح هذه الواجهة:

- تنفيذ - **التحكم الديناميكي في السياسة** QoS والسياسة في الوقت الحقيقي
- تفويض الائتمان وتتبع الاستخدام - **التحكم في الرسوم**
- تمييز حركة المرور على مستوى التطبيق - **الوعي ب��لخدمة**
- تطبيق السياسة لكل مستخدم - **إدارة ملفات تعريف المشتركين**

في هيكل الشبكة Gx



الوظائف الرئيسية

الوظيفة	الوصف
توفير السياسة	يوفر PCRF قواعد PCC التي تحدد كيفية التعامل مع حركة المرور
التحكم في QoS	ضبط ديناميكي لمعدلات البت ومعلمات QoS
التحكم في الرسوم	تفويض الائتمان لسيناريوهات الدفع المسبق/ما بعد الدفع
التحكم في البوابة	تمكين/تعطيل تدفقات الحركة بناءً على السياسة
مراقبة الاستخدام	تتبع استهلاك البيانات لكل خدمة

أساسيات واجهة Gx

مرجع 3GPP

- **المواصفة:** 3GPP TS 29.212
- **معرف تطبيق قطر:** 16777238 (Gx)
- **البروتوكول:** بروتوكول قطر الأساسي (RFC 6733)

مفهوم الجلسة

جلسة Gx له UE لمستخدم PDN كل اتصال **Session-ID** المقابلة التي يتم التعرف عليها بواسطة. هذه الجلسة:

- تم إنشاؤها عند اتصال UE (CCR-Initial)
- تم تحديثها خلال مدة الاتصال (CCR-Update) - اختياري
- تم إنهاؤها عند فصل UE (CCR-Termination)

تنسيق Session ID

```
Session-ID: <Origin-Host>;<high32>;<low32>[;<optional>]
مثال: omni-
pgw_c.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org;1234567890;98765
```

المكونات:

- **Origin-Host:** هوية قطر الخاصة بـ PGW-C
- **high32:** 32 بت العليا من المعرف الفريد
- **low32:** 32 بت السفلى من المعرف الفريد

بروتوكول قطر

هيكل الرسالة

تكون رسائل قطر مشفرة ثنائيًا بالهيكل التالي:

```
(20 بايت) رأس قطر
├── 1 = (1 بايت) الإصدار
├── (3 بايت) طول الرسالة
├── (1 بايت) العلامات
│   ├── R: (0) إجابة / (1) طلب
│   ├── P: قابل للتوجيه
│   ├── E: خطأ
│   └── T: قد يتم إعادة إرساله
├── (3 بايت) رمز الأمر
├── 16777238 = (4 بايت) معرف التطبيق (Gx)
├── (4 بايت) معرف القفز
└── (4 بايت) معرف النهاية إلى النهاية

AVPs (أزواج السمة والقيمة)
├── رأس AVP
│   ├── رمز AVP
│   ├── العلامات (V, M, P)
│   ├── طول AVP
│   └── معرف البائع (اختياري)
└── بيانات AVP
```

مفاهيم قطر الرئيسية

AVP (زوج السمة والقيمة):

- وحدة البيانات الأساسية في قطر
- تحتوي على رمز، علامات، وقيمة
- يمكن أن تكون متداخلة (AVP مجمعة)

الأمر:

- زوج طلب/إجابة
- CCR (طلب التحكم في الائتمان) / CCA (إجابة التحكم في الائتمان)

رموز النتائج:

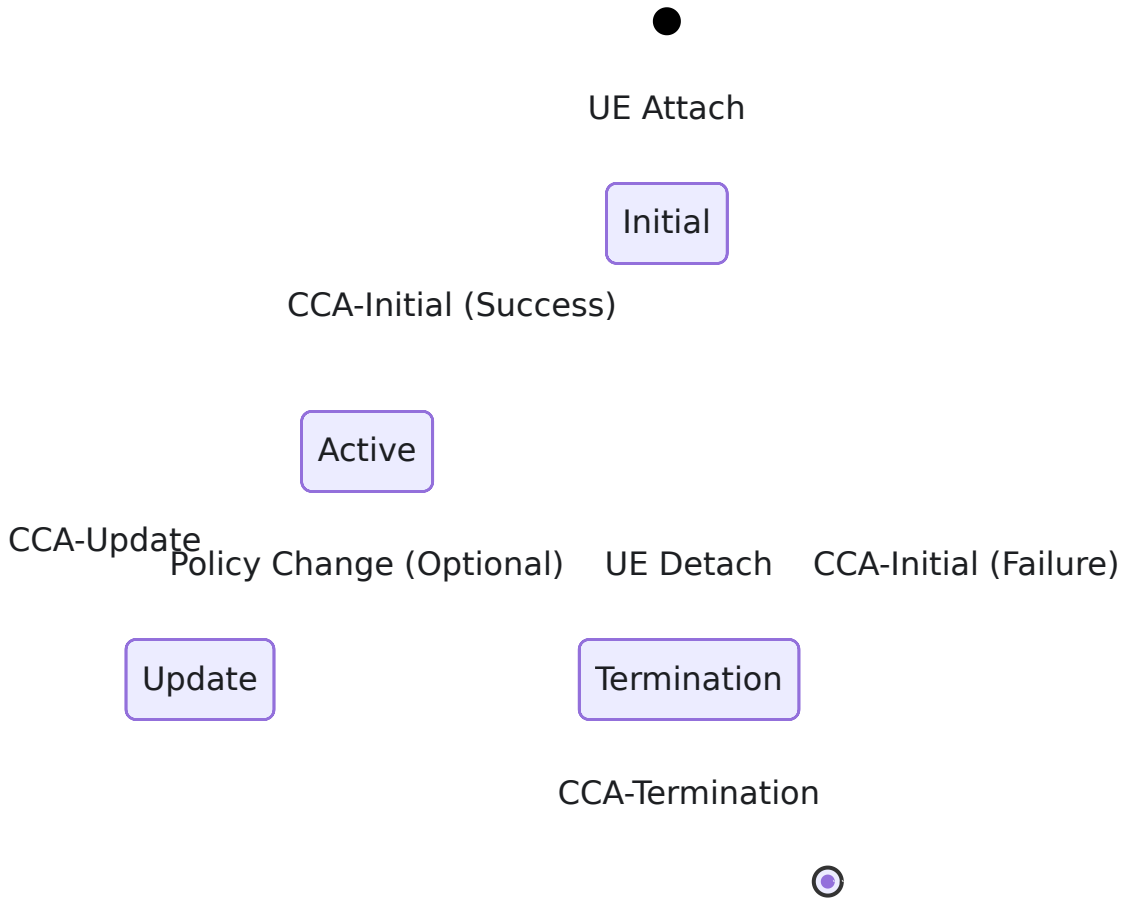
- `2001` - DIAMETER_SUCCESS
- `3xxx` - أخطاء البروتوكول
- `4xxx` - فشل مؤقت

- `5xxx` - فشل دائم

رسائل التحكم في الائتمان

يستخدم PGW-C **تطبيق التحكم في الائتمان قطر** (RFC 4006) لـ Gx.

أنواع الرسائل



CCR-Initial (طلب التحكم في الائتمان - أولي)

يقوم **عندما:** جديد PDN بإنشاء اتصال UE

الغرض:

- طلب قواعد السياسة والرسوم الأولية
- توفير سياق UE لـ والشبكة PCRF

- وتفويض الرسوم QoS الحصول على معلمات

AVPs الرئيسية المرسلة بواسطة PGW-C:

اسم AVP	رمز AVP	النوع	الوصف
Session-Id	263	UTF8String	معرف جلسة Gx الفريد
Auth-Application-Id	258	Unsigned32	16777238 (Gx)
Origin-Host	264	DiamIdent	هوية قطر الخاصة بـ PGW-C
Origin-Realm	296	DiamIdent	مجال قطر الخاص بـ PGW-C
Destination-Realm	283	DiamIdent	مجال PCRF
CC-Request-Type	416	Enumerated	1 = INITIAL_REQUEST
CC-Request-Number	415	Unsigned32	رقم التسلسل (يبدأ من 0)
Subscription-Id	443	Grouped	معرف UE (IMSI/MSISDN)
Called-Station-Id	30	UTF8String	اسم APN
Framed-IP-Address	8	OctetString	عنوان IPv4 المخصص لـ UE
IP-CAN-Type	1027	Enumerated	5 = 3GPP-EPS
RAT-Type	1032	Enumerated	1004 = EUTRAN
QoS-Information	1016	Grouped	QoS الحالي (AMBR)
Network-Request-Support	1024	Enumerated	الإجراءات التي تبدأها الشبكة
Supported-Features	628	Grouped	قائمة ميزات Gx

مثال على هيكل CCR-I:

```
CCR (رمز الأمر: 272، طلب)
├── Session-Id: "pgw_c.example.com;123;456"
├── Auth-Application-Id: 16777238
├── Origin-Host: "omni-pgw_c.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org"
├── Origin-Realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org"
├── Destination-Realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org"
├── CC-Request-Type: INITIAL_REQUEST (1)
├── CC-Request-Number: 0
├── Subscription-Id (مجموعة)
│   ├── Subscription-Id-Type: END_USER_IMSI (1)
│   └── Subscription-Id-Data: "310260123456789"
├── Called-Station-Id: "internet"
├── Framed-IP-Address: 100.64.1.42
├── IP-CAN-Type: 3GPP-EPS (5)
├── RAT-Type: EUTRAN (1004)
├── QoS-Information (مجموعة)
│   ├── APN-Aggregate-Max-Bitrate-UL: 100000000 (100 Mbps)
│   └── APN-Aggregate-Max-Bitrate-DL: 50000000 (50 Mbps)
├── Network-Request-Support: 1
└── Supported-Features: [...]
```

CCA-Initial (إجابة التحكم في الائتمان - أولية)

مرسلة بواسطة: PCRF ردًا على CCR-I

الغرض:

- تفويض أو رفض الجلسة
- توفير قواعد PCC لمعالجة الحركة
- تحديد معلمات QoS

AVPs الرئيسية المستلمة بواسطة PGW-C:

اسم AVP	رمز AVP	الوصف
Result-Code	268	النجاح (2001) أو رمز خطأ
Experimental-Result	297	رموز نتائج محددة من البائع
QoS-Information	1016	QoS (قد تختلف عن الطلب) المفوض
Charging-Rule-Install	1001	للت��عيل PCC قواعد
Charging-Rule-Definition	1003	تعريفات القواعد المضمنة
Default-EPS-Bearer-QoS	1049	QoS للناقل الافتراضي

مثال على استجابة النجاح:

```
CCA (رمز الأمر: 272، إجابة)
├── Session-Id: "pgw_c.example.com;123;456"
├── Result-Code: DIAMETER_SUCCESS (2001)
├── Origin-Host: "pcrf.example.com"
├── Origin-Realm: "example.com"
├── Auth-Application-Id: 16777238
├── CC-Request-Type: INITIAL_REQUEST (1)
├── CC-Request-Number: 0
├── QoS-Information (مجموعة)
│   ├── APN-Aggregate-Max-Bitrate-UL: 50000000 (50 Mbps - مخفض)
│   └── APN-Aggregate-Max-Bitrate-DL: 100000000 (100 Mbps - مرتفع)
├── Charging-Rule-Install (مجموعة)
│   ├── Charging-Rule-Name: "default_internet_rule"
│   └── Charging-Rule-Name: "video_streaming_rule"
└── Charging-Rule-Definition (مجموعة)
    ├── Charging-Rule-Name: "default_internet_rule"
    ├── QoS-Information: {...}
    └── Precedence: 1000
```

CCR-Termination (طلب التحكم في الائتمان - إنهاء)

عندما: ينفصل UE أو يتم حذف اتصال PDN

الغرض:

- إبلاغ PCRF بإنهاء الجلسة
- سجل المحا��بة/الرسوم النهائي

الاختلافات الرئيسية عن CCR-I:

- `CC-Request-Type: TERMINATION_REQUEST (3)`
- قد تشمل إحصاءات الاستخدام
- مجموعة AVP مبسطة

مثال على CCR-T:

```
CCR (رمز الأمر: 272، طلب)
├── Session-Id: "pgw_c.example.com;123;456"
├── Auth-Application-Id: 16777238
├── Origin-Host: "omni-pgw_c.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org"
├── Origin-Realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org"
├── Destination-Realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org"
├── CC-Request-Type: TERMINATION_REQUEST (3)
├── CC-Request-Number: 1
└── Termination-Cause: DIAMETER_LOGOUT (1)
```

CCA-Termination

مرسلة بواسطة: PCRF ردًا على CCR-T

الغرض:

- تأكيد إنهاء الجلسة
- لا يتم إرجاع قواعد السياسة

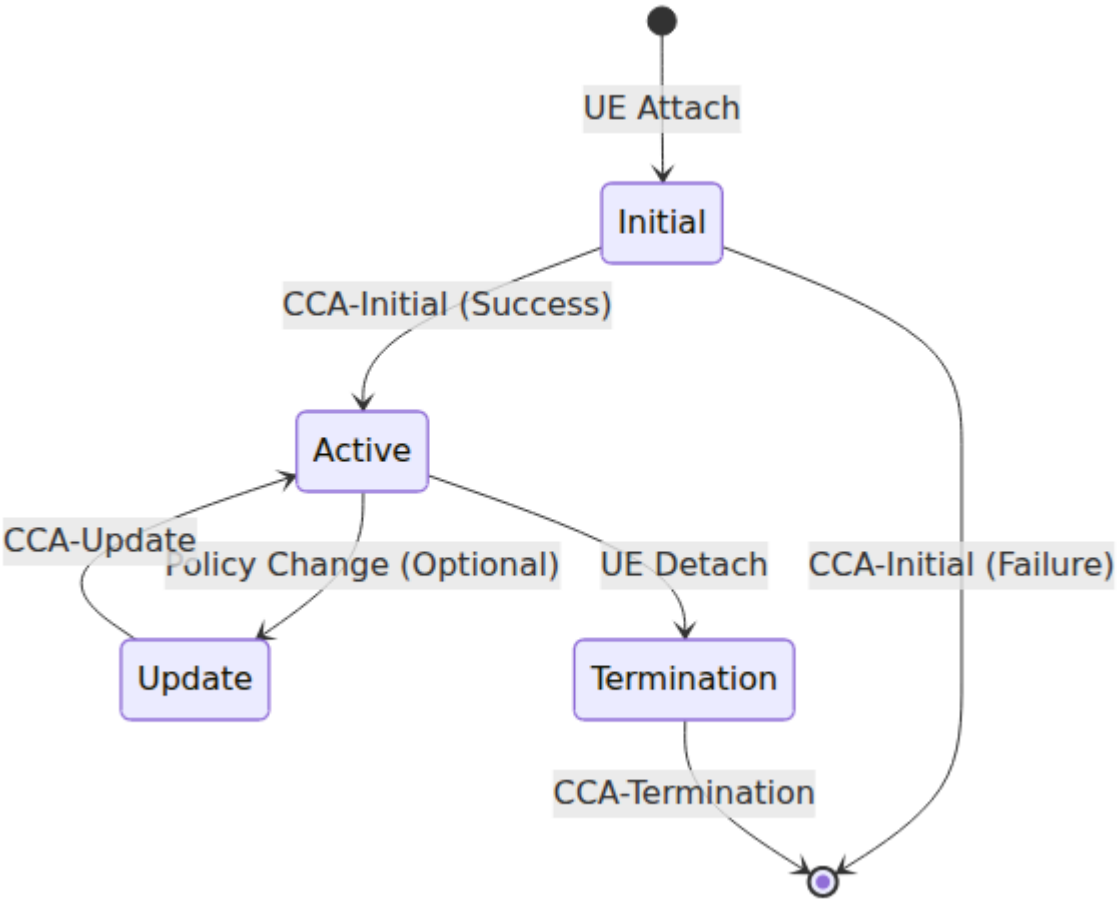
مثال على CCA-T:

```
CCA (رمز الأمر: 272، إجابة)
├── Session-Id: "pgw_c.example.com;123;456"
├── Result-Code: DIAMETER_SUCCESS (2001)
├── Origin-Host: "pcrf.example.com"
├── Origin-Realm: "example.com"
├── Auth-Application-Id: 16777238
├── CC-Request-Type: TERMINATION_REQUEST (3)
└── CC-Request-Number: 1
```

قواعد السياسة والرسوم

هيكل قاعدة PCC

كيفية التعامل مع تدفقات الحركة **PCC (التحكم في السياسة والرسوم)** تعرف **قاعدة** المحددة:



مكونات القاعدة

1. اسم القاعدة:

- معرف فريد للقاعدة
- مثال: `"video_streaming_rule"`

2. الأولوية:

- رقم أقل = أولوية أعلى
- النطاق: 0-65535
- يستخدم عند تطابق قواعد متعددة

3. مرشحات التدفق (TFT - قالب تدفق الحركة):

- يحدد الحزم التي تطابق هذه القاعدة
- أمثلة:
  - IP 5-tuple: البروتوكول، Src/Dst IP، Src/Dst Port
  - `"permit out ip from any to 8.8.8.8 80"`

4. معلومات QoS:

- **QCI (معرف فئة QoS):** 1-9 (موحد)، 128-254 (خاص بالمشغل)
  - QCI 1: صوت محادثة
  - QCI 5: إشارة IMS
  - QCI 9: الإنترنت الافتراضي
- **ARP (أولوية التخصيص والاحتفاظ):** القدرة على الاستباق
- **MBR/GBR:** معدلات البت القصوى/المضمونة

5. معلومات الرسوم:

- **مجموعة التصنيف:** تحدد فئة الرسوم (تستخدم بواسطة OCS - انظر واجهة قطر Gy)
- **طريقة القياس:** حجم، وقت، أو بناءً على الحدث
- **التحصيل عبر الإنترنت/غير المتصل:** OCS (مدفوع مسبقًا عبر قطر Gy) مقابل CDRs (غير المتصلة - انظر تنسيق CDR البيانات مدفوع لاحقًا)

6. حالة البوابة:

- **مفتوح:** السماح بحركة المرور
- **مغلق:** حظر حركة المرور

توفير القاعدة الديناميكية

توفير القواعد بطريقتين PCRF يمكن لـ:

1. قواعد محددة مسبقًا (حسب الاسم):

```
Charging-Rule-Install (مجموعة)
├── Charging-Rule-Name: "gold_subscriber_internet"
└── Charging-Rule-Name: "video_qos_boost"
```

2. قواعد ديناميكية (تعريف مضمن):

```
Charging-Rule-Definition (مجموعة)
├── Charging-Rule-Name: "dynamic_rule_123"
├── Precedence: 100
├── Flow-Information (مجموعة)
│   ├── Flow-Description: "permit out ip from any to 192.0.2.0/24"
│   └── Flow-Direction: DOWNLINK
├── QoS-Information (مجموعة)
│   ├── QoS-Class-Identifier: 5
│   ├── Max-Requested-Bandwidth-UL: 10000000
│   └── Max-Requested-Bandwidth-DL: 50000000
└── Rating-Group: 1000
```

QoS معلومات AVP

APN-AMBR (معدل البت الأقصى المجمع):

يطبق على جميع الناقلات غير GBR لهذا APN:

```
QoS-Information (مجموعة)
├── APN-Aggregate-Max-Bitrate-UL: 100000000  # 100 Mbps
└── APN-Aggregate-Max-Bitrate-DL: 200000000  # 200 Mbps
```

استجابة PGW-C:

- تحديث حالة AMBR الداخلية
- إرسال طلب تعديل الجلسة إلى PGW-U مع QER المحدث

التكوين

تكوين Gx الأساسي

قم بتحرير `config/runtime.exs`:

```
config :pgw_c,
  diameter: %{
    # عنوان IP قطر للاستماع إلى اتصالات
    listen_ip: "0.0.0.0",

    # هوية قطر الخاصة بـ PGW-C (Origin-Host)
    host: "omni-pgw_c.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",

    # مجال قطر الخاص بـ PGW-C (Origin-Realm)
    realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",

    # قائمة الأقران PCRF
    peer_list: [
      %{
        # هوية قطر الخاصة بـ PCRF
        host: "pcrf.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",

        # مجال PCRF (عادة ما يكون نفس مجال PGW-C)
        realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",

        # عنوان IP الخاص بـ PCRF
        ip: "10.0.0.30",

        # ما إذا كان PGW-C يبدأ الاتصال بـ PCRF
        # true = PGW-C يتصل بـ PCRF
        # false = الانتظار حتى يتصل PCRF
        initiate_connection: true
      }
    ]
  }
```

عدة أقران PCRF

لتحقيق التكرار أو التوزيع الجغرافي:

```
config :pgw_c,
  diameter: %{
    listen_ip: "0.0.0.0",
    host: "omni-pgw_c.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",
    realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",
    peer_list: [
      %{
        host: "pcrf-primary.example.com",
        realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",
        ip: "10.0.1.30",
        initiate_connection: true
      },
      %{
        host: "pcrf-backup.example.com",
        realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",
        ip: "10.0.2.30",
        initiate_connection: true
      }
    ]
  }
```

توازن الحمل:

- يتولى بروتوكول قطر اختيار الأقران
- يتم توزيع الطلبات بناءً على التوافر
- الفشل التلقائي عند فشل القرين

حل اسم المضيف

يجب أن تكون هويات قطر FQDNs (أسماء النطاقات المؤهلة بالكامل):

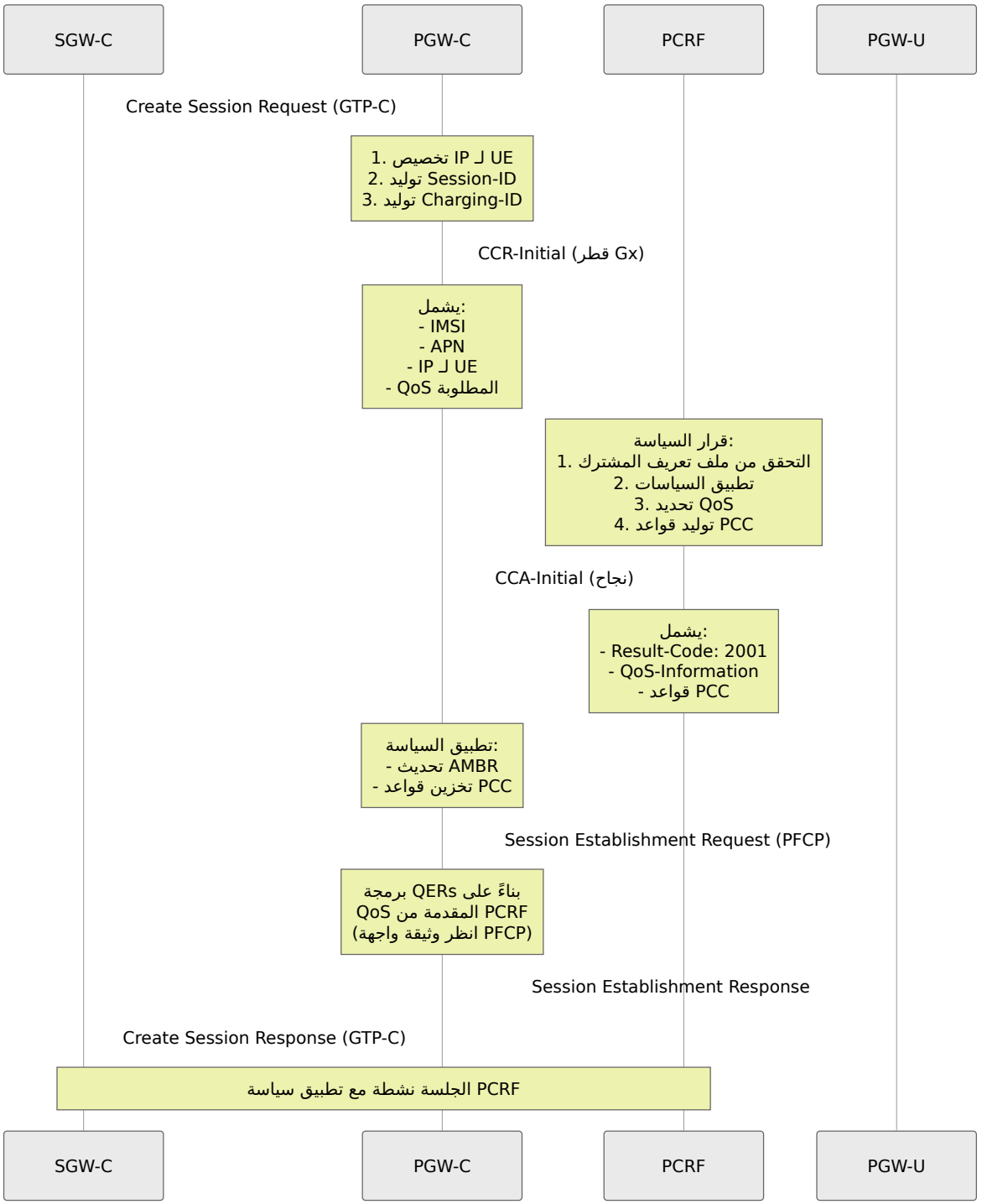
```
# صحيح - تنسيق FQDN
host: "pgw_c.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org"

# غير صحيح - ليس هوية قطر صالحة
host: "pgw_c"
host: "10.0.0.20"  # لا يُسمح بعناوين IP
```

تنسيق المجال:

- يجب أن يكون اسم نطاق صالح
- يتطابق عادة مع تنسيق PLMN 3 الخاص بـ 3GPP: `epc.mncXXX.mccYYY.3gppnetwork.org`

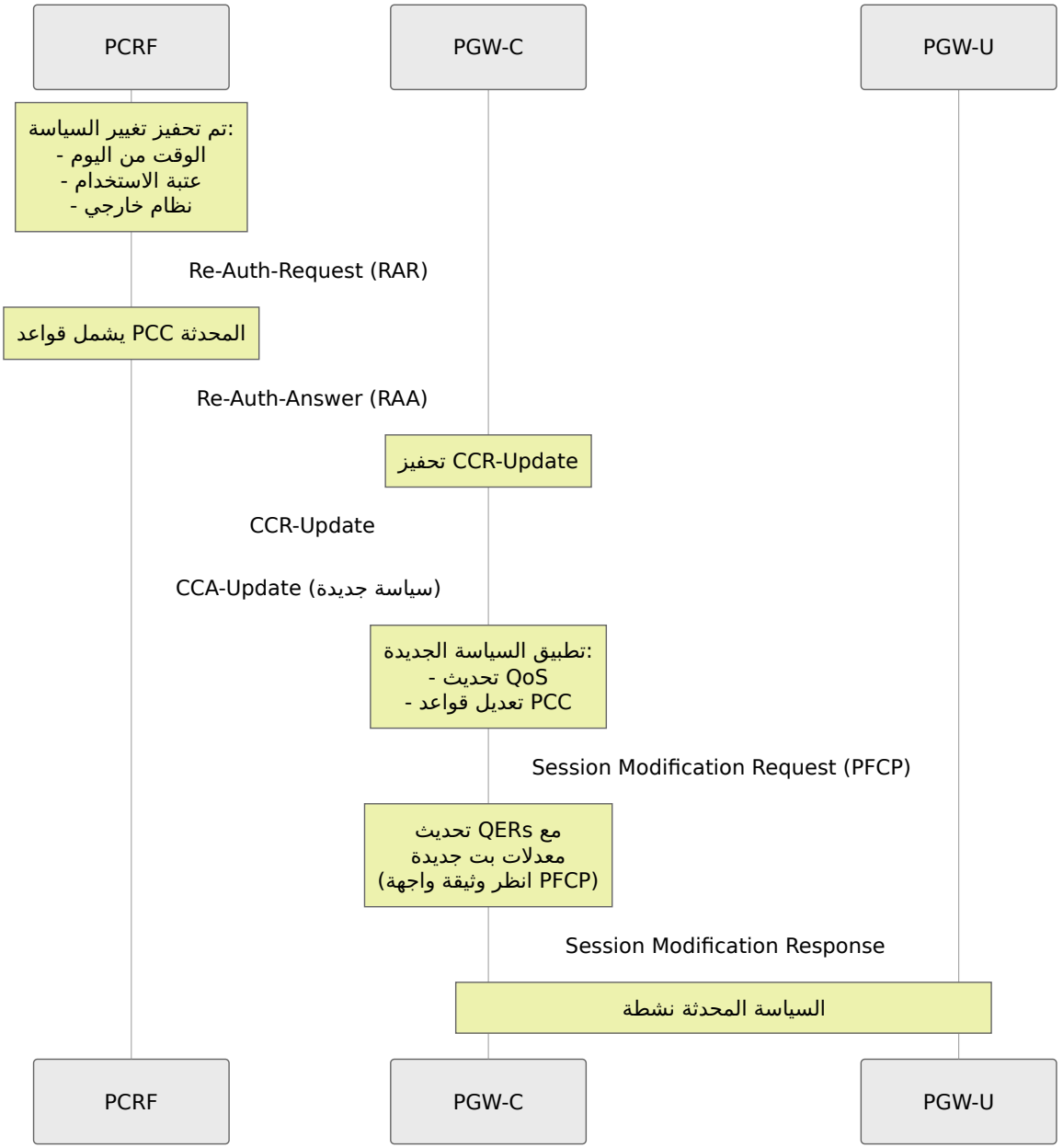
تدفقات الرسائل

إنشاء جلسة ناجحة

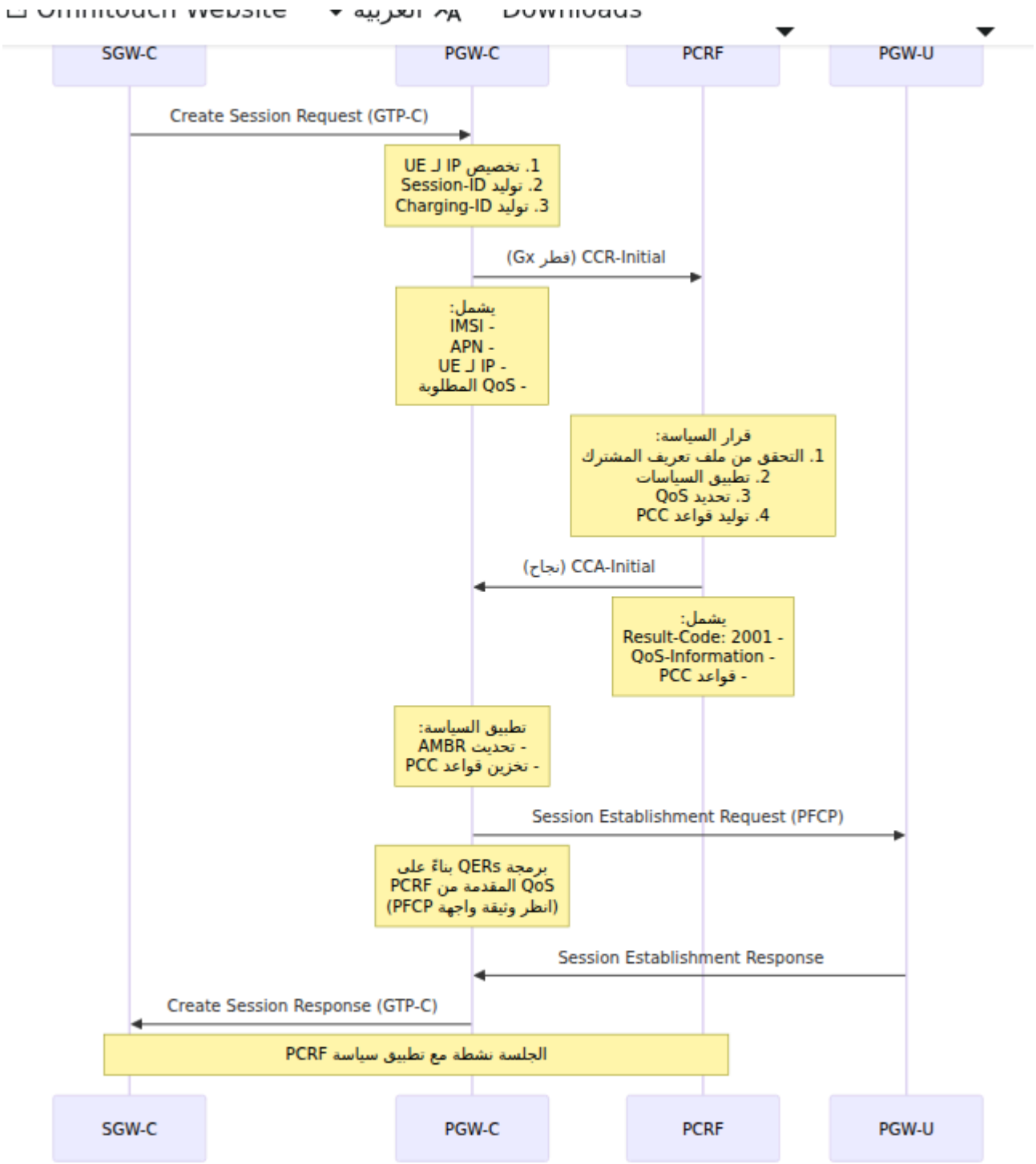


ملاحظة: يتم تحويل معلمات QoS من PCRF إلى QERs (قواعد تنفيذ QoS) ويتم برمجتها في PGW-U عبر PFCP. انظر واجهة PFCP للحصول على تفاصيل QER.

تحديث السياسة (مبادرة الشبكة)



إنهاء الجلسة



معالجة الأخطاء

رموز النتائج

يتعامل PGW-C مع رموز نتائج قطر المختلفة في رسائل CCA:

رموز النجاح:

الرمز	الاسم	الإجراء
2001	DIAMETER_SUCCESS	متابعة إنشاء الجلسة

الإخفاقات الدائمة (5xxx):

الرمز	الاسم	إجراء PGW-C
5002	DIAMETER_UNKNOWN_SESSION_ID	تسجيل الخطأ، فشل الجلسة
5030	DIAMETER_USER_UNKNOWN	رفض الجلسة (المستخدم غير معروف)
5140	DIAMETER_ERROR_INITIAL_PARAMETERS	تسجيل الخطأ، إعادة المحاولة أو الفشل
5003	DIAMETER_AUTHORIZATION_REJECTED	رفض الجلسة (غير مصرح به)

الإخفاقات المؤقتة (4xxx):

الرمز	الاسم	إجراء PGW-C
4001	DIAMETER_AUTHENTICATION_REJECTED	إعادة المحاولة أو فشل الجلسة
4010	DIAMETER_TOO_BUSY	إعادة المحاولة مع التراجع
4012	DIAMETER_UNABLE_TO_COMPLY	تسجيل الخطأ، قد تعيد المحاولة

رموز النتائج التجريبية

رموز الأخطاء المحددة من البائع:

```
Experimental-Result (مجموعة)
├── Vendor-Id: 10415 (3GPP)
└── Experimental-Result-Code: <رمز محدد من البائع>
```

3 رموزGPP التجريبية الشائعة:

الرمز	الاسم	المعنى
5065	IP_CAN_SESSION_NOT_AVAILABLE	إنشاء جلسة PCRF لا يمكن لـ
5143	INVALID_SERVICE_INFORMATION	بيانات الخدمة غير صالحة

معالجة المهلات

مهلة CCR-I:

إذا لم يستجب PCRF لـ CCR-Initial خلال المهلة:

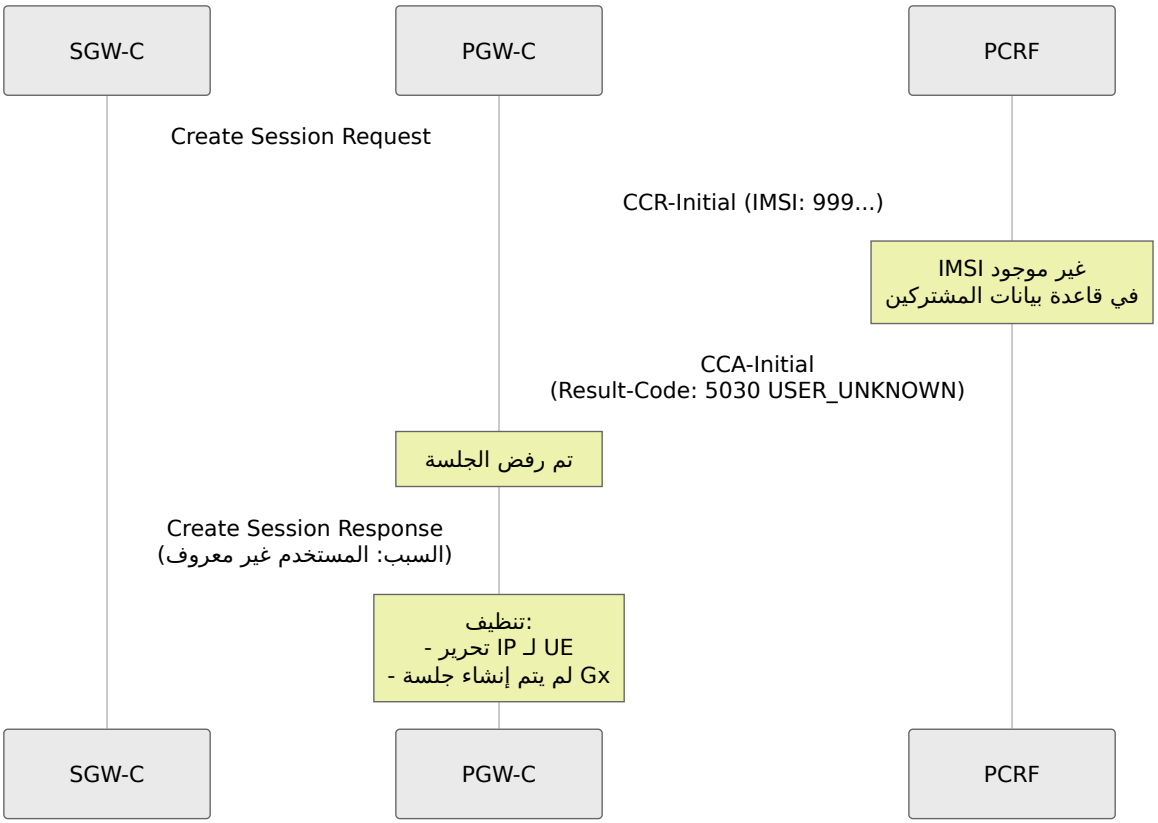
```
1. ينتظر PGW-C (على سبيل المثال، 5 ثوانٍ) المهلة المحددة
2. إذا لم يتم استلام CCA:
   - تسجيل: "مهلة CCR-Initial لجلسة-ID: ..."
   - الرد على SGW-C بسبب الخطأ
   - تنظيف الموارد المخصصة
3. يتلقى SGW-C: Create Session Response (السبب: عدم استجابة النظير البعيد)
```

استجابة الخطأ إلى SGW-C:

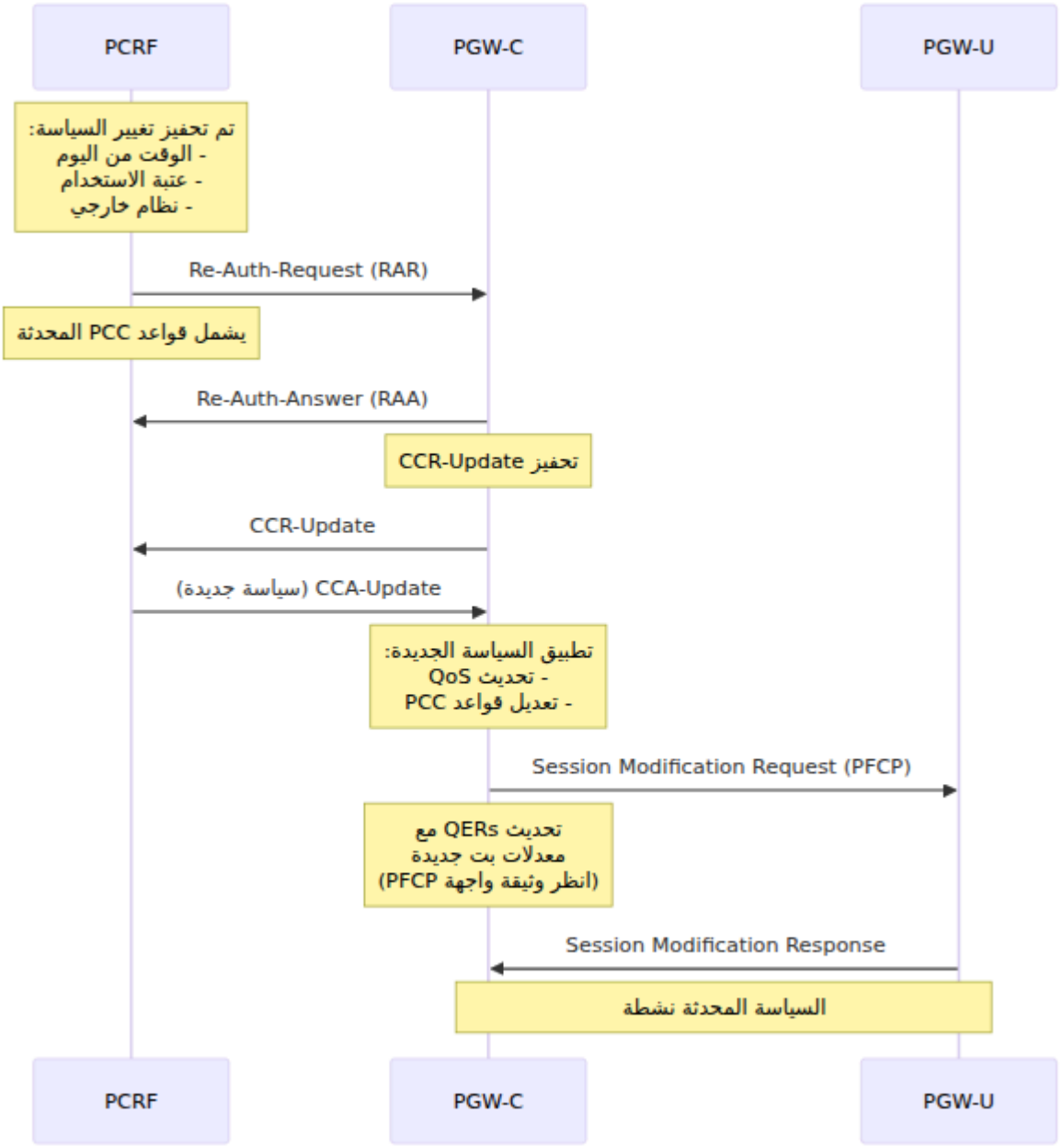
عندما تنتهي مهلة CCR-Initial، يرسل PGW-C Create Session Response مع رمز السبب `:remote_peer_not_responding` إلى SGW-C.

��ينارىوهات الفشل

الجلسة (المستخدم غير معروف) PCRF السيناريو 1: يرفض



غير متاح مؤقتًا PCRF :السيناريو 2



استكشاف ال��خطاء وإصلاحها

القضايا الشائعة

1. فشل اتصال نظير قطر

الأعراض:

- تسجيل: "نظير قطر غير متصل"
- لم يتم إرسال CCR-Initial

الأسباب المحتملة:

- PCRF غير قابل للوصول
- IP PCRF غير صحيح في التكوين
- جدار الحماية يحظر منفذ قطر (3868)
- هويات قطر غير صحيحة (host/realm)

الحل:

```
# اختبار الاتصال الشبكي
ping <pcrf_ip>

# اختبار منفذ قطر (TCP 3868)
telnet <pcrf_ip> 3868

# التحقق من تكوين هوية قطر
# تأكد من أن host و realm هما FQDNs، وليس IPs
```

تحقق من التكوين:

```
config :pgw_c,
  diameter: %{
    # يجب أن تكون FQDN، وليس IP
    host: "pgw_c.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",
    realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",
    peer_list: [
      %{
        host: "pcrf.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",
        ip: "10.0.0.30"
      }
    ]
  }
```

2. مهلات CCR-Initial

الأعراض:

- فشل طلب إنشاء الجلسة
- تسجيل: "مهلة CCR-Initial"

الأسباب المحتملة:

- تحميل زائد على PCRF
- تأخير الشبكة
- عدم استجابة PCRF لهذا Session-ID

الحل:

1. تحقق من سجلات PCRF للخطأ
2. تحقق من أن PCRF يعالج الطلبات
3. تحقق من تأخير الشبكة: `ping <pcrf_ip>`
4. زيادة المهلة إذا كان تأخير الشبكة مرتفعًا

3. الجلسات المرفوضة بواسطة PCRF

الأعراض:

- CCA-Initial مع Result-Code != 2001
- فشل Create Session Response

رموز النتائج الشائعة:

رمز النتيجة	السبب المحتمل	الحل
5030	IMSI غير موجود في قاعدة بيانات المشتركين	توفير المشترك في HSS/SPR
5003	تم رفض التفويض	تحقق من أذونات المشترك
4010	PCRF مشغول جدًا	إعادة المحاولة أو إضافة سعة PCRF

تحقق من السجلات:

```
# سجلات PGW-C تظهر:
[error] خطأ قطر Gx: 5030 رمز النتيجة (DIAMETER_USER_UNKNOWN)
[error] IMSI 310260999999999 تم رفضه بواسطة PCRF
```

4. عدم تطبيق QoS

الأعراض:

- خاطئ QoS تم إنشاء الجلسة ولكن
- معدلات البت لا تتطابق مع القيم المتوقعة

خطوات تصحيح الأخطاء:

1. **تحقق من CCA-Initial:**
    - تحقق من وجود AVP `QoS-Information`
    - تحقق من قيم `APN-Aggregate-Max-Bitrate-UL/DL`
2. **تحقق من إنشاء جلسة PFCP:**
    - تحقق من إنشاء QER بالقيم الصحيحة لـ MBR
    - تحقق من سجلات PGW-U لتثبيت QER
3. **تحقق من سياسة PCRF:**
    - تحقق من تكوين PCRF
    - تحقق من أن ملف تعريف المشترك يتضمن QoS الصحيح

5. مشكلات توجيه قطر

الأعراض:

- رسائل قطر لا تصل إلى PCRF
- تسجيل: "لا يوجد مسار إلى Destination-Realm"

السبب:

- عدم تطابق المجال بين التكوين والرسائل

الحل:

تأكد من التناسق:

```
# يجب أن يتطابق الجميع
config :pgw_c,
  diameter: %{
    realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",  # مجال PGW-C
    peer_list: [
      %{
        realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org"  # مجال PCRF
(عادة ما يكون نفس الشيء)
      }
    ]
  }
```

في CCR-Initial:

```
Origin-Realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org"
Destination-Realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org"
```

مراقبة صحة Gx

المقاييس الرئيسية:

```
# معدات رسائل Gx
rate(gx_inbound_messages_total{message_type="gx_CCA"}[5m])
rate(gx_outbound_messages_total{message_type="gx_CCR"}[5m])

# معدلات أخطاء Gx
rate(gx_inbound_errors_total[5m])

# معدل نجاح استجابة Gx (مقياس جديد)
sum(rate(gx_outbound_responses_total{result_code_class="2xxx"}
[5m])) /
sum(rate(gx_outbound_responses_total[5m])) * 100

# فشل استجابات Gx حسب مضيف PCRF
rate(gx_outbound_responses_total{result_code_class!="2xxx"}[5m])
by (diameter_host)

# عدد الجلسات Gx
session_id_registry_count

# مدة معالجة رسائل Gx
histogram_quantile(0.95,
rate(gx_inbound_handling_duration_bucket[5m]))
```

مقاييس الاستجابة حسب فئة رمز النتيجة:

يوفر مقياس `gx_outbound_responses_total` رؤية مفصلة حول استجابات قطر المرسلة إلى أقران PCRF، مصنفة حسب:

- **`message_type`**: نوع رسالة الاستجابة (`gx_RAA`, `gx_CCA`)
- **`result_code_class`**: فئة رمز النتيجة (`2xxx`, `3xxx`, `4xxx`, `5xxx`)
- **`diameter_host`**: نظير PCRF الذي يتلقى الاستجابة

أمثلة التنبيه:

```
# تنبيه على معدل أخطاء Gx المرتفع
- alert: GxErrorRateHigh
  expr: rate(gx_inbound_errors_total[5m]) > 0.1
  for: 5m
  annotations:
    summary: "Gx مرتفع تم الكشف عن معدل خطأ"

# تنبيه على معدل فشل استجابة Gx المرتفع
- alert: GxResponseFailureRate
  expr: |

sum(rate(gx_outbound_responses_total{result_code_class!="2xxx"}
[5m])) /
    sum(rate(gx_outbound_responses_total[5m])) > 0.1
  for: 5m
  annotations:
    summary: "Gx مرتفع معدل فشل استجابة"
    description: "Gx فشل أكثر من 10% من استجابات هي"

# تنبيه على رفض الجلسة
- alert: GxSessionRejection
  expr: rate(gx_inbound_errors_total{result_code="5030"}[5m]) >
0.01
  for: 5m
  annotations:
    summary: "PCRF يرفض الجلسات (USER_UNKNOWN)"
```

تسجيل الأخطاء

قم بتمكين تسجيل قطر التفصيلي:

```
# config/runtime.exs
config :logger, level: :debug

# أو في وقت التشغيل
iex> Logger.configure(level: :debug)
```

ابحث عن:

- `[debug] إرسال CCR-Initial لجلسة-ID: ...`

- `[debug] استلام CCA-Initial: 2001 رمز النتيجة`
- `[error] خطأ قطر: ...`

واجهة الويب - مراقبة نظير قطر

يتضمن OmniPGW واجهة ويب في الوقت الحقيقي لمراقبة اتصالات نظير قطر وحالتها.

صفحة أقران قطر

الوصول: `http://<omnipgw-ip>:<web-port>/diameter`

الغرض: مراقبة اتصال Gx لنظير PCRF في الوقت الحقيقي

الميزات:

1. نظرة عامة على اتصال النظير

- **عدد المتصلين** - عدد أقران PCRF الذين لديهم اتصال نشط
- **عدد المنفصلين** - عدد الأقران المكونة ولكن غير المتصلة
- يتم تحديثها تلقائيًا كل 1 ثانية (أسرع تحديث لجميع الصفحات)

2. مكون PCRF لكل نظير **معلومات الحالة لكل نظير**:

- **المضيف** (Origin-Host) - هوية قطر
- **عنوان IP** - IP الخاص بـ PCRF
- **المنفذ** - منفذ قطر (الافتراضي 3868)
- **الحالة** - متصل (أخضر) / منفصل (أحمر)
- **النقل** - TCP أو SCTP
- **بدء الاتصال** (PCRF أو PGW) - من يبدأ
- **المجال** - مجال قطر
- **اسم المنتج** - معرف منتج PCRF (إذا تم الإعلان عنه)
- **معرفات التطبيقات** (مثل Gx = 16777238) - التطبيقات المدعومة من قطر

3. انقر على أي صف نظير لرؤية **تفاصيل قابلة للتوسيع**:

- التكوين الكامل للنظير
- تفاصيل تبادل القدرات (CER/CEA)
- الميزات المدعومة
- الحالة الكاملة للاتصال

حالات الاستخدام التشغيلية

مراقبة اتصال PCRF:

```
1. افتح صفحة قطر في المتصفح
2. تحقق من أن جميع أقران PCRF تظهر "متصل"
3. تحقق من أن بدء الاتصال يتطابق مع التكوين
4. تحقق من أن معرفات التطبيقات تشمل Gx (16777238)
```

استكشاف أخطاء فشل إنشاء الجلسات (مشكلات Gx):

```
1. فشل جلسات المستخدم مع أخطاء "مهلة PCRF"
2. افتح صفحة قطر
3. تحقق من حالة النظير:
   - منفصل؟
     → تحقق من الاتصال الشبكي
     → تحقق من أن PCRF قيد التشغيل
     → تحقق من قواعد جدار الحماية لمنفذ TCP 3868
   - متصل ولكن الجلسات تفشل؟
     → المشكلة على مستوى التطبيق (تحقق من السجلات)
     → قد يرفض PCRF المشتركين
```

التحقق من تكوين قطر:

```
1. بعد تكوين نظير PCRF جديد
2. افتح صفحة قطر
3. تحقق من أن النظير يظهر في القائمة
4. تحقق من أن الحالة تتغير إلى "متصل"
5. قم بتوسيع النظير للتحقق من:
   - أن المجال يتطابق مع التكوين
   - أن معرفات التطبيقات تشمل Gx
   - أن اسم المنتج يظهر معرف PCRF
```

مراقبة الفشل:

```
فشل السيناريو: PCRF الأساسي
1. تظهر صفحة قطر "منفصل" للقرين الأساسي
2. تحقق من أن PCRF متصل "لا يزال الاحتياطي"
3. تستخدم الجلسات الجديدة تلقائيًا الاحتياطي
4. عندما يتعافى الأساسي، تعود الحالة إلى "متصل"
```

الكشف عن مشكلات توجيه قطر:

- يظهر النظير "متصل" ولكن المجال خاطئ
- لا تشمل معرفات التطبيقات Gx (16777238)
- لا يتطابق اسم المنتج مع PCRF المتوقع

تحديد عدم تطابق التكوين:

```
تظهر واجهة الويب:
  "بدء الاتصال: "النظير يبدأ
لكن التكوين يقول:
  initiate_connection: true

هذا يشير إلى:
  - الاتصال OmniPGW يحاول
  - لكن PCRF أيضًا يبدأ
  - قد يتسبب ذلك في ظروف سباق الاتصال
```

المزايا:

- **أسرع معدل تحديث** - تحديثات كل 1 ثانية
- **حالة الاتصال المرئية** - مؤشر فوري أحمر/أخضر
- **لا حاجة لأدوات قطر** - لا حاجة لأدوات CLI الخاصة بقطر
- **التكوين المرئي للنظير** - تحقق من الإعدادات دون التحقق من ملفات التكوين
- **تفاصيل على مستوى التطبيق** - رؤية التطبيقات المدعومة من قطر
- **التحقق من المجال** - تأكيد تكوين توجيه قطر

التكامل مع المقاييس

بينما توفر واجهة الويب حالة في الوقت الحقيقي، اجمعها مع Prometheus لـ:

- معدلات الأخطاء التاريخية لـ Gx
- عدد رسائل CCR/CCA
- اتجاهات التأخير

"واجهة الويب = "هل تعمل بشكل صحيح الآن؟" المقاييس = "كيف كانت تعمل على مر الزمن؟

الوثائق ذات الصلة

التكوين والسياسة

- **دليل التكوين** PCRF - تكوين قطر، إعداد نظير
- **واجهة PFCP** - تنفيذ QoS عبر QERs من قواعد PCC

- **إدارة الجلسات** - دورة حياة الجلسة مع تكامل السياسة
- **QoS** تكوين - **وإدارة الناقلات** QoS التفصيلي وإعداد الناقلات

تكامل الرسوم

- **واجهة قطر Gy** - التحصيل عبر الإنترنت الذي يتم تحفيزه بواسطة قواعد PCC
- **تنسيق CDR** - سجلات التحصيل غير المتصلة مع معلومات السياسة **البيانات**
- **تكوين PCO** - تسليم P-CSCF للتحكم في سياسة IMS

العمليات

- **دليل المراقبة** Gx، تنبيهات اتصال، تتبع السياسة PCRF - مقاييس
- **واجهة S5/S8** - تكامل إدارة الناقل مع السياسة

العودة إلى دليل العمليات

شحن الإنترنت عبر واجهة Gy/Ro

واجهة نظام الشحن عبر الإنترنت (OCS)

جدول المحتويات

1. نظرة عامة
2. معمارية الشحن 3GPP
3. أساسيات واجهة Gy/Ro
4. رسائل التحكم في الائتمان
5. تدفقات الشحن عبر الإنترنت
6. تحكم الشحن في الحامل
7. تحكم ائتمان الخدمات المتعددة
8. التكوين
9. تدفقات الرسائل
10. معالجة الأخطاء
11. التكامل مع Gx
12. استكشاف الأخطاء وإصلاحها

نظرة عامة

واجهة تربط **Gy** (**واجهة** المعروفة أيضًا باسم **Ro** في سياقات IMS) PGW-C بنظام **الشحن** للتحكم في الائتمان في الوقت الحقيقي. وهذا يمكّن من **عبر الإنترنت (OCS)**:

- **الشحن المدفوع مسبقًا** - تفويض وخصم الائتمان في الوقت الحقيقي
- **التحكم في الائتمان في الوقت الحقيقي** - منح الحصة قبل تقديم الخدمة
- **الشحن القائم على الخدمة** - شحن مختلف للمكالمات الصوتية والبيانات والرسائل القصيرة، إلخ.

- **تحديثات الحساب الفورية** - تحديثات رصيد الائتمان في الوقت الحقيقي
- **رفض الخدمة** - حظر الخدمة عند نفاد الائتمان

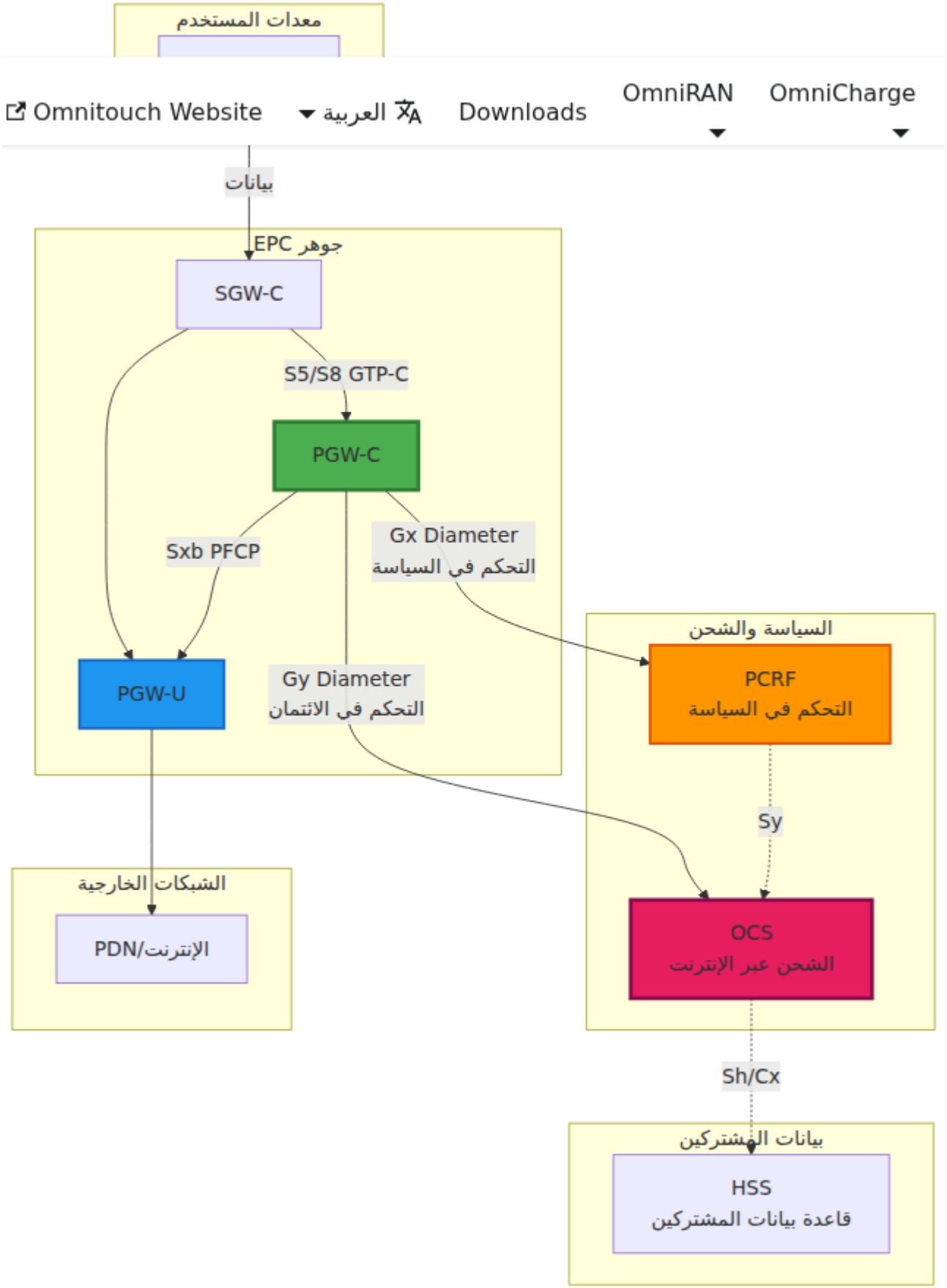
الشحن عبر الإنترنت مقابل الشحن غير المتصل

الجانب	الشحن عبر الإنترنت (Gy/Ro)	الشحن غير المتصل (Gz/Rf)
التوقيت	في الوقت الحقيقي، قبل الخدمة	بعد تقديم الخدمة
حالة الاستخدام	المشتركين المدفوعين مسبقًا	المشتركين المدفوعين لاحقًا
فحص الائتمان	نعم، قبل منح الخدمة	لا، يتم إصدار الفاتورة لاحقًا
النظام	OCS (نظام الشحن عبر الإنترنت)	CGF/CDF (وظيفة بيانات الشحن)
المخاطر	لا خسارة في الإيرادات	خطر الفواتير غير المدفوعة
التعقيد	مرتفع (متطلبات الوقت الحقيقي)	أقل (معالجة دفعات)
تأثير المستخدم	يتم رفض الخدمة إذا لم يكن هناك رصيد	الخدمة متاحة دائمًا

انظر أيضًا: تنسيق CDR للبيانات لسجلات الشحن غير المتصل (الفوترة المدفوعة لاحقًا)

انظر أيضًا: إدارة الجلسات لدورة حياة جلسة كاملة بما في ذلك تكامل الشحن PDN

في معمارية الشبكة Gy



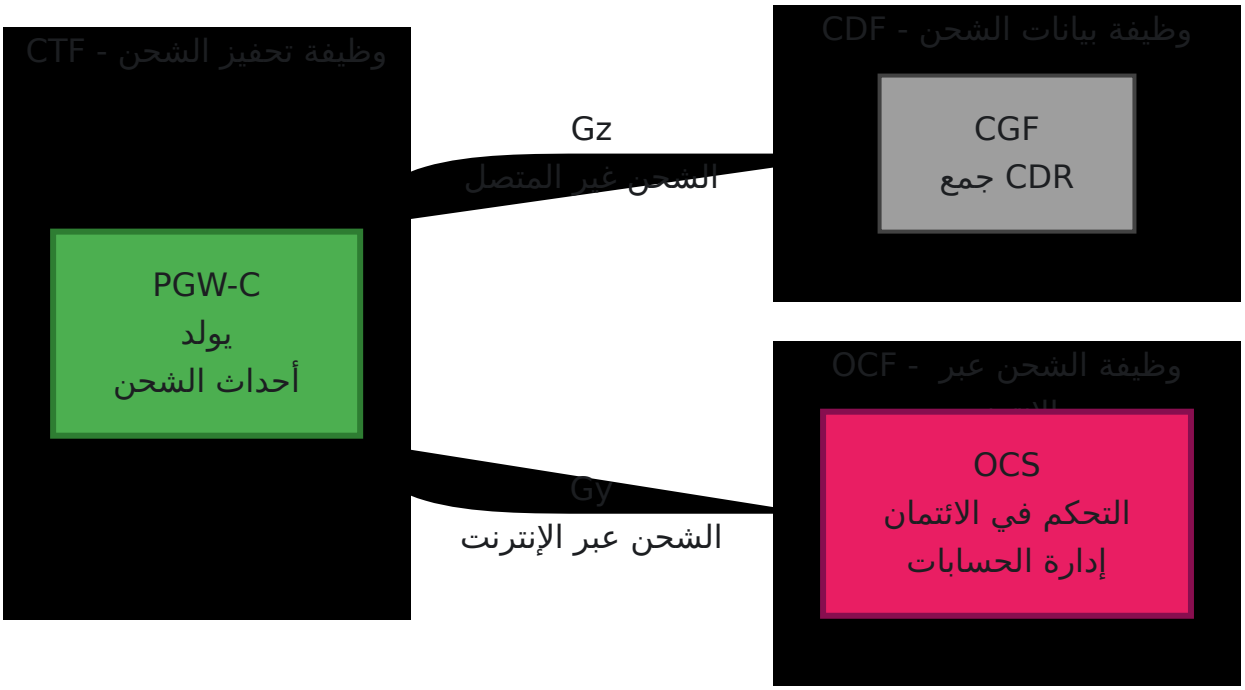
الوظائف الرئيسية

الوظيفة	الوصف
تفويض الائتمان	قبل السماح بحركة المرور OCS طلب حصة من
إدارة الحصة	تتبع الوحدات الممنوحة (بايت، وقت، أحداث)
كشف استنفاد الائتمان	مراقبة الحصة المتبقية
إعادة التفويض	طلب حصة إضافية عند الوصول إلى العتبة
إنهاء الخدمة	إيقاف الخدمة عند نفاد الائتمان
التسوية النهائية	الإبلاغ عن الاستخدام الفعلي عند انتهاء الجلسة

---

3 معمارية الشحنGPP

نقاط مرجعية للشحن



وظيفة تحفيز الشحن (CTF)

يعمل PGW-C كـ **CTF (وظيفة تحفيز الشحن)**، المسؤول عن:

1. **كشف الأحداث القابلة للشحن** - بدء الجلسة، استخدام البيانات، انتهاء الجلسة
2. **طلب تفويض الائتمان** - قبل السماح بالخدمة
3. **تتبع استهلاك الحصة** - مراقبة الوحدات الممنوحة
4. **توليد أحداث الشحن** - تحفيز طلبات الائتمان
5. **فرض التحكم في الائتمان** - حظر الحركة عند نفاد الحصة

وظيفة الشحن عبر الإنترنت (OCF)

ينفذ OCS **OCF (وظيفة الشح�� عبر الإنترنت)**:

1. **إدارة رصيد الحساب** - تتبع ائتمان المشترك
2. **التسعير** - تحديد السعر لكل وحدة (لكل ميغابايت، لكل ثانية، إلخ.)
3. **حجز الائتمان** - حجز الائتمان للحصة الممنوحة
4. **خصم الائتمان** - الخصم عند تقرير الاستخدام
5. **قرارات السياسة** - منح أو رفض بناءً على الرصيد

أساسيات واجهة Gy/Ro

مرجع 3GPP

- **المواصفة:** 3GPP TS 32.299 (معمارية الشحن)
- **البروتوكول:** 3GPP TS 32.251 (شحن مجال PS)
- **معرف تطبيق Diameter:** 4 (Gy/Ro - تطبيق التحكم في الائتمان)
- **البروتوكول الأساسي:** RFC 4006 (تطبيق التحكم في الائتمان Diameter)

مفهوم الجلسة

كل اتصال PDN **جلسة** يتطلب شحنًا عبر الإنترنت له **Gy/Ro** يتم تحديدها بواسطة **Session-ID**. هذه الجلسة:

- يتم إنشاؤها عندما يتطلب الحامل شحنًا عبر الإنترنت (CCR-Initial)
- يتم تحديثها عندما يتم استهلاك الحصة (CCR-Update)
- يتم إنهاؤها عندما تنتهي الجلسة (CCR-Termination)

تنسيق معرف الجلسة

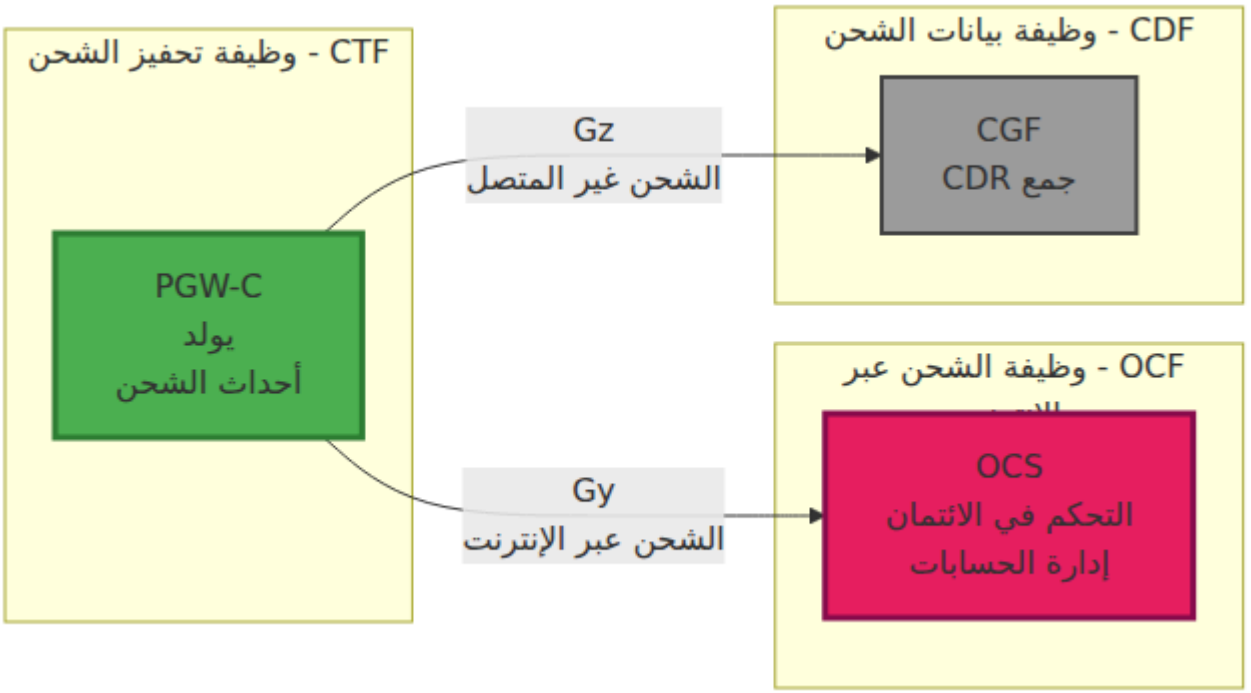
```
Session-ID: <Origin-Host>;<high32>;<low32>[;<optional>]
مثال: omni-
pgw_c.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org;9876543210;12345;gy
```

المكونات:

- **Origin-Host:** هوية Diameter الخاصة بـ PGW-C
- **high32:** أعلى 32 بت من المعرف الفريد
- **low32:** أدنى 32 بت من المعرف الفريد
- **optional:** معرف إضافي (مثل "gy" للتفريق عن Gx)

رسائل التحكم في الائتمان

أنواع الرسائل



CCR-Initial (طلب التحكم في الائتمان - أولي)

ينشئ **عندما:** UE اتصال PDN ويتطلب الحامل شحنًا عبر الإنترنت

الغرض:

- طلب تفويض OCS من أولي ائتمان
- حجز حصة لتقديم الخدمة
- إنشاء جلسة Gy/Ro

المفاتيح AVPs بواسطة PGW-C المرسلة:

اسم AVP	رمز AVP	النوع	الوصف
Session-Id	263	UTF8String	معرف جلسة Gy الفريد
Auth-Application-Id	258	Unsigned32	4 (التحكم في الائتمان)
Origin-Host	264	DiamIdent	هوية Diameter الخاصة بـ PGW-C
Origin-Realm	296	DiamIdent	مجال Diameter الخاص بـ PGW-C
Destination-Realm	283	DiamIdent	مجال OCS
CC-Request-Type	416	Enumerated	1 = INITIAL_REQUEST
CC-Request-Number	415	Unsigned32	رقم التسلسل (يبدأ من 0)
Subscription-Id	443	Grouped	معرف UE (IMSI/MSISDN)
Service-Context-Id	461	UTF8String	معرف سياق الشحن
Multiple-Services-Credit-Control	456	Grouped	طلبات ائتمان محددة للخدمة
Requested-Service-Unit	437	Grouped	الحصة المطلوبة (بايت، وقت، إلخ.)
Used-Service-Unit	446	Grouped	الحصة المستخدمة (0 للأولي)
Service-Identifier	439	Unsigned32	معرف نوع الخدمة
Rating-Group	432	Unsigned32	معرف فئة الشحن

CCR-I: مث��ل على هيكل

```
CCR (رمز الأمر: 272، طلب)
├── Session-Id: "pgw_c.example.com;123;456;gy"
├── Auth-Application-Id: 4
├── Origin-Host: "omni-pgw_c.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org"
├── Origin-Realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org"
├── Destination-Realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org"
├── CC-Request-Type: INITIAL_REQUEST (1)
├── CC-Request-Number: 0
├── Subscription-Id (Grouped)
│   ├── Subscription-Id-Type: END_USER_IMSI (1)
│   └── Subscription-Id-Data: "310260123456789"
├── Subscription-Id (Grouped)
│   ├── Subscription-Id-Type: END_USER_E164 (0)
│   └── Subscription-Id-Data: "15551234567"
├── Service-Context-Id: "32251@3gpp.org"
├── Multiple-Services-Credit-Control (Grouped)
│   ├── Service-Identifier: 1
│   ├── Rating-Group: 100
│   └── Requested-Service-Unit (Grouped)
│       └── CC-Total-Octets: 10000000 (طلب 10 ميغابايت)
└── Used-Service-Unit (Grouped)
    └── CC-Total-Octets: 0 (لا يوجد استخدام بعد)
```

CCA-Initial (إجابة التحكم في الائتمان - أولية)

مرسلة بواسطة: OCS ردًا على CCR-I

الغرض:

- منح أو رفض تفويض الائتمان
- تقديم حصة لتقديم الخدمة
- تحديد معايير التسعير والشحن

المفاتيح AVPs المستلمة بواسطة PGW-C:

اسم AVP	رمز AVP	الوصف
Result-Code	268	النجاح (2001) أو رمز الخطأ
Multiple-Services-Credit-Control	456	منح ائتمان محدد للخدمة
Granted-Service-Unit	431	الحصة الممنوحة (بايت، وقت، إلخ.)
Validity-Time	448	فترة صلاحية الحصة (ثواني)
Result-Code	268	رمز نتيجة لكل خدمة
Final-Unit-Indication	430	الإجراء عند نفاد الحصة
Volume-Quota-Threshold	-	العتبة لإعادة التفويض

مثال على استجابة النجاح:

```
CCA (رمز الأمر: 272، إجابة)
├── Session-Id: "pgw_c.example.com;123;456;gy"
├── Result-Code: DIAMETER_SUCCESS (2001)
├── Origin-Host: "ocs.example.com"
├── Origin-Realm: "example.com"
├── Auth-Application-Id: 4
├── CC-Request-Type: INITIAL_REQUEST (1)
├── CC-Request-Number: 0
└── Multiple-Services-Credit-Control (Grouped)
    ├── Result-Code: DIAMETER_SUCCESS (2001)
    ├── Service-Identifier: 1
    ├── Rating-Group: 100
    ├── Granted-Service-Unit (Grouped)
    │   └── CC-Total-Octets: 10000000 (تم منح 10 ميغابايت)
    ├── Validity-Time: 3600 (الحصة صالحة لمدة ساعة واحدة)
    └── Volume-Quota-Threshold: 8000000 (إعادة التفويض عند استخدام
80 ميغابايت، 8%)
```

CCR-Update (طلب التحكم في الائتمان - تحديث)

عندما:

- تم الوصول إلى عتبة الحصة الممنوحة (مثل، 80% مستهلكة)
- تنتهي فترة الصلاحية
- يتطلب تغيير الخدمة إعادة التفويض
- تغيير وقت التعريفة

الغرض:

- طلب حصة إضافية
- الإبلاغ عن استخدام الحصة الممنوحة سابقًا
- تحديث معايير الشحن

الاختلافات الرئيسية عن CCR-I:

- `CC-Request-Type: UPDATE_REQUEST (2)`
- `CC-Request-Number` تم زيادته
- `Used-Service-Unit` يحتوي على الاستخدام الفعلي
- `Requested-Service-Unit` لمزيد من الحصة

مثال على هيكل CCR-U:

```
CCR (رمز الأمر: 272، طلب)
├── Session-Id: "pgw_c.example.com;123;456;gy"
├── Auth-Application-Id: 4
├── Origin-Host: "omni-pgw_c.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org"
├── Origin-Realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org"
├── Destination-Realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org"
├── CC-Request-Type: UPDATE_REQUEST (2)
├── CC-Request-Number: 1
└── Multiple-Services-Credit-Control (Grouped)
    ├── Service-Identifier: 1
    ├── Rating-Group: 100
    ├── Used-Service-Unit (Grouped)
    │   └── CC-Total-Octets: 8000000 (تم استخدام 8 ميغا بايت حتى
الآن)
    └── Requested-Service-Unit (Grouped)
        └── CC-Total-Octets: 10000000 (طلب 10 ميغا بايت أخرى)
```

CCA-Update (إجابة التحكم في الائتمان - تحديث)

مرسلة بواسطة: OCS ردًا على CCR-U

الغرض:

- منح حصة إضافية (إذا كان الائتمان متاحًا)
- الاعتراف بالاستخدام
- تحديث معايير الشحن

النتائج المحتملة:

1. تم منح المزيد من الحصة:

```
CCA (تحديث)
└── Multiple-Services-Credit-Control
    ├── Result-Code: DIAMETER_SUCCESS (2001)
    ├── Granted-Service-Unit
    │   └── CC-Total-Octets: 10000000 (10 ميغا بايت أخرى)
    └── Validity-Time: 3600
```

2. الحصة النهائية (نفاد الائتمان):

```
CCA (تحديث)
└── Multiple-Services-Credit-Control
    ├── Result-Code: DIAMETER_SUCCESS (2001)
    ├── Granted-Service-Unit
    │   └── CC-Total-Octets: 1000000 (تبقى 1 ميغابايت فقط)
    └── Final-Unit-Indication
        └── Final-Unit-Action: TERMINATE (0)
```

3. لا يوجد ائتمان متاح:

```
CCA (تحديث)
├── Result-Code: DIAMETER_CREDIT_LIMIT_REACHED (4012)
└── Multiple-Services-Credit-Control
    ├── Result-Code: DIAMETER_CREDIT_LIMIT_REACHED (4012)
    └── Final-Unit-Indication
        └── Final-Unit-Action: TERMINATE (0)
```

CCR-Termination (طلب التحكم في الائتمان - إنهاء)

عندما:

- يفصل UE
- يتم حذف اتصال PDN
- يتم إنهاء الجلسة لأي سبب

الغرض:

- تقرير الاستخدام النهائي
- إغلاق جلسة Gy/Ro
- التسوية النهائية

الاختلافات الرئيسية:

- `CC-Request-Type: TERMINATION_REQUEST (3)`
- `Used-Service-Unit` يحتوي على الاستخدام النهائي
- لا يوجد `Requested-Service-Unit` (لا حاجة لمزيد من الحصة)
- يتضمن `Termination-Cause`

مثال على هيكل CCR-T:

```
CCR (رمز الأمر: 272، طلب)
├── Session-Id: "pgw_c.example.com;123;456;gy"
├── Auth-Application-Id: 4
├── Origin-Host: "omni-pgw_c.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org"
├── Origin-Realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org"
├── Destination-Realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org"
├── CC-Request-Type: TERMINATION_REQUEST (3)
├── CC-Request-Number: 5
├── Termination-Cause: DIAMETER_LOGOUT (1)
└── Multiple-Services-Credit-Control (Grouped)
    ├── Service-Identifier: 1
    ├── Rating-Group: 100
    └── Used-Service-Unit (Grouped)
        └── CC-Total-Octets: 18500000 (18.5 ميغا بايت إجمالي
الاستخدام)
```

CCA-Termination (إجابة التحكم في الائتمان - إنهاء)

مرسلة بواسطة: OCS ردًا على CCR-T

الغرض:

- الاعتراف بإنهاء الجلسة
- إكمال المحاسبة
- تحرير الائتمان المحجوز

مثال على CCA-T:

```
CCA (رمز الأمر: 272، إجابة)
├── Session-Id: "pgw_c.example.com;123;456;gy"
├── Result-Code: DIAMETER_SUCCESS (2001)
├── Origin-Host: "ocs.example.com"
├── Origin-Realm: "example.com"
├── Auth-Application-Id: 4
├── CC-Request-Type: TERMINATION_REQUEST (3)
└── CC-Request-Number: 5
```

تدف��ات الشحن عبر الإنترنت

أنواع وحدات الخدمة

يمكن لـ OCS منح الحصة بوحدات مختلفة:

حالة الاستخدام	الوصف	AVP	نوع الوحدة
المكالمات الصوتية، مدة الجلسة	ثواني	CC-Time	**الوقت**
خدمات البيانات	بايت (إجمالي صعودًا وهبوطًا)	CC-Total-Octets	**الحجم**
شحن غير متساوي	بايت (منفصل)	CC-Input-Octets, CC-Output-Octets	**الحجم (منفصل)**
SMS، MMS، مكالمات API	وحدات مخصصة	CC-Service-Specific-Units	**محدد الخدمة**
خدمات الدفع مقابل الاستخدام	أحداث محسوبة	-	**الأحداث**

إدارة عتبة الحصة

المشكلة: كيف يعرف PGW-C متى يطلب المزيد من الحصة؟

الحل: يوفر OCS **Time-Quota-Threshold** أو **Volume-Quota-Threshold**. يراقب PGW-C الاستخدام عبر تقارير جلسة PFCP من PGW-U (انظر واجهة PFCP).

مثال على التدفق:

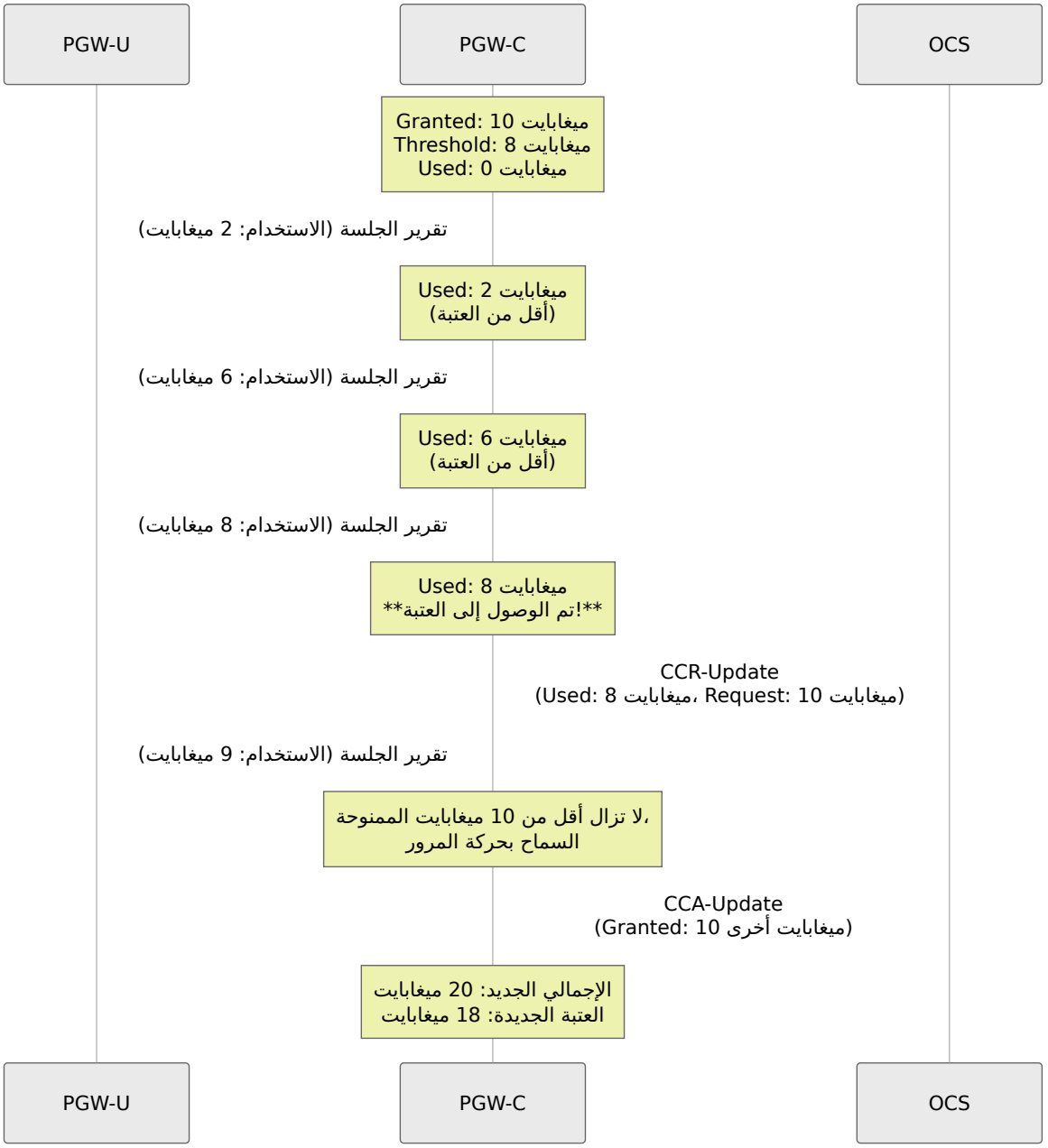
```
1. يمنح OCS (8 ميغابايت) 80% من حصة 10 ميغابايت
2. يراقب PGW-C استخدام PGW-U الاستخدام عبر تقارير جلسة (PFCP)
3. عندما يصل الاستخدام إلى 8 ميغابايت:
   → يرسل PGW-C CCR-Update
   → يستمر في السماح بحركة المرور (لا تنتظر الرد)
4. يستجيب OCS بمزيد من الحصة
5. إذا نفدت الحصة قبل إرسال CCR-Update:
   → يجب على PGW-C حظر الحركة
```

حساب العتبة:

```
Granted-Service-Unit: 10000000 بايت (10 ميغابايت)
Volume-Quota-Threshold: 8000000 بايت (8 ميغابايت)

عندما يتم استهلاك 8 ميغابايت → تحفيز CCR-Update
(يسمح بالوقت لاستجابة OCS) المخزون المتبقي: 2 ميغابايت
```

مراقبة PGW-C:

يراقب PGW-C الاستخدام عبر **تقارير جلسة** **PFCP** من PGW-U:



الإشارة إلى الوحدة النهائية

ماذا يحدث عندما ينفد الائتمان؟

يتضمن OCS **Final-Unit-Indication** AVP في CCA لتحديد الإجراء:

Final-Unit-Action	القيمة	سلوك PGW-C
TERMINATE	0	حظر كل الحركة، بدء إنهاء الجلسة
REDIRECT	1	إعادة توجيه الحركة إلى البوابة (مثل، صفحة الشحن)
RESTRICT_ACCESS	2	السماح بالوصول فقط إلى خدمات معينة (مثل، خادم الشحن)

مثال: الوحدة النهائية مع إعادة التوجيه

```
CCA (تحديث)
└── Multiple-Services-Credit-Control
    ├── Result-Code: DIAMETER_SUCCESS (2001)
    ├── Granted-Service-Unit
    │   └── CC-Total-Octets: 1000000 (الوحدة النهائية 1 ميغابايت)
    └── Final-Unit-Indication
        ├── Final-Unit-Action: REDIRECT (1)
        └── Redirect-Server (Grouped)
            ├── Redirect-Address-Type: URL (2)
            └── Redirect-Server-Address:
"http://topup.example.com"
```

إجراءات PGW-C:

1. **TERMINATE:** إرسال CCR-T، حذف الحامل
2. **REDIRECT:** تثبيت قاعدة PFCP لإعادة توجيه HTTP إلى عنوان الشحن
3. **RESTRICT_ACCESS:** تثبيت قواعد PFCP تسمح فقط بعناوين IP المسموح بها

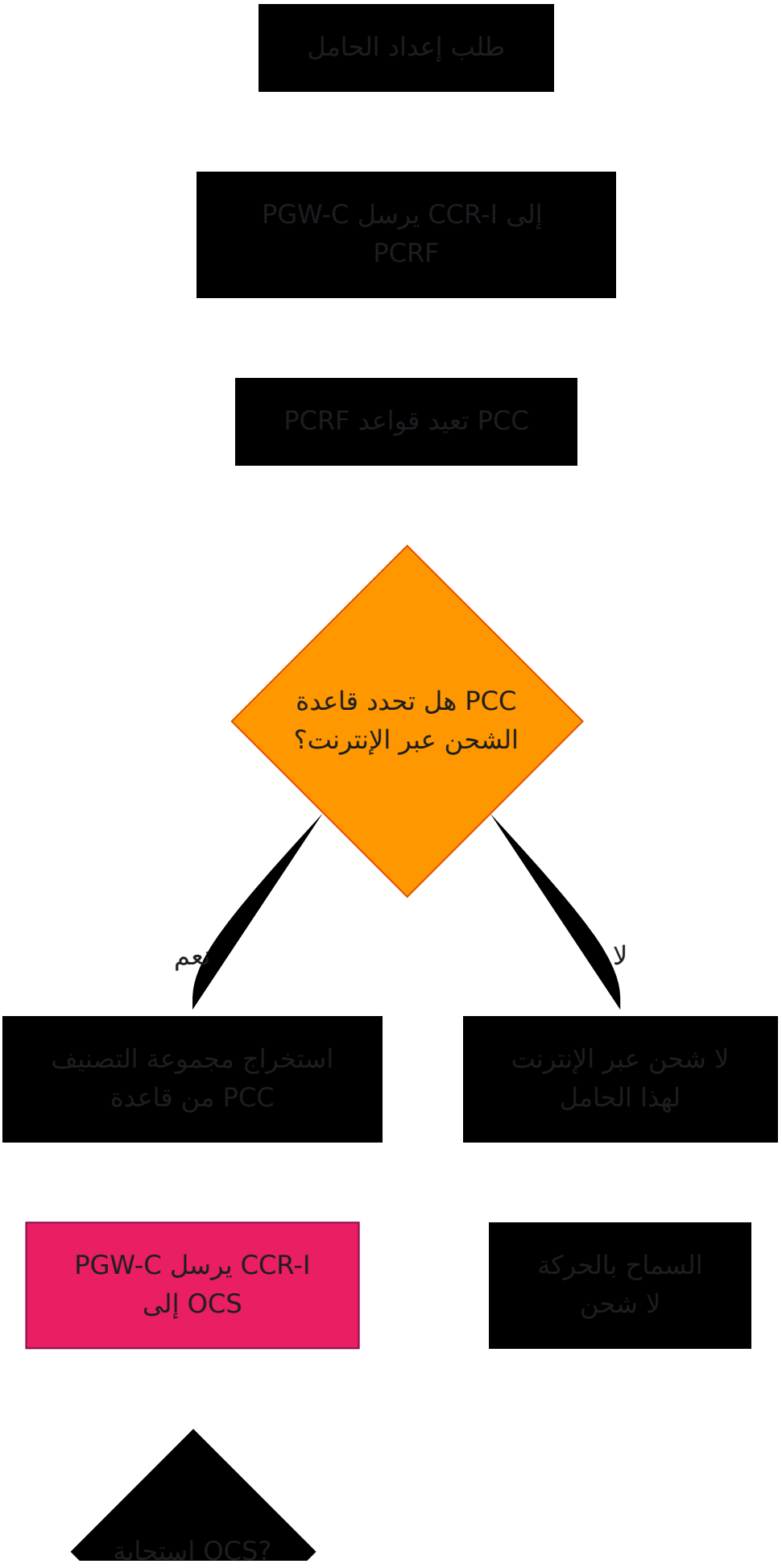
تحكم الشحن في الحامل

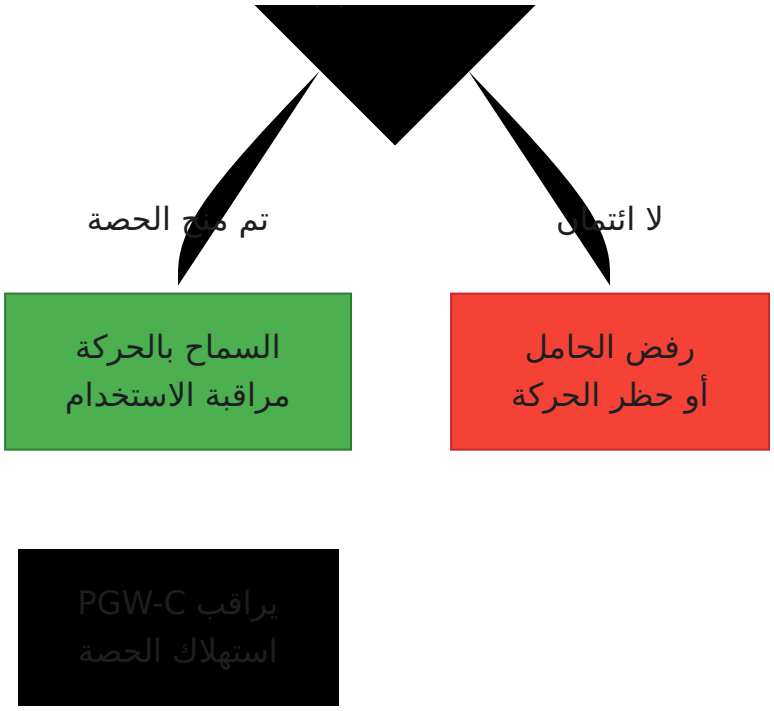
ما الذي يتحكم في ما إذا كان سيتم شحن الحامل؟

3 مواصفةGPP: TS 23.203، TS 29.212، TS 32.251

قواعد يتم التحكم في شحن الحامل بواسطة **PCC** التي توفرها PCRF عبر واجهة Gx. انظر واجهة Diameter Gx لوثائق قواعد PCC الكاملة.

تدفق قرار الشحن:


طلب إعداد الحامل
إلى CCR-I يرسل PGW-C
PCRF
PCRF تعيد قواعد PCC
هل تحدد قاعدة PCC
الشحن عبر الإنترنت؟
نعم
لا
استخراج مجموعة التصنيف
من قاعدة PCC
لا شحن عبر الإنترنت
لهذا الحامل
CCR-I يرسل PGW-C
إلى OCS
السماح بالحركة
لا شحن
استجابة OCS؟



مع معلومات الشحن PCC قاعدة

استجابة PCRF (CCA-I على Gx):

```
CCA (واجهة Gx)
└── Charging-Rule-Definition (Grouped)
    ├── Charging-Rule-Name: "prepaid_data_rule"
    ├── Rating-Group: 100
    ├── Online: 1 (تمكين الشحن عبر الإنترنت)
    ├── Offline: 0 (تعطيل الشحن غير المتصل)
    ├── Metering-Method: VOLUME (1)
    ├── Precedence: 100
    ├── Flow-Information: [...]
    └── QoS-Information: [...]
```

المفاتيح AVPs الخاصة بالشحن في قواعد PCC:

اسم AVP	رمز AVP	القيم	الوصف
Rating-Group	432	Unsigned32	تتوافق مع) فئة الشحن التعريفة في OCS)
Online	1009	تعطيل، 1=تمكين=0	تمكين الشحن عبر الإنترنت (Gy)
Offline	1008	تعطيل، 1=تمكين=0	تمكين الشحن غير المتصل (Gz)
Metering-Method	1007	المدة، 1=الحجم،=0 2=كلاهما	ما يجب قياسه
Reporting-Level	1011	الخدمة، 1=مجموعة=0 التصنيف	دقة تقارير الاستخدام

مصفوفة قرار شحن الحامل

عبر الإنترنت	غير متصل	مجموعة التصنيف	السلوك
1	0	موجودة	الشحن عبر الإنترنت فقط (مدفوع مسبقًا)
0	1	موجودة	الشحن غير المتصل فقط (م��فوع لاحقًا)
1	1	موجودة	الشحن عبر الإنترنت وغير المتصل (متقارب)
0	0	-	لا شحن (خدمة مجانية)

مجموعات التصنيف المتعددة

يمكن أن يحتوي اتصال PDN واحد على **عدة حاملات بمجموعات تصنيف مختلفة**:

سيناريو المثال:

```
الحامل الافتراضي (الإنترنت)
├── مجموعة التصنيف: 100 (بيانات قياسية)
└── عبر الإنترنت: 1

الحامل المخصص 1 (بث الفيديو)
├── مجموعة التصنيف: 200 (خدمة الفيديو)
└── عبر الإنترنت: 1

الحامل المخصص 2 (صوت IMS)
├── مجموعة التصنيف: 300 (الصوت)
└── عبر الإنترنت: 1
```

سلوك PGW-C Gy:

- MSCC (Multiple-Services-Credit-Control): **واحد** مع عدة أقسام **CCR-I**

```
CCR-Initial
├── Session-Id: "..."
└── Multiple-Services-Credit-Control
    ├── [مجموعة التصنيف: 100] → بيانات قياسية
    ├── [مجموعة التصنيف: 200] → خدمة الفيديو
    └── [مجموعة التصنيف: 300] → الصوت
```

استجابة OCS:

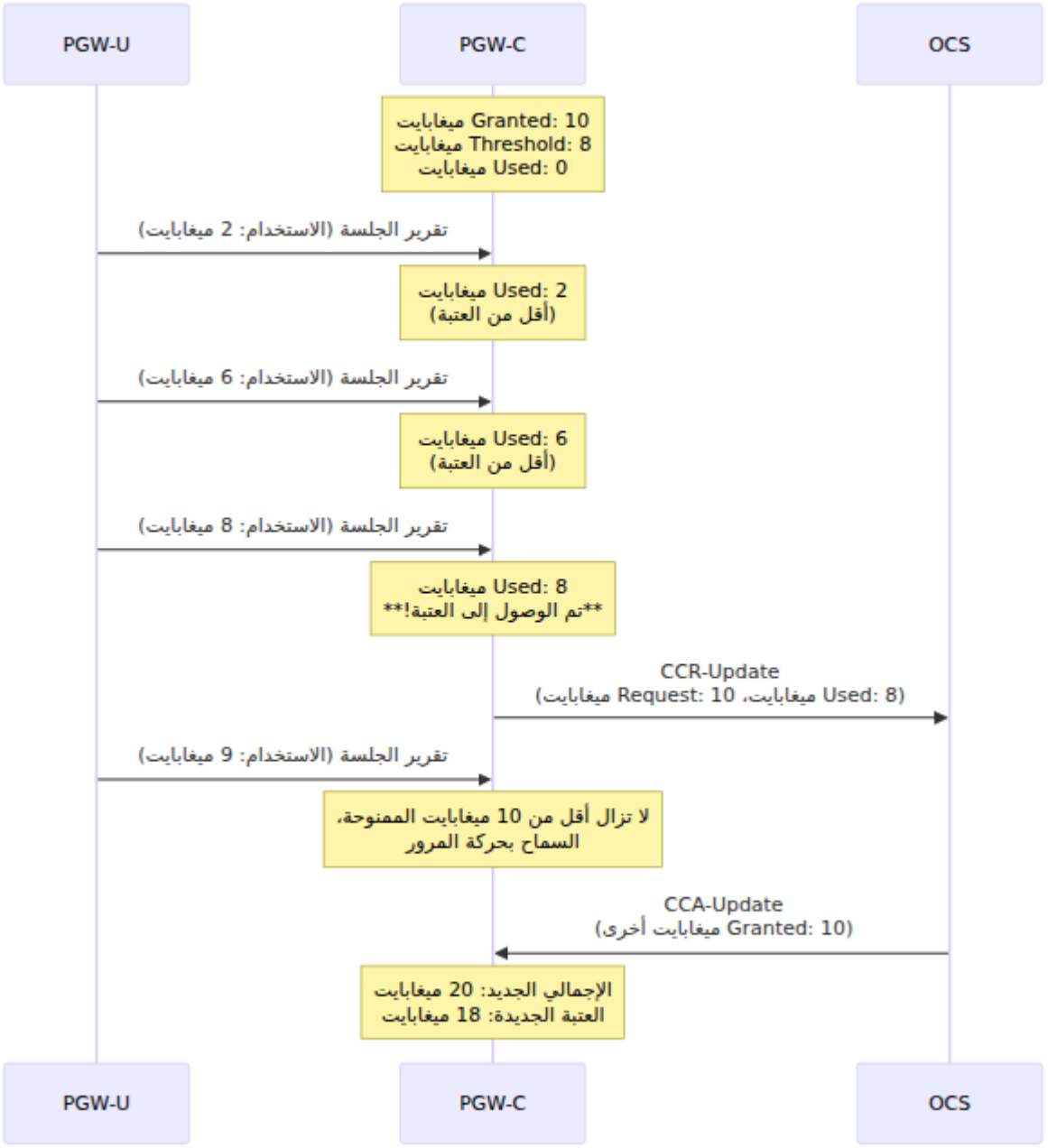
```
CCA-Initial
└── Multiple-Services-Credit-Control
    ├── [مجموعة التصنيف: 100] → تم منح: 10 ميغابايت
    ├── [مجموعة التصنيف: 200] → تم منح: 5 ميغابايت (الفيديو أكثر تكلفة)
    └── [مجموعة التصنيف: 300] → تم منح: 60 ثانية
```

فرض الشحن لكل خدمة

يتتبع الحصة لكل مجموعة تصنيف PGW-C:

```
# كود زائف
state.charging_quotas = %{
  100 => %{granted: 10_000_000, used: 0, threshold: 8_000_000},
  200 => %{granted: 5_000_000, used: 0, threshold: 4_000_000},
  300 => %{granted: 60_000, used: 0, threshold: 48_000}  # مللي
ثانية
}
```

مراقبة الاستخدام لكل حامل:



تحكم ائتمان الخدمات المتعددة

MSCC (Multiple-Services-Credit-Control) AVP

الغرض: تجميع معلومات الشحن لخدمة/مجموعة تصنيف محددة

الهيكل:

```
Multiple-Services-Credit-Control (Grouped, AVP 456)
├── Service-Identifier (Unsigned32, AVP 439)
├── Rating-Group (Unsigned32, AVP 432)
├── Requested-Service-Unit (Grouped, AVP 437)
│   ├── CC-Time (Unsigned32, AVP 420)
│   ├── CC-Total-Octets (Unsigned64, AVP 421)
│   ├── CC-Input-Octets (Unsigned64, AVP 412)
│   └── CC-Output-Octets (Unsigned64, AVP 414)
├── Used-Service-Unit (Grouped, AVP 446)
│   └── [نفس الهيكل مثل Requested-Service-Unit]
├── Granted-Service-Unit (Grouped, AVP 431)
│   └── [نفس الهيكل مثل Requested-Service-Unit]
├── Validity-Time (Unsigned32, AVP 448)
├── Result-Code (Unsigned32, AVP 268)
└── Final-Unit-Indication (Grouped, AVP 430)
    └── Final-Unit-Action (Enumerated, AVP 449)
```

Service-Identifier مقابل Rating-Group

السمة	Service-Identifier	Rating-Group
الغرض	يحدد نوع الخدمة	يحدد فئة الشحن
المثال	SMS=1، بيانات=2، صوت=3	عادي=200، متميز=100
الدقة	تصنيف واسع	تعريفة محددة
المطلوب	اختياري	مطلوب للشحن
التعيين	قد يتوافق مع عدة RGs	تعريفة واحدة في OCS

مثال:

```
Service-Identifier: 1 (خدمة البيانات)
├── Rating-Group: 100 (بيانات قياسية - $0.01/ميغابايت)
└── Rating-Group: 200 (بيانات متميزة - $0.05/ميغابايت)

Service-Identifier: 2 (الصوت)
└── Rating-Group: 300 (مكالمات صوتية - $0.10/دقيقة)
```

التكوين

تكوين Gy الأساسي

قم بتحرير `config/runtime.exs`:

```
config :pgw_c,
  gy: %{
    # تمكين أو تعطيل الشحن عبر الإنترنت عالميًا
    enabled: true,

    # مهلة اتصال OCS (بالملي ثانية)
    timeout_ms: 5000,

    # الحصة الافتراضية المطلوبة (بايت) إذا لم يحددها PCRF
    default_requested_quota: 10_000_000,  # 10 ميغابايت

    # نسبة العتبة لإعادة التفويض
    # (0.8 = تحفيز CCR-Update عند استهلاك 80% من الحصة)
    quota_threshold_percentage: 0.8,

    # الإجراء عند حدوث مهلة OCS
    # الخيارات: :block، :allow
    timeout_action: :block,

    # الإجراء عند عدم عودة OCS بأي ائتمان
    # الخيارات: :terminate، :redirect
    no_credit_action: :terminate,

    # عنوان URL لإعادة التوجيه للشحن (يستخدم إذا كان
no_credit_action: :redirect)
    topup_redirect_url: "http://topup.example.com"
  },
  diameter: %{
    listen_ip: "0.0.0.0",
    host: "omni-pgw_c.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",
    realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",

    # تكوين نظير OCS
    peer_list: [
      # PCRF للتحكم في السياسة (Gx)
      %{
        host: "pcrf.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",
        realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",
        ip: "10.0.0.30",
        initiate_connection: true
      },
      # OCS للشحن عبر الإنترنت (Gy)
      %{
```

```
        host: "ocs.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",
        realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",
        ip: "10.0.0.40",
        initiate_connection: true
      }
    ]
  }
```

شرح معلمات التكوين

`enabled`

- `true`: الشحن عبر الإنترنت نشط، يتم إرسال رسائل CCR إلى OCS
- `false`: تم تعطيل الشحن عبر الإنترنت، لا توجد رسائل Gy

`timeout_ms`

- الوقت الذي يجب الانتظار فيه لاستجابة CCA من OCS
- الموصى به: 3000-5000 مللي ثانية

`default_requested_quota`

- الحصة الافتراضية التي يتم طلبها إذا لم يحددها PCRF
- القيم النموذجية: 1-100 ميغابايت

`quota_threshold_percentage`

- تحفيز CCR-Update عند استهلاك هذه النسبة من الحصة
- الموصى به: 0.75-0.85 (75%-85%)
- أعلى = عدد أقل من الرسائل، ولكن خطر نفاد الحصة
- أقل = المزيد من الرسائل، ولكن أكثر أمانًا

`timeout_action`

- **`:block`** - حظر الحركة إذا لم تستجب OCS (أكثر أمانًا، يمنع خسارة الإيرادات)
- **`:allow`** - السماح باحركة إذا لم تستجب OCS (أفضل تجربة مستخدم، خطر الإيرادات)

`no_credit_action`

- `:terminate` - حذف الحامل عند نفاد الائتمان
- `:redirect` - إعادة التوجيه إلى بوابة الشحن

تكوين محدد للبيئة

الإنتاج (المشتركين المدفوعين مسبقًا):

```
config :pgw_c,
  gy: %{
    enabled: true,
    timeout_action: :block,
    no_credit_action: :terminate,
    quota_threshold_percentage: 0.8
  }
```

الاختبار/التطوير:

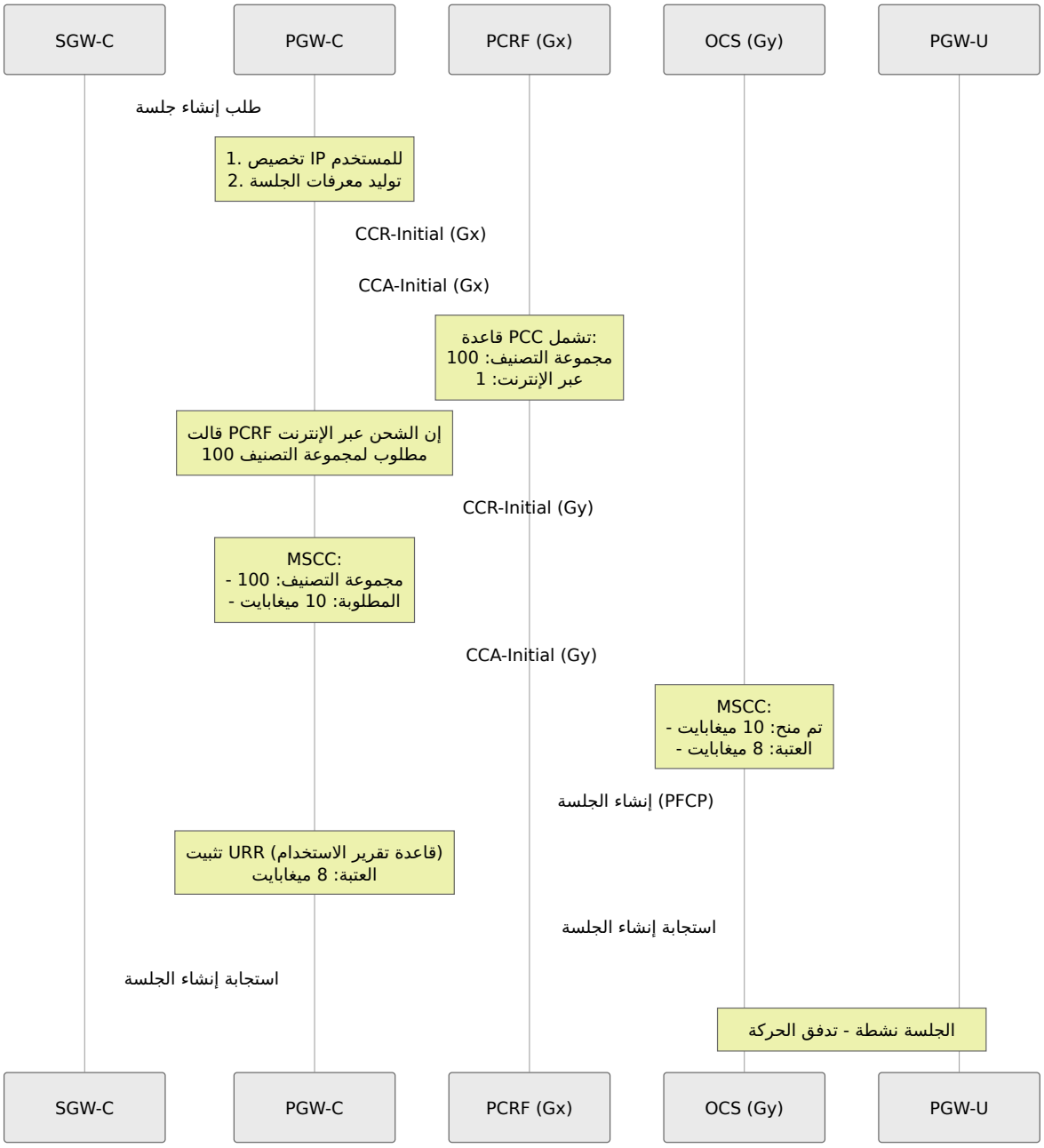
```
config :pgw_c,
  gy: %{
    enabled: false  # تعطيل للاختبار
  }
```

الهجين (بعض المدفوعين مسبقًا، وبعض المدفوعين لاحقًا):

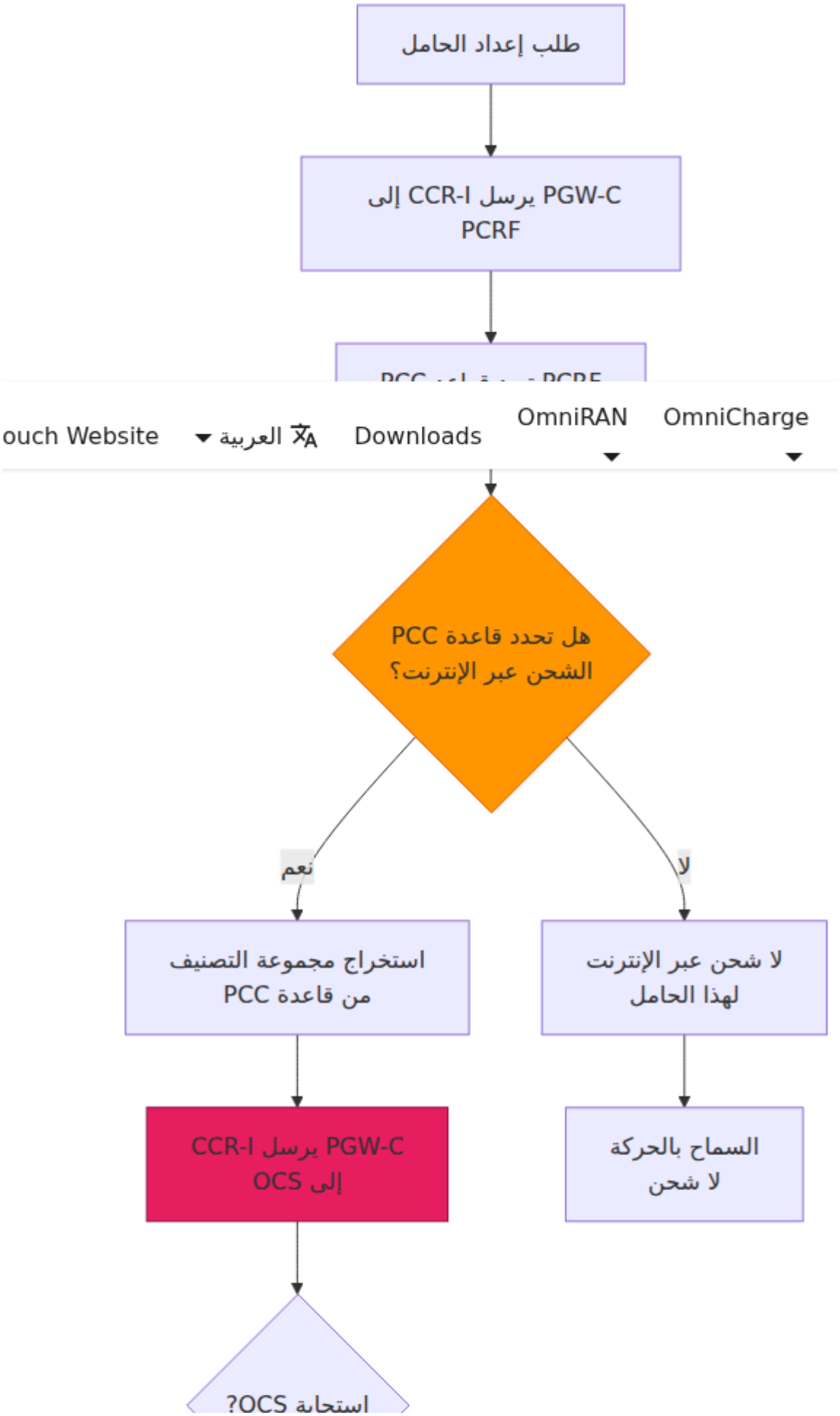
```
config :pgw_c,
  gy: %{
    enabled: true,  # يتم التحكم فيه لكل مشترك بواسطة PCRF
    timeout_action: :allow,  # لا تحظر المدفوعين لاحقًا عند فشل OCS
    no_credit_action: :terminate
  }
```

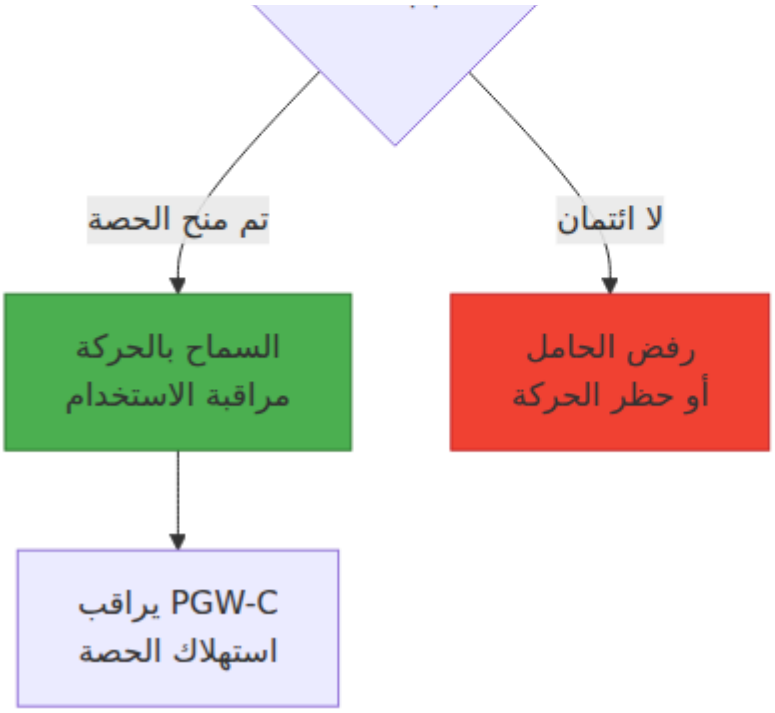
تدفقات الرسائل

جلسة ناجحة مع الشحن عبر الإنترنت

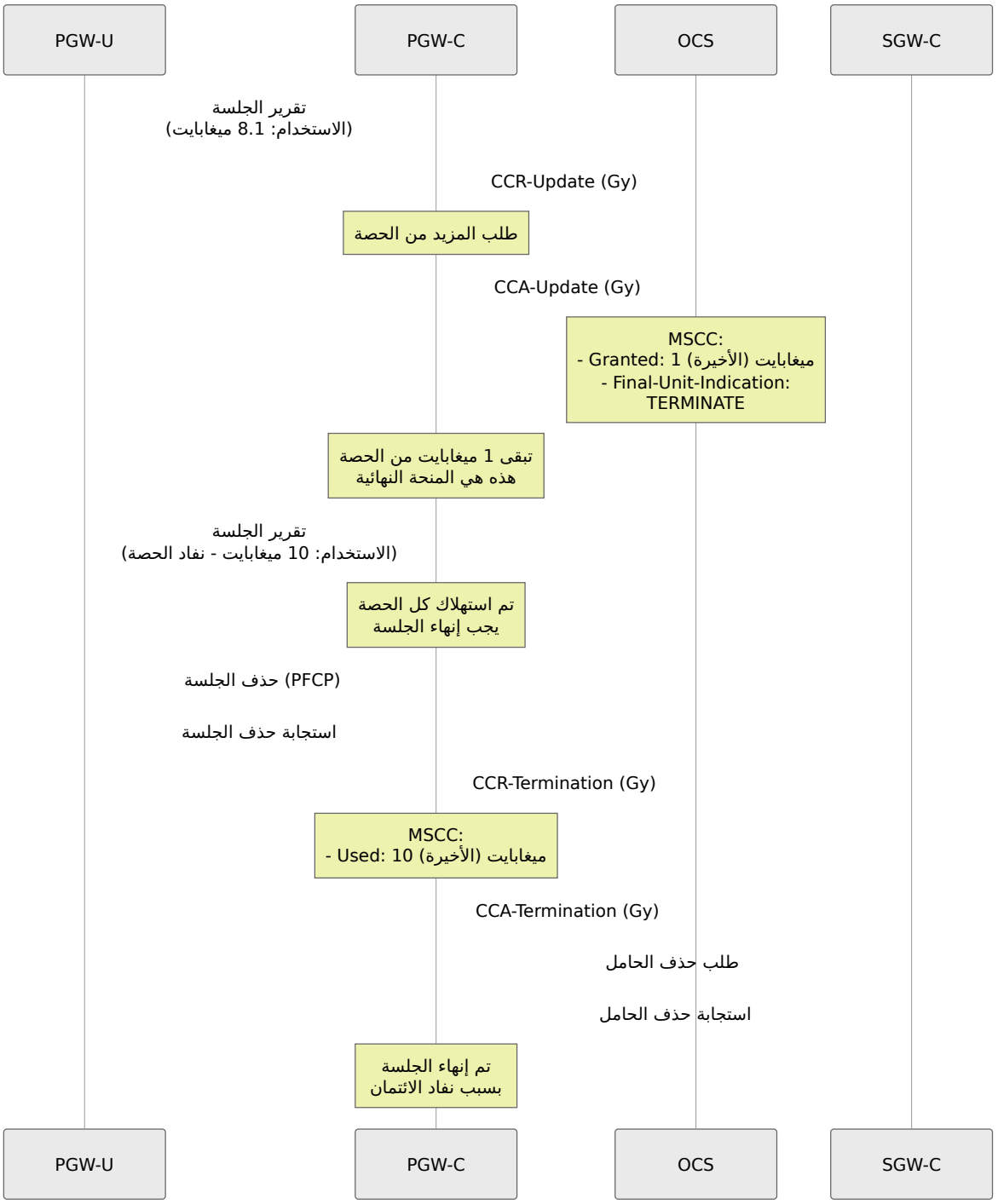


إعادة تفويض الحصة (CCR-Update)

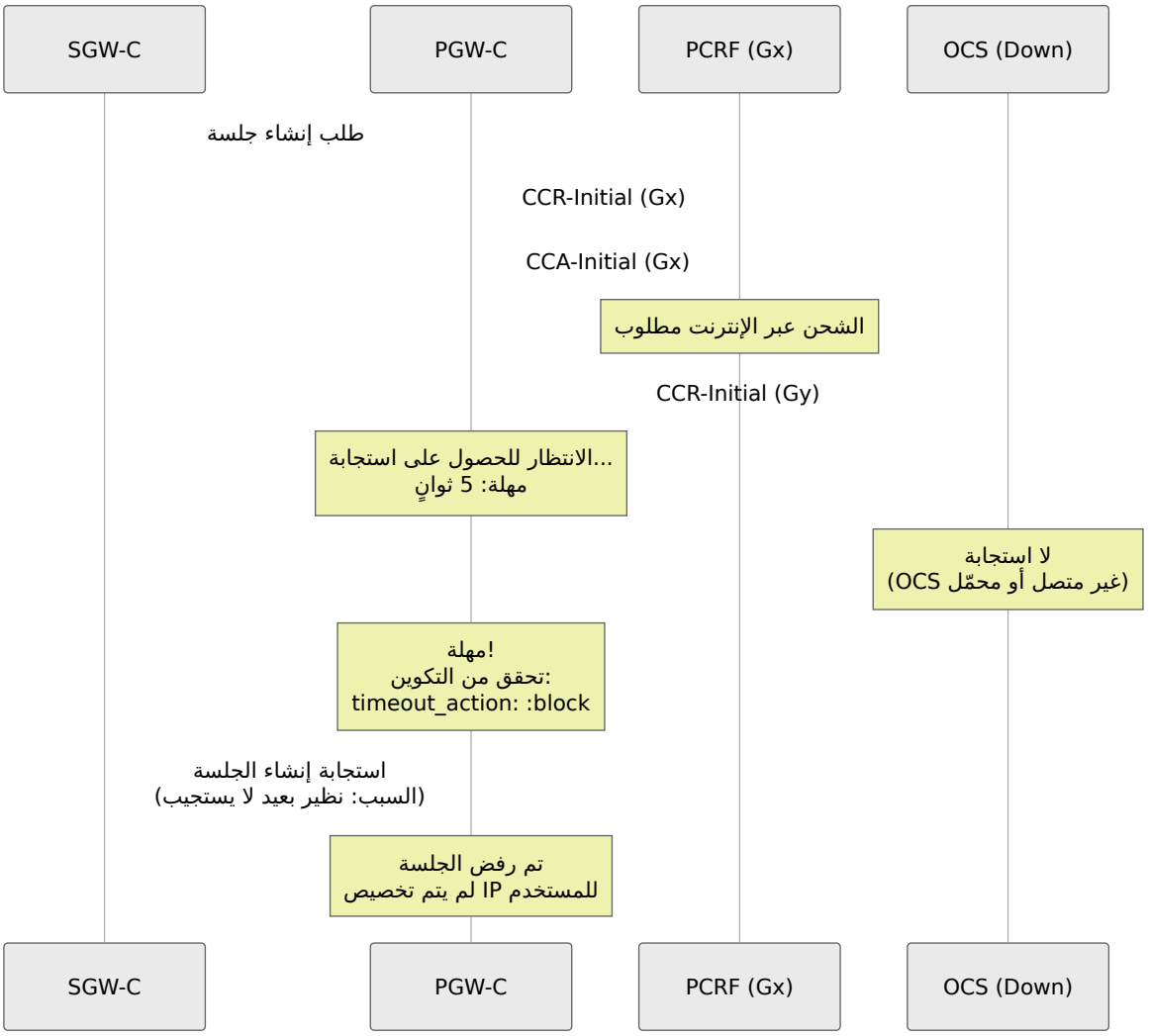

طلب إعداد الحامل
PGW-C يرسل CCR-I إلى PCRF
ouch Website
العربية
Downloads
OmniRAN
OmniCharge
هل تحدد قاعدة PCC الشحن عبر الإنترنت؟
نعم
لا
استخراج مجموعة التصنيف من قاعدة PCC
لا شحن عبر الإنترنت لهذا الحامل
PGW-C يرسل CCR-I إلى OCS
السماح بالحركة لا شحن



نفاد الائتمان (الوحدة النهائية)


PGW-U
PGW-C
OCS
SGW-C
تقرير الجلسة
(الاستخدام: 8.1 ميغابايت)
CCR-Update (Gy)
طلب المزيد من الحصة
CCA-Update (Gy)
MSCC:
- Granted: 1 ميغابايت (الأخيرة)
- Final-Unit-Indication:
TERMINATE
تبقى 1 ميغابايت من الحصة
هذه هي المنحة النهائية
تقرير الجلسة
(الاستخدام: 10 ميغابايت - نفاد الحصة)
تم استهلاك كل الحصة
يجب إنهاء الجلسة
حذف الجلسة (PFCP)
استجابة حذف الجلسة
CCR-Termination (Gy)
MSCC:
- Used: 10 ميغابايت (الأخيرة)
CCA-Termination (Gy)
طلب حذف الحامل
استجابة حذف الحامل
تم إنهاء الجلسة
بسبب نفاد الائتمان
PGW-U
PGW-C
OCS
SGW-C

معالجة مهلة OCS



معالجة الأخطاء

رموز النتائج

رموز النجاح:

الرمز	الاسم	الإجراء
2001	DIAMETER_SUCCESS	المتابعة مع الحصة الممنوحة

الأخطاء المؤقتة (4xxx):

الرمز	الاسم	إجراء PGW-C
4010	DIAMETER_TOO_BUSY	إعادة المحاولة مع التراجع
4011	DIAMETER_UNABLE_TO_COMPLY	تسجيل الخطأ، قد تعيد المحاولة
4012	DIAMETER_CREDIT_LIMIT_REACHED	إنهاء أو إعادة توجيه

الأخطاء الدائمة (5xxx):

الرمز	الاسم	إجراء PGW-C
5003	DIAMETER_AUTHORIZATION_REJECTED	رفض الجلسة
5031	DIAMETER_USER_UNKNOWN	رفض الجلسة (مشترك غير صالح)

رموز النتائج لكل خدمة

يمكن أن يظهر Result-Code **مهم:** على **مستويين**:

1. **مستوى الرسالة** - النتيجة العامة
2. **مستوى MSCC** - نتيجة لكل خدمة

مثال:

```
CCA-Initial
├── Result-Code: DIAMETER_SUCCESS (2001)  ← مستوى الرسالة: OK
└── Multiple-Services-Credit-Control
    ├── [مجموعة التصنيف: 100]
    │   └── Result-Code: DIAMETER_SUCCESS (2001)  ← RG 100: OK
    └── [مجموعة التصنيف: 200]
        └── Result-Code: DIAMETER_CREDIT_LIMIT_REACHED (4012)  ←
RG 200: لا ائتمان
```

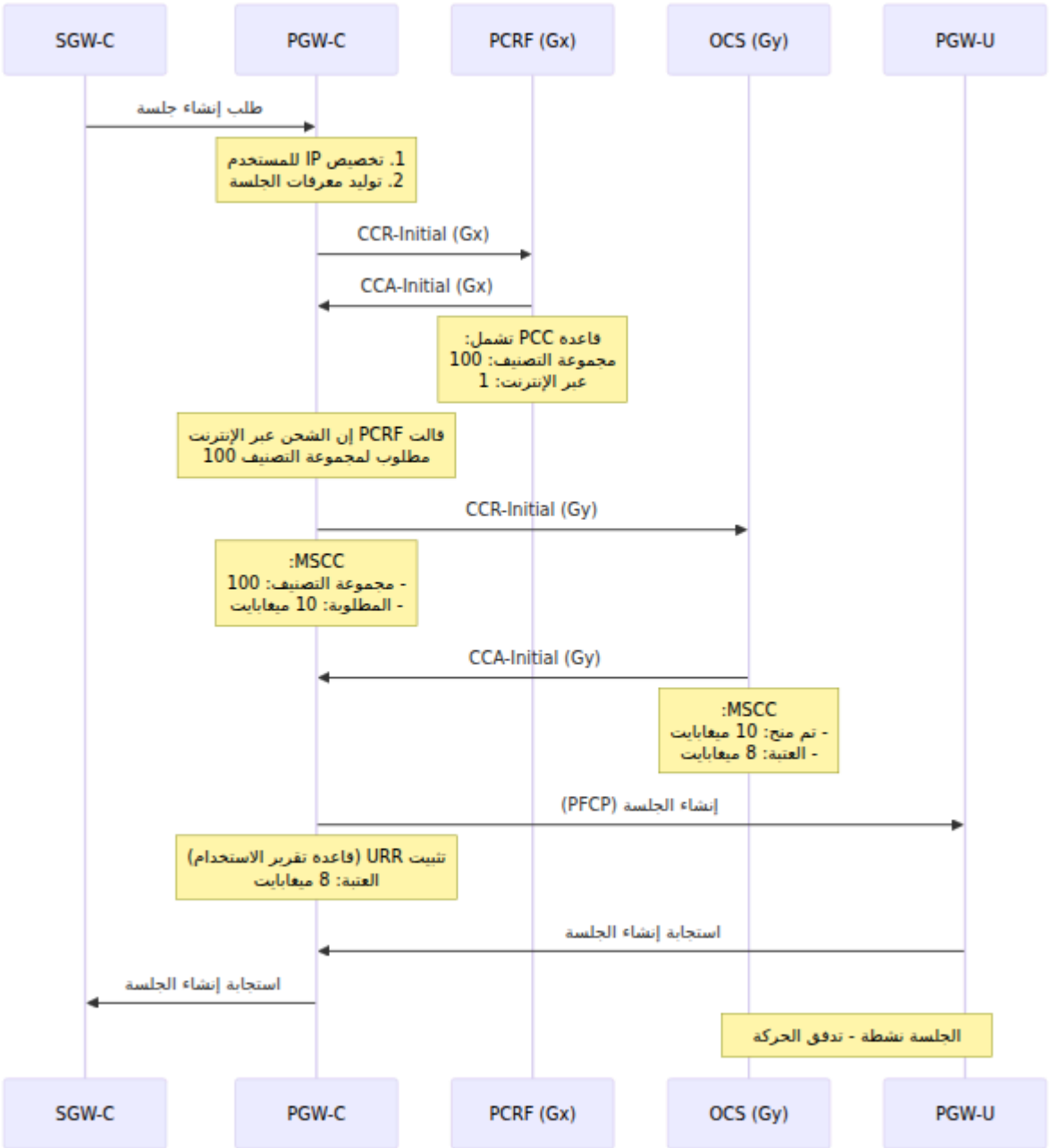
سلوك PGW-C:

- السماح بالحركة لمجموعة التصنيف 100
- حظر الحركة لمجموعة التصنيف 200

التكامل مع Gx

ما إذا كان الشحن عبر الإنترنت مطلوبًا وتوفر مجموعة (PCRF التحكم في سياسة) Gx تحدد واجهة التصنيف التي تحرك شحن Gy. انظر واجهة Diameter Gx لوثائق التحكم في السياسة الكاملة.

علاقة Gx وGy



تدفق التكامل

1. إعداد الحامل:

```
يتلقى PGW-C طلب إنشاء جلسة
    ↓
إرسال CCR-I إلى PCRF (Gx)
    ↓
استلام CCA-I مع قواعد PCC
    ↓
تحليل قواعد PCC:
    - هل تحتوي القاعدة على مجموعة تصنيف؟
    - هل عبر الإنترنت = 1؟
    ↓
إذا كان الجواب نعم:
    إرسال CCR-I إلى OCS (Gy) مع مجموعة التصنيف
    ↓
    استلام CCA-I مع الحصة
    ↓
    إذا تم منح الحصة: المتابعة
    إذا لم يكن هناك ائتمان: رفض الحامل
إذا كان الجواب لا:
    المتابعة بدون شحن عبر الإنترنت
```

2. تحديث السياسة الديناميكية (RAR من PCRF):

```
ترسل PCRF RAR (طلب إعادة التفويض) على Gx
    ↓
إضافة قاعدة PCC جديدة مع Online=1، Rating-Group=200
    ↓
PGW-C يرسل CCR-U إلى OCS (Gy)
    - إضافة MSCC 200 لمجموعة التصنيف
    ↓
OCS يمنح الحصة للخدمة الجديدة
    ↓
تثبيت حامل مخصص مع شحن عبر الإنترنت
```

استكشاف الأخطاء وإصلاحها

المشكلات الشائعة

1. مهلات CCR-Initial إلى OCS

الأعراض:

- تفشل الجلسات مع "مهلة OCS"
- السجل: "مهلة CCR-Initial (Gy)"

الأسباب المحتملة:

- OCS غير متصل
- عنوان OCS غير صحيح في التكوين
- جدار الحماية يحظر منفذ Diameter (3868)
- OCS محمّل

الحل:

```
# اختبار الاتصال بالشبكة
ping <ocs_ip>

# اختبار منفذ Diameter (TCP 3868)
telnet <ocs_ip> 3868

# تحقق من التكوين
# تأكد من تكوين نظير OCS في peer_list
```

2. رفض الجلسات بواسطة OCS

الأعراض:

- CCA-I مع Result-Code != 2001
- فشل استجابة إنشاء الجلسة

رموز النتائج الشائعة:

رمز النتيجة	السبب الم��تمل	الحل
4012	تم الوصول إلى حد الائتمان	يحتاج المشترك إلى إعادة الشحن
5003	تم رفض التفويض	تحقق من أذونات المشترك
5031	المستخدم غير معروف	توفير المشترك في OCS

خطوات التصحيح:

1. تحقق من سجلات OCS لمعرفة سبب الرفض
2. تحقق من رصيد المشترك في OCS
3. تحقق من أن IMSI/MSISDN في CCR-I يتطابق مع سجل المشترك

3. عدم اكتشاف نفاد الحصة

الأعراض:

- يستمر المستخدم في استخدام البيانات بعد نفاد الرصيد
- لم يتم إرسال CCR-Update

الأسباب المحتملة:

- لم يتم تثبيتها في PGW-U (قاعدة تقرير الاستخدام) URR
- لم يتم تكوين العتبة بشكل صحيح
- لم يتم استلام تقارير جلسة PFCP

خطوات التصحيح:

1. تحقق من إنشاء جلسة URR في PFCP:

```
إنشاء URR
├── URR-ID: 1
├── Measurement-Method: VOLUME
├── Volume-Threshold: 8000000 (8 ميغا بايت)
└── Reporting-Triggers: VOLUME_THRESHOLD
```

2. تحقق من سجلات PGW-U لتقارير الاستخدام

3. تحقق من `quota_threshold_percentage` في التكوين

4. مجموعة التصنيف غير الصحيحة

الأعراض:

- يرفض OCS مع "مجموعة التصنيف غير معروفة"
- تفشل الجلسات

السبب:

- لا تتطابق OCS مع تكوين CCR-I مجموعة التصنيف في
- قامت PCRF بتوفير مجموعة تصنيف غير صالحة

الحل:

1. تحقق من PCRF من مجموعة التصنيف في قاعدة PCC
2. تحقق من تكوين OCS لمجموعات التصنيف الصالحة
3. تأكد من التعيين بين قواعد PCC والتعريفات في OCS

المراقبة

المقاييس الرئيسية

```
# معدلات رسائل Gy
rate(gy_inbound_messages_total{message_type="cca"}[5m])
rate(gy_outbound_messages_total{message_type="ccr"}[5m])

# معدلات أخطاء Gy
rate(gy_inbound_errors_total[5m])

# أحداث نفاد الحصة
rate(gy_quota_exhausted_total[5m])

# معدل مهلات OCS
rate(gy_timeout_total[5m])

# مدة معالجة رسائل Gy
histogram_quantile(0.95,
rate(gy_inbound_handling_duration_bucket[5m]))
```

التنبيهات

```
# تنبيه على ارتفاع معدل أخطاء Gy
- alert: GyErrorRateHigh
  expr: rate(gy_inbound_errors_total[5m]) > 0.1
  for: 5m
  annotations:
    summary: "مرتفع Gy تم اكتشاف معدل أخطاء"

# تنبيه على مهلة OCS
- alert: OcsTimeout
  expr: rate(gy_timeout_total[5m]) > 0.05
  for: 2m
  annotations:
    summary: "تحدث مهلات OCS"

# تنبيه على ارتفاع معدل نفاد الائتمان
- alert: CreditExhaustionSpike
  expr: rate(gy_quota_exhausted_total[5m]) > 10
  for: 5m
  annotations:
    summary: "معدل مرتفع من نفاد الائتمان"
```

واجهة الويب - محاكي التحكم في ائتمان Gy

مدمج لاختبار وظيفة الشحن عبر الإنترنت دون الحاجة إلى Gy/Ro محاكي OmniPGW يتضمن OCS خارجي.

الوصول: `http://<omnipgw-ip>:<web-port>/gy_simulator`

الغرض: اختبار ومحاكاة سيناريوهات الشحن عبر الإنترنت للمشتركين المدفوعين مسبقًا

الميزات:

1. معلمات الطلب

- **IMSI** - هوية المشترك (مثل، "310170123456789")
- **MSISDN** - رقم الهاتف (مثل، "14155551234")
- **الوحدات المطلوبة** - مقدار الحصة ��لمطلوبة (بالبايت)
- **معرف الخدمة** - معرف نوع الخدمة
- **مجموعة التصنيف** - فئة الشحن

2. محاكاة CCR-I

- إرسال CCR-Initial (طلب التحكم في الائتمان الأولي)
- تحاكي طلب الحصة الأولية أثناء إنشاء الجلسة
- تختبر تكامل OCS دون حركة مرور حية

3. حالات الاستخدام

- **اختبار التطوير** - اختبار واجهة Gy أثناء التطوير
- **تكامل OCS** - التحقق من اتصال OCS واستجاباته
- **اختبار الحصة** - اختبار سيناريوهات حصة مختلفة

- **استكشاف الأخطاء** - تصحيح مشكلات الشحن
- **عرض** - عرض الشحن عبر الإنترنت للمساهمين

كيفية الاستخدام:

```
1. أدخل تفاصيل المشترك (IMSI، MSISDN)
2. حدد الوحدات المطلوبة (مثل، 1000000 لـ 1 ميغابايت)
3. قم بتكوين معرف الخدمة ومجموعة التصنيف
4. انقر على "إرسال CCR-I"
5. عرض استجابة OCS والحصة الممنوحة
```

الفوائد:

- لا حاجة إلى OCS خارجي أثناء الاختبار
- تحقق سريع من منطق الشحن
- بيئة اختبار آمنة
- مفيدة للتدريب والعروض

الوثائق ذات الصلة

الشحن والسياسة

- **واجهة Diameter Gx** - التحكم في سياسة PCRF، قواعد PCC التي تحفز الشحن عبر الإنترنت
- **تنسيق CDR للبيانات** - سجلات الشحن غير المتصل للفوترة المدفوعة لاحقًا
- **دليل التكوين** - معلمات تكوين الشحن عبر الإنترنت الكاملة

إدارة الجلسات

- **إدارة الجلسات** - دورة حياة جلسة PDN، إدارة الحامل
- **واجهة PFCP** - تقرير الاستخدام من PGW-U عبر URRs
- **واجهة S5/S8** - إعداد وتفكيك حامل GTP-C

العمليات

- مقاييس - **دليل المراقبة** Gy، تتبع الحصة، تنبيهات مهلة OCS
- **تخصيص IP** - تكوين مجموعة **للمستخدم** IP للجلسات المشحونة

العودة إلى دليل العمليات

دليل مراقبة وقياسات OmniPGW

تكامل بروميثيوس والمراقبة التشغيلية

بواسطة خدمات شبكة أومنيتاتش

جدول المحتويات

1. نظرة عامة
2. نقطة نهاية القياسات
3. القياسات المتاحة
4. تكوين بروميثيوس
5. لوحات معلومات جرافانا
6. التنبيهات
7. مراقبة الأداء
8. استكشاف مشاكل القياسات

نظرة عامة

يوفر OmniPGW نهجين تكميليين للمراقبة:

1. **واجهة ويب في الوقت الحقيقي** (مغطاة بإيجاز هنا، مفصلة في وثائق الواجهة المعنية)

- عارض الجلسات الحية
- حالة نظير PFCP
- اتصال نظير Diameter
- فحص الجلسات الفردية

2. **قياسات بروميثيوس** (التركيز الرئيسي لهذا المستند)

- الاتجاهات التاريخية والتحليل
- التنبيهات والإشعارات
- قياسات الأداء
- تخطيط السعة

يركز هذا المستند على **قياسات بروميثيوس**. لمزيد من التفاصيل حول واجهة الويب، انظر:

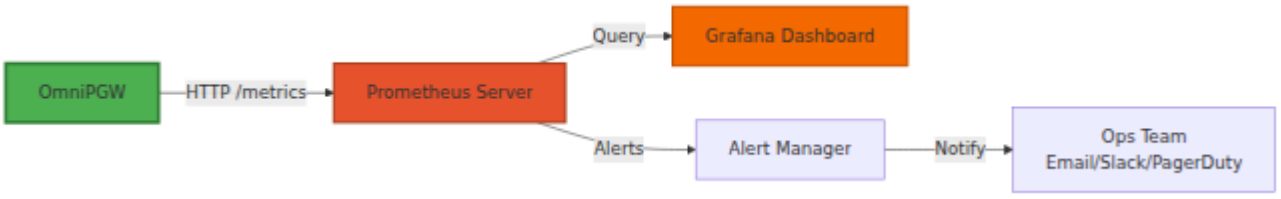
- إدارة الجلسات - واجهة الويب
- واجهة الويب - PFCP واجهة
- Diameter Gx - واجهة الويب

نظرة عامة على قياسات بروميثيوس

يعرض OmniPGW **قياسات متوافقة مع بروميثيوس** لمراقبة شاملة لصحة النظام والأداء والسعة. يتيح ذلك لفرق العمليات:

- **مراقبة صحة النظام** - تتبع الجلسات النشطة، والتخصيصات، والأخطاء
- **تخطيط السعة** - فهم اتجاهات استخدام الموارد
- **تحليل الأداء** - قياس زمن معالجة الرسائل
- **التنبيهات** - إشعار استباقي بالمشاكل
- **تصحيح الأخطاء** - تحديد الأسباب الجذرية للمشاكل

بنية المراقبة



نقطة نهاية القياسات

التكوين

قم بتمكين القياسات في `config/runtime.exs`:

```
config :pgw_c,
  metrics: %{
    enabled: true,
    ip_address: "0.0.0.0",  # ربط بجميع الواجهات
    port: 9090,              # منفذ HTTP
    registry_poll_period_ms: 5_000  # فترة الاستطلاع
  }
```

الوصول إلى القياسات

نقطة نهاية HTTP:

```
http://<omnipgw_ip>:<port>/metrics
```

مثال:

```
curl http://10.0.0.20:9090/metrics
```

تنسيق الإخراج

تُعرض القياسات بتنسيق **نص بروميثيوس**:

```
# HELP teid_registry_count عدد TEID المسجل للجلسات
# TYPE teid_registry_count gauge
teid_registry_count 150

# HELP address_registry_count عدد العناوين المسجلة لـ��جلسات
# TYPE address_registry_count gauge
address_registry_count 150

# HELP s5s8_inbound_messages_total العدد الإجمالي للرسائل المستلمة
من نظائر S5/S8
# TYPE s5s8_inbound_messages_total counter
s5s8_inbound_messages_total{message_type="create_session_request"}
1523
s5s8_inbound_messages_total{message_type="delete_session_request"}
1487
```

القياسات المتاحة

يعرض OmniPGW الفئات التالية من القياسات:

قياسات الجلسات

أعداد الجلسات النشطة:

اسم القياس	النوع	الوصف
`teid_registry_count`	Gauge	جلسات S5/S8 النشطة (عدد TEID)
`seid_registry_count`	Gauge	جلسات PFCP النشطة (عدد SEID)
`session_id_registry_count`	Gauge	جلسات Gx النشطة (عدد معرف الجلسة Diameter)
`session_registry_count`	Gauge	الجلسات النشطة (أزواج IMSI، EBI)
`address_registry_count`	Gauge	عناوين IP المخصصة للـ UE
`charging_id_registry_count`	Gauge	معرفات الشحن النشطة (انظر تنسيق CDR للبيانات لسجلات فواتير CDR)
`sxb_sequence_number_registry_count`	Gauge	استجابات PFCP المعلقة (في انتظار الاستجابة)
`s5s8_sequence_number_registry_count`	Gauge	استجابات S5/S8 المعلقة (في انتظار الاستجابة)
`sxb_peer_registry_count`	Gauge	عدد عمليات نظير PFCP المسجلة

الاستخدام:

```
# الجلسات النشطة الحالية
teid_registry_count

# معدل إنشاء الجلسات (لكل ثانية)
rate(teid_registry_count[5m])

# ذروة الجلسات في الساعة الماضية
max_over_time(teid_registry_count[1h])
```

عدادات الرسائل

رسائل S5/S8 (GTP-C):

اسم القياس	النوع	التسميات	الوصف
`s5s8_inbound_messages_total`	Counter	`message_type`	إجمالي الرسائل الواردة S5/S8
`s5s8_outbound_messages_total`	Counter	`message_type`	إجمالي الرسائل الصادرة S5/S8
`s5s8_inbound_errors_total`	Counter	`message_type`	أخطاء معالجة S5/S8

أنواع الرسائل:

- `create_session_request`
- `create_session_response`
- `delete_session_request`
- `delete_session_response`
- `create_bearer_request`
- `delete_bearer_request`

رسائل Sxb (PFCP):

اسم القياس	النوع	التسميات	الوصف
`sxb_inbound_messages_total`	Counter	`message_type`	إجمالي الرسائل PFCP الواردة
`sxb_outbound_messages_total`	Counter	`message_type`	إجمالي الرسائل PFCP الصادرة
`sxb_inbound_errors_total`	Counter	`message_type`	أخطاء معالجة PFCP الواردة
`sxb_outbound_errors_total`	Counter	`message_type`	أخطاء معالجة PFCP الصادرة

أنواع الرسائل:

- `association_setup_request`
- `association_setup_response`
- `heartbeat_request`
- `heartbeat_response`
- `session_establishment_request`
- `session_establishment_response`
- `session_modification_request`
- `session_deletion_request`

رسائل Gx (Diameter):

اسم القياس	النوع	التسميات	الوصف
`gx_inbound_messages_total`	Counter	`message_type`	إجمالي الرسائل الواردة Diameter
`gx_outbound_messages_total`	Counter	`message_type`	إجمالي الرسائل الصادرة Diameter
`gx_inbound_errors_total`	Counter	`message_type`	أخطاء معالجة Diameter الواردة
`gx_outbound_errors_total`	Counter	`message_type`	أخطاء معالجة Diameter الصادرة
`gx_outbound_responses_total`	Counter	`message_type`, `result_code_class`, `diameter_host`	استجابات Diameter المرسلة، مصنفة حسب فئة رمز النتيجة ونظير المضيف

أنواع الرسائل:

- `gx_CCA` (Credit-Control-Answer)
- `gx_CCR` (Credit-Control-Request)
- `gx_RAA` (Re-Auth-Answer)
- `gx_RAR` (Re-Auth-Request)

فئات رمز النتيجة (لـ `gx_outbound_responses_total`):

- `2xxx` - استجابات النجاح (مثل 2001 DIAMETER_SUCCESS)
- `3xxx` - أخطاء البروتوكول (مثل 3001 DIAMETER_COMMAND_UNSUPPORTED)
- `4xxx` - فشل مؤقت (مثل 4001 DIAMETER_AUTHENTICATION_REJECTED)
- `5xxx` - فشل دائم (مثل 5012 DIAMETER_UNABLE_TO_COMPLY)

أمثلة الاستخدام:

```
# مراقبة معدل نجاح استجابة Gx
sum(rate(gx_outbound_responses_total{result_code_class="2xxx"}[5m]))
sum(rate(gx_outbound_responses_total[5m])) * 100

# تتبع الفشل حسب مضيف PCRF
rate(gx_outbound_responses_total{result_code_class!="2xxx"}[5m]) by (

# عد إجمالي رسائل Re-Auth-Answer الناجحة
gx_outbound_responses_total{message_type="gx_RAA",result_code_class="

# تنبيه على معدل فشل مرتفع لمحدد PCRF معين
rate(gx_outbound_responses_total{result_code_class=~"4xxx|5xxx",diame
[5m]) > 0.1
```

معالجة الأخطاء:

اسم القياس	النوع	التسميات	الوصف
`rescues_total`	Counter	`module`, `function`	إجمالي عدد كتل الإنقاذ التي تم الوصول إليها (معالجة الاستثناءات)

قياسات الكمون

مدة معالجة الرسائل الواردة:

اسم القياس	النوع	التسميات	
`s5s8_inbound_handling_duration`	Histogram	`request_message_type`	
`sxb_inbound_handling_duration`	Histogram	`request_message_type`	
`gx_inbound_handling_duration`	Histogram	`request_message_type`	

مدة المعاملات الصادرة:

اسم القياس	النوع	التسميات
`s5s8_outbound_transaction_duration`	Histogram	`request_message_type`
`sxb_outbound_transaction_duration`	Histogram	`request_message_type`
`gx_outbound_transaction_duration`	Histogram	`request_message_type`

الأكياس (ثواني):

- القيم: 0.0001، 0.0005، 0.001، 0.005، 0.01، 0.05، 0.1، 0.5، 1.0، 5.0
- (100µs، 500µs، 1ms، 5ms، 10ms، 50ms، 100ms، 500ms، 1s، 5s)

الاستخدام:

```
# الكمون في النسبة المئوية 95 لجلسات S5/S8
histogram_quantile(0.95,
  rate(s5s8_inbound_handling_duration_bucket[5m])
)

# متوسط الكمون PFCP
rate(sxb_inbound_handling_duration_sum[5m]) /
rate(sxb_inbound_handling_duration_count[5m])
```

مراقبة صحة UPF

قياسات نظير UPF:

اسم القياس	النوع	التسميات	الوصف
`upf_peers_total`	Gauge	-	العدد الإجمالي لنظراء UPF المسجلين
`upf_peers_healthy`	Gauge	-	عدد نظراء UPF الأصحاء (مرتبطون + نبضات القلب OK)
`upf_peers_unhealthy`	Gauge	-	عدد نظراء UPF غير الأصحاء
`upf_peers_associated`	Gauge	-	عدد نظراء UPF المرتبطين بنشاط PFCP
`upf_peers_unassociated`	Gauge	-	عدد نظراء UPF غير المرتبطين بـ PFCP
`upf_peer_healthy`	Gauge	`peer_ip`	محدد UPF حالة صحة (1=صحي، 0=غير صحي)
`upf_peer_missed_heartbeats`	Gauge	`peer_ip`	نبضات القلب المفقودة المتتالية لـ محدد UPF

الاستخدام:

```
# مراقبة صحة مجموعة UPF
upf_peers_healthy / upf_peers_total

# تنبيه على UPFs غير الصحية
upf_peers_unhealthy > 0

# تتبع صحة UPF محدد
upf_peer_healthy{peer_ip="10.98.0.20"}

# تحديد UPFs التي تعاني من مشاكل في نبضات القلب
upf_peer_missed_heartbeats > 2
```

أمثلة التنبيه:

```yaml
# تنبيه عند توقف UPF
- alert: UPF_Peer_Down
  expr: upf_peer_healthy == 0
  for: 1m
  labels:
    severity: critical
  annotations:
    summary: "UPF {{ $labels.peer_ip }} متوقف"
    description: "لا يستجيب لنبضات القلب UPF نظير PFCP"

# تنبيه عند توقف عدة UPFs
- alert: UPF_Pool_Degraded
  expr: (upf_peers_healthy / upf_peers_total) < 0.5
  for: 2m
  labels:
    severity: critical
  annotations:
    summary: "مجموعة UPF متدهورة"
    description: "فقط {{ $value | humanizePercentage }} من UPFs صحيحة"

# تحذير بشأن نبضات القلب المفقودة
- alert: UPF_Heartbeat_Issues
  expr: upf_peer_missed_heartbeats > 2
  for: 30s
  labels:
    severity: warning
  annotations:
    summary: "UPF {{ $labels.peer_ip }} مشاكل في نبضات القلب"
    description: "{{ $value }} نبضات قلب مفقودة متتالية"
```

مراقبة صحة P-CSCF

قياسات خادم P-CSCF:

اسم القياس	النوع	التسميات	الوصف
`pcscf_fqdns_total`	Gauge	-	إجمالي P-CSCF FQDNs التي تتم مراقبتها
`pcscf_fqdns_resolved`	Gauge	-	P-CSCF FQDNs التي تم حلها بنجاح عبر DNS
`pcscf_fqdns_failed`	Gauge	-	P-CSCF FQDNs التي فشلت في حل DNS
`pcscf_servers_total`	Gauge	-	إجمالي خوادم P-CSCF المكتشفة
`pcscf_servers_healthy`	Gauge	`fqdn`	خوادم P-CSCF الصحية لكل FQDN
`pcscf_servers_unhealthy`	Gauge	`fqdn`	خوادم P-CSCF غير الصحية لكل FQDN

انظر: دليل مراقبة P-CSCF لمتابعة صحة IMS بالتفصيل.

قياسات الترخيص

حالة الترخيص:

اسم القياس	النوع	الوصف
`license_status`	Gauge	حالة الترخيص الحالية (1 = صالح، 0 = غير صالح)

الاستخدام:

```
# تحقق مما إذا كان الترخيص صالحًا
license_status == 1

# تنبيه بشأن الترخيص غير الصالح
license_status == 0
```

مثال على التنبيه:

```
- alert: PGW_C_License_Invalid
  expr: license_status == 0
  for: 1m
  labels:
    severity: critical
  annotations:
    summary: "ترخيص PGW-C غير صالح أو منتهي"
    description: "حالة الترخيص غير صالحة - يتم حظر طلبات إنشاء الجلسات"
```

أثر الترخيص غير الصالح:

عندما يكون الترخيص غير صالح أو يكون خادم الترخيص غير قابل للوصول، سيتم **رفض طلبات إنشاء الجلسات** مع رمز سبب **(73) "لا توجد موارد متاحة"** GTP-C. هذا مرئي في لقطات الحزمة كما هو موضح أدناه:

تظهر استجابة إنشاء الجلسة مع سبب "لا توجد موارد متاحة" عندما يكون Wireshark لقطة الترخيص غير صالح

ملاحظات:

- اسم المنتج المسجل مع خادم الترخيص: `omnipgwc`
- يتم تكوين عنوان URL لخادم الترخيص في `config/runtime.exs` تحت `:license_client`
- يتم حظر طلبات إنشاء الجلسات، (`license_status == 0`) عندما يكون الترخيص غير صالح (لا توجد موارد متاحة) GTP-C 73 مع رمز سبب
- تظل واجهة المستخدم والمراقبة متاحة بغض النظر عن حالة الترخيص
- تستمر نظائر Diameter وGTP-C وPFCP في الحفاظ على الاتصالات
- لا تتأثر الجلسات الحالية - يتم حظر إنشاء الجلسات الجديدة فقط

قياسات النظام

قياسات VM Erlang:

اسم القياس	النوع	الوصف
`vm_memory_total`	Gauge	إجمالي ذاكرة VM (بايت)
`vm_memory_processes`	Gauge	الذاكرة المستخدمة بواسطة العمليات
`vm_memory_system`	Gauge	الذاكرة المستخدمة بواسطة النظام
`vm_system_process_count`	Gauge	إجمالي عمليات Erlang
`vm_system_port_count`	Gauge	إجمالي المنافذ المفتوحة

تكوين بروميثيوس

تكوين الاستطلاع

أضف OmniPGW إلى `prometheus.yml`:

```yaml
# prometheus.yml
global:
  scrape_interval: 15s
  evaluation_interval: 15s

scrape_configs:
  - job_name: 'omnipgw'
    static_configs:
      - targets: ['10.0.0.20:9090']
        labels:
          instance: 'omnipgw-01'
          environment: 'production'
          site: 'datacenter-1'
```

عدة مثيلات من OmniPGW

```yaml
scrape_configs:
  - job_name: 'omnipgw'
    static_configs:
      - targets:
          - '10.0.0.20:9090'
          - '10.0.0.21:9090'
          - '10.0.0.22:9090'
        labels:
          environment: 'production'
```

اكتشاف الخدمة

Kubernetes:

```yaml
scrape_configs:
  - job_name: 'omnipgw'
    kubernetes_sd_configs:
      - role: pod
    relabel_configs:
      - source_labels: [__meta_kubernetes_pod_label_app]
        action: keep
        regex: omnipgw
      - source_labels: [__meta_kubernetes_pod_ip]
        target_label: __address__
        replacement: '${1}:9090'
```

التحقق

اختبار الاستطلاع:

```
# تحقق من أهداف بروميثيوس
curl http://prometheus:9090/api/v1/targets

# استعلام عن قياس
curl 'http://prometheus:9090/api/v1/query?
query=teid_registry_count'
```

لوحات معلومات جرافانا

إعداد لوحة المعلومات

1. إضافة مصدر بيانات بروميثيوس:

```
الإعداد → مصادر البيانات → إضافة مصدر بيانات → بروميثيوس
URL: http://prometheus:9090
```

2. استيراد لوحة المعلومات:

إنشاء لوحة معلومات جديدة أو استيراد من JSON.

اللوحات الرئيسية

اللوحة 1: الجلسات النشطة

```
# استعلام
teid_registry_count

# نوع اللوحة: Gauge
# العتبات:
#   الأخضر: > 5000
#   الأصفر: 5000-8000
#   الأحمر: < 8000
```

اللوحة 2: معدل الجلسة

```
# استعلام
rate(s5s8_inbound_messages_total{message_type="create_session_request
[5m])

# نوع اللوحة: Graph
# الوحدة: طلبات/ثانية
```

اللوحة 3: استخدام مجموعة IP

```
# استعلام (254 مع 24/ لشبكة IPs)
(address_registry_count / 254) * 100

# نوع اللوحة: Gauge
# الوحدة: النسبة المئوية (0-100)
# العتبات:
#   الأخضر: > 70%
#   الأصفر: 70-85%
#   الأحمر: < 85%
```

اللوحة 4: الكمون في الرسائل (النسبة المئوية 95)

```
# استعلام
histogram_quantile(0.95,

rate(s5s8_inbound_handling_duration_bucket{request_message_type="crea
[5m])
)

# نوع اللوحة: Graph
# الوحدة: ميلي ثانية
```

اللوحة 5: معدل الأخطاء

```
# استعلام
rate(s5s8_inbound_errors_total[5m])

# نوع اللوحة: Graph
# الوحدة: أخطاء/ثانية
# عتبة التنبيه: > 0.1
```

اللوحة 6: معدل نجاح استجابة Gx

```
# استعلام: حساب نسبة استجابات Gx الناجحة
sum(rate(gx_outbound_responses_total{result_code_class="2xxx"}
[5m])) /
sum(rate(gx_outbound_responses_total[5m])) * 100

# نوع اللوحة: Gauge
# الوحدة: النسبة المئوية (0-100)
# العتبات:
#   الأخضر: > 95%
#   الأصفر: 90-95%
#   الأحمر: < 90%
```

بديل - تحليل حسب فئة رمز النتيجة:

```
# استعلام: عرض عدد الاستجابات حسب فئة رمز ا��نتيجة
sum(rate(gx_outbound_responses_total[5m])) by (result_code_class)

# نوع اللوحة: مخطط دائري أو مخطط عمودي
# الأسطورة: {{ result_code_class }}
```

بديل - حالة الاستجابة لكل PCRF:

```
# استعلام: عرض الاستجابات حسب مضيف PCRF
sum(rate(gx_outbound_responses_total[5m])) by (diameter_host,
result_code_class)

# نوع اللوحة: مخطط عمودي مكدس
# الأسطورة: {{ diameter_host }} - {{ result_code_class }}
```

اللوحة 7: حالة صحة UPF

```
# استعلام: النسبة المئوية لصحة المجموعة الكلية
(upf_peers_healthy / upf_peers_total) * 100

# نوع اللوحة: Gauge
# الوحدة: النسبة المئوية (0-100)
# العتبات:
#   الأخضر: 100%
#   الأصفر: 50-99%
#   الأحمر: < 50%
```

بديل - حالة كل UPF:

```
# استعلام: صحة UPF الفردية
upf_peer_healthy

# نوع اللوحة: Stat
# التعيينات:
#   1 = "UP" (أخضر)
#   0 = "DOWN" (أحمر)
```

مثال كامل للوحة المعلومات

```
{
  "dashboard": {
    "title": "OmniPGW - لوحة عمليات",
    "panels": [
      {
        "title": "الجلسات النشطة",
        "targets": [
          {
            "expr": "teid_registry_count",
            "legendFormat": "الجلسات النشطة"
          }
        ],
        "type": "graph"
      },
      {
        "title": "معدل إنشاء الجلسات",
        "targets": [
          {
            "expr":
"rate(s5s8_inbound_messages_total{message_type=\"create_session_reque
[5m])",
            "legendFormat": "الجلسات/ثانية"
          }
        ],
        "type": "graph"
      },
      {
        "title": "استخدام مجموعة IP",
        "targets": [
          {
            "expr": "(address_registry_count / 254) * 100",
            "legendFormat": "نسبة استخدام المجموعة"
          }
        ],
        "type": "gauge"
      },
      {
        "title": "الكمون في الرسائل (p95)",
        "targets": [
          {
            "expr": "histogram_quantile(0.95,
```

```
rate(s5s8_inbound_handling_duration_bucket[5m]))",
            "legendFormat": "S5/S8 p95"
          },
          {
            "expr": "histogram_quantile(0.95,
rate(sxb_inbound_handling_duration_bucket[5m]))",
            "legendFormat": "PFCP p95"
          }
        ],
        "type": "graph"
      }
    ]
  }
}
```

التنبيهات

قواعد التنبيه

إنشاء `omnipgw_alerts.yml`:

```yaml
groups:
  - name: omnipgw
    interval: 30s
    rules:
      # تنبيهات عدد الجلسات
      - alert: OmniPGW_HighSessionCount
        expr: teid_registry_count > 8000
        for: 5m
        labels:
          severity: warning
        annotations:
          summary: "مرتفع OmniPGW عدد الجلسات في"
          description: "{{ $value }} (الحد: 8000) جلسات نشطة"

      - alert: OmniPGW_SessionCountCritical
        expr: teid_registry_count > 9500
        for: 2m
        labels:
          severity: critical
        annotations:
          summary: "حرجة OmniPGW عدد الجلسات في"
          description: "{{ $value }} جلسات نشطة تقترب من السعة"

      # تنبيهات مجموعة IP
      - alert: OmniPGW_IPPoolUtilizationHigh
        expr: (address_registry_count / 254) * 100 > 80
        for: 10m
        labels:
          severity: warning
        annotations:
          summary: "مرتفع OmniPGW في IP استخدام مجموعة"
          description: "مجموعة IP {{ $value }}% مستخدمة"

      - alert: OmniPGW_IPPoolExhausted
        expr: address_registry_count >= 254
        for: 1m
        labels:
          severity: critical
        annotations:
          summary: "مستنفدة OmniPGW في IP مجموعة"
          description: "لا توجد IPs متاحة للتخصيص"

      # تنبيهات معدل الأخطاء
```

```
      - alert: OmniPGW_HighErrorRate
        expr: rate(s5s8_inbound_errors_total[5m]) > 0.1
        for: 5m
        labels:
          severity: warning
        annotations:
          summary: "مرتفع OmniPGW معدل الأخطاء في"
          description: "{{ $value }} أخطاء/ثانية على واجهة S5/S8"

      - alert: OmniPGW_GxErrorRate
        expr: rate(gx_inbound_errors_total[5m]) > 0.05
        for: 5m
        labels:
          severity: warning
        annotations:
          summary: "أخطاء Gx في OmniPGW"
          description: "{{ $value }} أخطاء Diameter/ثانية"

      # تنبيهات استجابة Gx
      - alert: OmniPGW_GxResponseFailureRate
        expr: |
          sum(rate(gx_outbound_responses_total{result_code_class!="2xxx"}[5m])) /
          sum(rate(gx_outbound_responses_total[5m])) > 0.1
        for: 5m
        labels:
          severity: warning
        annotations:
          summary: "مرتفع OmniPGW في Gx معدل فشل استجابة"
          description: "{{ $value | humanizePercentage }} من استجابات Gx هي فشل (رموز نتيجة غير 2xxx)"

      - alert: OmniPGW_GxPCRFFailures
        expr: rate(gx_outbound_responses_total{result_code_class=~"4xxx|5xxx"}[5m]) by (diameter_host) > 0.05
        for: 3m
        labels:
          severity: warning
        annotations:
          summary: "PCRF {{ $labels.diameter_host }} تتلقى استجابات فشل"
          description: "{{ $value }} استجابات فشل/ثانية إلى PCRF
```

```
{{ $labels.diameter_host }}"

      # تنبيهات صحة UPF
      - alert: OmniPGW_UPF_PeerDown
        expr: upf_peer_healthy == 0
        for: 1m
        labels:
          severity: critical
        annotations:
          summary: "نظير UPF {{ $labels.peer_ip }} متوقف"
          description: "UPF لا يستجيب لـنبضات الـقلب PFCP"

      - alert: OmniPGW_UPF_PoolDegraded
        expr: (upf_peers_healthy / upf_peers_total) < 0.5
        for: 2m
        labels:
          severity: critical
        annotations:
          summary: "مجموعة UPF متدهورة"
          description: "{{ $value | humanizePercentage }} من UPFs
(%50 >) صحيحة"

      - alert: OmniPGW_UPF_HeartbeatFailures
        expr: upf_peer_missed_heartbeats > 2
        for: 30s
        labels:
          severity: warning
        annotations:
          summary: "UPF {{ $labels.peer_ip }} مشاكل في نـبضات
الـقلب"
          description: "{{ $value }} نـبضات قلب مفقودة متتالـية"

      - alert: OmniPGW_UPF_AllDown
        expr: upf_peers_healthy == 0 and upf_peers_total > 0
        for: 30s
        labels:
          severity: critical
        annotations:
          summary: "جميع نظراء UPF متوقفون"
          description: "لا توجد UPFs صحية متاحة لإنشاء جلسة"

      # تنبيهات الكمون
      - alert: OmniPGW_HighLatency
        expr: |
```

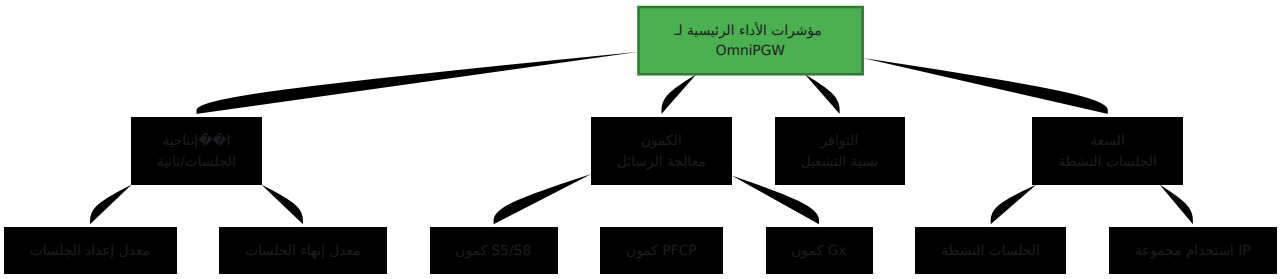
```
          histogram_quantile(0.95,
            rate(s5s8_inbound_handling_duration_bucket[5m])
          ) > 100000
        for: 5m
        labels:
          severity: warning
        annotations:
          summary: "OmniPGW مرتفع كمون الرسائل في"
          description: "p95 كمون {{ $value }}µs (> 100ms)"

      # تنبيهات النظام
      - alert: OmniPGW_HighMemoryUsage
        expr: vm_memory_total > 2000000000
        for: 10m
        labels:
          severity: warning
        annotations:
          summary: "OmniPGW مرتفع استخدام الذاكرة في"
          description: "VM تستخدم {{ $value | humanize }}B من
الذاكرة"

      - alert: OmniPGW_HighProcessCount
        expr: vm_system_process_count > 100000
        for: 10m
        labels:
          severity: warning
        annotations:
          summary: "OmniPGW مرتفع عدد العمليات في"
          description: "{{ $value }} عمليات Erlang (تسرب محتمل)"
```

تكوين AlertManager

```
# alertmanager.yml
global:
  resolve_timeout: 5m

route:
  receiver: 'ops-team'
  group_by: ['alertname', 'instance']
  group_wait: 10s
  group_interval: 10s
  repeat_interval: 12h

  routes:
    - match:
        severity: critical
      receiver: 'pagerduty'

    - match:
        severity: warning
      receiver: 'slack'

receivers:
  - name: 'ops-team'
    email_configs:
      - to: 'ops@example.com'

  - name: 'slack'
    slack_configs:
      - api_url:
'https://hooks.slack.com/services/YOUR/SLACK/WEBHOOK'
        channel: '#omnipgw-alerts'
        title: 'تنبيه OmniPGW: {{ .GroupLabels.alertname }}'
        text: '{{ range .Alerts }}{{ .Annotations.description }}{{
end }}'

  - name: 'pagerduty'
    pagerduty_configs:
      - service_key: 'YOUR_PAGERDUTY_KEY'
```

مراقبة الأداء

مؤشرات الأداء الرئيسية (KPIs)



استعلامات الإنتاجية

معدل إعداد الجلسات:

```
rate(s5s8_inbound_messages_total{message_type="create_session_request
[5m])
```

معدل إنهاء الجلسات:

```
rate(s5s8_inbound_messages_total{message_type="delete_session_request
[5m])
```

صافي نمو الجلسات:

```
rate(s5s8_inbound_messages_total{message_type="create_session_request
[5m]) -
rate(s5s8_inbound_messages_total{message_type="delete_session_request
[5m])
```

تحليل الكمون

زمن معالجة الرسائل (النسب المئوية):

```
# p50 (الوسيط)
histogram_quantile(0.50,
  rate(s5s8_inbound_handling_duration_bucket[5m])
)

# p95
histogram_quantile(0.95,
  rate(s5s8_inbound_handling_duration_bucket[5m])
)

# p99
histogram_quantile(0.99,
  rate(s5s8_inbound_handling_duration_bucket[5m])
)
```

تحليل الكمون حسب نوع الرسالة:

```
histogram_quantile(0.95,
  rate(s5s8_inbound_handling_duration_bucket[5m])
) by (request_message_type)
```

اتجاه السعة

اتجاه نمو الجلسات (24 ساعة):

```
teid_registry_count -
teid_registry_count offset 24h
```

السعة المتبقية:

```
# 10,000 جلسة القصوى للسعة
10000 - teid_registry_count
```

الوقت حتى استنفاد السعة:

```
# (الأيام حتى استنفاد السعة (استنادًا إلى معدل النمو لمدة ساعة
(10000 - teid_registry_count) /
(rate(teid_registry_count[1h]) * 86400)
```

استكشاف مشاكل القياسات

تحديد المشاكل

المشكلة: معدل رفض الجلسات مرتفع

استعلام:

```
rate(s5s8_inbound_errors_total[5m]) by (message_type)
```

الإجراء:

- تحقق من سجلات الأخطاء
- تحقق من اتصال PCRF (أخطاء Gx)
- تحقق من استنفاد مجموعة IP

المشكلة: إعداد الجلسات ببطء

استعلام:

```
histogram_quantile(0.95,

rate(s5s8_inbound_handling_duration_bucket{request_message_type="crea
[5m])
)
```

الإجراء:

- تحقق من كمون Gx (زمن استجابة PCRF)
- تحقق من كمون PFCP (زمن استجابة PGW-U)

- مراجعة استخدام موارد النظام

المشكلة: فشل سياسات PCRF

استعلامات:

```
# معدل فشل استجابة Gx الإجمالي
sum(rate(gx_outbound_responses_total{result_code_class!="2xxx"}
[5m])) /
sum(rate(gx_outbound_responses_total[5m])) * 100

# تحليل حسب مضيف PCRF
sum(rate(gx_outbound_responses_total[5m])) by (diameter_host,
result_code_class)

# فئات رموز النتيجة المحددة
rate(gx_outbound_responses_total{result_code_class="5xxx"}[5m]) by
(diameter_host)
```

الإجراء:

- تحقق من اتصال PCRF وصحته
- مراجعة ملفات تعريف المشتركين في PCRF (5 أخطاءxxx تشير غالبًا إلى مشاكل في السياسة)
- تحقق من تكوين نظير Diameter
- تحقق من سجلات PCRF للأخطاء المقابلة
- بالنسبة لـ 5012 (DIAMETER_UNABLE_TO_COMPLY)، راجع معالجة Re-Auth-Request

المشكلة: تسرب الذاكرة مشتبه به

استعلامات:

```
# اتجاه الذاكرة الكلية
rate(vm_memory_total[1h])

# اتجاه ذاكرة العمليات
rate(vm_memory_processes[1h])

# اتجاه عدد العمليات
rate(vm_system_process_count[1h])
```

الإجراء:

- تحقق من الجلسات القديمة
- مراجعة أعداد السجلات
- إعادة التشغيل إذا تم تأكيد التسرب

استعلامات التصحيح

العثور على وقت الذروة للجلسات:

```
max_over_time(teid_registry_count[24h])
```

مقارنة الحالية مع التاريخية:

```
teid_registry_count /
avg_over_time(teid_registry_count[7d])
```

تحديد الشذوذ:

```
abs(
  teid_registry_count -
  avg_over_time(teid_registry_count[1h])
) > 100
```

أفضل الممارسات

جمع القياسات

1. **فترة الاستطلاع:** 15-30 ثانية (توازن بين الدقة والتحميل)
2. **الاحتفاظ:** 15+ يومًا للتحليل التاريخي
3. **التسميات:** استخدم تسميات متسقة (المثيل، البيئة، الموقع)

تصميم لوحة المعلومات

1. **لوحة معلومات نظرة عامة** NOC - مؤشرات الأداء الرئيسية عالية المستوى لـ
2. **لوحات معلومات مفصلة** - تحليل عميق لكل واجهة
3. **لوحة معلومات استكشاف الأخطاء** - قياسات الأخطاء والسجلات

تصميم التنبيه

1. **تجنب إرهاق التنبيه** - فقط تنبيه على القضايا القابلة للتنفيذ
2. **التصعيد** - تحذير → حرجة مع تصعيد الشدة
3. **السياق** - تضمين روابط دليل التشغيل في أوصاف التنبيهات

الوثائق ذات الصلة

التكوين والإعداد

- **دليل التكوين** - تكوين قياسات بروميثيوس، إعداد واجهة الويب
- **دليل استكشاف الأخطاء** - استخدام القياسات للتصحيح

قياسات الواجهة

- **واجهة PFCP** - قياسات جلسة PFCP، مراقبة صحة UPF
- **واجهة Diameter Gx** - قياسات السياسة Gx، تتبع تفاعل PCRF
- **واجهة Diameter Gy** - قياسات الشحن Gy، مهلات، تتبع الحصص OCS
- **واجهة S5/S8** - قياسات رسائل GTP-C، اتصالات SGW-C

المراقبة المتخصصة

- **مراقبة P-CSCF** - قياسات اكتشاف P-CSCF، صحة IMS
- **إدارة الجلسات** - الجلسات النشطة، قياسات دورة حياة الجلسة
- **تخصيص IP للـ UE** - قياسات استخدام مجموعة IP

العودة إلى دليل العمليات

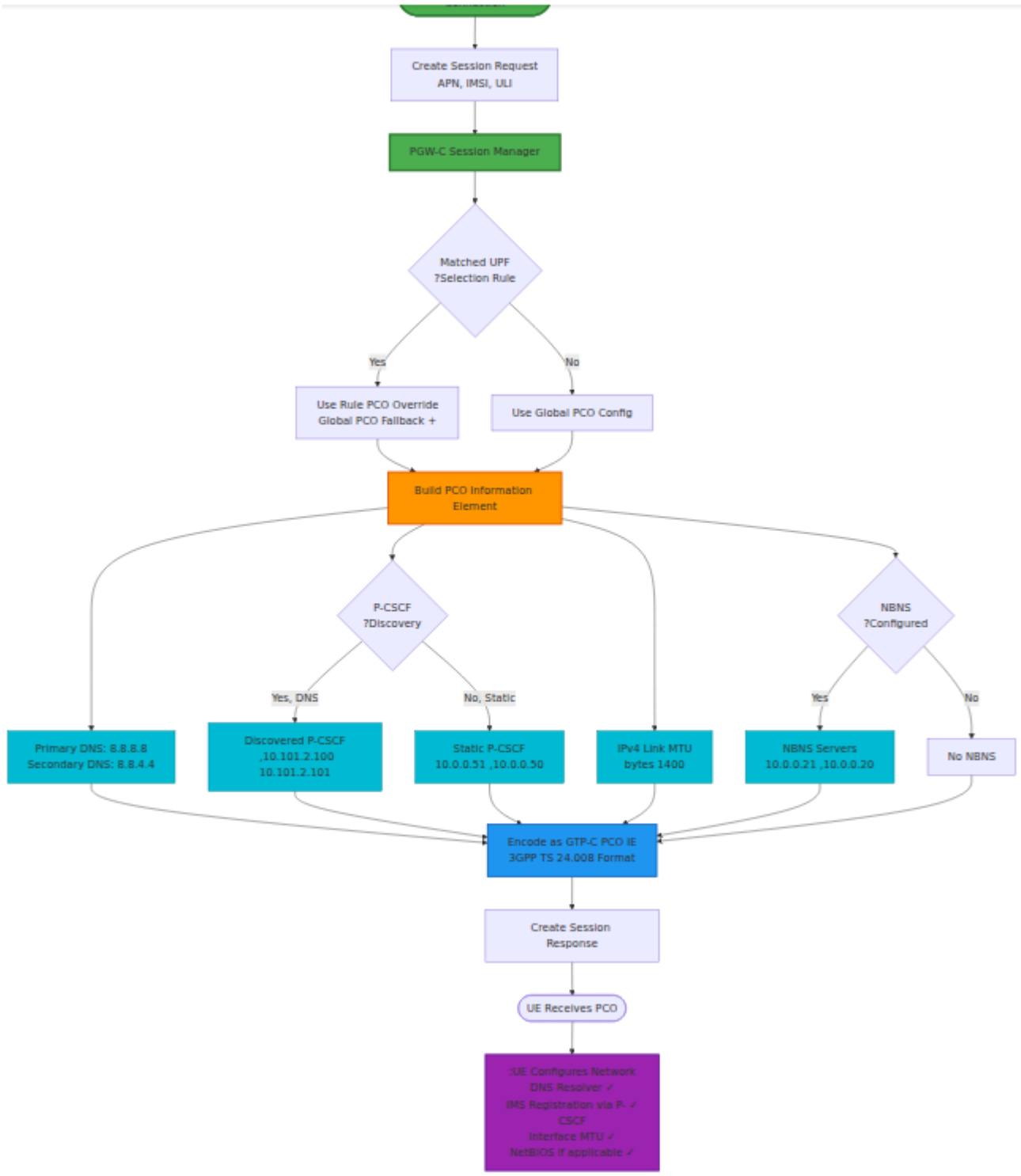
خيارات تكوين البروتوكول (PCO)

معلمات الشبكة المقدمة إلى UE

Omnitouch بواسطة خدمات شبكة OmniPGW

نظرة عامة

(الجهاز المحمول) UE هي معلمات الشبكة المرسلة إلى **PCO (خيارات تكوين البروتوكول)** أثناء إنشاء اتصال PDN. تمكّن هذه المعلمات UE من الوصول إلى خدمات الشبكة مثل IMSو DNS وتكوين إعدادات الشبكة.



عناصر معلومات PCO:

مطلوب	الوصف	معرف الحاوية	اسم IE
نعم	DNS الأساسي	0x000D	عنوان خادم DNS IPv4
اختياري	DNS الثانوي	0x000D	عنوان خادم DNS IPv4
اختياري (IMS)	P-CSCF لـ IMS	0x000C	عنوان P-CSCF IPv4
موصى به	الحد الأقصى لوحدة النقل	0x0010	رابط MTU IPv4
اختياري	خادم اسم NetBIOS	0x0011	عنوان خادم NBNS IPv4

التكوين

التكوين الأساسي

```
# config/runtime.exs
config :pgw_c,
  pco: %{
    # خوادم DNS (مطلوبة)
    primary_dns_server_address: "8.8.8.8",
    secondary_dns_server_address: "8.8.4.4",

    # خوادم NBNS (اختياري، لأجهزة Windows)
    primary_nbns_server_address: nil,
    secondary_nbns_server_address: nil,

    # عناوين P-CSCF لـ IMS/VoLTE (اختياري)
    p_cscf_ipv4_address_list: [],

    # اكتشاف P-CSCF الديناميكي (اختياري)
    p_cscf_discovery_enabled: false,
    p_cscf_discovery_dns_server: nil,
    p_cscf_discovery_timeout_ms: 5000,

    # حجم MTU IPv4 (بايت)
    ipv4_link_mtu_size: 1400
  }
```

معلمات PCO

عناوين خادم DNS

DNS الأساسي والثانوي:

```
pco: %{
  primary_dns_server_address: "8.8.8.8",
  secondary_dns_server_address: "8.8.4.4"
}
```

موفرو DNS الشائعون:

الموفر	الأساسي	الثانوي
Google	8.8.8.8	8.8.4.4
Cloudflare	1.1.1.1	1.0.0.1
Quad9	9.9.9.9	149.112.112.112
OpenDNS	208.67.222.222	208.67.220.220

DNS الخاص:

```
pco: %{
  primary_dns_server_address: "10.0.0.10",
  secondary_dns_server_address: "10.0.0.11"
}
```

عناوين P-CSCF (IMS)

لخدمات IMS/VoLTE:

```
pco: %{
  p_cscf_ipv4_address_list: [
    "10.0.0.50",  # P-CSCF الأساسي
    "10.0.0.51"   # P-CSCF الثانوي
  ]
}
```

P-CSCF (وظيفة التحكم في جلسة المكالمات الوكيلة):

- نقطة الدخول لإشارات IMS
- مطلوبة لـ VoLTE وVoWiFi وRCS
- يستخدم UE SIP عبر هذا الخادم

اكتشاف P-CSCF الديناميكي

اكتشاف P-CSCF القائم على DNS:

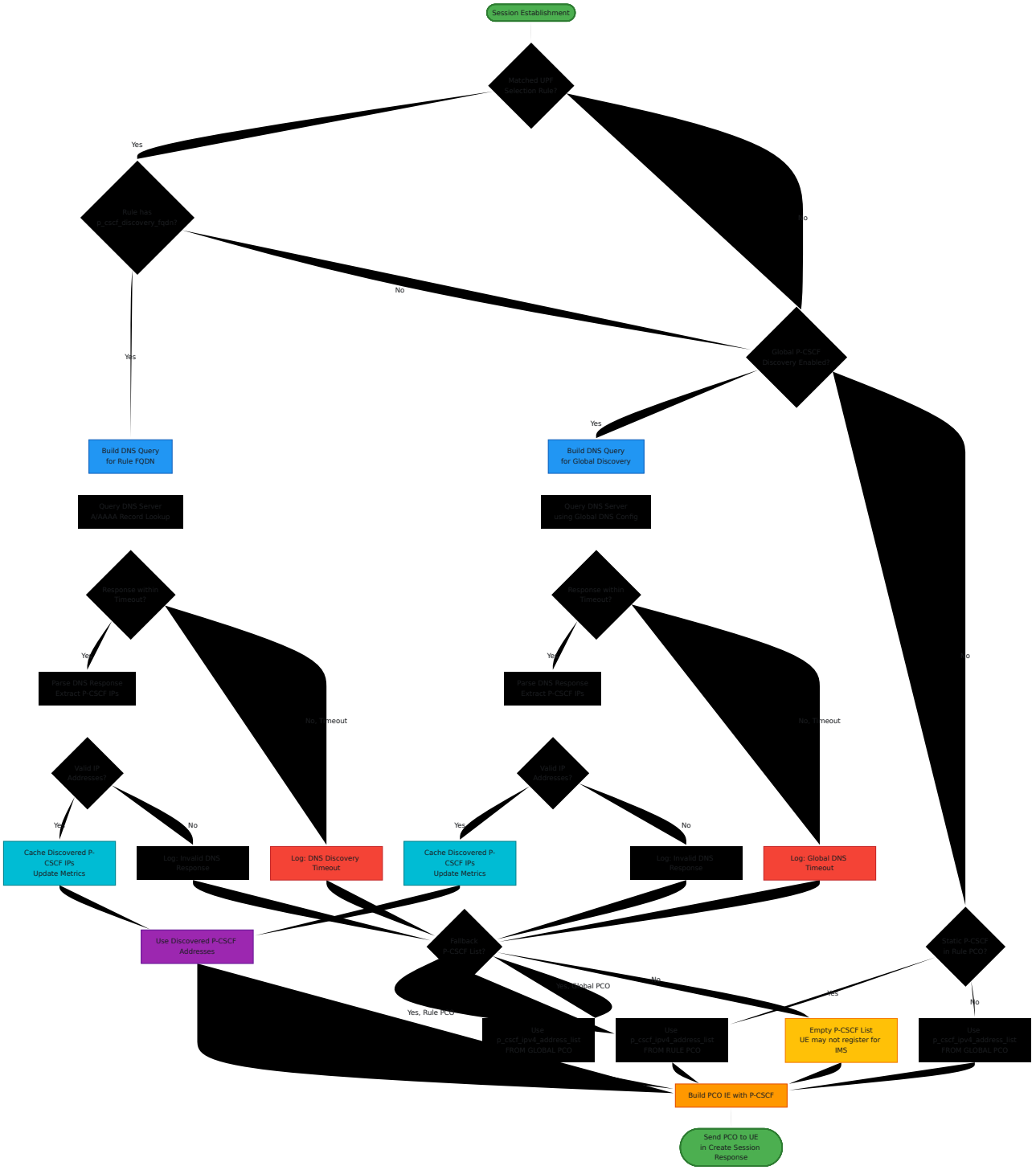
يدعم OmniPGW اكتشاف P-CSCF الديناميكي عبر استعلامات DNS 3 كما هو موضح في 3GPP TS 24.229. عند التمكين، يمكن لـ PGW-C استعلام DNS عن عناوين P-CSCF بدلاً من استخدام التكوين الثابت.

```
pco: %{
  # تمكين اكتشاف P-CSCF الديناميكي
  p_cscf_discovery_enabled: true,

  # خادم DNS لاستعلامات P-CSCF (كزوج)
  p_cscf_discovery_dns_server: {10, 179, 2, 177},

  # مهلة لاستعلامات DNS (بالملي ثانية)
  p_cscf_discovery_timeout_ms: 5000,

  # قائمة P-CSCF الثابتة (إذا فشل DNS تستخدم كنسخة احتياطية)
  p_cscf_ipv4_address_list: ["10.0.0.50"]
}
```

كيف يعمل:

1. عندما يكون `p_cscf_discovery_enabled: true`، يقوم PGW-C بإجراء استعلامات DNS عن عناوين P-CSCF
2. يتم إرسال استعلام DNS إلى `p_cscf_discovery_dns_server` المكون
3. إذا نجح استعلام DNS، يتم إرسال عناوين P-CSCF المكتشفة إلى UE عبر PCO
4. إذا فشل استعلام DNS أو انتهت المهلة، يتم الرجوع إلى `p_cscf_ipv4_address_list` الثابتة
5. انظر مراقبة P-CSCF للحصول على تفاصيل ا��مراقبة والقياسات

تدفق اكتشاف P-CSCF



أولوية الاكتشاف:

1. **اكتشاف FQDN** (أعلى أولوية) **لكل قاعدة** - `p_cscf_discovery_fqdn` في قاعدة اختيار UPF
2. **اكتشاف DNS العالمي** - `p_cscf_discovery_enabled: true` في تكوين PCO العالمي

3. **قائمة PCO الثابتة للقاعدة** - `p_cscf_ipv4_address_list` في تجاوز PCO للقاعدة
4. **قائمة PCO** (نسخة احتياطية) **الثابتة العالمية** - `p_cscf_ipv4_address_list` في تكوين PCO العالمي

المراقبة:

يتم تسجيل جميع محاولات اكتشاف P-CSCF وتتبعها مع القياسات:

- معدلات نجاح/فشل استعلام DNS
- زمن اكتشاف
- إحصائيات استخدام النسخ الاحتياطية
- قياسات الاكتشاف لكل قاعدة وعالمية

للحصول على تفاصيل المراقبة الكاملة انظر مراقبة P-CSCF.

خيارات التكوين:

المعلمة	النوع	الافتراضي	الوصف
`p_cscf_discovery_enabled`	Boolean	`false`	تمكين اكتشاف P-CSCF الديناميكي القائم على DNS
`p_cscf_discovery_dns_server`	Tuple (IP)	`nil`	عنوان IP لخادم DNS (مثل، `{10, 179}` كزوج 4 `{177, 2}`)
`p_cscf_discovery_timeout_ms`	Integer	`5000`	مهلة لاستعلامات DNS بالملي ثانية

حالات الاستخدام:

- **نشر IMS الديناميكي** P-CSCF بناءً على تكوين DNS - تتغير عناوين
- **توازن الحمل الجغرافي** DNS أقرب خوادم P-CSCF - تعيد
- **التوافر العالي** DNS تلقائيًا خوادم P-CSCF المتاحة - تعيد
- **بيئات متعددة المستأجرين** P-CSCF يحصل مشتركون مختلفون على خوادم مختلفة

مثال: الإنتاج مع اكتشاف IMS DNS

```
pco: %{
  primary_dns_server_address: "10.0.0.10",
  secondary_dns_server_address: "10.0.0.11",

  # تمكين اكتشاف P-CSCF الديناميكي
  p_cscf_discovery_enabled: true,
  p_cscf_discovery_dns_server: {10, 179, 2, 177},  # خادم DNS لـ
IMS
  p_cscf_discovery_timeout_ms: 3000,

  # عناوين P-CSCF الاحتياطية (إذا فشل DNS)
  p_cscf_ipv4_address_list: [
    "10.0.0.50",  # الاحتياطي الأساسي
    "10.0.0.51"   # الاحتياطي الثانوي
  ],

  ipv4_link_mtu_size: 1400
}
```

اكتشاف P-CSCF لكل قاعدة:

يمكن أيضًا تكوين اكتشاف P-CSCF لكل قاعدة اختيار UPF. يسمح ذلك لمختلف APNs باستخدام خوادم DNS مختلفة لاكتشاف P-CSCF:

```
# في تكوين اختيار upf
rules: [
  %{
    name: "IMS Traffic",
    priority: 20,
    match_field: :apn,
    match_regex: "^ims",
    upf_pool: [...],

    # اكتشاف P-CSCF لكل قاعدة
    p_cscf_discovery_fqdn: "pcscf.mnc380.mcc313.3gppnetwork.org"
  }
]
```

لكل قاعدة P-CSCF. للحصول على تفاصيل حول اكتشاف UPF انظر تكوين اختيار

وصحته P-CSCF لمراقبة اكتشاف P-CSCF **انظر أيضً��:** مراقبة

خوادم NBNS (NetBIOS)

لتوافق أجهزة Windows:

```
pco: %{
  primary_nbns_server_address: "10.0.0.20",
  secondary_nbns_server_address: "10.0.0.21"
}
```

متى تستخدم:

- الشبكات المؤسسية مع أجهزة Windows
- دعم التطبيقات القديمة
- مطلوب حل اسم NetBIOS

حجم MTU للرابط

الحد الأقصى لوحدة النقل:

```
pco: %{
  ipv4_link_mtu_size: 1400  # بايت
}
```

قيم MTU الشائعة:

MTU	حالة الاستخدام
1500	Ethernet (بدون نفق) القياسي
1400	GTP تم احتساب تكلفة نفق
1420	تكلفة مخفضة
1280	الحد الأدنى لـ IPv6 MTU
1360	بيئات VPN/نفق

التوصية: استخدم **1400** لـ GTP-U في الاعتبار لأخذ تكلفة LTE.

أمثلة التكوين

APN الإنترنت

```
pco: %{
  primary_dns_server_address: "8.8.8.8",
  secondary_dns_server_address: "8.8.4.4",
  ipv4_link_mtu_size: 1400
}
```

APN IMS

```
pco: %{
  primary_dns_server_address: "10.0.0.10",
  secondary_dns_server_address: "10.0.0.11",
  p_cscf_ipv4_address_list: [
    "10.0.0.50",
    "10.0.0.51"
  ],
  ipv4_link_mtu_size: 1400
}
```

P-CSCF وصحة IMS لمراقبة معدلات نجاح تسجيل P-CSCF **انظر:** مراقبة

APN المؤسسي

```
pco: %{
  primary_dns_server_address: "10.100.0.10",
  secondary_dns_server_address: "10.100.0.11",
  primary_nbns_server_address: "10.100.0.20",
  secondary_nbns_server_address: "10.100.0.21",
  ipv4_link_mtu_size: 1400
}
```

PCO في رسائل GTP-C

استجابة إنشاء الجلسة

يتضمن OmniPGW PCO **استجابة إنشاء الجلسة** في رسالة:

```
Create Session Response
├── Cause: Request accepted
├── UE IP Address: 100.64.1.42
├── PCO (Protocol Configuration Options)
│   ├── DNS Server IPv4 Address: 8.8.8.8
│   ├── DNS Server IPv4 Address: 8.8.4.4
│   ├── P-CSCF IPv4 Address: 10.0.0.50
│   ├── P-CSCF IPv4 Address: 10.0.0.51
│   └── IPv4 Link MTU: 1400
```

معالجة UE

يتلقى UE PCO و:

1. يقوم بتكوين محلل DNS مع الخوادم المقدمة
2. يسجل مع P-CSCF لخدمات IMS
3. يحدد MTU الواجهة إلى القيمة المحددة

استكشاف الأخطاء وإصلاحها

المشكلة: UE لا يمكنه حل DNS

الأعراض:

- UE لدى عنوان IP ولكن لا يمكنه الوصول إلى الإنترنت
- DNS تفشل استعلامات

الأسباب المحتملة:

1. PCO غير صحيحة في تكوين DNS عناوين خادم
2. UE الخاصة بـ IP غير قابلة للوصول من مجموعة DNS خوادم
3. DNS جدار الحماية يمنع حركة مرور

الحل:

```
# اختبار إمكانية الوصول إلى خادم DNS
ping 8.8.8.8

# اختبار حل DNS من شبكة UE
nslookup google.com 8.8.8.8

# التحقق من تكوين PCO
grep "primary_dns_server_address" config/runtime.exs
```

المشكلة: فشل تسجيل IMS

الأعراض:

- فشل مكالمات VoLTE
- يظهر UE "لا يوجد تسجيل IMS"

الأسباب المحتملة:

1. تكوين P-CSCF مفقود
2. عناوين IP لـ P-CSCF غير صحيحة
3. P-CSCF غير قابل للوصول

الحل:

```
# التحقق من تكوين P-CSCF
pco: %{
  p_cscf_ipv4_address_list: ["10.0.0.50"]  # تأكد من عدم كونها فارغة
}
```

المشكلة: مشاكل MTU

الأعراض:

- تحميل بعض المواقع، بي��ما لا تعمل أخرى
- فشل نقل الملفات الكبيرة
- مشاكل التجزئة

الأسباب المحتملة:

- MTU كبير جدًا لتكاليف النفق
- MTU صغير جدًا مما يسبب تجزئة مفرطة

الحل:

```
# موصى به: 1400 لـتكلفة نفق GTP
pco: %{
  ipv4_link_mtu_size: 1400
}

# إذا كانت لا تزال هناك مشاكل، جرب قيمة أقل
pco: %{
  ipv4_link_mtu_size: 1360
}
```

أفضل الممارسات

تكوين DNS

1. **استخدم خوادم DNS موثوقة**
    - عامة: Google (8.8.8.8)، Cloudflare (1.1.1.1)
    - خاصة: DNS داخلي للمؤسسات
2. **قم دائمًا بتكوين الثانوي**
    - يوفر تكرار
    - يحسن الموثوقية
3. **اعتبر أمان DNS**
    - محللات قادرة على DNSSEC
    - تصفية DNS للأمان

تكوين IMS

1. **قدم عدة P-CSCF**
    - على الأقل 2 للتكرار
    - توزيع جغرافي إذا كان ذلك ممكنًا
2. **تأكد من إمكانية الوصول**
    - يجب أن يكون P-CSCF قابلاً للوصول من مجموعة IP الخاصة بـ UE
    - اختبار الاتصال بـ SIP

تحسين MTU

1. **خذ التكاليف في الاعتبار**
    - GTP-U: 36 بايت (IPv4)
    - IPsec: متغير (50-100 بايت)
2. **MTU القياسي لـ LTE**
    - موصى به: **1400 بايت**
    - يوازن بين الإنتاجية والتوافق
3. **اختبار من النهاية إلى النهاية**
    - اكتشاف MTU على المسار
    - اختبار مع حزم كبيرة

الوثائق ذات الصلة

أدلة التكوين

- **دليل التكوين** - مرجع كامل لـ runtime.exs، اختيار UPF مع تجاوزات PCO
- **تخصيص IP لـ UE** - إدارة مجموعة IP، تخصيص بناءً على APN
- **مراقبة P-CSCF** - مراقبة اكتشاف P-CSCF، القياسات، تتبع الصحة

إدارة الجلسات والواجهات

- إنشاء الحامل، PDN - دورة حياة جلسة **إدارة الجلسات**
- ترميز PCO وتسليمه، GTP-C بروتوكول - **واجهة S5/S8**
- إنشاء جلسة مستوى المستخدم - **واجهة PFCP**

VoLTE وIMS

- التحكم في السياسة لحاملي IMS - **واجهة Diameter Gx**
- قياسات وواجهات مرتبطة بـ PCO - **دليل المراقبة**

العودة إلى دليل العمليات

تكوين PCO لـ OmniPGW - *بواسطة خدمات شبكة Omnitouch*

اكتشاف ومراقبة P-CSCF

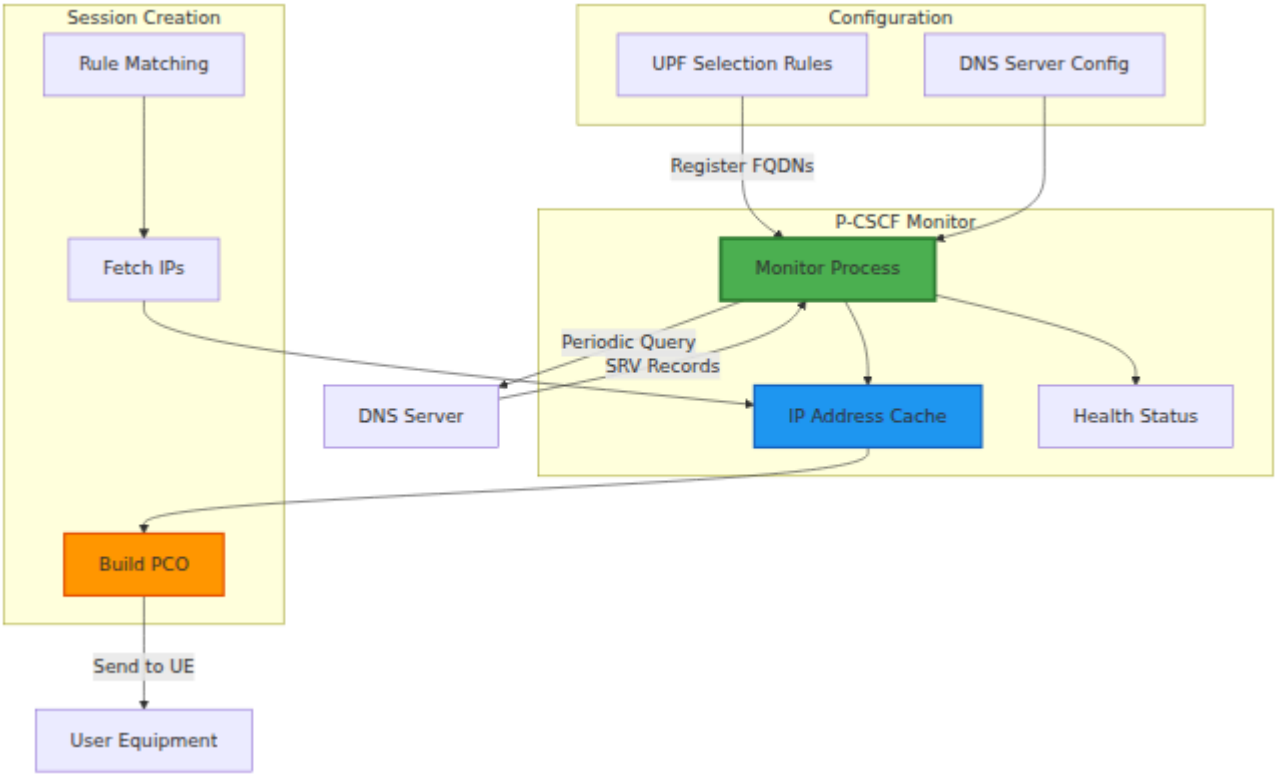
اكتشاف خادم P-CSCF الديناميكي مع المراقبة في الوقت الحقيقي

من خدمات شبكة أومنيتاتش OmniPGW

نظرة عامة

يوفر اكتشافًا **اكتشاف ومراقبة P-CSCF (وظيفة التحكم في جلسة الاتصال الوكيلة)** ديناميكيًا لخوادم IMS P-CSCF باستخدام استعلامات DNS SRV مع فحص صحة SIP OPTIONS في الوقت الحقيقي. تتيح هذه الميزة:

- **اكتشاف P-CSCF حسب القاعدة**: خوادم P-CSCF مختلفة لأنواع حركة المرور المختلفة
- **المراقبة التلقائية** DNS: عملية خلفية تراقب باستمرار حل (كل 60 ثانية)
- **فحوصات صحة SIP OPTIONS**: تتحقق من أن خوادم P-CSCF نشطة عبر إشارات SIP OPTIONS
  - **أولاً TCP**: تحاول SIP OPTIONS عبر TCP (مفضل من حيث الموثوقية)
  - **العودة إلى UDP**: تعود إلى UDP إذا فشل TCP
  - **تتبع الحالة**: تعين كل خادم كـ up أو down: بناءً على الاستجابة
- **تتبع الصحة في الوقت الحقيقي** IP: تعرض واجهة الويب حالة الحل، وعناوين المكتشفة، وحالة الصحة
- **العودة السلسة**: استراتيجية عودة من ثلاث طبقات لتحقيق أقصى موثوقية
- **مقاييس بروميثيوس**: رؤية كاملة عبر مقاييس بروميثيوس



جدول المحتويات

1. بدء سريع
2. التكوين
3. كيف يعمل
4. مراقبة واجهة الويب
5. المقاييس والرؤية
6. استراتيجية العودة
7. تكوين DNS
8. استكشاف الأخطاء وإصلاحها
9. أفضل الممارسات

بدء سريع

التكوين الأساسي

```
# config/runtime.exs

# تكوين PCO العالمي (خادم DNS لاكتشاف P-CSCF)
config :pgw_c,
  pco: %{
    p_cscf_discovery_dns_server: "10.179.2.177",
    p_cscf_discovery_enabled: true,
    p_cscf_discovery_timeout_ms: 5000
  },

  upf_selection: %{
    rules: [
      # حركة مرور IMS - اكتشاف P-CSCF الديناميكي
      %{
        name: "IMS Traffic",
        priority: 20,
        match_field: :apn,
        match_regex: "^ims",
        upf_pool: [
          %{remote_ip_address: "10.100.2.21", remote_port: 8805,
weight: 80}
        ],
        # FQDN لاكتشاف P-CSCF (انظر دليل التكوين لمزيد من قواعد
اختيار UPF)
        p_cscf_discovery_fqdn:
"pcscf.mnc380.mcc313.3gppnetwork.org",
        # العودة الثابتة (انظر دليل تكوين PCO)
        pco: %{
          p_cscf_ipv4_address_list: ["10.101.2.100",
"10.101.2.101"]
        }
      }
    ]
  }
```

لخيارات العودة PCO و تكوين انظر UPF للحصول على تكوين كامل لقواعد اختيار الثابتة لـ P-CSCF.

مراقبة الوصول

1. ابدأ OmniPGW
2. انتقل إلى **P-CSCF** ← **واجهة الويب** ← **مراقب** (`https://localhost:8086/pcscf_monitor`)
3. عرض حالة الحل في الوقت الحقيقي وعناوين IP المكتشفة

التكوين

إعدادات اكتشاف P-CSCF العالمية

قم بتكوين خادم DNS المستخدم لاكتشاف P-CSCF في قسم PCO:

```
pco: %{
  # خادم DNS لاكتشاف P-CSCF (مختلف عن DNS المقدم لـ UE)
  p_cscf_discovery_dns_server: "10.179.2.177",

  # تمكين ميزة اكتشاف DNS لـ P-CSCF
  p_cscf_discovery_enabled: true,

  # مهلة لاستعلامات DNS SRV (بالملي ثانية)
  p_cscf_discovery_timeout_ms: 5000,

  # عناوين P-CSCF الثابتة (عودة عالمية)
  p_cscf_ipv4_address_list: ["10.101.2.146"]
}
```

حسب القاعدة P-CSCF لـ FQDNs

يمكن لكل قاعدة اختيار UPF تحديد FQDN اكتشاف P-CSCF الخاص بها:

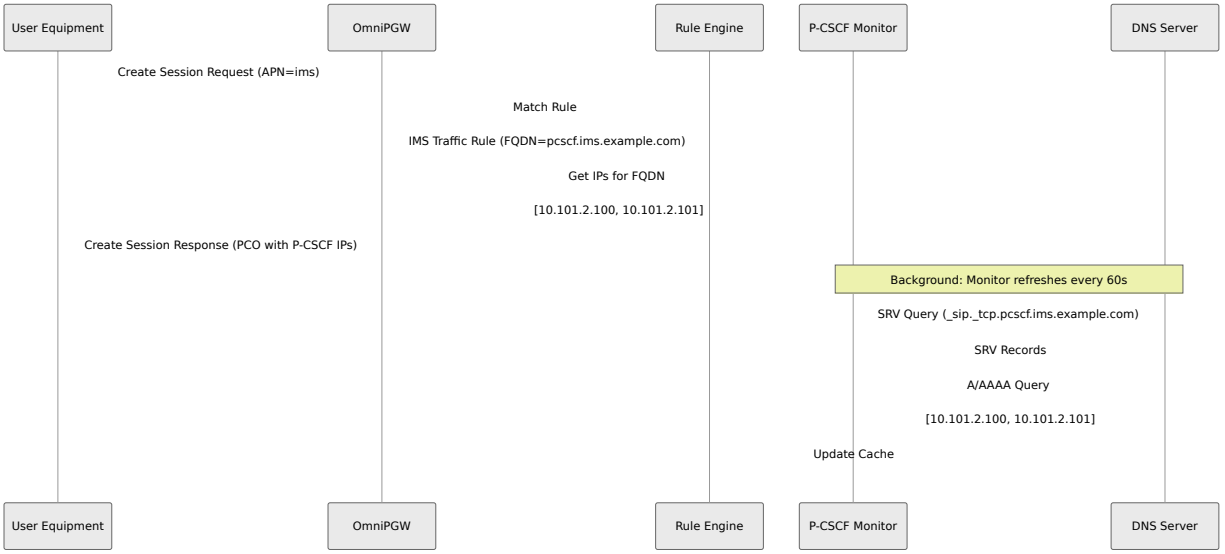
```
upf_selection: %{
  rules: [
    # حركة مرور IMS - P-CSCF خاص بـ IMS
    %{
      name: "IMS Traffic",
      match_field: :apn,
      match_regex: "^ims",
      upf_pool: [...],
      p_cscf_discovery_fqdn:
"pcscf.ims.mnc380.mcc313.3gppnetwork.org",
      pco: %{
        p_cscf_ipv4_address_list: ["10.101.2.100"]  # العودة
      }
    },

    # المؤسسة - P-CSCF خاص بالمؤسسة
    %{
      name: "Enterprise Traffic",
      match_field: :apn,
      match_regex: "^enterprise",
      upf_pool: [...],
      p_cscf_discovery_fqdn: "pcscf.enterprise.example.com",
      pco: %{
        p_cscf_ipv4_address_list: ["192.168.1.50"]  # العودة
      }
    },

    # الإنترنت - لا يوجد اكتشاف P-CSCF (يستخدم التكوين العالمي)
    %{
      name: "Internet Traffic",
      match_field: :apn,
      match_regex: "^internet",
      upf_pool: [...]
      # لا يوجد p_cscf_discovery_fqdn - يستخدم تكوين PCO العالمي
    }
  ]
}
```

كيف يعمل

عملية بدء التشغيل

1. **بدء التطبيق**
    - يتم تهيئة P-CSCF Monitor GenServer
    - يقوم محلل التكوين باستخراج جميع FQDNs الفريدة لـ P-CSCF من قواعد اختيار UPF
2. **تسجيل FQDN**
    - يتم تسجيل كل FQDN فريد مع المراقب
    - يقوم المراقب بإجراء استعلام DNS SRV أولي لكل FQDN
    - **فحص صحة SIP OPTIONS** (بالتوازي لجميع الخوادم المكتشفة):
        - حاول TCP أولاً (على المنفذ 5060 `SIP/2.0/TCP`)
        - إذا فشل TCP، انتقل إلى UDP (على المنفذ `SIP/2.0/UDP` 5060)
        - قم بتعيين كل خادم كـ `:up` (يستجيب) أو `:down` (لا استجابة/مهلة)
    - يتم تخزين النتائج (حالة الصحة، أو الأخطاء، IP عناوين) مع الطوابع الزمنية
3. **المراقبة الدورية** (كل 60 ثانية)
    - يقوم المراقب بتحديث جميع FQDNs
    - يتم تشغيل استعلامات DNS في الخلفية دون حظر
    - لكل خادم مكتشف:
        - إرسال SIP OPTIONS عبر TCP (مهلة: 5 ثواني)
        - إذا فشل TCP، حاول UDP (مهلة: 5 ثواني)
        - تحديث حالة الصحة بناءً على الاستجابة
    - يتم تحديث التخزين المؤقت بأحدث نتائج DNS وحالة الصحة

تدفق إنشاء الجلسة



عملية استعلام DNS

يستخدم المراقب **DNS SRV** لـ P-CSCF للاكتشاف المباشر: **سجلات**

1. **استعلام SRV**: استعلام سجلات SRV في `_sip._tcp.{fqdn}`
2. **فرز الأولويات**: فرز حسب الأولوية والوزن
3. **استخراج الهدف** SRV: استخراج أسماء المضيفين من سجلات
4. **حل اسم المضيف**: حل أسماء المضيفين المستهدفة إلى عناوين IP (سجلات A/AAAA)
5. **التخزين المؤقت** IP: تخزين عناوين المحلولة مع الحالة والطابع الزمني

أولوية اختيار عنوان P-CSCF

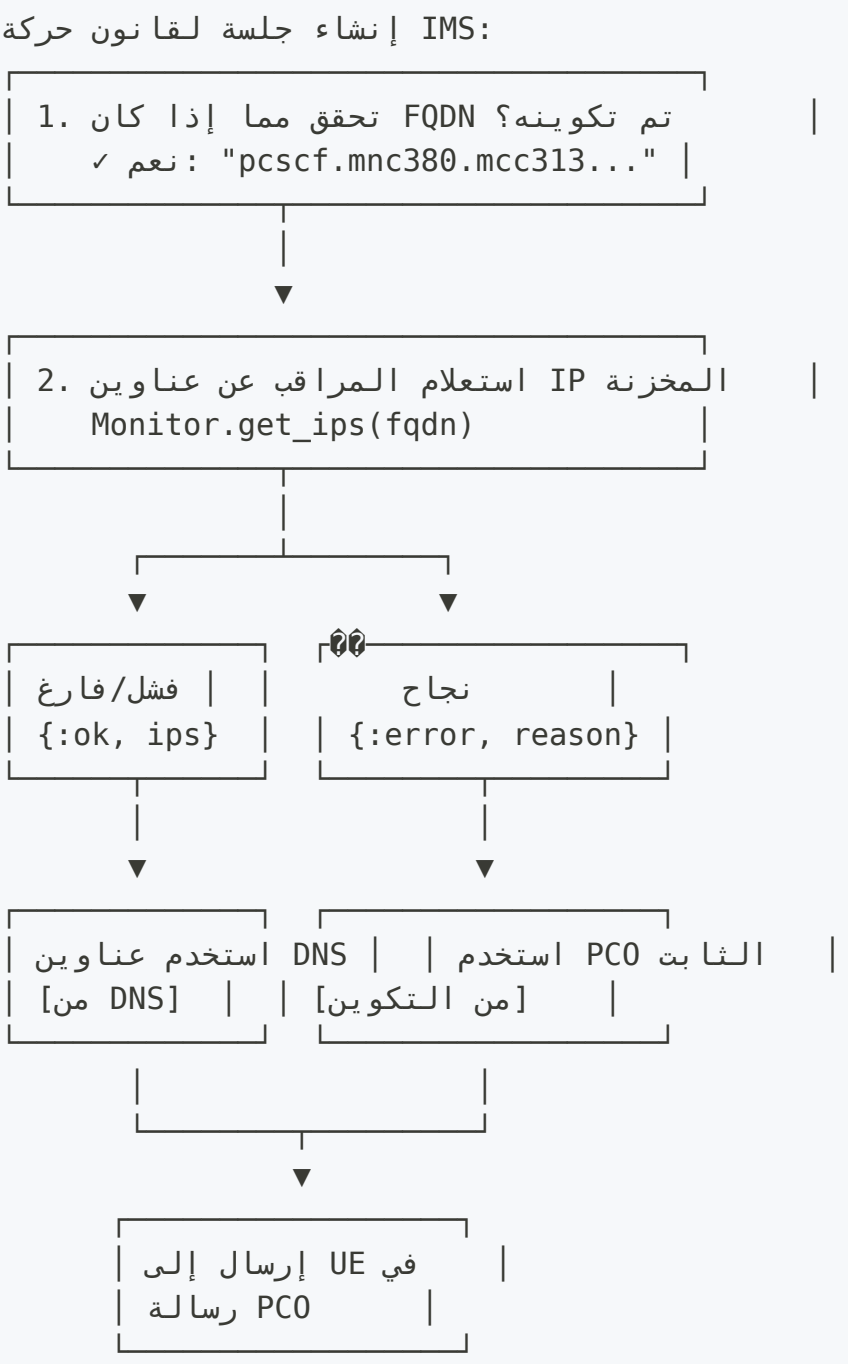
عندما يتم تكوين كل من FQDN و PCO، فإن FQDN الثابت يأخذ الأولوية:

```
%{
  name: "IMS Traffic",
  p_cscf_discovery_fqdn: "pcscf.mnc380.mcc313.3gppnetwork.org",  # تم التجربة أولاً ←
  pco: %{
    p_cscf_ipv4_address_list: ["10.101.2.100", "10.101.2.101"]   # العودة ←
  }
}
```

منطق الاختيار:

الشرط	مصدر P-CSCF	العناوين المستخدمة	رسالة السجل
تم حل FQDN بنجاح	اكتشاف DNS (المراقب)	عناوين IP المكتشفة من DNS	`"Using P-CSCF addresses from FQDN pcscf.example.com"`
فشل FQDN في الحل	تجاوز PCO للقاعدة	عناوين IP الثابتة من `pco.p_cscf_ipv4_address_list`	`"Failed to get P-CSCF IPs from FQDN..., falling back to static config"`
FQDN يعيد قائمة فارغة	تجاوز PCO للقاعدة	عناوين IP الثابتة من `pco.p_cscf_ipv4_address_list`	تم تفعيل العودة
المراقب غير متاح	تجاوز PCO للقاعدة	عناوين IP الثابتة من `pco.p_cscf_ipv4_address_list`	خطأ يؤدي إلى العودة
لا يوجد FQDN تم تكوينه	تجاوز PCO للقاعدة أو عالمي	عناوين IP من القاعدة أو التكوين العالمي	يستخدم التكوين الثابت مباشرة

تدفق المثال:



سيناريوهات العالم الحقيقي:

السيناريو 1: يعمل اكتشاف DNS ✅

```
التكوين:
  p_cscf_discovery_fqdn: "pcscf.ims.example.com"
  pco.p_cscf_ipv4_address_list: ["10.101.2.100"]

نتيجة DNS: [10.101.2.150, 10.101.2.151]
يتلقى UE: [10.101.2.150, 10.101.2.151] ← ن DNS
ملاحظة: يتم تجاهل PCO الثابت عند نجاح DNS
```

⚠ عودة سلسة، DNS السيناريو 2: فشل

```
التكوين:
  p_cscf_discovery_fqdn: "pcscf.ims.example.com"
  pco.p_cscf_ipv4_address_list: ["10.101.2.100"]

نتيجة DNS: ERROR :no_naptr_records
يتلقى UE: [10.101.2.100] ← من PCO الثابت
ملاحظة: تنجح الجلسة على الرغم من فشل DNS
```

السيناريو 3: لا يوجد FQDN تم تكوينه

```
التكوين:
  # لا يوجد p_cscf_discovery_fqdn
  pco.p_cscf_ipv4_address_list: ["192.168.1.50"]

يتلقى UE: [192.168.1.50] ← من PCO الثابت
ملاحظة: لم يتم محاولة اكتشاف DNS
```

لماذا هذا التصميم؟

1. **تفضيل الديناميكية**: يوفر DNS المرونة، وتوازن الحمل، والتوجيه المدرك للموقع
2. **ضمان الموثوقية**: تضمن العودة الثابتة أن الجلسات لا تفشل أبدًا بسبب مشكلات DNS
3. **عدم التدخل اليدوي**: فشل تلقائي بدون تدخل المشغل
4. **آمن للإنتاج**: أفضل ما في العالمين - الرشاقة مع الاستقرار

التوصية: قم دائمًا بتكوين كل من FQDN و PCO الث��بت للنشر في الإنتاج:

```
# ✓ موصى به: ديناميكي مع العودة
%{
  p_cscf_discovery_fqdn: "pcscf.ims.example.com",  # مفضل
  pco: %{
    p_cscf_ipv4_address_list: ["10.101.2.100"]     # شبكة الأمان
  }
}

# ⚠ محفوف بالمخاطر: ديناميكي فقط (يعود إلى PCO العالمي)
%{
  p_cscf_discovery_fqdn: "pcscf.ims.example.com"
  # لا يوجد عودة خاصة بالقواعد!
}

# ✓ صالح: ثابت فقط (بدون عبء DNS)
%{
  pco: %{
    p_cscf_ipv4_address_list: ["192.168.1.50"]
  }
}
```

مراقبة واجهة الويب

صفحة مراقب P-CSCF

يمكن الوصول إلى واجهة المراقبة على: `https://localhost:8086/pcscf_monitor`

الميزات:

- **إحصائيات عامة**
    - إجمالي FQDNs المراقبة
    - FQDNs التي تم حلها بنجاح
    - الحلول الفاشلة
    - إجمالي عناوين IP المكتشفة لـ P-CSCF
- **جدول FQDN**
    - FQDN الذي يتم مراقبته
    - حالة الحل (✓ تم الحل / ✗ فشل / قيد الانتظار)
    - عدد عناوين IP المكتشفة
    - قائمة عناوين IP (مع تفاصيل الخادم القابلة للتوسيع) المحلولة
    - الطابع الزمني لآخر تحديث
    - زر التحديث اليدوي لكل FQDN
    - **حالة الصحة**: يظهر كل خادم مكتشف:
        - عنوان IP والمنفذ
        - اسم المضيف (من هدف DNS SRV)
        - مؤشر صحة في الوقت الحقيقي (✓ نشط / ✗ غير نشط)

- **تحكمات التحديث**
  - زر **تحديث الكل** FQDNs: تفعيل إعادة استعلام فورية لجميع
  - **تحديث لكل FQDN**: تحديث FQDNs فرديًا عند الطلب
  - التحديث التلقائي: يتم تحديث الصفحة كل 5 ثواني
- **لوحة تحكم مقاييس المراقبة**
  - **إجمالي FQDNs**: عدد FQDNs الفريدة المسجلة للمراقبة
  - **تم حلها بنجاح**: FQDNs التي تم حلها بنجاح عبر DNS
  - **فشل حلول DNS**: FQDNs التي فشلت في الحل
  - **إجمالي خوادم P-CSCF**: إجمالي عدد الخوادم المكتشفة عبر جميع FQDNs
  - **✓ صحي (SIP OPTIONS نشطة)**: الخوادم التي تستجيب لفحوصات صحة SIP OPTIONS
  - **✗ غير صحي (SIP OPTIONS غير نشطة)**: الخوادم التي لا تستجيب لفحوصات SIP OPTIONS
  - **معدل نجاح DNS**: نسبة الحلول الناجحة لـ DNS
  - **فترة فحص الصحة**: تكرار فحوصات صحة SIP OPTIONS (60 5 ثانية، ثواني مهلة)

توفر لوحة تحكم المقاييس رؤية في الوقت الحقيقي لكل من صحة حل DNS وتوافر خادم P-CSCF عبر SIP OPTIONS.

تكامل صفحة اختيار UPF

تعرض صفحة اختيار UPF (`/upf_selection`) حالة اكتشاف P-CSCF لكل قاعدة:

```
 حركة مرور IMS (الأولوية 20)
   المطابقة: مطابقة APN ^ims
   المجموعة: UPF-IMS-Primary (10.100.2.21:8805)

    اكتشاف P-CSCF
      FQDN: pcscf.mnc380.mcc313.3gppnetwork.org
      الحالة: ✓ تم الحل (2 IPs)
      المحلولة: 10.101.2.100، 10.101.2.101 عناوين IP

   ⚙ تجاوزات PCO
      الأساسي: DNS 10.103.2.195
      P-CSCF (عودة ثابتة): 10.101.2.100، 10.101.2.101
```

المقاييس والرؤية

مقاييس بروميثيوس

يقدم P-CSCF (المنفذ 42069 بشكل افتراضي) نظام مراقبة مقاييس عبر بروميثيوس:

مقاييس Gauge

```
# مقاييس على مستوى FQDN
pcscf_fqdns_total                       # إجمالي عدد FQDNs المراقبة
pcscf_fqdns_resolved                    # FQDNs التي تم حلها بنجاح
(نجح DNS)
pcscf_fqdns_failed                      # فشل حلول FQDN (فشل DNS)

# مقاييس على مستوى الخادم (مجمعة)
pcscf_servers_total                     # إجمالي خوادم P-CSCF
المكتشفة عبر DNS SRV
pcscf_servers_healthy                   # الخوادم التي تستجيب لـ
SIP OPTIONS (مجمعة)
pcscf_servers_unhealthy                 # الخوادم التي لا تستجيب لـ
SIP OPTIONS (مجمعة)

# مقاييس على مستوى الخادم (مع التسمية FQDN لكل)
pcscf_servers_healthy{fqdn="..."}       # خوادم صحية لـ FQDN محدد
pcscf_servers_unhealthy{fqdn="..."}     # خوادم غير صحية لـ FQDN
محدد
```

تفاصيل فحص الصحة:

- `healthy`: الخادم استجاب لإشارة SIP OPTIONS (TCP أو UDP)
- `unhealthy`: الخادم فشل في الاستجابة لإشارات SIP OPTIONS (مهلة 5 ثواني لكل وسيلة نقل)

أمثلة المقاييس

مقاييس حل DNS:

```
# استعلام FQDNs التي تم حلها بنجاح
pcscf_fqdns_resolved

# حساب معدل نجاح DNS
(pcscf_fqdns_resolved / pcscf_fqdns_total) * 100

# إجمالي الخوادم المكتشفة
pcscf_servers_total
```

مقاييس صحة SIP OPTIONS:

```
# إجمالي الخوادم الصحية عبر جميع FQDNs
pcscf_servers_healthy

# إجمالي الخوادم غير الصحية
pcscf_servers_unhealthy

# حساب معدل نجاح فحص الصحة
(pcscf_servers_healthy / pcscf_servers_total) * 100

# الخوادم الصحية لـ FQDN محدد
pcscf_servers_healthy{fqdn="pcscf.mnc380.mcc313.3gppnetwork.org"}

# تنبيه عند عدم وجود أي خوادم نشطة
pcscf_servers_healthy == 0 AND pcscf_servers_total > 0
```

أمثلة تنبيهات بروميثيوس:

```yaml
# تنبيه عندما تكون جميع خوادم P-CSCF غير نشطة
- alert: AllPCSCFServersDown
  expr: pcscf_servers_healthy == 0 AND pcscf_servers_total > 0
  for: 5m
  labels:
    severity: critical
  annotations:
    summary: "جميع خوادم P-CSCF غير صحية"
    description: "{{ $value }} - جميع فشلت فحوصات خادم SIP صحي (0) OPTIONS"

# تنبيه عندما تكون أكثر من 50% من الخوادم غير نشطة
- alert: MajorityPCSCFServersDown
  expr: (pcscf_servers_healthy / pcscf_servers_total) < 0.5
  for: 5m
  labels:
    severity: warning
  annotations:
    summary: "معظم خوادم P-CSCF غير صحية"
    description: "فقط {{ $value }}% من الخوادم تستجيب لإشارات SIP OPTIONS"

# تنبيه عند فشل حلول DNS
- alert: PCSCFDNSResolutionFailed
  expr: pcscf_fqdns_failed > 0
  for: 5m
  labels:
    severity: warning
  annotations:
    summary: "فشل حلول DNS لـ P-CSCF"
    description: "{{ $value }} FQDN(s) تفشل في الحل"
```

التسجيل

يسجل المراقب الأحداث الرئيسية:

```
[info] تم بدء مراقب P-CSCF
[info] 2 تسجيل FQDNs فريدة لمراقبتها: ["pcscf.ims.example.com",
"pcscf.enterprise.example.com"]
[info] مراقب P-CSCF: تسجيل FQDN pcscf.ims.example.com
[debug] مراقب P-CSCF: تم حل pcscf.ims.example.com 2 بنجاح إلى IPs
[warning] مراقب P-CSCF: فشل في حل pcscf.enterprise.example.com:
:nxdomain
[debug] استخدام عناوين P-CSCF من FQDN pcscf.ims.example.com: [{10,
101, 2, 100}, {10, 101, 2, 101}]
```

استراتيجية العودة

يستخدم النظام **استراتيجية عودة من ثلاث طبقات** لتحقيق أقصى موثوقية:

الطبقة 1: اكتشاف DNS (المفضل)

```
p_cscf_discovery_fqdn: "pcscf.ims.example.com"
```

- يقوم المراقب باستعلام DNS ويخزن عناوين IP المحلولة
- تستخدم الجلسة عناوين IP المخزنة إذا كانت متاحة
- **الميزة**: ديناميكية، موزعة على الحمل، مدركة للموقع

الطبقة 2: PCO (عودة) ثابت خاص بالقاعدة

```
pco: %{
  p_cscf_ipv4_address_list: ["10.101.2.100", "10.101.2.101"]
}
```

- تستخدم إذا فشل اكتشاف DNS أو لم يعد أي عناوين IP
- تكوين ثابت خاص بالقاعدة
- **الميزة**: عودة خاصة بالقاعدة، متوقعة

العالمي (ملاذ أخير) PCO الطبقة 3: تكوين

```
# تكوين pco العالمي
pco: %{
  p_cscf_ipv4_address_list: ["10.101.2.146"]
}
```

- DNS تستخدم إذا لم يكن هناك تكوين خاص بالقاعدة وفشل
- عناوين P-CSCF الافتراضية العالمية
- **الميزة**: متاحة دائمًا، تمنع فشل الجلسة

مثال على منطق العودة

```
حركة" تطابق الجلسة مع قاعدة IMS":

1. حاول اكتشاف DNS لـ "pcscf.ims.example.com"
   ├─ النجاح → استخدم [10.101.2.100، 10.101.2.101] ✓
   └─ الفشل → حاول الطبقة التالية

2. حاول تجاوز PCO للقاعدة
   ├─ تم تكوينه → استخدم [10.101.2.100، 10.101.2.101] ✓
   └─ لم يتم تكوينه → حاول الطبقة التالية

3. استخدم تكوين PCO العالمي
   └─ استخدم [10.101.2.146] ✓ (يحقق النجاح دائمًا)
```

تكوين DNS

إعداد خادم DNS

قم بتكوين خادم DNS مع سجلات SRV و A/AAAA لاكتشاف P-CSCF:

```
; سجلات SRV لـ P-CSCF (تلقائيًا _sip._tcp يتم استعلام بادئة)
_sip._tcp.pcscf.mnc380.mcc313.3gppnetwork.org. IN SRV 10 50 5060
pcscf1.example.com.
_sip._tcp.pcscf.mnc380.mcc313.3gppnetwork.org. IN SRV 20 50 5060
pcscf2.example.com.

; سجلات A
pcscf1.example.com. IN A 10.101.2.100
pcscf2.example.com. IN A 10.101.2.101
```

مهم: يقوم OmniPGW تلقائيًا بإضافة بادئة `_sip._tcp.` إلى FQDN المكون. إذا قمت بتكوين `p_cscf_discovery_fqdn: "pcscf.mnc380.mcc313.3gppnetwork.org"`، سيقوم النظام باستعلام `_sip._tcp.pcscf.mnc380.mcc313.3gppnetwork.org`.

تنسيق سجل SRV

هذا التنسيق SRV تتبع سجلات:

```
_service._proto.domain. IN SRV priority weight port target.
```

- **الأولوية**: القيم الأقل لها أولوية أع��ى (10 قبل 20)
- **الوزن**: لتوازن الحمل بين نفس الأولوية (أعلى = مزيد من الحركة)
- **المنفذ**: منفذ SIP (5060 لـ UDP، TCP عادة 5060 لـ)
- **الهدف**: اسم المضيف الذي سيتم حله إلى عنوان IP

اختبار تكوين DNS

```
# استعلام سجلات SRV (لاحظ بادئة _sip._tcp)
dig SRV _sip._tcp.pcscf.mnc380.mcc313.3gppnetwork.org
@10.179.2.177

# الناتج المتوقع:
# _sip._tcp.pcscf.mnc380.mcc313.3gppnetwork.org. 300 IN SRV 10 50
5060 pcscf1.example.com.

# حل اسم P-CSCF إلى IP
dig A pcscf1.example.com @10.179.2.177

# الناتج المتوقع:
# pcscf1.example.com. 300 IN A 10.101.2.100
```

استكشاف الأخطاء وإصلاحها

المشكلة: يظهر "حالة فشل FQDN"

الأعراض:

- تظهر واجهة الويب حالة فشل ✗
- الخطأ: `:nxdomain`، `:timeout`، أو `:no_naptr_records`

الأسباب المحتملة:

1. خادم DNS غير متاح
2. FQDN غير موجود في DNS
3. لا توجد سجلات NAPTR مكونة
4. مهلة خادم DNS

الحل:

```
# 1. اختبار اتصال خادم DNS
ping 10.179.2.177

# 2. اختبار استعلام NAPTR يدويًا
dig NAPTR pcscf.mnc380.mcc313.3gppnetwork.org @10.179.2.177

# 3. تحقق من سجلات OmniPGW
grep "P-CSCF" /var/log/pgw_c.log

# 4. تحقق من التكوين
grep "p_cscf_discovery_dns_server" config/runtime.exs

# 5. تحديث يدوي في واجهة الويب
# انقر على زر "تحديث" بجوار FQDN الفاشل
```

المشكلة: لا يتم إرجاع أي IPs

الأعراض:

- تظهر واجهة الويب "0 IPs"
- قد تكون الحالة ✓ تم الحل أو ✗ فشل

الأسباب المحتملة:

1. توجد سجلات NAPTR ولكن FQDNs البديلة لا تحل
2. لا يتطابق حقل الخدمة مع نمط IMS/SIP
3. سجلات A/AAAA مفقودة

الحل:

```
# تحقق من حقل خدمة سجل NAPTR
dig NAPTR pcscf.example.com @10.179.2.177

# تأكد من أن الخدمة تحتوي على "IMS" أو "SIP":
# صحيح: "SIP+D2U"، "x-3gpp-ims:sip"
# خاطئ: "HTTP"، "FTP"

# تحقق من وجود سجلات A/AAAA
dig pcscf1.example.com A @10.179.2.177
```

المشكلة: تستخدم الجلسات P-CSCF خاطئ

الأعراض:

- يتلقى UE عناوين P-CSCF غير متوقعة
- تم استخدام العودة الثابتة بدلاً من عناوين IP المكتشفة

الأسباب المح��ملة:

1. فشل اكتشاف DNS لكن العودة تعمل
2. مطابقة القاعدة غير صحيحة
3. لم يتم تسجيل FQDN

الحل:

```
# 1. تحقق من صفحة مراقب P-CSCF
# إذا كان تحقق مما FQDN وتم حله مسجلاً

# 2. تحقق من سجلات الجلسة
grep "Using P-CSCF addresses from FQDN" /var/log/pgw_c.log

# 3. تحقق من صفحة اختيار UPF
# تعرض القاعدة إذا كانت مما تحقق FQDN والحالة الصحيح

# 4. اختبار مطابقة القاعدة
# إنشاء جلسة مع APN تطابق التي القاعدة من والتحقق محدد
```

المشكلة: ارتفاع زمن استعلام DNS

الأعراض:

- بطء في إنشاء الجلسة
- تظهر المقاييس زمن `pcscf_discovery_query_duration_seconds` مرتفع

الأسباب المحتملة:

1. مشكلات في أداء خادم DNS
2. زمن انتقال الشبكة إلى خادم DNS
3. المهلة مرتفعة جدًا

الحل:

```
# تقليل زمن المهلة للاستعلام
pco: %{
  p_cscf_discovery_timeout_ms: 2000  # تقليل من 5000 مللي ثانية
}

# أقرب DNS النظر في استخدام خادم
pco: %{
  p_cscf_discovery_dns_server: "10.0.0.10"  # DNS محلي
}
```

أفضل الممارسات

1. اختيار خادم DNS

استخدم خادم DNS مخصص

```
pco: %{
  # DNS مخصص لاكتشاف P-CSCF (ليس نفس DNS الخاص بـ UE)
  p_cscf_discovery_dns_server: "10.179.2.177",

  # خوادم DNS لـ UE (المقدمة للأجهزة المحمولة)
  primary_dns_server_address: "8.8.8.8",
  secondary_dns_server_address: "8.8.4.4"
}
```

لماذا؟

- فصل المخاوف: DNS الخاص بـ UE مقابل DNS IMS الداخلي
- سياسات وصول وأمان مختلفة
- توسيع وموثوقية مستقلة

2. قم دائمًا بتكوين العودة الثابتة

```
%{
  p_cscf_discovery_fqdn: "pcscf.ims.example.com",  # مفضل
  pco: %{
    p_cscf_ipv4_address_list: ["10.101.2.100"]  # العودة المطلوبة
  }
}
```

لماذا؟

- يضمن نجاح الجلسات حتى إذا فشل DNS
- تدهور سلس
- يلبي متطلبات SLA

3. استخدم FQDNs محددة لكل نوع من حركة المرور

```
rules: [
  # IMS
  %{
    name: "IMS",
    match_regex: "^ims",
    p_cscf_discovery_fqdn:
"pcscf.ims.mnc380.mcc313.3gppnetwork.org"
  },

  # المؤسسة
  %{
    name: "Enterprise",
    match_regex: "^enterprise",
    p_cscf_discovery_fqdn: "pcscf.enterprise.example.com"
  }
]
```

لماذا؟

- مجموعات P-CSCF مختلفة لكل خدمة
- توزيع أفضل للحمل

- توجيه خاص بالخدمة

4. راقب أداء استعلام DNS

```
# تنبيه عند ارتفاع زمن استعلام P-CSCF
alert: HighPCSCFQueryLatency
expr: histogram_quantile(0.95,
pcscf_discovery_query_duration_seconds_bucket) > 2
for: 5m
labels:
  severity: warning
annotations:
  summary: "استعلامات DNS لـ P-CSCF بطيئة (p95 > 2s)"
```

5. تحقق من صحة DNS بانتظام

- يوميًا P-CSCF **واجهة الويب**: تحقق من صفحة مراقب
- **المقاييس**: راقب المقياس `pcscf_monitor_fqdns_failed`
- **السجلات** DNS: راقب أخطاء
- **الاختبار** DNS: تحقق دوريًا من وجود سجلات

6. قم بتكوين المهلة المناسبة

```
# الإنتاج: توازن بين الموثوقية مقابل زمن الانتظار
pco: %{
  p_cscf_discovery_timeout_ms: 5000  # 5 ثواني
}

# الأداء العالي: تفضيل السرعة، الاعتماد على العودة
pco: %{
  p_cscf_discovery_timeout_ms: 2000  # 2 ثانية
}
```

7. استخدم تكرار DNS

قم بتكوين DNS أساسي وثانوي:

```
# DNS P-CSCF الأساسي
pcscf.mnc380.mcc313.3gppnetwork.org. IN NAPTR 10 50 "s" "SIP+D2U"
"" _sip._udp.pcscf1.example.com.

# DNS P-CSCF الثانوي
pcscf.mnc380.mcc313.3gppnetwork.org. IN NAPTR 20 50 "s" "SIP+D2U"
"" _sip._udp.pcscf2.example.com.
```

الوثائق ذات الصلة

- **تكوين PCO** - خيارات تكوين البروتوكول، إعدادات P-CSCF و DNS
- **دليل التكوين** الكامل OmniPGW - مرجع تكوين
- **المراقبة** - المقاييس، التسجيل، والرؤية
- **إدارة الجلسة** PCO - دورة حياة الجلسة وتسليم
- **واجهة PFCP** - اتصال وظيفة الطائرة المستخدم

العودة إلى الوثائق الرئيسية

وثائق واجهة PFCP/Sxb

اتصال - **بروتوكول التحكم في توجيه الحزم** PGW-C بـ PGW-U

جدول المحتويات

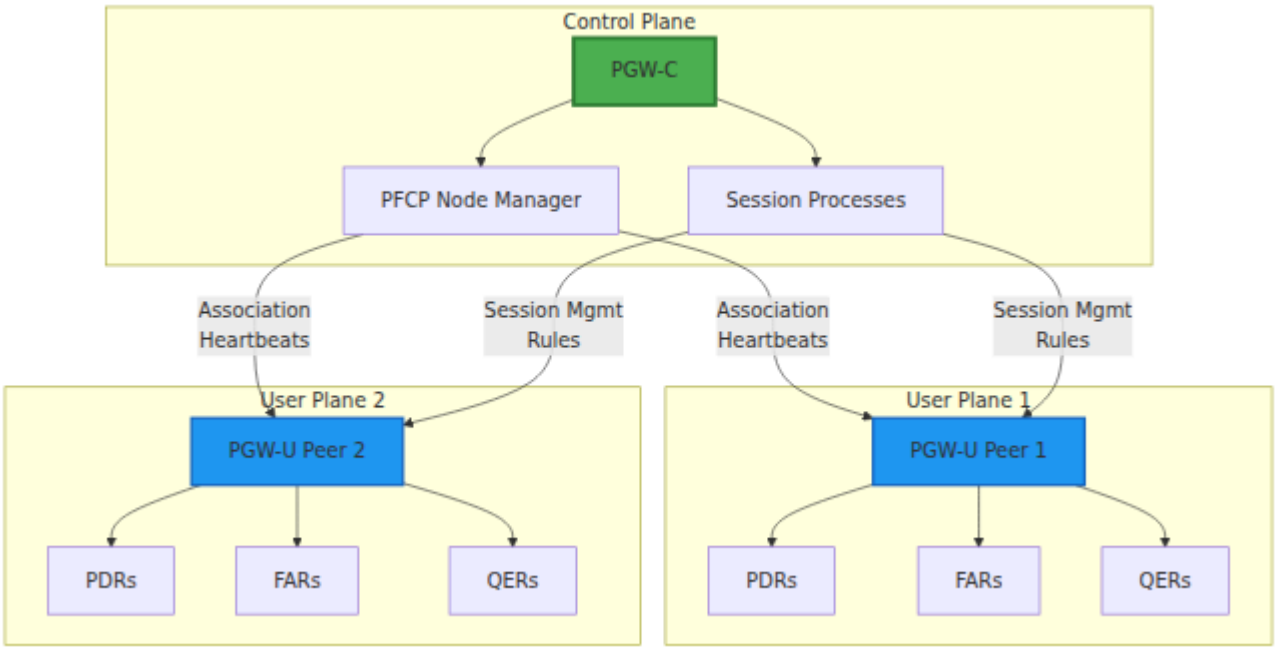
1. نظرة عامة
2. أساسيات البروتوكول
3. إدارة ارتباط PFCP
4. إدارة جلسة PFCP
5. قواعد معالجة الحزم
6. التكوين
7. اختيار UPF المعتمد على DNS
8. تدفقات الرسائل
9. استكشاف الأخطاء وإصلاحها
10. واجهة الويب - مراقبة PFCP
11. وثائق ذات صلة

نظرة عامة

واجهة تستخدم **Sxb** بروتوكول **PFCP (بروتوكول التحكم في توجيه الحزم)** للتواصل بين PGW-C (طبقة التحكم) و PGW-U (طبقة المستخدم). يسمح هذا الفصل بـ:

- **طبقة التحكم (PGW-C)** - تتعامل مع الإشارات، إدارة الجلسات، قرارات السياسة
- **طبقة المستخدم (PGW-U)** - تتعامل مع توجيه الحزم الفعلي بسرعة عالية

بنية PFCP



أساسيات البروتوكول

إصدار PFCP

تنفذ PGW-C **إصدار PFCP 1** (3GPP TS 29.244).

النقل

- **البروتوكول:** UDP
- **المنفذ الافتراضي:** 8805
- **تنسيق الرسالة:** مشفر ثنائي باستخدام مواصفات PFCP

أنواع معرفات العقدة

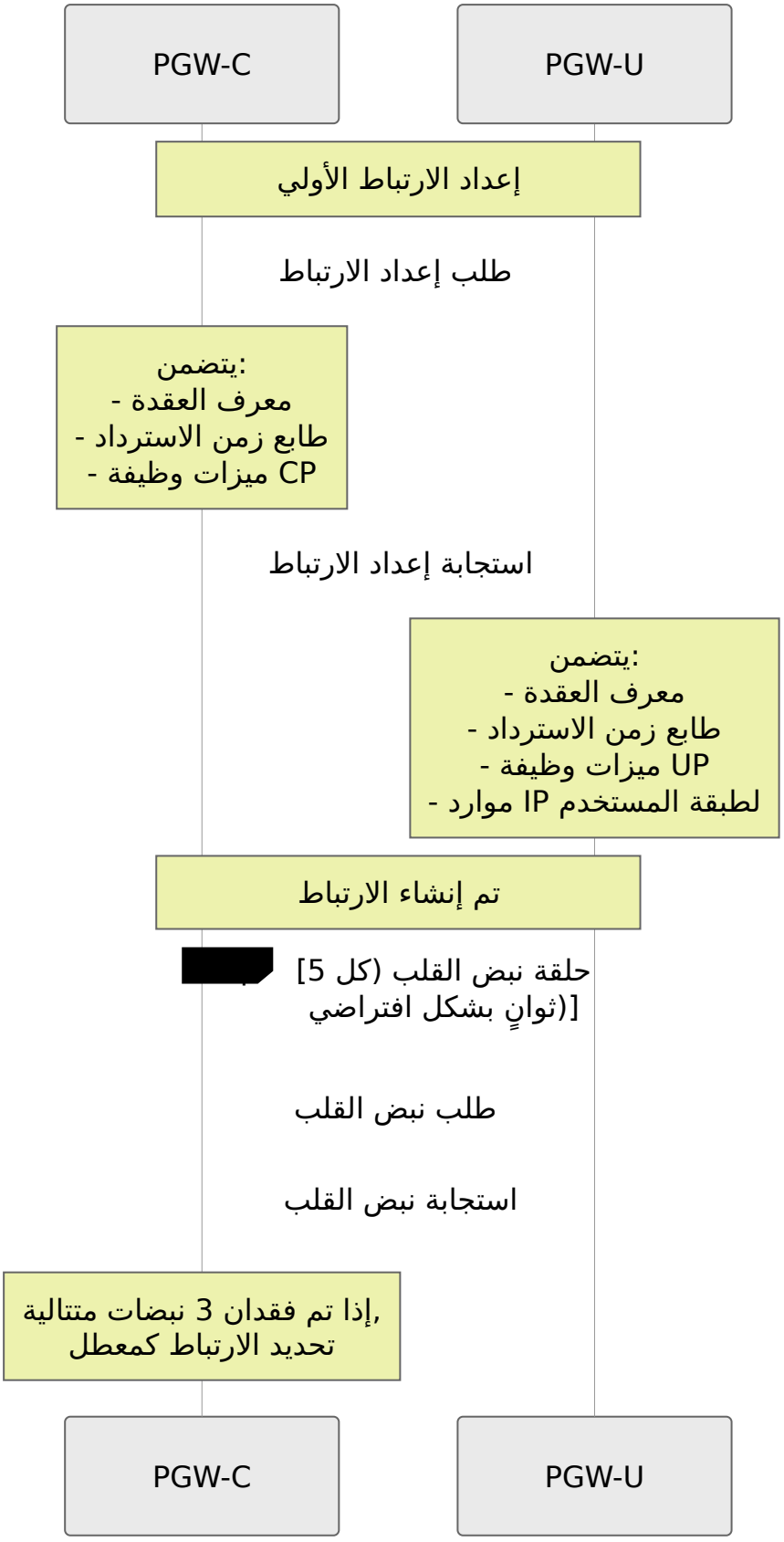
يتم التعرف على أقران PFCP بواسطة معرف العقدة، والذي يمكن أن يكون:

- **عنوان IPv4** - الأكثر شيوعًا
- **عنوان IPv6**
- **FQDN** (اسم المجال المؤهل بالكامل)

إدارة ارتباط PFCP

قبل أن تتمكن إدارة الجلسة من الحدوث، يجب إنشاء **ارتباط** بين PFCP و PGW-C و PGW-U.

تدفق إعداد الارتباط



إدارة حالة الأقران

يحافظ كل نظير PFCP على الحالة:

الحقل	الوصف
`is_associated`	قيمة منطقية تشير إلى حالة الارتباط
`remote_node_id`	معرف العقدة للنظير (IP أو FQDN)
`remote_ip_address`	عنوان IP للتواصل
`remote_port`	منفذ UDP (افتراضي 8805)
`heartbeat_period_ms`	فترة نبض القلب بالمللي ثانية
`missed_heartbeats_consecutive`	عدد نبضات القلب المفقودة
`up_function_features`	الميزات المدعومة لطبقة المستخدم
`up_recovery_time_stamp`	طابع زمن الاسترداد للنظير

آلية نبض القلب

الغرض: اكتشاف فشل الأقران والحفاظ على نشاط الارتباط

التكوين:

```
# في config/runtime.exs
sxb: %{
  local_ip_address: "10.0.0.20"
},
upf_selection: %{
  fallback_pool: [
    %{remote_ip_address: "10.0.0.21", remote_port: 8805, weight:
100}
  ]
}
# يتم تسجيل جميع UPFs تلقائيًا مع نبضات قلب كل 5 ثوانٍ
```

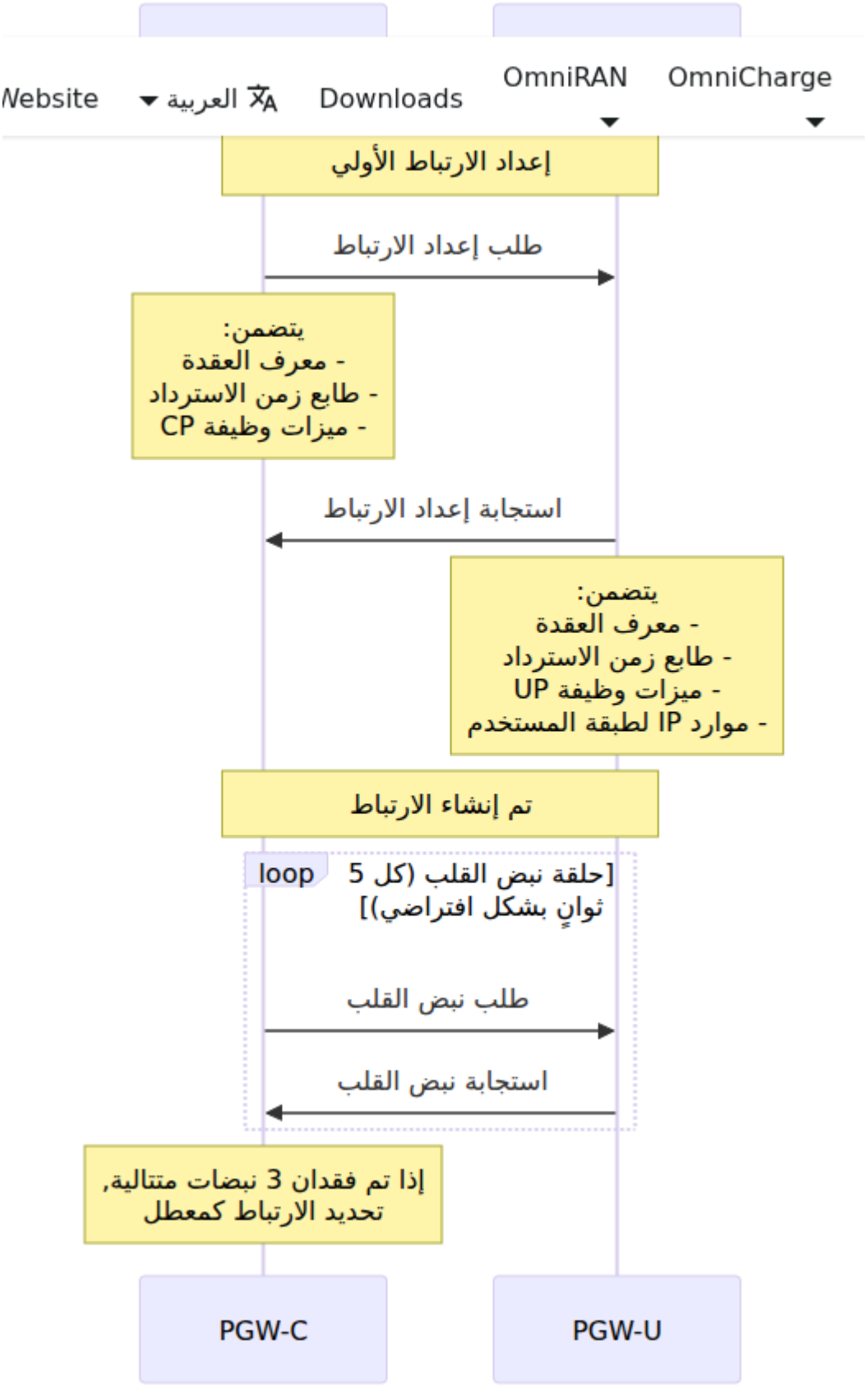
اكتشاف الفشل:

- كل نبضة قلب مفقودة تزيد من `missed_heartbeats_consecutive`
- عادة ما يتم تكوينها للفشل بعد 3 فقدان متتالي
- يمنع الارتباط الفاشل إنشاء جلسات جديدة لذلك النظير

إدارة جلسة PFCP

تُنشأ جلسات PFCP لكل اتصال PDN لـ UE في طبقة المستخدم لبرمجة قواعد التوجيه.

دورة حياة الجلسة



إنشاء الجلسة

متى: يتصل UE وينشئ اتصال PDN

PGW-U: ترسل PGW-C إلى

طلب إنشاء الجلسة يحتوي على:

- **SEID** - (معرف نقطة نهاية الجلسة) معرف فريد للجلسة
- **معرف العقدة** - معرف عقدة PGW-C
- **F-SEID** - (يشمل IP + SEID) SEID المؤهل بالكامل
- **PDRs** - (عادة 2: uplink + downlink) قواعد اكتشاف ��لحزم
- **FARs** - (عادة 2: uplink + downlink) قواعد إجراء التوجيه
- **QERs** - (حدود معدل البيانات) قواعد تنفيذ QoS
- **BAR** - (لتخزين البيانات في الاتجاه الهابط) قاعدة إجراء التخزين المؤقت

PGW-U: تستجيب

استجابة إنشاء الجلسة تحتوي على:

- **السبب** - سبب النجاح أو الفشل
- **F-SEID** - نقطة نهاية الجلسة لـ PGW-U
- **PDRs التي تم إنشاؤها** - تأكيد القواعد التي تم إنشاؤها
- **F-TEID** - TEID المؤهل بالكامل لواجهة S5/S8

تعديل الجلسة

متى: تحدث تغييرات QoS أو تحديثات السياسة أو تعديلات الناقل

يمكن أن تشمل التعديلات:

- إضافة PDRs جديدة، FARs، QERs
- إزالة القواعد الموجودة
- تحديث معلمات القاعدة

حذف الجلسة

متى: ينفصل UE أو يتم إنهاء اتصال PDN

العملية:

1. ترسل PGW-C طلب حذف الجلسة مع SEID
2. تقوم PGW-U بإزالة جميع القواعد وإطلاق الموارد
3. تستجيب PGW-U باستجابة حذف الجلسة

تخصيص F-TEID

F-TEID (معرف نقطة نهاية النفق المؤهل بالكامل) يحدد نقاط نهاية نفق GTP-U لحركة مرور طبقة المستخدم. عند إنشاء جلسة PFCP، يجب على شخص ما تخصيص F-TEID الذي يحدد أين يجب على UPF إرسال حركة المرور في الاتجاه الصاعد. هناك طريقتان:

فهم تخصيص F-TEID

ما الذي يتم تخصيصه: يتكون F-TEID من:

- **TEID** (معرف نقطة نهاية النفق) - رقم 32 بت يحدد النفق
- **عنوان IP** - عنوان IP الخاص بـ UPF (حيث يتم إرسال حزم GTP-U)

السؤال: من يخصص قيمة TEID؟

الخيار 1: UPF يخصص (الافتراضي الموصى به)

- PGW-C تقول "لي TEID يرجى تخصيص" (علامة CHOOSE)
- UPF يختار TEID من مجموعة محلية ويستجيب بالقيمة

الخيار 2: PGW-C يخصص (وضع التوافق)

- PGW-C تختار TEID وتخبر UPF "استخدم هذا TEID المحدد"
- UPF يستخدم TEID المقدم دون تخصيص

تخصيص UPF (الافتراضي - الموصى به)

التكوين:

```
sxb: %{
  allocate_uplink_f_teid: false  # الافتراضي
}
```

كيف يعمل:

1. تبني PGW-C ��لب إنشاء جلسة PFCP مع علامة CHOOSE لـ F-TEID
2. يتلقى UPF الطلب، ويخصص TEID من مجموعته الداخلية
3. يستجيب UPF بـ F-TEID المخصص (TEID + عنوان IP)
4. تخزن PGW-C F-TEID المخصص لمدة الجلسة

لماذا هذا أفضل (عادة):

✅ فصل الاهتمامات

- معرفات طبقة المستخدم UPF طبقة المستخدم = يدير UPF يمتلك
- لا حاجة لـ PGW-C لتتبع TEIDs المتاحة لـ UPF
- يدير كل مكون مجموعة موارده الخاصة

✅ قابلية التوسع متعددة PGW-C

- دون تنسيق UPF التحدث إلى نفس PGW-C يمكن لعدة مثيلات
- لا يوجد خطر من تصادم TEID بين مثيلات PGW-C المختلفة
- يضمن UPF التفرد عبر جميع أقران طبقة التحكم

✅ سلوك 3GPP القياسي

- تم تعريف علامة CHOOSE في 3GPP TS 29.244 لهذا الغرض
- تدعمها تطبيقات UPF الحديثة
- "دع المالك يخصص" تتبع مبدأ

✅ فشل أكثر بساطة

- إذا أعيد تشغيل PGW-C، لا يزال UPF يمتلك مساحة TEID
- لا حاجة لمزامنة حالة تخصيص TEID
- يمكن لـ UPF الاستمرار في استخدام TEIDs الموجودة

متى تستخدم:

- ✅ عمليات الإنتاج مع UPFs (الافتراضي) الحديثة
- ✅ عمليات متعددة PGW-C تشارك مجموعات UPF
- ✅ الهياكل السحابية الأصلية مع طبقات تحكم بدون حالة
- ✅ القياسي من 3GPP تريد سلوك PFCP

المشكلات المحتملة:

- ⚠ بعض تطبيقات UPF القديمة أو المملوكة لا تدعم علامة CHOOSE
- ⚠ إذا فشل إنشاء الجلسة مع "IE الإلزامية مفقودة" أو ما شابه، قد لا يدعم UPF CHOOSE

تخصيص PGW-C (التوافق القديم)

التكوين:

```
sxb: %{
  allocate_uplink_f_teid: true
}
```

كيف يعمل:

1. تخصص PGW-C TEID من مجموعة محلية أثناء إنشاء الجلسة
2. تبني PGW-C طلب إنشاء جلسة PFCP مع قيمة TEID صريحة
3. يتلقى UPF الطلب، ويستخدم TEID المقدم دون تخصيص
4. يتتبع كل من PGW-C و UPF نفس قيمة TEID

لماذا قد تحتاج إلى ذلك:

✅ لا يدعم UPF CHOOSE

- بعض تطبيقات UPF (خاصة القديمة/المملوكة) لا تدعم التخصيص الديناميكي
- يتوقع UPF TEID صريح في طلب إن��اء جلسة PFCP
- الحل الوحيد للتوافق

✅ إدارة TEID مركزية

- إذا كنت بحاجة إلى رؤية كاملة لجميع PGW-C للحصول على TEIDs المخصصة
- مفيد لاستكشاف مشكلات طبقة المستخدم (PGW-C يعرف قيم TEID الدقيقة)

- في لقطات الحزم مع حالة الجلسة TEID يمكن أن يرتبط

تخصيص محدد

- قابلة للتنبؤ TEID إذا كنت بحاجة إلى أنماط تخصيص
- محددة TEID قد تتطلب بعض بيئات الاختبار نطاقات

التجارة:

⚠ **التنسيق مطلوب لعدة PGW-C**

- تجنب تصادم UPF التي تشارك PGW-C يجب على عدة مثيلات TEID
- يتطلب إما:
  - (تكوين معقد) PGW-C مقسمة لكل TEID نطاقات
  - مشتركة (بنية تحتية إضافية) TEID خدمة تخصيص
  - قبول خطر التصادم مع التخصيص العشوائي (احتمالية منخفضة)

⚠ **مزامنة الحالة**

- يجب على PGW-C تتبع TEIDs المخصصة لتجنب إعادة الاستخدام
- (يجب إعادة بنائها من الجلسات) PGW-C عند إعادة تشغيل TEID تفقد حالة مجموعة
- سيناريوهات فشل أكثر تعقيدًا

⚠ **سلوك غير قياسي**

- المقصود PFCP ليس نمط تصميم
- CHOOSE التي تتوقع UPF قد لا تعمل مع جميع تطبيقات

متى تستخدم:

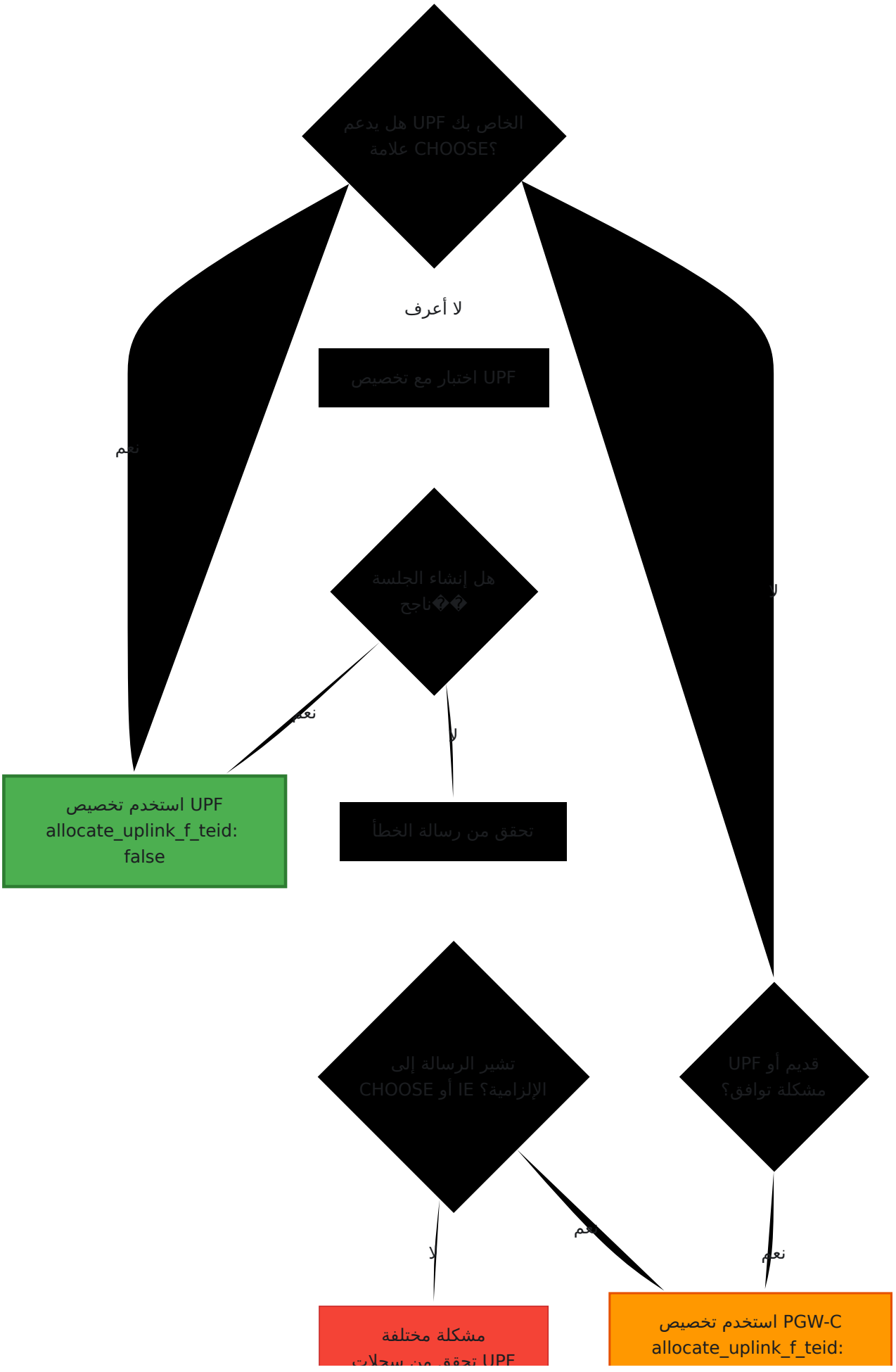
- ⚠ **CHOOSE علامة UPF فقط عندما لا يدعم**
- ⚠ تطبيقات UPF (مثل بعض الأجهزة المملوكة) القديمة
- ⚠ متطلبات توافق محددة
- ⚠ سيناريوهات استكشاف الأخطاء التي تتطلب رؤية TEID من PGW-C

معالجة تصادم TEID: تستخدم PGW-C التخصيص العشوائي مع اكتشاف التصادم:

- نطاق TEID: 1 0إلى xFFFFFFFF (4.2 مليار قيمة)
- احتمالية التصادم: ~0.023% عند 1 مليون جلسة

- إعادة المحاولة التلقائية عند التصادم (شفافة للمتصل)
- يتم تحرير TEIDs تلقائيًا عند إنهاء الجلسة

كيفية الاختيار


هل يدعم UPF الخاص بك علامة CHOOSE؟
لا أعرف
اختبار مع تخصيص UPF
نعم
هل إنشاء الجلسة ناجح؟
نعم
لا
استخدم تخصيص UPF allocate_uplink_f_teid: false
تحقق من رسالة الخطأ
لا
قديم أو UPF مشكلة توافق؟
تشير الرسالة إلى IE أو CHOOSE الإلزامية؟
نعم
لا
نعم
استخدم تخصيص PGW-C allocate_uplink_f_teid:
مشكلة مختلفة
تحقق من سجلات UPF

استكشاف الأخطاء

العرض: فشل إنشاء الجلسة على الفور

تحقق من سجلات PFCP:

```
# ابحث عن أخطاء متعلقة بـ CHOOSE
grep -i "choose\|mandatory.*missing" /var/log/pgw_c.log

# تحقق من رموز سبب استجابة إنشاء الجلسة
grep "Session Establishment Response" /var/log/pgw_c.log
```

إذا رفض UPF علامة CHOOSE:

- قد تقول الخطأ "IE غير صالحة" أو "IE الإلزامية مفقودة"
- يتوقع UPF F-TEID صريح ولكنه تلقى CHOOSE
- **الحل:** تعيين `allocate_uplink_f_teid: true`

إذا تسبب تخصيص PGW-C في مشكلات:

- مساحة TEID (4 مليارات قيمة) كبيرة جدًا - نادر
- تحقق من استنفاد TEID (من غير المحتمل أن يحدث تحت ملايين الجلسات):

```
# تحقق من عدد السجل
grep "registered_teid_count" /var/log/pgw_c.log
```

التبديل بين الأوضاع:

```
# تحرير config/runtime.exs
sxb: %{
  local_ip_address: "10.0.0.20",
  allocate_uplink_f_teid: false  # تغيير إلى true إذا لم يدعم UPF
CHOOSE
}
```

ثم أعد تشغيل PGW-C:

```
systemctl restart pgw_c
```

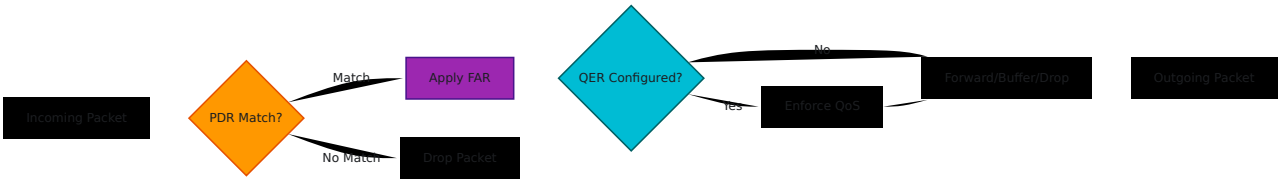
تحقق من لقطات حزم PFCP: **التحقق من الوضع النشط:**

```
# التقاط حركة مرور PFCP
tcpdump -i any -n port 8805 -w pfcp.pcap

# افتح في Wireshark وانظر إلى طلب إنشاء الجلسة
# إذا كانت F-TEID تظهر "علامات CHOOSE": وضع تخصيص UPF
# إذا كانت F-TEID تظهر قيمة TEID وضع تخصيص: صريحة PGW-C
```

قواعد معالجة الحزم

يستخدم PFCP مجموعة من القواعد لتعريف كيفية معالجة طبقة المستخدم للحزم.

بنية القاعدة



PDR (قاعدة اكتشاف الحزم)

الغرض: تحديد الحزم التي تنطبق عليها هذه القاعدة

تكوين PGW-C النموذجي:

PDR #1 - الاتجاه الهابط:

```
PDR ID: 1
Precedence: 100
PDI (معلومات اكتشاف الحزم):
  - واجهة المصدر: CORE (جانب الإنترنت)
  - عنوان IP لـ UE: 100.64.1.42/32
FAR ID: 1 (قاعدة التوجيه المرتبطة)
```

PDR #2 - الاتجاه الصاعد:

```
PDR ID: 2
Precedence: 100
PDI (معلومات اكتشاف الحزم):
  - واجهة المصدر: ACCESS (جانب SGW)
  - F-TEID: <نقطة نهاية نفق S5/S8>
FAR ID: 2 (قاعدة التوجيه المرتبطة)
QER ID: 1 (تنفيذ QoS)
```

الحقول الرئيسية لـ PDR:

- **معرف PDR** - معرف القاعدة الفريد (لكل جلسة)
- **الأولوية** - أولوية مطابقة القاعدة (أعلى = أكثر تحديدًا)
- **PDI** - معايير المطابق (واجهة، IP، TEID، إلخ.)
- **إزالة رأس الخارجي** GTP-U عند الدخول - إزالة رأس
- **معرف FAR** - إجراء التوجيه المرتبط
- **معرف QER** - تنفيذ QoS (اختياري) المرتبط

FAR (قاعدة إجراء التوجيه)

الغرض: تحديد ما يجب فعله مع الحزم المطابقة

FAR #1 - الاتجاه الهابط (الإنترنت → UE):

```
FAR ID: 1
تطبيق الإجراء: FORWARD
معلمات التوجيه:
  - واجهة الوجهة: ACCESS (إلى SGW)
  - إنشاء رأس خارجي: GTP-U/UDP/IPv4
  - F-TEID نفق نهاية نقطة> :البعيد SGW S5/S8>
```

FAR #2 - الاتجاه الصاعد (UE → الإنترنت):

```
FAR ID: 2
تطبيق الإجراء: FORWARD
معلمات التوجيه:
  - واجهة الوجهة: CORE (إلى الإنترنت)
  - (عادي IP لا رأس خارجي - توجيه)
```

الحقول الرئيسية لـ FAR:

- **معرف FAR** - معرف القاعدة الفريد
- **تطبيق الإجراء** - FORWARD، DROP، BUFFER، NOTIFY
- **معلمات التوجيه:**
  - واجهة الوجهة (ACCESS/CORE)
  - إنشاء رأس خارجي (إضافة نفق GTP-U)
  - مثيل الشبكة (VRF/جدول التوجيه)

QER (اعدة تنفيذ QoS)

أيضًا الاستخدام لإدارة QERs يمكن أن تتعقب QoS. **الغرض:** فرض حدود معدل البيانات ومعلمات (للتحكم في الائتمان Diameter Gy انظر واجهة) حصة الشحن عبر الإنترنت.

مثال على QER:

```
QER ID: 1
حالة البوابة: OPEN
أقصى معدل بيانات:
  - الاتجاه الصاعد: 100 ميغابت في الثانية
  - الاتجاه الهابط: 50 ميغابت في الثانية
معدل البيانات المضمون: (GBR اختياري، للناقلات)
  - الاتجاه الصاعد: 10 ميغابت في الثانية
  - الاتجاه الهابط: 10 ميغابت في الثانية
```

الحقول الرئيسية لـ QER:

- **معرف QER** - معرف القاعدة الفريد
- **حالة البوابة** - OPEN (السماح) أو CLOSED (الحظر)
- **MBR** - أقصى معدل بيانات (الاتجاه الصاعد/الاتجاه الهابط)
- **GBR** - معدل البيانات المضمون (لناقلات مخصصة)
- **QCI** - معرف فئة QoS (يؤثر على الجدولة)

BAR (قاعدة إجراء التخزين المؤقت)

الغرض: التحكم في تخزين حزم البيانات في الاتجاه الهابط عندما يكون UE في وضع الخمول

مثال على BAR:

```
BAR ID: 1
تأخير إشعار بيانات الاتجاه الهابط: 100 مللي ثانية
عدد الحزم المقترح للتخزين المؤقت: 10
```

يستخدم من أجل: تحسين DRX (استقبال متقطع) في وضع الخمول

التكوين

تكوين Sxb الأساسي

حرر `config/runtime.exs`:

```
config :pgw_c,
  sxb: %{
    # عنوان IP المحلي للتواصل عبر PFCP
    local_ip_address: "10.0.0.20",

    # (8805) اختياري: تجاوز المنفذ الافتراضي
    local_port: 8805,

    # مهلة طلب PFCP (الافتراضي: 500 مللي ثانية) بالمللي ثانية
    # قبل إعادة الإرسال UPF الوقت للانتظار لاستجابة
    # لتجنب الجلسات UPF يجب أن تكون >= الوقت المتوقع لمعالجة
المكررة
    request_timeout_ms: 500,

    # عدد محاولات إعادة الإرسال لطلبات PFCP (الافتراضي: 3)
    # إجمالي أقصى وقت انتظار = request_timeout_ms *
request_attempts
    request_attempts: 3,

    # لطبقة المستخدم F-TEID اختياري: التحكم في تخصيص
    # كون القيمة ��عندما false (الافتراضي): يقوم UPF بتخصيص F-TEID
(علامة CHOOSE)
    # وتوفير قيمة F-TEID مسبقًا بتخصيص PGW-C تقوم :true عندما تكون
صريحة
    # ملاحظة: قد لا تدعم بعض UPFs علامة CHOOSE وتحتاج إلى تخصيص صريح
    allocate_uplink_f_teid: false
  },

  # اختيار UPF - يتم تسجيل جميع UPFs المعرفة هنا تلقائيًا
  upf_selection: %{
    fallback_pool: [
      %{
        # عنوان IP لـ PGW-U
        remote_ip_address: "10.0.0.21",

        # منفذ PFCP (الافتراضي: 8805)
        remote_port: 8805,

        # (احتياطي = 0 ،عادي = 100) الوزن للتوازن في التحميل
        weight: 100
      }
```

```
    ]
  }
```

تكوين مهلة الطلب

تستخدم واجهة PFCP مهلات قابلة للتكوين لطلبات إنشاء الجلسة والتعديل والحذف إلى UPF.

المعلمات:

المعلمة	النوع	الافتراضي	الوصف
`request_timeout_ms`	عدد صحيح	500	الوقت بالمللي ثانية للانتظار قبل إعادة الإرسال UPF لاستجابة
`request_attempts`	عدد صحيح	3	الحد الأقصى لعدد محاولات الإرسال قبل فشل الطلب

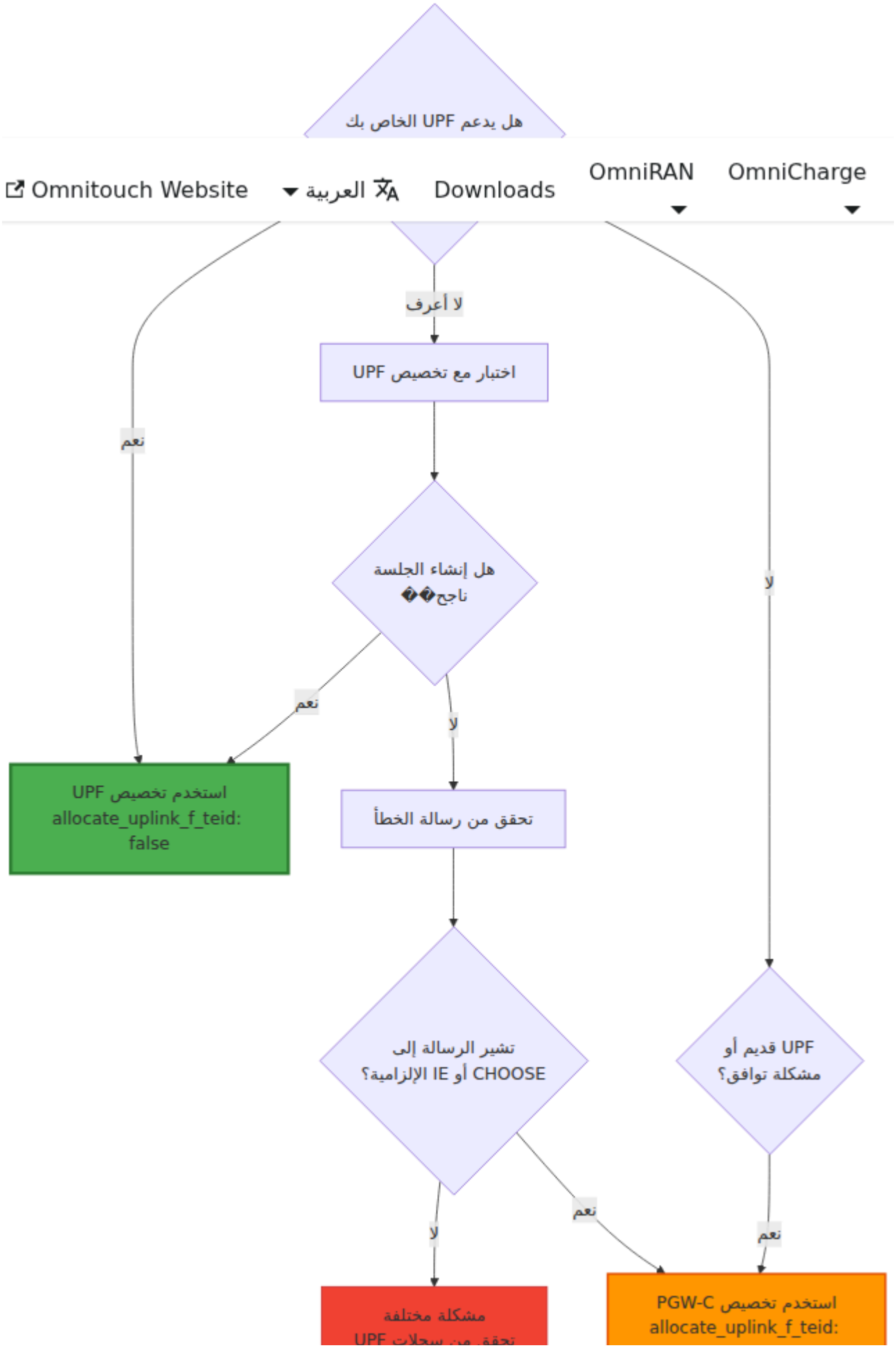
إجمالي وقت الانتظار: `request_timeout_ms × request_attempts`

السلوك الافتراضي: 500 مللي ثانية × 3 محاولات = **1.5 ثانية إجمالي أقصى انتظار**

لماذا تعتبر تكوينات المهلة مهمة

إذا تم تعيين `request_timeout_ms` بشكل منخفض جدًا بالنسبة لوقت معالجة UPF:

1. ترسل PGW-C طلب إنشاء جلسة
2. تنتهي المهلة قبل أن يستجيب UPF
3. تعيد PGW-C الإرسال بنفس رقم التسلسل
4. يعالج UPF كلا الطلبين وينشئ **جلسات** **PFCP مكررة**
5. تتلقى PGW-C الاستجابة الأولى وتخزن معرف جلسة واحد
6. تصبح الجلسة الثانية في UPF **يتيمة**


هل يدعم UPF الخاص بك
Omnitouch Website
العربية
Downloads
OmniRAN
OmniCharge
لا أعرف
اختبار مع تخصيص UPF
نعم
هل إنشاء الجلسة ناجح؟؟
نعم
لا
لا
استخدم تخصيص UPF allocate_uplink_f_teid: false
تحقق من رسالة الخطأ
تشير الرسالة إلى CHOOSE أو IE الإلزامية؟
UPF قديم أو مشكلة توافق؟
نعم
نعم
لا
مشكلة مختلفة
استخدم تخصيص PGW-C allocate_uplink_f_teid:

إرشادات الضبط

وقت استجابة UPF	`request_timeout_ms` الموصى به	إجمالي وقت الانتظار
سريع (<100 مللي ثانية)	200-300 مللي ثانية	600-900 مللي ثانية (3 محاولات)
عادي (100-300 مللي ثانية)	500 مللي ثانية (الافتراضي)	1.5 ثانية (3 محاولات)
بطيء (300-500 مللي ثانية)	750-1000 مللي ثانية	2.25-3 ثوانٍ (3 محاولات)
بطيء جدًا (>500 مللي ثانية)	1500-2000 مللي ثانية	4.5-6 ثوانٍ (3 محاولات)

المتوقع UPF ليكون على الأقل **2× وقت استجابة** `request_timeout_ms` **التوصية:** تعيين لتجنب الجلسات اليتيمة الناتجة عن إعادة الإرسال.

بطيء UPF - مثال

```
sxb: %{
  local_ip_address: "10.0.0.20",
  request_timeout_ms: 1000,  # 1 ثانية لكل محاولة
  request_attempts: 3        # الإجمالي: 3 ثوانٍ كحد أقصى
}
```

تشخيص مشكلات المهلة

أعراض المهلة المنخفضة جد؟:

- أكثر مما هو متوقع PFCP يبلغ عن المزيد من جلسات UPF
- مع مرور الوقت UPF تتراكم الجلسات اليتيمة في
- رسائل السجل: `"طلب إنشاء الجلسة انتهت المهلة"` متبوعة بجلسة ناجحة

كيفية التشخيص:

1. تحقق من عدد جلسات UPF عبر واجهة API الخاصة بـ UPF أو واجهة الإدارة
2. قارن مع عدد الجلسات النشطة في PGW-C
3. إذا كان لدى UPF المزيد من الجلسات، توجد جلسات يتيمة من إعادة الإرسال

الحل:

1. زيادة `request_timeout_ms` لتجاوز وقت استجابة UPF
2. إعادة تشغيل PGW-C لتطبيق التكوين الجديد
3. تنظيف الجلسات اليتيمة من UPF (تنظيف يدوي أو إعادة تشغيل UPF)

PGW-U عدة أقران

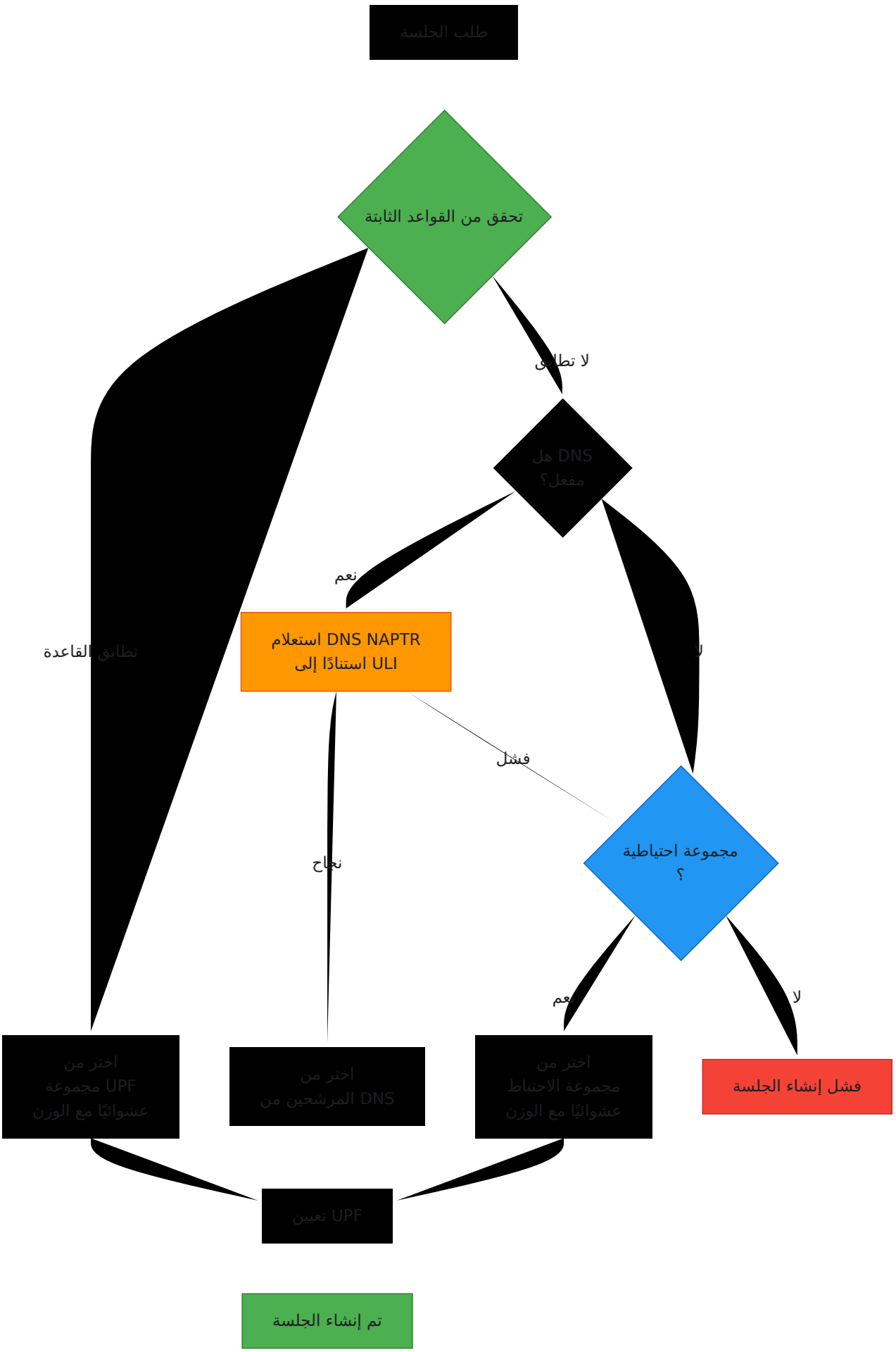
للتوازن في التحميل أو التكرار:

```
config :pgw_c,
  sxb: %{
    local_ip_address: "10.0.0.20"
  },
  upf_selection: %{
    fallback_pool: [
      %{remote_ip_address: "10.0.1.21", remote_port: 8805, weight:
50},  # 50% حركة المرور
      %{remote_ip_address: "10.0.2.21", remote_port: 8805, weight:
50}   # 50% حركة المرور
    ]
  }
# يتم تسجيل كل UPFs تلقائيًا مع نبضات قلب كل 5 ثوانٍ
```

تكوين اختيار UPF

تستخدم PGW-C **نظام اختيار UPF** مع قواعد قائمة على الأولويات **ثلاثي المستويات**:

1. **القواعد الثابتة** (أعلى أولوية) - تطابق بناءً على سمات الجلسة
2. **الاختيار المعتمد على DNS** (أولوية متوسطة) - توجيه يعتمد على الموقع عبر استعلامات DNS NAPTR
3. **مجموعة احتياطية** (أدنى أولوية) - مجموعة UPF الافتراضية عندما لا تتطابق أي قواعد


طلب الجلسة
تحقق من القواعد الثابتة
لا تطابق
هل DNS مفعل؟
نعم
استعلام DNS NAPTR
استنادًا إلى ULI
تطابق القاعدة
فشل
مجموعة احتياطية ؟
نجاح
نعم
لا
اختر من مجموعة UPF عشوائيًا مع الوزن
اختر من المرشحين من DNS
اختر من مجموعة الاحتياط عشوائيًا مع الوزن
فشل إنشاء الجلسة
تعيين UPF
تم إنشاء الجلسة

مثال كامل لاختيار UPF

```
config :pgw_c,
  # واجهة PFCP
  sxb: %{
    local_ip_address: "10.0.0.20"
  },

  # اختيار UPF: يتم تسجيل جميع UPFs المعرفة هنا تلقائيًا
  upf_selection: %{
    #
==========================================================================
    # الاختيار المعتمد على DNS (توجيه يعتمد على الموقع)
    #
==========================================================================
    # يستعلم DNS باستخدام معلومات موقع المستخدم (ULI)
    # يوفر اختيار UPF ديناميكي استنادًا إلى موقع الخلية
    dns_enabled: false,
    dns_query_priority: [:ecgi, :tai, :rai, :sai, :cgi],
    dns_suffix: "epc.3gppnetwork.org",
    dns_timeout_ms: 5000,

    #
==========================================================================
    # القواعد الثابتة للاختيار (يتم تقييمها حسب الأولوية)
    #
==========================================================================
    # يتم التحقق من القواعد من الأعلى إلى الأدنى
    # تحدد القاعدة المطابقة الأولى مجموعة UPF
    rules: [
      # القاعدة 1: حركة مرور IMS - أعلى أولوية
      %{
        name: "حركة مرور IMS",
        priority: 20,
        match_field: :apn,
        match_regex: "^ims",
        upf_pool: [
          %{remote_ip_address: "10.100.2.21", remote_port: 8805,
weight: 80},
          %{remote_ip_address: "10.100.2.22", remote_port: 8805,
weight: 20}
        ],
        # اختياري: تجاوزات PCO لهذه القاعدة
        pco: %{
          p_cscf_ipv4_address_list: ["10.101.2.100", "10.101.2.101"]
```

```
        }
      },

      # القاعدة 2: APN الشركات - أولوية عالية
      %{
        name: "حركة مرور الشركات",
        priority: 15,
        match_field: :apn,
        match_regex: "^(enterprise|corporate)\.apn",
        upf_pool: [
          %{remote_ip_address: "10.100.3.21", remote_port: 8805,
weight: 100}
        ],
        pco: %{
          primary_dns_server_address: "192.168.1.10",
          secondary_dns_server_address: "192.168.1.11",
          ipv4_link_mtu_size: 1500
        }
      },

      # القاعدة 3: المشتركين المتجولين - أولوية متوسطة
      %{
        name: "المشتركين المتجولين",
        priority: 10,
        match_field: :serving_network_plmn_id,
        match_regex: "^(310|311|312|313)",  # الشبكات الأمريكية
        upf_pool: [
          %{remote_ip_address: "10.100.4.21", remote_port: 8805,
weight: 100}
        ]
      },

      # القاعدة 4: حركة مرور الإنترنت - أولوية أقل
      %{
        name: "حركة مرور الإنترنت",
        priority: 5,
        match_field: :apn,
        match_regex: "^internet",
        upf_pool: [
          %{remote_ip_address: "10.100.1.21", remote_port: 8805,
weight: 33},
          %{remote_ip_address: "10.100.1.22", remote_port: 8805,
weight: 33},
          %{remote_ip_address: "10.100.1.23", remote_port: 8805,
```

```
weight: 34}
        ]
      }
    ],

    #
==========================================================================
    # (ملاذ أخير) مجموعة الاحتياط
    #
==========================================================================
    # أو يتم DNS تستخدم عندما لا تتطابق أي قواعد ويفشل الاختيار عبر
تعطيله
    fallback_pool: [
      %{remote_ip_address: "127.0.0.21", remote_port: 8805, weight:
100}
    ]
  }
```

حقول المطابقة المدعومة

حقل المطابقة	الوصف	مثال القيمة
`:imsi`	معرف المشترك الدولي للهاتف المحمول	`"310260123456789"`
`:apn`	اسم نقطة الوصول	`"internet"`, `"ims"`
`:serving_network_plmn_id`	الشبكة الخدمية PLMN (MCC+MNC)	`"310260"` (مشغل أمريكي)
`:sgw_ip_address`	عنوان IP لـ SGW (بتنسيق سلسلة)	`"10.0.1.50"`
`:uli_tai_plmn_id`	معرف منطقة التتبع PLMN	`"310260"`
`:uli_ecgi_plmn_id`	معرف خلية E-UTRAN PLMN	`"310260"`

وتوازن التحميل UPF مجموعة

مجموعة يمكن أن تحدد كل قاعدة **UPF** مع اختيار عشوائي مع الوزن:

```
upf_pool: [
  %{remote_ip_address: "10.100.1.21", remote_port: 8805, weight:
50},
  %{remote_ip_address: "10.100.1.22", remote_port: 8805, weight:
30},
  %{remote_ip_address: "10.100.1.23", remote_port: 8805, weight:
20}
]
```

كيف يعمل الاختيار المعتمد على الوزن:

1. احسب الوزن الإجمالي: 50 + 30 + 20 = 100
2. قم بإنشاء رقم عشوائي: 0.0 إلى 100.0
3. اختر UPF بناءً على نطاقات الوزن التراكمية:
    - 0-50: UPF-1 (احتمال 50%)
    - 50-80: UPF-2 (احتمال 30%)
    - 80-100: UPF-3 (احتمال 20%)

حالات الاستخدام:

- **توزيع متساوٍ:** جميع الأوزان متساوية (33، 33، 34)
- **الأولوية/الاحتياطي:** أولوية عالية (80)، احتياطي منخفض (20)
- **استنادًا إلى السعة:** الوزن متناسب مع سعة UPF

تجاوزات PCO

يمكن للقواعد تجاوز قيم PCO (خيارات تكوين البروتوكول):

```
%{
  name: "حركة مرور IMS",
  match_field: :apn,
  match_regex: "^ims",
  upf_pool: [...],
  pco: %{
    # تجاوز فقط حقول محددة
    p_cscf_ipv4_address_list: ["10.101.2.100", "10.101.2.101"],
    # الرئيسي pco تستخدم الحقول الأخرى القيم الافتراضية من تكوين
  }
}
```

حقول تجاوز PCO المتاحة:

- `primary_dns_server_address`
- `secondary_dns_server_address`
- `primary_nbns_server_address`
- `secondary_nbns_server_address`
- `p_cscf_ipv4_address_list`
- `ipv4_link_mtu_size`

الاختيار المعتمد على DNS

استنادًا إلى معلومات موقع المستخدم DNS NAPTR بإجراء استعلامات PGW-C عند تفعيله، تقوم:

```
upf_selection: %{
  dns_enabled: true,
  dns_query_priority: [:ecgi, :tai, :rai, :sai, :cgi],
  dns_suffix: "epc.3gppnetwork.org",

  # مهلة استعلام DNS
  dns_timeout_ms: 5000,

  # لا تزال القواعد الثابتة تأخذ الأولوية على DNS
  rules: [...],

  # احتياطي إذا فشل DNS
  fallback_pool: [...]
}
```

تنسيقات استعلام DNS

يتم بناء استعلامات DNS باستخدام معلومات موقع المستخدم (ULI) من رسالة GTP-C:

1. ECGI (معرف الخلية العالمية E-UTRAN)

الأكثر تحديدًا LTE - توجيه على مستوى الخلية

التنسيق:

```
eci-<HEX-ECI>.ecgi.epc.mnc<MNC>.mcc<MCC>.<dns_suffix>
```

مثال:

```
# 0 :معرف الخلية x1A2B3C (1,715,004 عشري)
# PLMN: MCC=999، MNC=999
eci-1a2b3c.ecgi.epc.mnc999.mcc999.epc.3gppnetwork.org
```

متى تستخدم: شبكات LTE (4G)

2. TAI (معرف منطقة التتبع)

منطقة الخلية - عدة خلايا في نفس منطقة التتبع

التنسيق:

```
tac-lb<LB>.tac-hb<HB>.tac.epc.mnc<MNC>.mcc<MCC>.<dns_suffix>
```

مثال:

```
# TAC: 0x0064 (100 عشري)
# 0 :بايت منخفض x64، 0 :بايت مرتفع x00
tac-lb64.tac-hb00.tac.epc.mnc999.mcc999.epc.3gppnetwork.org
```

متى تستخدم: مناطق تتبع LTE (4G)

3. RAI (معرف منطقة التوجيه)

3 منطقة التوجيهG/2G

التنسيق:

```
rac<RAC>.lac-lb<LB>.lac-hb<HB>.lac.rai.mnc<MNC>.mcc<MCC>.
<dns_suffix>
```

مثال:

```
# RAC: 0x0A (10 عشري)
# LAC: 0x1234 (4660 عشري)
rac0a.lac-lb34.lac-hb12.lac.rai.mnc999.mcc999.epc.3gppnetwork.org
```

3 شبكات **متى تستخدم:**G/2G UMTS/GPRS

4. SAI (معرف منطقة الخدمة)

3 منطقة الخدمةG

التنسيق:

```
sac<SAC>.lac-lb<LB>.lac-hb<HB>.lac.sai.mnc<MNC>.mcc<MCC>.
<dns_suffix>
```

مثال:

```
# SAC: 0x0001
# LAC: 0x1234
sac0001.lac-lb34.lac-
hb12.lac.sai.mnc999.mcc999.epc.3gppnetwork.org
```

3 مناطق الخدمة **متى تستخدم:**G UMTS

5. CGI (معرف الخلية العالمية)

2 على مستوى الخليةG

التنسيق:

```
ci<CI>.lac-lb<LB>.lac-hb<HB>.lac.cgi.mnc<MNC>.mcc<MCC>.
<dns_suffix>
```

مثال:

```
# CI: 0x5678
# LAC: 0x1234
ci5678.lac-lb34.lac-hb12.lac.cgi.mnc999.mcc999.epc.3gppnetwork.org
```

متى تستخدم: خلايا 2G GSM

معالجة استجابة DNS

تنسيق سجل NAPTR:

تعود DNS بسجلات NAPTR تشير إلى عناوين IP لـ UPF:

```
eci-1a2b3c.ecgi.epc.mnc999.mcc999.epc.3gppnetwork.org.
  IN NAPTR 10 50 "a" "x-3gpp-upf:x-s5-gtp:x-s8-gtp" ""
upf1.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org.

upf1.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org.
  IN A 10.100.1.21
```

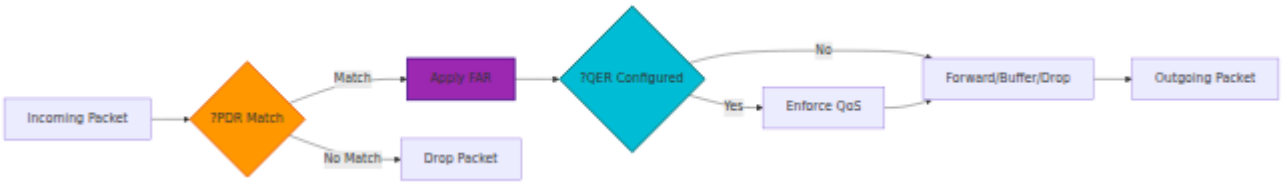
معالجة PGW-C:

1. تحليل سجلات NAPTR لاستخراج عناوين IP لـ UPF
2. اختيار أول مرشح من استجابة DNS
3. التسجيل الديناميكي إذا لم يكن مُعدًا بالفعل (أو تنفيذ اختيار معتمد على الحمل)

مثال:

```
تعود DNS: [10.100.1.21, 10.100.5.99]

المختار:    10.100.1.21 (أول مرشح)
الإجراء upf_selection:   التسجيل الديناميكي إذا لم يكن في
```

مثال على أولوية الاختيار



حالات الاستخدام

1. توازن الحمل الجغرافي

السيناريو: يمتلك المشغل UPFs في مدن متعددة

تكوين DNS:

```
# خلية شيكاغو
eci-aaa.ecgi.epc.mnc999.mcc999.epc.3gppnetwork.org → UPF-شيكاغو
(10.1.1.21)

# خلية نيويورك
eci-bbb.ecgi.epc.mnc999.mcc999.epc.3gppnetwork.org → UPF-نيويورك
(10.2.1.21)

# خلية لوس أنجلوس
eci-ccc.ecgi.epc.mnc999.mcc999.epc.3gppnetwork.org → UPF-لوس
أنجلوس (10.3.1.21)
```

الفائدة: يتم توجيه المستخدمين تلقائيًا إلى أقرب UPF، مما يقلل من زمن الاستجابة والتحميل الخلفي

2. الحوسبة الحافة

السيناريو: تم نشر UPFs (الحوسبة متعددة الوصول) في مواقع الخلايا

تكوين DNS:

```
# كل خلية تشير إلى UPF محلي
eci-*.ecgi.epc.mnc999.mcc999.epc.3gppnetwork.org → UPF محلي
```

الفائدة: زمن استجابة منخفض للغاية للتطبيقات الحافة

3. تغيرات في بنية الشبكة الديناميكية

السيناريو: تتغير عناوين UPF بسبب التحديثات أو الصيانة

الفائدة: تحديث سجلات DNS دون تغيير تكوين PGW-C

استكشاف مشكلات اختيار DNS

فشل استعلام DNS

الأعراض:

- سجل: "فشل اختيار UPF عبر DNS: :nxdomain"
- تسقط الجلسات إلى مجموعة الاحتياط

الأسباب المحتملة:

1. لم يتم تكوين خادم DNS بشكل صحيح
2. لم يتم ملء منطقة DNS لهويات الخلايا
3. لم تكن ULI موجودة في رسالة GTP-C

الحل:

```
# اختبار استعلام DNS يدويًا
dig eci-1a2b3c.ecgi.epc.mnc999.mcc999.epc.3gppnetwork.org NAPTR

# تحقق من سجلات PGW-C لاستعلامات DNS
grep "DNS UPF selection: querying" /var/log/pgw_c.log

# تحقق من وجود ULI في الجلسة
# تحقق من حقل "uli" في حالة الجلسة
```

تعود DNS UPF غير معروف

السلوك:

- تعود DNS بمرشح UPF في غير موجود `upf_selection`
- يحاول النظام تلقائيًا التسجيل الديناميكي
- إذا نجح ارتباط PFCP، يتم استخدام UPF للجلسة
- إذا فشل ارتباط PFCP، يسقط إلى مجموعة الاحتياط

مثال:

```
تعود DNS: [10.99.1.50]
upf_selection: [10.100.1.21, 10.100.1.22]

الإجراء: التسجيل الديناميكي لـ 10.99.1.50
  - إرسال إعداد ارتباط PFCP
  - إذا نجح: استخدم للجلسة
  - إذا انتهت المهلة: اسقط إلى مجموعة الاحتياط
```

خيارات الحل:

1. قم بإعداده مسبقًا في `upf_selection` للمراقبة الفورية:

```
upf_selection: %{
  fallback_pool: [
    %{remote_ip_address: "10.99.1.50", remote_port: 8805, weight:
100}
  ]
}
```

2. تحديث DNS لإرجاع عناوين IP لـ UPFs المُعدة مسبقًا

3. السماح بالتسجيل الديناميكي (موصى به لسيناريوهات MEC/الحافة)

انتهاء المهلة للاستعلام

الأعراض:

- سجل: "فشل اختيار UPF عبر DNS: انتهاء المهلة"

- تستغرق الجلسات وقتًا أطول للتأسيس

الحل:

```
upf_selection: %{
  dns_timeout_ms: 10000  # زيادة المهلة إلى 10 ثوانٍ
}
```

مراقبة اختيار DNS

المقاييس:

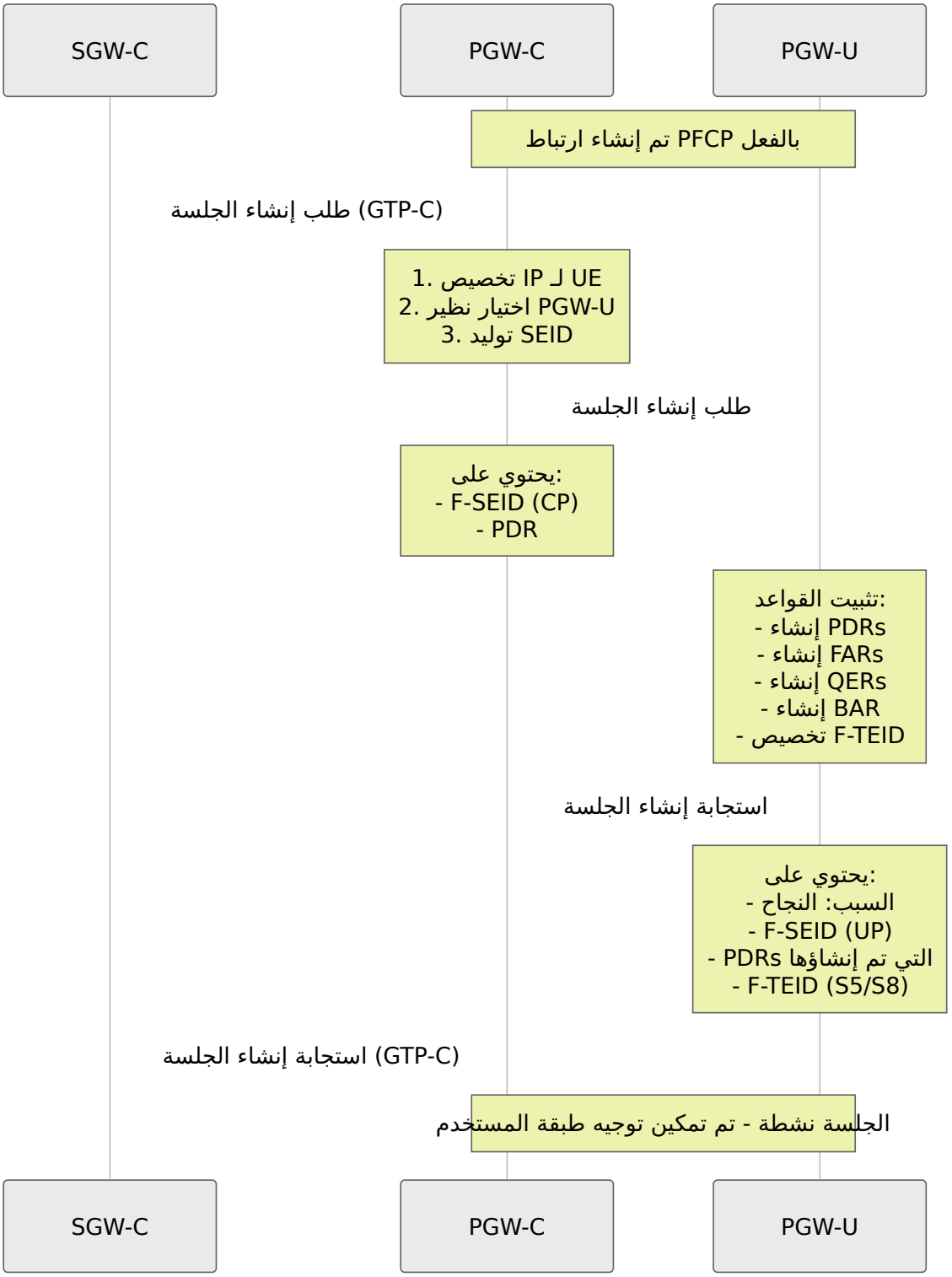
```
# معدل نجاح استعلام DNS
rate(upf_selection_dns_success_total[5m]) /
rate(upf_selection_dns_attempts_total[5m])

# زمن استعلام DNS
histogram_quantile(0.95,
rate(upf_selection_dns_duration_seconds_bucket[5m]))

# استخدام الاحتياطي (يشير إلى مشكلات DNS)
rate(upf_selection_fallback_used_total[5m])
```

رسائل السجل:

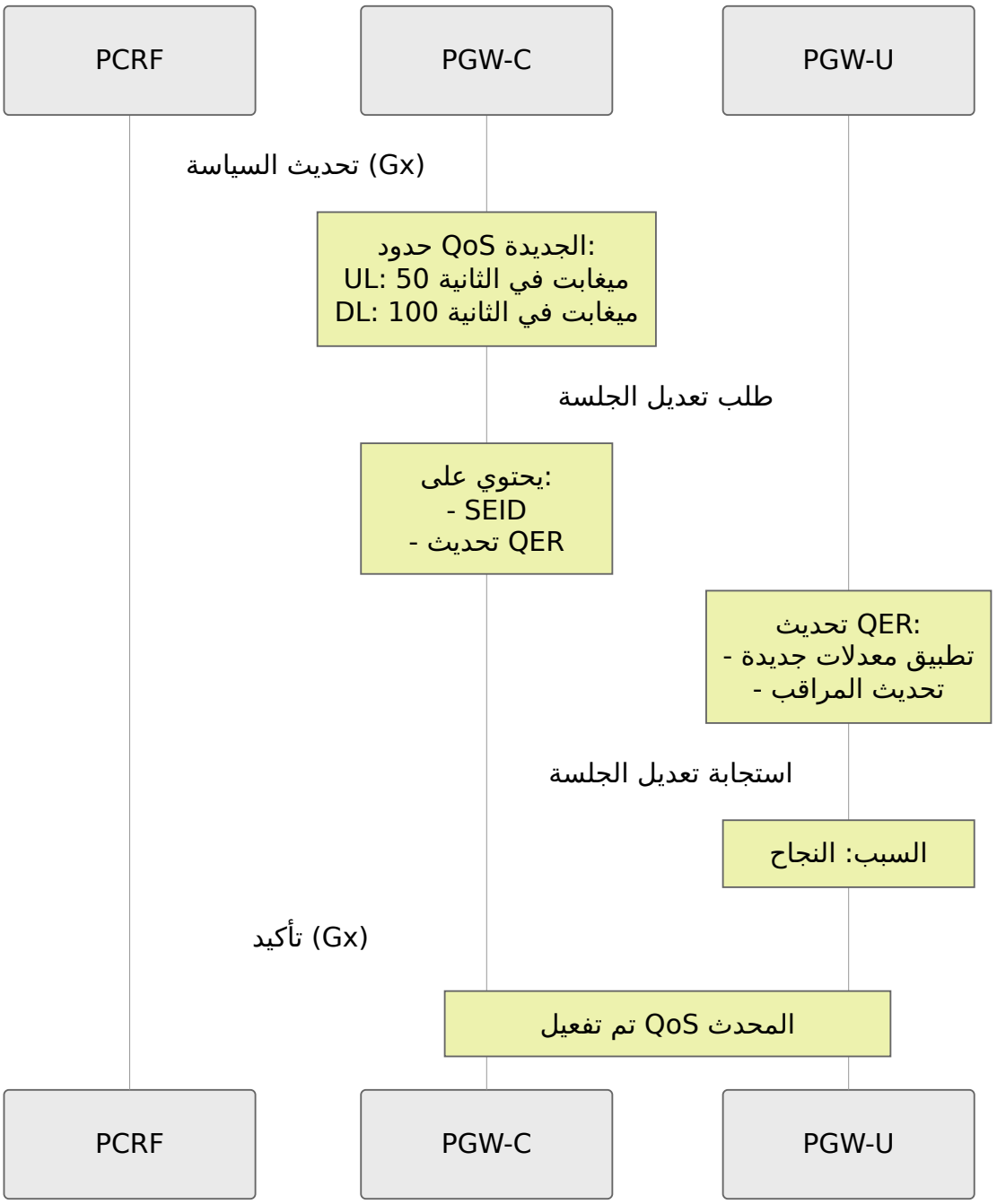
```
[debug] DNS UPF selection: querying eci-
1a2b3c.ecgi.epc.mnc999.mcc999.epc.3gppnetwork.org
[debug] DNS UPF selection: got 2 candidates from DNS
[info]  DNS UPF selection: selected 10.100.1.21
```

تدفقات الرسائل

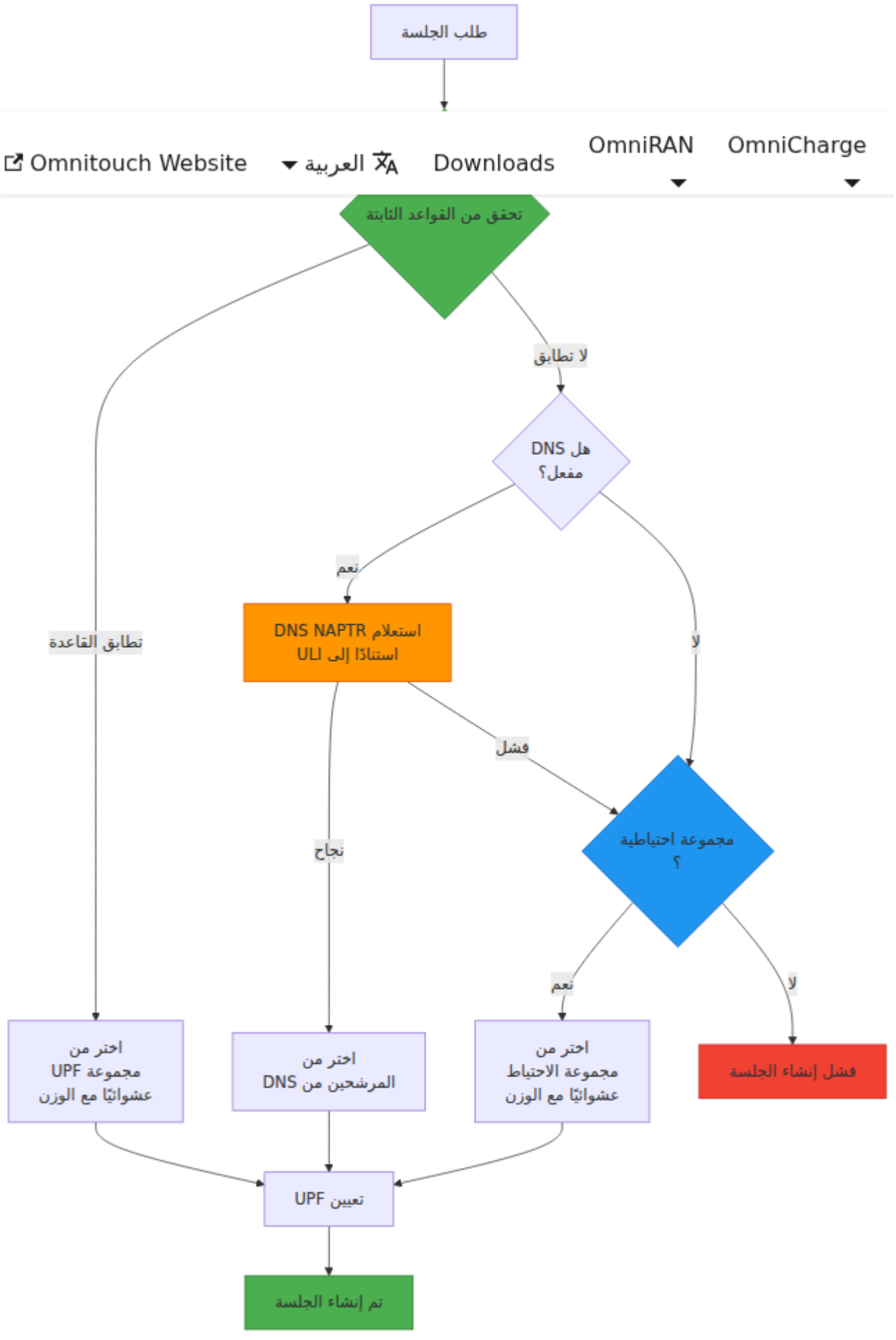
تدفق إنشاء الجلسة الكامل



تدفق تعديل الجلسة



استرداد فشل نبض القلب


طلب الجلسة
Omnitouch Website
العربية
Downloads
OmniRAN
OmniCharge
تحقق من القواعد الثابتة
تطابق القاعدة
لا تطابق
هل DNS مفعل؟
نعم
لا
استعلام DNS NAPTR استنادًا إلى ULI
فشل
نجاح
مجموعة احتياطية ؟
نعم
لا
اختر من مجموعة UPF عشوائيًا مع الوزن
اختر من المرشحين من DNS
اختر من مجموعة الاحتياط عشوائيًا مع الوزن
فشل إنشاء الجلسة
تعيين UPF
تم إنشاء الجلسة

استكشاف الأخطاء وإصلاحها

المشكلات الشائعة

1. فشل إعداد الارتباط

الأعراض:

- رسالة سجل: "فشل إعداد ارتباط PFCP"
- لا استجابة لطلب إعداد الارتباط

الأسباب المحتملة:

- PGW-U غير قابل للوصول (مشكلة شبكة)
- PGW-U غير قيد التشغيل
- جدار الحماية يمنع منفذ UDP 8805
- معرف `remote_ip_address` في التكوين غير صحيح

الحل:

```
# اختبار الاتصال
ping <pgw_u_ip_address>

# اختبار منفذ UDP
nc -u -v <pgw_u_ip_address> 8805

# تحقق من جدار الحماية
iptables -L -n | grep 8805
```

2. فشل نبضات القلب

الأعراض:

- سجل: "فشل نبض القلب المتتالي: 3"
- تم تحديد الارتباط كمعطل

الأسباب المحتملة:

- تأخير الشبكة أو فقدان الحزم
- PGW-U محمل بشكل زائد
- فترة نبض القلب عدوانية جدًا

الحل:

تكون فترة نبض القلب ثابتة عند 5 ثوانٍ مع حد فشل قدره 3 نبضات متتالية مفقودة.

3. فشل إنشاء الجلسة

الأعراض:

- استجابة إنشاء الجلسة مع رمز خطأ
- سجل: "فشل إنشاء جلسة PFCP"

الأسباب المحتملة:

- لا توجد أقران PGW-U متاحة
- استنفاد موارد PGW-U
- تكوين قاعدة غير صالح

تحقق:

1. تحقق من أن على الأقل نظير واحد لديه `is_associated = true`
2. تحقق من سجلات PGW-U بحثًا عن الأخطاء
3. تحقق من تفرد SEID

4. أخطاء تصادم SEID

الأعراض:

- استجابة إنشاء الجلسة: السبب "سياق الجلسة غير موجود"

الس��ب:

- تصادم SEID (نادراً جداً)
- إعادة تشغيل PGW-U دون علم PGW-C

الحل:

- إعادة تشغيل ارتباط PFCP (يؤدي إلى تشغيل طابع زمن الاسترداد الجديد)
- إعادة تشغيل PGW-U وتقوم بتنظيف الجلسات القديمة ستكتشف PGW-C

مراقبة صحة PFCP

المقاييس التي يجب مراقبتها:

```
# حالة ارتباط نظير PFCP
pfcp_peer_associated{peer="PGW-U Primary"} 1

# جلسات PFCP النشطة
seid_registry_count 150

# معدلات رسائل PFCP
rate(sxb_inbound_messages_total[5m])

# أخطاء PFCP
rate(sxb_inbound_errors_total[5m])

# فشل نبض القلب
pfcp_consecutive_heartbeat_failures{peer="PGW-U Primary"} 0
```

أمثلة التنبيهات:

```yaml
# تنبيه عند تعطل الارتباط
- alert: PFCPAssociationDown
  expr: pfcp_peer_associated == 0
  for: 1m
  annotations:
    summary: "النظير PFCP {{ $labels.peer }} معطل"

# تنبيه على ارتفاع معدلات فشل إنشاء الجلسة
- alert: PFCPSessionEstablishmentFailureHigh
  expr:
rate(sxb_inbound_errors_total{message_type="session_establishment_res
[5m]) > 0.1
  for: 5m
  annotations:
    summary: "ارتفاع معدل فش إنشاء جلسة PFCP"
```

واجهة الويب - مراقبة PFCP

يوفر OmniPGW صفحتين واجهتين لمراقبة عمليات PFCP/Sxb في الوقت الحقيقي.

صفحة حالة UPF/PFCP

الوصول: `http://<omnipgw-ip>:<web-port>/upf_status`

الغرض: مراقبة حالة ارتباط PGW-U المعرفة مع جميع أقران PFCP

الميزات:

1. نظرة عامة على حالة النظير

- نشط PFCP **عدد المرتبطين** - عدد الأقران الذين لديهم ارتباط
- **عدد غير المرتبطين** - عدد الأقران المعطلة أو غير المتصلة
- يتم تحديثها تلقائيًا كل ثانيتين

2. لكل نظير **معلومات لكل نظير** PGW-U معرف:

- **اسم النظير** - الاسم الودي من التكوين

- **عنوان IP** - PGW-U البعيد
- **حالة الارتباط** - مرتبط (أخضر) أو غير مرتبط (أحمر)
- **معرف العقدة** - معرف PFCP للعقدة
- **طابع زمن الاسترداد** - آخر وقت إعادة تشغيل للنظير
- **فترة نبض القلب** - فترة نبض القلب المكونة
- **عدد نبضات القلب المفقودة ال��تتالية** - عدد الفشل الحالي
- **ميزات وظيفة UP** - القدرات التي أعلن عنها PGW-U

3. انقر على أي نظير لرؤية **تفاصيل قابلة للتوسيع**:

- التكوين الكامل للنظير
- خريطة ميزات وظيفة UP
- طوابع زمنية للارتباط
- حالة النظير الكاملة

صفحة جلسات PFCP

الوصول: `http://<omnipgw-ip>:<web-port>/pfcp_sessions`

الغرض: عرض جلسات PFCP النشطة بين OmniPGW و PGW-U

الميزات:

1. عدد الجلسات النشطة

- العدد الإجمالي للجلسات النشطة PFCP
- يتم تحديثه في الوقت الحقيقي

2. لكل جلسة **معلومات الجلسة** PFCP:

- **مفتاح الجلسة** - مفتاح السجل الداخلي
- **معرف العملية** - معرف عملية الجلسة
- **IMSI** - المشترك المرتبط (إذا كان متاحًا)
- **الحالة** - حالة الجلسة

3. عرض قابل للتوسيع يظهر **حالة الجلسة الكاملة**:

- السياق الكامل لجلسة PFCP
- PDRs، FARs، QERs، BARs (قواعد التوجيه)
- F-SEIDs (معرفات نقاط نهاية الجلسة)
- ارتباط PGW-U

حالات الاستخدام التشغيلية

مراقبة صحة ارتباط PFCP:

```
1. افتح صفحة حالة UPF
2. تحقق من أن جميع الأقران تظهر "مرتبط"
3. تحقق من عدد نبضات القلب المفقودة = 0
4. إذا أظهر النظير "غير مرتبط":
   - تحقق من إمكانية الوصول إلى IP للنظير
   - تحقق من تشغيل النظير
   - تحقق من جدار الحماية (UDP 8805)
```

استكشاف مشكلات فشل إنشاء الجلسة:

```
1. فشل جلسة المستخدم في التأسيس
2. تحقق من صفحة جلسات PGW - هل توجد جلسة؟
3. تحقق من صفحة جلسات PFCP - هل تم إنشاء جلسة PFCP؟
4. إذا لم توجد جلسة PFCP:
   - تحقق من حالة UPF - هل أي نظير مرتبط؟
   - تحقق من السجلات بحثًا عن أخطاء PFCP
5. إذا كانت جلسة PFCP موجودة:
   - افحص PDRs/FARs المبرمجة للتحقق من القواعد
   - من المحتمل أن تكون المشكلة في الأسفل (أو الشبكة PGW-U)
```

التحقق من توزيع الحمل على النظير:

```
1. مع تكوين عدة أقران PGW-U
2. تحقق من صفحة جلسات PFCP
3. تحقق من توزيع الجلسات عبر الأقران
4. تحديد ما إذا كان أحد الأقران لديه حمل غير متناسب
```

الكشف عن فشل النظير:

- نظرة سريعة على صفحة حالة UPF
- شارة حمراء "غير مرتبطة" مرئية على الفور
- يظهر عداد نبض القلب المفقود تدهورًا قبل الفشل الكلي
- إعداد تنبيهات المراقبة استنادًا إلى بيانات واجهة الويب

المزايا:

- لا حاجة لاستعلام المقاييس أو SSH - **مراقبة في الوقت الحقيقي**
- رموز ملونة مرتبطة/غير مرتبطة - **حالة مرئية**
- يظهر عدد نبضات القلب المفقودة تحذيرًا مبكرًا - **اتجاهات صحة النظير**
- رؤية PDRs/FARs/QERs الدقيقة المبرمجة - **فحص على مستوى الجلسة**
- فقط متصفح الويب - **لا أدوات مطلوبة**

وثائق ذات صلة

التكوين

- اختيار - **دليل التكوين** UPF، تكوين PFCP مراقبة الصحة،
- دورة حياة جلسة - **إدارة الجلسة** PDN، إنشاء الناقل

الشحن والمراقبة

- **واجهة Diameter Gx** - قواعد PCC التي تدفع تنفيذ QoS لـ PFCP
- **واجهة Diameter Gy** - إدارة حصة الشحن عبر الإنترنت عبر URRs
- **تنسيق CDR** - إنشاء **للبيانات** CDR من تقارير استخدام PFCP
- مقاييس - **دليل المراقبة** PFCP، تنبيهات صحة، تتبع الجلسات UPF

واجهات الشبكة

- **واجهة S5/S8** - إدارة الناقلات في طبقة التحكم
- **تخصيص IP لـ UE** - تعيين عنوان UE عبر PFCP

العودة إلى دليل العمليات

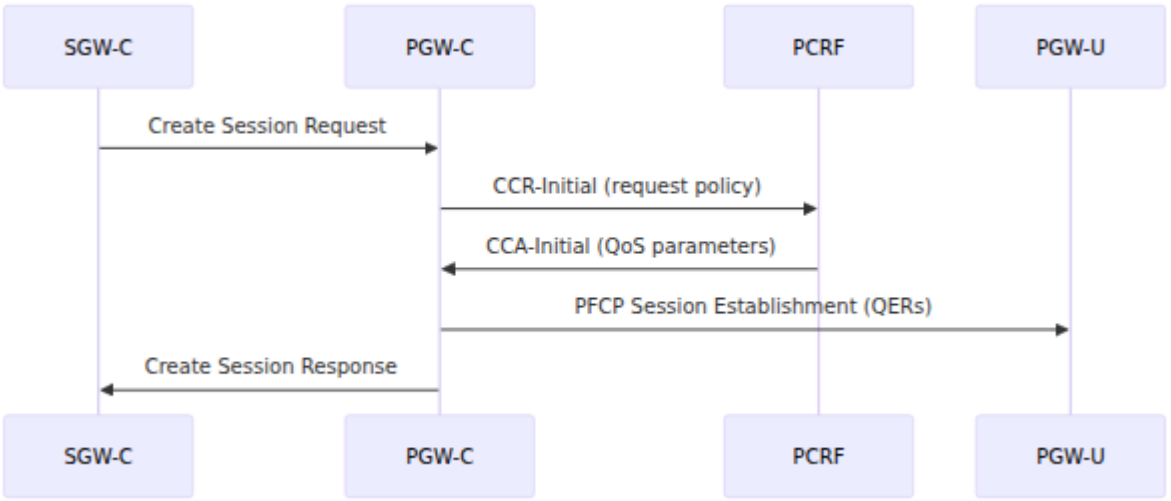
إدارة جودة الخدمة وإدارة الحامل

نظرة عامة

نظام إدارة الحامل وجودة الخدمة المدفوع بالسياسات والذي ينسق بين ثلاث PGW-C يطبق واجهات رئيسية:

- **Gx (Diameter)** - يستقبل قرارات السياسة ومعلمات جودة الخدمة من PCRF
- **S5/S8 (GTP-C)** - يدير سياقات الحامل مع SGW-C
- **Sxb (PFCP)** - يبرمج قواعد تنفيذ جودة الخدمة في PGW-U

تدفق العمارة



المفاهيم الرئيسية

- **الجلسة**: تحتوي على معلومات UE، خرائط الحامل، خريطة PDR/FAR/QER/BAR، وAMBR
- **الحامل ��سيا**: يربط EBI (معرف حامل EPS) بـ PDRs وFARs وQERs محددة
- **QER (قاعدة تنفيذ جودة الخدمة)**: تفرض حدود MBR/GBR وحالة البوابة في مستوى المستخدم
- **الحامل الافتراضي**: يتم إنشاؤه دائمًا مع جلسة PDN، يوفر الاتصال الأساسي

- يوفر ضمانات جودة PCRF، يتم إنشاؤه ديناميكيًا بناءً على سياسة **الحامل المخصص**: خدمة محددة

التكوين

مهم: سياسة جودة الخدمة الديناميكية

تستقبل جميع معلمات جودة الخدمة ديناميكيًا من PCRF عبر واجهة Diameter Gx وتحدد في PCRF (انظر OmniHSS لمزيد من المعلومات).

يقوم المشغلون بتكوين **اتصال PCRF** في `config/runtime.exs`:

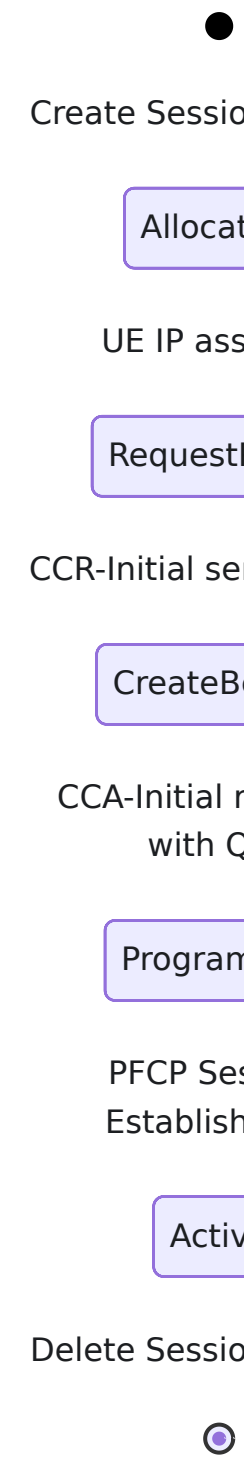
```
config :pgw_c,
  diameter: %{
    listen_ip: "0.0.0.0",
    host: "omni-pgw_c.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",
    realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",
    peer_list: [
      %{
        host: "pcrf.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",
        realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",
        ip: "192.168.1.100",
        initiate_connection: true
      }
    ]
  }
```

سياسات جودة الخدمة، ��قواعد الشحن، وحدود النطاق الترددي يتم تكوينها في PCRF، وليس في ملفات تكوين PGW-C.

دورة حياة الحامل

إنشاء الحامل الافتراضي

يتم إنشاء الحامل الافتراضي أثناء إنشاء جلسة PDN:



سير العمل:

1. يرسل SGW-C طلب إنشاء جلسة
2. يقوم PGW-C بتخصيص عنوان IP لـ UE من مجموعة مكونة
3. يرسل PGW-C CCR-Initial إلى PCRF مع IMSI وAPN وعنوان IP
4. يستجيب PCRF بـ CCA-Initial تحتوي على معلمات جودة الخدمة:
    - Default-EPS-Bearer-QoS (QCI، ARP)
    - QoS-Information (تعديلات AMBR)

5. يقوم PGW-C بإنشاء سياق الحامل مع:
    - معرفات ثابتة: Downlink PDR=1، Uplink PDR=2، Downlink FAR=1، Uplink FAR=2، QER=1، BAR=1
    - من جودة الخدمة للحامل MBR مبرمج مع QER
6. يرسل PGW-C طلب إنشاء جلس PFCP إلى PGW-U
7. يرسل PGW-C استجابة إنشاء جلسة إلى SGW-C

خصائص الحامل الافتراضي:

- يوجد دائمًا طوال مدة جلسة PDN
- يستخدم عادة QCI 9 أو QCI 5 (غير GBR)
- يتم تتبع EBI في حالة الجلسة
- لا يمكن حذفه بشكل مستقل (حذفه ينهي الجلسة)

إنشاء الحامل المخصص

يتم إنشاء الحوامل المخصصة ديناميكيًا بناءً على سياسة PCRF:

التحفيز: طلب إعادة المصادقة (RAR) من PCRF مع Charging-Rule-Install

سير العمل:

1. يرسل PCRF RAR مع تعريف قاعدة الشحن يحتوي على:
    - Charging-Rule-Name (معرف قاعدة السياسة)
    - Flow-Information (مرشحات الحزم)
    - QoS-Information (QCI، MBR، GBR، ARP)
    - Precedence (أولوية مطابقة القاعدة)
2. يقوم PGW-C بترجمة القاعدة الديناميكية إلى كيانات PFCP:
    - كل إدخال في Flow-Information → PDR جديدة مع مرشح SDF
    - QoS-Information → QER جديدة مع تنفيذ MBR/GBR
    - Flow-Description → 5 قواعد مطابقة tuple IP-
3. يرسل PGW-C طلب تعديل جلسة PFCP لإضافة PDRs/FARs/QERs
4. يبدأ PGW-C طلب إنشاء حامل إلى SGW-C
5. يستجيب SGW-C باستجابة إنشاء حامل تؤكد التأسيس

مثال على تعريف قاعدة الشحن:

```
Charging-Rule-Name: "video_streaming"
Flow-Information:
  - Flow-Description: "permit in ip from any to 10.0.0.1 5000-
6000"
    Flow-Direction: 1 (downlink)
QoS-Information:
  QoS-Class-Identifier: 7
  Max-Requested-Bandwidth-UL: 5000000 (5 Mbps)
  Max-Requested-Bandwidth-DL: 10000000 (10 Mbps)
  Guaranteed-Bitrate-UL: 1000000 (1 Mbps)
  Guaranteed-Bitrate-DL: 2000000 (2 Mbps)
Precedence: 100
Flow-Status: 2 (ENABLED)
```

تعديل الحامل

يمكن تعديل جودة الخدمة للحامل عبر:

- **Gx RAR** مع تحديث تعريف قاعدة الشحن
- **PFCP تعديل جلسة** لتحديث QERs (تغيير معدلات البت) الحالية، FARs (تغيير التوجيه)، أو PDRs (تغيير مرشحات الحزم)

حذف الحامل

التحفيزات:

- **طلب حذف الجلسة** (مinitiated من SGW) - يحذف الحامل الافتراضي وينهي الجلسة
- **طلب إعادة المصادقة مع إزالة قاعدة الشحن** (initiated من PCRF) - يحذف الحامل المخصص

سير العمل:

1. إزالة الحامل من حالة الجلسة
2. إزالة PDRs/FARs/QERs المرتبطة
3. إرسال طلب حذف الحامل إلى SGW-C (إذا كان initiated من PCRF)
4. إرسال تعديل جلسة PFCP (إزالة القواعد) (إذا كان حاملًا افتراضيًا) أو حذف الجلسة

معلمات جودة الخدمة

QCI (معرف فئة جودة الخدمة)

المصدر: PCRF عبر Gx `QoS-Class-Identifier` AVP

القيم القياسية:

- **QCI 1**: صوت محادثة (GBR، ميزانية تأخير 100 مللي ثانية)
- **QCI 2**: فيديو محادثة (GBR، ميزانية تأخير 150 مللي ثانية)
- **QCI 3**: ألعاب في الوقت الحقيقي (GBR، ميزانية تأخير 50 مللي ثانية)
- **QCI 4**: فيديو غير محادثة (GBR، ميزانية تأخير 300 مللي ثانية)
- **QCI 5**: إشارات IMS (غير GBR، ميزانية تأخير 100 مللي ثانية) - **افتراضي للحامل الافتراضي**
- **QCI 6**: فيديو (معتمد على TCP)، بث مباشر (غير GBR، ميزانية تأخير 300 مللي ثانية)
- **QCI 7**: صوت، ألعاب تفاعلية (غير GBR، ميزانية تأخير 100 مللي ثانية)
- **QCI 8**: فيديو (معتمد على TCP)، مثل YouTube (غير GBR، ميزانية تأخير 300 مللي ثانية)
- **QCI 9**: إنترنت افتراضي (غير GBR، ميزانية تأخير 300 مللي ثانية)

ملاحظة المشغل:

- يتم استلام QCI من PCRF ويتم الإشارة به إلى SGW-C في IE مستوى جودة الخدمة للحامل
- لا يفرض PGW-C سلوك QCI مباشرة - يتم التنفيذ الفعلي عبر QERs في MBR/GBR
- تشير قيم QCI الأقل عادةً إلى أولوية أعلى
- تحدد QCI معالجة توجيه الحزم وأولوية الجدولة

ARP (أولوية التخصيص والاحتفاظ)

المصدر: PCRF عبر AVP المجمعة `Allocation-Retention-Priority`

المكونات:

- **مستوى الأولوية**: 1 (أعلى أولوية) إلى 15 (أدنى أولوية)
- **قدرة الاستباق**: هل يمكن لهذا الحامل استباق الحوامل ذات الأولوية الأقل؟

    - 0 = مُمكّن (يمكنه استباق الآخرين)
    - 1 = معطل (لا يمكنه الاستباق)
- **قابلية الاستباق**: هل يمكن استباق هذا الحامل بواسطة الحوامل ذات الأولوية الأعلى؟
    - 0 = مُمكّن (يمكن استباقه)
    - 1 = معطل (لا يمكن استباقه)

القيم الافتراضية:

- مستوى الأولوية: 1
- قدرة الاستباق: مُمكّن (0)
- قابلية الاستباق: معطلة (1)

ملاحظة المشغل:

- يتم الإشارة إلى ARP إلى SGW-C وفي النهاية إلى eNodeB
- خلال التحكم في قبول الراديو eNodeB يتم التنفيذ عادةً في - **PGW-C لا يفرضه**
- يُستخدم خلال الازدحام الشبكي لتحديد الحوامل التي يجب قبولها أو إسقاطها
- حاسم لخدمات الطوارئ (مستوى الأولوية 1) والخدمات ذات القيمة العالية

MBR (أقصى معدل بت)

المصدر: PCRF عبر AVPs `Max-Requested-Bandwidth-UL` و `Max-Requested-Bandwidth-DL`

التنسيق: بايت في الثانية (يتم تحويله إلى kbps داخليًا: `bytes / 1000`)

يطبق على: جميع الحوامل (الافتراضية والمخصصة)

كيف يعمل:

- يقوم PGW-C بإنشاء QER مع `mbr: %Bitrate{ul: kbps_ul, dl: kbps_dl}`
- يتم إرسال QER إلى PGW-U عبر PFCP
- **يطبق PGW-U** **تحديد المعدل** (تسيير حركة المرور)
- يتم إسقاط حركة المرور الزائدة فوق MBR

مثال:

```
Max-Requested-Bandwidth-UL: 5000000 (5 Mbps)
Max-Requested-Bandwidth-DL: 10000000 (10 Mbps)

→ QER created with mbr: {ul: 5000, dl: 10000} kbps
→ PGW-U drops uplink packets exceeding 5 Mbps
→ PGW-U drops downlink packets exceeding 10 Mbps
```

GBR (معدل البت المضمون)

المصدر: PCRF عبر AVPs `Guaranteed-Bitrate-UL` و `Guaranteed-Bitrate-DL`

التنسيق: بايت في الثانية (يتم تحويله إلى kbps)

يطبق على: الحوامل المخصصة فقط (حاملات GBR)

كيف يعمل:

- في تعريف قاعدة الشحن، فإن الحامل هو **من نوع GBR** إذا تم تحديد
- يفرض PGW-U ضمان الحد الأدنى من معدل البت عبر QER
- يتطلب جدولة مناسبة في eNodeB لحجز موارد الراديو
- تحتوي الحوامل GBR على تحكم في القبول - يمكن رفضها إذا كانت الموارد غير متاحة

مثال:

```
Guaranteed-Bitrate-UL: 1000000 (1 Mbps)
Guaranteed-Bitrate-DL: 2000000 (2 Mbps)

→ QER created with gbr: {ul: 1000, dl: 2000} kbps
→ Network guarantees at least 1 Mbps uplink and 2 Mbps downlink
→ Used for VoIP, video calls, live streaming
```

ملاحظة المشغل:

- يتطلب GBR تخطيط سعة الشبكة الكافية
- يؤدي تجاوز موارد GBR إلى فشل القبول
- راقب استخدام GBR عبر عدد الجلسات ومقاييس الحوامل

AMBR (أقصى معدل بت مجمع)

المصدر: PCRF عبر AVPs `APN-Aggregate-Max-Bitrate-UL` و `APN-Aggregate-Max-Bitrate-DL`

النطاق: GBR لـ APN (ليس لكل حامل) ينطبق على **جميع الحوامل غير**

كيف يعمل:

- AMBR هو حد مجمع عبر جميع الحوامل غير GBR في جلسة
- يتم إرساله إلى SGW-C في استجابة إنشاء الجلسة
- يتم التنفيذ عادةً في eNodeB/SGW
- يقوم PGW-C بتخزين AMBR ويشير به إلى SGW-C في حالة الجلسة

مثال:

```
APN-Aggregate-Max-Bitrate-UL: 50000000 (50 Mbps)
APN-Aggregate-Max-Bitrate-DL: 100000000 (100 Mbps)

→ All non-GBR bearers combined cannot exceed 50 Mbps uplink / 100
Mbps downlink
→ Individual bearers limited by their own MBR
→ AMBR provides additional overall cap per UE/APN
```

ملاحظة المشغل:

- يتم تعيينه عبر ملف تعريف المشترك في HSS/PCRF
- يُستخدم لفرض مستويات الاشتراك (مثل خطة 10 Mbps مقابل خطة 100 Mbps)
- لا يؤثر على الحوامل GBR

حالة التدفق والبوابة

خريطة حالة التدفق (Gx) إلى حالة البوابة (PFCP)

يتحكم PCRF في تعريف قاعدة `Flow-Status` AVP فيما إذا كانت حركة المرور مسموح بها عبر الشحن:

Flow-Status (Gx)	Gate-Status (PFCP QER)	المعنى
0 = ENABLED-UPLINK	ul: OPEN, dl: CLOSED	يسمح فقط بحركة المرور الصاعدة
1 = ENABLED-DOWNLINK	ul: CLOSED, dl: OPEN	يسمح فقط بحركة المرور النازلة
2 = ENABLED	ul: OPEN, dl: OPEN	يسمح بالاتجاهين
3 = DISABLED	ul: CLOSED, dl: CLOSED	لا يسمح بأي حركة مرور
4 = REMOVED	ul: CLOSED, dl: CLOSED	يتم حذف الحامل

حالات الاستخدام:

- **DISABLED**: يُستخدم للخدمات المتوقفة أو نفاد الرصيد (يتم إسقاط الحزم ولكن يتم الاحتفاظ بالحامل)
- **ENABLED-UPLINK**: غير عادي، ولكن يمكن استخدامه للخدمات المخصصة للتحميل فقط
- **ENABLED-DOWNLINK**: خدمات التحميل فقط أو السيناريوهات المحدودة بالرصيد
- **ENABLED**: التشغيل العادي

المراقبة والرؤية

مقاييس بروميثيوس

مقاييس مستوى الجلسة:

```
session_registry_count        # الحوامل النشطة (أزواج IMSI، EBI)
address_registry_count        # عناوين IP المخصصة لـ UE
charging_id_registry_count    # جلسات الشحن النشطة
```

مقاييس واجهة Gx:

```
gx_inbound_messages_total{message_type="gx_RAR"}     # تحديثات
من السياسة PCRF
gx_outbound_messages_total{message_type="gx_CCR"}    # طلبات
إلى السياسة PCRF
gx_outbound_transaction_duration_bucket              # زمن
الاستجابة إلى PCRF
```

مقاييس واجهة PFCP:

```
sxb_outbound_messages_total{message_type="pfcp_session_establishment_
sxb_outbound_messages_total{message_type="pfcp_session_modification_r
sxb_outbound_transaction_duration_bucket
```

مقاييس إنشاء الحامل:

```
s5s8_inbound_messages_total{message_type="create_session_request"}
# الحوامل الافتراضية
s5s8_outbound_messages_total{message_type="create_bearer_request"}
# الحوامل المخصصة
```

مراقبة واجهة الويب

صفحة جلسات PGW (`/pgw_sessions`):

- البحث حسب IMSI، عنوان IP، MSISDN، أو APN
- عرض الحوامل النشطة لكل جلسة
- فحص معلمات جودة الخدمة للحامل (QCI، MBR، GBR، AMBR)
- تحدي�ي تلقائي في الوقت الحقيقي (كل 2 ثانية)

صفحة Diameter (`/diameter`):

- حالة الاتصال بنظير PCRF
- عدد جلسات Gx
- حالة النظير (متصل/غير متصل)

صفحة السجلات (`/logs`):

- بث سجلات في الوقت الحقيقي
- تصفية حسب "تحكم الائتمان" لتبادل CCR/CCA
- تصفية حسب "إعادة المصادقة" لأحداث RAR (تغييرات السياسة)
- تصفية حسب "PFCP" لأحداث برمجة مستوى المستخدم

رسائل السجل الرئيسية

```
[debug] Sending Credit Control Request: ...          # CCR إلى PCRF
[debug] Handling Credit Control Answer: ...          # CCA من PCRF (تحتوي على جودة الخدمة)
[debug] Handling Re-Auth Request                     # RAR من PCRF (تغيير السياسة)
[debug] Sending Session Establishment Request        # PFCP إلى PGW-U (برمجة QERs)
[debug] Sending Session Modification Request         # PFCP إلى PGW-U (تحديث QERs)
```

المهام التشغيلية

تحقق من تطبيق جودة الخدمة على الجلسة

1. الوصول إلى واجهة الويب **PGW** → صفحة **جلسات**
2. البحث عن IMSI (مثل `999000123456789`)
3. توسيع تفاصيل الجلسة
4. تحقق من قسم **qer_map**:

   ```
   qer_id: 1
   gate_status: {ul: OPEN, dl: OPEN}
   mbr: {ul: 50000, dl: 100000}  # kbps
   gbr: {ul: 10000, dl: 20000}   # kbps (أو nil لغير GBR)
   ```

5. تحقق من تطابق القيم مع سياسة PCRF المتوقعة

استكشاف مشكلة عدم وجود جودة الخدمة

الأعراض: تم إنشاء الجلسة ولكن لم يتم تطبيق جودة الخدمة

الخطوات:

1. **تحقق من اتصال PCRF:**
    - الوصول إلى واجهة الويب **Diameter** → صفحة
    - تحقق من حالة نظير PCRF = "متصل"
    - إذا كان غير متصل، تحقق من الاتصال الشبكي وتكوين Diameter
2. **تحقق من تبادل CCR/CCA:**
    - الوصول إلى واجهة الويب → صفحة **السجلات**
    - البحث عن "إجابة التحكم في الائتمان"
    - تحقق من وجود AVP `QoS-Information` في سجل CCA
    - تحقق من الأخطاء في CCA (يجب أن يكون Result-Code 2001 = SUCCESS)
3. **تحقق من برمجة PFCP:**
    - ابحث في السجلات عن "طلب إنشاء جلسة PFCP"
    - تحقق من تضمين QER في الرسالة
    - تحقق من سجلات PGW-U لأخطاء معالجة PFCP
4. **تحقق من تكوين سياسة PCRF:**
    - تحقق من ملف تعريف المشترك في PCRF
    - تأكد من وجود قواعد السياسة الخاصة بـ APN
    - تحقق من سجلات PCRF لأخطاء تقييم السياسة

مراقبة معدل إنشاء الحامل

استعلامات بروميثيوس:

```
# معدل إنشاء الحامل الافتراضي (جلسات/ثانية)
rate(s5s8_inbound_messages_total{message_type="create_session_request
[5m])

# معدل إنشاء الحامل المخصص
rate(s5s8_outbound_messages_total{message_type="create_bearer_request
[5m])

# معدل تحديث السياسة من PCRF
rate(gx_inbound_messages_total{message_type="gx_RAR"}[5m])
```

تخطيط السعة

المقاييس الرئيسية للمراقبة:

```
# استخدام عنوان IP لـ UE (نسبة مئوية)
(address_registry_count / <configured_pool_size>) * 100

# عدد الحوامل النشطة
session_registry_count

# زمن استجابة استعلام PCRF (P95)
histogram_quantile(0.95, gx_outbound_transaction_duration_bucket)
```

حدود السعة:

- حجم مجموعة العناوين: يتم تكوينه في `config/runtime.exs` تحت `ue.subnet_map`
- مساحة TEID: 32 بت (4 ليار معرفات فريدة، تُدار تلقائيًا)
- الجلسات المتزامنة: عادةً ما تكون محدودة بحجم مجموعة العناوين

إرشادات التخطيط:

- راقب استخدام عنوان IP - 80% قم بتوسيع المجموعة قبل تجاوز
- راقب زمن استجابة PCRF - يؤثر زمن الاستجابة العالي على وقت إعداد الجلسة
- راقب معدل إنشاء الحامل المخصص - يشير إلى تعقيد السياسة

الوثائق ذات الصلة

- PDN إدارة الجلسة - دورة حياة جلسة
- PCRF تفاصيل بروتوكول سياسة - واجهة Diameter Gx
- برمجة مستوى المستخدم - واجهة PFCP
- تكوين النظام - دليل التكوين
- المقاييس والرؤية - دليل المراقبة

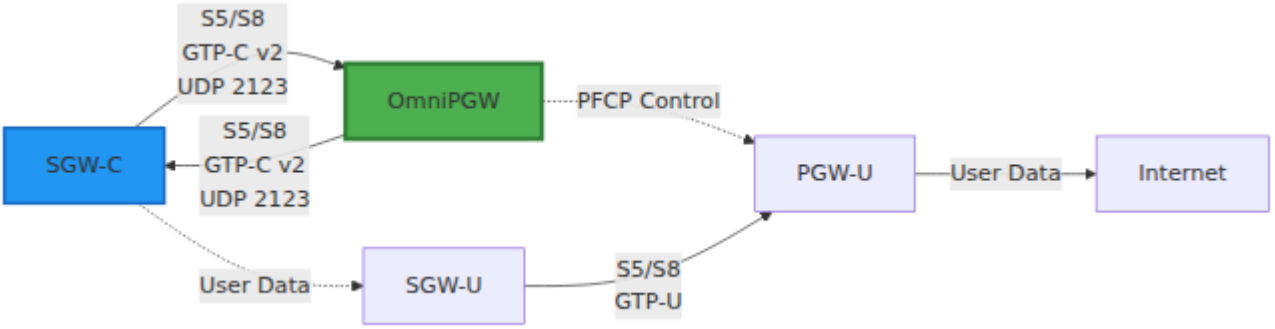
وثائق واجهة S5/S8

الاتصال GTP-C مع SGW-C

OmniPGW من Omnitouch Network Services

نظرة عامة

باستخدام (خطة التحكم في بوابة الخدمة) SGW-C و OmniPGW بين **S5/S8** تربط **واجهة** بروتوكول **GTP-C v2** (بروتوكول نفق GPRS - خطة التحكم). تتعامل هذه الواجهة مع إشارات إدارة الجلسات بين البوابات.



تفاصيل البروتوكول

GTP-C 2 الإصدار

- **البروتوكول:** GTP-C v2 (3GPP TS 29.274)
- **النقل:** UDP
- **المنفذ:** 2123 (قياسي)
- **نوع الواجهة:** خطة التحكم

TEID (معرف نقطة نهاية النفق)

فريد لتوجيه الرسائل **TEID** لكل جلسة معرف:

- للرسائل الواردة OmniPGW **المحلي** - مخصص من قبل **TEID**
- للرسائل الصادرة SGW-C **البعيد** - مخصص من قبل **TEID**

```
تدفق الرسالة:
  SGW-C → OmniPGW: TEID الوجهة = TEID المحلي لـ OmniPGW
  OmniPGW → SGW-C: TEID الوجهة = TEID البعيد لـ SGW-C
```

التكوين

التكوين الأساسي

```
# config/runtime.exs
config :pgw_c,
  s5s8: %{
    # عنوان IPv4 المحلي لواجهة S5/S8
    local_ipv4_address: "10.0.0.20",

    # عنوان IPv6 المحلي اختياري:
    local_ipv6_address: nil,

    # اختياري: تجاوز المنفذ الافتراضي
    local_port: 2123,

    # مهلة طلب GTP-C (الافتراضي: 500 مللي ثانية) بالمللي ثانية
    # المهلة لكل محاولة عند الانتظار لاستجابات GTP-C (إنشاء حامل،
حذف حامل، إلخ.)
    request_timeout_ms: 500,

    # عدد محاولات إعادة الطلب لاستجابات GTP-C (الافتراضي: 3)
    # إجمالي أقصى وقت انتظار = request_timeout_ms *
request_attempts
    # مثال: 500 مللي ثانية * 3 محاولات = 1500 مللي ثانية (1.5
ثانية) إجمالي
    request_attempts: 3
  }
```

تكوين المهلة

مهلات قابلة للتكوين لمعاملات طلب/استجابة S5/S8 تستخدم واجهة GTP-C.

المعلمات:

- `request_timeout_ms` - المهلة بالمللي ثانية لكل محاولة إعادة (الافتراضي: 500 مللي ثانية)
- `request_attempts` - عدد محاولات إعادة الطلب قبل الاستسلام (الافتراضي: 3)

إجمالي وقت الانتظار: `request_timeout_ms × request_attempts`

السلوك الافتراضي: 500 مللي ثانية × 3 محاولات = **1.5 ثانية إجمالي أقصى انتظار**

إرشادات الضبط:

زمن الشبكة	`request_timeout_ms` الموصى به	إجمالي وقت الانتظار
زمن منخفض (<50 مللي ثانية)	200-300 مللي ثانية	600-900 مللي ثانية (3 محاولات)
عادي (50-150 مللي ثانية)	500 (افتراضي) مللي ثانية	1.5 ثانية (3 محاولات)
زمن مرتفع (>150 مللي ثانية)	1000-2000 مللي ثانية	3-6 ث��اني (3 محاولات)
غير مستقر/فضائي	2000-3000 مللي ثانية	6-9 ثواني (3 محاولات)

مثال - شبكة ذات زمن مرتفع:

```
s5s8: %{
  local_ipv4_address: "10.0.0.20",
  request_timeout_ms: 1500,  # 1.5 ثانية لكل محاولة
  request_attempts: 3        # إجمالي: 4.5 ثواني كحد أقصى
}
```

عند حدوث المهلة:

- يسجل OmniPGW خطأ: `"انتهت مهلة طلب إنشاء الحامل"`
- يعيد خطأ إلى PCRF (رمز النتيجة Diameter: 5012 UNABLE_TO_COMPLY)
- يبقى الحامل في التخزين المبكر للتنظيف عبر قاعدة الشحن-إزالة

متطلبات الشبكة

قواعد جدار الحماية:

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

# السماح بـ GTP-C الصادرة إلى SGW-C
iptables -A OUTPUT -p udp --dport 2123 -d <sgw_network>/24 -j
ACCEPT
```

التوجيه:

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

أنواع الرسائل

تتعامل واجهة S5/S8 مع إشارات GTP-C لإدارة جلسات PDN. لمزيد من التفاصيل حول دورة حياة الجلسة وإدارة الحالة، راجع دليل إدارة الجلسات.

إدارة الجلسات

طلب إنشاء جلسة

الاتجاه: SGW-C → OmniPGW

الغرض: إنشاء اتصال PDN جديد

العناصر الرئيسية (IEs):

اسم IE	النوع	الوصف
IMSI	هوية	هوية المشترك الدولي للهاتف المحمول
MSISDN	هوية	رقم الهاتف المحمول
APN	سلسلة	اسم نقطة الوصول (مثل "الإنترنت")
نوع RAT	تعداد	تقنية الوصول اللاسلكي (EUTRAN)
سياق الحامل	مجمعة	معلومات الحامل الافتراضية
المنطقة الزمنية للـ UE	طابع زمني	المنطقة الزمنية للـ UE
ULI	مجمعة	معلومات موقع المستخدم (TAI، ECGI)
الشبكة الخدمية	PLMN	MCC/MNC للشبكة الخدمية

مثال:

```
طلب إنشاء جلسة
├── IMSI: 310260123456789
├── MSISDN: 14155551234
├── APN: الإنترنت
├── نوع RAT: EUTRAN (6)
├── سياق الحامل
│   ├── EBI: 5
│   ├── جودة الحامل (QCI 9، ARP، معدلات البيانات)
│   └── S5/S8 F-TEID (نقطة نهاية نفق SGW-U)
└── ULI
    ├── TAI: MCC 310، MNC 260، TAC 12345
    └── ECGI: MCC 310، MNC 260، ECI 67890
```

استجابة إنشاء جلسة

الاتجاه: OmniPGW → SGW-C

الغرض: تأكيد إنشاء الجلسة

العناصر الرئيسية:

اسم IE	النوع	الوصف
السبب	نتيجة	رمز النجاح أو الخطأ
سياق الحامل	مجمعة	معلومات الحامل
تخصيص عنوان PDN	IP	عنوان IP المخصص للـ UE (انظر تخصيص عنوان IP للـ UE)
قيود APN	تعداد	قيود استخدام APN
PCO	خيارات	خيارات تكوين البروتوكول (انظر تكوين PCO)

استجابة النجاح:

```
استجابة إنشاء جلسة
├── السبب: الطلب مقبول (16)
├── تخصيص عنوان PDN
│   └── IPv4: 100.64.1.42
├── سياق الحامل
│   ├── EBI: 5
│   ├── السبب: الطلب مقبول
│   └── S5/S8 F-TEID (نقطة نهاية نفق PGW-U من PFCP)
├── قيود APN: (1) 1-عام
└── PCO
    ├── خادم DNS: 8.8.8.8
    ├── خادم DNS: 8.8.4.4
    └── الرابط: MTU 1400
```

طلب حذف الجلسة

الاتجاه: SGW-C → OmniPGW

الغرض: إنهاء اتصال PDN

العناصر الرئيسية:

اسم IE	الوصف
EBI	معرف الحامل EPS للحذف
EBI المرتبط	الحامل المرتبط (اختياري)

استجابة حذف الجلسة

الاتجاه: OmniPGW → SGW-C

الغرض: تأكيد حذف الجلسة

العناصر الرئيسية:

اسم IE	الوصف
السبب	رمز النجاح أو الخطأ

إدارة الحامل

طلب إنشاء حامل

الاتجاه: OmniPGW → SGW-C

الغرض: إنشاء حامل مخصص (مبادر به من سياسة PCRF)

تم تحفيزه بواسطة:

- يرسل PCRF قاعدة PCC جديدة تتطلب حامل مخصص
- يطلب OmniPGW من SGW-C إنشاء الحامل

طلب حذف الحامل

الاتجاه: OmniPGW → SGW-C أو SGW-C → OmniPGW

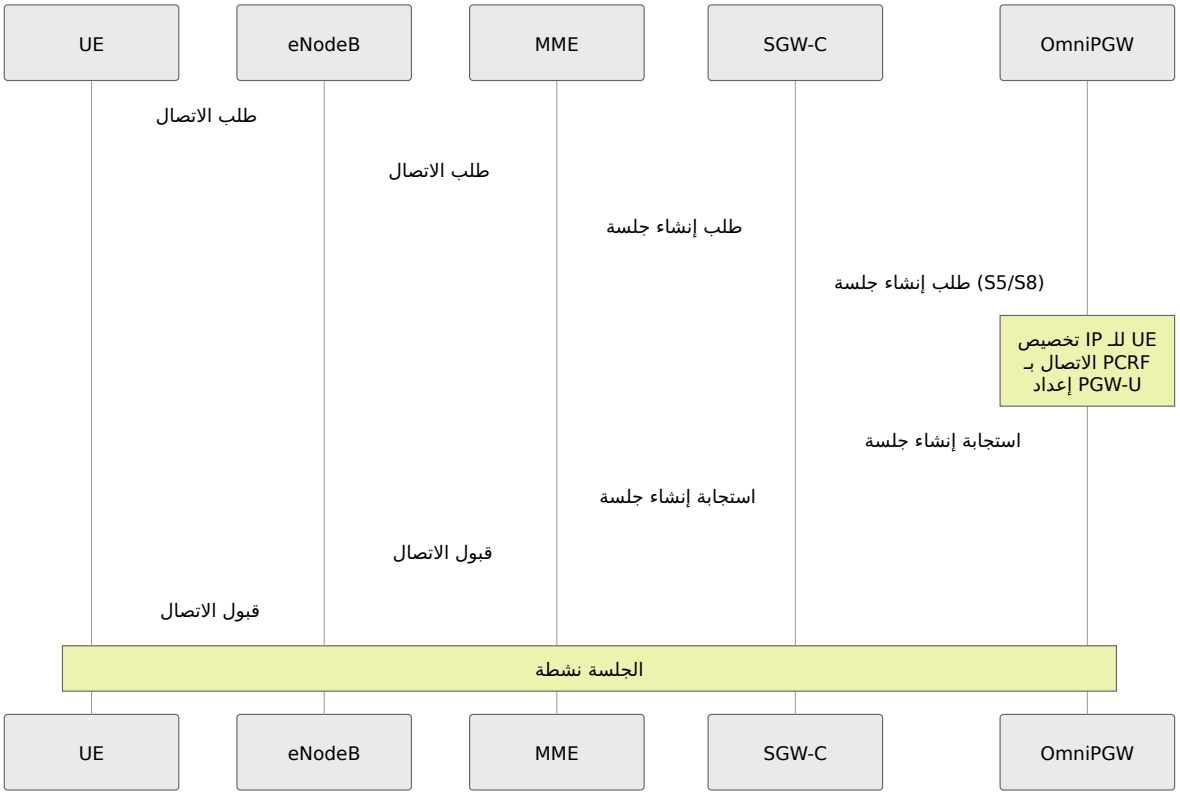
الغرض: حذف الحامل المخصص

السيناريوهات:

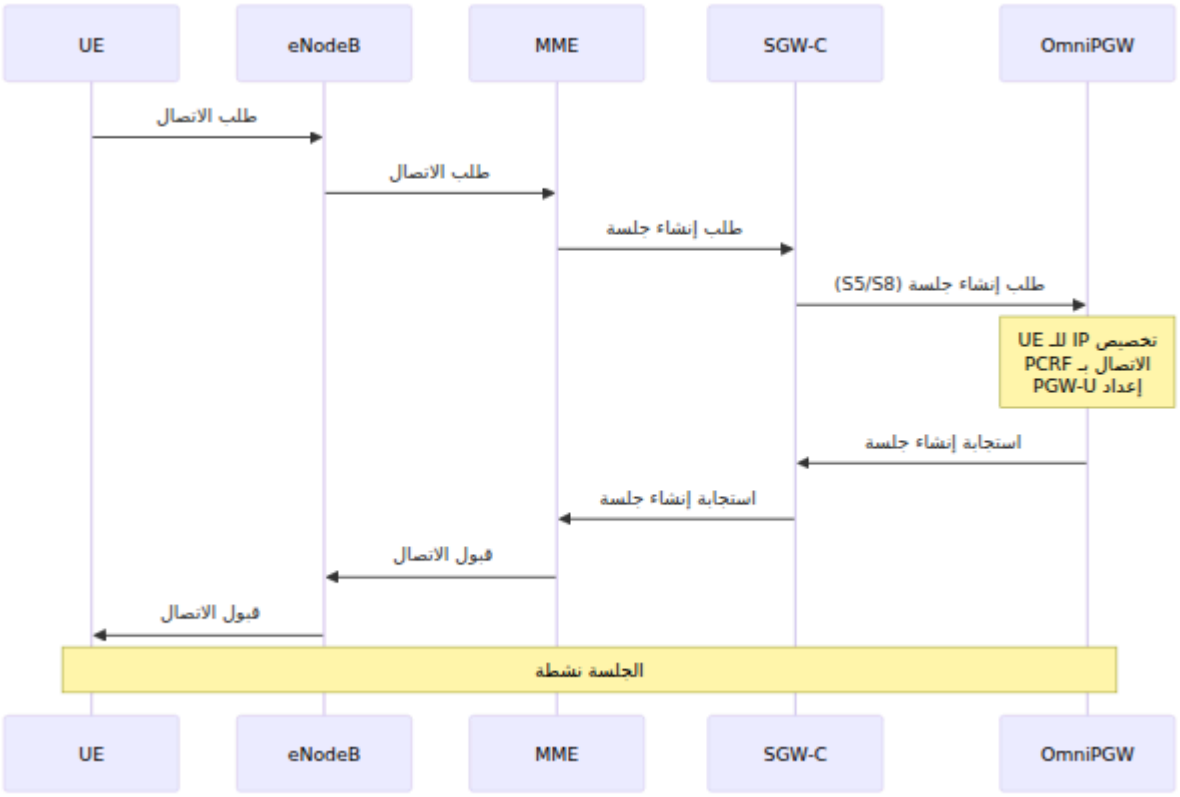
- **مبادر به من PGW:** تغيير سياسة PCRF يزيل الحامل المخصص
- **مبادر به من SGW:** تحرير الموارد اللاسلكية

تدفقات الرسائل

إنشاء الجلسة



إنهاء الجلسة



رموز الأسباب

النجاح

الرمز	الاسم	الوصف
16	الطلب مقبول	عملية ناجحة

الأخطاء (إخفاقات دائمة)

الرمز	الاسم	متى يستخدم
65	المستخدم غير معروف	تم رفض PCRF (IMSI غير موجود)
66	لا توجد موارد متاحة	نفاد مجموعة IP
93	الخدمة غير مدعومة	غير صالح APN
94	خطأ دلالي في TFT	قالب تدفق حركة المرور غير صالح

الأخطاء (إخفاقات مؤقتة)

الرمز	الاسم	متى يستخدم
72	نظير بعيد لا يستجيب	مهلة PCRF/PGW-U
73	تصادم مع طلب مبادر به من الشبكة	عمليات متزامنة

المراقبة

مقاييس S5/S8

```
# عدادات الرسائل
s5s8_inbound_messages_total{message_type="create_session_request"}
s5s8_inbound_messages_total{message_type="delete_session_request"}

# عدادات الأخطاء
s5s8_inbound_errors_total

# زمن معالجة الرسائل
s5s8_inbound_handling_duration_bucket

# TEIDs النشطة
teid_registry_count
```

استعلامات مفيدة

معدل إنشاء الجلسات:

```
rate(s5s8_inbound_messages_total{message_type="create_session_request
[5m])
```

معدل الأخطاء:

```
rate(s5s8_inbound_errors_total[5m])
```

زمن الاستجابة (p95):

```
histogram_quantile(0.95,

rate(s5s8_inbound_handling_duration_bucket{request_message_type="crea
[5m])
)
```

استكشاف الأخطاء وإصلاحها

المشكلة: عدم وجود استجابة من OmniPGW

الأعراض:

- يرسل SGW-C طلب إنشاء جلسة
- لم يتم استلام أي استجابة
- انتهاء المهلة في SGW-C

الأسباب:

1. مشكلة في الاتصال بالشبكة
2. لا يستمع OmniPGW على IP المكون
3. جدار الحماية يمنع UDP 2123
4. خاطئ TEID في الطلب

التصحيح:

```
# تحقق من أن OmniPGW يستمع
netstat -ulnp | grep 2123

# تحقق من الحزم الواردة
tcpdump -i any -n port 2123

# تحقق من التكوين
grep "local_ipv4_address" config/runtime.exs

# تحقق من جدار الحماية
iptables -L -n | grep 2123
```

المشكلة: فشل إنشاء الجلسة

الأعراض:

- استجابة إنشاء جلسة مع رمز خطأ
- لم يتم إنشاء الجلسة

الأسباب الشائعة:

```
السبب 65 (المستخدم غير معروف):
  → تم رفض PCRF للمشترك
  → تحقق من IMSI في HSS/SPR

السبب 66 (لا توجد موارد):
  → نفاد مجموعة IP
  → تحقق: curl http://pgw:9090/metrics | grep
address_registry_count
  → توسيع مجموعة IP

السبب 72 (نظير بعيد لا يستجيب):
  → معطل PGW-U أو PCRF مهلة
  → تحقق من اتصال Gx
  → تحقق من ارتباط PFCP
```

المشكلة: تصادم TEID

الأعراض:

- الرسالة موجهة إلى جلسة خاطئة
- سلوك غير متوقع

السبب:

- إعادة استخدام TEID قبل التنظيف
- خطأ في تخصيص TEID

الحل:

- تأكد من تخصيص TEID فريد
- تحقق من سجل TEID للبحث عن تسريبات

أفضل الممارسات

تصميم الشبكة

1. **واجهة شبكة مخصصة**
    - استخدم VLAN منفصل لـ S5/S8
    - عزل عن حركة مرور الإدارة
2. **تحسين MTU**
    - تأكد من أن MTU يدعم رؤوس GTP
    - الحد الأدنى لـ MTU: 1500 بايت (36 + حمولة 1464 GTP)
3. **المرونة**
    - عدة مثيلات من OmniPGW
    - توازن الحمل القائم على DNS من SGW-C

الأداء

1. **أحجام مخازن UDP**
    - زيادة مخازن المقابس للحمل العالي
    - المعتاد: 4-8 ميجابايت لكل مقبس
2. **حدود الاتصال**
    - التخطيط لعدد الجلسات المتوقع
    - مراقبة عدد سجل TEID

الأمان

1. **تصفية IP**
    - السماح فقط بـ GTP-C من IPs المعروفة لـ SGW-C
    - استخدم ACLs أو iptables الشبكة

2. **تحقق من الرسائل**
    - يتحقق OmniPGW من جميع الرسائل الواردة
    - يرفض حزم GTP-C غير الصالحة

الوثائق ذات الصلة

الوظائف الأساسية

- **دليل التكوين** - تكوين واجهة S5/S8، إعداد IP المحلي
- **إدارة الجلسات** - دورة حياة جلسة PDN، إنشاء الحامل
- **تخصيص IP للـ UE** - تسليم عنوان IP عبر استجابة إنشاء الجلسة
- **تكوين PCO** - معلمات PCO في رسائل GTP-C

الواجهات ذات الصلة

- **واجهة PFCP** - تنسيق خطة المستخدم مع خطة التحكم S5/S8
- **واجهة Diameter Gx** - تكامل السياسة مع إعداد الحامل
- **واجهة Diameter Gy** - تكامل الشحن مع إدارة الحامل

العمليات

- **دليل المراقبة** - مقاييس تتبع الرسائل، S5/S8 لـ GTP-C
- **تنسيق CDR للبيانات** - إنشاء CDR من جلسات GTP-C

العودة إلى دليل العمليات

واجهة OmniPGW S5/S8 - *بواسطة Omnitouch Network Services*

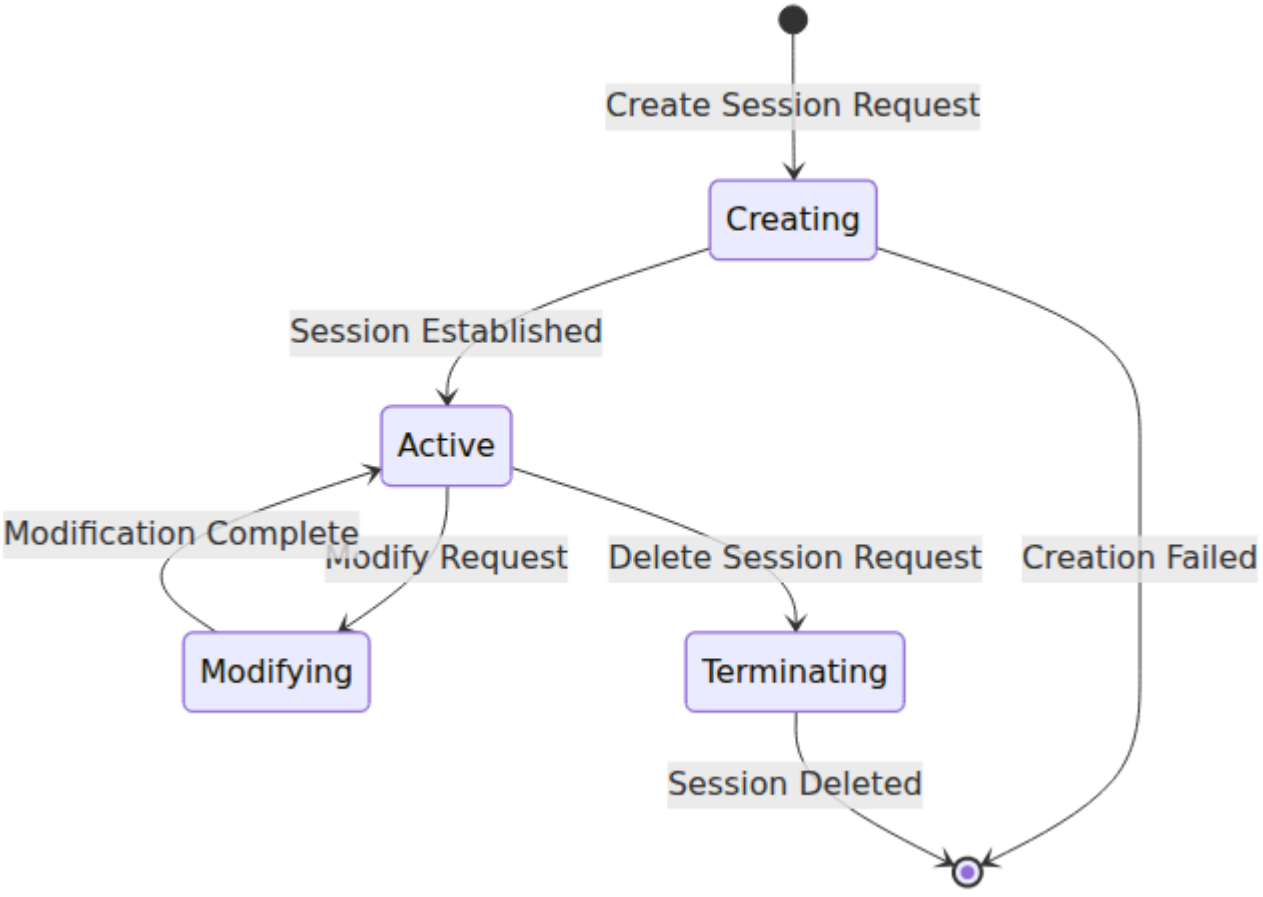
دليل إدارة الجلسات

دورة حياة اتصال PDN والعمليات

بواسطة خدمات شبكة أومنيتاتش OmniPGW

نظرة عامة

من خلال (UE) اتصال البيانات لجهاز المستخدم **PDN (شبكة بيانات الحزمة)** تمثل **جلسة** OmniPGW. تنسق كل جلسة بين واجهات وموارد متعددة لتمكين الاتصال بالبيانات.



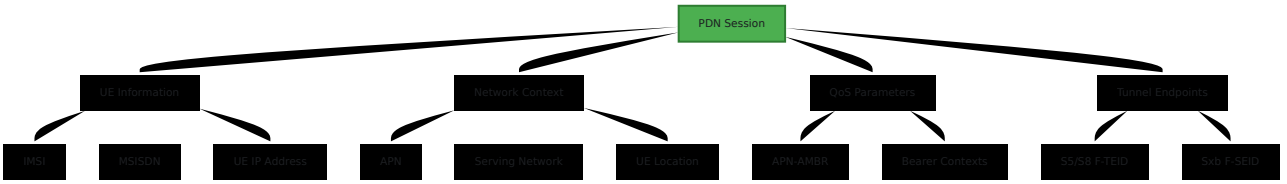
مكونات الجلسة

معرفات الجلسة

تحتوي كل جلسة على معرفات متعددة لواجهات مختلفة:

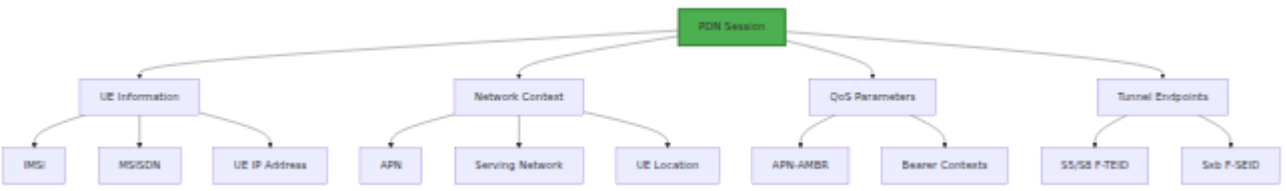
المعرف	الواجهة	الغرض
TEID	S5/S8 (GTP-C)	معرف نقطة النفق لتواصل SGW-C
SEID	Sxb (PFCP)	معرف نقطة الجلسة لتواصل PGW-U
Session-ID	Gx (Diameter)	جلسة Diameter لتواصل PCRF
Charging-ID	المحاسبة	معرف فريد للفوترة/التحصيل

بيانات الجلسة



إنشاء الجلسة

تدفق المكالمات



الخطوات

1. استلام طلب إنشاء جلسة (S5/S8)

يتم بدء إنشاء الجلسة عبر إشارات GTP-C على واجهة S5/S8. راجع واجهة S5/S8 للحصول على تفاصيل بروتوكول GTP-C الكاملة وصيغ الرسائل.

المدخلات:

- IMSI، MSISDN، IMEI
- APN (مثل، "internet")
- نوع RAT (EUTRAN)
- موقع UE (TAI، ECGI)
- سياق الناقل (QoS، F-TEID)

2. تخصيص الموارد

```
- تخصيص IP لجهاز المستخدم من مجموعة APN
- توليد معرف التحصيل
- توليد معرف جلسة Gx
- تخصيص TEID لـ S5/S8
- اختيار نظير PGW-U
```

3. طلب السياسة (Gx)

طلب السياسة من PCRF:

- إرسال CCR-Initial
- استلام CCA-Initial مع قواعد QoS وPCC

4. إعداد وحدة المستخدم (PFCP)

برمجة PGW-U بقواعد التوجيه:

- إرسال طلب إنشاء الجلسة
- تضمين PDRs، FARs، QERs، BAR
- استلام F-TEID لنفق S5/S8

5. الرد على SGW-C

إرسال رد إنشاء الجلسة:

- عنوان IP لجهاز المستخدم
- S5/S8 F-TEID (من PGW-U)
- PCO (DNS، P-CSCF، MTU)
- سياق الناقل

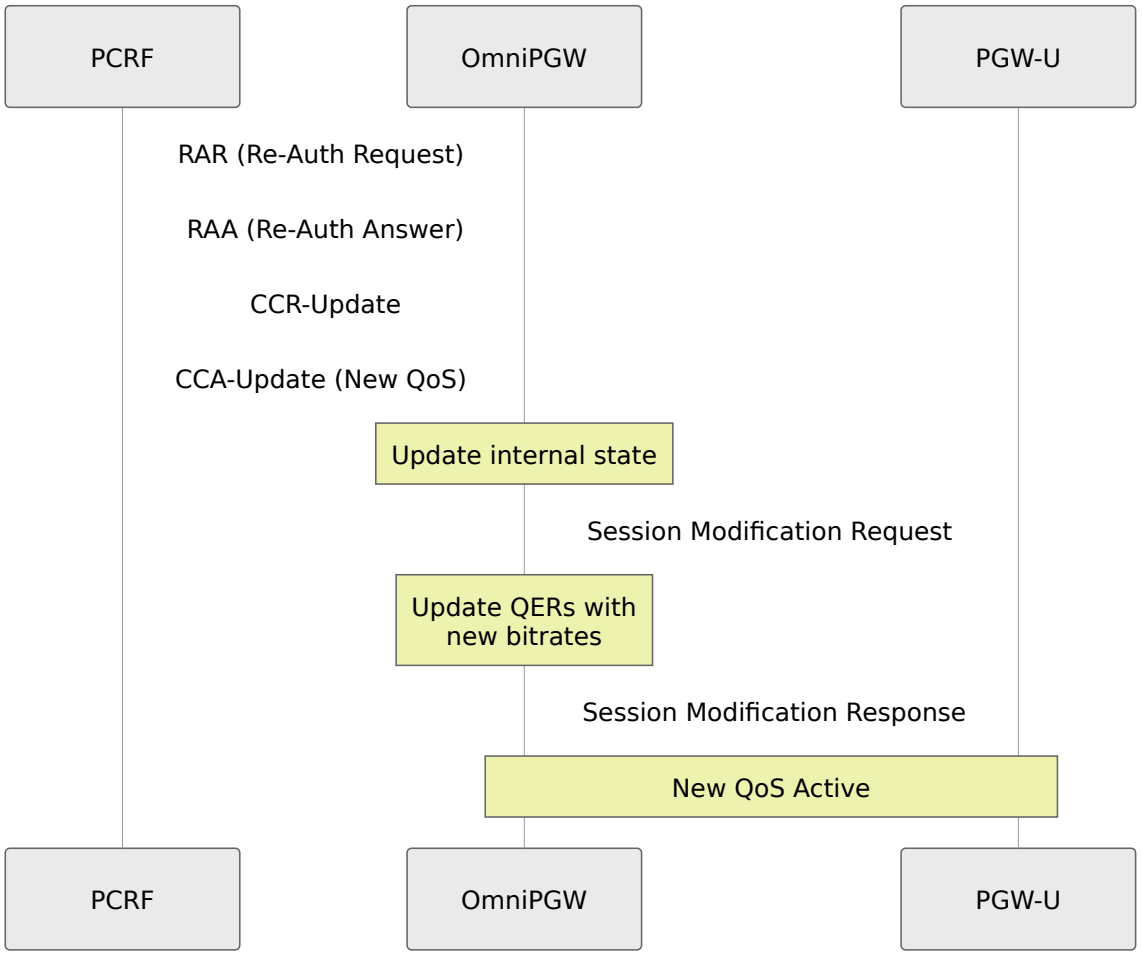
تعديل الجلسة

المحفزات

يمكن تعديل الجلسات بسبب:

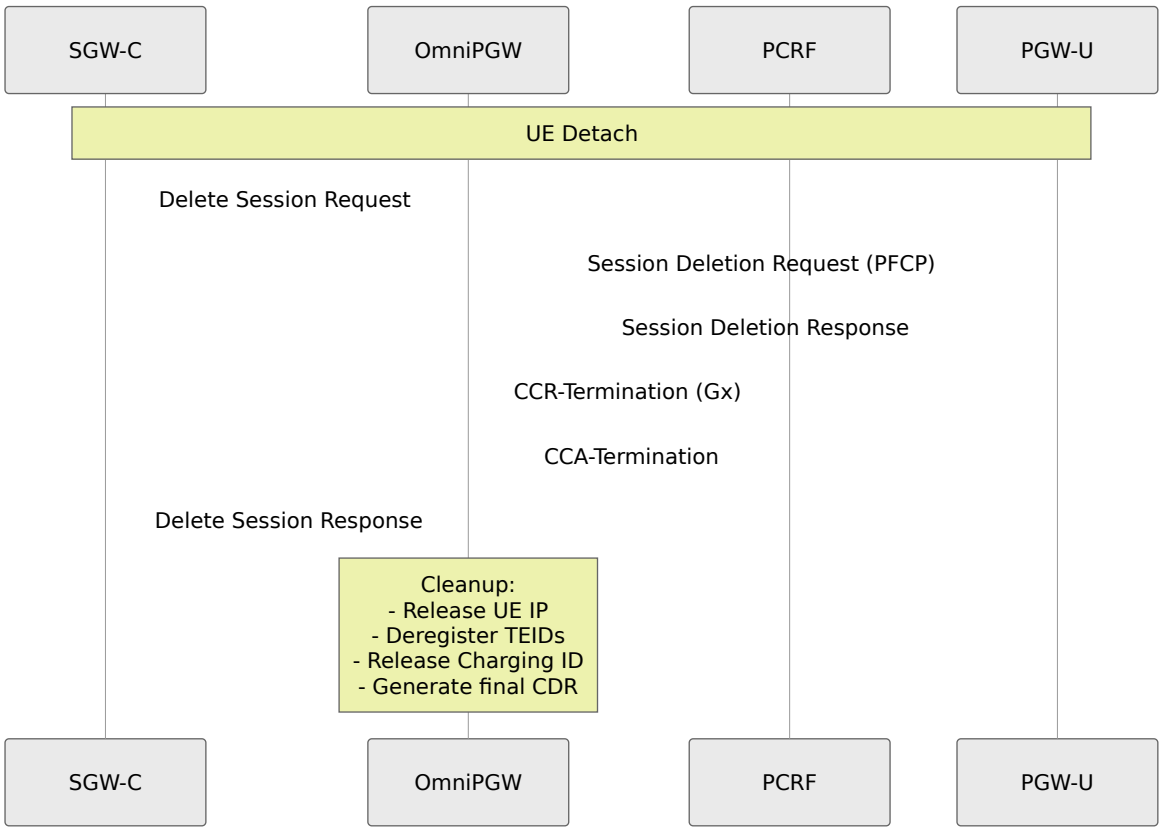
- **تغييرات QoS** - تحديثات PCRF لمعدلات البت
- **عمليات الناقل** - إضافة/إزالة الناقلات المخصصة
- **نقل** - تغيير SGW
- **تحديثات السياسة** - قواعد PCC جديدة من PCRF

تدفق تعديل QoS



حذف الجلسة

تدفق المكالمات



عملية التنظيف

الموارد المفرج عنها:

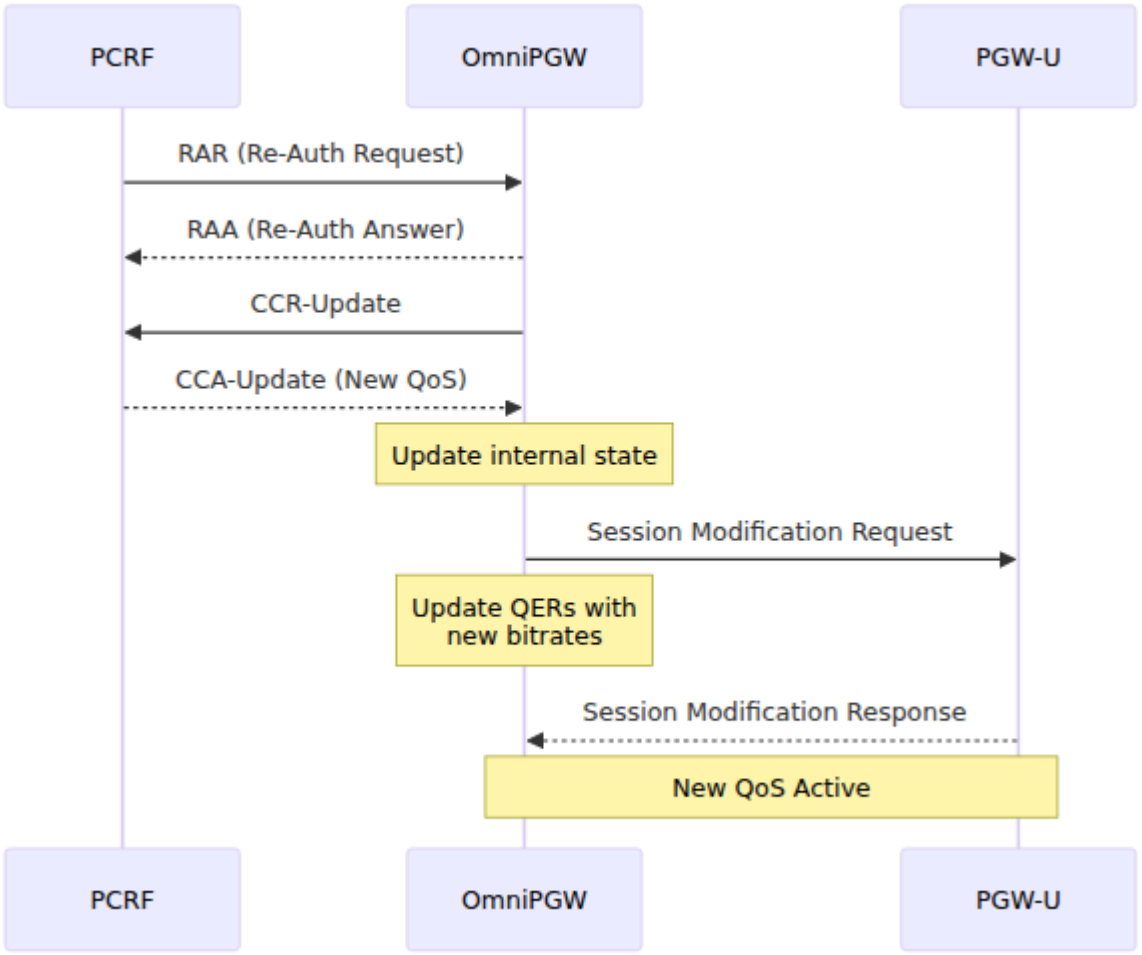
1. عنوان IP → العودة إلى المجموعة المستخدم لجهاز
2. TEID → تمت إزالته من السجل
3. SEID → تمت إزالته من السجل
4. Session-ID → تمت إزالته من السجل
5. Charging-ID → تم الإفراج عنه
6. تم إنهاء عملية الجلسة

سجلات الفوترة المولدة:

- CDR النهائي (سجل بيانات التحصيل) للفوترة غير المتصلة - راجع تنسيق CDR تم كتابة للبيانات

حالة الجلسة

آلة الحالة



تتبع الجلسة

عمليات البحث في السجل:

```
By TEID (S5/S8):
  TEID 0x12345678 → Session PID

By SEID (Sxb):
  SEID 0xABCDEF → Session PID

By Session-ID (Gx):
  "pgw.example.com;123;456" → Session PID

By UE IP:
  100.64.1.42 → Session PID

By IMSI + EBI:
  "310260123456789" + EBI 5 → Session PID
```

مراقبة الجلسات

عدد الجلسات النشطة

```
# إجمالي الجلسات النشطة
teid_registry_count

# جلسات PFCP
seid_registry_count

# جلسات Gx
session_id_registry_count
```

مقاييس الجلسة

```
# معدل إنشاء الجلسة
rate(s5s8_inbound_messages_total{message_type="create_session_request

# معدل حذف الجلسة
rate(s5s8_inbound_messages_total{message_type="delete_session_request

# زمن تأخير إنشاء الجلسة (p95)
histogram_quantile(0.95,

rate(s5s8_inbound_handling_duration_bucket{request_message_type="crea
[5m])
)
```

المشكلا�? الشائعة

فشل إنشاء الجلسة

الأسباب:

1. **استنفاد مجموعة IP** - لا توجد IPs متاحة
2. **PCRF** مهلة - **غير متاح** Gx
3. **PGW-U** لا يوجد نظير - **معطل** PFCP متاح
4. **رفض PCRF** - المستخدم غير معروف، غير مصرح له

التصحيح:

```
# تحقق من مجموعة IP
curl http://pgw:9090/metrics | grep address_registry_count

# تحقق من اتصال PCRF
# تحقق من أخطاء Gx في السجلات

# تحقق من ارتباط PGW-U
# تحقق من حالة نظير PFCP
```

الجلسة عالقة/قديمة

الأعراض:

- لم يتم حذف الجلسة بشكل صحيح
- لم يتم الإفراج عن الموارد
- تظهر السجلات عددًا أكبر من المتوقع

الأسباب:

1. لم يتم استلام طلب حذف الجلسة
2. تعطل عملية الجلسة دون تنظيف
3. تسرب السجل

الحل:

```
# إعادة تشغيل OmniPGW (يفرج عن جميع الجلسات)
# تنفيذ آلية مهلة الجلسة
```

لا يمكن لجهاز المستخدم إنشاء جلسة

الأعراض:

- فشل توصيل جهاز المستخدم
- رد إنشاء الجلسة مع سبب الخطأ

الأسباب الشائعة والردود:

الإجراء	المعنى	قيمة السبب
توفير المشترك	تم رفض PCRF (IMSI غير موجود في قاعدة البيانات)	المستخدم غير معروف
توسيع مجموعة IP	استنفاد مجموعة IP	لا توجد موارد متاحة
تحقق من الاتصال	مهلة PCRF/PGW-U	النظير البعيد لا يستجيب
تكوين مجموعة APN	غير صالح APN	الخدمة غير مدعومة

أفضل الممارسات

حدود الجلسة

تكوين السعة المناسبة:

```
عدد المستخدمين المتزامنين المتوقع: 10,000
حمولة الجلسة لكل مستخدم: ~10KB RAM
إجمالي RAM للجلسات: ~100MB

إعدادات Erlang VM:
  - الحد الأقصى من العمليات: 262,144 (افتراضي)
  - حجم كومة العملية: ضبط بناءً على الحمل
```

تنظيف الجلسة

ضمان التنظيف المناسب:

1. دائمًا استجب لطلبات حذف الجلسة
2. تنفيذ مهلة الجلسة للجلسات القديمة
3. مراقبة أعداد السجل للتسريبات

التوافر العالي

ازدواجية الجلسة:

- استخدام تصميم بلا حالة (الجلسات مرتبطة بالمثيل)
- تنفيذ قاعدة بيانات الجلسة للتوافر العالي (في المستقبل)
- موازن تحميل للتبديل/DNS

عناصر بيانات الجلسة

ما المعلومات التي تخزنها الجلسة؟

تحافظ كل جلسة PDN نشطة على المعلومات التالية:

تحديد جهاز المستخدم:

- IMSI: "310260123456789" (هوية المشترك)
- MSISDN: "14155551234" (رقم الهاتف)
- MEI/IMEI: معرف الجهاز

تفاصيل اتصال PDN:

- APN: "internet" (اسم الشبكة)
- عنوان IP 100.64.1.42 لجهاز المستخدم: (IP المخصص)
- نوع PDN: IPv4، IPv6، أو IPv4v6

معرفات الجلسة:

- معرف التحصيل: معرف فريد للفوترة
- EBI للناقل الافتراضي: معرف الناقل EPS (عادة 5)

معلمات QoS:

- APN-AMBR: الحد الأقصى لمعدل البت الإجمالي
  - الرفع: 100 Mbps
  - التنزيل: 50 Mbps

قواعد التوجيه:

- PDRs (قواعد كشف الحزم): مطابقة الحزم
- FARs (قواعد إجراء التوجيه): إجراءات التوجيه/الإسقاط
- QERs (قواعد فرض QoS): تحديد المعدل
- BAR (قاعدة إجراء التخزين المؤقت): التخزين المؤقت للتنزيل

سياق الواجهة:

- حالة S5/S8: TEIDs المحلية/البعيدة، عنوان SGW-C
- حالة Sxb: SEIDs المحلية/البعيدة، عنوان PGW-U
- حالة Gx: معرف جلسة Diameter، عداد الطلبات

واجهة الويب - مراقبة الجلسات الحية

واجهة **ويب** في الوقت الحقيقي لمراقبة الجلسات النشطة دون الحاجة OmniPGW يتضمن للاستعلام عن المقاييس أو السجلات.

بحث جهاز المستخدم والغوص العميق

الوصول: `http://<omnipgw-ip>:<web-port>/ue_search`

الغرض: البحث عن جلسات جهاز المستخدم المحددة وعرض معلومات مفصلة

الميزات:

1. **وظيفة البحث** البحث عن الجلسات بواسطة:

- **IMSI** (مثل، "310170123456789")
- **MSISDN** (رقم الهاتف)
- **عنوان IP** (مثل، "100.64.1.42")

2. خيارات البحث

- محدد منسدلة لاختيار نوع البحث
- بحث في الوقت الحقيقي مع نتائج فورية
- واجهة واضحة مع تلميحات البحث

3. **نتائج الغوص العميق** بمجرد العثور عليها، تعرض معلومات شاملة عن الجلسة:

أ) الجلسات النشطة

- جميع الجلسات النشطة لهذا المشترك
- IMSI، MSISDN، عنوان IP لجهاز المستخدم
- APN، نوع RAT

- TEID من PGW، TEID من SGW

ب) الموقع الحالي بيانات الموقع في الوقت الحقيقي من الجلسة:

- **TAC** (رمز منطقة التتبع) - المنطقة التي يقع فيها جهاز المستخدم
- **معرف الخلية (ECI)** - معرف خلية E-UTRAN
- **ECGI** - معرف الخلية العالمية E-UTRAN (PLMN + ECI)
- **MCC/MNC** - رمز الدولة المحمول / رمز الشبكة المحمولة

تكامل قاعدة بيانات أبراج الخلايا: إذا تم تكوين قاعدة بيانات OpenCellID، تعرض الواجهة:

- إحداثيات البرج الخلوي الجغرافية (خط العرض/خط الطول)
- خرائط Google المدمجة التي تظهر الموقع الدقيق للبرج
- خريطة مرئية لموقع الخلية الأخيرة المعروفة لجهاز المستخدم

راجع إعداد قاعدة بيانات أبراج الخلايا أدناه للحصول على تعليمات التكوين.

ج) معلومات الناقل قائمة مفصلة بالناقل مع معلمات QoS:

الناقل الافتراضي:

- EBI (معرف الناقل EPS)
- QCI (معرف فئة QoS)
- اسم قاعدة التحصيل
- APN-AMBR (الرفع/التنزيل)

الناقلات المخصصة (إذا كانت نشطة):

- EBI، QCI، اسم قاعدة التحصيل
- MBR UL/DL (الحد الأقصى لمعدل البت)
- GBR UL/DL (معدل البت المضمون)

د) معلومات التحصيل (واجهة Gy)

- معرف جلسة Gy
- الحصة الممنوحة، الحصة المستخدمة
- خصائص التحصيل

هـ) معلومات السياسة (واجهة Gx)

- معرف جلسة Gx
- المصدر/الوجهة PCRF مضيف
- رقم طلب CC
- قواعد التحصيل المثبتة (من الناقلات PCC قواعد)

و) الأحداث الأخيرة

- تاريخ الأحداث لهذا المشترك
- أحداث إنشاء/تحديث/حذف الجلسة

حالات الاستخدام:

- استكشاف مشكلات المشترك المحد��ة
- التحقق من إنشاء الجلسة
- التحقق من عنوان IP المعين
- فحص معلمات الجلسة

صفحة جلسات PGW

الوصول: `http://<omnipgw-ip>:<web-port>/pgw_sessions`

الغرض: عرض في الوقت الحقيقي لجميع جلسات PDN النشطة

الميزات:

1. نظرة عامة على الجلسة

- عدد الجلسات الحية (تحديث كل 2 ثانية)
- عرض شبكي لجميع الجلسات النشطة
- لا حاجة للتحديث - يتم التحديث تلقائيًا

2. مرئية لكل جلسة **معلومات سريعة عن الجلسة**:

- **IMSI** - هوية المشترك
- **UE IP** - عنوان IP المخصص
- **SGW TEID** - معرف نفق S5/S8 من SGW
- **PGW TEID** - معرف نفق S5/S8 من OmniPGW
- **APN** - اسم نقطة الوصول

3. البحث عن الجلسات بواسطة **وظيفة البحث**:

- IMSI (مثل، "310260")
- عنوان IP (مثل، "100.64") لجهاز المستخدم
- MSISDN / رقم الهاتف

- اسم APN

4. **تفاصيل قابلة للتوسيع** انقر على أي صف جلسة لرؤية التفاصيل الكاملة:

- معلومات كاملة عن المشترك (IMSI، MSISDN، IMEI)
- سياق الشبكة (نوع RAT، شبكة الخدمة MCC/MNC)
- معلمات QoS (AMBR للرفع/التنزيل بصيغة قابلة للقراءة البشرية)
- معرفات النفق (كلا TEIDs بتنسيق سداسي عشري)
- معرف العملية للتصحيح
- حالة الجلسة الكاملة (بنية البيانات الخام)

عرض تخطيط الشبكة

الوصول: `http://<omnipgw-ip>:<web-port>/topology`

الغرض: تمثيل مرئي لروابط الشبكة والجلسات النشطة

الميزات:

1. تصور التخطيط

- رسم بياني مرئي لعناصر الشبكة
- يظهر عقدة PGW-C (خطة التحكم)
- أقران HSS (خادم المشتركين المنزليين) المتصلة
- عرض عدد الجلسات النشطة

2. عناصر تفاعلية

- عناصر تحكم التكبير (+/-)
- زر مركز العرض
- انقر على العقد للحصول على التفاصيل
- يظهر حالة الاتصال (الأخضر = نشط، الأحمر = معطل)

3. عدد الجلسات

- عداد الجلسات النشطة في الوقت الحقيقي
- ي��م التحديث تلقائيًا
- مؤشر مرئي للحمل

حالات الاستخدام:

- فهم بنية الشبكة بسرعة
- التحقق من اتصالات الأقران
- مراقبة تغييرات التخطيط
- فحص صحة الشبكة بسرعة

تاريخ الجلسة وسجل التدقيق

الوصول: `http://<omnipgw-ip>:<web-port>/session_history`

الغرض: تتبع أحداث الجلسة التاريخية وسجل التدقيق

الميزات:

1. تصفية الأحداث

- تصفية حسب نوع الحدث (جميع الأحداث، جلسة تم إنشاؤها، جلسة تم حذفها، إلخ)
- اختيار نطاق التاريخ (من تاريخ / إلى تاريخ)
- البحث بواسطة IMSI، MSISDN، عنوان IP، أو TEID

2. وظيفة التصدير

- تصدير إلى CSV للتحليل
- يتضمن جميع النتائج المصفاة
- مفيد للامتثال والتقارير

3. أنواع الأحداث المتعقبة

- أحداث إنشاء الجلسة
- أحداث حذف الجلسة
- أحداث التعديل
- أحداث الخطأ

حالات الاستخدام:

- سجل التدقيق للامتثال
- تحليل الجلسات التاريخية
- استكشاف المشكلات السابقة
- توليد تقارير الاستخدام
- تتبع أنماط الجلسة على مر الزمن

حالات الاستخدام التشغيلية

التحقق من الجلسة:

```
1. يبلّغ المستخدم عن مشكلة في الاتصال
2. أو رقم الهاتف IMSI البحث في واجهة الويب بواسطة
3. التحقق من وجود الجلسة وأن جهاز المستخدم لديه عنوان IP
4. مع خطة المشترك QoS التحقق من تطابق قيم
5. التحقق من إنشاء نقاط النفق
```

مراقبة السعة:

- نظرة سريعة على عدد الجلسات النشطة
- مقارنة مع السعة المرخصة
- تحديد أنماط الاستخدام حسب APN

استكشاف الأخطاء:

- العثور على جلسة محددة بواسطة أي معرف
- فحص حالة الجلسة الكاملة دون SSH/IEx
- التحقق من تطابق TEIDs بين SGW و PGW
- التحقق من قيم AMBR المطبقة من PCRF

المزايا على المقاييس:

- رؤية تفاصيل الجلسة الفردية (تظهر المقاييس المجاميع)
- قدرات البحث والتصفية
- تنسيق قابل للقراءة البشرية (عرض النطاق الترددي بالميغابت في الثانية، وليس بالبت في الثانية)
- فحص الحالة في الوقت الحقيقي
- لا حاجة للوصول إلى سطر الأوامر

إعداد قاعدة بيانات أبراج الخلايا

يمكن لـ OmniPGW التكامل مع قاعدة بيانات OpenCellID لعرض مواقع أبراج الخلايا في واجهة بحث جهاز المستخدم. تتيح هذه الميزة التصور الجغرافي لمكان وجود المشتركين بناءً على موقع خلية الخدمة الخاصة بهم.

نظرة عامة

عند التكوين، ستقوم واجهة بحث جهاز المستخدم بـ:

- عرض إحداثيات برج الخلية (خط العرض/خط الطول)
- عرض عرض خرائط Google المدمجة لموقع البرج
- توفير تأكيد مرئي لموقع المشترك
- المساعدة في استكشاف مشكلات التوجيه المعتمدة على الموقع

الإعداد

الوصول إلى صفحة أبراج الخلايا على `http://<omnipgw-ip>:<web-port>/cell_towers` وانقر على زر **"إعادة تنزيل قاعدة البيانات"**. هذا يؤدي إلى بدء عملية تنزيل واستيراد تلقائية في الخلفية.

الميزات:

- تنزيل بيانات جديدة من OpenCellID.org
- استخراج البيانات تلقائيًا واستيرادها إلى SQLite
- تعمل في الخلفية (تستغرق 10-15 دقيقة)
- تظهر إشعارات التقدم عبر واجهة الويب
- آمنة: تحذف فقط قاعدة البيانات القديمة بعد تأكيد نجاح التنزيل الجديد

الإعداد الأولي: عند الوصول لأول مرة إلى صفحة أبراج الخلايا، ستظهر تعليمات الإعداد مع زر "إعادة تنزيل قاعدة البيانات". انقر عليه ببساطة لتهيئة قاعدة البيانات.

معلومات قاعدة البيانات

موقع قاعدة البيانات:

- قاعدة بيانات SQLite: `priv/cell_towers.db`
- تنزيل CSV (مؤقت): `priv/data/cell_towers.csv.gz`
- الفهارس: تم إنشاؤها تلقائيًا على MCC، MNC، LAC، CellID لعمليات البحث السريعة

حجم قاعدة البيانات:

- ~107 ميغابايت تنزيل مضغوط من OpenCellID.org
- زمن الاستيراد: 10-15 دقيقة حسب الأجهزة

أداء عمليات البحث:

- عمليات البحث عن أبراج الخلايا مفهرسة وسريعة جدًا (<1ms)
- لا تأثير على أداء إنشاء الجلسة
- تحدث عمليات البحث فقط عند عرض نتائج بحث جهاز المستخدم

الميزات المفعلة

بعد الإعداد، تصبح الميزات التالية متاحة:

صفحة بحث جهاز المستخدم:

- قسم الموقع الحالي يعرض إحداثيات برج الخلية
- خرائط Google المدمجة تعرض موقع البرج

- تمثيل مرئي لموقع الخلية الأخيرة المعروفة للمشترك

واجهة ويب أبراج الخلايا:

- عرض إحصائيات قاعدة البيانات (إجمالي السجلات، حجم قاعدة البيانات، تاريخ الإنشاء)
- OpenCellID **زر إعادة تنزيل قاعدة البيانات** - تحديث بنقرة واحدة لأحدث بيانات
- تصفح قاعدة بيانات أبراج الخلايا
- البحث بواسطة MCC، MNC، LAC، معرف الخلية
- عرض التوزيع الجغرافي للأبراج
- رؤية تعليمات الإعداد إذا لم يتم تكوين قاعدة البيانات بعد

الفوائد التشغيلية:

- تحديد موقع المشترك الجغرافي بسرعة
- الت��قق من سيناريوهات التجوال
- استكشاف المشكلات المعتمدة على الموقع
- دعم متطلبات خدمات الطوارئ لموقع المشترك

تحديث قاعدة البيانات

تتم صيانة قاعدة بيانات OpenCellID بواسطة المجتمع ويتم تحديثها بانتظام.

لتحديث قاعدة البيانات المحلية الخاصة بك:

1. انتقل إلى `http://<omnipgw-ip>:<web-port>/cell_towers`
2. انقر على زر **"إعادة تنزيل قاعدة البيانات"**
3. أكد الإجراء في مربع الحوار المنبثق
4. انتظر 10-15 دقيقة لإكمال تنزيل/استيراد الخلفية
5. قم بتحديث الصفحة لرؤية الإحصائيات المحدثة

تكرار التحديث الموصى به: شهريًا أو ربع سنويًا

ملاحظة: قد تقوم OpenCellID بتحديد معدل التنزيلات. إذا قمت بالتنزيل مؤخرًا، انتظر بضع ساعات قبل المحاولة مرة أخرى.

استكشاف الأخطاء

فشل إعادة التنزيل:

- تحقق من الاتصال بالإنترنت مع OpenCellID.org
- تحقق من أن جدار الحماية يسمح بتنزيلات HTTPS
- تحقق من مساحة القرص (~200 ميغابايت مساحة حرة مطلوبة)
- تحقق من سجلات التطبيق للرسائل الخطأ المحددة
- تحد من المعدل - انتظر بضع ساعات وحاول مرة أخرى قد تكون OpenCellID
- تحقق من أن واجهة الويب تعرض رسالة الخطأ من المهمة الخلفية

أخطاء كتابة قاعدة البيانات:

- تحقق من أذونات كتابة قاعدة البيانات في دليل `priv/`
- تأكد من وجود مساحة كافية على القرص (~150 ميغابايت لقاعدة البيانات)
- تحقق من أن التطبيق لديه إذن لإنشاء/حذف الملفات في `priv/`

لم يتم العثور على برج الخلية:

- قد لا تحتوي قاعدة البيانات على تغطية لجميع مواقع الخلايا
- يساهم بها المجتمع وقد تحتوي على فجوات OpenCellID
- قد تكون بيانات برج الخلية قديمة بالنسبة للمواقع التي تم نشرها حديثًا

الخريطة لا تظهر:

- في المتصفح للرسائل الخطأ JavaScript تحقق من وحدة التحكم في
- تحقق من أذونات تضمين خرائط Google
- تحقق مما إذا كانت إ��داثيات برج الخلية صالحة

الوثائق ذات الصلة

الوظائف الأساسية للجلسة

- **واجهة PFCP** - إنشاء جلسة وحدة المستخدم، PDRs، FARs، QERs، URRs
- **تخصيص IP** - تعيين عنوان **لجهاز المستخدم** IP، إدارة مجموعة APN

- **تكوين PCO** - معلمات DNS، P-CSCF، MTU المرسلة إلى جهاز المستخدم
- **دليل التكوين** - اختيار UPF، تدفقات إنشاء الجلسة

السياسة والتحصيل

- **واجهة Diameter Gx** - التحكم في سياسة PCRF، قواعد PCC، إدارة QoS
- **واجهة Diameter Gy** - التحصيل عبر الإنترنت OCS، تتبع الحصص
- **تنسيق CDR** - إنشاء سجلات التحصيل غير المتصلة **للبيانات**

واجهات الشبكة

- **واجهة S5/S8** - بروتوكول GTP-C، تواصل SGW-C
- **إدارة QoS** - فرض **والناقلات** QoS للناقل

العمليات

- **دليل المراقبة** - مقاييس الجلسة، تتبع الجلسات النشطة، التنبيهات
- **مراقبة P-CSCF** - مراقبة جلسة IMS

العودة إلى دليل العمليات

دليل استكشاف الأخطاء وإصلاحها لـ OmniPGW

إجراءات استكشاف الأخطاء والمشاكل الشائعة

بواسطة خدمات شبكة أومنيتاتش

جدول المحتويات

1. نظرة عامة
2. أدوات استكشاف الأخطاء
3. مشاكل إنشاء الجلسة
4. مشاكل PFCP / مستوى المستخدم
5. مشاكل القطر (Gx/Gy)
6. مشاكل تخصيص IP
7. مشاكل الأداء
8. مشاكل صحة النظام
9. مرجع سريع

نظرة عامة

يوفر هذا الدليل إجراءات استكشاف الأخطاء خطوة بخطوة لمشاكل التشغيل الشائعة في OmniPGW. تتضمن كل مشكلة:

- **الأعراض**: ما ستلا��ظه
- **الأسباب المحتملة**: الأسباب الجذرية الشائعة
- **التشخيص**: كيفية تأكيد السبب
- **الحل**: خطوات الإصلاح خطوة بخطوة
- **الوقاية**: كيفية تجنب التكرار

الوثائق ذات الصلة

- **دليل المراقبة** - مقاييس بروميثيوس، التنبيه، مراقبة الأداء
- **دليل التكوين** - مرجع تكوين النظام

أدوات استكشاف الأخطاء

واجهة الويب

الوصول: `http://<omnipgw_ip>:4000`

الصفحات الرئيسية:

- **/pgw_sessions** - عارض الجلسات في الوقت الحقيقي (البحث حسب IMSI، IP، MSISDN، APN)
- **/diameter** - حالة نظير القطر (Gx PCRF، Gy OCS)
- **/pfcp_peers** - حالة نظير PFCP (اتصال PGW-U)
- **/logs** - بث السجلات في الوقت الحقيقي مع التصفية

مقاييس بروميثيوس

الوصول: `http://<omnipgw_ip>:9090/metrics`

المقاييس الرئيسية:

- `teid_registry_count` - الجلسات النشطة
- `address_registry_count` - عناوين IP المخصصة لـ UE
- `sxb_inbound_errors_total` - أخطاء PFCP
- `gx_inbound_errors_total` - أخطاء القطر Gx
- `gy_inbound_errors_total` - أخطاء القطر Gy

انظر دليل المراقبة للحصول على مرجع المقاييس الكامل.

تحليل السجلات

واستخدام عوامل التصفية للبحث **واجهة الويب:** الوصول إلى صفحة **/logs**

عوامل تصفية السجلات الشائعة:

- "create_session_request" - إنشاء الجلسة
- "Credit Control" - تفاعلات Gx/Gy
- "PFCP Session" - برمجة مستوى المستخدم
- "ERROR" أو "error" - رسائل الخطأ
- "timeout" - مشاكل المهلة

مشاكل إنشاء الجلسة

المشكلة: تم رفض طلب إنشاء الجلسة بسبب "عدم توفر موارد"

الأعراض:

- SGW-C (73) "عدم توفر موارد" يتلقى استجابة إنشاء جلسة مع السبب
- جميع محاولات الجلسة الجديدة تفشل
- الجلسات الحالية تستمر في العمل
- السجلات: `تم حظر طلب إنشاء الجلسة - ترخيص غير صالح [PGW-C]`

"يظهر استجابة إنشاء جلسة مع سبب "عدم توفر موارد Wireshark التقاط

السبب المحتمل:

- ترخيص OmniPGW غير صالح أو منتهي
- خادم الترخيص غير متاح

التشخيص:

1. **تحقق من مقياس الترخيص:**

   ```
   license_status
   ```

   - قيمة 0 تشير إلى ترخيص غير صالح

2. **تحقق من السجلات للتحذيرات المتعلقة بالترخيص:**

   - ابحث عن "License" أو "license"
   - ابحث عن رسائل "غير قادر على الاتصال بخادم الترخيص"

3. **تحقق من اتصال خادم الترخيص:**

   - تحقق من عنوان URL المكون في `config/runtime.exs` تحت `:license_client`
   - الافتراضي: `https://localhost:10443/api`

الحل:

1. **تحقق من أن خادم الترخيص متاح:**

```
curl -k https://<license_server_ip>:10443/api/status
```

2. **تحقق من تكوين الترخيص في `config/runtime.exs`:**

```
config :license_client,
  license_server_api_urls:
["https://<license_server_ip>:10443/api"],
  licensee: "اسم شركتك"
```

3. **تحقق من أن المنتج مرخص:**
   - اسم المنتج: `omnipgwc`
   - اتصل بأومنيتاتش للتحقق من حالة الترخيص
4. **أعد تشغيل OmniPGW بعد تغييرات التكوين**

الوقاية:

- راقب مقياس `license_status` مع تنبيهات حرجة
- تأكد من توفر خادم الترخيص العالي
- إعداد تنبيهات انتهاء الترخيص قبل انتهاء الصلاحية

المشكلة: تم رفض طلب إنشاء الجلسة (أسباب أخرى)

الأعراض:

- يتلقى SGW-C استجابة إنشاء جلسة مع سبب الخطأ
- لا يمكن للمستخدمين إنشاء اتصالات PDN
- المقياس: `s5s8_inbound_errors_total` في تزايد

الأسباب المحتملة:

1. استنفاد مجموعة IP

2. PCRF (Gx) غير متاح أو يرفض السياسة
3. PGW-U (PFCP) غير متاح
4. تكوين APN غير صالح

التشخيص:

1. **تحقق من استخدام مجموعة IP:**

   ```
   address_registry_count
   ```

   - إذا كانت تساوي حجم المجموعة المكونة، فإن المجموعة مستنفدة

2. **تحقق من اتصال PCRF:**

   - صفحة → واجهة الويب **/diameter**
   - ابحث عن حالة نظير PCRF = "غير متصل"
   - السجلات: ابحث عن "Credit Control Answer" للأخطاء

3. **تحقق من حالة نظير PFCP:**

   - صفحة → واجهة الويب **/pfcp_peers**
   - ابحث عن "Association: DOWN"
   - المقياس: `pfcp_peer_associated` = 0

4. **تحقق من تكوين APN:**

   - راجع `config/runtime.exs` تحت `ue.apn_map`
   - تحقق من أن APN المطلوب موجود في التكوين

الحل:

للاستنفاد في مجموعة IP:

1. ابحث عن الجلسات القديمة: واجهة الويب → **/pgw_sessions**، تحديد الجلسات القديمة
2. توسيع مجموعة IP في `config/runtime.exs`:

```
config :pgw_c,
  ue: %{
    subnet_map: %{
      "internet" => "10.0.0.0/23"  # تم تغييره من /24 إلى /23 (يضاعف السعة)
    }
  }
```

3. أعد تشغيل OmniPGW
4. تحقق: `curl http://<ip>:9090/metrics | grep address_registry_count`

لمشاكل اتصال PCRF:

1. تحقق من الاتصال الشبكي: `ping <pcrf_ip>`
2. تحقق من خدمة القطر PCRF: `telnet <pcrf_ip> 3868`
3. تحقق من تكوين نظير القطر في `config/runtime.exs`
4. أعد تشغيل OmniPGW إذا تم تغيير التكوين
5. تحقق عبر واجهة الويب → **/diameter** (يجب أن تظهر الحالة "متصل")

لمشاكل PFCP:

- انظر قسم مستوى المستخدم / PFCP

الوقاية:

- راقب استخدام مجموعة IP 80% مع تنبيهات عند
- راقب اتصال PCRF مع تنبيهات نظير القطر
- تنفيذ تنظيف الجلسات للجلسات غير النشطة

المشكلة: الجلسات عالقة في حالة وسيطة

الأعراض:

- تظهر الجلسة في واجهة الويب ولكنها غير مكتملة
- تظهر المقاييس زيادة في عدد الجلسات ولكن لا يوجد حركة مرور للمستخدم
- فشل طلب حذف الجلسة أو انتهت المهلة

الأسباب المحتملة:

1. فشل إنشاء جلسة PFCP ولكن تم إنشاء جلسة S5/S8
2. انتهاء مهلة CCR-Initial في PCRF
3. فشل طلب إنشاء الناقل (الناقل المخصص)
4. انقطاع الشبكة أثناء إعداد الجلسة

التشخيص:

1. **ابحث عن الجلسة في واجهة الويب:**
   - **/pgw_sessions** → ابحث حسب IMSI
   - تحقق مما إذا كان `pfcp_seid` موجودًا (إذا كان مفقودًا، فشل PFCP)
   - تحقق مما إذا كان `gx_session_id` موجودًا (إذا كان مفقودًا، فشل Gx)
2. **تحقق من السجلات لـ IMSI:**
   - قم بتصفية السجلات حسب IMSI
   - ابحث عن "طلب إنشاء الجلسة" (PFCP)
   - ابحث عن "طلب التحكم في الائتمان" (Gx)
   - ابحث عن رسائل انتهاء المهلة أو الأخطاء
3. **تحقق من المقاييس:**

```
# الجلسات مع TEID ولكن لا توجد جلسة PFCP
teid_registry_count - seid_registry_count

# الجلسات مع TEID ولكن لا توجد جلسة Gx
teid_registry_count - session_id_registry_count
```

الحل:

1. **لفشل إنشاء PFCP:**
   - تحقق من صحة PGW-U والسجلات
   - تحقق من ارتباط PFCP: واجهة الويب → **/pfcp_peers**
   - أرسل طلب حذف الجلسة من SGW-C للتنظيف
2. **لمشاكل انتهاء مهلة Gx:**

- تحقق من زمن انتقال PCRF: `histogram_quantile(0.95, rate(gx_outbound_transaction_duration_bucket[5m]))`
- إذا لزم الأمر `config/runtime.exs` في Gx زيادة زمن انتهاء مهلة
- أرسل طلب حذف الجلسة للتنظيف

3. **تنظيف يدوي (كملاذ أخير):**
   - لمسح الجلسات العالقة OmniPGW حاليًا يتطلب إعادة تشغيل
   - راقب `teid_registry_count` قبل/ب��د إعادة التشغيل لتأكيد التنظيف

الوقاية:

- راقب مقاييس زمن انتقال PFCP وGx
- تنفيذ انتهاء الجلسة/التنظيف للجلسات غير المكتملة
- تنبيه على عدم تطابق عدد السجلات

مشاكل PFCP / مستوى المستخدم

المشكلة: ارتباط PFCP غير متصل

الأعراض:

- واجهة الويب → **/pfcp_peers** تظهر "Association: DOWN"
- جميع إنشاءات الجلسات الجديدة تفشل
- المقياس: `pfcp_peer_associated` = 0
- السجلات: "انتهاء مهلة نبض PFCP" أو "فشل إعداد الارتباط"

الأسباب المحتملة:

1. PGW-U غير متاح (مشكلة شبكة)
2. PGW-U تعطل أو أعيد تشغيله
3. عدم تطابق تكوين PFCP (IP، المنفذ)
4. جدار ناري يحظر UDP 8805

التشخيص:

1. **تحقق من الاتصال الشبكي:**

```
ping <pgw_u_ip>
nc -u -v <pgw_u_ip> 8805
```

2. **تحقق من تكوين PFCP:**

   - راجع `config/runtime.exs` تحت `upf.peer_list`
   - تحقق من أن عنوان IP لـ PGW-U ومعرف العقدة يتطابقان مع تكوين

3. **تحقق من حالة PGW-U:**

   - الوصول إلى سج��ات PGW-U
   - تحقق من أن PGW-U يعمل: `systemctl status omnipgw_u` (أو ما يعادلها)

4. **تحقق من المقاييس:**

```
# فشل نبضات القلب
pfcp_consecutive_heartbeat_failures

# معدل خطأ PFCP
rate(sxb_inbound_errors_total[5m])
```

الحل:

1. **لمشاكل الشبكة:**

   - تحقق من التوجيه: `traceroute <pgw_u_ip>`
   - تحقق من قواعد جدار الحماية: تأكد من السماح لـ UDP 8805
   - تحقق من مجموعات الأمان (إذا كان النشر في السحابة)

2. **لفشل PGW-U:**

   - أعد تشغيل خدمة PGW-U
   - انتظر 30 ثانية لإعادة إنشاء الارتباط
   - تحقق عبر واجهة الويب → **/pfcp_peers** (يجب أن تظهر "Association: UP")

3. **لمشاكل التكوين:**
    - صحح تكوين نظير PFCP في `config/runtime.exs`
    - أعد تشغيل OmniPGW
    - تحقق من إنشاء الارتباط

الوقاية:

- راقب مقياس `pfcp_peer_associated` مع تنبيهات حرجة
- راقب `pfcp_consecutive_heartbeat_failures` (تنبيه عند > 2)
- تنفيذ نسخ احتياطي من مثيلات PGW-U
- تفعيل نبض/نبض PFCP (يجب أن يكون الافتراضي)

المشكلة: فشل تعديل جلسة PFCP

الأعراض:

- فشل إنشاء الناقل المخصص
- فشل تحديثات سياسة QoS (من PCRF RAR)
- السجلات: "فشل طلب تعديل الجلسة"
- المقياس: `sxb_inbound_errors_total{message_type="session_modification_response"}` في تزايد

الأسباب المحتملة:

1. قواعد PFCP غير صالحة (مراجع PDR/FAR/QER)
2. استنفاد موارد PGW-U
3. تعارضات معرف القاعدة
4. خطأ في برنامج PGW-U

التشخيص:

1. **تحقق من السجلات:**
    - قم بتصفية "تعديل الجلسة" وSEID
    - ابحث عن رموز أسباب الخطأ في استجابة PFCP

- الأسباب الشائعة: "معرف القاعدة موجود بالفعل"، "نفاد الموارد"

2. **تحقق من سجلات PGW-U:**
   - ابحث عن أخطاء معالجة PFCP
   - تحقق من استخدام الموارد (CPU، الذاكرة)
3. **تحقق من حالة الجلسة في واجهة الويب:**
   - **/pgw_sessions** → ابحث عن الجلسة حسب IMSI
   - راجع `pdr_map`، `far_map`، `qer_map` للبحث عن تعارضات
   - ابحث عن معرفات مكررة

الحل:

1. **لتعارضات القواعد:**
   - احذف وأعد إنشاء الناقل المخصص
   - إذا استمرت المشكلة، احذف الجلسة واطلب من UE إعادة الاتصال
2. **لمشاكل موارد PGW-U:**
   - تحقق من سعة PGW-U (الجلسات، PDRs، الإنتاجية)
   - قم بتوسيع PGW-U إذا لزم الأمر
   - تقليل الحمل على الجلسات على مثيل PGW-U المتأثر
3. **لأخطاء البرمجيات:**
   - التقاط حالة الجلسة الكاملة (تفاصيل جلسة واجهة الويب)
   - التقاط سجلات رسائل PFCP
   - الإبلاغ إلى البائع مع خطوات التكاثر

الوقاية:

- راقب استخدام موارد PGW-U
- اختبار إنشاء الناقل المخصص في بيئة التجريب
- راقب `sxb_inbound_errors_total` مع تنبيهات

مشاكل القطر (Gx/Gy)

المشكلة: تم قطع اتصال نظير PCRF (Gx)

الأعراض:

- واجهة الويب → **/diameter** تظهر نظير PCRF "غير متصل"
- الجلسات التي تم إنشاؤها بدون سياسات QoS (تطبيق QCI=5 الافتراضي)
- السجلات: "فشل اتصال نظير القطر" أو "انتهاء مهلة CER/CEA"

الأسباب المحتملة:

1. PCRF غير متاح (مشكلة شبكة)
2. خدمة PCRF متوقفة
3. عدم تطابق تكوين القطر (Origin-Host، Realm)
4. جدار ناري يحظر TCP 3868

التشخيص:

1. **تحقق من الاتصال الشبكي:**

```
ping <pcrf_ip>
telnet <pcrf_ip> 3868
```

2. **تحقق من تكوين القطر:**
   - راجع `config/runtime.exs` تحت `diameter.peer_list`
   - تحقق من أن `host`، `realm`، `ip` تتطابق مع تكوين PCRF
   - تحقق من أن `origin_host` يتطابق مع ما يتوقعه PCRF
3. **تحقق من سجلات PCRF:**
   - ابحث عن CER (طلب تبادل القدرات) من PGW-C
   - ابحث عن أسباب الرفض
4. **تحقق من المقاييس:**

```
# أخطاء اتصال القطر
diameter_peer_connected{peer="<pcrf_host>"}
```

الحل:

1. **لمشاكل الشبكة:**
   - تحقق من التوجيه إلى PCRF
   - تحقق من قواعد جدار الحماية: تأكد من السماح لـ TCP 3868
   - اختبار الاتصال: `nc -v <pcrf_ip> 3868`
2. **إذا كانت خدمة PCRF متوقفة:**
   - أعد تشغيل خدمة PCRF
   - انتظر إعادة الاتصال التلقائي (فترة إعادة المحاولة 30 ثانية)
   - تحقق عبر واجهة الويب ← **/diameter**
3. **لمشاكل عدم التطابق في التكوين:**
   - صحح تكوين القطر في `config/runtime.exs`:

```
config :pgw_c,
  diameter: %{
    host: "pgw-
c.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",  # يجب أن
يتطابق مع تكوين PCRF
    realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",
    peer_list: [
      %{
        host:
"pcrf.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",
        realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",
        ip: "192.168.1.100",
        initiate_connection: true
      }
    ]
  }
```

   - أعد تشغيل OmniPGW
   - تحقق من إنشاء الاتصال

الوقاية:

- راقب اتصال نظير القطر مع تنبيهات حرجة
- احتياطية (إذا كانت مدعومة) PCRF تنفيذ مثيلات
- توثيق تكوين القطر في سجل التشغيل

المشكلة: انتهاء مهلة CCR/CCA (طلبات سياسة Gx)

الأعراض:

- إنشاء الجلسة بطيء (> 5 ثوانٍ)
- السجلات: "انتهاء مهلة طلب التحكم في الائتمان"
- المقياس: `gx_outbound_transaction_duration` مرتفع جدًا (> 5 ثوانٍ)
- الجلس��ت التي تم إنشاؤها مع QoS الافتراضي (سلوك احتياطي)

الأسباب المحتملة:

1. PCRF محمل بشكل زائد
2. PCRF قاعدة بيانات بطيئة
3. زمن انتقال الشبكة
4. PCRF مشكلة برمجية في

التشخيص:

1. **تحقق من زمن انتقال Gx:**

```
# زمن الانتقال P95
histogram_quantile(0.95,
rate(gx_outbound_transaction_duration_bucket[5m]))

# زمن الانتقال P99 (الاستثناءات)
histogram_quantile(0.99,
rate(gx_outbound_transaction_duration_bucket[5m]))
```

2. **تحقق من صحة PCRF:**
    - الوصول إلى لوحات مراقبة PCRF

- تحقق من CPU، الذاكرة، اتصالات قاعدة البيانات
- مراجعة سجلات PCRF للبحث عن الاستعلامات البطيئة

3. **تحقق من زمن انتقال الشبكة:**

```
ping -c 100 <pcrf_ip> | tail -1  # تحقق من متوسط زمن الانتقال
```

4. **تحقق من السجلات:**

- عد تبادلات CCR/CCA: تصفية "التحكم في الائتمان"
- قياس الوقت بين "إرسال CCR" و"استلام CCA"

الحل:

1. **إذا كان PCRF محملًا بشكل زائد:**

- قم بتوسيع PCRF (إضافة مثيلات)
- إذا كان ذلك ممكنًا تقليل حجم رسالة CCR
- ضبط تجمعات خيوط PCRF / العمال

2. **لمشاكل زمن انتقال الشبكة:**

- التحقيق في مسار الشبكة (الموجهات، المفاتيح)
- النظر في وضع PCRF وPGW-C في نفس الموقع

3. **حل مؤقت (زيادة المهلة):**

- تحرير `config/runtime.exs`:

```
config :pgw_c,
  diameter: %{
    transaction_timeout_ms: 10000  # زيادة من 5000 الافتراضي
  }
```

- أعد تشغيل OmniPGW
- **ملاحظة:** هذا فقط يخفي المشكلة؛ يجب إصلاح السبب الجذري

الوقاية:

- مع تنبيهات (تحذير > 1 ثانية، حرجة > 5 ثوانٍ) راقب زمن انتقال Gx
- لمعدل الجلسات المتوقع PCRF التخطيط السعوي لـ
- تحت الحمل PCRF اختبار أداء

المشكلة: تم قطع اتصال نظير OCS (Gy)

الأعراض:

- واجهة الويب → **/diameter** تظهر نظير OCS "غير متصل"
- لا يمكن شحن الجلسات (فشل الشحن عبر الإنترنت)
- السجلات: "فشل اتصال نظير Gy"

التشخيص والحل:

تم قطع اتصال نظير ماثل لـ PCRF، ولكن لواجهة Gy.

الاختلافات الرئيسية:

- المنفذ: عادةً TCP 3868 (نفس Gx)
- التأثير: فشل الشحن، قد يتم رفض الجلسات أو السماح بها بدون شحن (يعتمد على التكوين)
- التكوين: تحقق من `diameter.peer_list` لإدخال OCS

واجهة Gy للقطر لاستكشاف الأخطاء المتعلقة بـ Gy **انظر:**

مشاكل تخصيص IP

المشكلة: استنفاد مجموعة IP

الأعراض:

- "تم رفض طلب إنشاء الجلسة بسبب "عدم توفر موارد
- المقياس: `address_registry_count` يساوي حجم المجموعة المكونة
- واجهة الويب → **/pgw_sessions** تظهر العديد من الجلسات النشطة

- "فشل تخصيص IP: استنفاد المجموعة" :السجلات

الأسباب المحتملة:

1. المجموعة صغيرة جدًا لقاعدة المشتركين
2. الجلسات لا تطلق IPs (فشل حذف الجلسة)
3. دوران سريع للجلسات بدون تنظيف
4. تسرب عنوان IP

التشخيص:

1. **تحقق من استخدام المجموعة:**

```
# 24/ لمجموعة (254 IPs)
(address_registry_count / 254) * 100
```

2. **تحقق من حجم المجموعة المكونة:**
   - راجع `config/runtime.exs` تحت `ue.subnet_map`
   - مثال: "10.0.0.0/24" = 254 قابلة للاستخدام IPs

3. **قارن عدد الجلسات بعدد IPs:**

```
# يجب أن تكون متساوية تقريبًا
teid_registry_count
address_registry_count
```

4. **راجع الجلسات النشطة:**
   - واجهة الويب → **/pgw_sessions**
   - قم بفرز حسب وقت بدء الجلسة
   - ابحث عن الجلسات القديمة جدًا (تسرب محتمل)

الحل:

فوري (توسيع المجموعة):

1. تحرير `config/runtime.exs`:

```
config :pgw_c,
  ue: %{
    subnet_map: %{
      "internet" => "10.0.0.0/22"  # 1022 IPs (= 24/ كان
254 IPs)
    }
  }
```

2. أعد تشغيل OmniPGW
3. تحقق: يمكن الآن إنشاء الجلسات

على المدى الطويل (تنظيف):

1. تحديد الجلسات القديمة في واجهة الويب
2. التنسيق مع SGW-C لإرسال طلبات حذف الجلسة
3. تنفيذ سياسة انتهاء الجلسة على PCRF/SGW
4. راقب `address_registry_count` للتحقق من تحرير المجموعة بعد التنظيف

الوقاية:

- راقب استخدام مجموعة IP مع تنبيهات:
  - تحذير: 70 < %
  - حرجة: 85 < %
- تحليل الاتجاهات للتنبؤ بالاستنفاد
- تنفيذ انتهاء صلاحية الجلسة غير النشطة
- تدقيقات منتظمة للجلسات

المشكلة: تم تخصيص عنوان IP مكرر

الأعراض:

- UE يبلغ عن تعارض عنوان IP
- السجلات: تحذير "IP مخصص بالفعل"
- جلستين في واجهة الويب بنفس عنوان IP

الأسباب المحتملة:

1. خطأ برمجي (نادراً)
2. عدم تطابق قاعدة البيانات بعد تعطل
3. خطأ في التدخل اليدوي

التشخيص:

1. **ابحث عن IP في واجهة الويب:**
    - **/pgw_sessions** → ابحث حسب عنوان IP
    - تحقق مما إذا كان لدى عدة IMSIs نفس IP
2. **تحقق من السجلات:**
    - ابحث عن عنوان IP
    - ابحث عن أحداث "تخصيص IP"

الحل:

1. **تحديد الجلسات المتأثرة:**
    - لاحظ كلا IMSIs مع عنوان IP المكرر
2. **احذف جلسة واحدة:**
    - لإرسال طلب حذف الجلسة لأحد IMSI ال SGW-C نسيق مع
    - يفضل حذف الجلسة الأحدث
3. **إعادة اتصال UE:**
    - يجب أن يعيد UE الاتصال تلقائيًا
    - سيتلقى IP جديد فريد
4. **إذا استمرت المشكلة:**
    - أعد تشغيل OmniPGW لإعادة بناء سجل IP
    - ستفقد جميع الجلسات (التنسيق مع نافذة الصيانة)

الوقاية:

- راقب تخصيصات مكررة (لا توجد مقياس مدمج حاليًا)
- تحقق من سلامة قاعدة البيانات بانتظام (إذا كان ذلك ممكنًا)

مرجع سريع

استعلامات بروميثيوس الشائعة

```
# الجلسات النشطة
teid_registry_count

# معدل إعداد الجلسات (في الثانية)
rate(s5s8_inbound_messages_total{message_type="create_session_request

# استخدام مجموعة IP (لمجموعة /24)
(address_registry_count / 254) * 100

# زمن إعداد الجلسة P95
histogram_quantile(0.95,
rate(s5s8_inbound_handling_duration_bucket{request_message_type="crea
[5m]))

# معدل الخطأ
rate(s5s8_inbound_errors_total[5m])

# زمن انتقال PCRF
histogram_quantile(0.95, rate(gx_outbound_transaction_duration_bucket

# حالة ارتباط PFCP
pfcp_peer_associated
```

عوامل تصفية السجلات الشائعة (واجهة الويب)

الفلتر	الغرض
IMSI	العثور على جميع السجلات لمشترك معين
"create_session"	تدفق إنشاء الجلسة
"delete_session"	تدفق إنهاء الجلسة
"Credit Control"	تفاعلات Gx PCRF
"PFCP Session"	برمجة مستوى المستخدم
"error"	جميع رسائل الخطأ
"timeout"	مشاكل المهلة
"Association"	أحداث ارتباط PFCP

أوامر فحص الصحة

```
# تحقق من حالة الخدمة
systemctl status omnipgw_c

# تحقق من واجهة الويب
curl http://<omnipgw_ip>:4000

# تحقق من نقطة نهاية المقاييس
curl http://<omnipgw_ip>:9090/metrics

# تحقق من الجلسات النشطة
curl http://<omnipgw_ip>:9090/metrics | grep teid_registry_count

# تحقق من ارتباط PFCP
curl http://<omnipgw_ip>:9090/metrics | grep pfcp_peer_associated

# تحقق من استخدام مجموعة IP
curl http://<omnipgw_ip>:9090/metrics | grep
address_registry_count
```

الوثائق ذات الصلة

- **دليل المراقبة** - مقاييس بروميثيوس، لوحات جرافانا، التنبيه
- **دليل التكوين** - مرجع تكوين النظام
- **إدارة الجلسات** - تفاصيل دورة حياة الجلسة
- **واجهة PFCP** - تفاصيل استكشاف أخطاء PFCP
- **واجهة القطر Gx** - استكشاف أخطاء سياسة Gx
- **واجهة القطر Gy** - استكشاف أخطاء الشحن عبر Gy
- **وإدارة الناقلات QoS** - مشكلات تتعلق بـ QoS

العودة إلى دليل العمليات

توثيق تخصيص مجموعة عناوين IP لـ UE

إدارة عناوين IP للأجهزة المحمولة

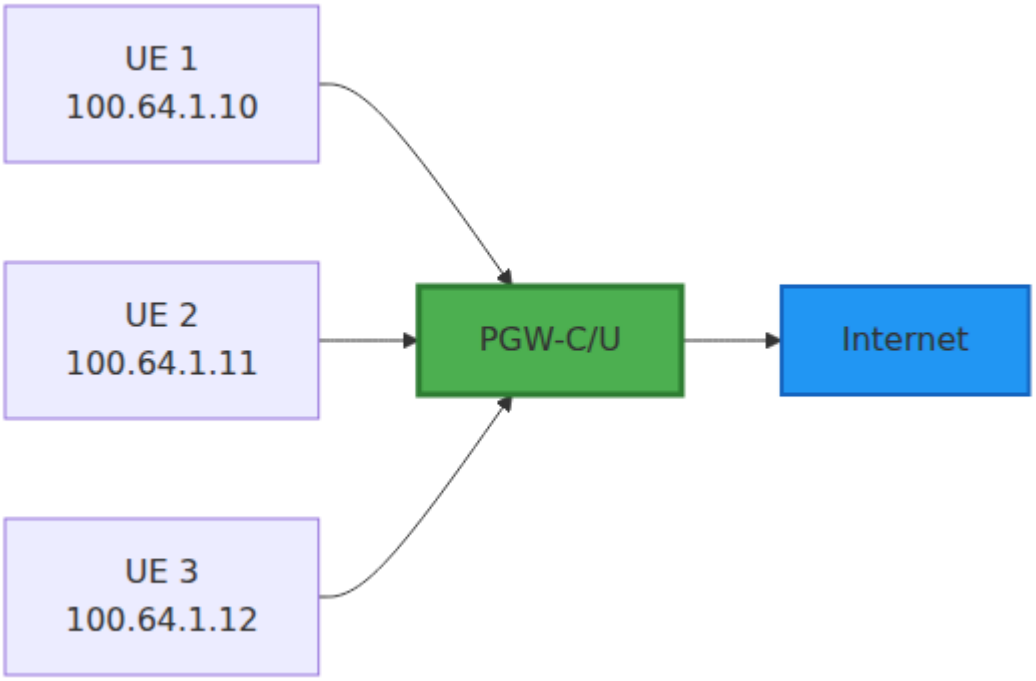
جدول المحتويات

1. نظرة عامة
2. مفاهيم تخصيص IP
3. التكوين
4. عملية التخصيص
5. مواضيع متقدمة
6. المراقبة
7. استكشاف الأخطاء وإصلاحها

نظرة عامة

عندما تقوم بإنشاء اتصالات (معدات المستخدم) UE لأجهزة IP بتخصيص عناوين PGW-C يقوم PDN (شبكة بيانات الحزمة). هذه وظيفة حيوية تمكن الأجهزة المحمولة من التواصل مع الشبكات الخارجية.

لماذا يعتبر تخصيص IP مهمًا



يتلقى كل UE عنوان IP من **فريد** PGW-C الذي:

- يحدد الجهاز على ��لشبكة
- يوجه الحركة إلى/from الجهاز
- يمكّن من فرض الرسوم والسياسات
- يستمر طوال مدة اتصال PDN

إصدارات IP المدعومة

إصدار IP	الدعم	الوصف
IPv4	✅ كامل	عناوين IPv4 القياسية
IPv6	✅ كامل	عناوين IPv6 والبادئات
IPv4v6	✅ كامل	اتصال مزدوج (كل من IPv4 و IPv6)

مفاهيم تخصيص IP

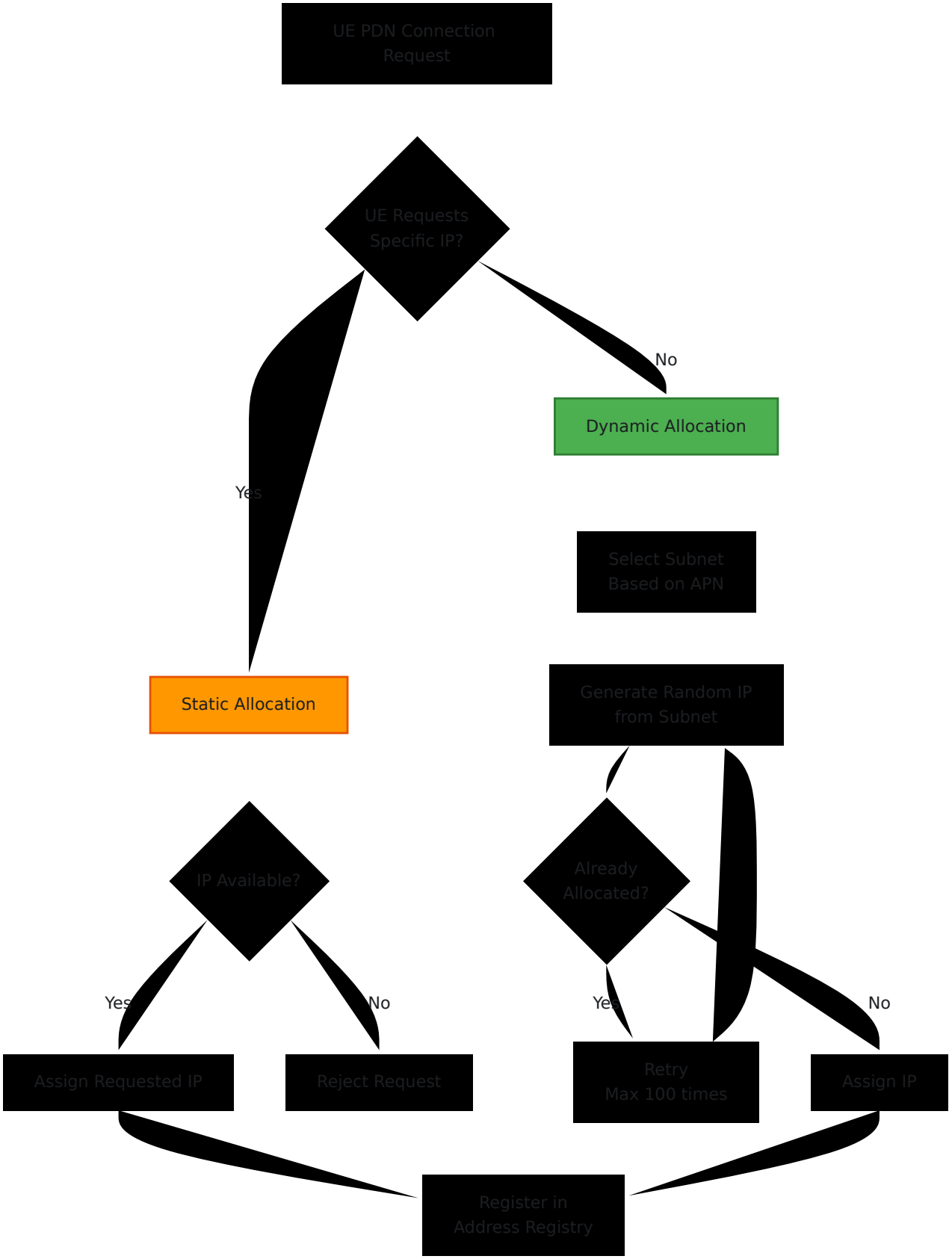
نوع PDN

عندما يطلب UE اتصال PDN، فإنه يحدد **نوع** **PDN**:

نوع PDN	الوصف	العناوين المخصصة
IPv4	اتصال IPv4 فقط	عنوان IPv4 واحد
IPv6	اتصال IPv6 فقط	بادئة IPv6 (مثل /64)
IPv4v6	اتصال مزدوج	كل من عنوان IPv6 وبادئة IPv4

طرق التخصيص

يدعم PGW-C طريقتين لتخصيص IP:



1. التخصيص الديناميكي (الأكثر شيوعًا):

- يختار PGW-C IP من مجموعة مكونة
- اختيار عشوائي لتجنب التنبؤ

- يضمن اكتشاف التصادم التميز

2. التخصيص الثابت:

- يطلب UE IP محدد في رسالة GTP-C
- يتحقق PGW-C من التوافر
- مفيد للأجهزة المؤسسية ذات العناوين الثابتة

اختيار الشبكة الفرعية بناءً على APN

يمكن أن تستخدم **APNs (أسماء نقاط الوصول)** مجموعات IP مختلفة:

الفوائد:

- تقوم - **فصل الحركة** APNs المختلفة بتوجيه الحركة إلى شبكات مختلفة
- تطبيق سياسات مختلفة لكل - **تمييز السياسات** APN

- **تخطيط السعة** - تحديد حجم المجموعات بناءً على الاستخدام المتوقع
- **الفوترة** - تتبع الاستخدام حسب نوع الخدمة

سجل العناوين

يتتبع **سجل العناوين** العناوين المخصصة:

الوظيفة	الوصف
التسجيل	عملية الجلسة PID ← IP UE يربط
البحث	العثور على الجلسة بواسطة IP UE
إلغاء التسجيل	عند انتهاء الجلسة IP تحرير
كشف التصادم	منع التخصيصات المكررة

التكوين

التكوين الأساسي

قم بتحرير `config/runtime.exs`:

```
config :pgw_c,
  ue: %{
    subnet_map: %{
      # تستخدم APN "internet" شبكتين فرعيتين
      "internet" => [
        "100.64.1.0/24",    # 254 IPs قابلة للاستخدام
        "100.64.2.0/24"     # 254 IPs قابلة للاستخدام
      ],

      # تستخدم APN "ims" شبكة فرعية واحدة
      "ims" => [
        "100.64.10.0/24"
      ],

      # غير المعروفة APNs مجموعة افتراضية لـ
      default: [
        "42.42.42.0/24"
      ]
    }
  }
```

مطابقة نمط Regex لـ APNs

في نفس مجموعة الشبكة الفرعية، يمكنك APNs في السيناريوهات التي تشترك فيها عدة باستخدام APN الدقيقة. هذا مفيد لمطابقة APN بدلاً من أسماء **regex** استخدام **أنماط** wildcard.

قواعد النمط:

- المفاتيح التي تبدأ بـ `^` تُعتبر أنماط regex
- المفاتيح بدون `^` تُطابق بدقة (متوافقة مع الإصدارات السابقة)
- يتم تقييم الأنماط بالترتيب - أول تطابق يفوز
- إذا لم يتطابق أي نمط يعود إلى `default`

```
config :pgw_c,
  ue: %{
    subnet_map: %{
      # Regex: APNs التي تبدأ بـ "ims" (مثل "ims"، "ims.apn"، "ims.something.else")
      "^ims" => [
        "100.64.10.0/24"
      ],

      # Regex: APNs التي تبدأ بـ "m2m." (مثل "m2m.test"، "m2m.prod")
      "^m2m\." => [
        "100.64.20.0/24"
      ],

      # بدقة "enterprise.corp" - تطابق دقيق فقط
      "enterprise.corp" => [
        "10.100.0.0/16"
      ],

      # مجموعة افتراضية لـ APNs غير المتطابقة
      default: [
        "42.42.42.0/24"
      ]
    }
  }
```

ملاحظات هامة:

- تستخدم أنماط regex بناءً على بناء جملة regex القياسي لـ Elixir/Erlang
- يجب الهروب من الشرطات المائلة في سلاسل Elixir (استخدم `\\` لـ `\`)
- `^` في البداية مطلوب للإشارة إلى نمط regex
- يمكن خلط المطابقات الدقيقة وأنماط regex في نفس التكوين
- ترتيب مهم لأنماط regex - ضع الأنماط الأكثر تحديدًا أولاً

أمثلة شائعة على الأنماط:

نوع النمط	مفتاح regex	المطابقات
يبدأ بـ	`"^ims"`	`ims`، `ims.apn`، `ims.anything`
ينتهي بـ	`"^.*\.corp$"`	`foo.corp`، `bar.corp`
يحتوي على	`"^.*test.*"`	`test`، `foo.test.bar`، `testing`
مطابق دقيق (مع نقاط)	`"^internet\.apn$"`	`internet.apn` فقط

مثال على المطابقة باللاحقة:

لمطابقة APNs التي تنتهي بلاحقة معينة (مثل `.corp`)، استخدم `^.*\.suffix$`:

```
subnet_map: %{
  # مطابقة APNs التي تنتهي بـ ".corp"
  "^.*\.corp$" => ["10.100.0.0/16"],

  # مطابقة APNs التي تنتهي بـ ".iot"
  "^.*\.iot$" => ["10.200.0.0/16"],

  default: ["42.42.42.0/24"]
}
```

مثال على مطابقة الأنماط:

طلب APN	المفتاح المطابق	المجموعة المستخدمة
`ims`	`^ims`	100.64.10.0/24
`ims.apn`	`^ims`	100.64.10.0/24
`ims.something.else`	`^ims`	100.64.10.0/24
`m2m.test`	`^m2m\.`	100.64.20.0/24
`m2m`	*default*	42.42.42.0/24
`enterprise.corp`	`enterprise.corp`	10.100.0.0/16
`foo.corp`	`^.*\.corp$`	10.100.0.0/16
`unknown.apn`	*default*	42.42.42.0/24

تدوين الشبكة الفرعية

تدوين CIDR: `<network>/<prefix_length>`

CIDR	IPs القابلة للاستخدام	نطاق المثال
/24	254	100.64.1.1 - 100.64.1.254
/23	510	100.64.0.1 - 100.64.1.254
/22	1022	100.64.0.1 - 100.64.3.254
/20	4094	100.64.0.1 - 100.64.15.254
/16	65534	100.64.0.1 - 100.64.255.254

ملاحظات:

- عنوان الشبكة (مثل 100.64.1.0) غير مخصص
- عنوان البث (مثل 100.64.1.255) غير مخصص
- يقوم PGW-C بالتخصيص من `<network> + 1` إلى `<broadcast> - 1`

شبكات فرعية متعددة لكل APN

توازن الحمل عبر الشبكات الفرعية:

```
config :pgw_c,
  ue: %{
    subnet_map: %{
      "internet" => [
        "100.64.1.0/24",
        "100.64.2.0/24",
        "100.64.3.0/24",
        "100.64.4.0/24"
      ]
    }
  }
```

طريقة الاختيار:

- يقوم PGW-C باختيار شبكة فرعية عشوائية من القائمة
- يوفر توازن حمل أساسي
- تختار كل جلسة شبكة فرعية بشكل مستقل

الفوائد:

- توزيع الحمل عبر شبكات فرعية متعددة
- تسهيل توسيع السعة (إضافة شبكات فرعية جديدة)
- مرونة لسياسات التوجيه

مثال من العالم الحقيقي

```
config :pgw_c,
  ue: %{
    subnet_map: %{
      # الوصول العام إلى الإنترنت
      "internet" => [
        "100.64.0.0/20"     # 4094 IPs للاستخدام العام
      ],

      # IMS (الصوت عبر LTE)
      "ims" => [
        "100.64.16.0/22"    # 1022 IPs لـ IMS
      ],

      # APN المؤسسي
      "enterprise.corp" => [
        "10.100.0.0/16"     # 65534 IPs للمؤسسات
      ],

      # أجهزة IoT (معدل بت منخفض)
      "iot.m2m" => [
        "100.64.20.0/22"    # 1022 IPs لـ IoT
      ],

      # افتراضي احتياطي
      default: [
        "42.42.42.0/24"     # 254 IPs لـ APNs غير المعروفة
      ]
    }
  }
```

تكوين IPv6

```
config :pgw_c,
  ue: %{
    subnet_map: %{
      "internet" => [
        # مجموعات IPv4
        "100.64.1.0/24"
      ],
      "internet.ipv6" => [
        # مجموعات IPv6 (تفويض البادئة)
        "2001:db8:1::/48"
      ],
      default: [
        "42.42.42.0/24"
      ]
    }
  }
```

تفويض بادئة IPv6:

- عادة ما يتلقى UE 64/ بادئة
- يسمح لـ UE بتخصيص عدة IPs (مثل، للتوصيل)
- مثال: يتلقى UE `2001:db8:1:a::/64`

تكوين مزدوج (IPv4v6)

```
config :pgw_c,
  ue: %{
    subnet_map: %{
      "internet" => [
        "100.64.1.0/24",        # مجموعة IPv4
        "2001:db8:1::/48"       # مجموعة IPv6 (ستستخدم لـتخصيص
IPv6)
      ]
    }
  }
```

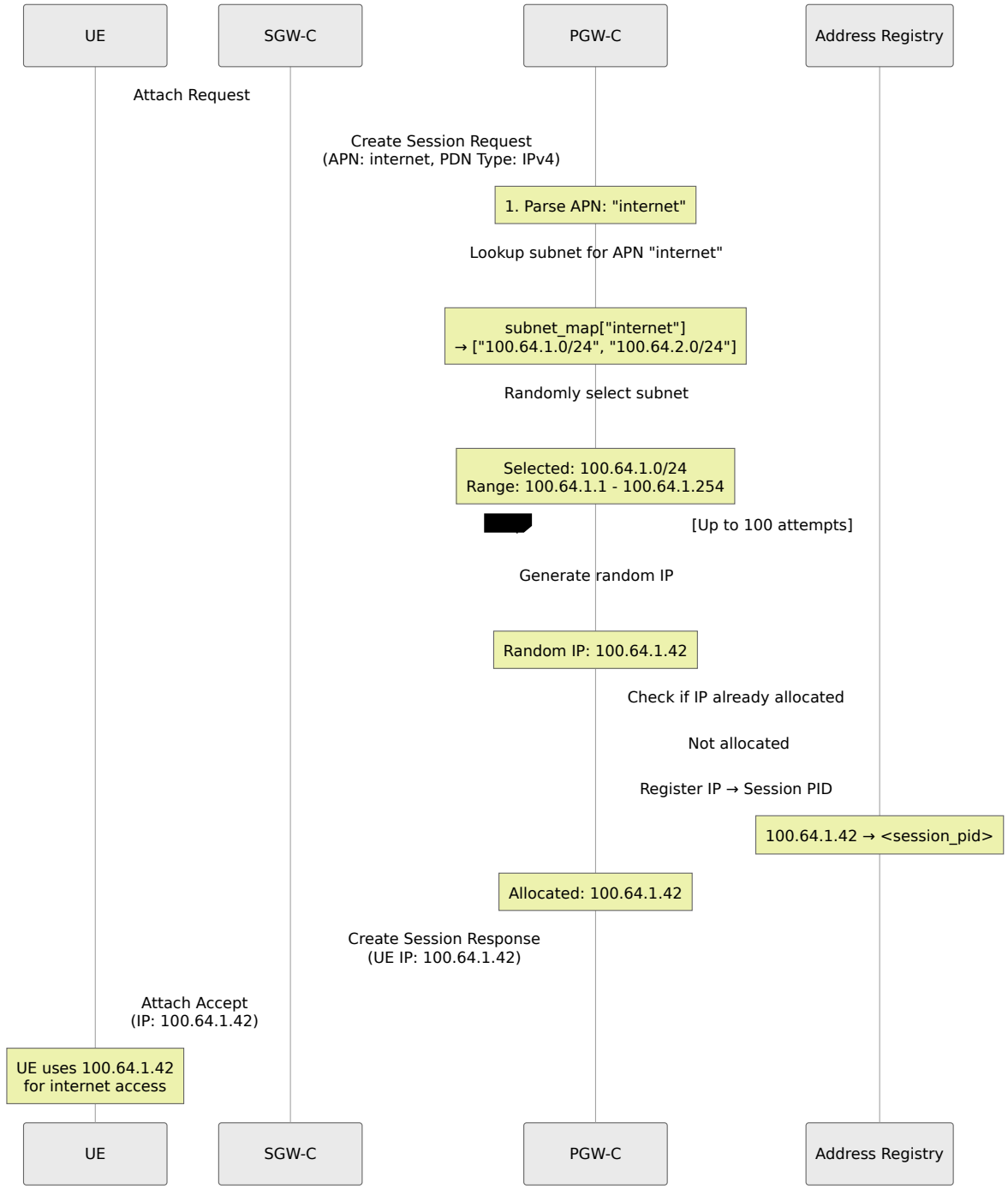
تخصيص مزدوج:

- يطلب UE نوع PDN: IPv4v6
- يقوم PGW-C بتخصيص كل من عنوان IPv4 وبادئة IPv6
- كلا العنوانين نشطين في نفس الوقت

عملية التخصيص

يحدث تخصيص IP عندما يتلقى PGW-C أثناء إنشاء الجلسة طلب إنشاء جلسة عبر واجهة S5/S8. انظر واجهة S5/S8 للحصول على تفاصيل رسالة GTP-C لدورة حياة الجلسة و إدارة الجلسة.

خطوة بخطوة: تخصيص IPv4 الديناميكي



كيف يعمل

عملية التخصيص الديناميكي:

1. **بحث الشبكة الفرعية:** يسترجع النظام الشبكات الفرعية المكونة المطلوبة لـ APN المطلوب
2. **الاختيار العشوائي:** يتم اختيار شبكة فرعية واحدة عشوائيًا من القائمة المتاحة

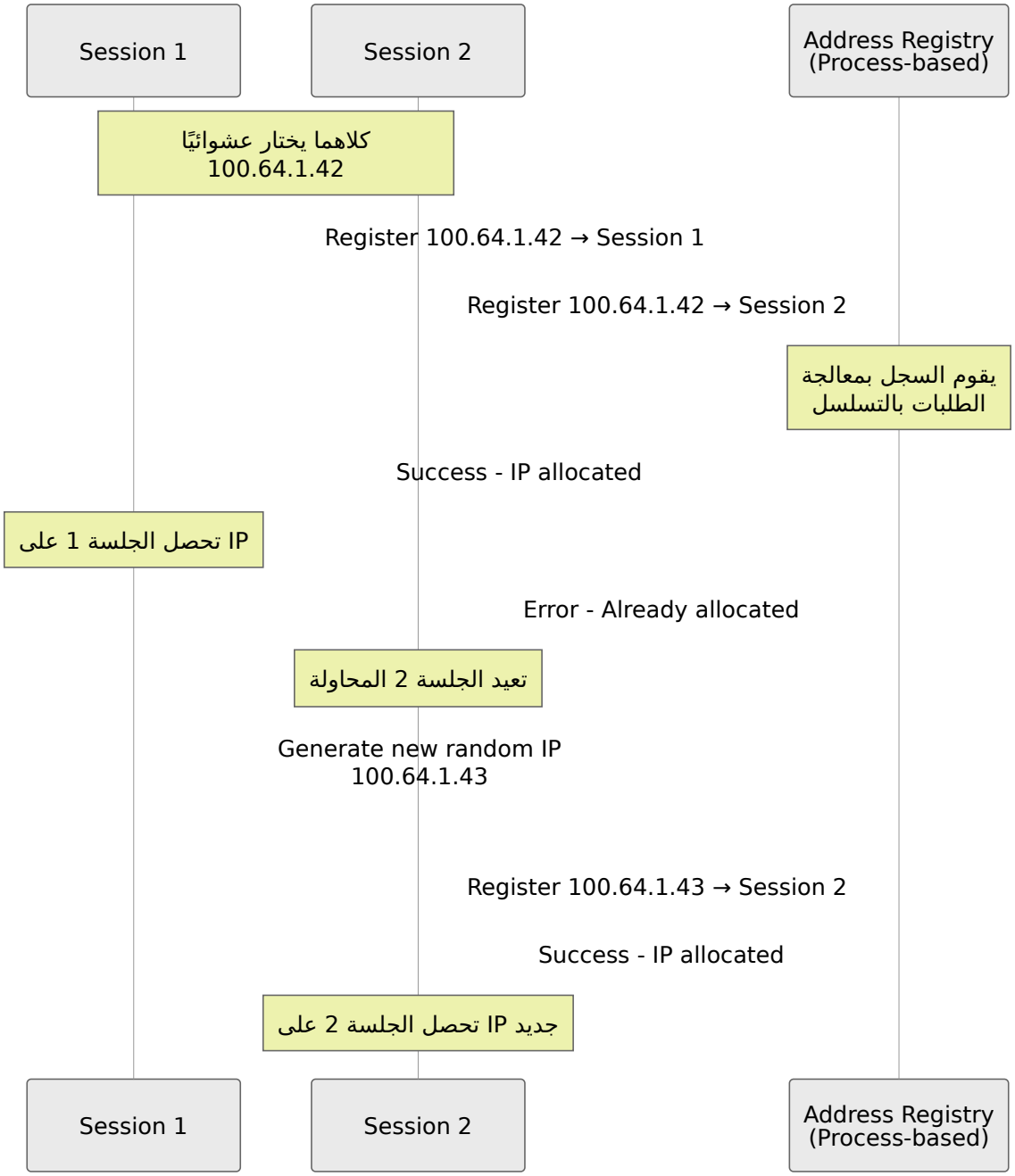
3. **توليد IP:** يتم توليد IP عشوائي ضمن نطاق الشبكة الفرعية
4. **التحقق من التميز:** يتحقق النظام من أن IP لم يتم تخصيصه
5. **منطق إعادة المحاولة:** إذا تم اكتشاف تصادم، يتم إعادة المحاولة حتى 100 مرة مع IP عشوائي جديد
6. **التسجيل:** بمجرد العثور على IP فريد، يتم تسجيله للجلسة

نقاط التصميم الرئيسية:

- **حد أقصى 100 محاولة:** يمنع الحلقات اللانهائية عندما تكون المجموعة شبه مستنفدة
- **الاختيار العشوائي:** يتجنب أنماط تخصيص IP المتوقعة لأغراض الأمان
- **عمليات ذرية:** يضمن سجل قائم على العمليات عدم وجود تخصيصات مكررة
- **العودة إلى الافتراضي:** إذا لم يتم العثور على APN في التكوين، يستخدم المجموعة الافتراضية

معالجة التصادم

السيناريو: تحاول جلستان تخصيص نفس IP في نفس الوقت



كيف تعمل الوقاية من التصادم:

- يقوم السجل بمعالجة الطلبات واحدة تلو الأخرى (تسلسلي)
- لا توجد ظروف سباق ممكنة
- ينجح IP الطلب الأول لتسجيل
- يتم رفض الطلبات اللاحقة لنفس IP
- تعيد الجلسات المرفوضة المحاولة تلقائيًا مع IP عشوائي جديد

العودة إلى الشبكة الفرعية الافتراضية

السيناريو: يطلب UE APN غير معروف

تكوين المثال:

```
# التكوين
subnet_map: %{
  "internet" => ["100.64.1.0/24"],
  default: ["42.42.42.0/24"]
}
```

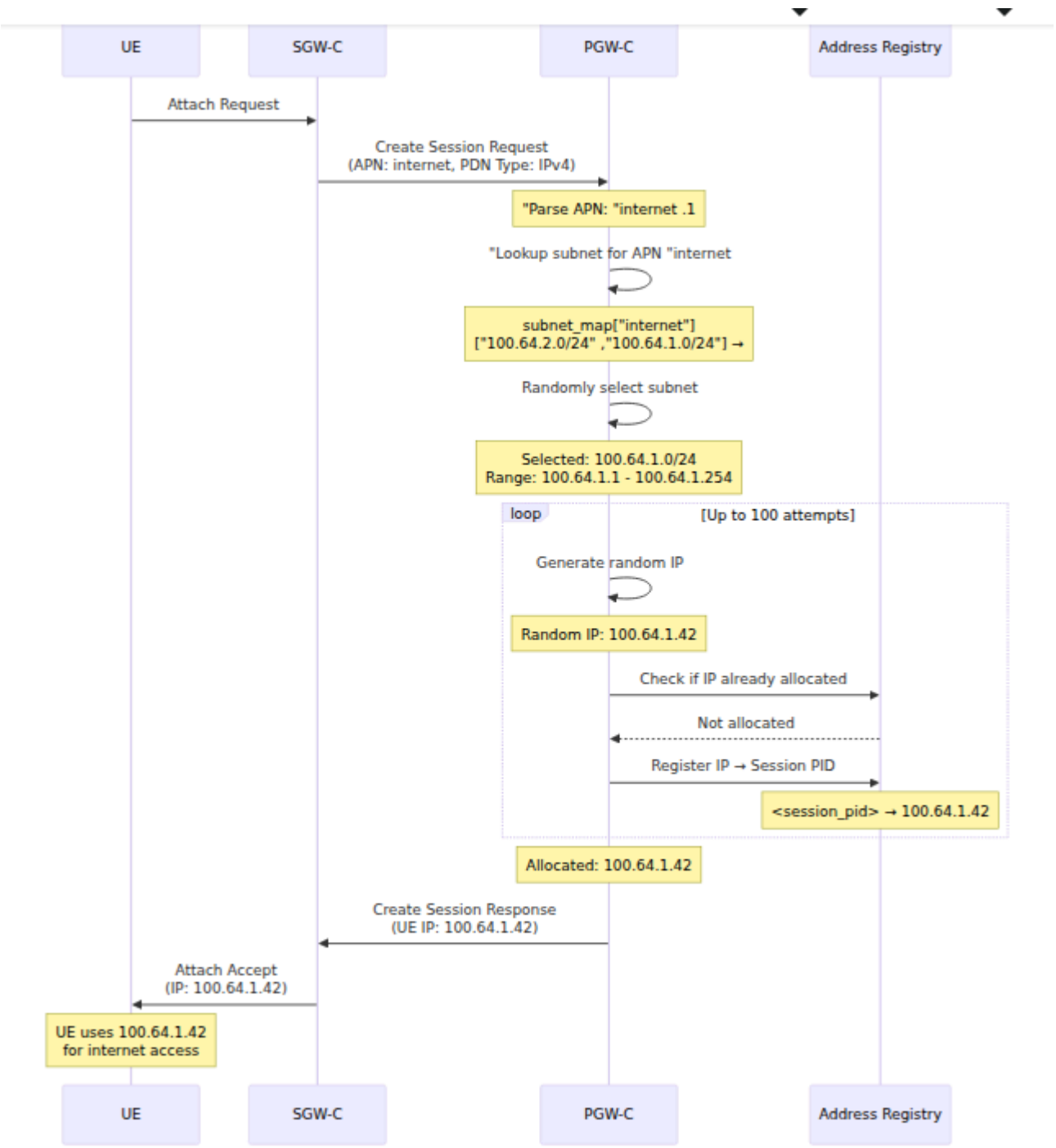
السلوك:

- يطلب UE APN: "unknown.apn"
- يبحث النظام عن "unknown.apn" في subnet_map
- لم يتم العثور عليه، لذا يعود إلى المجموعة الافتراضية
- يخصص IP 42.42.42.0/24 من

منطق العودة:

1. أولاً، حاول العثور على مجموعة خاصة بـ APN في التكوين
2. إذا لم يتم العثور عليها، استخدم المجموعة `default`
3. إذا لم يتم تكوين افتراضي، يفشل التخصيص

إلغاء التخصيص عند إنهاء الجلسة



تنظيف تلقائي:

- عندما تن��هي عملية الجلسة، يقوم السجل بالتنظيف
- يصبح IP متاحًا على الفور للتخصيصات الجديدة
- لا حاجة للتدخل اليدوي

مواضيع متقدمة

استنفاد المجموعة

السيناريو: تم تخصيص جميع IPs في المجموعة

```
100.64.1.0/24 :المجموعة (254 IPs قابلة للاستخدام)
254 :مخصص IPs
استنفاد ← يصل طلب جديد
```

ماذا يحدث:

1. يحاول PGW-C 100 تخصيصات عشوائية
2. تجد جميع المحاولات أن IP مخصص بالفعل
3. تعيد: `{:error, :ue_ip_address_allocation_failed}`
4. تفشل إقامة الجلسة
5. يتلقى SGW-C استجابة خطأ

الوقاية:

```
# مراقبة استخدام المجموعة
address_registry_count / total_pool_size > 0.8  # 80 عند تنبيه%

# توسيع المجموعة قبل الاستنفاد
"internet" => [
  "100.64.1.0/24",
  "100.64.2.0/24",  # إضافة شبكة فرعية إضافية
  "100.64.3.0/24"
]
```

تخصيص IP ثابت

حالة الاستخدام: تحتاج الأجهزة المؤسسية إلى IP ثابت

تنسيق رسالة GTP-C:

```
طلب إنشاء جلسة
├── IMSI: 310260123456789
├── APN: enterprise.corp
├── تخصيص عنوان PDN (IE)
│   └── نوع PDN: IPv4
│   └── عنوان IPv4: 10.100.0.50  ← يطلب UE IP محدد
```

معالجة OmniPGW:

1. **استخراج IP** تحليل **المطلوب:** IE تخصيص عنوان PDN من الطلب
2. **التحقق من IP:** تحقق مما إذا كان IP المطلوب في المجموعة المكونة لهذا APN
3. **التحقق من التوافر:** تحقق من أن IP لم يتم تخصيصه بالفعل لجلسة أخرى
4. **التخصيص أو الرفض:**
   - إذا كان متاحًا: تخصيص IP المطلوب لهذه الجلسة
   - إذا لم يكن متاحًا: رفض الجلسة مع رمز سبب مناسب

النتائج المحتملة:

- **النجاح:** يتلقى UE عنوان IP بالضبط الذي طلبه
- **الفشل (IP قيد الاستخدام):** تم رفض الجلسة - IP مخصص بالفعل
- **الفشل (IP ليس في المجموعة):** تم رفض الجلسة - IP ليس في النطاق المكون

تفويض بادئة IPv6

يطلب UE IPv6:

```
طلب إنشاء جلسة
├── نوع PDN: IPv6
```

يقوم PGW-C 64/ بتخصيص بادئة:

```
2001 :البادئة المخصصة:db8:1:a::/64

استخدام UE يمكن لـ:
- 2001:db8:1:a::1
- 2001:db8:1:a::2
- ... (18 كوينتيليون عنوان)
```

الفوائد:

- يمكن لـ UE تخصيص عدة IPs (مثل، للتوصيل)
- يدعم SLAAC (التكوين التلقائي للعناوين بدون حالة)
- يقضي على الحاجة إلى NAT

تخصيص مزدوج

يطلب UE IPv4v6:

```
طلب إنشاء جلسة
├── نوع PDN: IPv4v6
```

يقوم PGW-C بتخصيص كلاهما:

```
IPv4: 100.64.1.42
IPv6: 2001:db8:1:a::/64
```

معالجة الحركة:

- عنوان IPv4 تستخدم حركة IPv4
- بادئة IPv6 تستخدم حركة IPv6
- كلا العنوانين نشطين في نفس الوقت
- نفق GTP (أو نفق مزدوج) منفصل

عناوين IP الخاصة مقابل العامة

مجموعات IP الخاصة (RFC 1918):

```
# غير قابلة للتوجيه على الإنترنت العامة
subnet_map: %{
  "internet" => [
    "10.0.0.0/8",
    "172.16.0.0/12",
    "192.168.0.0/16"
  ]
}
```

يتطلب NAT في PGW-U للوصول إلى الإنترنت

مجموعات IP العامة:

```
# عناوين IP (مثال فقط) عامة قابلة للتوجيه
subnet_map: %{
  "internet" => [
    "203.0.113.0/24"  # كتلة IP عامة
  ]
}
```

لا حاجة لـ NAT - توجيه مباشر إلى الإنترنت

التوصية:

- **عناوين IP الخاصة (RFC 6598)**: `100.64.0.0/10` (NAT من الدرجة الناقلة) استخدم
- احتفظ بالعناوين العامة للخدمات الخاصة فقط

المراقبة

إدارة مجموعة IP - واجهة الويب

يوفر OmniPGW واجهة ويب في الوقت الحقيقي لمراقبة تخصيص مجموعة IP واستخدامها.

الوصول: `http://<omnipgw-ip>:<web-port>/ip_pools`

الميزات:

1. نظرة عامة على المجموعة

- إجمالي IPs عبر جميع المجموعات
- العناوين المخصصة حاليًا
- IPs المتاحة المتبقية
- نسبة الاستخدام في الوقت الحقيقي

2. حالة مجموعة لكل APN يعرض كل مجموعة مكونة:

- **اسم المجموعة** - معرف APN (افتراضي "مثل "ims.something.else"، "الإنترنت")
- **علامة APN** - شارة اسم APN المكون
- **نطاق IP** - تدوين CIDR يظهر نطاق الشبكة الفرعية
- **الاستخدام** - مؤشر م��ئي يظهر النسبة المستخدمة
- **إحصائيات التخصيص:**
  - الإجمالي: عدد IPs في المجموعة
  - المخصص: IPs المعينة حاليًا
  - المتاحة: IPs المتبقية للتخصيص

3. تحديثات في الوقت الحقيقي

- تحديث تلقائي كل 2 ثانية
- لا حاجة لإعادة تحميل الصفحة
- تتبع الاستخدام المباشر

حالات الاستخدام:

- تحقق سريع من السعة قبل الصيانة
- تحديد المجموعات التي تقترب من الاستنفاد
- التحقق من تكوين المجموعة
- مراقبة أنماط التخصيص حسب APN

المقاييس الرئيسية

عدد سجل العناوين:

```
# IPs المخصصة حاليًا
address_registry_count

# استخدام المجموعة (يتطلب حساب)
address_registry_count / <total_pool_size> * 100
```

مثال:

```
100.64.1.0/24 :المجموعة (254 IPs)
150 :المخصص IPs
59 = 254 / 150 :الاستخدام%
```

التنبيهات

```
# تنبيه على استخدام المجموعة المرتفع
- alert: UEIPPoolUtilizationHigh
  expr: address_registry_count > 200  # 24/ لمجموعة
  for: 10m
  annotations:
    summary: "استخدام مجموعة UE IP 80 فوق%"
    description: "الحالي: {{ $value }} / 254 IPs مخصصة"

# تنبيه على استنفاد المجموعة
- alert: UEIPPoolExhausted
  expr: address_registry_count >= 254  # 24/ لمجموعة
  for: 1m
  annotations:
    summary: "استنفاد مجموعة UE IP - لا توجد IPs متاحة"

# تنبيه على فشل التخصيص
- alert: UEIPAllocationFailures
  expr: rate(ue_ip_allocation_failures_total[5m]) > 0
  for: 5m
  annotations:
    summary: "حدوث فشل في تخصيص UE IP"
```

لوحة تحكم Grafana

لوحة 1: استخدام مجموعة IP

```
# مقياس يظهر النسبة المئوية
(address_registry_count / 254) * 100
```

لوحة 2: IPs المخصصة بمرور الوقت

```
# سلسلة زمنية
address_registry_count
```

لوحة 3: معدل التخصيص

```
# معدل التخصيصات الجديدة
rate(address_registry_count[5m])
```

لوحة 4: خطر استنفاد المجموعة

```
# (استنادًا إلى المعدل الحالي) الأيام حتى الاستنفاد
(254 - address_registry_count) / rate(address_registry_count[1h])
```

استكشاف الأخطاء وإصلاحها

المشك��ة 1: فشل إقامة الجلسة (لا توجد IP متاحة)

الأعراض:

- "استجابة إنشاء الجلسة: السبب "تم رفض الطلب
- "فشل تخصيص عنوان UE IP" :السجل

الأسباب المحتملة:

1. **استنفاد المجموعة**

   ```
   # تحقق من التخصيص الحالي
   curl http://<pgw_c_ip>:42069/metrics | grep
   address_registry_count
   ```

2. **خطأ في التكوين**

```
# تحقق من تكوين الشبكة الفرعية
config :pgw_c,
  ue: %{
    subnet_map: %{
      "internet" => [
        "100.64.1.0/24"  # تأكد من صحة CIDR
      ]
    }
  }
```

3. **خطأ في تكوين APN**

```
# إذا لم يتم العثور على APN، يعود إلى الافتراضي
# تأكد من وجود مجموعة افتراضية
subnet_map: %{
  default: ["42.42.42.0/24"]
}
```

الحل:

- **توسيع المجموعة:** إضافة المزيد من الشبكات الفرعية
- **تنظيف الجلسات القديمة:** إعادة تشغيل PGW-C لتحرير IPs المسربة
- **التحقق من التكوين:** تحقق من `runtime.exs` بحثًا عن الأخطاء المطبعية

المشكلة 2: ت��ادم عنوان IP

الأعراض:

- يتلقى اثنان من UE نفس IP (نادراً ما يحدث)
- مشاكل في التوجيه

السبب:

- خطأ في سجل العناوين (يجب ألا يحدث)

التصحيح:

```
# تحقق من وجود IPs مكررة في السجلات
grep "already_registered" /var/log/pgw_c.log
```

الحل:

- يجب أن يتصحيح نفسه (تعيد الجلسة الثانية المحاولة)
- إذا استمر، أبلغ عن خطأ

المشكلة 3: استخدام مجموعة IP خاطئة

الأعراض:

- يتلقى UE IP من شبكة فرعية غير متوقعة
- تحصل APN "internet" على IP من مجموعة "ims"

السبب:

- تكوين subnet_map غير صحيح

التحقق:

```
# تحقق من المطابقة الدقيقة لسلسلة APN
subnet_map: %{
  "internet" => [...],    # حساسة لحالة الأحرف
  "Internet" => [...]     # APN مختلف!
}
```

الحل:

- تأكد من مطابقة أسماء APN بدقة (حساسة لحالة الأحرف)
- استخدم المجموعة الافتراضية كحل شامل

المشكلة 4: فشل تخصيص IPv6

الأعراض:

- يطلب UE IPv6، ويتلقى خطأ

الأسباب ال��حتملة:

1. **مكونة IPv6 لا توجد مجموعة**

```
# مجموعات IPv6 مفقودة
subnet_map: %{
  "internet" => [
    "100.64.1.0/24"  # فقط IPv4
  ]
}
```

2. **غير صالحة IPv6 بادئة**

```
# (يجب أن تكون /48 أو أكبر) بادئة صغيرة جدًا
"internet" => [
  "2001:db8::/128"  # خاطئ - لا يوجد مجال للتخصيص
]
```

الحل:

```
# إضافة مجموعة IPv6
subnet_map: %{
  "internet" => [
    "100.64.1.0/24",
    "2001:db8:1::/48"  # مجموعة IPv6
  ]
}
```

المشكلة 5: استخدام مرتفع للمجموعة

الأعراض:

- تقترب من استنفاد المجموعة
- `address_registry_count` تقترب من الحد الأقصى

إجراءات استباقية:

1. **إضافة الشبكات الفرعية:**

```
"internet" => [
  "100.64.1.0/24",   # موجودة
  "100.64.2.0/24",   # شبكة فرعية جديدة (254 تضيف IPs)
  "100.64.3.0/24"    # شبكة فرعية جديدة (254 تضيف IPs)
]
```

2. **استخدام الشبكات الفرعية الأكبر:**

```
# 22/ بـ 24/ استبدال
"internet" => [
  "100.64.0.0/22"  # 1022 IPs قابلة للاستخدام
]
```

3. **تنظيف الجلسات:**

   - مراقبة الجلسات القديمة
   - التأكد من معالجة طلب حذف الجلسة بشكل صحيح

أفضل الممارسات

تخطيط السعة

احسب حجم المجموعة المطلوب:

```
عدد المستخدمين المتزامنين المتوقعين: 10,000
ذروة التزامن: 30% (3,000 جلسة متزامنة)
هامش النمو: 50%
عدد IPs المطلوب: 3,000 * 1.5 = 4,500 IPs

/20 الشبكة الفرعية: صغيرة جدًا - (قابلة للاستخدام 4,094 IPs)
/19 الشبكة الفرعية: كافية - (قابلة للاستخدام 8,190 IPs)
```

اختيار الشبكة الفرعية

موصى به:

- استخدم `100.64.0.0/10` (RFC 6598 - NAT من الدرجة الناقلة)
- يوفر 4 ملايين IP
- محجوز لـ NAT لمزود الخدمة

تجنب:

- عناوين IP العامة (مكلفة، محدودة)
- نطاقات خاصة شائعة تتعارض مع VPNs المؤسسية

تخطيط التكوين

```
config :pgw_c,
  ue: %{
    subnet_map: %{
      # APN مجموعة كبيرة - الإنترنت الأساسي
      "internet" => [
        "100.64.0.0/18"  # 16,382 IPs
      ],

      # IMS - مجموعة مخصصة أصغر
      "ims" => [
        "100.64.64.0/22"  # 1,022 IPs
      ],

      # المؤسسة - مجموعة متوسطة
      "enterprise.corp" => [
        "100.64.68.0/22"  # 1,022 IPs
      ],

      # IoT - مجموعة كبيرة للعديد من الأجهزة
      "iot.m2m" => [
        "100.64.72.0/20"  # 4,094 IPs
      ],

      # افتراضي - احتياطي صغير
      default: [
        "100.64.127.0/24"  # 254 IPs
      ]
    }
  }
```

الوثائق ذات الصلة

التكوين

- **دليل التكوين** - تكوين مجموعة APN خريطة الشبكة الفرعية لـ UE، IP لـ
- **تكوين PCO** - DNS، P-CSCF، MTU المقدم مع عنوان IP
- **إدارة الجلسة** - دورة حياة الجلسة، تخصيص IP أثناء إعداد PDN
- **واجهة PFCP** - تخصيص عنوان UE عبر PFCP إلى UPF

تخطيط الشبكة

- **واجهة S5/S8** - تسليم عنوان IP عبر GTP-C
- **واجهة Diameter Gx** - التحكم في السياسة لتخصيص IP

العمليات

- **دليل المراقبة** - مقاييس استخدام مجموعة IP، تتبع التخصيص
- **تنسيق CDR** - عناوين **للبيانات** IP لـ UE في CDRs لتتبع الفوترة

العودة إلى دليل العمليات

OmniPGW دليل عمليات

OmniPGW - وحدة التحكم في بوابة الحزمة (PGW-C)

بواسطة خدمات شبكة أومنيتاتش

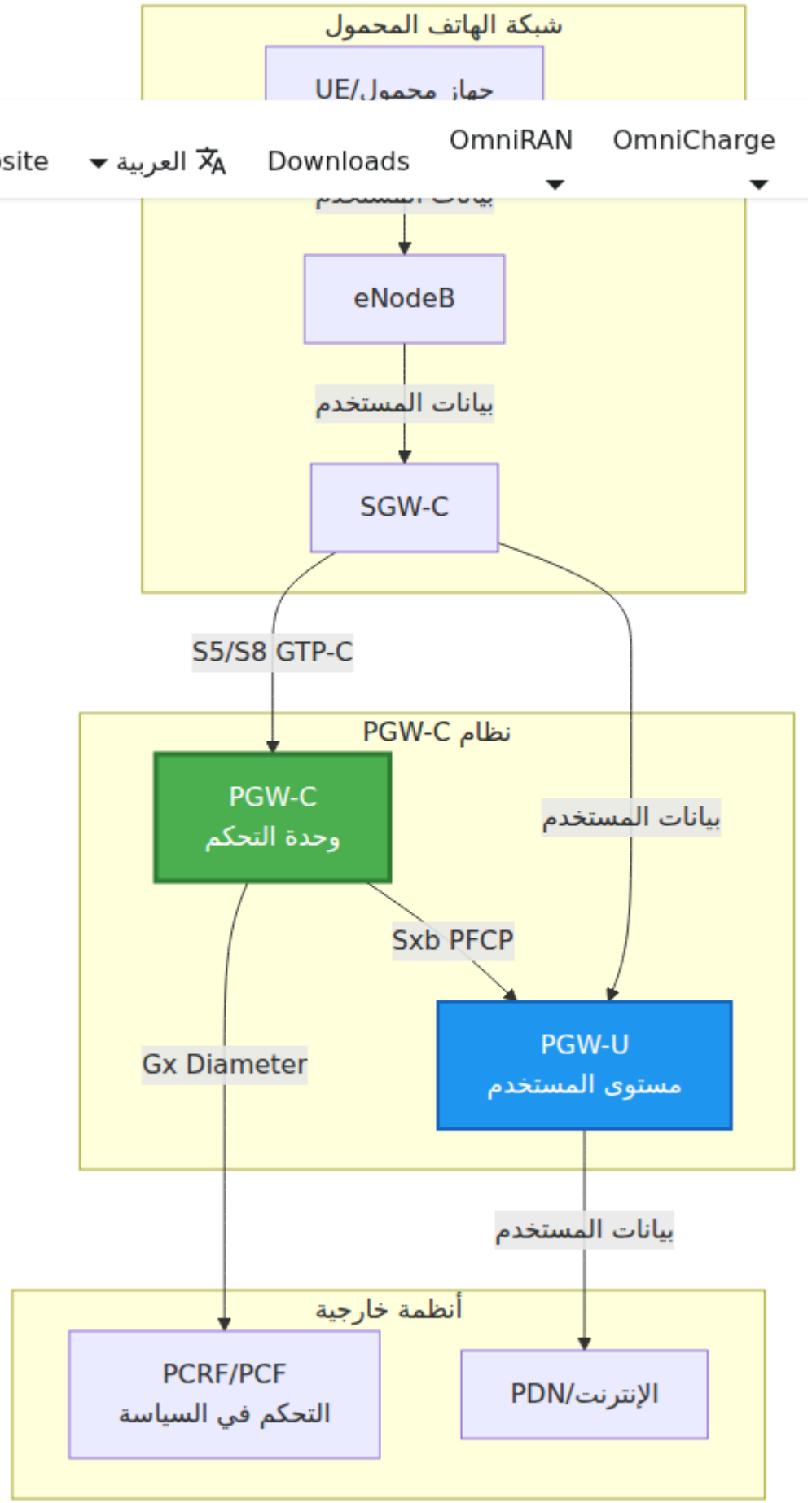
جدول المحتويات

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

نظرة عامة

OmniPGW هو تنفيذ عالي الأداء لوحدة التحكم في بوابة الحزمة (PGW-C) 3GPP LTE لشبكات Evolved Packet Core (EPC)، تم تطويره بواسطة خدمات شبكة أومنيتاتش. يدير وظائف التحكم في جلسات البيانات، بما في ذلك:

- **إدارة الجلسات** UE (جهاز المستخدم) - إنشاء وتعديل وإنهاء جلسات بيانات
- **تخصيص عنوان IP** - تخصيص عناوين IP محددة من برك للأجهزة المحمولة
- **السياسة والتحكم في الفوترة** PCRF - التفاعل مع لفرض السياسات والفوترة
- **تنسيق مستوى المستخدم** PGW-U (مستوى المستخدم) - التحكم في لتوجيه الحزم

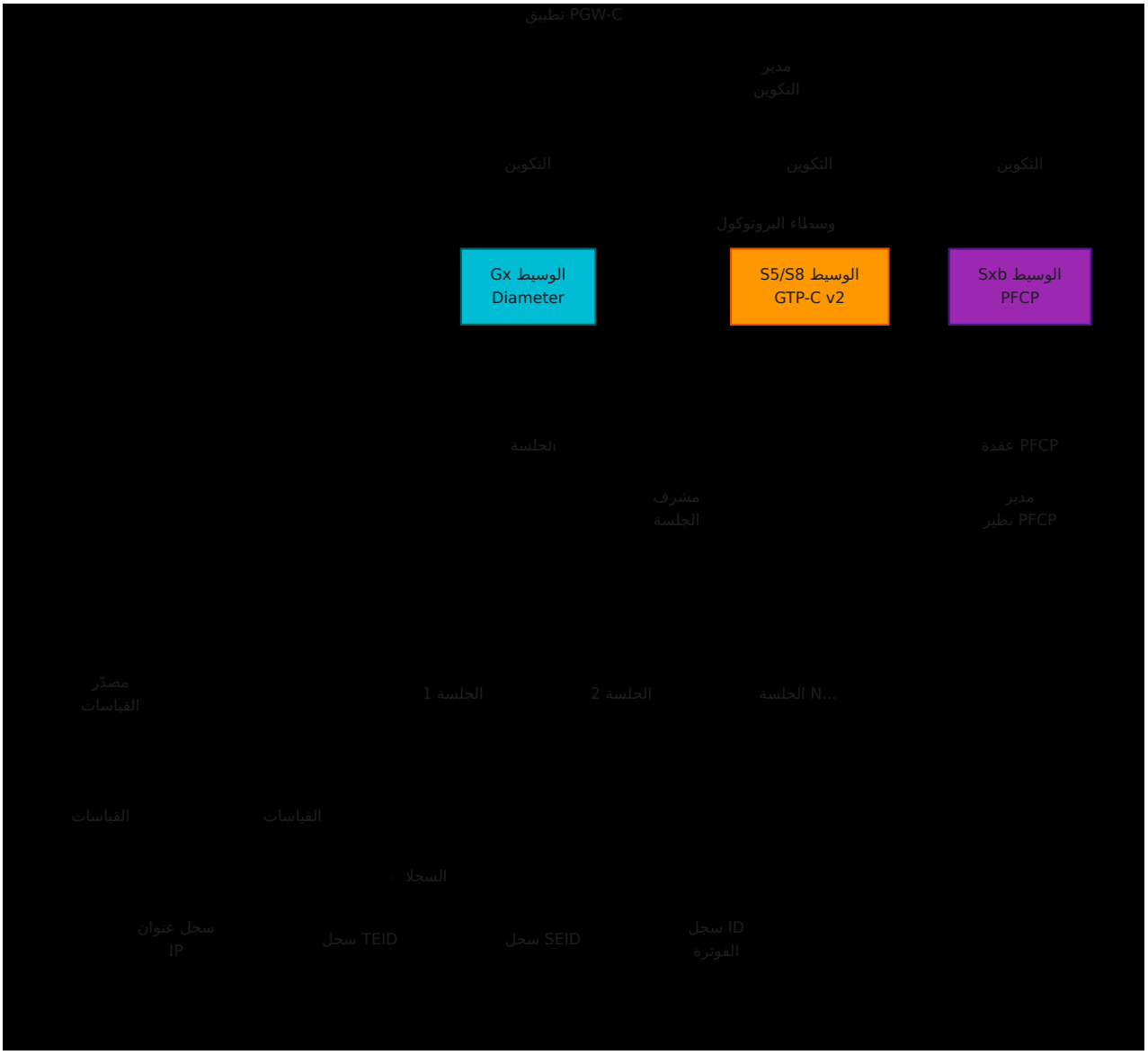

شبكة الهاتف المحمول
جهاز محمول/UE
eNodeB
بيانات المستخدم
SGW-C
S5/S8 GTP-C
نظام PGW-C
PGW-C
وحدة التحكم
بيانات المستخدم
Sxb PFCP
Gx Diameter
PGW-U
مستوى المستخدم
بيانات المستخدم
أنظمة خارجية
PCRF/PCF
التحكم في السياسة
PDN/الإنترنت

ما الذي يفعله PGW-C

- من SGW-C عبر واجهة S5/S8 (GTP-C) **يقبل طلبات الجلسة**
- من برك الشبكة المحددة **يخصص عناوين IP لـ UE**
- من PCRF عبر واجهة Gx (Diameter) **يطلب قرارات السياسة**
- في PGW-U عبر واجهة Sxb (PFCP) **يبرمج قواعد التوجيه**
- من خلال سياقات الحامل وقواعد QoS **يدير فرض QoS**
- لأنظمة الفوترة **يتتبع معلومات الفوترة**

العمارة

نظرة عامة على المكونات



بنية العملية

ويستخدم بنية عملية تحت إشراف Elixir/OTP مبني على PGW-C:

- **مشرف التطبيق** - مشرف على المستوى الأعلى يدير جميع المكونات
- **وسطاء البروتوكول** - يتعاملون مع رسائل البروتوكول الواردة/الصادرة
- **عمليات الجلسة** GenServer لكل اتصال PDN نشط - واحدة
- **السجلات** (IP، TEID، SEID، إلخ) - تتبع الموارد المخصصة

- **مدير عقدة PFCP** - يحافظ على ارتباطات PFCP مع نظراء PGW-U

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

واجهات الشبكة

PGW-C 3 ينفذ ثلاث واجهات رئيسية من 3GPP:

واجهة S5/S8 (GTP-C v2)

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

البروتوكول: GTP-C الإصدار 2 عبر UDP

الرسائل الرئيسية:

- طلب/استجابة إنشاء جلسة
- طلب/استجابة حذف جلسة
- طلب/استجابة إنشاء حامل
- طلب/استجابة حذف حامل

التكوين: انظر تكوين S5/S8

واجهة Sxb (PFCP)

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

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

الرسائل الرئيسية:

- طلب/استجابة إعداد الارتباط
- طلب/اس��جابة إنشاء جلسة
- طلب/استجابة تعديل الجلسة
- طلب/استجابة حذف الجلسة
- طلب/استجابة نبض القلب

التكوين: انظر توثيق واجهة PFCP/Sxb

واجهة Gx (Diameter)

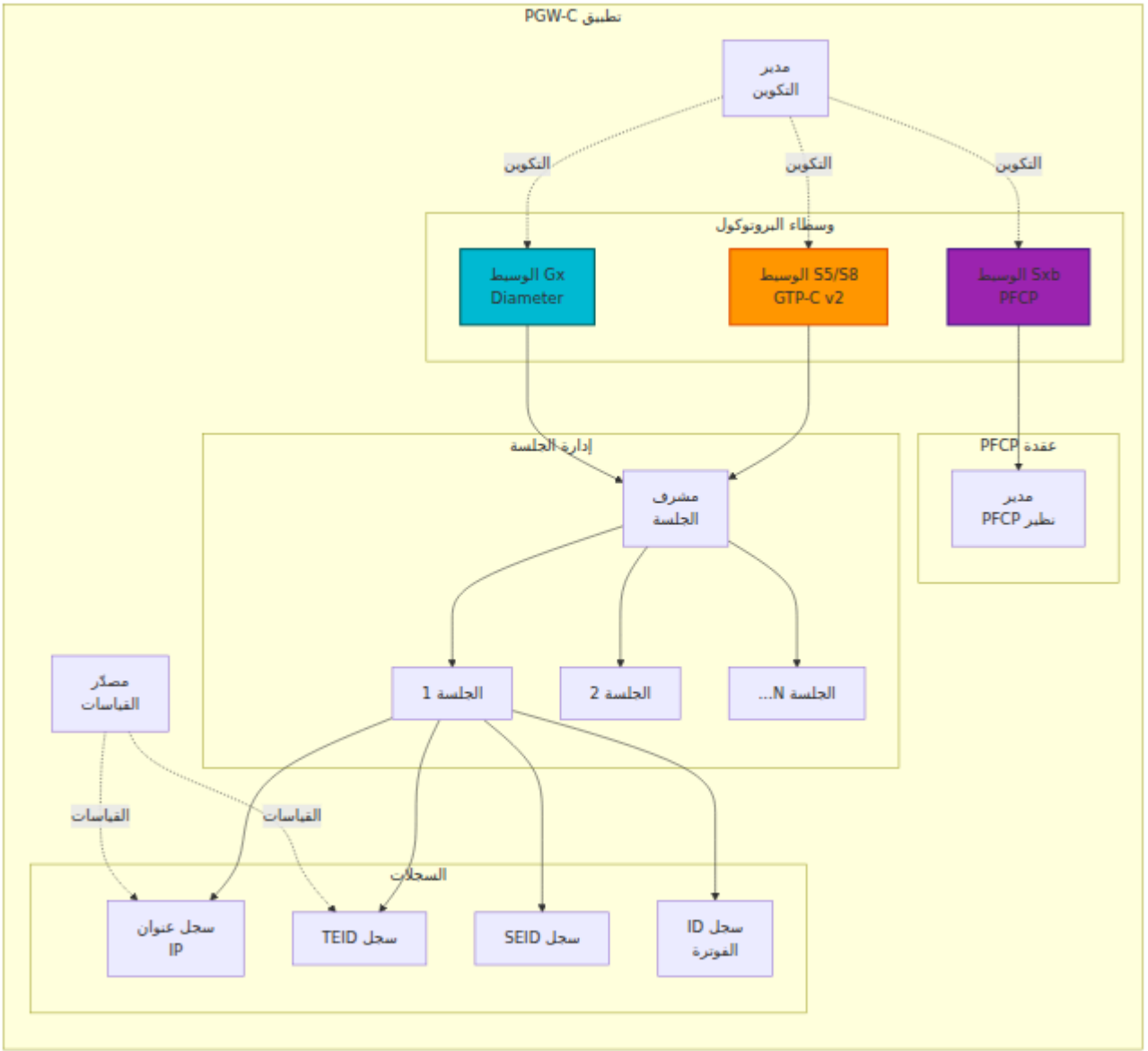
الغرض: واجهة وظيفة قواعد السياسة والفوترة (PCRF)

البروتوكول: Diameter (IETF RFC 6733)

الرسائل الرئيسية:

- طلب/استجابة التحكم في الائتمان الأولي (CCR-I/CCA-I)
- طلب/استجابة إنهاء التحكم في الائتمان (CCR-T/CCA-T)

التكوين: انظر توثيق واجهة Diameter Gx



المفاهيم الأساسية

جلسة PDN

تمثل جلسة PDN (شبكة بيانات الحزمة) اتصال بيانات UE تحتوي. بشبكة خارجية (مثل الإنترنت). كل جلسة على:

- **عنوان IP لـ UE** - مخصص من بركة الشبكة المحددة
- **APN** (اسم نقطة الوصول) - يحدد الشبكة الخارجية
- **سياق الحامل** - يحتوي على معلمات QoS ومعلومات النفق
- **الفوترة** - معرف فريد للفوترة **ID**
- **TEID** (معرف نقطة نهاية النفق) - معرف نفق واجهة S5/S8
- **SEID** (معرف نقطة نهاية الجلسة) - معرف جلسة واجهة Sxb

سياق الحامل

يمثل الحامل تدفقًا مروريًا بخصائص QoS محددة:

- **الحامل الافتراضي** - يتم إنشاؤه مع كل جلسة PDN
- **الحوامل المخصصة** - حوامل إضافية لاحتياجات QoS محددة
- **EBI** (معرف حامل EPS) - معرف فريد لكل حامل
- **معلمات QoS** - QCI، ARP، معدلات البيانات (MBR، GBR)

قواعد PFCP

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

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

انظر توثيق واجهة PFCP للحصول على التفاصيل.

تخصيص عنوان IP

تُخصص عناوين IP لـ UE المحددة من برك الشبكة:

- **اختيار قائم على APN** - يمكن أن تستخدم APNs المختلفة شبكات فرعية مختلفة
- **التخصيص الديناميكي** IP - اختيار عشوائي من النطاق المتاح
- **التخصيص الثابت** IP - دعم لعناوين UE المطلوبة من قبل
- **كشف التصادم** IP - يضمن تخصيص فريد

انظر تخصيص بركة IP لـ UE للتكوين.

البدء

المتطلبات المسبقة

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

بدء OmniPGW

1. **تكوين إعدادات وقت التشغيل** في `config/runtime.exs`
2. **تجميع التطبيق:**

```
mix deps.get
mix compile
```

3. **بدء التطبيق:**

```
mix run --no-halt
```

التحقق من التشغيل

تحقق من السجلات لبدء التشغيل الناجح:

```
[info] Starting OmniPGW...
[info] Starting Metrics Exporter on 127.0.0.42:42069
[info] Starting S5/S8 Broker on 127.0.0.10
[info] Starting Sxb Broker on 127.0.0.20
[info] Starting Gx Broker
[info] Starting PFCP Node Manager
[info] OmniPGW successfully started
```

الوصول إلى القياسات على `http://127.0.0.42:42069/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	الوثائق
القياسات	مصدّر قياسات Prometheus	دليل المراقبة
Diameter	واجهة Gx إلى PCRF	تكوين Diameter Gx
S5S8	واجهة GTP-C إلى SGW-C	تكوين S5/S8
Sxb	واجهة PFCP إلى PGW-U	تكوين PFCP
UE	برك عناوين IP لـ UE	تكوين بركة IP
PCO	خيارات تكوين البروتوكول	تكوين PCO
CDR	الفوترة غير المتصلة وتقارير الاستخدام	تنسيق CDR

انظر دليل التكوين الكامل للحصول على معلومات مفصلة.

واجهة الويب - لوحة عمليات الوقت الحقيقي

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

الوصول إلى واجهة الويب

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

الصفحات المتاحة:

الصفحة	URL	الغرض	معدل التحديث
بحث UE	`/ue_search`	الغوص العميق في جلسات المشتركين المحددة	عند الطلب
جلسات PGW	`/pgw_sessions`	عرض جميع جلسات PDN النشطة	2 ثواني
تاريخ الجلسة	`/session_history`	سجل تدقيق لأحداث الجلسة	5 ثواني
الطوبولوجيا الشبكية	`/topology`	عرض الطوبولوجيا الشبكية المرئي�?	5 ثواني
برك IP	`/ip_pools`	استخدام بركة عناوين IP لـ UE	2 ثواني
جلسات PFCP	`/pfcp_sessions`	عرض جلسات PFCP مع PGW-U	2 ثواني
حالة UPF	`/upf_status`	مراقبة ارتباطات نظراء PFCP	2 ثواني
اختيار UPF	`/upf_selection`	عرض قواعد اختيار UPF وحالة P-CSCF	ثابت
نظراء Diameter	`/diameter`	مراقبة الاتصال بـ PCRF	1 ثانية
مراقبة P-CSCF	`/pcscf_monitor`	حالة اكتشاف DNS لـ P-CSCF	5 ثواني
محاكي Gy	`/gy_simulator`	اختبار الفوترة عبر الإنترنت Gy/Ro	عند الطلب
أبراج الخلايا	`/cell_towers`	تصفح قاعدة بيانات OpenCellID	ثابت

الصفحة	URL	الغرض	معدل التحديث
السجلات	`/logs`	بث السجلات في الوقت الحقيقي	مباشر

الميزات الرئيسية

التحديثات في الوقت الحقيقي:

- جميع الصفحات تتجدد تلقائيًا (لا حاجة لإعادة التحميل يدويًا)
- تدفق البيانات الحية من عمليات OmniPGW
- مؤشرات حالة ملونة (أخضر/أحمر)

البحث والتصفية:

- البحث عن الجلسات باستخدام IMSI أو IP أو MSISDN أو APN
- تصفية فورية دون إعادة تحميل الصفحة

تفاصيل قابلة للتوسيع:

- انقر على أي صف لرؤية التفاصيل الكاملة
- فحص حالة الجلسة الكاملة
- عرض تكوين وقدرات النظراء

لا حاجة للمصادقة (للاستخدام الداخلي):

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

سير العمل التشغيلي

استكشاف مشاكل الجلسة (غوص عميق):

```
1. المستخدم يبلغ عن مشكلة في الاتصال
2. افتح صفحة بحث UE (/ue_search)
3. ابحث باستخدام IMSI أو MSISDN أو عنوان IP
4. راجع تفاصيل الجلسة الشاملة:
   a) الجلسات النشطة - تحقق من وجود الجلسة مع المعلمات الصحيحة
   b) الموقع الحالي - تحقق من Cell ID و TAC والموقع الجغرافي
   c) معلومات الحامل - تحقق من الحوامل الافتراضية والمخصصة
      - QCI، MBR/GBR، أسماء قواعد الفوترة
      - حدود APN-AMBR
   d) معلومات الفوترة - معرف جلسة Gy، حالة الحصة
   e) معلومات السياسة - جلسة Gx، قواعد PCC المثبتة
   f) الأحداث الأخيرة - تاريخ الجلسة وتغييرات الحالة
5. إذا لم يتم العثور على الجلسة → تحقق من صفحة Diameter للاتصال بـ PCRF
6. إذا كانت هناك مشاكل في الموقع → تحقق من بيانات برج الخلية في قسم الموقع الحالي
```

بحث سريع عن الجلسة:

```
1. المستخدم يبلغ عن مشكلة
2. افتح صفحة جلسات PGW (/pgw_sessions)
3. ابحث باستخدام IMSI أو رقم الهاتف
4. تحقق من وجود الجلسة مع التفاصيل الأساسية:
   - عنوان IP لـ UE المخصص
   - معلمات QoS
   - نقاط نهاية النفق التي تم إنشاؤها
5. انقر على الجلسة للتوسيع أو استخدم بحث UE للتحليل التفصيلي
```

تحقق من صحة النظام:

```
1. افتح صفحة حالة UPF → تحقق من أن جميع نظراء PGW-U "مرتبطون"
2. افتح صفحة Diameter → تحقق من أن جميع نظراء PCRF "متصلون"
3. افتح جلسات PGW → تحقق من عدد الجلسات النشطة مقابل السعة
```

مراقبة السعة:

- نظرة على عدد جلسات PGW
- قارن مع السعة المرخصة/المتوقعة
- تحديد أوقات الاستخدام القصوى

- مراقبة التوزيع عبر APNs

واجهة الويب مقابل القياسات

استخدم واجهة الويب لـ:

- استكشاف مشاكل المشتركين بعمق (بحث UE)
- تفاصيل الجلسة الفردية وفحص الحالة
- حالة النظراء في الوقت الحقيقي (PFCP، Diameter)
- فحوصات صحة سريعة عبر جميع الواجهات
- استكشاف مشاكل المستخدمين المحددين بواسطة IMSI/MSISDN/IP
- التحقق من الموقع الجغرافي (تكامل برج الخلية)
- تحليل QoS للحامل (MBR، GBR، QCI)
- فحص قواعد السياسة والفوترة
- تاريخ الجلسة وآثار التدقيق
- مراقبة سعة بركة IP
- التحقق من التكوين والقواعد

استخدم قياسات Prometheus لـ:

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

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

المراقبة والقياسات

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

القياسات المتاحة

- **قياسات الجلسة**
  - `teid_registry_count` - جلسات S5/S8 النشطة
  - `seid_registry_count` - جلسات PFCP النشطة
  - `session_id_registry_count` - جلسات Gx النشطة
  - `address_registry_count` - عناوين IP المخصصة لـ UE
  - `charging_id_registry_count` - معرفات الفوترة النشطة
- **قياسات الرسائل**
  - `s5s8_inbound_messages_total` - رسائل GTP-C المستلمة
  - `sxb_inbound_messages_total` - رسائل PFCP المستلمة
  - `gx_inbound_messages_total` - رسائل Diameter المستلمة
  - توزيعات مدة معالجة الرسائل
- **قياسات الأخطاء**
  - `s5s8_inbound_errors_total` - أخطاء بروتوكول S5/S8
  - `sxb_inbound_errors_total` - أخطاء بروتوكول PFCP
  - `gx_inbound_errors_total` - أخطاء Diameter

الوصول إلى القياسات

تُعرض القياسات عبر HTTP عند نقطة النهاية المكون ��:

```
curl http://127.0.0.42:42069/metrics
```

انظر دليل المراقبة والقياسات لإعداد لوحة المعلومات والتنبيهات.

التوثيق التفصيلي

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

هيكل الوثائق

```
وثائق OmniPGW
├── OPERATIONS.md (هذا الدليل)
│
└── docs/
    ├── التكوين والإعداد
    │   ├── configuration.md          مرجع كامل لـ runtime.exs
    │   ├── ue-ip-allocation.md       تكوين بركة IP
    │   └── pco-configuration.md      إعدادات DNS و P-CSCF و MTU
    │
    ├── واجهات الشبكة
    │   ├── pfcp-interface.md         Sxb/PFCP (تواصل PGW-U)
    │   ├── diameter-gx.md            Gx (تواصل PCRF)
    │   ├── diameter-gy.md            Gy/Ro (تواصل OCS)
    │   └── s5s8-interface.md         S5/S8 (تواصل SGW-C)
    │
    └── العمليات
        ├── session-management.md     دورة حياة جلسة PDN
        └── monitoring.md             قياسات Prometheus
والتنبيه
```

الوثائق حسب الموضوع

البدء

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

التكوين ⚙

الوثيقة	الوصف	الأسطر
configuration.md	مرجع كامل لتكوين runtime.exs	1,600+
ue-ip-allocation.md	إدارة وتخصيص بركة IP لـ UE	943
pco-configuration.md	خيارات تكوين البروتوكول (DNS، P-CSCF، MTU)	344

🔌 واجهات الشبكة

الوثيقة	الوصف	الأسطر
pfcp-interface.md	واجهة PFCP/Sxb إلى PGW-U	1,355
diameter-gx.md	واجهة Diameter Gx إلى PCRF (التحكم في السياسة)	941
diameter-gy.md	واجهة Diameter Gy/Ro إلى OCS (الفوترة عبر الإنترنت)	1,100+
s5s8-interface.md	واجهة GTP-C S5/S8 إلى SGW-C	456

🔧 العمليات وا��مراقبة

الوثيقة	الوصف	الأسطر
session-management.md	دورة حياة الجلسة PDN والعمليات	435
monitoring.md	قياسات Prometheus، لوحات Grafana، التنبيهات	807
data-cdr-format.md	تنسيق ملف CDR، تكوين URR، الفوترة غير المتصلة	847
qos-bearers.md	إدارة QoS والحامل، التحكم في السياسة	448
troubleshooting.md	إجراءات استكشاف الأخطاء والمشاكل الشائعة	687

⭐ الميزات المتقدمة

الوثيقة	الوصف	الأسطر
pcscf-monitoring.md	اكتشاف P-CSCF ومراقبة الصحة	894

ميزات الوثائق

📊 مخططات Mermaid

مخططات تتضمن جميع الوثائق **Mermaid** لفهم بصري:

- مخططات العمارة
- مخططات التسلسل (تدفقات الرسائل)
- آلات الحالة
- الطوبولوجيا الشبكية

💻 أمثلة عملية

تتضمن كل وثيقة:

- أمثلة تكوين من العالم الحقيقي
- تكوينات جاهزة للنسخ واللصق
- حالات استخدام شائعة

استكشاف الأخطاء

تتضمن كل وثيقة واجهة:

- مشاكل شائعة وحلول
- أوامر تصحيح الأخطاء
- قياسات للتشخيص

المراجع المتقاطعة

تم ربط الوثائق بشكل موسع لتسهيل التنقل.

مسارات القراءة

لمشغلي الشبكة

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

لمهندسي الشبكة

1. OPERATIONS.md - (هذا الدليل) نظرة عامة على العمارة
2. pfcp-interface.md - التحكم في مستوى المستخدم
3. diameter-gx.md - التحكم في السياسة
4. diameter-gy.md - الفوترة عبر الإنترنت
5. s5s8-interface.md - إدارة الجلسة
6. ue-ip-allocation.md - إدارة IP

للتكوين و��لنشر

1. configuration.md - مرجع كامل
2. ue-ip-allocation.md - برك IP

3. pco-configuration.md - معلمات الشبكة
4. monitoring.md - إعداد المراقبة

إحصائيات الوثائق

- **إجمالي الوثائق:** 14
- **إجمالي الأسطر:** 10,900~+
- **إجمالي الحجم:** 265~ KB
- **مخططات Mermaid:** 75+
- **أمثلة الشيفرة:** 150+

المفاهيم الرئيسية المغطاة

العمارة

- فصل مستوى التحكم/المستخدم
- بنية OTP/Elixir
- إشراف العمليات
- جلسات قائمة على GenServer

البروتوكولات

- PFCP (بروتوكول التحكم في توجيه الحزم)
- GTP-C v2 (بروتوكول نفق GPRS)
- Diameter (RFC 6733)

3 واجهاتGPP

- Sxb (PGW-C ↔ PGW-U)
- Gx (PGW-C ↔ PCRF)
- Gy/Ro (PGW-C ↔ OCS)
- S5/S8 (SGW-C ↔ PGW-C)

العمليات

- إدارة الجلسة
- استراتيجيات تخصيص IP

- □ فرض QoS
- □ تكامل الفوترة
- □ المراقبة والتنبيهات

الموارد الإضافية

مواصفات 3GPP

العنوان	المواصفة
GTP-C v2 (واجهة S5/S8)	TS 29.274
PFCP (واجهة Sxb)	TS 29.244
واجهة Diameter Gx (التحكم في السياسة)	TS 29.212
تطبيقات الفوترة Diameter (Gy/Ro)	TS 32.299
فوترة المجال المعبأ	TS 32.251
عمارة EPC	TS 23.401

الوثائق ذات الصلة

- ملف التكوين: config/runtime.exs