# دليل تكوين OmniPGW

**runtime.exs مرجع كامل لتكوين**

*بواسطة خدمات شبكة أومنيتاتش*

---

## جدول المحتويات

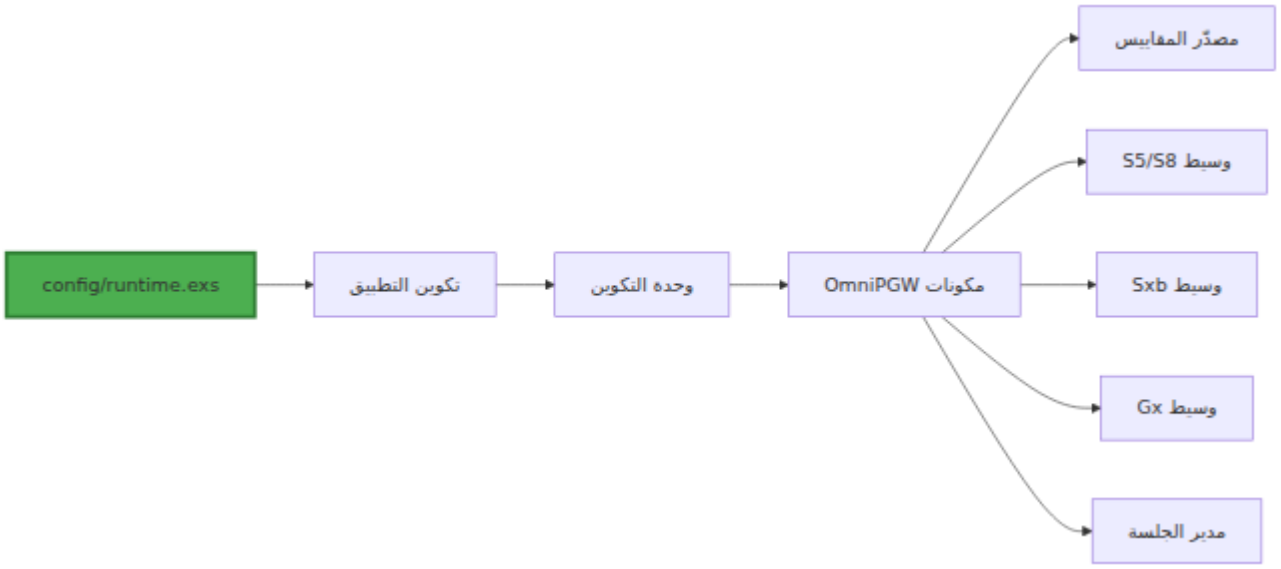

1. نظرة عامة
2. هيكل ملف التكوين
3. تكوين المقاييس
4. تكوين Diameter/Gx
5. تكوين S5/S8
6. تكوين Sxb/PFCP
    - استراتيجيات اختيار UPF
    - توازن الحمل مع مجموعات UPF
    - اختيار قائم على DNS
    - وضع التشغيل الجاف
7. تكوين مجموعة IP لـ UE
8. تكوين PCO
9. تكوين واجهة الويب
10. مثال كامل
11. تحقق من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


---

## نظرة عامة

يستخدم OmniPGW المحدد في **تكوين وقت التشغيل** `config/runtime.exs`. يتم تقييم هذا الملف عند **بدء التطبيق** ويسمح بتكوين 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 التكوين عند بدء التشغيل
- **مرونة البيئة** - دعم للتطوير، الاختبار، الإنتاج
- **افتراضات واضحة** - افتراضات معقولة مع تجاوزات صريحة

---

# هيكل ملف التكوين

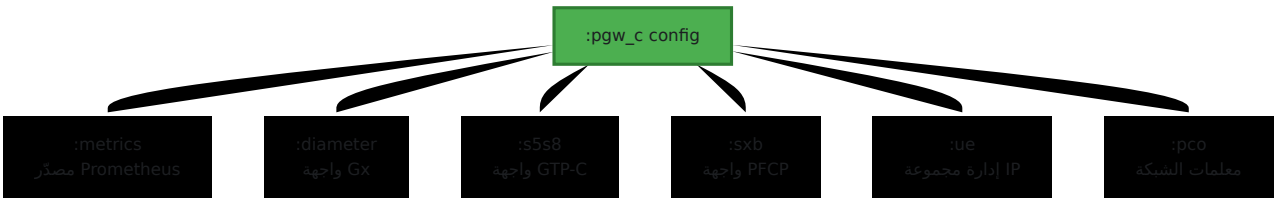
## موقع الملف

```
pgw_c/
├── config/
│   ├── config.exs          # التكوين الأساسي (يستورد runtime.exs)
│   ├── dev.exs             # تكوين خاص بالتطوير
│   ├── prod.exs            # تكوين خاص بالإنتاج
│   └── 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 مصدّر مقاييس Prometheus لمراقبة OmniPGW.

## كتلة التكوين

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

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

    # المنفذ لنقطة نهاية المقاييس
    port: 9090,

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

## المعلمات

| المعلمة | النوع | الافتراضي | الوصف |
|---|---|---|---|
| `enabled` | Boolean | `true` | تمكين مصدّر 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 الاستقصاء لعدد السجلات |

## 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  # استقصاء كل 5 ثواني
}
```

**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 الافت��اضية
curl http://<ip_address>:<port>/metrics

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

**انظر:** دليل المراقبة والمقاييس لوثائق المقاييس التفصيلية.

---

# تكوين Diameter/Gx

## الغرض

تكوين بروتوكول Diameter لواجهة Gx (الاتصال بـ PCRF).

## كتلة التكوين

```
config :pgw_c,
  diameter: %{
    # عنوان IP للاستماع لاتصالات 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 لـ PCRF
    peer_list: [
      %{
        # هوية Diameter لـ PCRF
        host: "pcrf.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",

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

        # عنوان IP لـ 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 لـ PCRF |
| `realm` | String (Domain) | نعم | مجال PCRF |
| `ip` | String (IP) | نعم | عنوان IP لـ 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 في الولايات المتحدة)
```

# 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
    }
  ]
}
```

**PCRFs (الاحتياطي) متعددة:**

```
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  # انتظر حتى يتصل PCRF
    }
  ]
}
```

**انظر:** Diameter Gx وثائق واجهة

---

# تكوين S5/S8

## الغرض

تكوين واجهة GTP-C للتواصل مع 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 (الافتراضي: 500مللي ثانية) بالملي ثانية
    # المهلة لكل محاولة عند الانتظار لاستجابات GTP-C
    request_timeout_ms: 500,

    # عدد محاولات إعادة الطلبات لـ GTP-C (الافتراضي: 3)
    # 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 (لمنفذ 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 عالي:**

```
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
}
```

# تكوين المهلة

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

**حساب إجمالي وقت الانتظار:**

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

**إرشادات الضبط:**

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

**متى يجب الضبط:**

- **زيادة المهلة** إذا كنت ترى أخطاء متكررة "انتهت مهلة طلب إنشاء حامل" لكن يظهر استجابات تصل Wireshark
- **تقليل المهلة** للكشف السريع عن الفشل في البيئات ذات زمن الانتقال المنخفض
- **زيادة محاولات إعادة الطلب** للشبكات غير الموثوقة التي تعاني من فقدان الحزم

**سلوك ا��مهلة:**

- عند انتهاء المهلة، يتم تسجيل الخطأ: `"انتهت مهلة طلب إنشاء حامل"`
- يتم إرجاع خطأ PCRF: Result-Code 5012 إلى Diameter (UNABLE_TO_COMPLY)
- يبقى الحامل 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
- اعتبر الاحتياطي (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 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 PFCP لـ��استماع |
| `local_port` | Integer | `8805` | منفذ PFCP UDP |

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

    - اسم تم إنشاؤه تلقائيًا: `"UPF-<ip>:<port>"`
    - ارتباط PFCP سلبي (انتظر حتى يبدأ UPF)
    - فترة نبض القلب 5 ثواني
- يتم تكوين قواعد اختيار UPF والمجموعات في قسم `upf_selection` المنفصل. انظر استراتيجيات اختيار UPF أدناه.
- يتم دعم التسجيل الديناميكي لـ UPFs المكتشفة عبر DNS التي ليست في 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"
# - ارتباط PFCP سلبي (انتظر حتى يتصل UPF)
# - فترة نبض القلب 5 ثواني
```

**مخصص PFCP منفذ:**

```
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 عبر DNS المكتشفة عند الاستخدام الأول ديناميكيًا
```

# استراتيجيات اختيار UPF

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

## هيكل التكوين

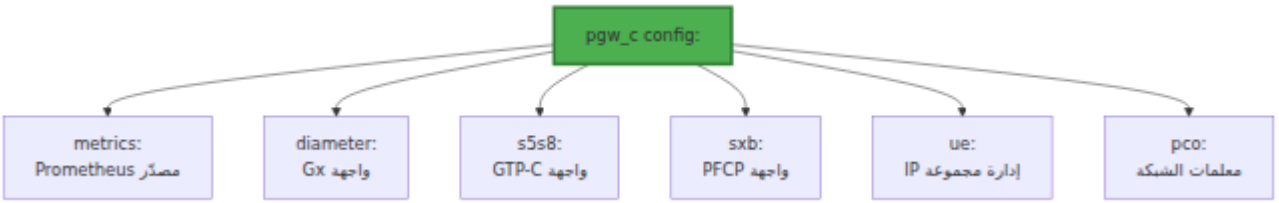
يتم تكوين اختيار UPF في قسم **`upf_selection`** الذي يحدد:

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

## ترتيب أولوية الاختيار

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

## تدفق قرار اختيار UPF




## حقول المطابقة المتاحة

يمكن أن تتطابق القواعد الثابتة على 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 المقدمة | `^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.*` |

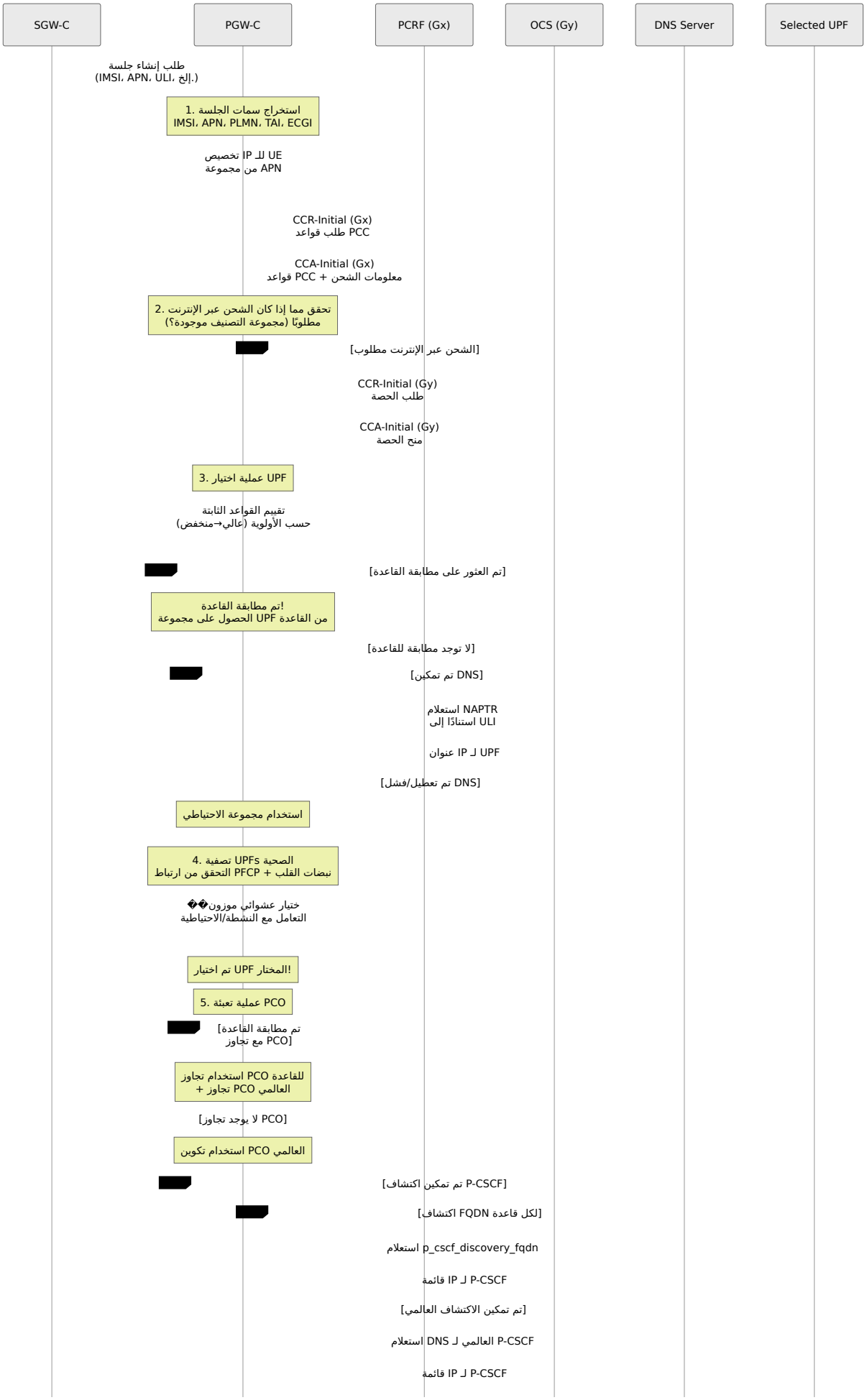
## مقارنة طرق الاختيار

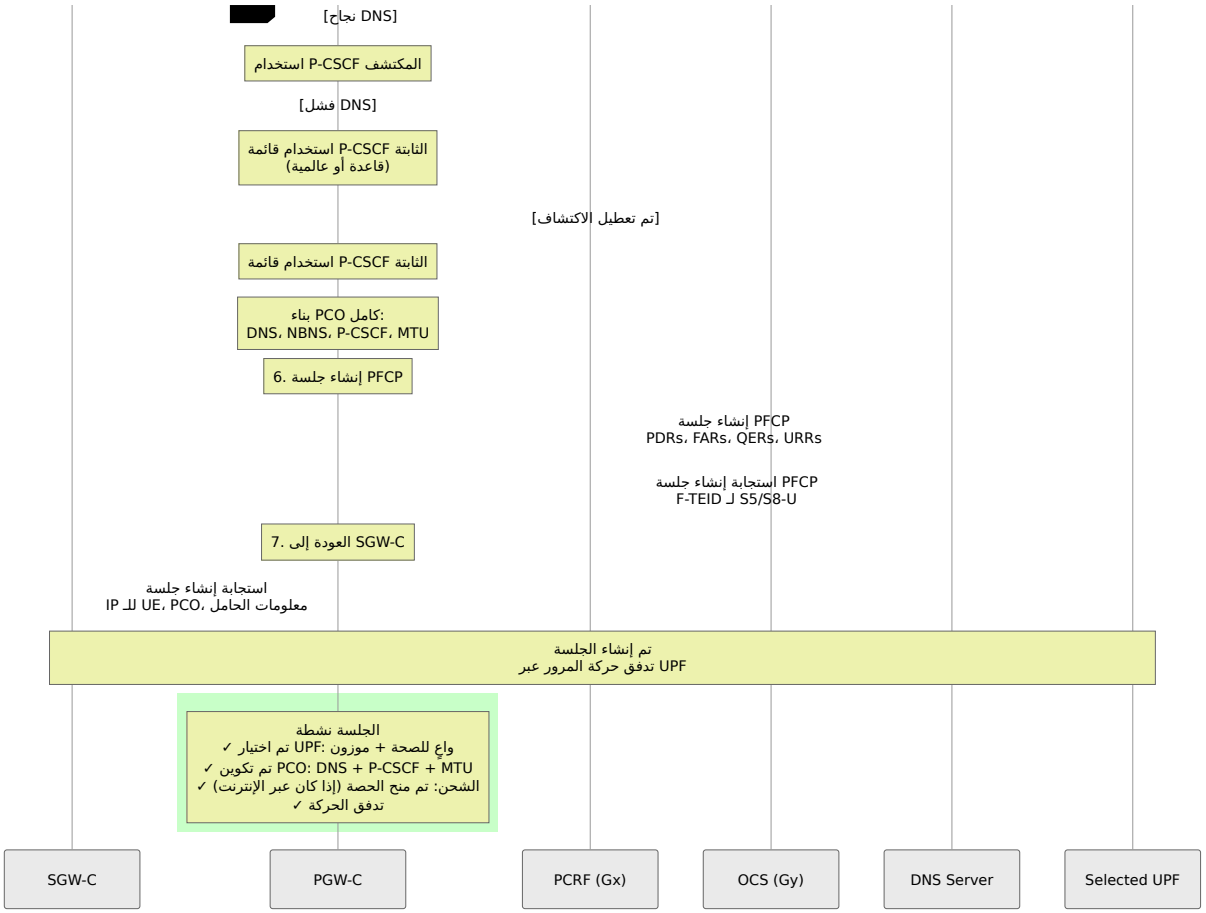
| الطريقة | متى تستخدم | الإيجابيات | السلبيات |
|---|---|---|---|
| **مجموعات UPF** | نشرات الإنتاج | توازن الحمل، توافر عالي، أوزان مرنة | تتطلب UPFs متعددة |
| **استنادًا إلى APN** | تمييز الخدمة | توجيه IMS/الإنترنت بشكل منفصل | تكوين ثابت |
| **استنادًا إلى IMSI** | سيناريوهات التجوال | توجيه جغرافي | تعقيد التعبيرات العادية |
| **استنادًا إلى DNS** | MEC/الحوسبة الطرفية | ديناميكي، واعٍ للموقع | 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 الرسم البياني التدفق الكامل من البداية إلى النهاية لإنشاء الجلسة بما في ذلك اختيار UPF وتعبئة 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 كان الشحن عبر الإنترنت
مطلوبًا (مجموعة التصنيف موجودة؟)
[الشحن عبر الإنترنت مطلوب]
CCR-Initial (Gy)
طلب الحصة
CCA-Initial (Gy)
منح الحصة
3. عملية اختيار UPF
تقييم القواعد الثابتة
حسب الأولوية (عالي→منخفض)
[تم العثور على مطابقة القاعدة]
تم مطابقة القاعدة
من القاعدة UPF الحصول على مجموعة!
[لا توجد مطابقة للقاعدة]
[تم تمكين DNS]
استعلام NAPTR
استنادًا إلى ULI
عنوان IP لـ UPF
[تم تعطيل/فشل DNS]
استخدام مجموعة الاحتياطي
4. تصفية UPFs الصحية
التحقق من ارتباط PFCP + نبضات القلب
اختيار عشوائي موزون
التعامل مع النشطة/الاحتياطية
تم اختيار UPF المختار!
5. عملية تعبئة PCO
تم مطابقة القاعدة
مع تجاوز PCO]
استخدام تجاوز PCO للقاعدة
+ تجاوز PCO العالمي
[لا يوجد تجاوز PCO]
استخدام تكوين PCO العالمي
[تم تمكين اكتشاف P-CSF]
[لكل قاعدة FQDN اكتشاف]
استعلام p_cscf_discovery_fqdn
قائمة IP لـ P-CSCF
[تم تمكين الاكتشاف العالمي]
استعلام DNS لـ P-CSCF العالمي
قائمة IP لـ P-CSCF




**نقاط القرار الرئيسية:**

1. **أولوية اختيار UPF:**
   - مجموعة الاحتياطي ← القواعد الثابتة (مطابقة الأنماط) ← اكتشاف DNS
   - يتم تطبيق تصفية الصحة في جميع المراحل
   - منطق النشطة/الاحتياطية لتوافر عالي
   - واجهة PFCP لتفاصيل الاتصال بـ UPF **انظر:**
2. **أولوية تعبئة PCO:**
   - تكوين PCO العالمي ← P-CSCF لـ DNS ← اكتشاف PCO تجاوز للقاعدة
   - دمج حسب الحقل (تجاوز القاعدة لحقل محدد، يوفر العالمي الافتراضات)
   - تكوين PCO لمعلمات PCO التفصيلية **انظر:**
3. **أولوية اكتشاف P-CSCF:**
   - PCO ← ثابت للقاعدة ← PCO العالمي DNS لكل قاعدة ← اكتشاف FQDN ثابت عالمي
   - مراقبة P-CSCF لمقاييس الاكتشاف وتتبع الصحة **انظر:**

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

## مثال كامل للتكوين

إليك مثال كامل يظهر اختيار UPF التلقائي مع تسجيل الأقران متعدد المجموعات:

```
config :pgw_c,
  # واجهة PFCP - يتم تسجيل جميع UPFs تلقائيًا من upf_selection
  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 (تُقيّم حسب ترتيب الأولوية)
    rules: [
      # حركة 1: القاعدة IMS - أعلى أولوية
      %{
        name: "حركة 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}
        ]
      },

      # 2 القاعدة: APN مؤسسي
      %{
        name: "حركة المؤسسة",
        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 الإنترنت - موزونة
```

```
      %{
        name: "حركة 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 - تُستخدم 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**:

- ✅ **التسجيل التلقائي**: يتم تسجيل جميع UPFs من `upf_selection` تلقائيًا عند بدء التشغيل
- ✅ **تكوين مركزي**: يتم تجميع جميع اختيار UPF وتكوين الأقران في قسم واحد
- ✅ **المجموعات المطلوبة**: تستخدم جميع القواعد تنسيق `upf_pool` (حتى لـ UPF واحد)
- ✅ **الاحتياطي المنظم**: مجموعة احتياطي مخصصة مع توزيع موزون
- ✅ **تكامل DNS**: إعدادات DNS جنبًا إلى جنب مع قواعد الاختيار
- ✅ **تسجيل ديناميكي**: يتم تسجيل UPFs المكتشفة عبر DNS تلقائيًا عند الاستخدام الأول
- ✅ **مراقبة الصحة**: يتم مراقبة جميع UPFs المكونة ع نبضات قلب كل 5 ثواني

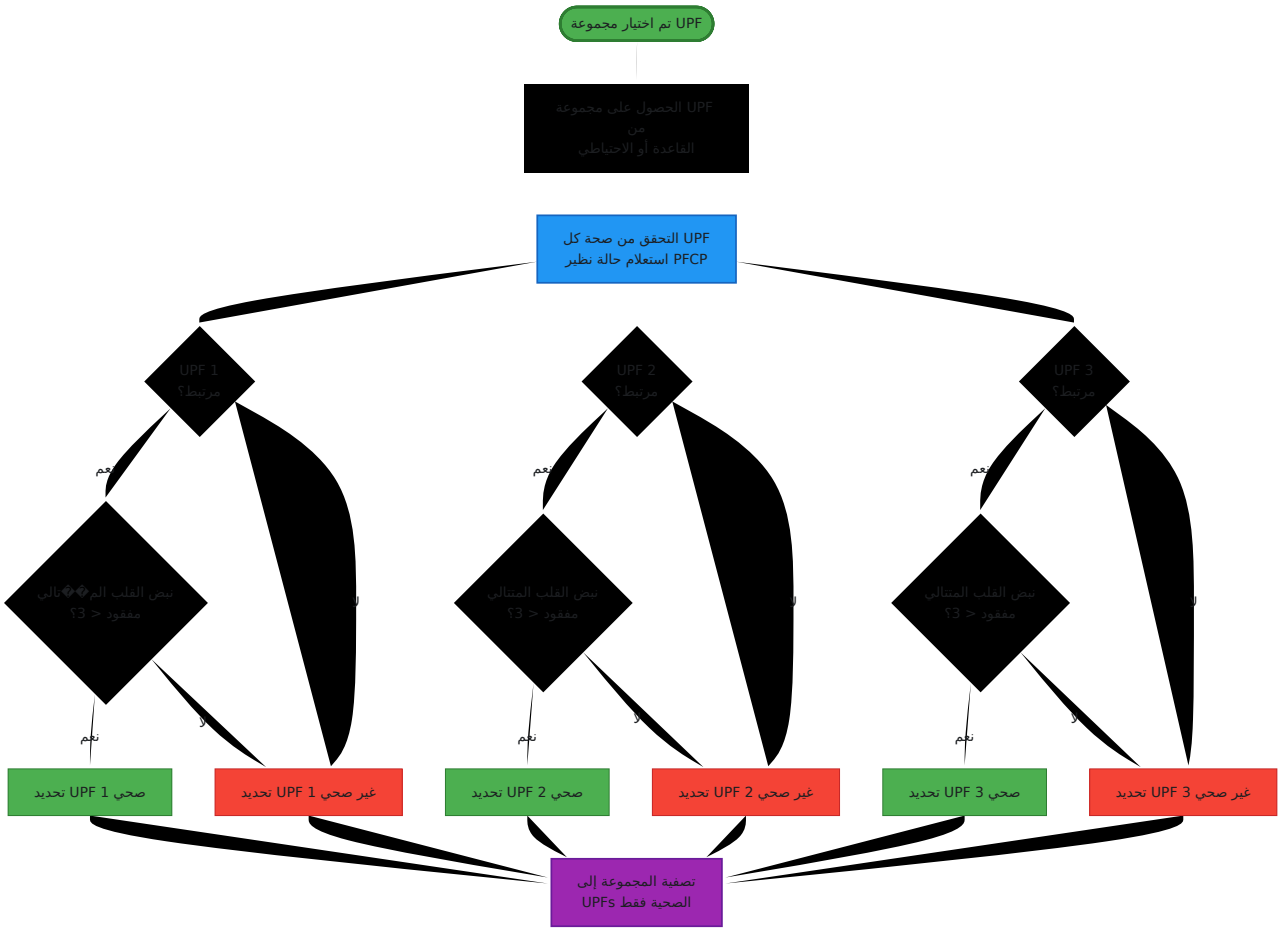
**الهجرة من التنسيق السابق**:

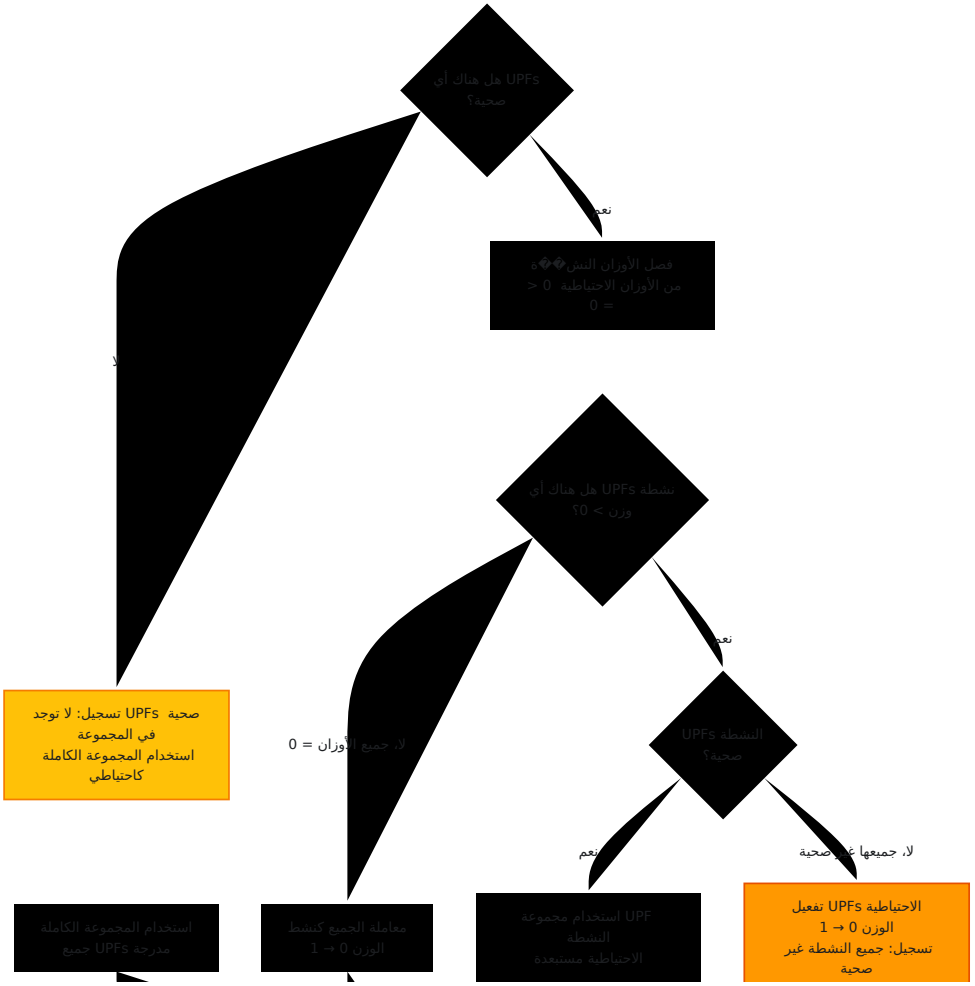
- تمت إزالة: حقل `sxb.peer_list` (لم يعد مطلوبًا)
- تمت إزالة: `selection_list` المدمجة في تكوينات الأقران
- جميع تعريفات UPF تذهب الآن في قواعد `upf_selection` ومجموعة الاحتياطي

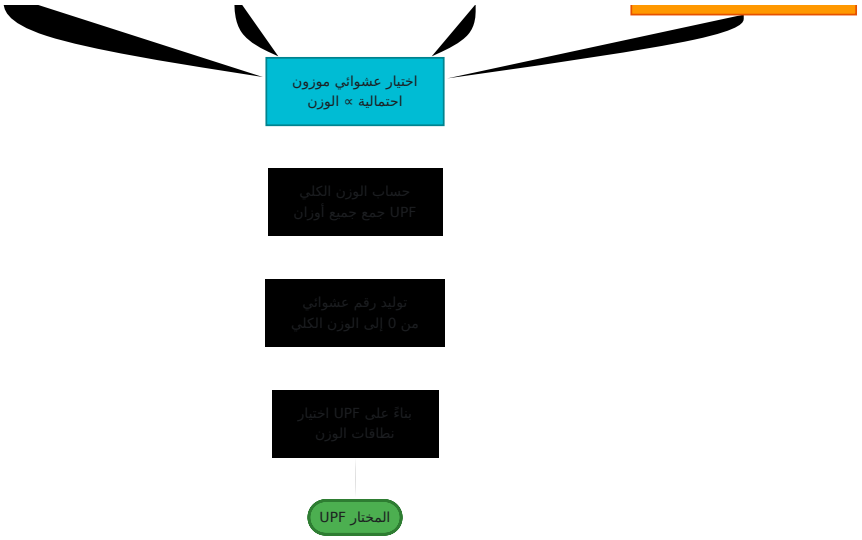
**كيف تعمل مجموعات UPF:**

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

## اختيار واعٍ للصحة مع النشطة/الاحتياطية


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


هل هناك أي UPFs صحية؟
نعم
لا
فصل الأوزان النش��ة من الأوزان الاحتياطية 0 < 0 =
هل هناك أي UPFs نشطة وزن > 0؟
نعم
لا، جميع الأوزان = 0
UPFs النشطة صحية؟
نعم
لا، جميعها غير صحية
تسجيل: لا توجد UPFs صحية في المجموعة
استخدام المجموعة الكاملة كاحتياطي
استخدام المجموعة الكاملة مدرجة جميع UPFs
معاملة الجميع كنشط الوزن 0 → 1
استخدام مجموعة UPF النشطة الاحتياطية مستبعدة
تفعيل UPFs الاحتياطية الوزن 0 → 1
تسجيل: جميع النشطة غير صحية




**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 الكلي

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

رقم عشوائي: 63 → يختار UPF-B
رقم عشوائي: 15 → يختار UPF-A
رقم عشوائي: 91 → ��ختار UPF-C
```

**مثال فشل النشطة/الاحتياطية:**

```
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]
→ جميع الحركة إلى UPF-A

السيناريو 2: UPF-A فشل
→ لا توجد UPFs نشطة صحية
→ تفعيل الاحتياطي: [UPF-B: 1]
→ جميع الحركة تنتقل إلى UPF-B
→ تسجيل: "جميع UPFs النشطة غير صحية، تفعيل UPFs الاحتياطية"

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

**أنماط الوزن الشائعة:**

```
# (25% لكل منها) 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) تحميل أساسي/احتياطي
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% الأساسي، 0% الاحتياطي حتى يفشل الأساسي) 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 عند فشل النشط)
]

# (تحميل موزون عند التفعيل) نشط مع احتياطي متعدد
upf_pool: [
  %{remote_ip_address: "10.0.1.1", remote_port: 8805, weight:
100},   # نشط
  %{remote_ip_address: "10.0.1.2", remote_port: 8805, weight: 0},
# 1 احتياطي
  %{remote_ip_address: "10.0.1.3", remote_port: 8805, weight: 0}
# 2 احتياطي
]
# النتيجة: 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
]
```

**الات الاستخدام:**

- الاحتياطية الساخنة التي UPFs لـ `weight: 0` **فشل النشطة/الاحتياطية**: استخدم تنشط فقط عندما تفشل الأوليات
- أو تفوت PFCP ارتباط UPFs **توافر عالي واعٍ للصحة**: الفشل التلقائي عندما تفقد نبضات القلب
- متعددة لزيادة السعة UPFs **توسيع أفقي**: توزيع الحمل عبر
- واحد UPF **توافر عالي**: يمنع التوزيع التلقائي من تحميل
- **تنفيذ تدريجي**: استخدم الأوزان لنشر تجريبي (على سبيل المثال، 95% قديم، 5% جديد)
- ذات السعة الأعلى UPFs **تحسين التكلفة**: توجيه المزيد من الحركة إلى
- الطرفية UPFs **توزيع جغرافي**: توازن الجلسات عبر

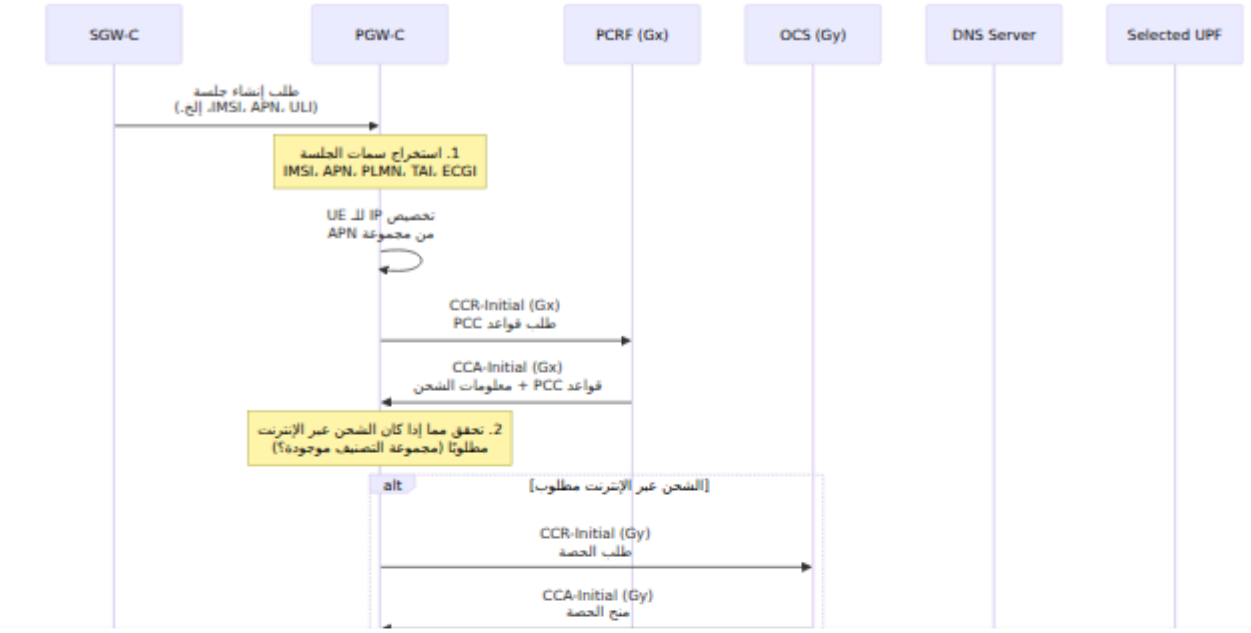
**تجاوزات خيارات تكوين البروتوكول (PCO):**

مخصصة تتجاوز التكوين الافتراضي لـ PCO أن تحدد اختياريًا قيم UPF يمكن لكل قاعدة اختيار أو أنواع الحركة بتلقي معلمات APNs للجلسات المطابقة. يسمح ذلك لأنواع مختلفة من PCO شبكة مختلفة.

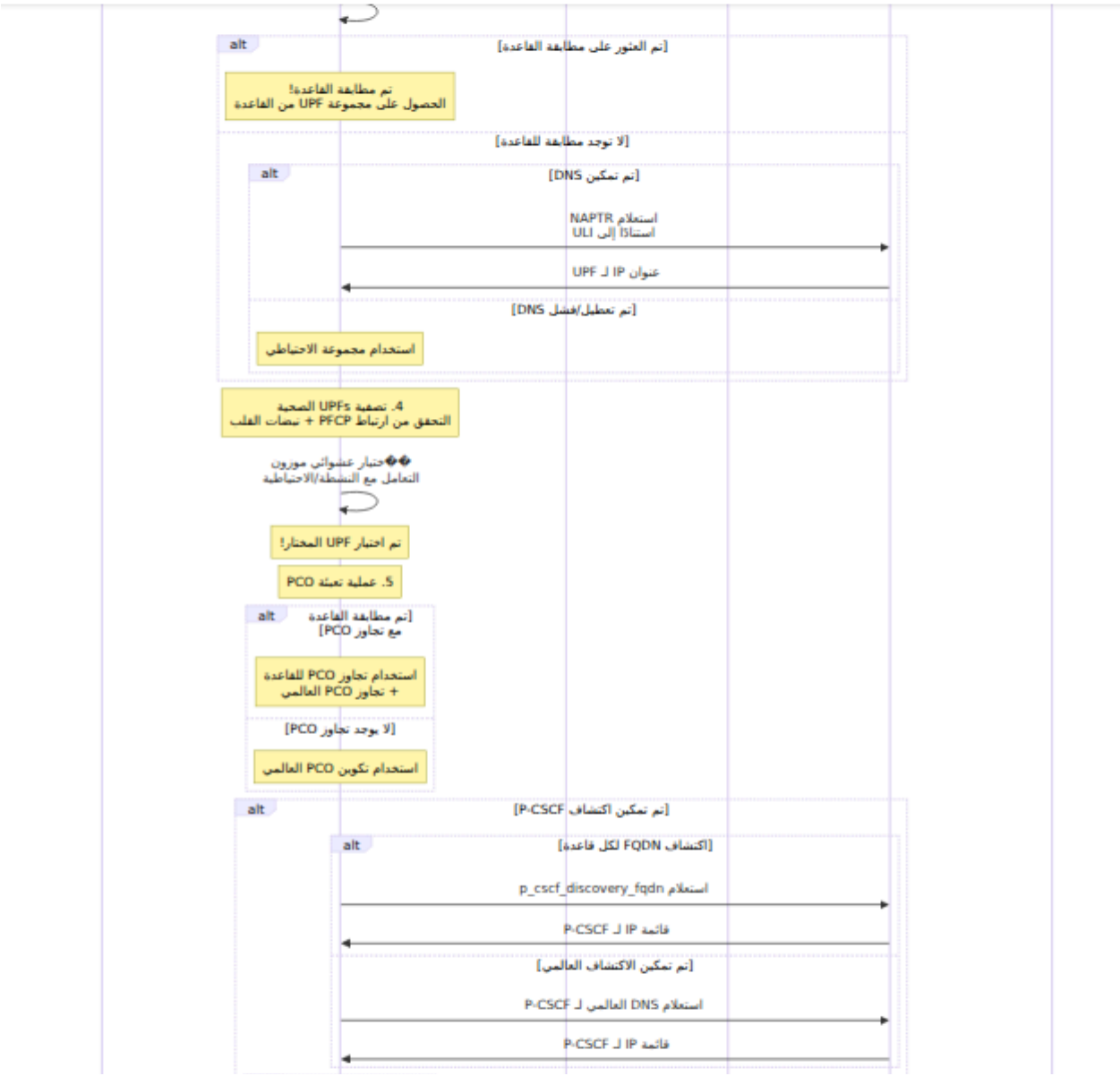
**كيف تعمل تجاوزات PCO:**

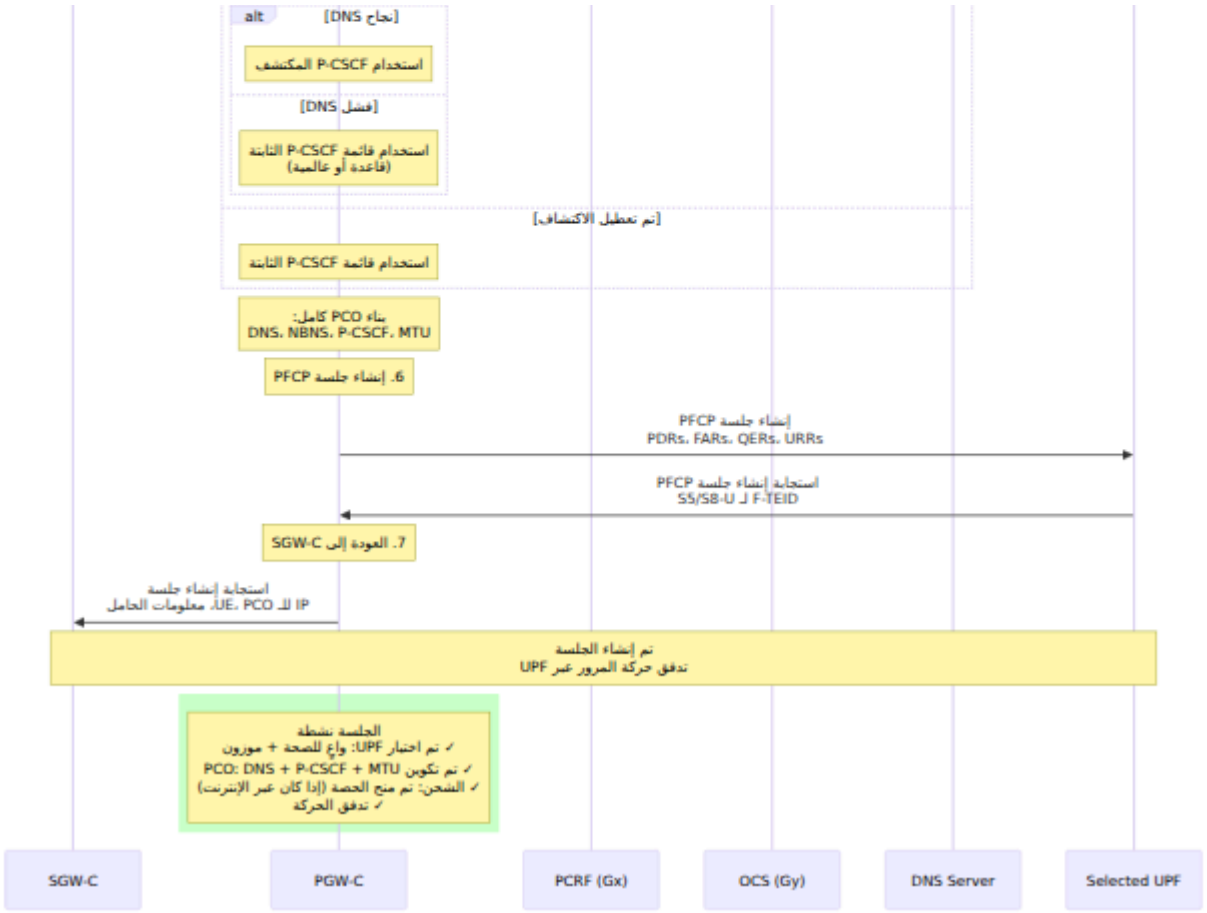
1. التي تريد تجاوزها PCO **تجاوزا جزئية**: حدد فقط حقول
2. الرئيسي PCO **تراجع افتراضي**: تستخدم الحقول غير المحددة القيم من تكوين
3. مختلفة PCO **محددة حسب القاعدة**: يمكن أن تحتوي كل قاعدة على تجاوزات
4. الافتراضي PCO الأولويات على PCO **دمج الأولويات**: تتجاوز قاعدة

# تسلسل تعبئة 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 للـ UE
من مجموعة APN
CCR-Initial (Gx)
طلب قواعد PCC
CCA-Initial (Gx)
قواعد PCC + معلومات الشحن
2. تحقق مما إذا كان الشحن عبر الإنترنت
مطلوبًا (مجموعة التصنيف موجودة؟)
alt
[الشحن عبر الإنترنت مطلوب]
CCR-Initial (Gy)
طلب الحصة
CCA-Initial (Gy)
منح الحصة




alt
[تم العثور على مطابقة القاعدة]
تم مطابقة القاعدة!
الحصول على مجموعة UPF من القاعدة
[لا توجد مطابقة للقاعدة]
alt
[تم تمكين DNS]
استعلام NAPTR
استنادًا إلى ULI
عنوان IP لـ UPF
[تم تعطيل/فشل DNS]
استخدام مجموعة الاحتياطي
4. تصفية UPFs الصحية
التحقق من ارتباط PFCP + نبضات القلب
اختيار عشوائي موزون
التعامل مع النشطة/الاحتياطية
تم اختيار UPF المختار!
5. عملية تعيين PCO
alt
[تم مطابقة القاعدة
مع تجاوز PCO]
استخدام تجاوز PCO للقاعدة
+ تجاوز PCO العالمي
[لا يوجد تجاوز PCO]
استخدام تكوين PCO العالمي
alt
[تم تمكين اكتشاف P-CSCF]
alt
[اكتشاف FQDN لكل قاعدة]
استعلام p_cscf_discovery_fqdn
قائمة IP لـ P-CSCF
[تم تمكين الاكتشاف العالمي]
استعلام DNS العالمي لـ P-CSCF
قائمة IP لـ P-CSCF




**ترتيب الأولويات لكل حقل PCO:**

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

**تجاوزات القاعدة كل شيء، IMS مثال: تجاوزات**

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

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

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

**حقول تجاوز PCO المتاحة:**

- `primary_dns_server_address` - عنوان IP للخادم DNS الرئيسي
- `secondary_dns_server_address` - عنوان IP للخادم DNS الثانوي
- `primary_nbns_server_address` - عنوان IP للخادم NBNS الرئيسي
- `secondary_nbns_server_address` - عنوان IP للخادم NBNS 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:**

تحديد اكتشاف P-CSCF الديناميكي: يمكن لقواعد اختيار UPF، بالإضافة إلى تجاوزات PCO:

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

عند تعيين هذه المعلمة:

1. يقوم PGW-C بإجراء 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 الرجوع إلى `p_cscf_ipv4_address_list` من تجاوز PCO العالمي أو تكوين (إذا تم تعيينه) 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
- **توافر عالي** - يعيد DNS تلقائيًا فقط خوادم P-CSCF الصحية

**مثال: حركة IMS مع P-CSCF مخصص:**

```
rules: [
  %{
    name: "حركة 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 بناءً على هذا FQDN الحالية
    p_cscf_discovery_fqdn: "pcscf.mnc380.mcc313.3gppnetwork.org",
    # تحصل جلسات IMS 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 المؤسسة مع DNS مخصص:**

```
rules: [
  %{
    name: "حركة المؤسسة",
    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 المؤسسة على DNS وMTU مخصص مؤسسي
    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}
    ],
    # مخصص تمامًا PCO على IoT تحصل جلسات
    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 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 المؤسسية**: توجيه الحركة 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:**

تمكين اختيار UPF باستخدام استعلامات (ULI) الديناميكي استنادًا إلى معلومات موقع المستخدم NAPTR لـ DNS. يتم تكوين إعدادات DNS الآن داخل قسم `upf_selection`.

> **ملاحظة:** يوفر هذا اختيار UPF بناءً 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 المواقع 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. **توليد الاستعلام**: يبني استعلامات NAPTR DNS استنادًا إلى موقع UE:
   - 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، SAI، CGI 3تنسيق GPP TS 23.003 مشابه
3. **تراجع التسلسل**: يحاول كل نوع موقع بترتيب الأولوية حتى يتم العثور على مطابقة
4. **مطابقة الأقران**: يتم تصفية نتائج DNS ضد قائمة الأقران المكونة
5. **الاختيار**: يختار نظير مطابق (حاليًا أول مطابقة، سيتم إضافة اختيار قائم على الحمل قريبًا)

**أمثلة 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 (MEC)**: توجيه الجلسات إلى أقرب UPFs الطرفية جغرافيًا
- **اكتشاف UPF الديناميكي**: إضافة/إزالة UPFs من 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 واعٍ للصحة تلقائيًا**: 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**: لدى UPF ارتباط PFCP قائم
2. **استجابة نبض القلب**: أقل من 3 نبضات قلب مفقودة متتالية
3. **العملية حية**: عملية نظير UPF تعمل

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

- ارتباط PFCP غير قائم (`associated: false`)
- أو أكثر من نبضات القلب المتتالية مفقودة 3
- عملية نظير UPF قد تحطمت أو غير مستجيبة

**آلية المراقبة**

**المكونة UPFs بالنسبة لـ** (في `upf_selection`):

- يبدأ تتبع الصحة على الفور عند التشغيل

- باستمرار PFCP يتم مراقبة ارتباط
- يتم إرسال نبضات القلب كل 5 ثواني
- يتم تتبع عدد النبضات المفقودة المتتالية
- من القواعد ومجموعة الاحتياطي تلقائيًا UPFs يتم تسجيل جميع

**المكتشفة ديناميكيًا** (تسجيل ديناميكي) **UPFs بالنسبة لـ**:

- تعتبر صحية حتى محاولة الجلسة الأولى
- يتم تسجيلها تلقائيًا عند الاستخدام الأول
- يبدأ تتبع ��لصحة بعد التسجيل

**سلوك الاختيار**

**وضع النشطة/الاحتياطية** (عند استخدام `weight: 0`):

1. تصفية UPFs الصحية فقط
2. فصل إلى **نشطة** (weight > 0) و**احتياطية** (weight == 0)
3. استخدام UPFs النشطة إذا كانت أي منها صحية
4. تفعيل UPFs الاحتياطية (معاملة كـ weight 1) إذا كانت جميع UPFs النشطة غير صحية
5. الرجوع إلى المجموعة الكاملة إذا لم توجد UPFs صحية

**وضع تحميل موزون** (جميع الوزن > 0):

1. تصفية UPFs الصحية فقط
2. إجراء اختيار عشوائي موزون بين UPFs الصحية
3. الرجوع إلى المجموعة الكاملة إذا لم توجد UPFs صحية

**التسجيل:**

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

**التحقق من صحة UPF**

**برمجيًا:**

```
# إذا كان UPF معين صحيًا تحقق مما
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:**

- في لوحة التحكم انتقل إلى `/upf_selection`
- عرض حالة الصحة في الوقت الفعلي لجميع UPFs في كل مجموعة
- شارات الحالة: UP-نشط، غير مرتبط  نشط-غير صحي،  احتياطي-جاهز، 
- يتم عرض عداد النبضات المفقودة للأقران 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 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 ثواني
# - مراقبة الصحة من بدء التشغيل
# - أسماء تم إنشاؤها تلقائيًا
```

2. **استخدام UPFs الاحتياطية**: قم بتكوين الاحتياطيات الساخنة مع `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 عبر DNS ومراقبة تلقائيًا، حتى لو لم تكن في تكوين `upf_selection`.

### كيف يعمل

عندما تُعيد أي طريقة اختيار (DNS، المجموعات، القواعد الثابتة) UPF غير مسجل بالفعل، يقوم النظام تلقائيًا بـ:

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

### التكوين الافتراضي لـ UPFs الديناميكية

عند تسجيل UPF ديناميكيًا، يتلقى التكوين الافتراضي التالي:

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

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

### مثال: DNS يعيد 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 إلى 10.200.5.99:8805
# 4
```

# 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
```

---

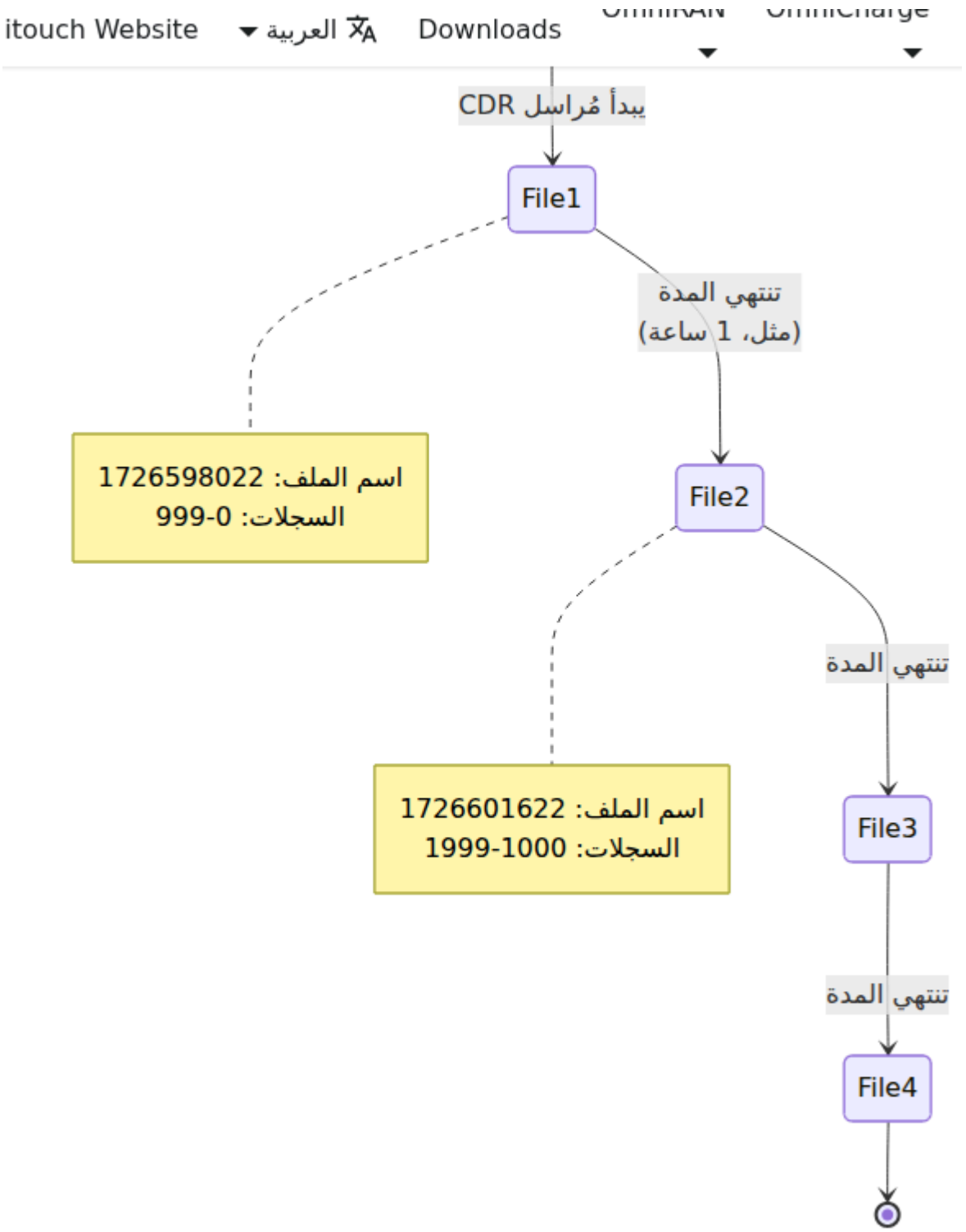
# هيكل الملف

## 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
```

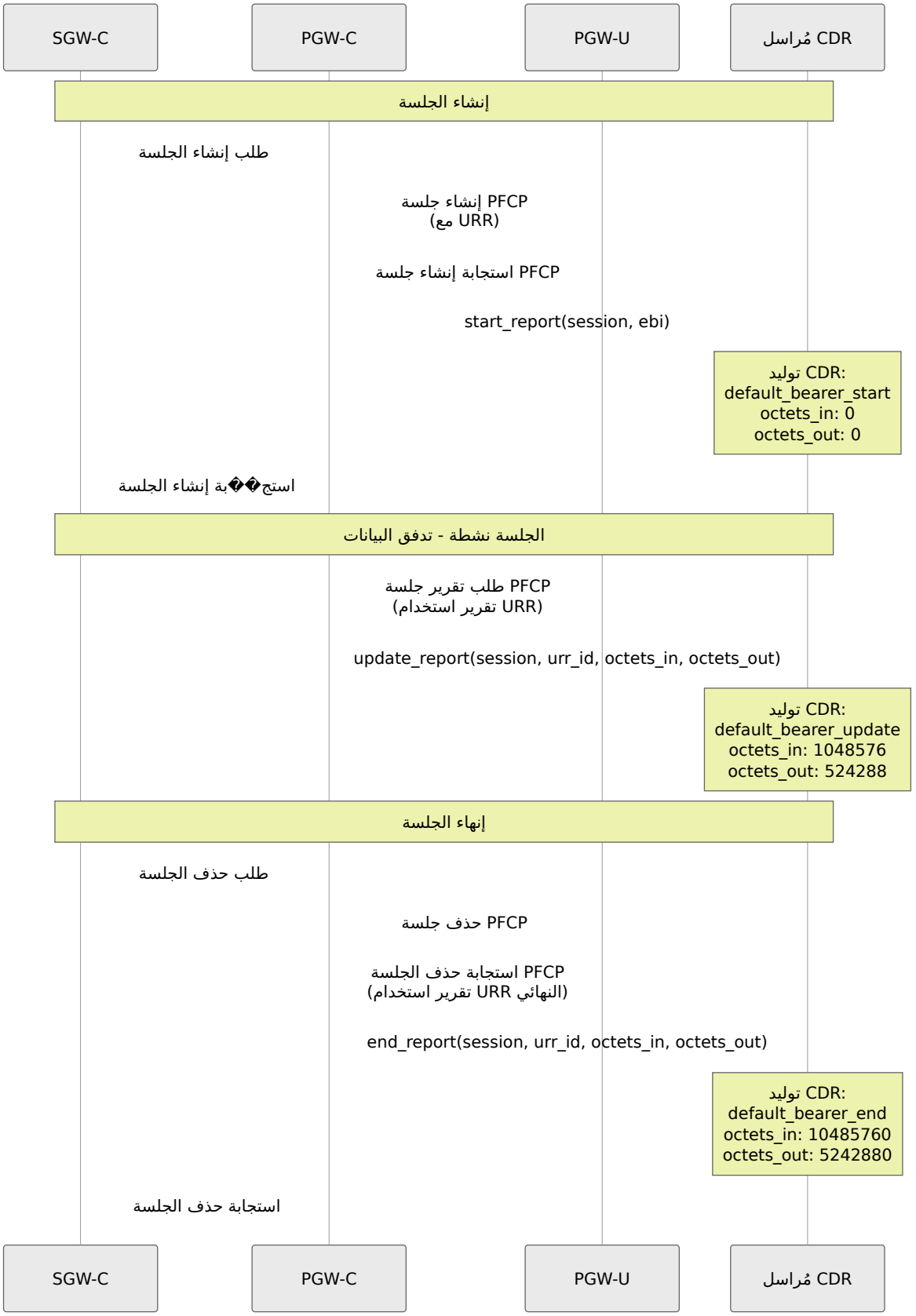
للحصول على تفاصيل PFCP انظر وثائق واجهة PFCP URR
وlib/core/session/impl/procedures.ex:468 لإنشاء URR أثناء إنشاء الجلسة.

---

# 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
```

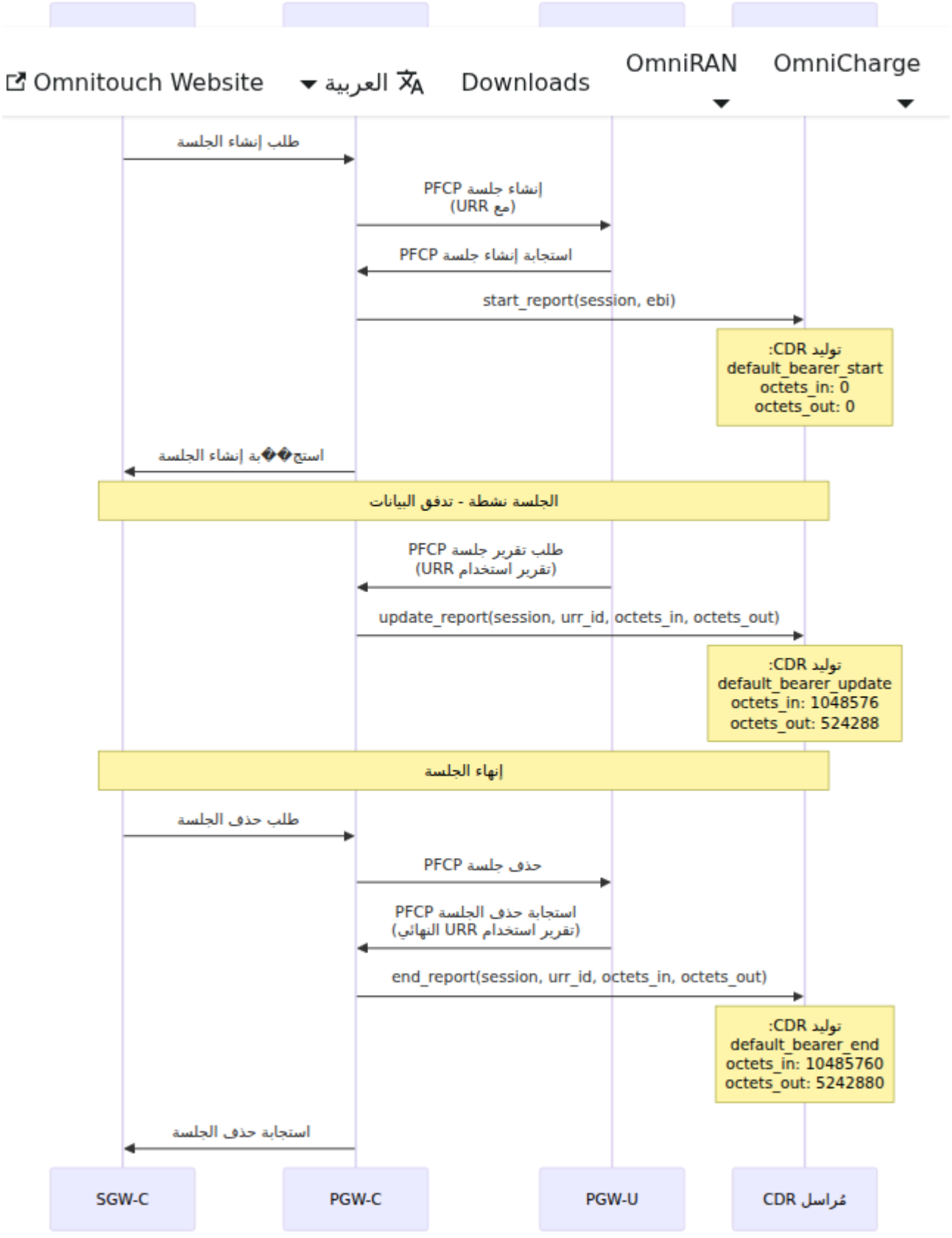
**التحليل:**

- 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

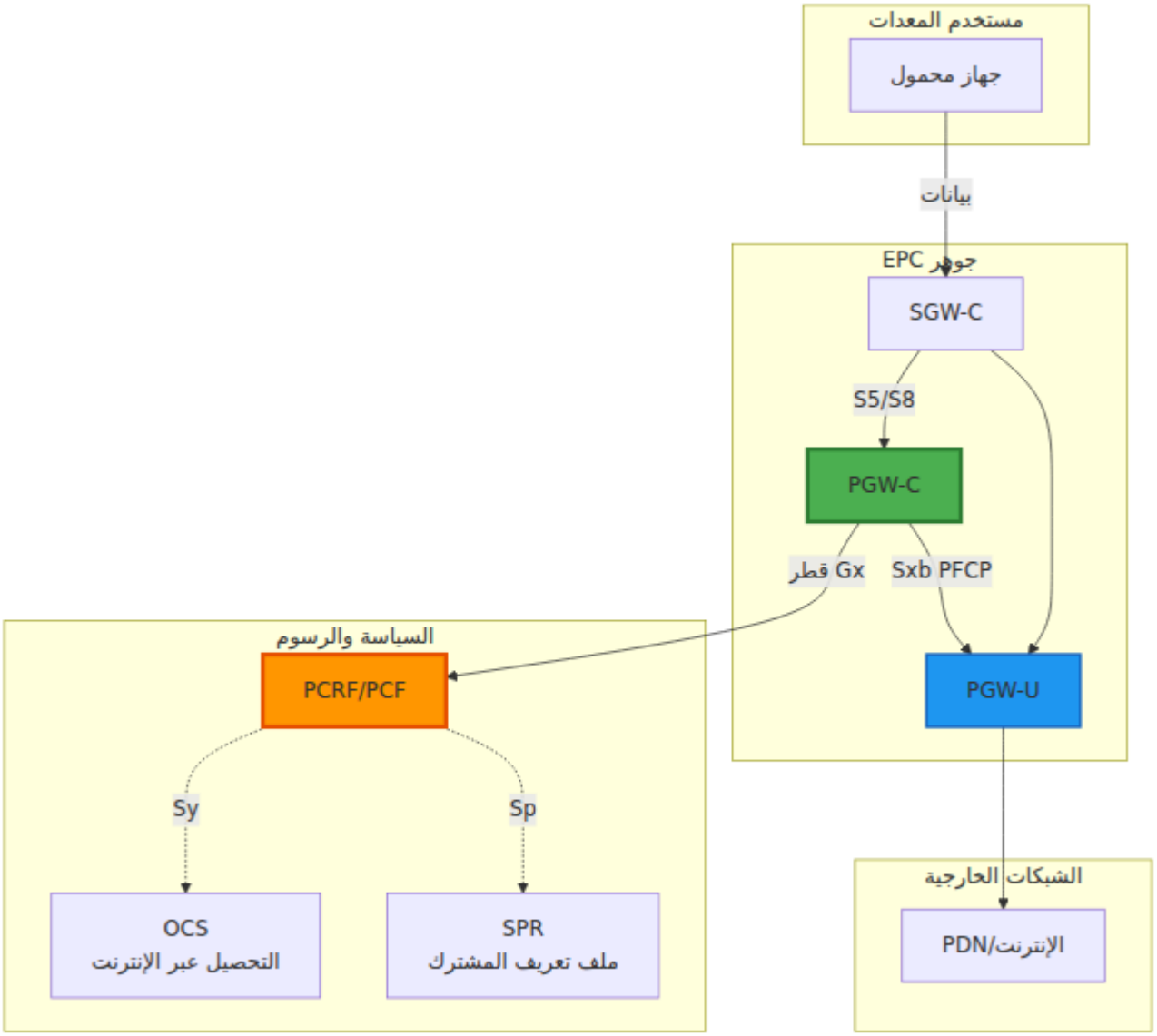

---

## 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

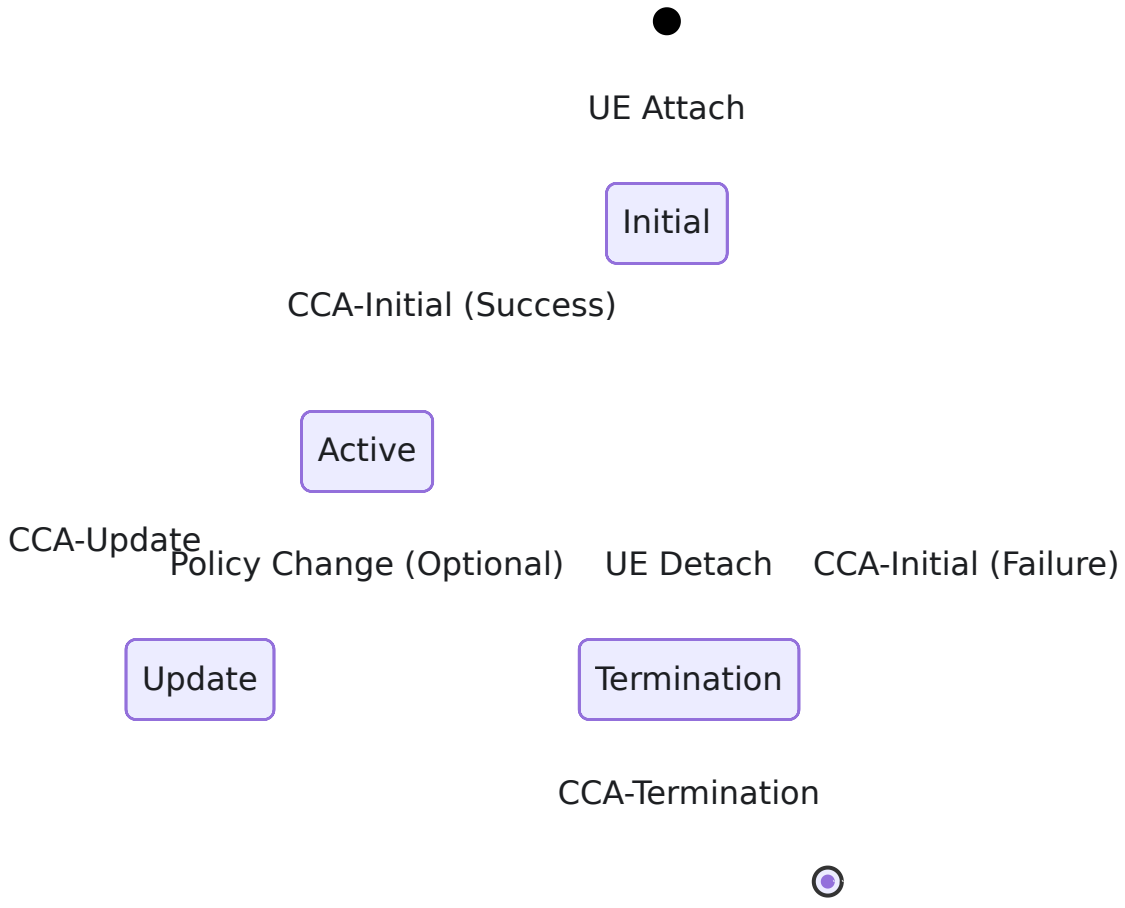
- `5xxx` - فشل دائم

---

# 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:**

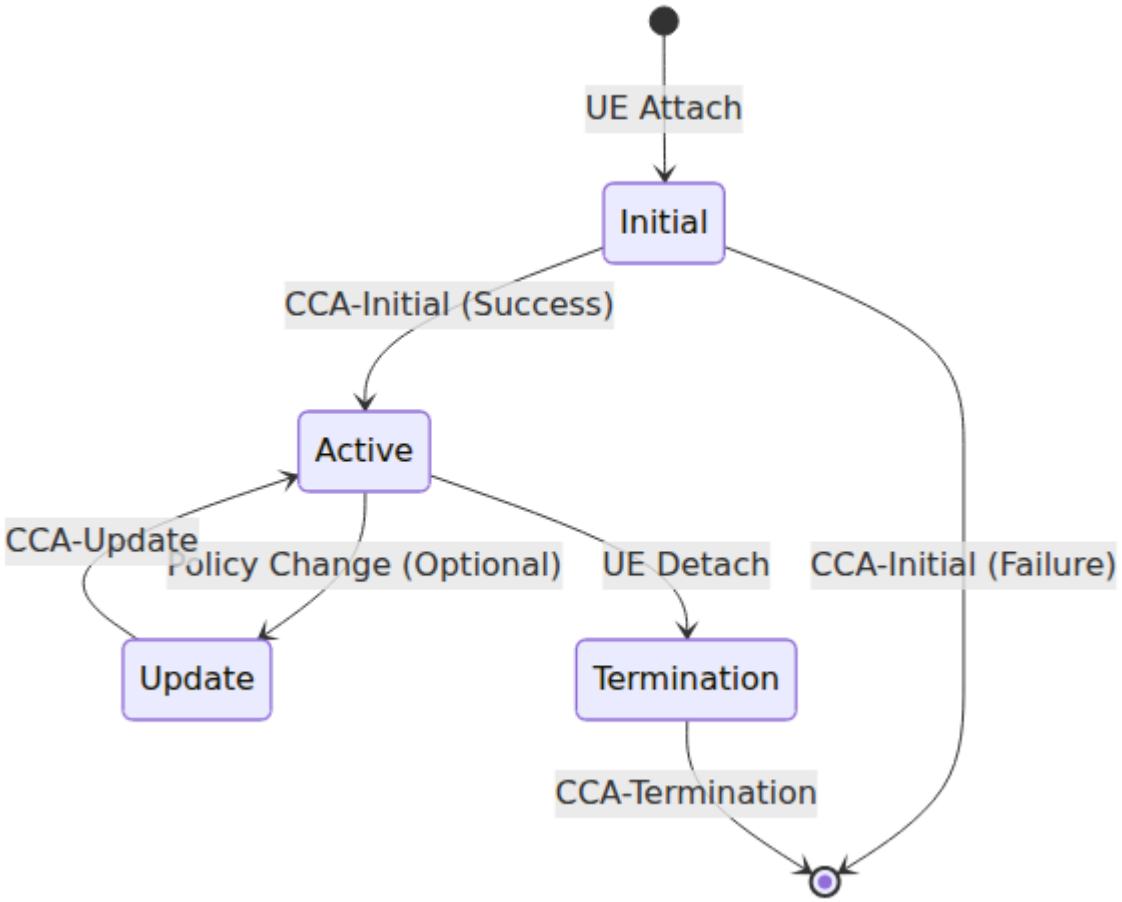
```
CCA (رمز الأمر: 272، إجابة)
├── Session-Id: "pgw_c.example.com;123;456"
├── Result-Code: DIAMETER_SUCCESS (2001)
├── Origin-Host: "pcrf.example.com"
├── Origin-Realm: "example.com"
├── Auth-Application-Id: 16777238
├── CC-Request-Type: TERMINATION_REQUEST (3)
└── CC-Request-Number: 1
```

---

# 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
```

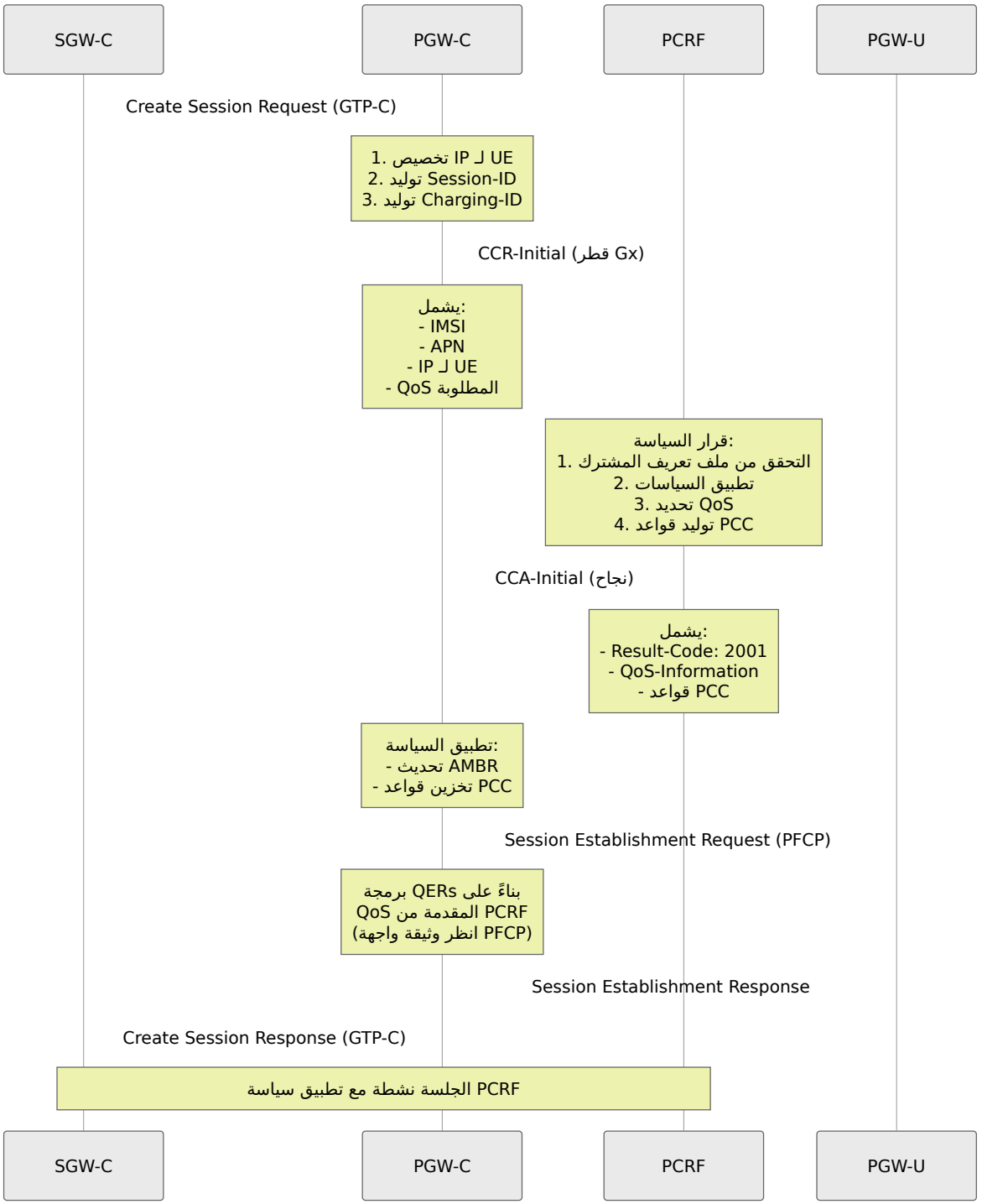
**تنسيق المجال:**

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

---

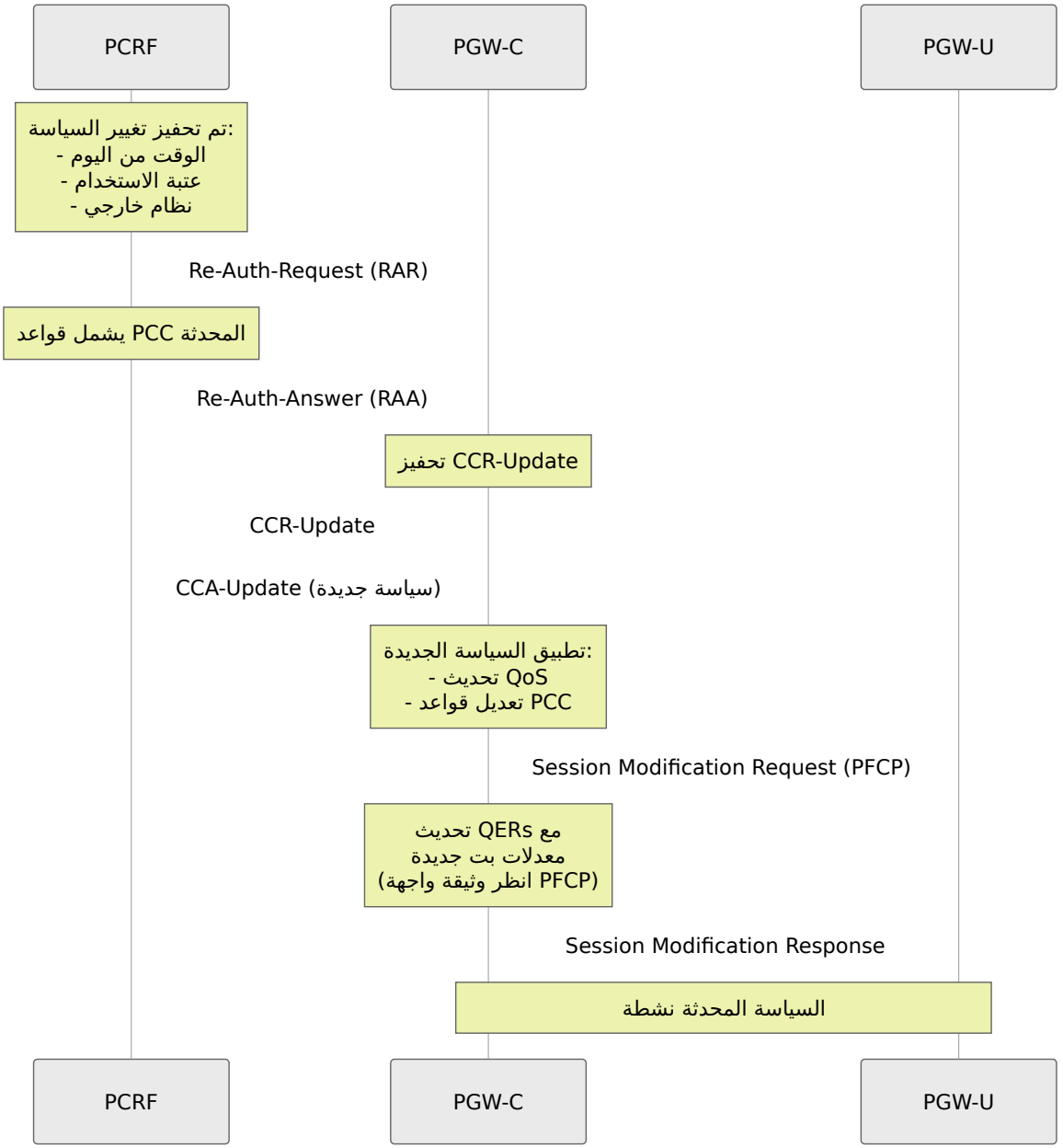
# تدفقات الرسائل

## إنشاء جلسة ناجحة

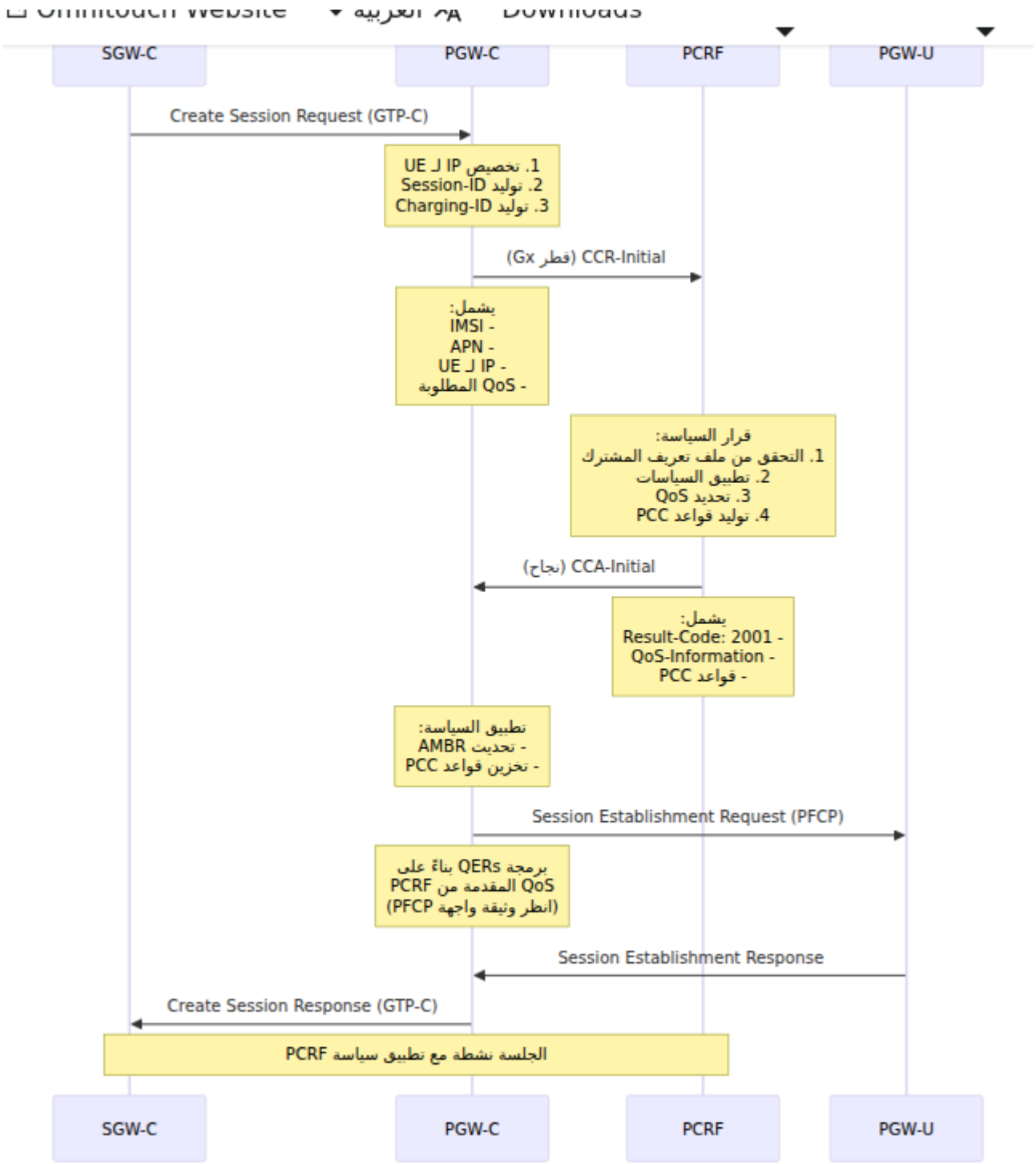



**ملاحظة:** يتم تحويل معلمات QoS من PCRF إلى QERs (قواعد تنفيذ QoS) ويتم برمجتها في PGW-U عبر PFCP. انظر واجهة PFCP للحصول على تفاصيل QER.

# 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:

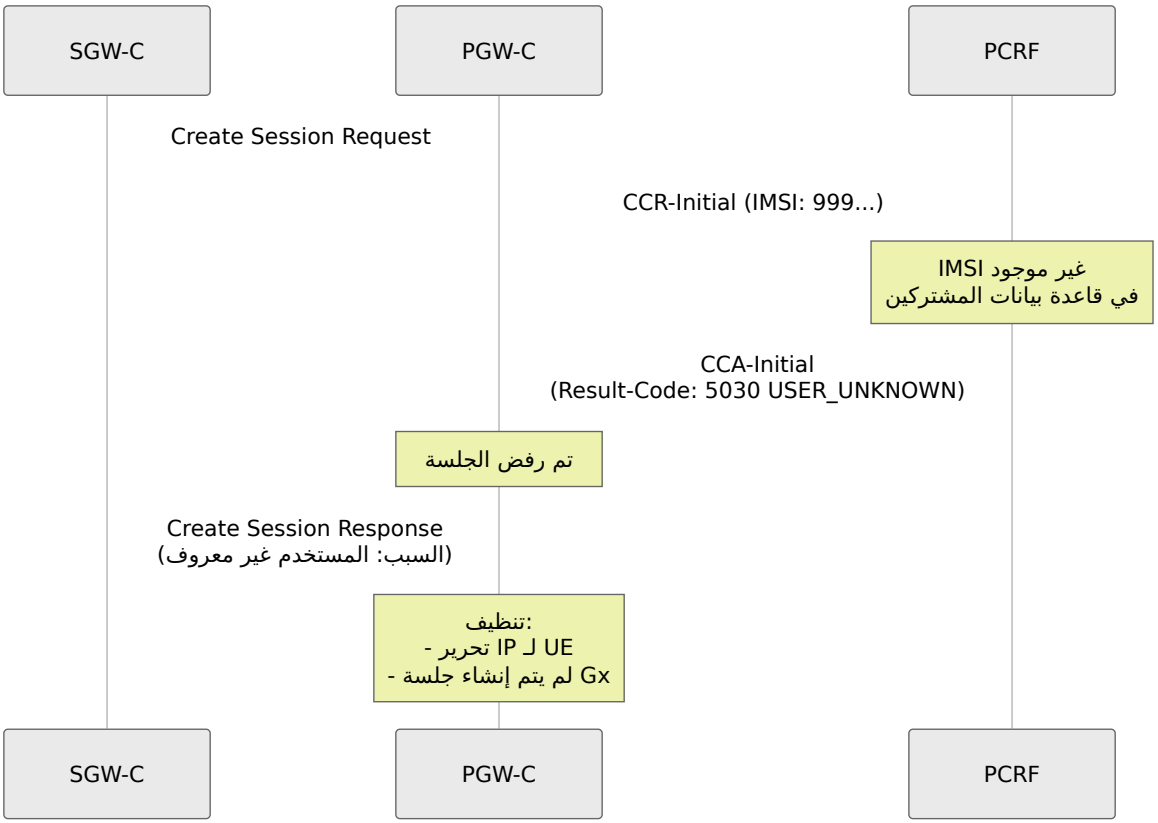
```
1. ينتظر PGW-C (على سبيل المثال، 5 ثوانٍ) المهلة المحددة
2. إذا لم يتم استلام CCA:
   - تسجيل: "مهلة CCR-Initial لجلسة-ID: ..."
   - الرد على SGW-C بسبب الخطأ
   - تنظيف الموارد المخصصة
3. يتلقى SGW-C: Create Session Response (السبب: عدم استجابة النظير البعيد)
```

**استجابة الخطأ إلى SGW-C:**

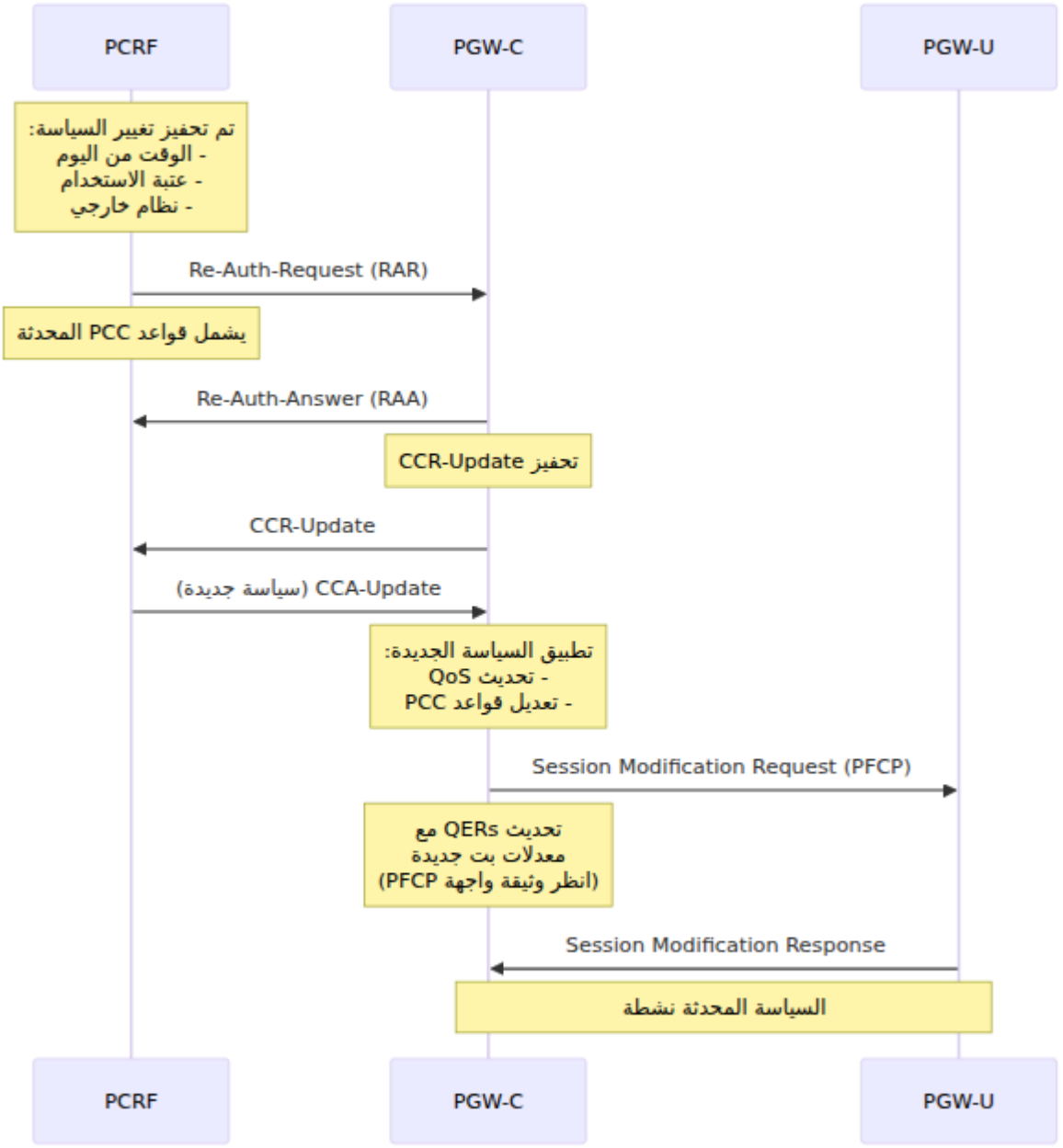
عندما تنتهي مهلة CCR-Initial، يرسل PGW-C Create Session Response مع رمز السبب `:remote_peer_not_responding` إلى SGW-C.

# ��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 القطر عبر الإنترنت (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. التحكم في شحن الناقل
7. التحكم في 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 الفعلي. وهذا يمكّن من **عبر الإنترنت (OCS)**:

- **الشحن المسبق** - تفويض الائتمان والخصم في الوقت الفعلي
- **التحكم في الائتمان في الوقت الفعلي** - 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 الفعلي
- **رفض الخدمة** - حظر الخدمة عند نفاد الائتمان

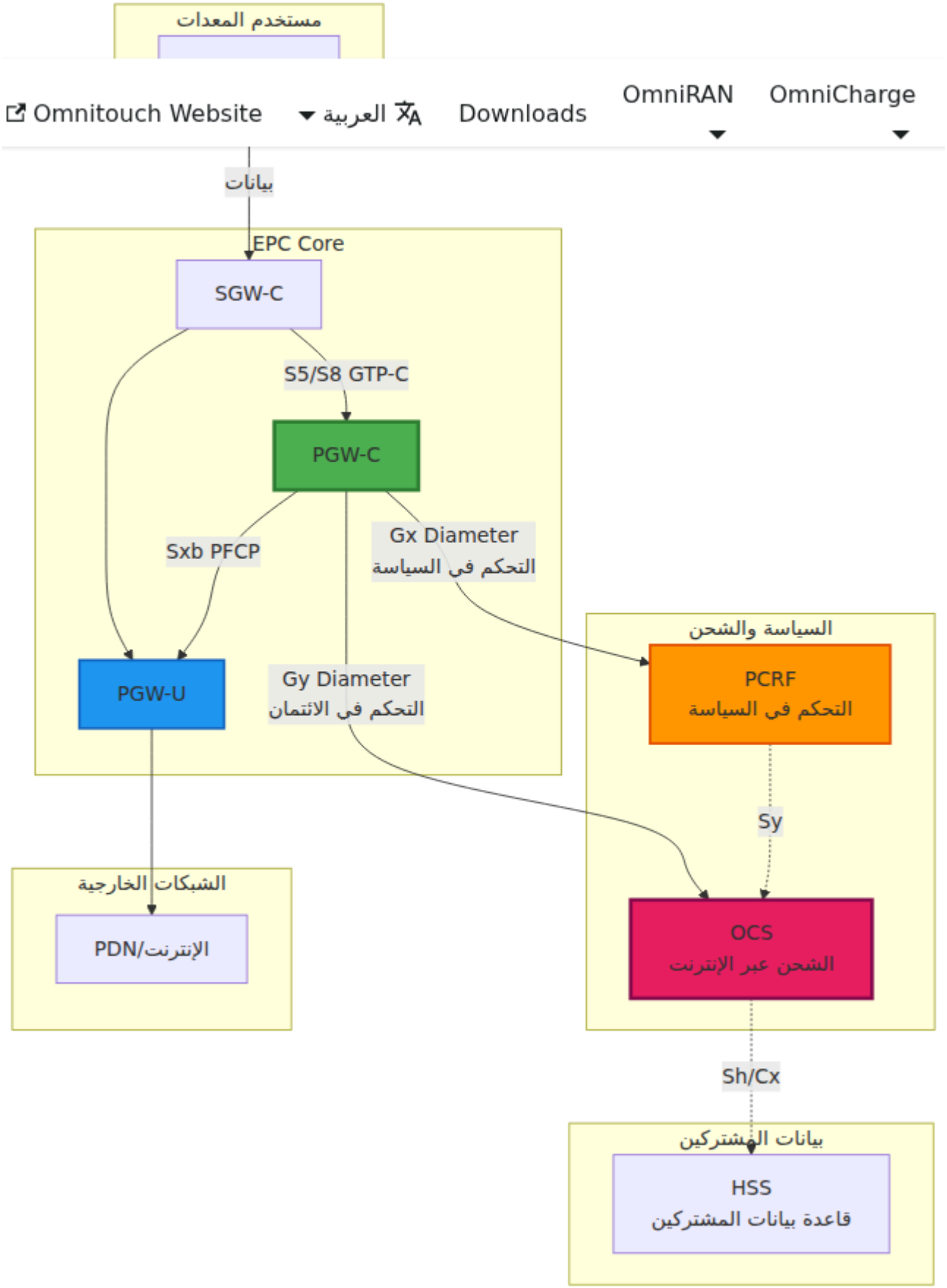
## الشحن عبر الإنترنت مقابل الشحن غير المتصل

| الجانب | الشحن عبر الإنترنت (Gy/Ro) | الشحن غير المتصل (Gz/Rf) |
|---|---|---|
| **التوقيت** | في الوقت الفعلي، قبل الخدمة | بعد تقديم الخدمة |
| **حالة الاستخدام** | المشتركين مسبقي الدفع | المشتركين لاحقي الدفع |
| **التحقق من الائتمان** | نعم، قبل منح الخدمة | لا، يتم إصدار الفاتورة لاحقًا |
| **النظام** | OCS (نظام الشحن عبر الإنت��نت) | CGF/CDF (وظيفة بيانات الشحن) |
| **المخاطر** | لا خسارة في الإيرادات | خطر الفواتير غير المدفوعة |
| **التعقيد** | عالي (متطلبات الوقت الفعلي) | أقل (معالجة دفعات) |
| **أثر المستخدم** | يتم رفض الخدمة إذا لم يكن هناك ائتمان | الخدمة متاحة دائمًا |

**انظر أيضًا:** تنسيق CDR للبيانات لسجلات الشحن غير المتصل (الفوترة لاحقة الدفع)

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

# في معمارية الشبكة Gy



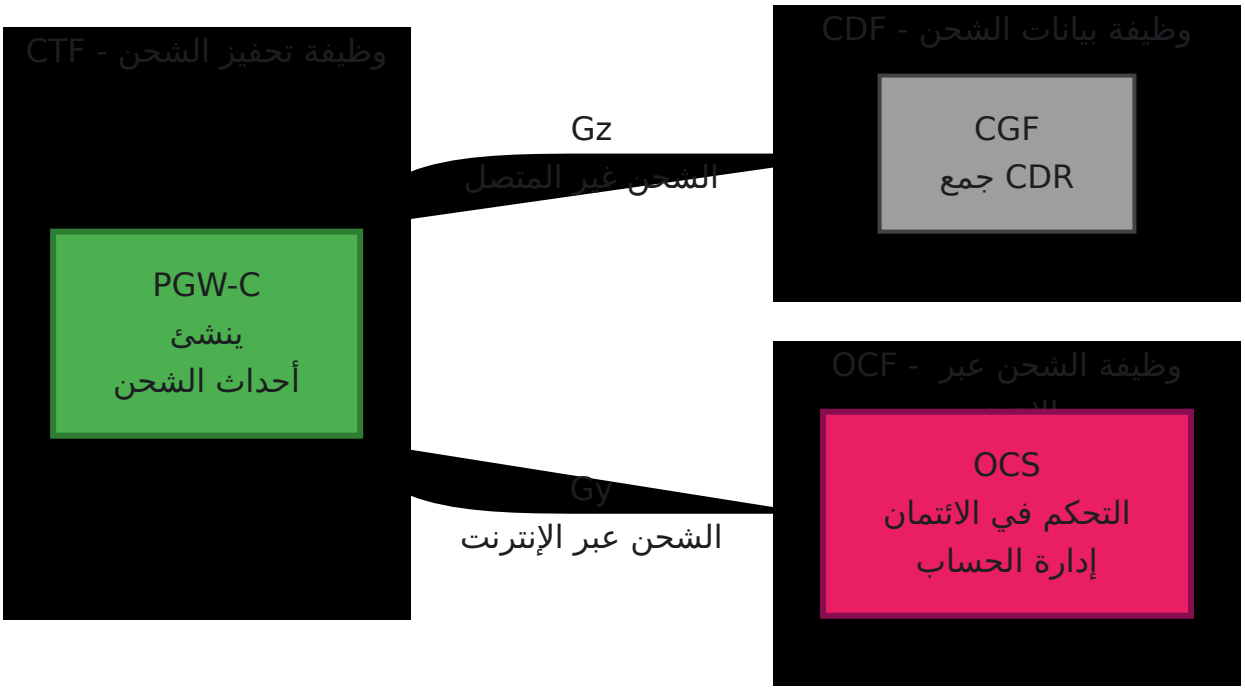
### الوظائف الرئيسية

| 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)**، المسؤولة 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. **إنشاء أحداث الشحن** - تحفيز طلبات الائتمان
5. **فرض التحكم في الائتمان** - حظر حركة المرور عند نفاد الحصة

## وظيفة الشحن عبر الإنترنت (OCF)

ينفذ OCS **OCF (وظيفة الشحن 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 الإبلاغ عن 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 نطاق PS)
- **معرف تطبيق Diameter:** 4 (Gy/Ro - تطبيق التحكم في الائتمان)
- **البروتوكول الأساسي:** RFC 4006 (تطبيق التحكم في الائتمان Diameter)

## مفهوم الجلسة

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

- تم إنشاؤها عندما يتطلب الناقل شحنًا عبر الإنترنت (CCR-Initial)
- تم تحديثها عند استهلاك الحصة (CCR-Update)
- تم إنهاؤها عند انتهاء 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
```

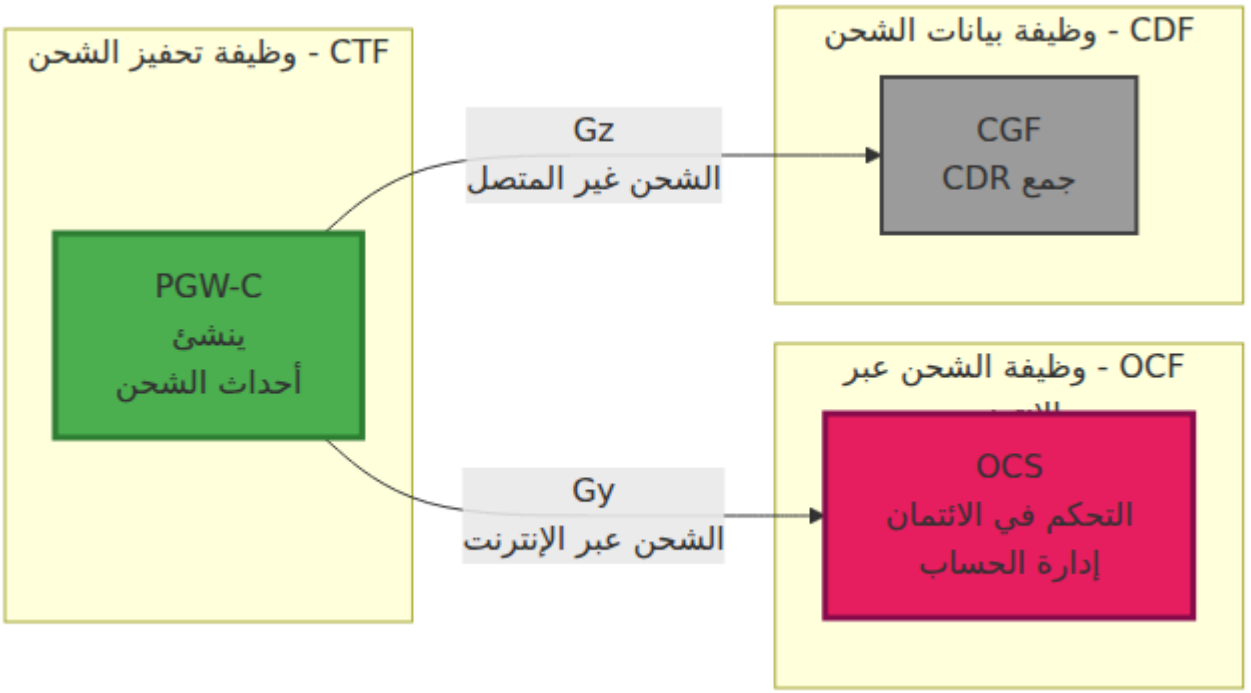
المكونات:

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

---

# رسائل التحكم في الائتمان

## أنواع الرسائل




## CCR-Initial (طلب التحكم في الائتمان - أولي)

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

**الغرض:**

- طلب تفويض الائتمان الأولي من OCS
- حجز الحصة لتقديم الخدمة
- إنشاء جلسة Gy/Ro

**المفاتيح AVPs المرسلة بواسطة PGW-C:**

| 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 لـ PGW-C |
| Origin-Realm | 296 | DiamIdent | مجال Diameter لـ 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 خاصة بالخدمة |
| 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 |

**مثال على هيكل CCR-I:**

```
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 ميغا بايت)
└── Used-Service-Unit (Grouped)
    └── CC-Total-Octets: 0 (لا استخدام حتى الآن)
```

## CCA-Initial (إجابة التحكم في الائتمان - أولية)

**مرسلة بواسطة:** OCS ردًا على CCR-I

**الغرض:**

- منح أو رفض تفويض الائتمان
- توفير الحصة لتقديم الخدمة
- تحديد معايير التسعير والشحن

**المفاتيح AVPs المستلمة بواسطة PGW-C:**

| اسم AVP | رمز AVP | الوصف |
|---|---|---|
| Result-Code | 268 | النجاح (2001) أو رمز خطأ |
| Multiple-Services-Credit-Control | 456 | منح ائتمان خاص بالخدمة |
| 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 (على سبيل المثال، 80% مستهلكة)
- تنتهي فترة الصلاحية
- يتطلب تغيير الخدمة إعادة التفويض
- تغيير وقت التعريفة

**الغرض:**

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

**الاختلافات الرئيسية عن CCR-I:**

- `CC-Request-Type: UPDATE_REQUEST (2)`
- تم زيادة `CC-Request-Number`
- يحتوي `Used-Service-Unit` 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. منح حصة إضافية:**

```
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 (بقي 1 ميغابايت فقط)
    └── Final-Unit-Indication
        └── Final-Unit-Action: TERMINATE (0)
```

**3. لا 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:**

- التقرير عن الاستخدام النهائي
- إغلاق جلسة Gy/Ro
- التسوية النهائية

**الاختلافات الرئيسية:**

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

**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 إجمالي الاستخدام
ميغا بايت)
```

# 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
```

---

# تدفقات 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** |
| الشحن غير المتناظر | بايت (منفصل) | CC-Input-Octets, CC-Output-Octets | **الحجم (منفصل)** |
| SMS، MMS، مكالمات API | وحدات مخصصة | CC-Service-Specific-Units | **خاص بالخدمة** |
| خدمات الدفع مقابل الاستخدام | الأحداث المحسوبة | - | **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 ال��دفق:**

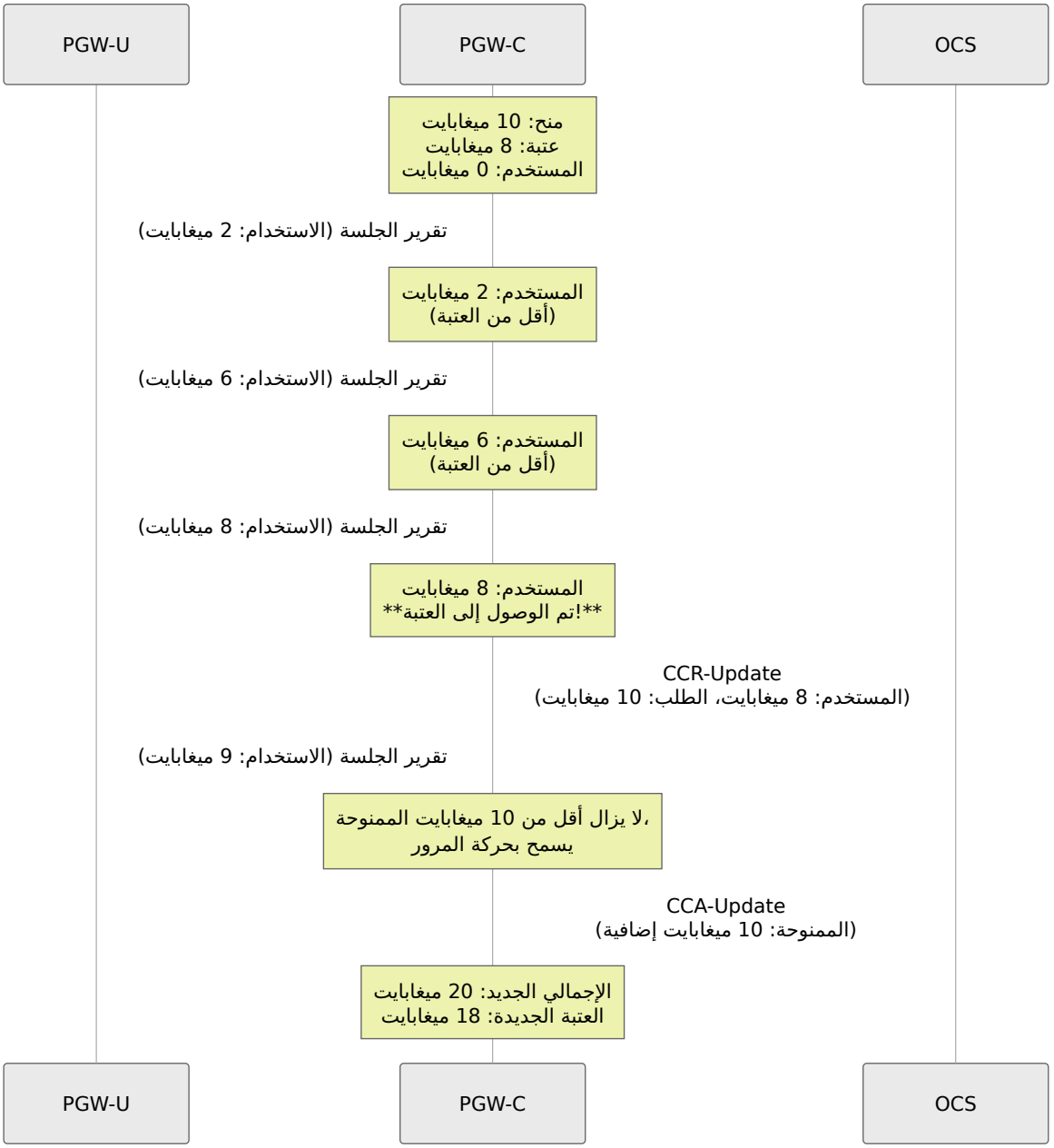
```
1. يمنح OCS (8 ميغابايت) 80% مع عتبة 10 ميغابايت حصة
2. يراقب PGW-C الاستخدام عبر تقارير استخدام PGW-U (تقارير جلسة
PFCP)
3. عندما يصل الاستخدام إلى 8 ميغابايت:
   → يرسل PGW-C CCR-Update
   → يستمر في السماح بحركة المرور (لا تنتظر الرد)
4. يستجيب OCS بحصة إضافية
5. إذا نفدت الحصة قبل إرسال CCR-Update: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

**حساب العتبة:**

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

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

**مراقبة PGW-C:**

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




# الإشارة إلى الوحدة النهائية

### ماذا يحدث عند نفاد الائتمان؟

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

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

**مثال: وحدة نهائية مع إعادة التوجيه**

```
CCA (تحديث)
└── Multiple-Services-Credit-Control
    ├── Result-Code: DIAMETER_SUCCESS (2001)
    ├── Granted-Service-Unit
    │   └── CC-Total-Octets: 1000000 (1 ميغابايت النهائية)
    └── 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 الناقل
2. **REDIRECT:** تثبيت قاعدة PFCP لإعادة توجيه HTTP إلى عنوان الشحن
3. **RESTRICT_ACCESS:** تثبيت قواعد PFCP تسمح فقط لعناوين IP في المدرج�� القائمة البيضاء

---

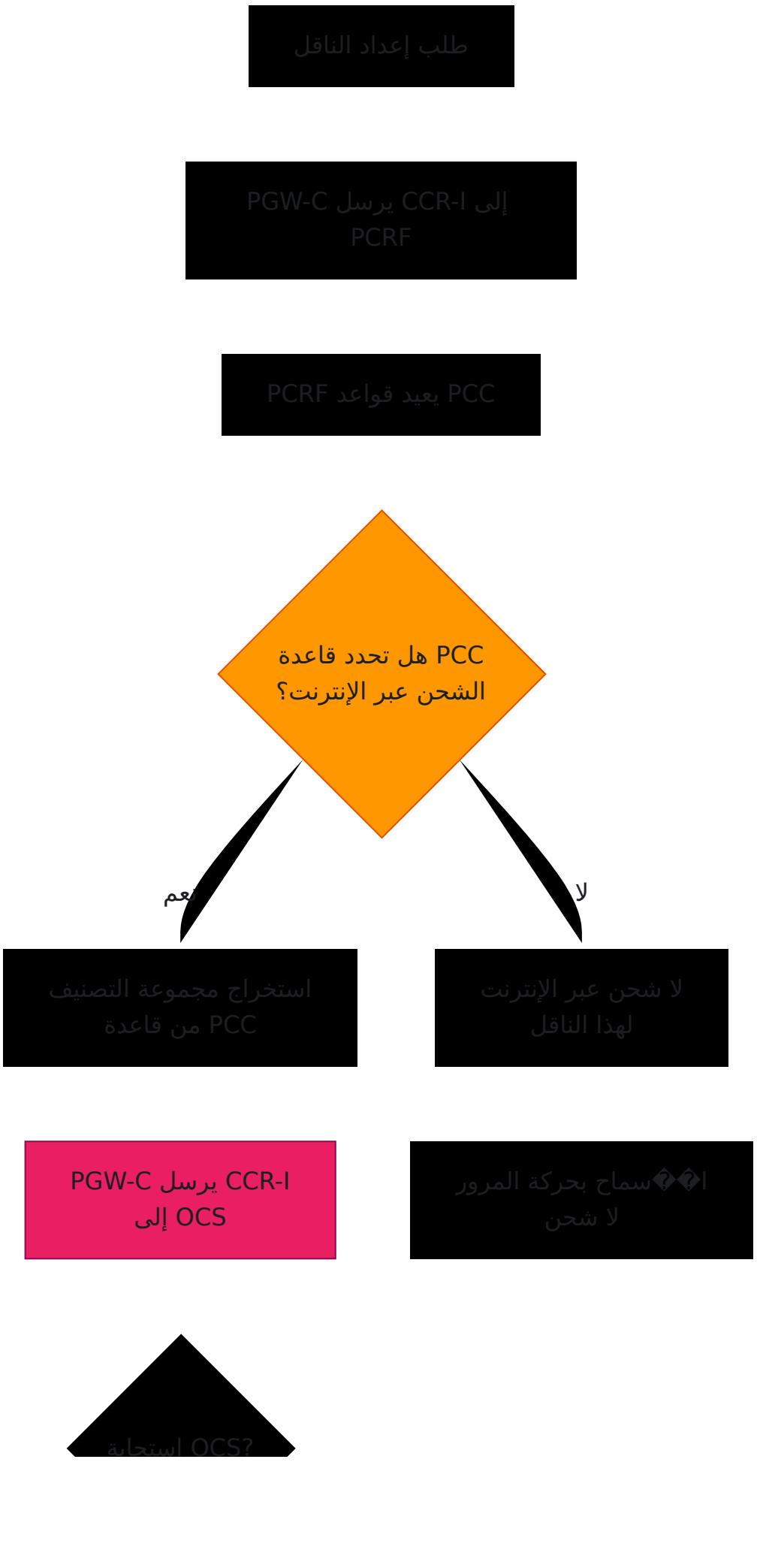
# التحكم في شحن الناقل

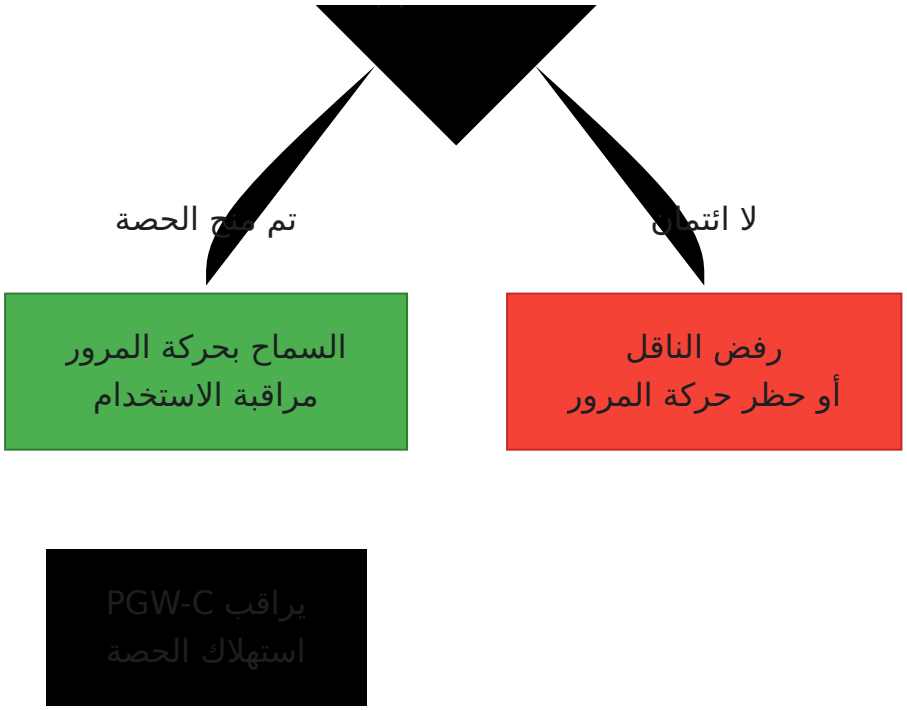
## ما الذي يتحكم في شحن الناقل؟

**3 مواصفةGPP:** TS 23.203، TS 29.212، TS 32.251

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

**تدفق قرار الشحن:**


طلب إعداد الناقل
إلى CCR-I يرسل PGW-C
PCRF
PCRF يعيد قواعد PCC
هل تحدد قاعدة PCC
الشحن عبر الإنترنت؟
نعم
لا
استخراج مجموعة التصنيف
من قاعدة PCC
لا شحن عبر الإنترنت
لهذا الناقل
CCR-I يرسل PGW-C
إلى OCS
ا��سماح بحركة المرور
لا شحن
استجابة OCS؟







## قاعدة PCC مع معلومات الشحن

**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 للشحن في قواعد PCC:**

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

## مصفوفة قرار شحن الناقل

| السلوك | مجموعة التصنيف | غير متصل | عبر الإنترنت |
|---|---|---|---|
| شحن عبر الإنترنت فقط (مسبق الدفع) | موجودة | 0 | 1 |
| شحن غير متصل فقط (لاحق الدفع) | موجودة | 1 | 0 |
| كلا الشحنين عبر الإنترنت وغير المتصل (متقارب) | موجودة | 1 | 1 |
| لا شحن (خدمة مجانية) | - | 0 | 0 |

## مجموعات التصنيف المتعددة

يمكن أن يحتوي اتصال PDN واحد على **ناقلات متعددة بمجموعات تصنيف مختلفة**:

**سيناريو مثال:**

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

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

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

**سلوك PGW-C Gy:**

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

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

**استجابة OCS:**

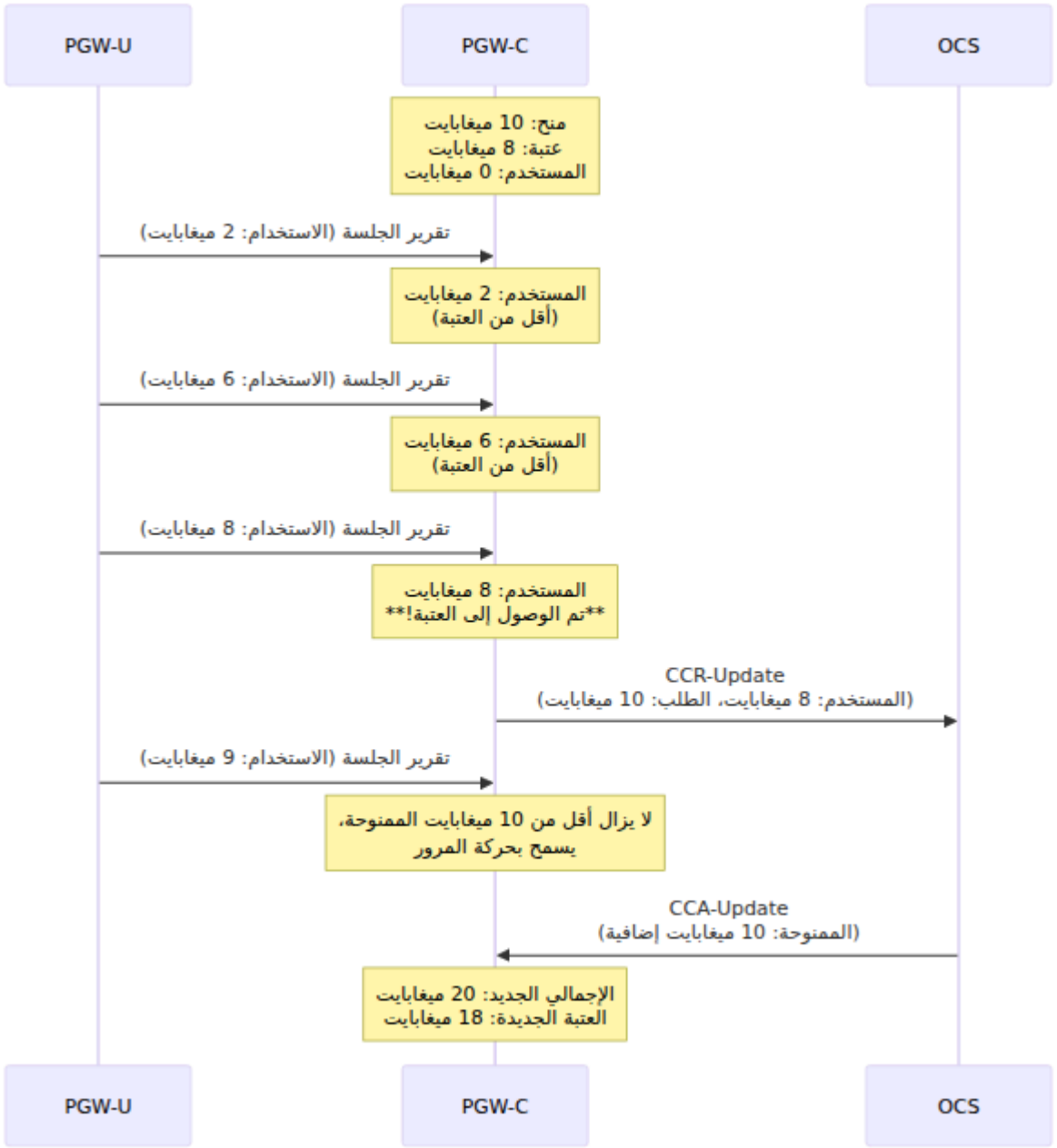
```
CCA-Initial
└── Multiple-Services-Credit-Control
    ├── [مجموعة التصنيف: 100] → الممنوحة: 10 ميغابايت
    ├── [مجموعة التصنيف: 200] → الفيديو أكثر (الممنوحة: 5 ميغابايت
(تكلفة
    └── [مجموعة التصنيف: 300] → الممنوحة: 60 ثانية
```

# فرض الشحن لكل خدمة

**يتتبع PGW-C الحصة لكل مجموعة تصنيف:**

```
# 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 ناقل:**




---

# التحكم في ائتمان الخدمات المتعددة

## MSCC (التحكم في ائتمان الخدمات المتعددة) AVP

**الغرض:** تجميع معلومات الشحن لخدمة/مجموعة تصنيف معينة

**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** | 1=3 ،صوت=2 ،بيانات=SMS | 100=مميز=200 ،عادي |
| **الدقة** | تصنيف واسع | تعريفة محددة |
| **المطلوب** | اختياري | مطلوب للشحن |
| **التخطيط** | 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 مميزة - $0.05/ميغابايت)

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

---

# التكوين

## تكوين Gy الأساسي

قم بتحرير `config/runtime.exs`:

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

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

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

    # نسبة العتبة لإعادة التفويض
    # (عند استهلاك 80% من الحصة CCR-Update تحفيز = 0.8)
    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`: الشحن عبر الإنترنت معطل، لا رسائل Gy

**`timeout_ms`**

- الوقت الذي يجب الانتظار فيه لاستجابة CCA من OCS
- موصى به: 3000-5000 ملي ثانية

**`default_requested_quota`**

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

**`quota_threshold_percentage`**

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

**`timeout_action`**

- **`:block`** - حظر حركة المرور إذا لم يستجب OCS (أكثر أمانًا، يمنع خسارة الإيرادات)
- **`:allow`** - السماح بحركة المرور إذا لم يستجب OCS (أفضل تجربة مستخدم، خطر الإيرادات)

**`no_credit_action`**

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

## التكوين الخاص بالبيئة

**الإنتاج (المشتركين مسبقي الدفع):**

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

**الاختبار/التطوير:**

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

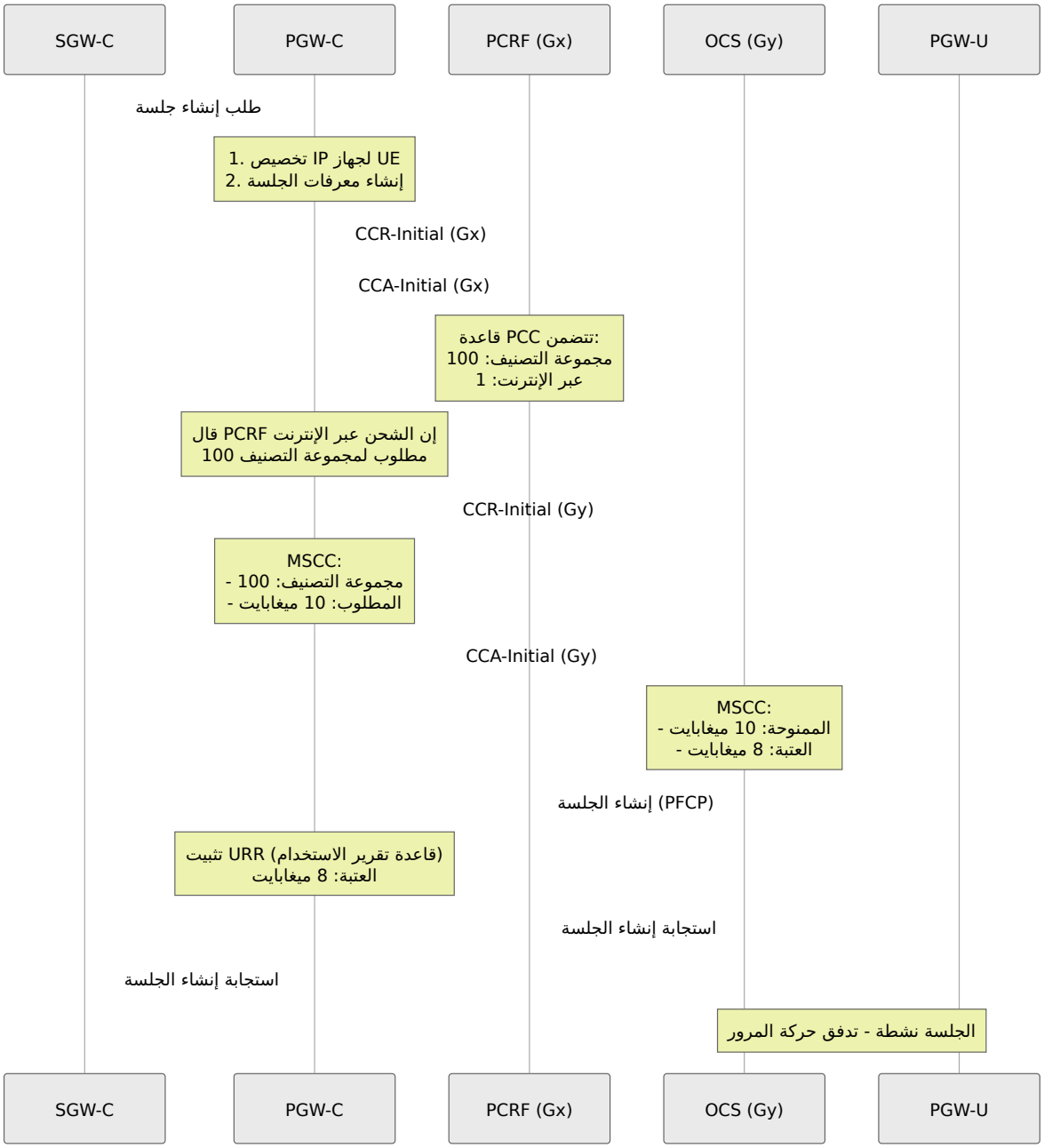
**الهجين (بعض مسبقي الدفع، وبعض لاحقي الدفع):**

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

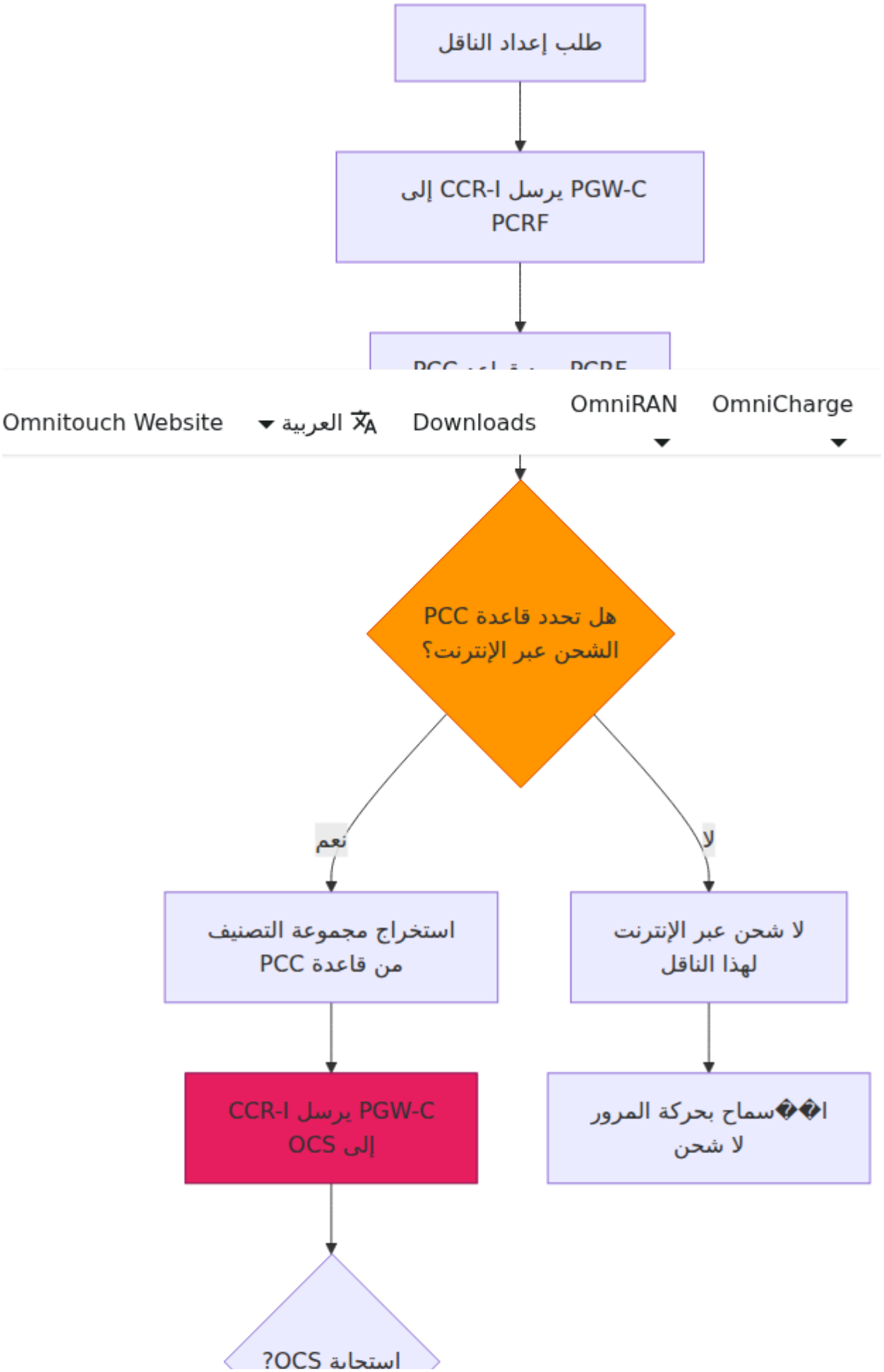
---

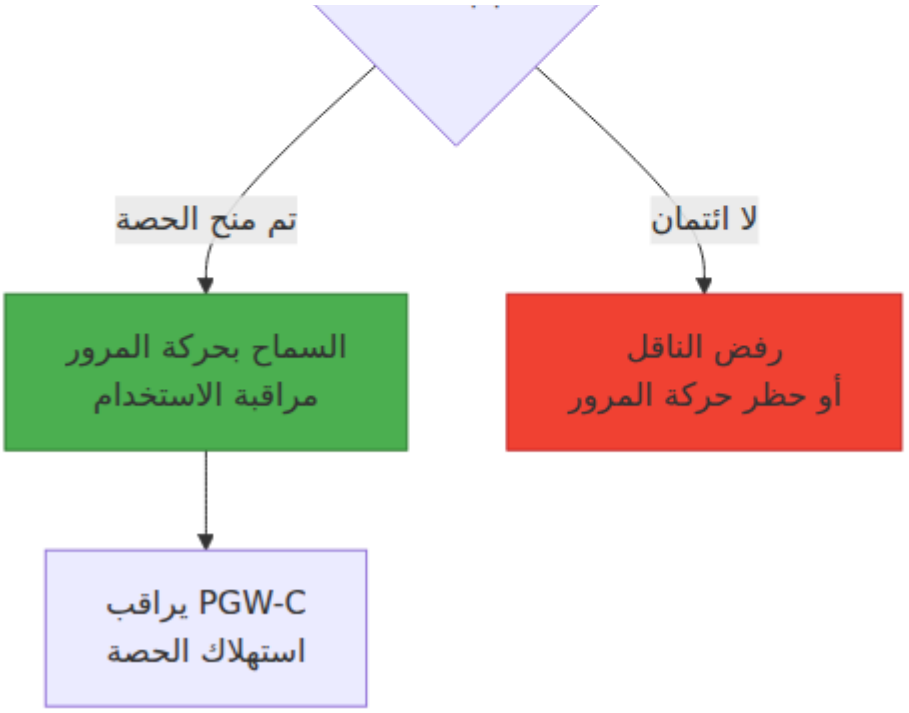
# تدفقات الرسائل

## جلسة ناجحة مع الشحن عبر الإنترنت

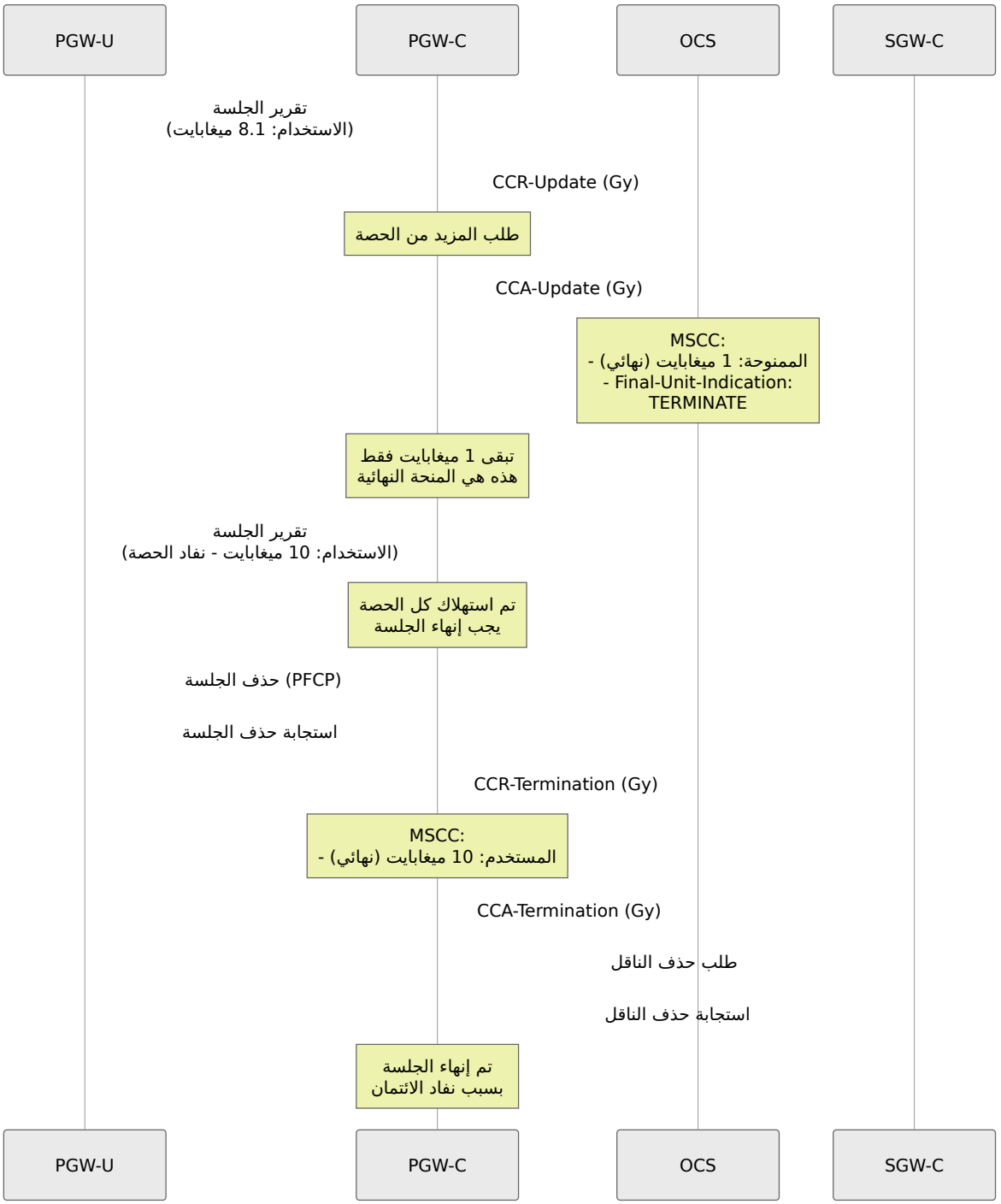


# إعادة تفويض الحصة (CCR-Update)

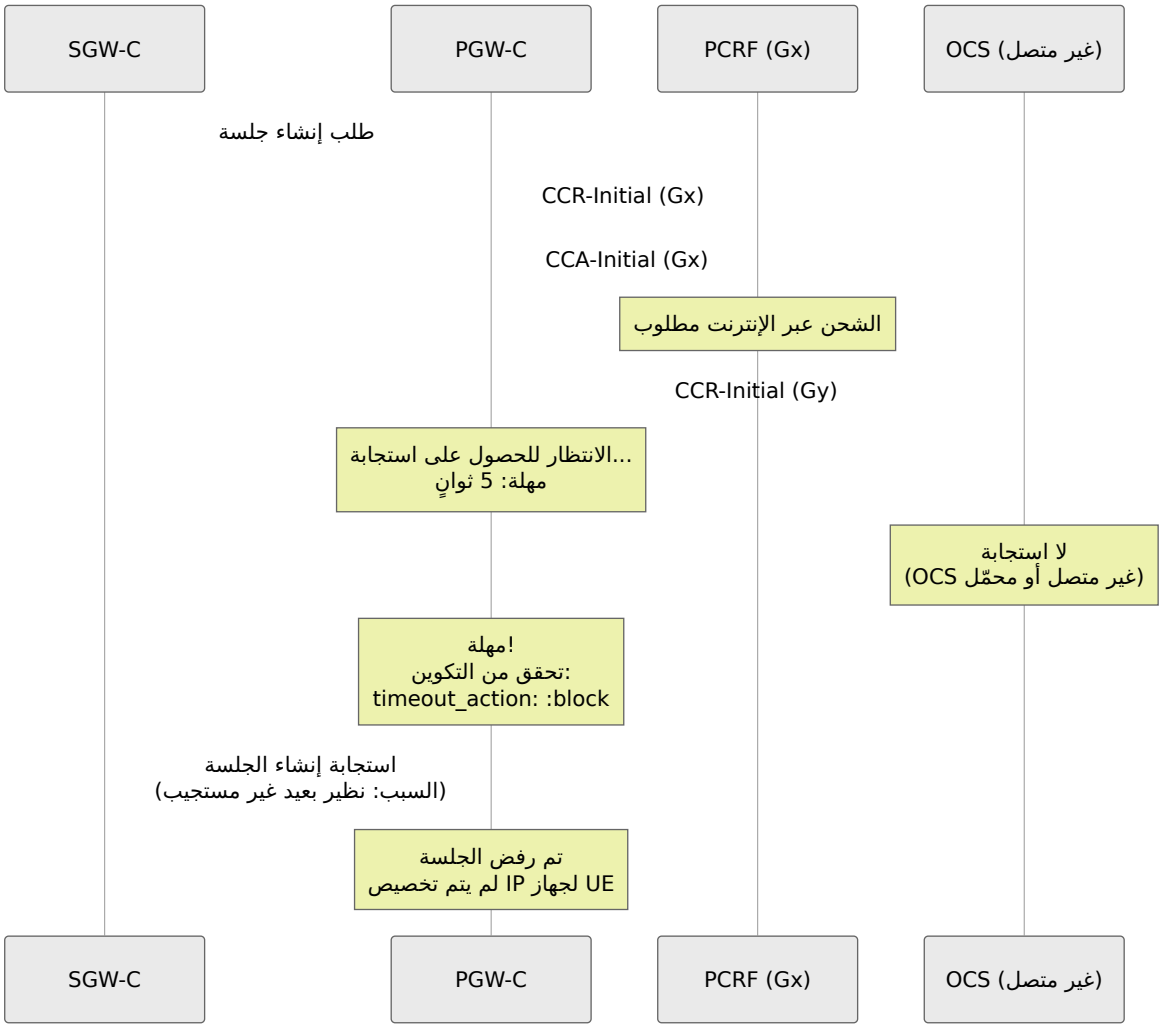

طلب إعداد الناقل
PGW-C يرسل CCR-I إلى PCRF
Omnitouch Website
العربية
Downloads
OmniRAN
OmniCharge
هل تحدد قاعدة PCC الشحن عبر الإنترنت؟
نعم
لا
استخراج مجموعة التصنيف من قاعدة PCC
لا شحن عبر الإنترنت لهذا الناقل
PGW-C يرسل CCR-I إلى OCS
ا��سماح بحركة المرور لا شحن
استحابة OCS؟




**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:
الممنوحة: 1 ميغابايت (نهائي) -
- Final-Unit-Indication:
TERMINATE
تبقى 1 ميغابايت فقط
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:
المستخدم: 10 ميغابايت (نهائي) -
CCA-Termination (Gy)
طلب حذف الناقل
استجابة حذف الناقل
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:**

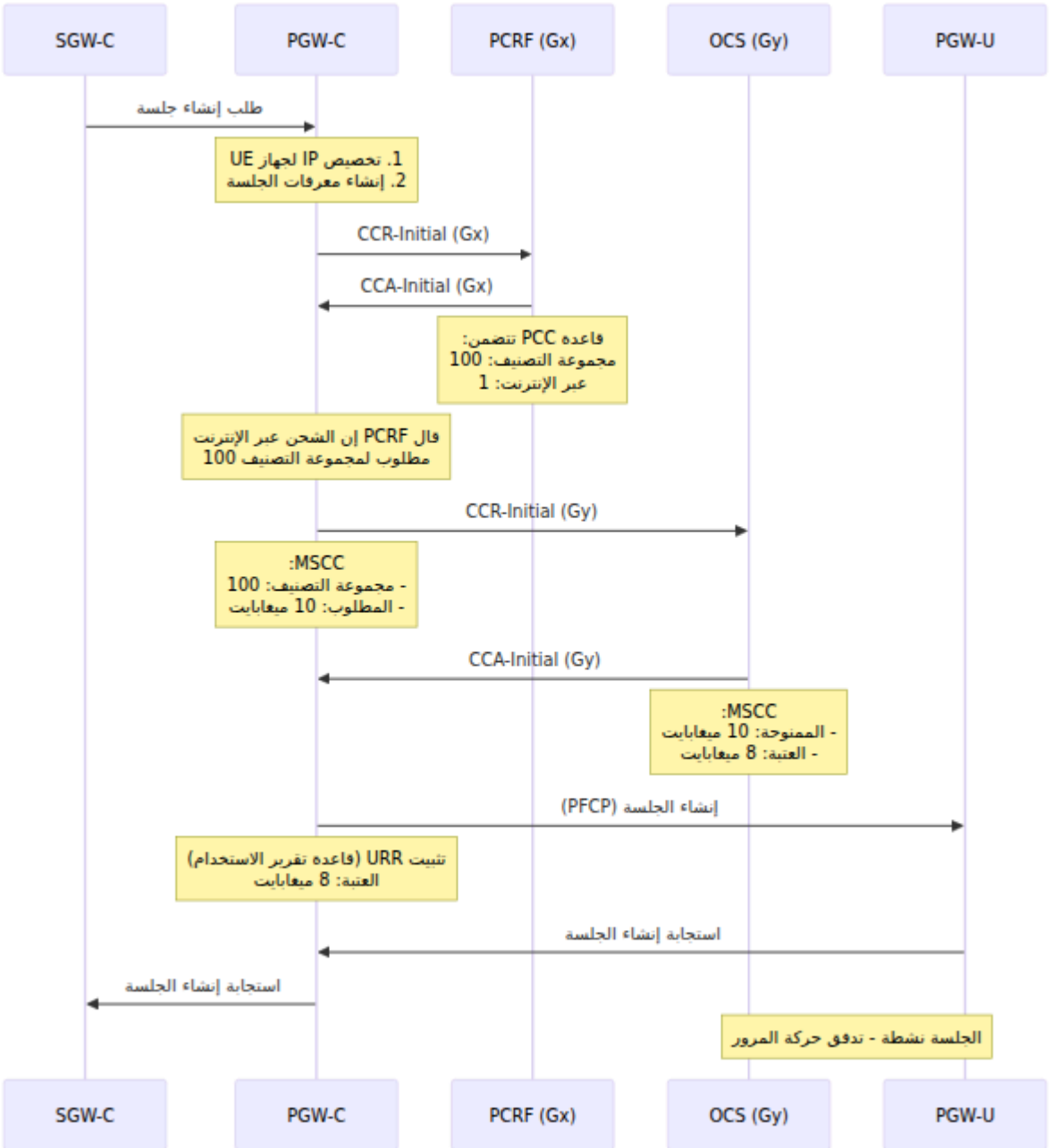
- السماح بحركة المرور لمجموعة التصنيف 100
- حظر حركة المرور لمجموعة التصنيف 200

---

# 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 الناقل:

```
طلب إنشاء جلسة PGW-C يتلقى
    ↓
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 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 الناقل
إذا كان لا:
    المتابعة بدون شحن عبر الإنترنت
```

### 2. تحديث السياسة الديناميكي (RAR من PCRF):

```
يرسل PCRF RAR (طلب إعادة التفويض) على Gx
    ↓
تمت إضافة قاعدة PCC 200=مجموعة التصنيف، 1=عبر الإنترنت جديدة مع
    ↓
يرسل PGW-C CCR-U إلى OCS (Gy)
    - إضافة MSCC 200 لمجموعة التصنيف
    ↓
يمنح OCS الحصة للخدمة الجديدة
    ↓
تثبيت الناقل المخصص مع الشحن 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 قابل للوصول
- عنوان IP غير صحيح لـ OCS في التكوين
- جدار الحماية يمنع 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. الجلسات المرفوضة بواسطة OCS

**الأعراض:**

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

**رموز النتائج الشائعة:**

| رمز النتيجة | السبب المحتمل | الحل |
|---|---|---|
| 4012 | تم الوصول إلى حد الائتمان | يحتاج المشترك إلى الشحن |
| 5003 | تم رفض التفويض | تحقق من أذونات المشترك |
| 5031 | المستخدم غير معروف | توفير المشترك في OCS |

**خطوات التصحيح:**

1. تحقق من سجلات OCS لسبب 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 تثبيت URR (قاعدة تقرير الاستخدام) في PGW-U
- لم يتم تكوين العتبة بشكل صحيح
- لم يتم استلام تقارير جلسة PFCP

**خطوات التصحيح:**

1. تحقق من URR في إنشاء جلسة 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 مجموعة التصنيف في CCR-I
- قدم PCRF 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 التخطيط 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 مهلة 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: "تم الكشف عن ارتفاع معدل أخطاء Gy"

# 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: "ارتفاع معدل 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 مسبقي الدفع

**الميزات:**

**1. معلمات الطلب**

- **IMSI** - هوية المشترك (مثل "310170123456789")
- **MSISDN** - رقم الهاتف (مثل "14155551234")
- **الوحدات المطلوبة** - كمية الحصة المطلوبة (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 الاتصال واستجابات OCS
- **اختبار الحصة** - اختبار سيناريوهات حصة مختلفة

- **استكشاف الأخطاء وإصلاحها** - تصحيح مشكلات الشحن
- **عرض توضيحي** - عرض الشحن عبر الإنترنت لأصحاب المصلحة

**كيفية الاستخدام:**

```
1. أدخل تفاصيل المشترك (IMSI، MSISDN)
2. اضبط الوحدات المطلوبة (مثل 1000000 لميغابايت)
3. تكوين 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 التوضيحية

---

# 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 لاحقة الدفع
- **دليل التكوين** - معلمات تكوين الشحن عبر الإنترنت الكاملة

## إدارة الجلسات

- **إدارة الجلسات** - دورة حياة جلسة PDN، إدارة الناقل
- **واجهة PFCP** - تقرير الاستخدام من PGW-U عبر URRs
- **واجهة S5/S8** - عداد الناقل GTP-C وإزالته

## العمليات

- مقاييس - **دليل المراقبة** Gy، تتبع الحصة، تنبيهات مهلة OCS
- **تخصيص IP لجهاز UE** - تكوين مجموعة 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:

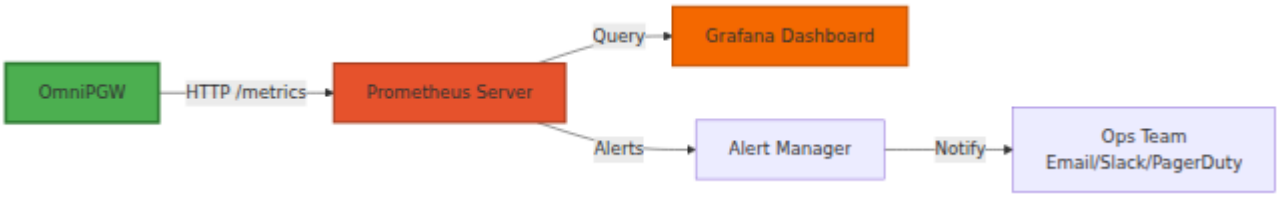
- إدارة الجلسات - واجهة الويب
- واجهة الويب - PFCP واجهة
- Diameter Gx - واجهة الويب

## 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 لل��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` | حالة صحة UPF محدد (1=صحي، 0=غير صحي) |
| `upf_peer_missed_heartbeats` | Gauge | `peer_ip` | نبضات القلب المفقودة المتتالية لـ UPF محدد |

**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:**

```
# 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:**

```
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)"
```

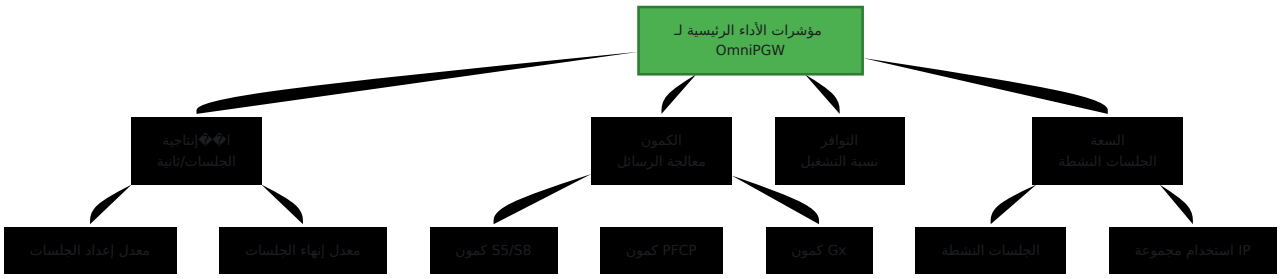
## تكوين AlertManager

```
# 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
- 5012 بالنسبة لـ (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)

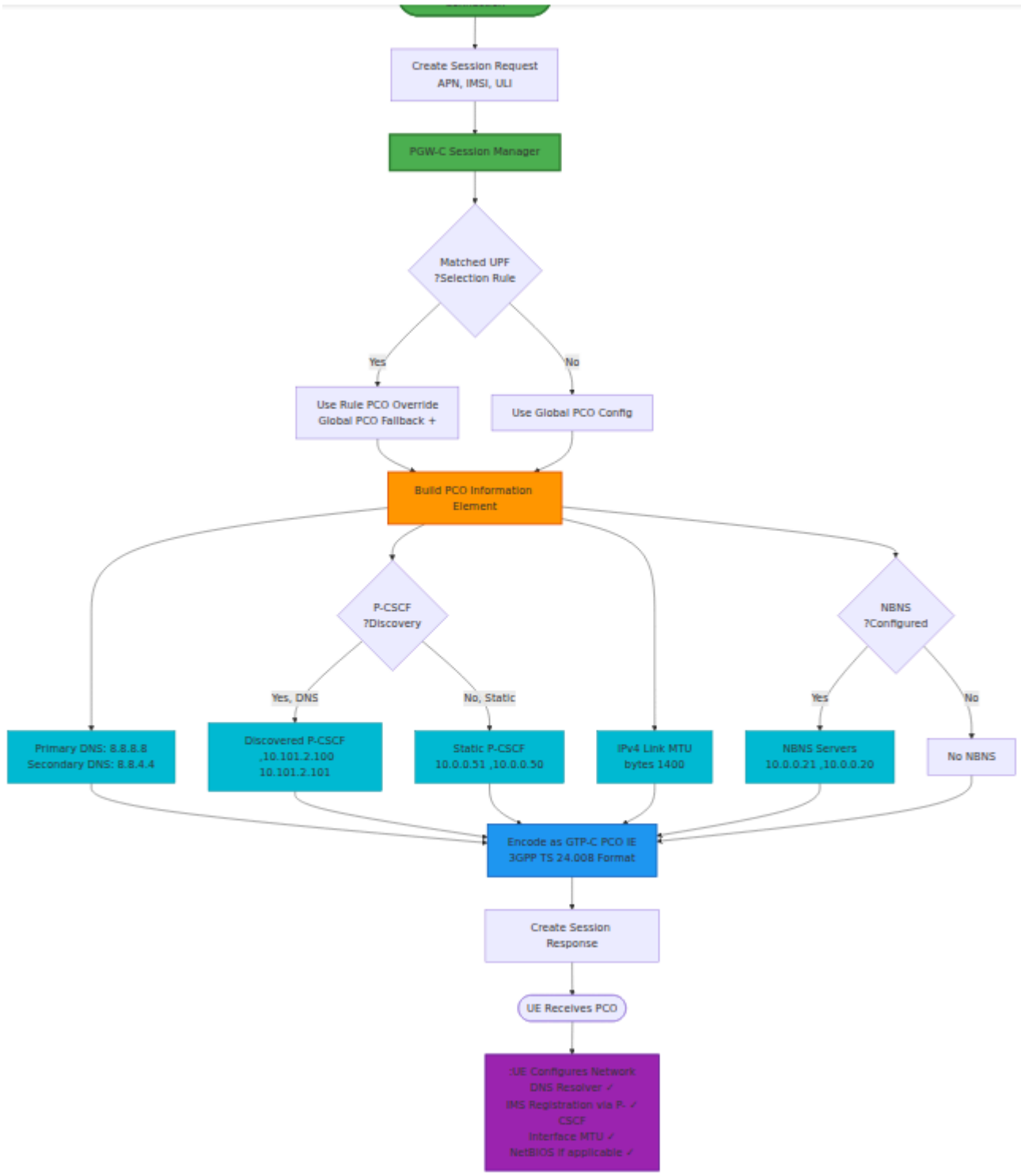
**معلمات الشبكة المقدمة إلى UE**

*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 | MTU رابط 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:**

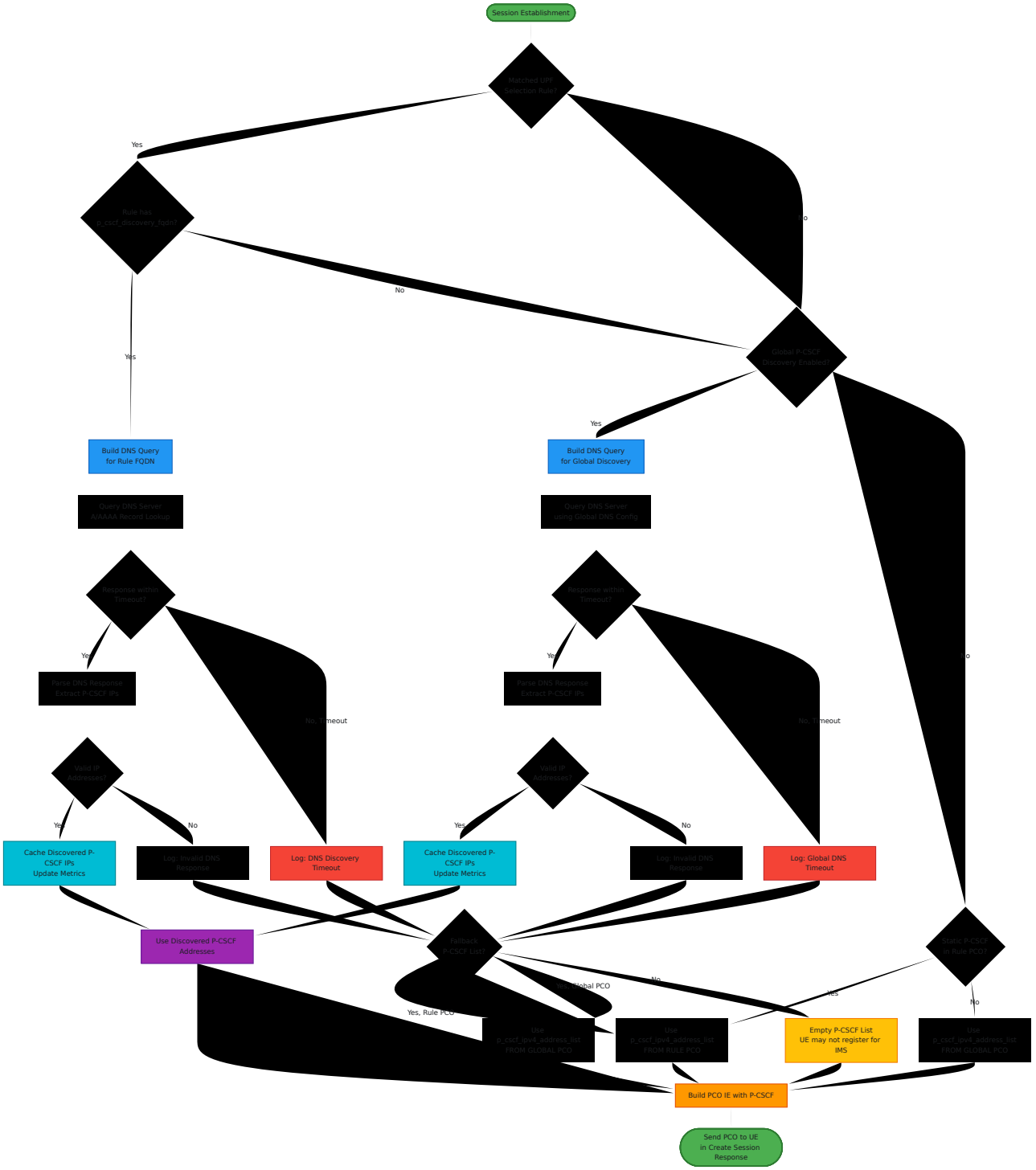
يدعم OmniPGW اكتشاف P-CSCF الديناميكي عبر استعلامات DNS 3 كما هو موضح في 3GPP TS 24.229. عند التمكين، يمكن لـ PGW-C استعلام DNS عن عناوين P-CSCF بدلاً من استخدام التكوين الثابت.

```
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, 2, 177}`) كزوج 4 |
| `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، بروتوكول GTP-C - **واجهة S5/S8**
- إنشاء جلسة مستوى المستخدم - **واجهة PFCP**

## VoLTE و IMS

- 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*

# P-CSCF اكتشاف ومراقبة

**الديناميكي مع المراقبة في الوقت الحقيقي P-CSCF اكتشاف خادم**

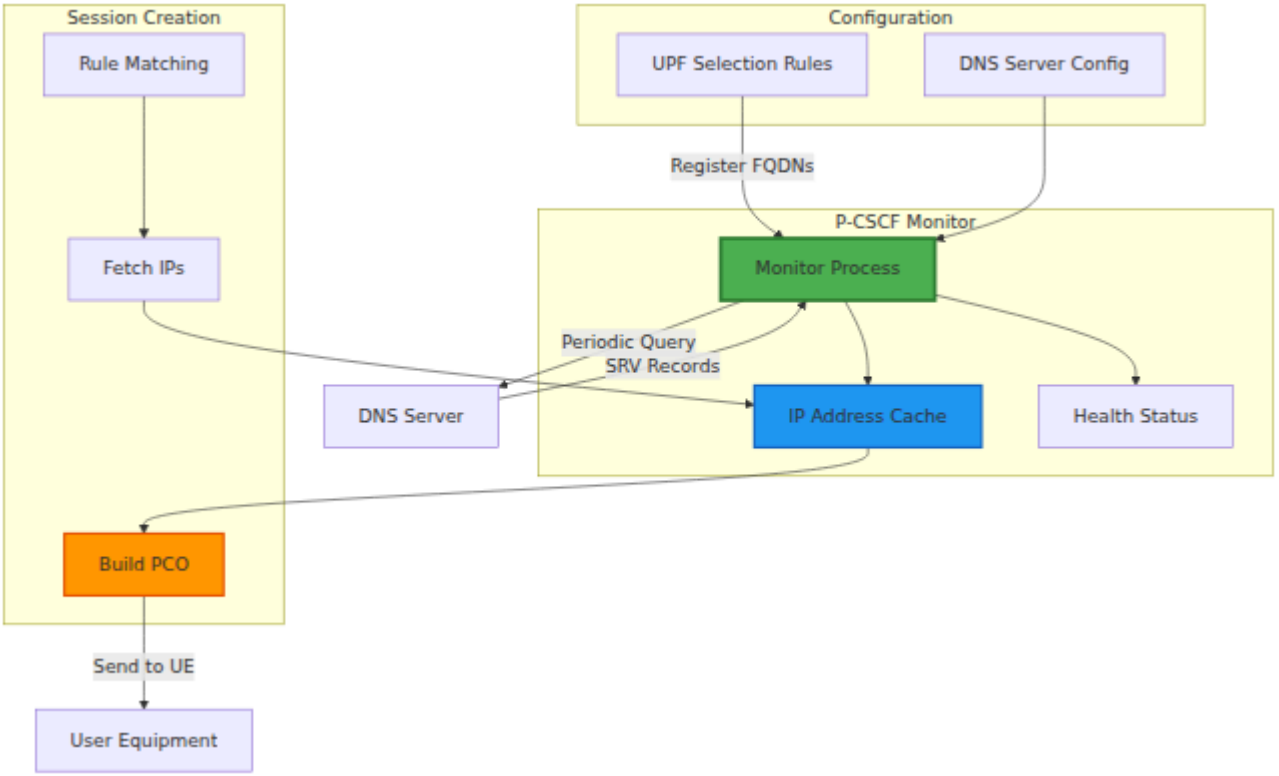
*من خدمات شبكة أومنيتاتش OmniPGW*

---

# نظرة عامة

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

- **P-CSCF اكتشاف** **حسب القاعدة**: خوادم P-CSCF مختلفة لأنواع حركة المرور المختلفة
- **المراقبة التلقائية**: عملية خلفية تراقب باستمرار حل DNS (كل 60 ثانية)
- **SIP OPTIONS فحوصات صحة**: تتحقق من أن خوادم P-CSCF نشطة عبر إشارات SIP OPTIONS
  - **أولاً**: 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 انظر دليل التكوين للحصول على تكوين كامل لقواعد اختيار الثابتة لـ P-CSCF.

## مراقبة الوصول

1. ابدأ OmniPGW
2. انتقل إلى **P-CSCF** ← **مراقب** ← **واجهة الويب** (`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
    }
  ]
}
```

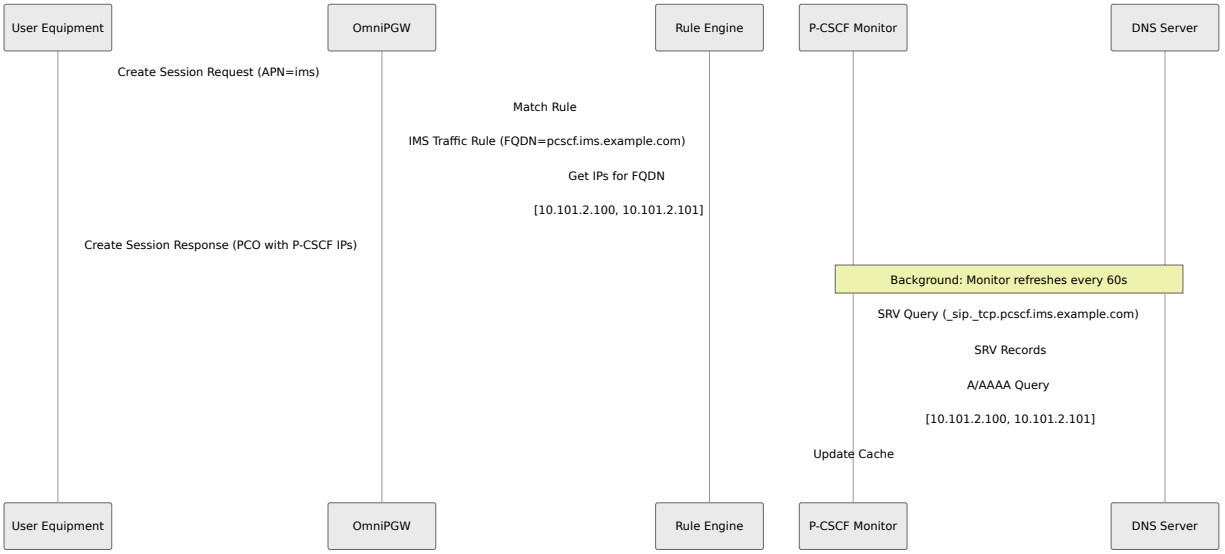
---

# 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

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

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

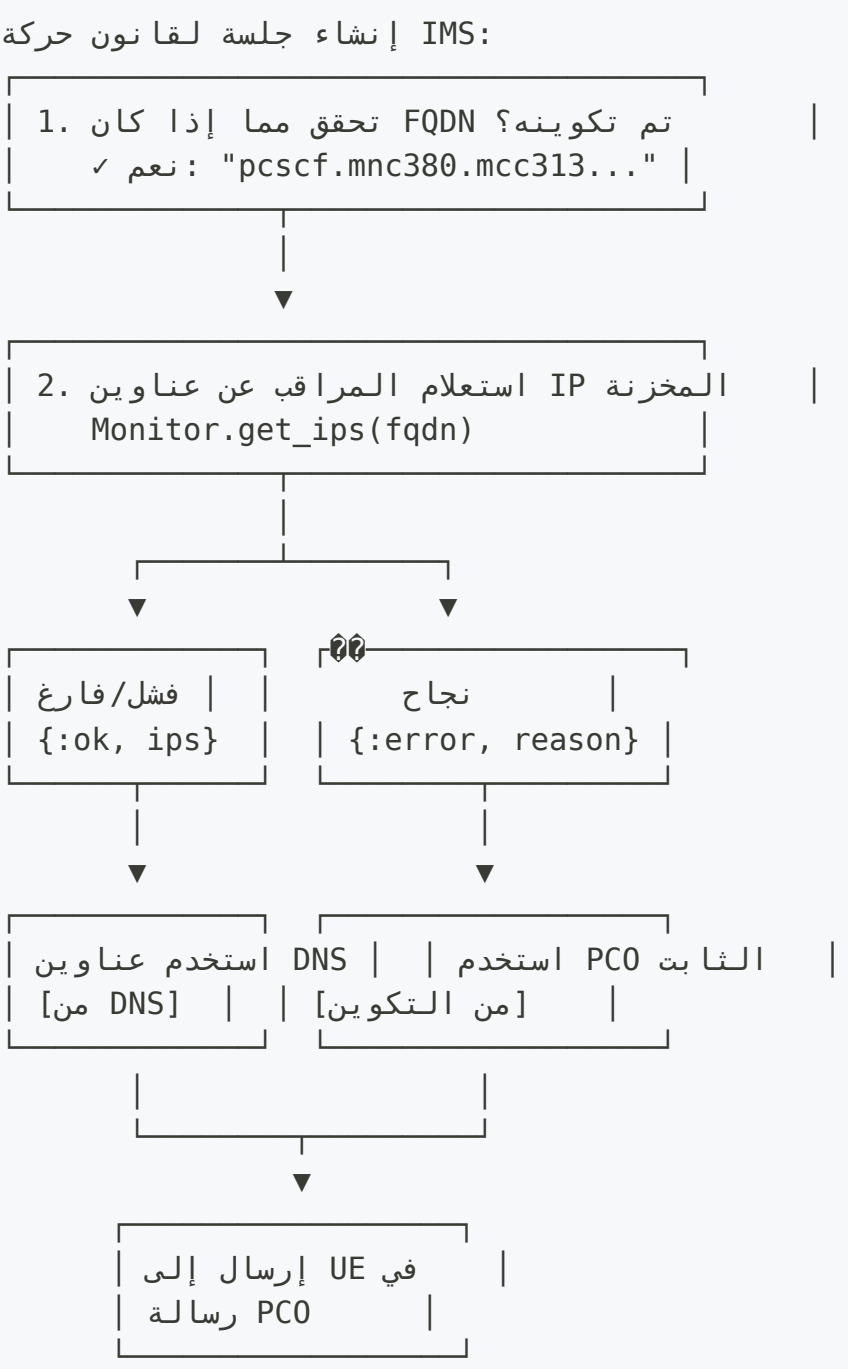
**يأخذ FQDN الثابت على قاعدة، فإن PCO و FQDN عندما يتم تكوين كل من الأولوية:**

```
%{
  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 (5 60 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 لكل FQDN)
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"
   ├─ [10.101.2.101 ،10.101.2.100] استخدم → النجاح ✓
   └─ الفشل → حاول الطبقة التالية

2. حاول تجاوز PCO للقاعدة
   ├─ [10.101.2.101 ،10.101.2.100] استخدم → تم تكوينه ✓
   └─ 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. مكونة NAPTR لا توجد سجلات
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
# مسجلاً وتم حله FQDN تحقق مما إذا كان

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

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

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

## 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

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

## 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

الاتصال بين PGW-U و PGW-C **بروتوكول التحكم في تحويل الحزم** -

---

## 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. الوثائق ذات الصلة

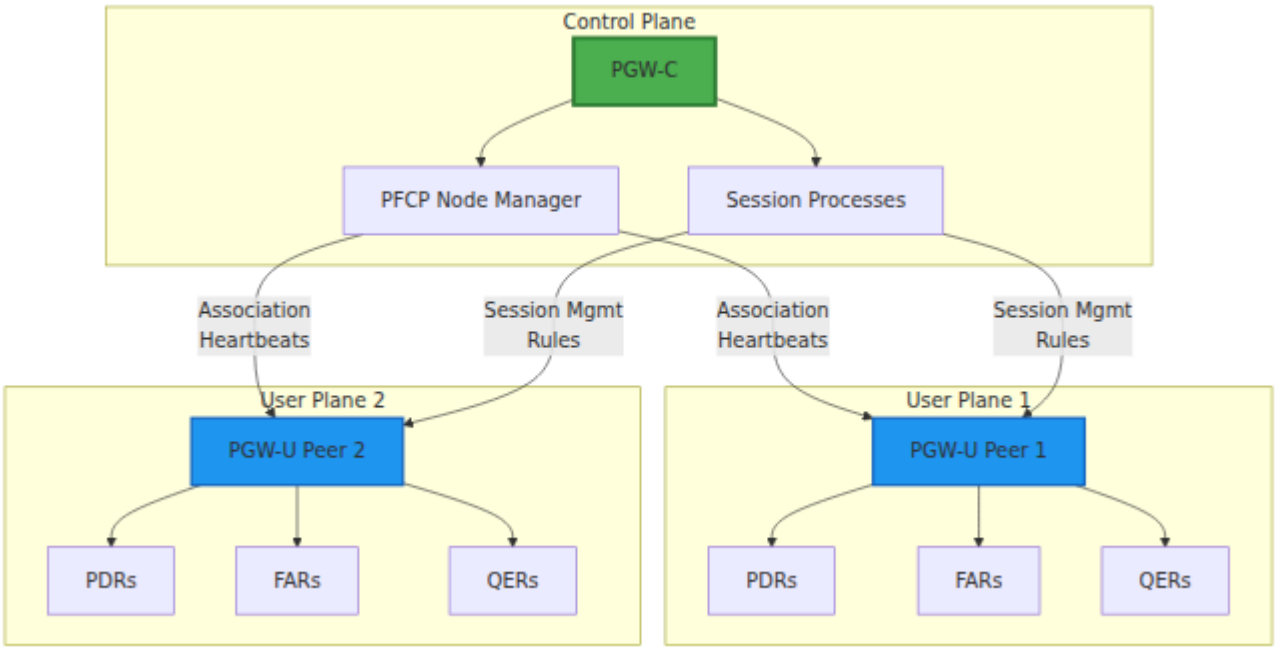

---

## نظرة عامة

تستخدم **واجهة Sxb PFCP (بروتوكول التحكم في تحويل 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 تحويل الحزم الفعلي بسرعة عالية

## هيكل PFCP




---

# أساسيات البروتوكول

## إصدار PFCP

يطبق PGW-C **الإصدار PFCP 1** (3GPP TS 29.244).

## النقل

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

## أنواع معرفات العقد

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 الند للند

يحافظ كل نظير PFCP على الحالة:

| الحقل | الوصف |
|---|---|
| `is_associated` | Boolean يشير إلى حالة الارتباط |
| `remote_node_id` | معرف العقدة للند (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 الزمن للاسترداد للند |

## آلية نبض القلب

**الغرض:** اكتشاف فشل الند والحفاظ على حيوية 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:**

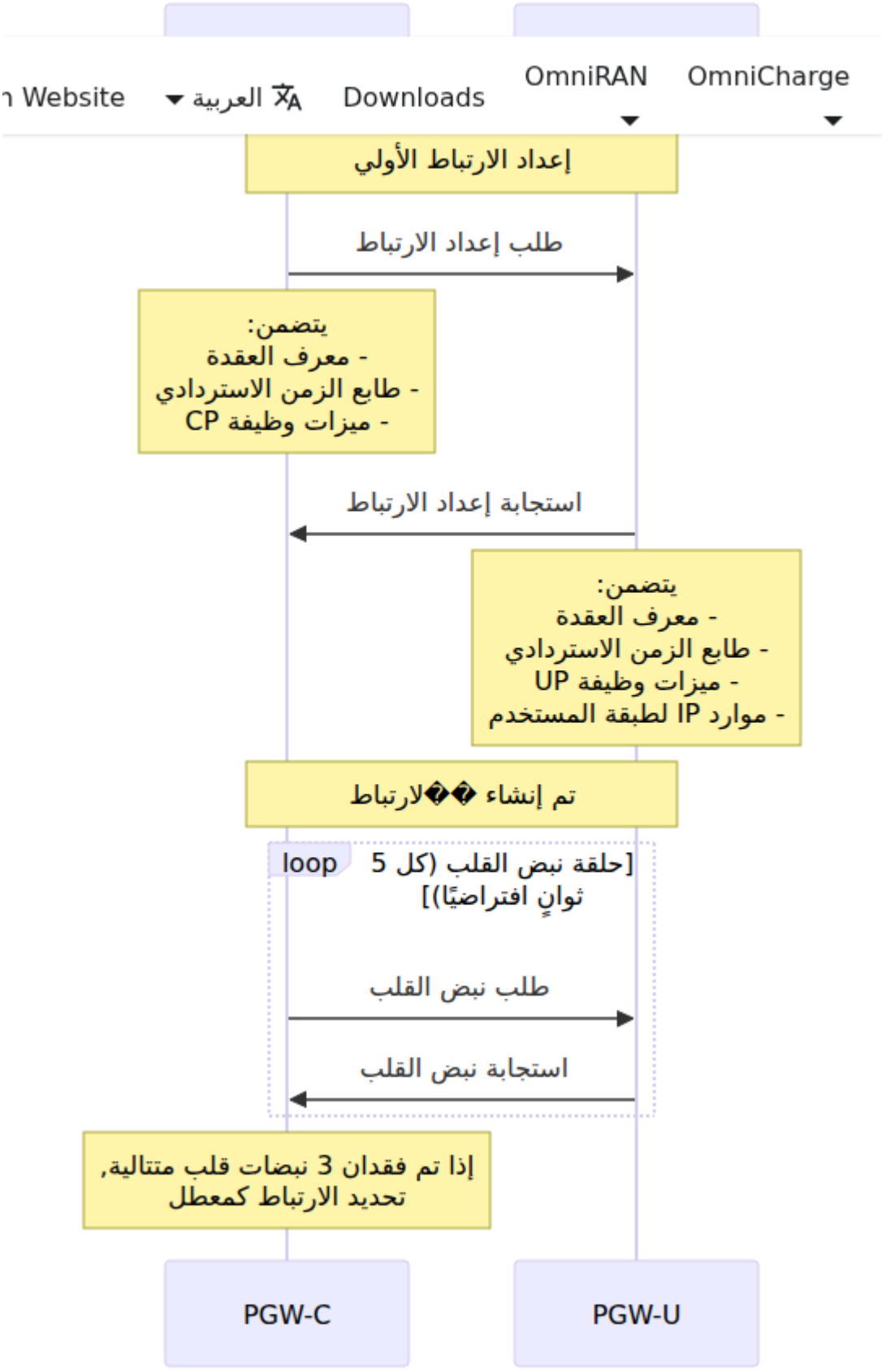
- كل نبضة قلب مفقودة تزيد من `missed_heartbeats_consecutive`
- عادةً ما يتم تكوينها للفشل بعد 3 فقدان متتالي
- يمنع الارتباط الفاشل الجلسات الجديدة لذلك الند

---

# إدارة جلسة PFCP

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

## دورة حياة الجلسة



## إنشاء الجلسة

يتصل UE وينشئ اتصال PDN **عندما:**

**PGW-U يرسل إلى PGW-C:**

يحتوي على **طلب إنشاء الجلسة**:

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

**PGW-U يستجيب:**

تحتوي على **استجابة إنشاء الجلسة**:

- **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

تحدث تغييرات في QoS، أو تعديلات على الحامل **عندما:** تحديثات السياسة،

**يمكن أن يشمل التعديل:**

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

## حذف الجلسة

**عندما:** ينفصل UE أو يتم إنهاء اتصال PDN

**العملية:**

1. رسل PGW-C طلب حذف الجلسة مع SEID
2. يقوم PGW-U بإزالة جميع القواعد وإطلاق الموارد
3. يستجيب 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 (GTP-U) حيث يتم إرسال حزم

**السؤال:** من يخصص قيمة TEID؟

**الخيار 1: UPF يخصص (الافتراضي الموصى به)**

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

**الخيار 2: PGW-C يخصص (وضع التوافق)**

- PGW-C يختار TEID ويخبر UPF "استخدم هذا TEID المحدد"
- UPF يستخدم TEID المقدم دون تخصيص

**UPF تخصيص (الافتراضي - الموصى به)**

**التكوين:**

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

**كيف يعمل:**

1. يبني PGW-C طلب إنشاء جلسة PFCP مع علامة CHOOSE لـ F-TEID
2. يستقبل UPF الطلب، ويخصص TEID من مجموعته الداخلية
3. يستجيب UPF بـ F-TEID المخصص (TEID + عنوان IP)
4. يخزن PGW-C F-TEID المخصص لمدة الجلسة

**لماذا هذا أفضل (عادة):**

**✅ فصل المهام**

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

**✅ قابلية التوسع المتعددة لـ PGW-C**

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

**✅ سلوك 3GPP القياسي**

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

**✅ فشل بسي�ي في التبديل**

- إذا أعيد تشغيل PGW-C، لا يزال UPF يمتلك مساحة TEID
- لا حاجة لمزامنة حالة تخصيص TEID
- يمكن لـ UPF الاستمرار في استخدام TEIDs الحالية

**متى تستخدم:**

- ✅ عمليات النشر الإنتاجية مع UPFs (افتراضي) الحديثة
- ✅ عمليات النشر متعددة PGW-C التي تشارك تجمعات UPF
- ✅ الهياكل السحابية الأصلية مع طبقات تحكم بلا حالة
- ✅ تريد سلوك PFCP 3 من 3GPP القياسي

**المشكلات المحتملة:**

- ⚠ بعض تطبيقات UPF القديمة أو المملوكة لا تدعم علامة CHOOSE
- ⚠ إذا فشل إنشاء الجلسة مع "IE الإلزامي مفقود" أو ما شابه، قد لا يدعم UPF CHOOSE

**تخصيص PGW-C (توافق قديم)**

**التكوين:**

```
sxb: %{
  allocate_uplink_f_teid: true
}
```

**كيف يعمل:**

1. يخصص PGW-C TEID من مجموعة محلية أثناء إنشاء الجلسة
2. يبني PGW-C طلب إنشاء جلسة PFCP مع قيمة TEID صريحة
3. يستقبل UPF الطلب، ويستخدم TEID المقدم دون تخصيص
4. يتتبع كل من PGW-C و UPF نفس قيمة TEID

**لماذ✅ قد تحتاج إلى ذلك:**

**✅ UPF لا يدعم CHOOSE**

- بعض تطبيقات UPF (خاصة القديمة/المملوكة) لا تدعم التخصيص الديناميكي
- PFCP صريح في طلب إنشاء جلسة يتوقع UPF TEID
- الحل الوحيد للتوافق

**✅ إدارة TEID المركزية**

- 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 التقاط الحزم مع حالة الجلسة TEID يمكن أن يرتبط

**تخصيص حتمي** 

- قابلة للتنبؤ TEID إذا كنت بحاجة إلى أنماط تخصيص
- محددة TEID قد تتطلب بعض بيئات الاختبار نطاقات

**المقايضات:**

⚠ **التنسيق مطلوب لعدة PGW-C**

- تجنب تصادم UPF تشارك PGW-C يجب على عدة مثيلات TEID
- يتطلب إما:
  - (تكوين معقد) PGW-C مقسمة لكل نطاقات TEID
  - مشتركة (بنية تحتية إضافية) خدمة تخصيص TEID
  - قبول خطر التصادم مع تخصيص عشوائي (احتمالية منخفضة)

⚠ **مزامنة الحالة**

- المخصصة لتجنب إعادة الاستخدام TEIDs تتبع PGW-C يجب على
- (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
- التي تتوقع UPF قد لا يعمل مع جميع تطبيقات CHOOSE

**متى تستخدم:**

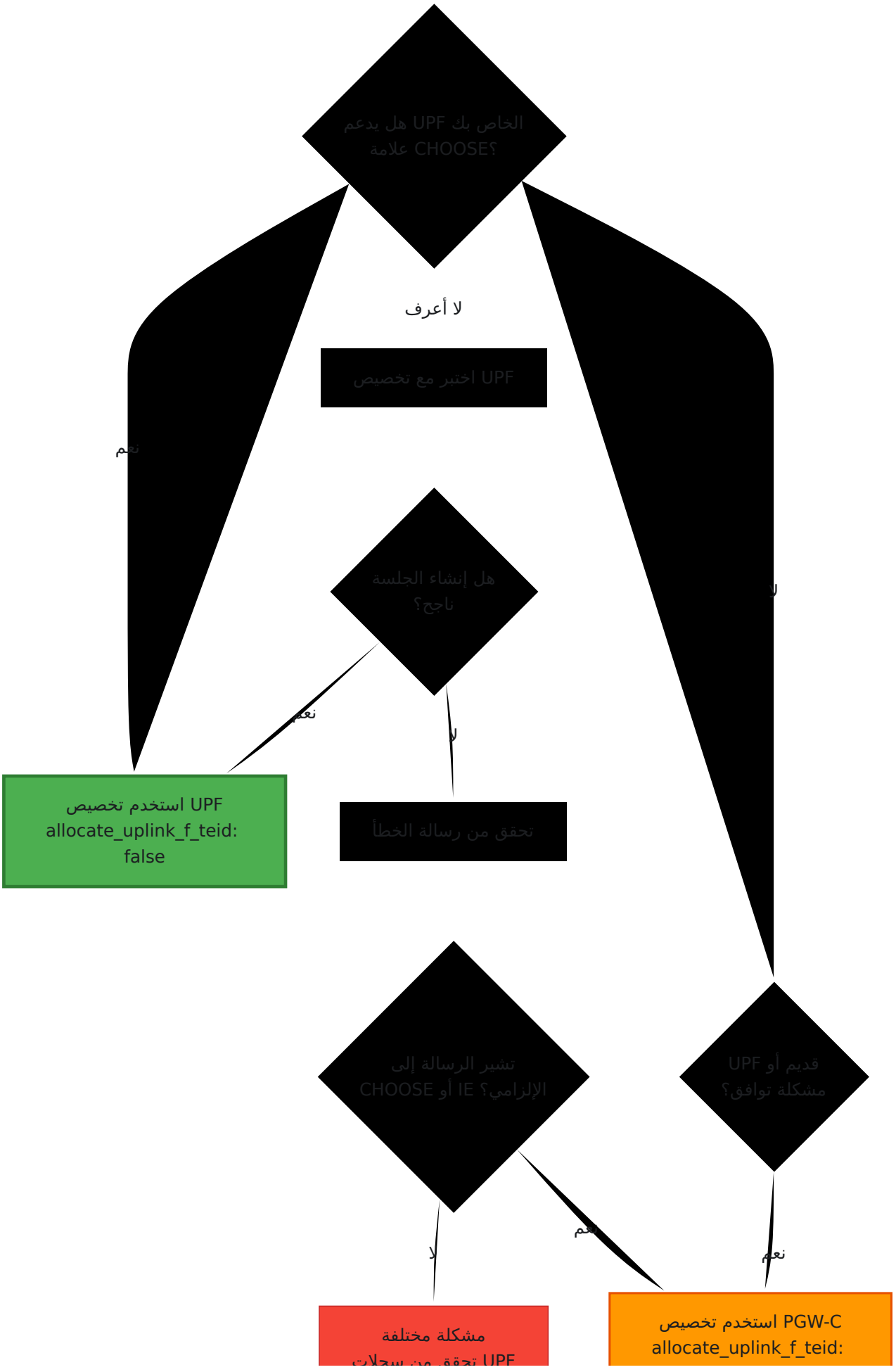
- ⚠ **علامة UPF فقط عندما لا يدعم CHOOSE**
- ⚠ تطبيقات UPF (مثل بعض الأجهزة المملوكة) القديمة
- ⚠ متطلبات توافق محددة
- ⚠ سيناريوهات استكشاف الأخطاء التي تتطلب رؤية TEID لـ PGW-C

**معالجة تصادم TEID:** يستخدم PGW-C تخصيصًا عشوائيًا مع اكتشاف التصادم:

- نطاق TEID: 1 0إلى xFFFFFFFF (4.2 مليار قيمة)
- احتمال 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
اختبر 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 الإلزامي؟
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 أكواد سبب استجابة إنشاء جلسة PFCP
grep "Session Establishment Response" /var/log/pgw_c.log
```

**إذا رفض UPF علامة CHOOSE:**

- قد تقول الرسالة "IE الإلزامي مفقود" أو "IE غير صالح"
- يتوقع UPF F-TEID صحيح CHOOSE ولكنه تلقى
- **الحل:** تعيين `allocate_uplink_f_teid: true`

**إذا تسبب تخصيص PGW-C في مشكلات:**

- مساحة TEID ضخمة (4 مليارات قيمة) - نادر جدًا
- تحقق من استنفاد TEID (غير محتمل تحت ملايين الجلسات):

```
# تحقق من عدد التسجيلات
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 التقاطات حزم PFCP: **التحقق من الوضع النشط:**

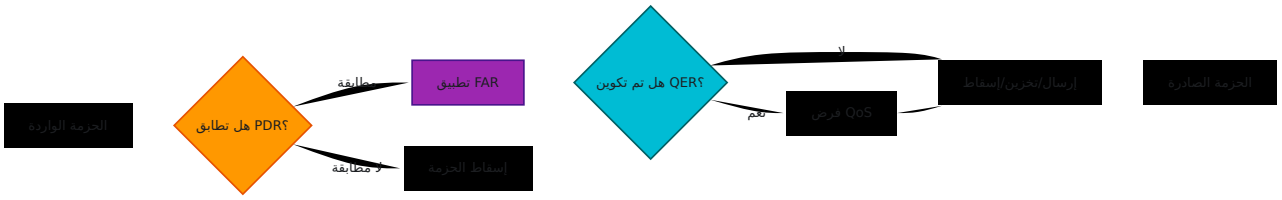
```
# التقاط حركة مرور PFCP
tcpdump -i any -n port 8805 -w pfcp.pcap

# افتح في Wiresh الجلسة إنشاء طلب إلى وانظر ارك
# أظهر إذا F-TEID علامات "CHOOSE": وضع تخصيص UPF
# أظهر إذا F-TEID قيمة TEID وضع تخصيص: صريحة PGW-C
```

---

# قواعد معالجة الحزم

يستخدم PFCP مجموعة من القواعد لتعريف كيفية معالجة طبقة المستخدم للحزم.

## هيكل القاعدة




## PDR (قاعدة اكتشاف الحزمة)

**الغرض:** تحديد الحزم التي تنطبق عليها هذه القاعدة

**تكوين PGW-C النموذجي:**

**الاتجاه الهابط - PDR #1:**

```
معرف PDR: 1
الأولوية: 100
PDI (معلومات اكتشاف الحزمة):
  - واجهة المصدر: CORE (جانب الإنترنت)
  - عنوان IP لـ UE: 100.64.1.42/32
معرف FAR: 1 (قاعدة التحويل المرتبطة)
```

**PDR #2 - الاتجاه الصاعد:**

```
معرف PDR: 2
الأولوية: 100
PDI (معلومات اكتشاف الحزمة):
  - واجهة المصدر: ACCESS (جانب SGW)
  - F-TEID: <نقطة نهاية نفق S5/S8>
معرف FAR: 2 (قاعدة التحويل المرتبطة)
معرف QER: 1 (تنفيذ QoS)
```

**الحقول الرئيسية لـ PDR:**

- **معرف PDR** - (لكل جلسة) معرف القاعدة الفريد
- **الأولوية** - أولوية مطابقة القاعدة (أعلى = أكثر تحديدًا)
- **PDI** - معايير المطابقة (واجهة، IP، TEID، إلخ.)
- **إزالة رأس الخارجي** GTP-U عند الدخول - إزالة رأس
- **معرف FAR** - إجراء التحويل المرتبط
- **معرف QER** - تنفيذ QoS (اختياري) المرتبط

# FAR (قاعدة إجراء التحويل)

**الغرض:** تحديد ما يجب القيام به مع الحزم المطابقة

**FAR #1 - الاتجاه الهابط (الإنترنت → UE):**

```
معرف FAR: 1
تطبيق الإجراء: FORWARD
معلمات التحويل:
  - 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):**

```
معرف FAR: 2
تطبيق الإجراء: FORWARD
معلمات التحويل:
  - واجهة الوجهة: CORE (إلى الإنترنت)
  - (عادي IP لا رأس خارجي - تحويل)
```

**الحقو�ق الرئيسية لـ FAR:**

- **معرف FAR** - معرف القاعدة الفريد
- **تطبيق الإجراء** - FORWARD، DROP، BUFFER، NOTIFY
- **معلمات التحويل:**
  - واجهة الوجهة (ACCESS/CORE)
  - إنشاء رأس خارجي (إضافة نفق GTP-U)
  - مثيل الشبكة (VRF/جدول التوجيه)

# QER (قاعدة تنفيذ QoS)

أيضًا الاستخدام لإدارة QERs يمكن أن تتعقب QoS. **الغرض:** فرض حدود معدل البت ومعلمات حصة الشحن عبر الإنترنت (انظر واجهة Diameter Gy لإدارة الائتمان).

**مثال على QER:**

```
معرف QER: 1
حالة البوابة: مفتوحة
أقصى معدل بت:
  - الاتجاه الصاعد: 100 ميجابت في الثانية
  - الاتجاه الهابط: 50 ميجابت في الثانية
معدل البت المضمون: (GBR اختياري، للحاملات)
  - الاتجاه الصاعد: 10 ميجابت في الثانية
  - الاتجاه الهابط: 10 ميجابت في الثانية
```

**الحقول الرئيسية لـ QER:**

- **معرف QER** - معرف القاعدة الفريد
- **حالة البوابة** - مفتوحة (السماح) أو مغلقة (حظر)
- **MBR** - أقصى معدل بت (الاتجاه الصاعد/الهابط)
- **GBR** - معدل بت مضمون (للحاملات المخصصة)
- **QCI** - معرف فئة QoS (يؤثر على الجدولة)

## BAR (قاعدة إجراء التخزين المؤقت)

**الغرض:** التحكم في تخزين الحزم في الاتجاه الهابط عندما يكون UE في وضع الخمول

**مثال على BAR:**

```
معرف BAR: 1
تأخير إعلام البيانات في الاتجاه الهابط: 100 مللي ثانية
عدد الحزم المقترح للتخزين المؤقت: 10
```

**يستخدم لـ:** تحسين DRX (استقبال غير 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,

    # لطبقة المستخدم F-TEID اختياري: التحكم في تخصيص
    # يخصص: (افتراضي) عندما يكون خطأ UPF F-TEID (علامة CHOOSE)
    # مسبقًا ويقدم قيمة صريحة PGW-C F-TEID عندما يكون صحيحًا: يخصص
    # وتتطلب تخصيصًا صريحًا CHOOSE علامة UPFs ملاحظة: قد لا تدعم ب
    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 (افتراضي: 8805)
        remote_port: 8805,

        # الوزن للتوازن في التحميل (100 = عادي، 0 = احتياطي)
        weight: 100
      }
    ]
  }
```

## عدة أقران PGW-U

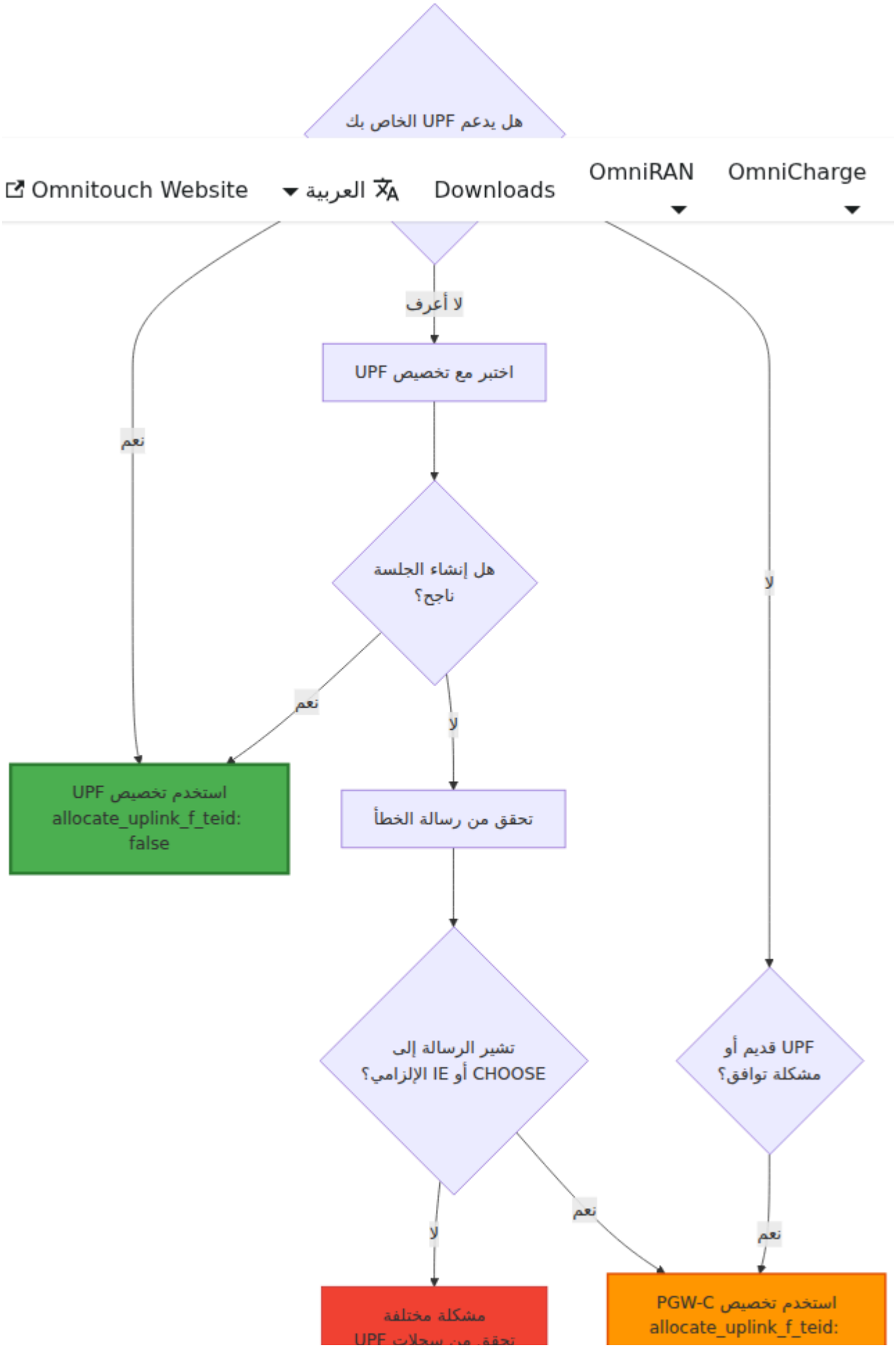
للتوازن في التحميل أو التكرار:

```
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
    ]
  }
# تلقائيًا مع نبضات قلب كل 5 ثوانٍ UPFs يتم تسجيل كلا
```

## تكوين اختيار UPF

يستخدم PGW-C **نظام اختيار UPF** مع قواعد قائمة على الأولوية **ثلاثي المستويات**:

1. **القواعد الثابتة** (أعلى أولوية) - تطابق بناءً على سمات الجلسة
2. **اختيار المعتمد على DNS** (أولوية متوسطة) - توجيه مدرك للموقع عبر استعلامات DNS NAPTR
3. **مجموعة احتياطية** (أدنى أولوية) - تجمع UPF الافتراضي عندما لا تتطابق أي قواعد


هل يدعم UPF الخاص بك
Omnitouch Website
العربية
Downloads
OmniRAN
OmniCharge
لا أعرف
اختبر 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 الإلزامي؟
UPF قديم أو مشكلة توافق؟
لا
نعم
نعم
مشكلة مختلفة
استخدم تخصيص PGW-C allocate_uplink_f_teid:

**مثال كامل لاختيار UPF**

```
config :pgw_c,
  # واجهة PFCP
  sxb: %{
    local_ip_address: "10.0.0.20"
  },

  # اختيار UPF: يتم تسجيل جميع UPFs تلقائيًا المعرفة هنا
  upf_selection: %{
    #
==========================================================================
    # الاختيار المعتمد على DNS (توجيه مدرك للموقع)
    #
==========================================================================
    # 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,

    #
==========================================================================
    # قواعد الاختيار الثابتة (يتم تقييمها حسب الأولوية)
    #
==========================================================================
    # يتم التحقق من القواعد من الأعل 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 احتياطية
    #
==========================================================================
    # تستخدم عندما لا تتطابق أي قواعد وتفشل أو يتم تعطيل اختيار DNS
    fallback_pool: [
      %{remote_ip_address: "127.0.0.21", remote_port: 8805, weight:
100}
    ]
  }
```

**حقول المطابقة المدعومة**

| قيمة المثال | الوصف | حقل المطابق`` |
|---|---|---|
| `"310260123456789"` | معرف المشترك الدولي للهاتف المحمول | `:imsi` |
| `"internet"`, `"ims"` | اسم نقطة الوصول | `:apn` |
| `"310260"` (مشغل أمريكي) | الشبكة الخدمية PLMN (MCC+MNC) | `:serving_network_plmn_id` |
| `"10.0.1.50"` | عنوان IP لـ SGW (بتنسيق سلسلة) | `:sgw_ip_address` |
| `"310260"` | معرف PLMN لمنطقة التتبع | `:uli_tai_plmn_id` |
| `"310260"` | معرف PLMN لخلية E-UTRAN | `:uli_ecgi_plmn_id` |

**مجموعة UPF وتوازن التحميل**

مع اختيار عشوائي مع الوزن **UPF** يمكن أن تحدد كل قاعدة **مجموعة**:

```
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. حساب الوزن الإجمالي: 50 + 30 + 20 = 100
2. توليد رقم عشوائي: 0.0 إلى 100.0
3. اختيار 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 يتناسب 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 DNS NAPTR بإجراء استعلامات PGW-C عند تفعيله، يقوم لمستخدم��:

```
upf_selection: %{
  dns_enabled: true,
  dns_query_priority: [:ecgi, :tai, :rai, :sai, :cgi],
  dns_suffix: "epc.3gppnetwork.org",
  dns_timeout_ms: 5000
}
```

**أولوية الاستعلام:**

1. **ECGI** (معرف الخلية العالمية لـ E-UTRAN) - الأكثر تحديدًا
2. **TAI** (معرف منطقة التتبع) - منطقة الخلية
3. **RAI** (معرف منطقة التوجيه) - 3 منطقةG/2G

4. **SAI** (معرف منطقة الخدمة) - 3 منطقة خدمةG
5. **CGI** (معرف الخلية العالمية) - 2 خليةG

**مثال على استعلام DNS:**

```
# لاستعلام ECGI:
eci-1a2b3c.ecgi.epc.mnc999.mcc999.epc.3gppnetwork.org

# لاستعلام TAI:
tac-lb64.tac-hb00.tac.epc.mnc999.mcc999.epc.3gppnetwork.org
```

**عملية اختيار DNS:**

1. حاول الاستعلامات بترتيب الأولوية (ECGI أولاً، ثم TAI، إلخ.)
2. إذا أعادت DNS (مسجلة ديناميكيًا إذا لزم الأمر) مرشحين، استخدم أول نتيجة
3. اختر UPF المعاد
4. إذا لم يكن هناك تطابق DNS أو تم تعطيل DNS، انتقل إلى المجموعة الاحتياطية

انظر اختيار UPF المعتمد على DNS للحصول على معلومات مفصلة.

---

# اختيار UPF المعتمد على DNS

## نظرة عامة

يوفر اختيار UPF المعتمد على DNS من خلال إجراء استعلامات DNS **توجيهًا مدركًا للموقع** DNS NAPTR باستخدام معلومات موقع المستخدم (ULI) لـ من الخلية الحالية لـ UE.

**مرجع 3GPP:** TS 23.003 - إجراءات DNS لاكتشاف UPF

**الفوائد:**

- اختيار UPF تلقائي استنادًا إلى الموقع الجغرافي
- لا حاجة لتكوين قواعد يدوية لكل خلية
- التكيف الديناميكي مع تغييرات بنية الشبكة
- يقلل من الحمل الخلفي عن طريق توجيه إلى أقرب UPF

## كيف يعمل

Parse error on line 25: ... style PGWC fill:#4CAF50,stroke:#2E7 ----------
--^ Expecting 'SOLID_OPEN_ARROW', 'DOTTED_OPEN_ARROW',
'SOLID_ARROW', 'BIDIRECTIONAL_SOLID_ARROW', 'DOTTED_ARROW',
'BIDIRECTIONAL_DOTTED_ARROW', 'SOLID_CROSS', 'DOTTED_CROSS',
'SOLID_POINT', 'DOTTED_POINT', got 'TXT'

المحاولة مجددا

## التكوين

```
config :pgw_c,
  upf_selection: %{
    # تفعيل الاختيار المعتمد على DNS
    dns_enabled: true,

    # حاول: أولوية الاستعلام ECGI ثم TAI، أولاً، ثم RAI، إلخ.
    dns_query_priority: [:ecgi, :tai, :rai, :sai, :cgi],

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

    # مهلة استعلام DNS
    dns_timeout_ms: 5000,

    # لا تزال القواعد الثابتة تأخذ الأولوية على DNS
    rules: [...],

    # احتياطي DNS إذا فشل
    fallback_pool: [...]
  }
```

## تنسيقات استعلام DNS

يتم بناء استعلامات DNS باستخدام معلومات موقع المستخدم (ULI) من رسالة GTP-C:

### 1. ECGI (معرف الخلية العالمية لـ E-UTRAN)

توجيه على مستوى خلية - **الأكثر تحديدًا** LTE

**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
```

شبكات LTE (4G) **متى يستخدم:**

### 2. TAI (معرف منطقة التتبع)

خلايا متعددة في نفس منطقة التتبع - **منطقة الخلية**

**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 عالي x00
tac-lb64.tac-hb00.tac.epc.mnc999.mcc999.epc.3gppnetwork.org
```

مناطق تتبع LTE (4G) **متى يستخدم:**

### 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 (عشري 10)
# LAC: 0x1234 (عشري 4660)
rac0a.lac-lb34.lac-hb12.lac.rai.mnc999.mcc999.epc.3gppnetwork.org
```

**متى يستخدم:** شبكات 3G/2G UMTS/GPRS

**4. SAI (معرف منطقة الخدمة)**

**منطقة الخدمة 3G**

**نسيق ال��:**

```
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
```

**متى يستخدم:** مناطق خدمة 3G UMTS

**5. CGI (معرف الخلية العالمية)**

**على مستوى خلية 2G**

**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 يستخدم:** خلايا 2G GSM

## معالجة استجابة DNS

**تنسيق سجل NAPTR:**

تعود DNS بسجلات NAPTR تشير إلى عناوين IP الخاصة بـ 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
```

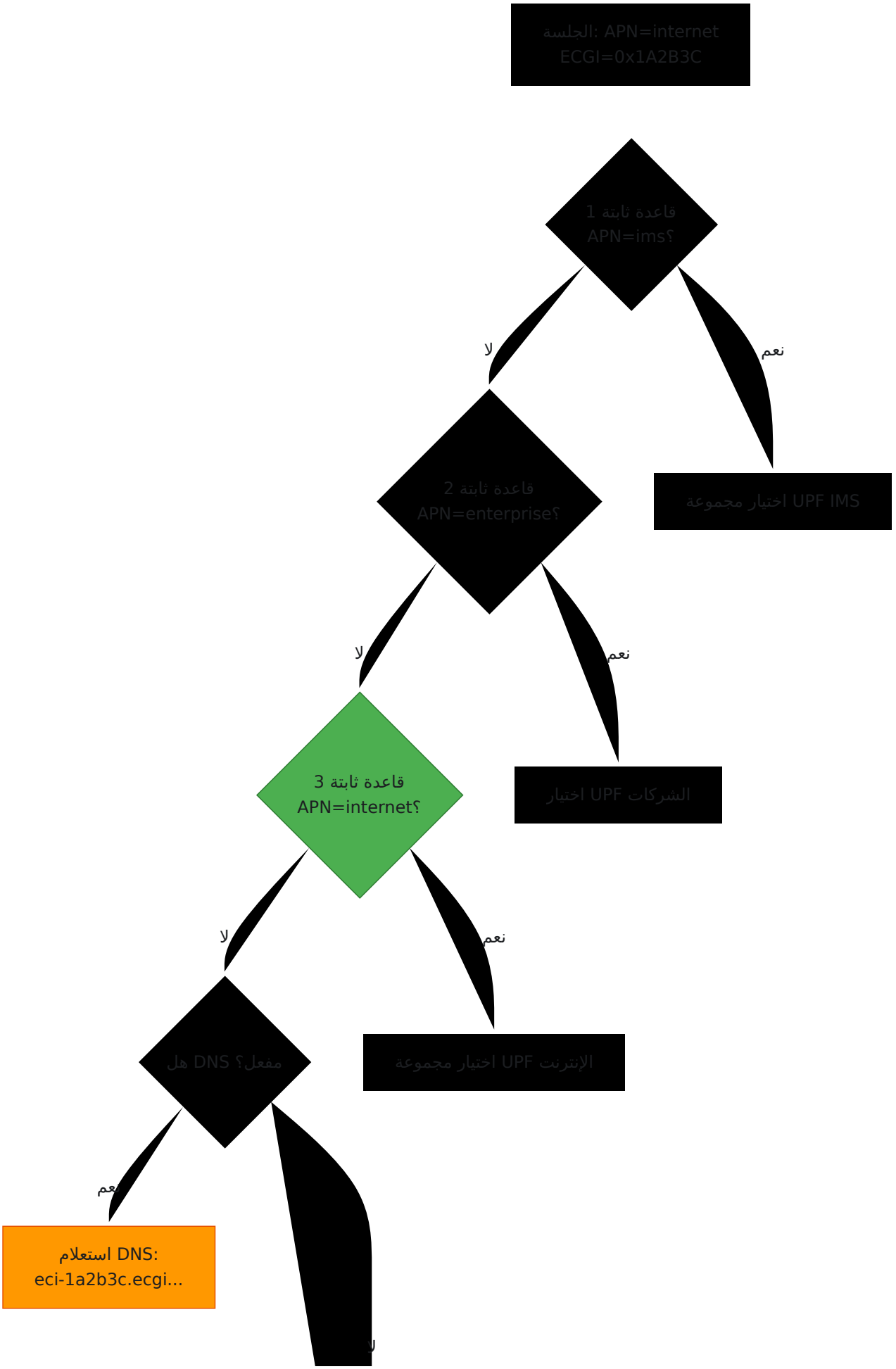
**معالجة PGW-C:**

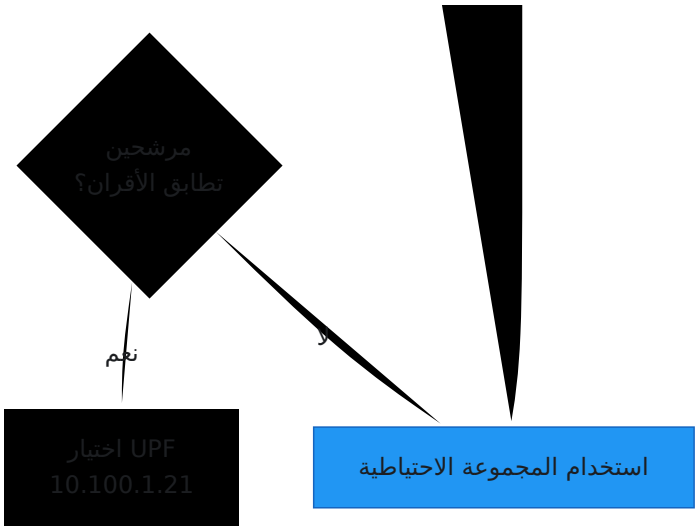
1. تحليل سجلات NAPTR لاستخراج عناوين IP الخاصة بـ UPF
2. اختيار أول مرشح من استجابة DNS
3. التسجيل ديناميكيًا إذا لم يكن مُعدًا بالفعل (أو تنفيذ اختيار مستند إلى الحمل)

**مثال:**

```
تعود DNS: [10.100.1.21، 10.100.5.99]

المختار:    10.100.1.21 (أول مرشح)
الإجراء: upf_selection      سجل ديناميكيًا إذا لم يكن في
```

## مثال على أولوية الاختيار


الجلسة: APN=internet
ECGI=0x1A2B3C
قاعدة ثابتة 1
APN=ims؟
نعم
لا
اختيار مجموعة UPF IMS
قاعدة ثابتة 2
APN=enterprise؟
نعم
لا
اختيار UPF الشركات
قاعدة ثابتة 3
APN=internet؟
نعم
لا
اختيار مجموعة UPF الإنترنت
هل DNS؟ مفعل
نعم
استعلام DNS:
eci-1a2b3c.ecgi...
لا




# حالات الاستخدام

### 1. توازن الحمل الجغرافي

**السيناريو:** يمتلك المش��ل 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 الانتقال والحمل الخلفي

### 2. الحوسبة على الحافة

**السيناريو:** تم نشر UPFs (الحوسبة متعددة الوصول على الحافة) في مواقع الخلايا

**تكوين DNS:**

```
# تشير كل خلية إلى UPF محلي على الحافة
eci-*.ecgi.epc.mnc999.mcc999.epc.3gppnetwork.org → UPF محلي على الحافة
```

**الفائدة:** زمن انتقال منخفض للغاية للتطبيقات على الحافة

**3. بنية الشبكة الديناميكية**

**السيناريو:** تتغير عناوين UPF بسبب التحديثات أو الصيانة

**الفائدة:** تحديث سجلات DNS دون تغيير تكوين PGW-C

# استكشاف الأخطاء في اختيار DNS

**فشل استعلام DNS**

**الأعراض:**

- فشل اختيار UPF عبر DNS: سجل: "nxdomain:"
- تسقط الجلسات إلى المجموعة الاحتياطية

**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
```

**تعيد DNS UPF غير معروف**

**السلوك:**

- تعيد DNS UPF مرشحًا غير موجود في `upf_selection`
- يحاول النظام تلقائيًا التسجيل الديناميكي
- إذا نجحت ارتباط PFCP، يتم استخدام UPF للجلسة
- إذا فشل ارتباط PFCP، يسقط إلى المجموعة الاحتياطية

**مثال:**

```
تعود DNS: [10.99.1.50]
upf_selection: [10.100.1.21، 10.100.1.22]

الإجراء: سجل ديناميكيًا 10.99.1.50
  - أرسل إعداد ارتباط PFCP
  - إذا نجح: استخدم للجلسة
  - إذا انتهت المهلة: اسقط إلى المجموعة الاحتياطية
```

**خيارات الحل:**

1. قم بتكوين مسبق في `upf_selection` للمراقبة الفورية:

```
upf_selection: %{
  fallback_pool: [
    %{remote_ip_address: "10.99.1.50", remote_port: 8805, weight:
100}
  ]
}
```

2. تحديث DNS لإعادة عناوين UPF المخصصة مسبقًا

3. السماح بالتسجيل الديناميكي (موصى به لسيناريوهات MEC/الحافة)

**انتهاء مهلة الاستعلام**

**الأعراض:**

- سجل: "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])
```

**أمثلة السجلات:**

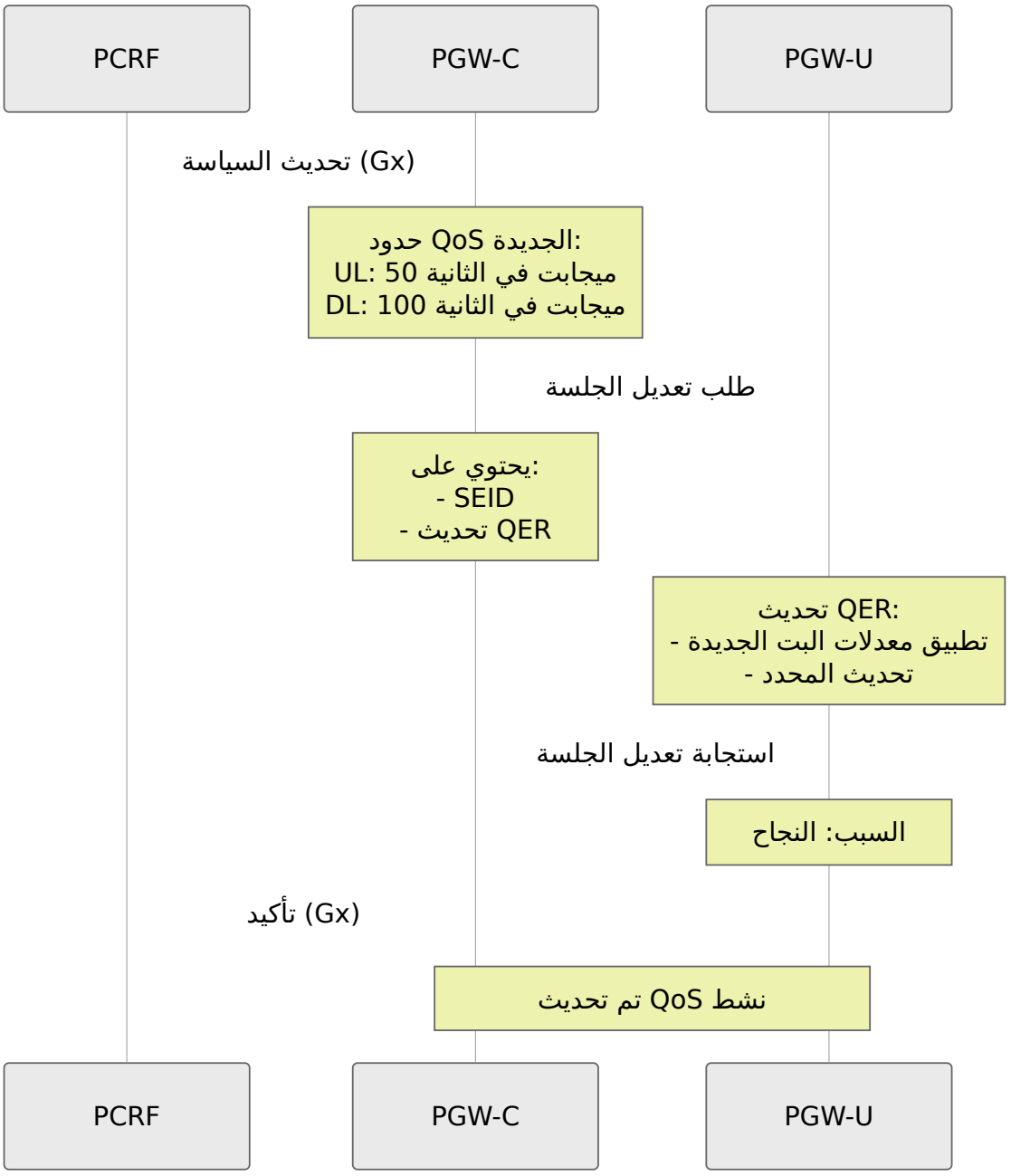
```
[debug] اختيار UPF عبر DNS: الاستعلام عن eci-
1a2b3c.ecgi.epc.mnc999.mcc999.epc.3gppnetwork.org
[debug] اختيار UPF عبر DNS: حصلت على 2 مرشحين من DNS
[info]  اختيار UPF عبر DNS: تم اختيار 10.100.1.21
```

---

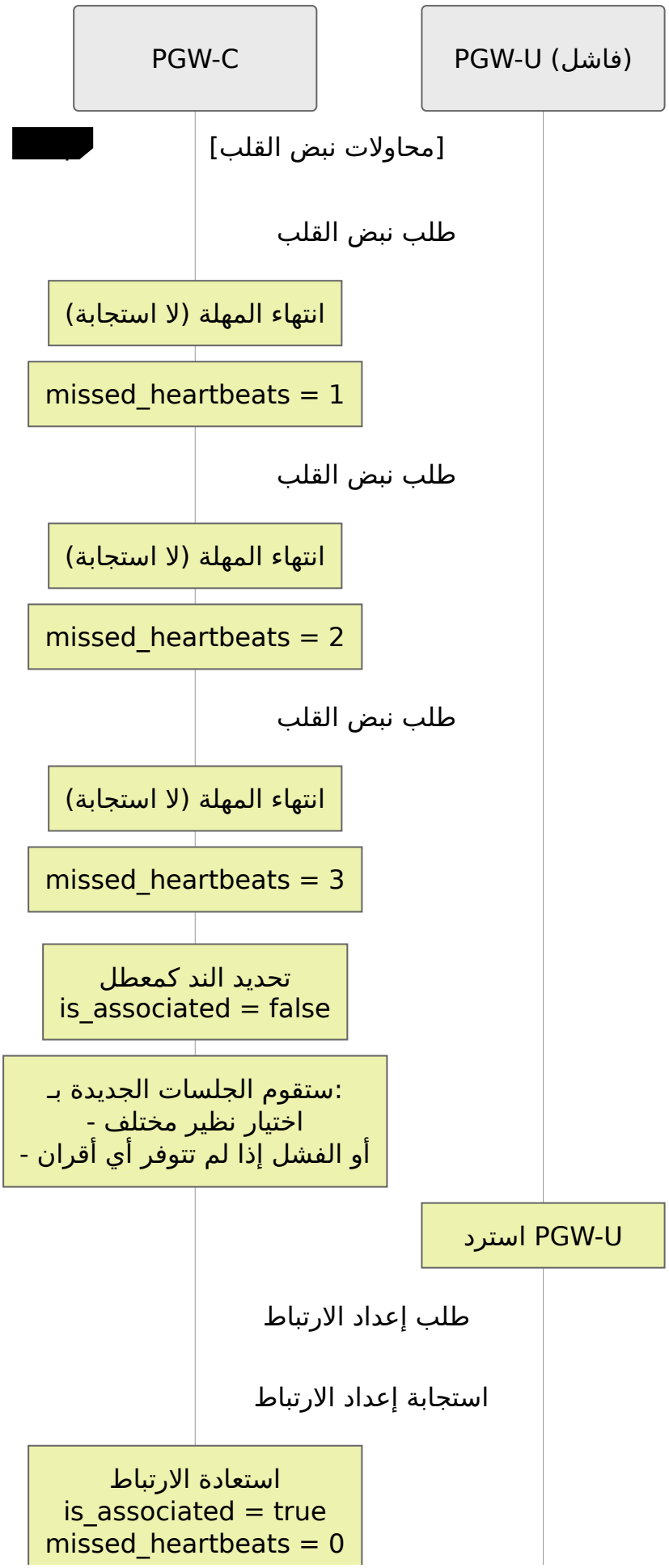
# تدفقات الرسائل

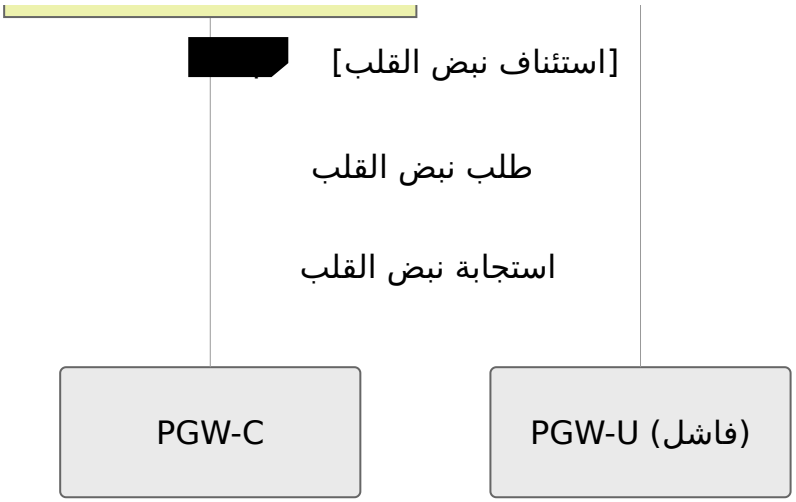
## تدفق إنشاء الجلسة الكامل

# تدفق تعديل الجلسة



# استرداد فشل نبض القلب


PGW-C
PGW-U (فاشل)
[محاولات نبض القلب]
طلب نبض القلب
انتهاء المهلة (لا استجابة)
missed_heartbeats = 1
طلب نبض القلب
انتهاء المهلة (لا استجابة)
missed_heartbeats = 2
طلب نبض القلب
انتهاء المهلة (لا استجابة)
missed_heartbeats = 3
تحديد الند كمعطل
is_associated = false
ستقوم الجلسات الجديدة بـ:
- اختيار نظير مختلف
- أو الفشل إذا لم تتوفر أي أقران
استرد PGW-U
طلب إعداد الارتباط
استجابة إعداد الارتباط
استعادة الارتباط
is_associated = true
missed_heartbeats = 0




---

# استكشاف الأخطاء وإصلاحها

## المشكلات الشائعة

### 1. فشل إعداد الارتباط

**الأعراض:**

- رسالة السجل: "فشل إعداد ارتباط PFCP"
- لا استجابة لطلب إعداد الارتباط

**الأسباب المحتملة:**

- PGW-U غير قابل للوصول (مشكلة شبكة)
- PGW-U غير قيد التشغيل
- جدار حماية يمنع منفذ UDP 8805
- معرف `remote_ip_address` غير صحيح في التكوين

**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 محمّل
- فترة نبض القلب عدوانية جدًا

**الحل:**

تكون فترة نبض القلب ثابتة عند 5 ثوانٍ مع عتبة فشل 3 نبضات قلب مفقودة متتالية.

**3. فشل إنشاء الجلسة**

**الأعراض:**

- استجابة إنشاء الجلسة مع سبب الخطأ
- 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 للأخطاء
3. تحقق من تفرد SEID

### 4. أخطاء SEID المكررة

**الأعراض:**

- "استجابة إنشاء الجلسة: السبب "سياق الجلسة غير موجود

**السبب:**

- تصادم SEID (نادر جدًا)
- إعادة تشغيل PGW-U دون علم PGW-C

**الحل:**

- إعادة تشغيل ارتباط PFCP (يؤدي إلى تشغيل طابع زمن الاسترداد الجديد)
- إعادة تشغيل PGW-U وينظف الجلسات القديمة سيكتشف 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: "الند PFCP {{ $labels.peer }} معطل"

# تنبيه على ارتفاع فشل إنشاء الجلسة
- alert: PFCPSessionEstablishmentFailureHigh
  expr:
rate(sxb_inbound_errors_total{message_type="session_establishment_res
[5m]) > 0.1
  for: 5m
  annotations:
    summary: "مرتفع PFCP معدل فشل إنشاء جلسة"
```

---

# واجهة الويب PFCP - مراقبة

يوفر OmniPGW صفحتين واجهتين لمراقبة عمليات PFCP/Sxb في الوقت الفعلي.

# صفحة حالة UPF/PFCP

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

**الغرض:** مراقبة حالة ارتباط PFCP مع جميع أقران PGW-U المعرفة

**الميزات:**

**1. نظرة عامة على حالة الند**

- نشط PFCP **عدد المرتبطين** - عدد الأقران الذين لديهم ارتباط
- **عدد غير المرتبطين** - عدد الأقران المعطلة أو غير المتصلة
- يتم تحديثها تلقائيًا كل ثانيتين

**2.** معرف PGW-U **معلومات لكل نظير** لكل نظير:

- **اسم الند** - الاسم الودي من التكوين
- **عنوان IP** - عنوان PGW-U البعيد
- **حالة الارتباط** - مرتبط (أخضر) أو غير مرتبط (أحمر)
- **معرف العقدة** - معرف عقدة PFCP
- **طابع الزمن للاسترداد** - آخر وقت إعادة تشغيل للند
- **فترة نبض القلب** - فترة نبض القلب المحددة

- **عدد نبضات القلب المفقودة المتتالية** - عدد الفشل الحالي
- **ميزات وظيفة UP** - القدرات المعلنة من قبل PGW-U

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

- التكوين الكامل للند
- خريطة ميزات وظيفة UP
- طوابع زمنية للارتباط
- حالة الند 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 **الحالة الكاملة للجلسة**:

- سياق جلسة PFCP الكامل
- PDRs، FARs، QERs، BARs (قواعد التحويل)
- F-SEIDs (معرفات نقطة 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 نظير "غير مرتبط":
   - تحقق من إمكانية الوصول إلى IP للند
   - تحقق من تشغيل الند
   - تحقق من جدار الحماية (UDP 8805)
```

**استكشاف فشل إنشاء الجلسة:**

```
1. فشل جلسة المستخدم في التأسيس
2. هل توجد جلسة؟ - تحقق من صفحة جلسات PGW
3. هل تم إنشاء جلسة PFCP؟ - تحقق من صفحة جلسات PFCP
4. إذا لم توجد جلسة PFCP:
   - هل أي نظير مرتبط؟ - تحقق من حالة UPF
   - تحقق من السجلات للأخطاء في PFCP
5. إذا كانت جلسة PFCP موجودة:
   - افحص PDRs/FARs للتحقق من القواعد المبرمجة
   - (أو الشبكة PGW-U) من المحتمل أن تكون المشكلة في الأسفل
```

**التحقق من توزيع الحمل بين الأقران:**

```
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 لدى أحد الأقران حمل غير متناسب
```

**الكشف عن فشل الأقران:**

- نظرة سريعة على صفحة حالة UPF
- شارة حمراء "غير مرتبطة" مرئية على الفور
- يظهر عدد نبضات القلب المفقودة تدهورًا قبل الفشل الكامل
- إعداد تنبيهات المراقبة بناءً على بيانات واجهة الويب

**المزايا:**

- لا حاجة للاستعلام عن المقاييس أو SSH - **مراقبة في الوقت الحقيقي**
- مشفرة بالألوان مرتبطة/غير مرتبطة - **حالة مرئية**
- يظهر عدد نبضات القلب المفقودة تحذيرًا مبكرًا - **اتجاهات صحة الند**
- رؤية PDRs/FARs/QERs المبرمجة بالضبط - **فحص على مستوى الجلسة**
- فقط متصفح ويب - **لا أدوات مطلوبة**

---

# الوثائق ذات الصلة

## التكوين

- اختيار **دليل التكوين** UPF، تكوين PFCP مراقبة الصحة،
- دورة حياة جلسة - **إدارة الجلسات** PDN، إنشاء الحاملات

## الشحن والمراقبة

- **واجهة Diameter Gx** - قواعد PCC التي تدفع تنفيذ QoS في 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 الحاملات في طبقة التحكم
- **تخصيص IP لـ UE** - تعيين عنوان UE عبر PFCP

---

**العودة إلى دليل العمليات**

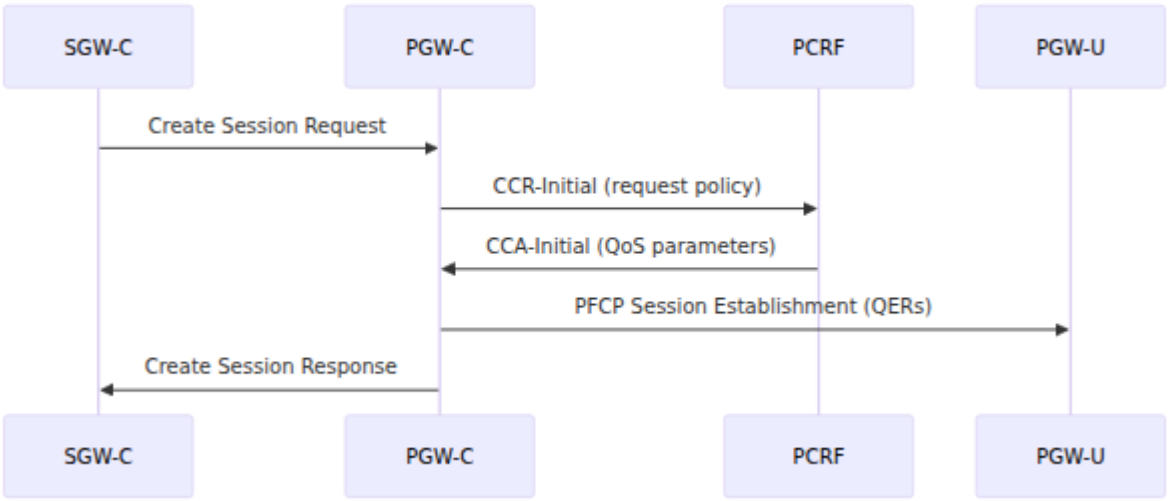
# إدارة جودة الخدمة وإدارة الحامل

## 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`:

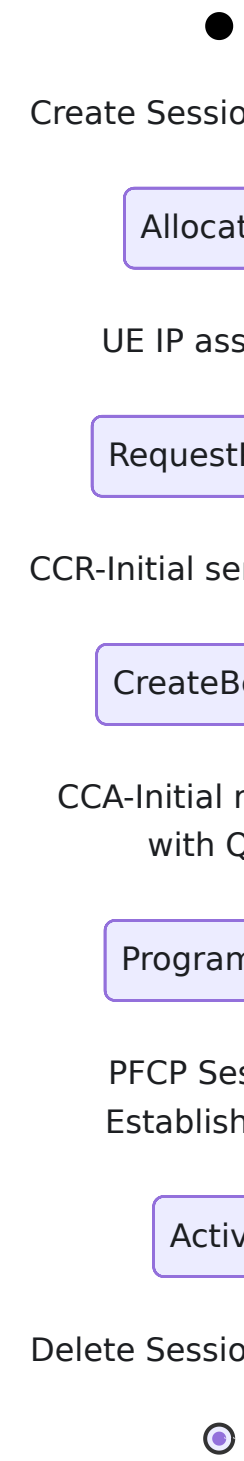
```
config :pgw_c,
  diameter: %{
    listen_ip: "0.0.0.0",
    host: "omni-pgw_c.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",
    realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",
    peer_list: [
      %{
        host: "pcrf.epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",
        realm: "epc.mnc999.mcc999.3gppnetwork.org",
        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

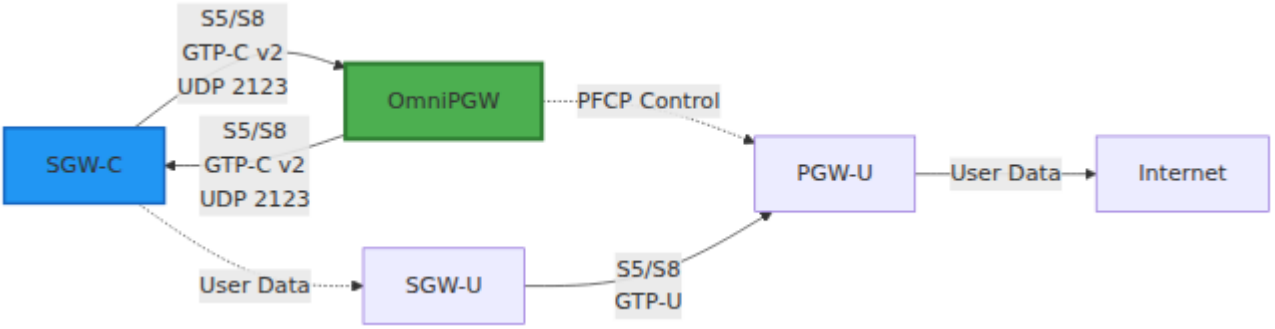
**الاتصال GTP-C مع SGW-C**

*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

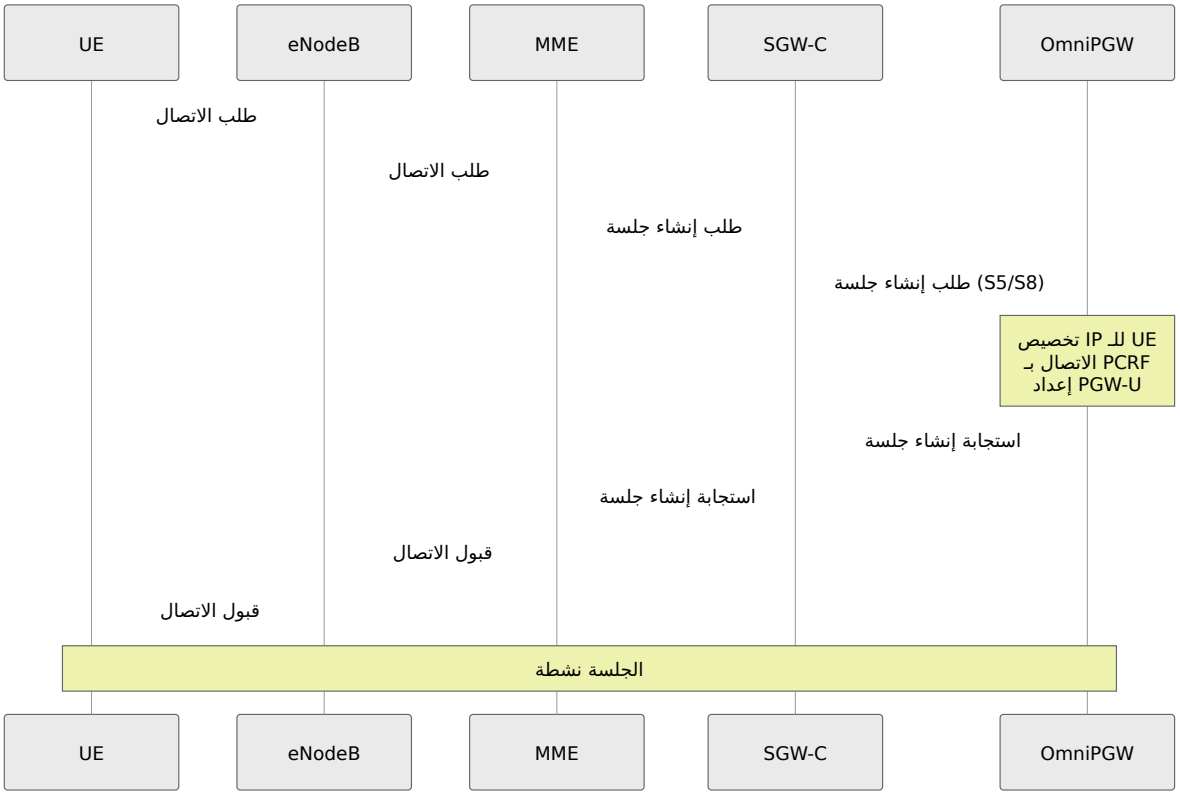
**السيناريوهات:**

- **مبادر به من PGW:** تغيير سياسة PCRF يزيل الحامل المخصص
- **مبادر به من SGW:** تحرير الموارد اللاسلكية

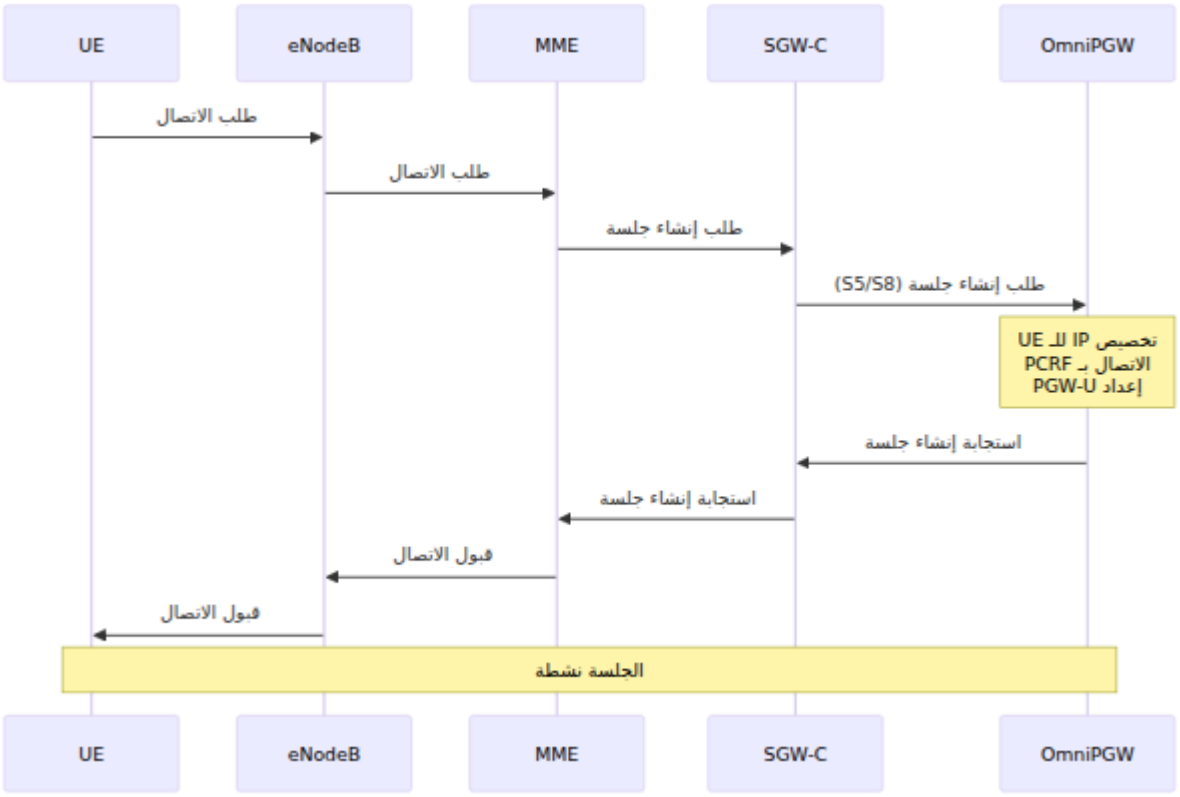
---

# 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

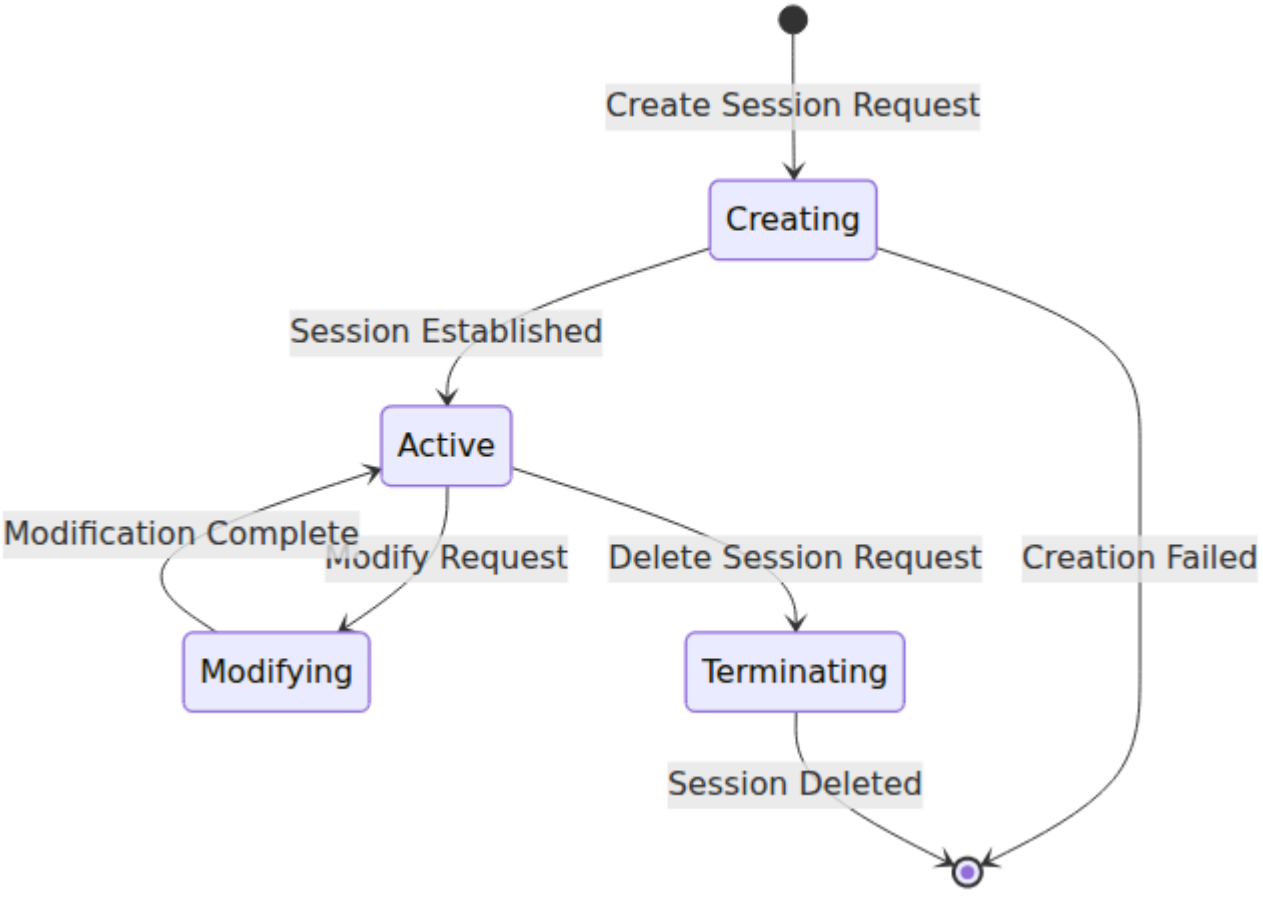
**دورة حياة اتصال PDN والعمليات**

*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.




---

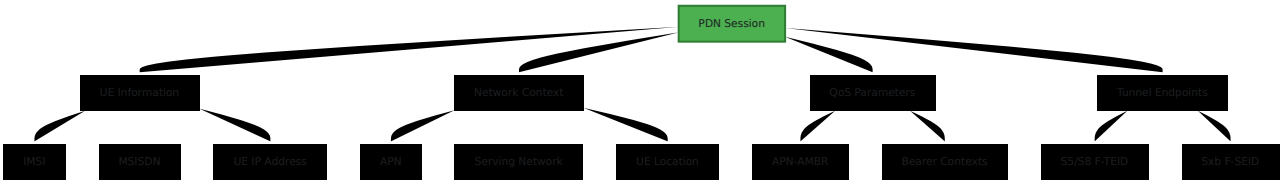
# مكونات الجلسة

## 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 |

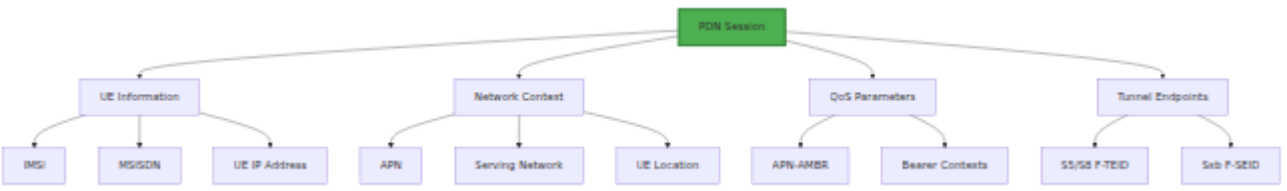
## بيانات الجلسة




---

# 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

---

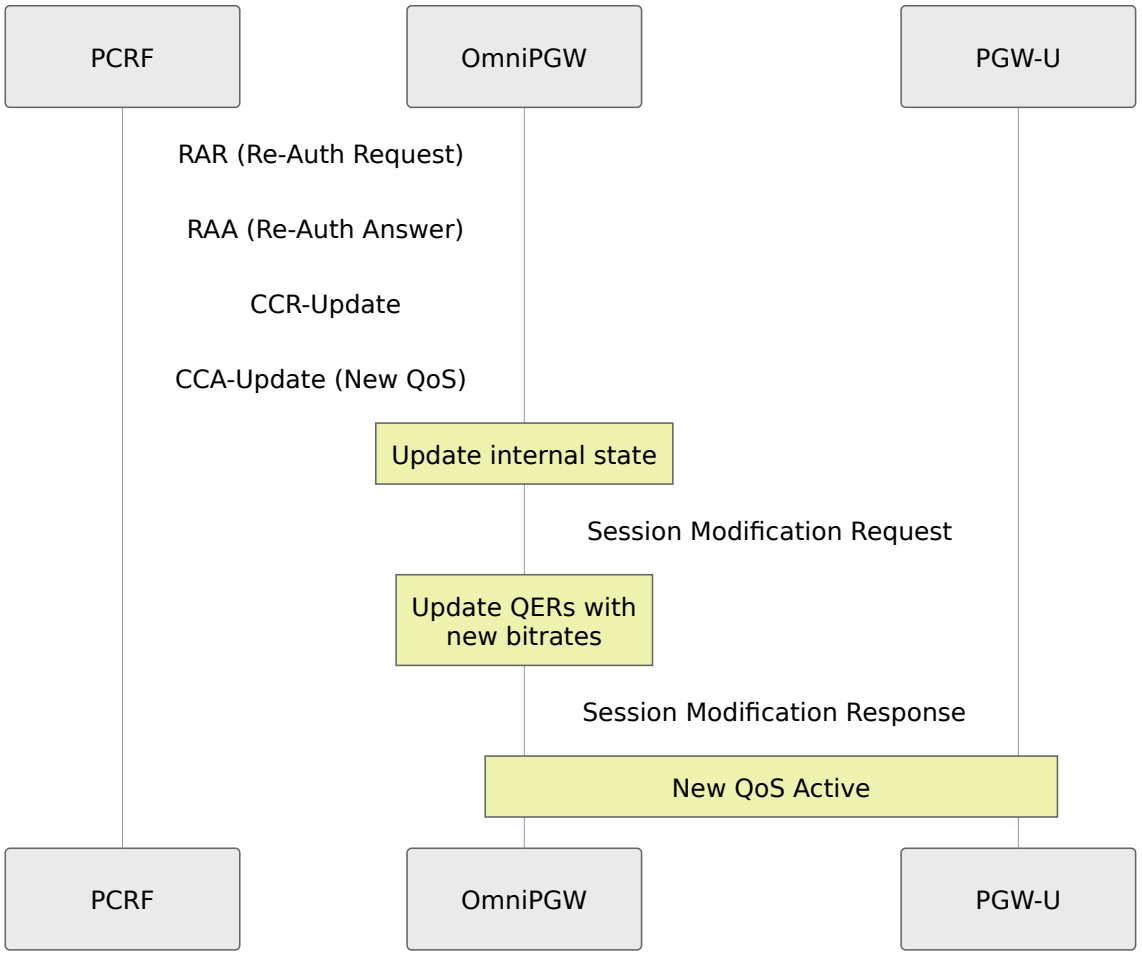
# تعديل الجلسة

## المحفزات

يمكن تعديل الجلسات بسبب:

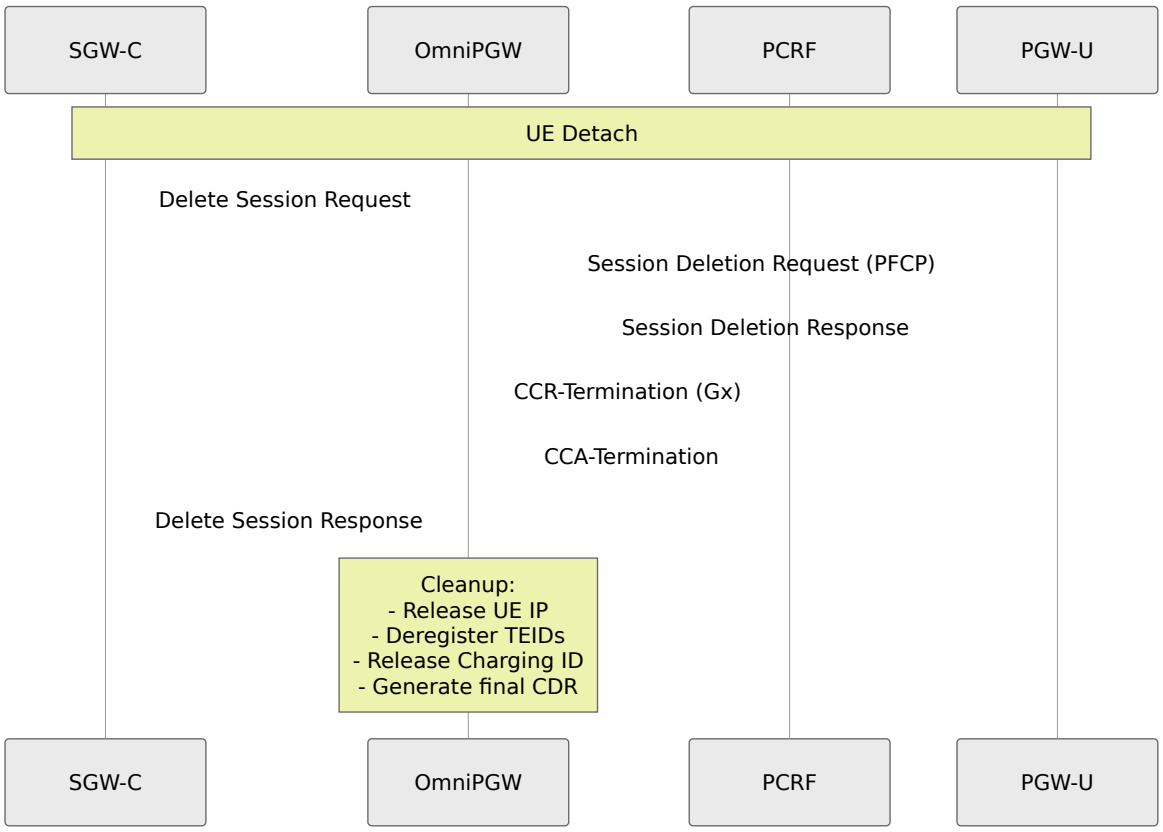
- **تغييرات QoS** - تحديثات PCRF لمعدلات البت
- **عمليات الناقل** - إضافة/إزالة الناقلات المخصصة
- **نقل** - تغيير SGW
- **تحديثات السياسة** - قواعد PCC جديدة من PCRF

# تدفق تعديل QoS



# حذف الجلسة

## تدفق المكالمات




## عملية التنظيف

**الموارد المفرج عنها:**

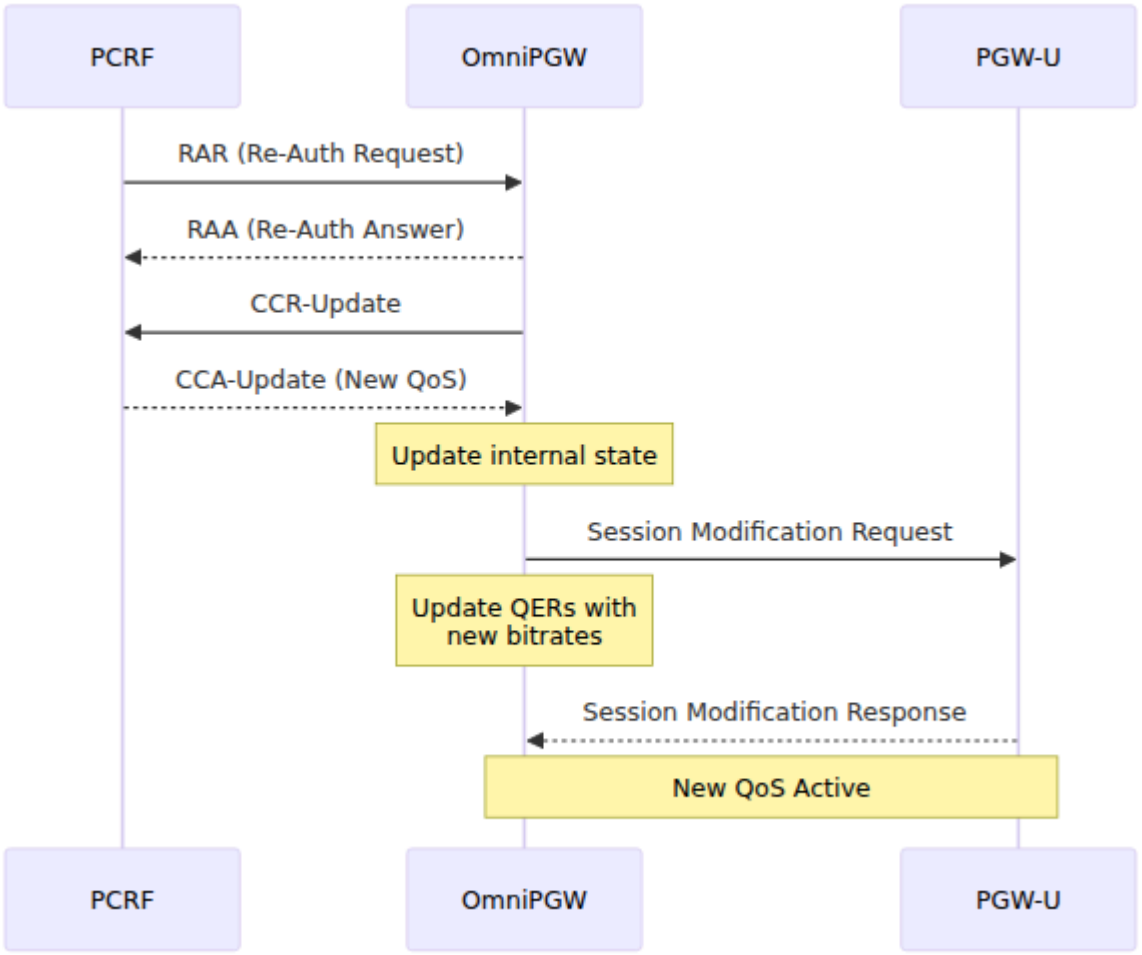
1. عنوان IP → العودة إلى المجموعة المستخدم لجهاز
2. TEID → تمت إزالته من السجل
3. SEID → تمت إزالته من السجل
4. Session-ID → تمت إزالته من السجل
5. Charging-ID → تم الإفراج عنه
6. تم إنهاء عملية الجلسة

**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**

---

# وثائق تخصيص مجموعة عناوين IP لـ UE

**إدارة عناوين IP للأجهزة المحمولة**

---

## جدول المحتويات

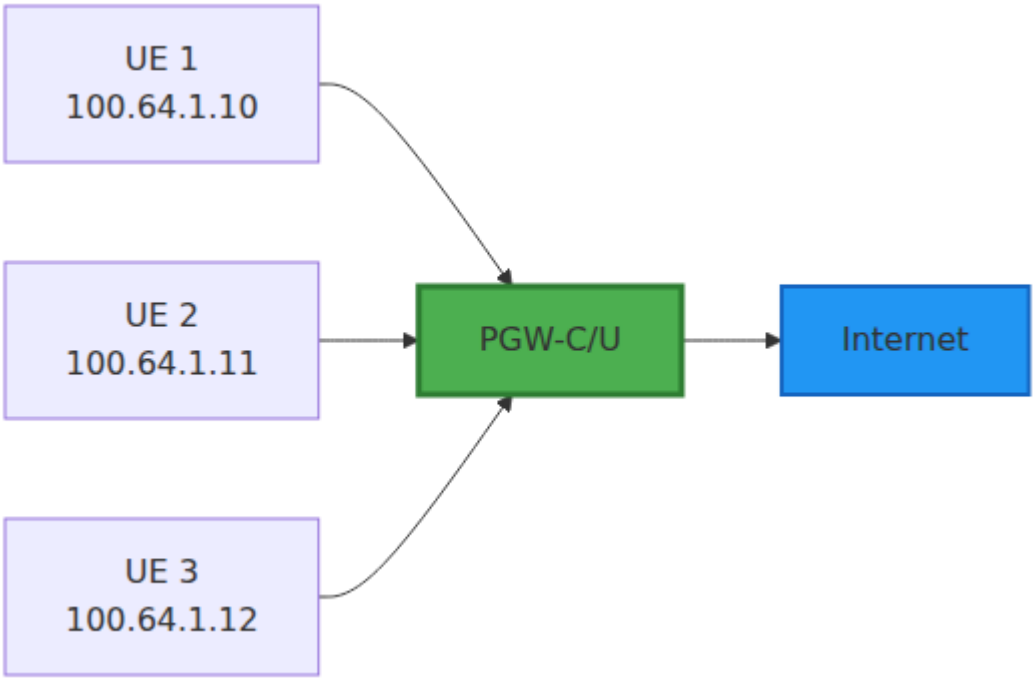

1. نظرة عامة
2. مفاهيم تخصيص IP
3. التكوين
4. عملية التخصيص
5. مواضيع متقدمة
6. المراقبة
7. استكشاف الأخطاء وإصلاحها


---

## 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** **فريد** من PGW-C الذي:

- يحدد الجهاز على الشبكة
- يوجه حركة المرور من/إلى الجهاز
- يمكّن من فرض الرسوم والسياسات
- يبقى صالحًا 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

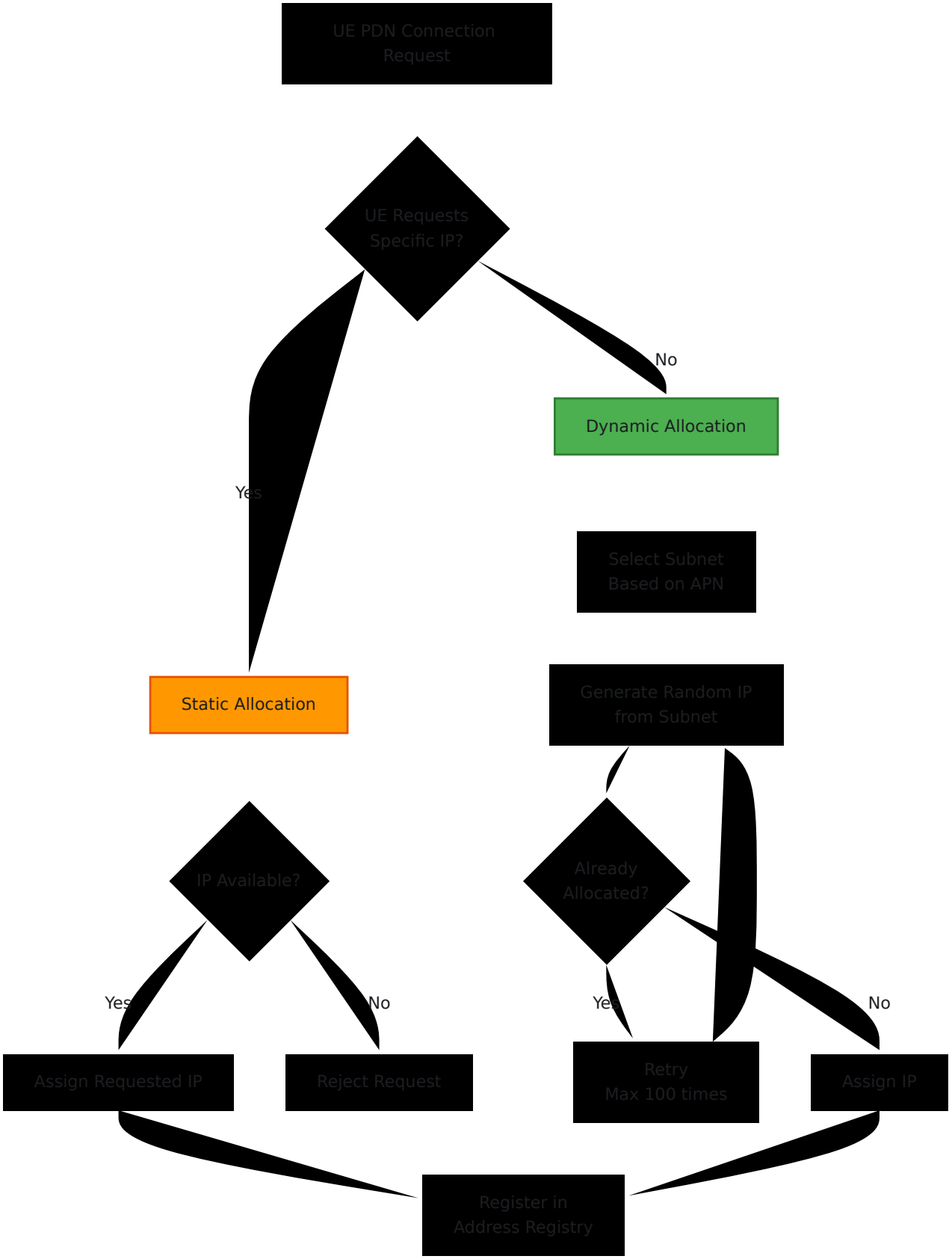
## نوع PDN

عند طلب UE اتصال PDN، تحدد **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):**

- يقوم PGW-C باختيار IP مسبقًا من مجموعة مكونة
- اختيار عشوائي لتجنب التنبؤ

- الكشف عن التصادم يضمن التفرد

**2. التخصيص الثابت:**

- يطلب UE IP محدد في رسالة GTP-C
- يتحقق PGW-C من التوفر
- مفيد للأجهزة المؤسسية ذات العناوين الثابتة

## اختيار الشبكة الفرعية بناءً على APN

يمكن أن تستخدم **APNs (أسماء نقاط الوصول)** مختلفة مج��وعات IP مختلفة:

**الفوائد:**

- توجه - **فصل الحركة** APNs المختلفة 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** عناوين IP المخصصة:

| الوصف | الوظيفة |
|---|---|
| عملية الجلسة يربط IP UE → PID | **التسجيل** |
| العثور على الجلسة بواسطة IP UE | **البحث** |
| عند انتهاء الجلسة IP تحرير | **إلغاء التسجيل** |
| منع التخصيصات المكررة | **الكشف عن التصادم** |

---

# 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"
      ],

      # مجموعة افتراضية لـ APNs غير المعروفة
      default: [
        "42.42.42.0/24"
      ]
    }
  }
```

## تدوين الشبكة الفرعية

**تدوين CIDR:** `<network>/<prefix_length>`

| CIDR | IPs قابلة 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
- توسيع السعة بسهولة (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 للمؤسسة
      ],

      # 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 بادئة)
        "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:**

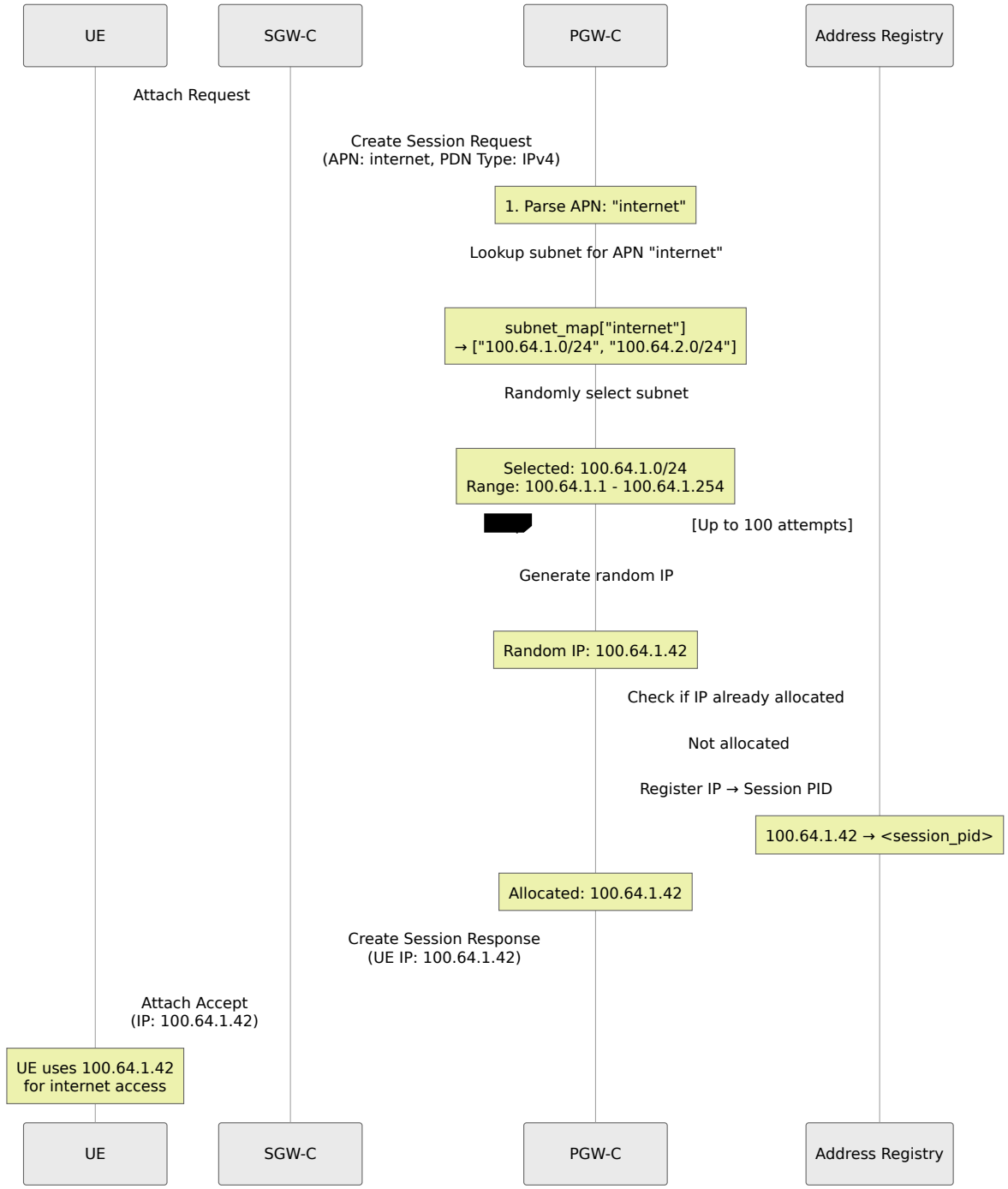
- يطلب UE نوع PDN: IPv4v6
- يقوم PGW-C بتخصيص كل من عنوان IPv4 وبادئة IPv6
- ك�ا العنوانين نشطين في نفس الوقت

---

# عملية التخصيص

يحدث تخصيص IP أثناء إنشاء الجلسة عندما يتلقى PGW-C طلب إنشاء جلسة عبر واجهة S5/S8. راجع واجهة S5/S8 للحصول على تفاصيل رسالة GTP-C لدورة حياة الجلسة و إدارة الجلسة.

# الديناميكي IPv4 خطوة بخطوة: تخصيص




# كيف يعمل

### عملية التخصيص الديناميكي:

1. **البحث عن الشبكة الفرعية:** يسترجع النظام الشبكات الفرعية المكونة مسبقًا لـ APN المطلوب
2. **الاختيار العشوائي:** يتم اختيار شبكة فرعية واحدة عشوائيًا من القائمة المتاحة

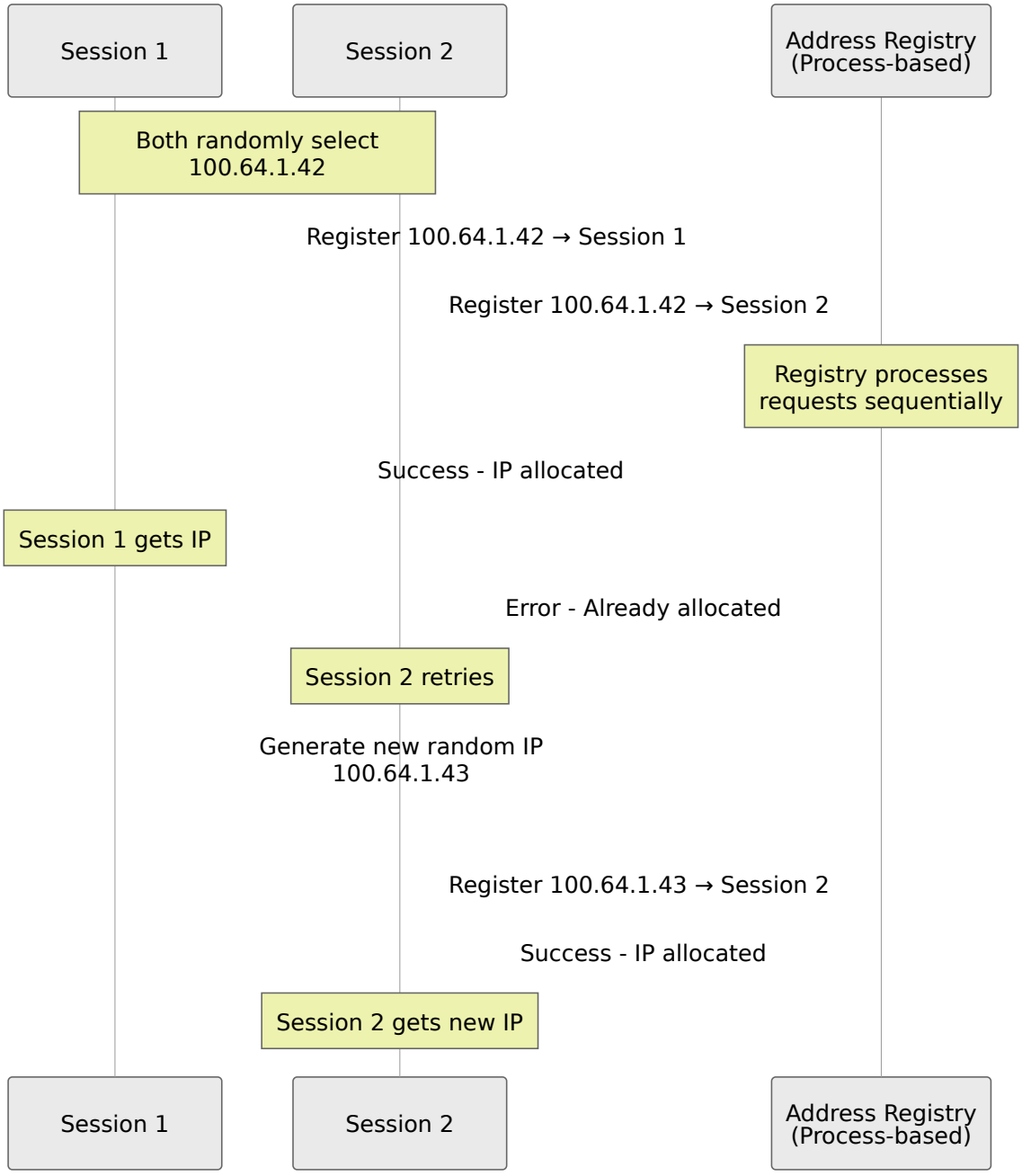
3. **توليد IP:** يتم توليد IP عشوائي ضمن نطاق الشبكة الفرعية
4. **التحقق من التفرد:** يتحقق النظام من أن IP لم يتم تخصيصه بعد
5. **منطق إعادة المحاولة:** إذا تم الكشف عن تصادم، يتم إعادة المحاولة حتى 100 مرة مع IP عشوائي جديد
6. **التسجيل:** بمجرد العثور على IP فريد، يتم تسجيله للجلسة

**نقاط التصميم الرئيسية:**

- **حد أقصى 100 محاولة:** يمنع الحلقات اللانهائية عندما تكون المجموعة شبه مستنفدة
- **الاختيار العشوائي:** يتجنب أنماط تخصيص IP المتوقعة لأغراض الأمان
- **العمليات الذرية:** يضمن السجل القائم على العملية عدم وجود تخصيصات مكررة
- **الرجوع إلى الافتراضي:** إذا لم يتم العثور على APN في التكوين، يتم استخدام المجموعة الافتراضية

## معالجة التصادم

**سيناريو:** تحاول جلستان تخصيص نفس IP في نفس الوقت




**كيف تعمل الوقاية من التصادم:**

- يقوم السجل بم��الجة الطلبات واحدة تلو الأخرى (تسلسلي)
- لا توجد ظروف سباق ممكنة
- ينجح الطلب الأول لتسجيل IP
- يتم رفض الطلبات اللاحقة لنفس IP
- تعيد الجلسات المرفوضة المحاولة تلقائيًا مع IP جديد عشوائي

# الرجوع إلى الشبكة الفرعية الافتراضية

**سيناريو:** يطلب UE APN غير معروف

**مثال على التكوين:**

```
# Config
subnet_map: %{
  "internet" => ["100.64.1.0/24"],
  default: ["42.42.42.0/24"]
}
```

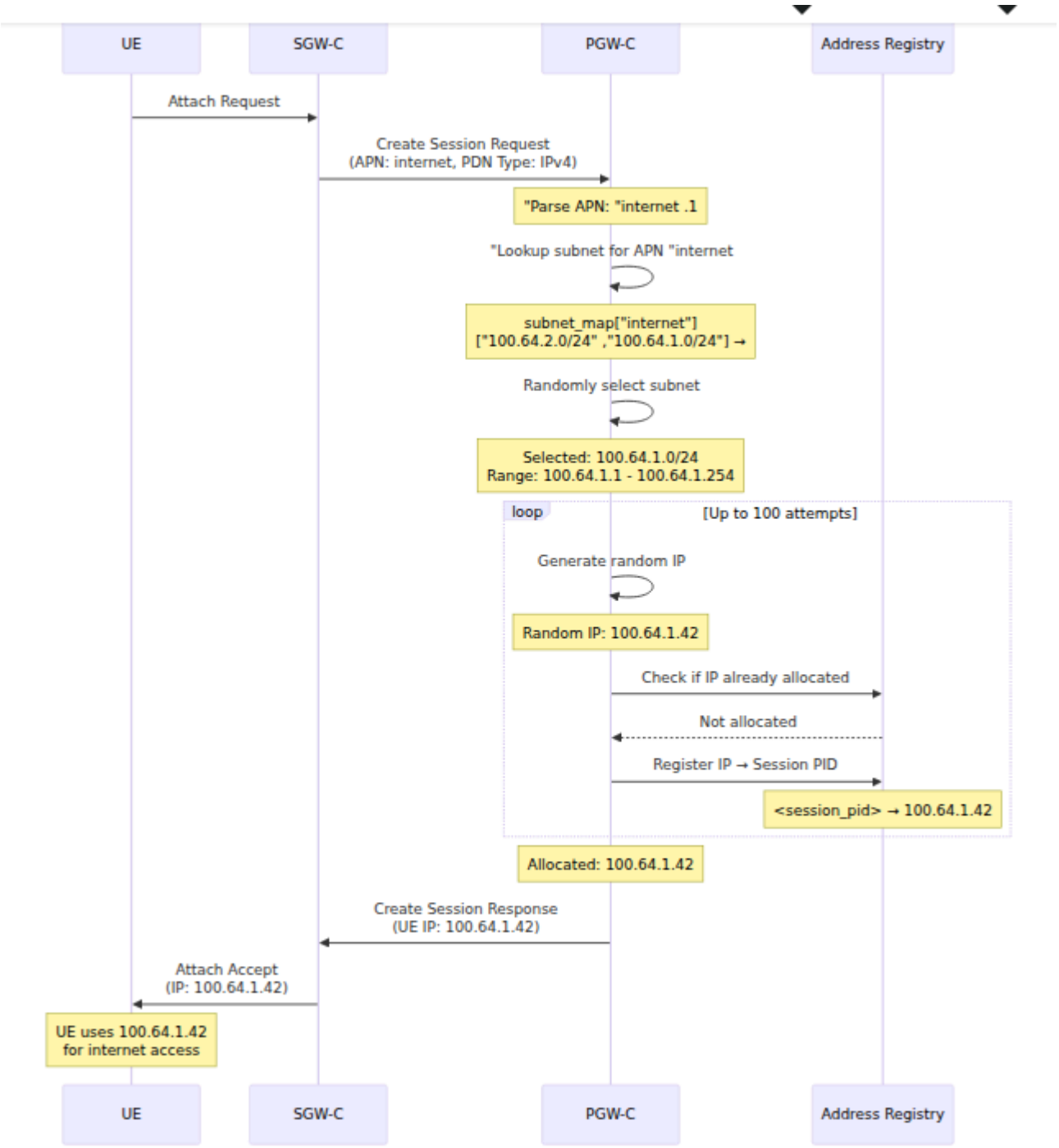
**السلوك:**

- يطلب UE APN: "unknown.apn"
- يبحث النظام عن "unknown.apn" في subnet_map
- لم يتم العثور عليه، لذا يعود إلى المجموعة الافتراضية
- يخصص IP من 42.42.42.0/24

**منطق الرجوع:**

1. أولاً، حاول العثور على مجموعة خاصة بـ APN في التكوين
2. إذا لم يتم العثور عليها، استخدم المجموعة `default`
3. إذا لم يكن هناك افتراضي مكون، يفشل التخصيص

# إلغاء التخصيص عند إنهاء الجلسة




**التنظيف التلقائي:**

- عندما تنتهي عملية الجلسة، يقوم السجل بالتنظيف
- يصبح IP متاحًا على الفور للتخصيصات الجديدة
- لا حاجة لتدخل يدوي

---

# مواضيع متقدمة

## استنفاد المجموعة

**سيناريو:** تم تخصيص جميع IPs في المجموعة

```
100.64.1.0/24 :المجموعة (254 IPs قابلة للاستخدام)
254 :تم تخصيص IPs
استنفاد → يصل طلب جديد
```

**ماذا يحدث:**

1. يحاول PGW-C 100 تخصيصات عشوائية
2. تجد جميع المحاولات أن IP مخصص بالفعل
3. تعود: `{:error, :ue_ip_address_allocation_failed}`
4. تفشل إقامة الجلسة
5. يتلقى SGW-C استجابة خطأ

**الوقاية:**

```
# Monitor pool utilization
address_registry_count / total_pool_size > 0.8  # Alert at 80%

# Expand pool before exhaustion
"internet" => [
  "100.64.1.0/24",
  "100.64.2.0/24",  # Add additional subnet
  "100.64.3.0/24"
]
```

## تخصيص IP ثابت

**حالة الاستخدام:** يحتاج الجهاز المؤسسي إلى IP ثابت

**تنسيق رسالة GTP-C:**

```
Create Session Request
├── IMSI: 310260123456789
├── APN: enterprise.corp
├── PDN Address Allocation (IE)
│   └── PDN Type: IPv4
│   └── IPv4 Address: 10.100.0.50  ← UE requests specific IP
```

**معالجة OmniPGW:**

1. **استخراج IP المطلوب:** تحليل PDN Address Allocation IE من الطلب
2. **التحقق من IP:** تحقق مما إذا كان IP المطلوب في المجموعة المكونة مسبقًا لهذا APN
3. **التحقق من التوفر:** تحقق من أن IP غير مخصص بالفعل لجلسة أخرى
4. **التخصيص أو الرفض:**
   - إذا كان متاحًا: تخصيص IP المطلوب لهذه الجلسة
   - إذا لم يكن متاحًا: رفض الجلسة مع رمز السبب المناسب

**النتائج المحتملة:**

- **نجاح:** يتلقى UE عنوان IP بالضبط الذي طلبه
- **فشل (IP قيد الاستخدام):** تم رفض الجلسة - IP مخصص بالفعل
- **فشل (IP ليس في المجموعة):** تم رفض الجلسة - IP ليس في النطاق المكون مسبقًا

## تفويض بادئة IPv6

**يطلب UE IPv6:**

```
Create Session Request
├── PDN Type: IPv6
```

**يقوم PGW-C 64/ بتخصيص بادئة:**

```
Allocated Prefix: 2001:db8:1:a::/64

يمكن لـ UE استخدام:
- 2001:db8:1:a::1
- 2001:db8:1:a::2
- ... (كوينتيليون عنوان 18)
```

**الفوائد:**

- يمكن لـ UE تخصيص عدة IPs (مثل، للتوصيل)
- يدعم SLAAC (تكوين العنوان بدون حالة)
- يقضي على الحاجة إلى NAT

## تخصيص مزدوج

**يطلب UE IPv4v6:**

```
Create Session Request
├── PDN Type: IPv4v6
```

**يقوم PGW-C بتخصيص كلاهما:**

```
IPv4: 100.64.1.42
IPv6: 2001:db8:1:a::/64
```

**معالجة الحركة:**

- تستخدم حركة IPv4 عنوان IPv4
- تستخدم حركة IPv6 بادئة IPv6
- كلاهما نشط 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"
  ]
}
```

**تتطلب 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 العامة
  ]
}
```

**لا تتطلب NAT** - توجيه مباشر إلى الإنترنت

**التوصية:**

- **عناوين IP الخاصة (RFC 6598)**: `100.64.0.0/10` استخدم (NAT من الدرجة الناقلة)
- احتفظ بالعناوين العامة للخدمات الخاصة فقط

---

# المراقبة

## واجهة الويب - إدارة مجموعة IP

يوفر OmniPGW واجهة ويب في الوقت الحقيقي لمراقبة تخصيص واستخدام مجموعة IP.

**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 المجموعة لكل APN** تظهر كل مجموعة مكونة:

- **اسم المجموعة** - معرف APN (افتراضي، مثل "ims.something.else"، "الإنترنت")
- **علامة APN** - شارة اسم APN المكونة
- **نطاق IP** - تدوين CIDR يظهر نطاق الشبكة الفرعية
- **الاستخدام** - مؤشر بصري يظهر النسبة المستخدمة
- **إحصائيات التخصيص:**
  - عدد IPs الإجمالي في المجموعة
  - IPs المعينة حاليًا: المخصص
  - IPs المتبقية للتخصيص: المتاحة

**3. تحديثات في الوقت الحقيقي**

- تحديث تلقائي كل ثانيتين
- 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 :ةالمجموع (254 IPs)
150 :المخصص IPs
59 = 254 / 150 :الاستخدام%
```

## التنبيهات

```
# تنبيه على استخدام المجموعة العالي
- alert: UEIPPoolUtilizationHigh
  expr: address_registry_count > 200  # 24/ لمجموعة
  for: 10m
  annotations:
    summary: "استخدام مجموعة IP لـ UE 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 IP لـ UE - 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 IP لـ UE"
```

## لوحة معلومات Grafana

**اللوحة 1: استخدام مجموعة IP**

```
# مقياس يظهر النسبة المئوية
(address_registry_count / 254) * 100
```

**اللوحة 2: IPs المخصصة بمرور الوقت**

```
# سلسلة زمنية
address_registry_count
```

**اللوحة 3: معدل التخصيص**

```
# معدل التخصيصات الجديدة
rate(address_registry_count[5m])
```

**اللوحة 4: خطر استنفاد المجموعة**

```
# الأيام حتى الاستنفاد (استنادًا إلى المعدل الحالي)
(254 - address_registry_count) / rate(address_registry_count[1h])
```

---

# استكشاف الأخطاء وإصلاحها

## المشكلة 1: فشل إقامة الجلسة (لا توجد IP متاحة)

**الأعراض:**

- استجابة إنشاء الجلسة: السبب "تم رفض الطلب"
- السجل: "فشل تخصيص عنوان IP لـ UE"

**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 المتسربة
- **التحقق من التكوين:** تحقق من `runtime.exs` للبحث عن الأخطاء المطبعية

## المشكلة 2: تصادم عنوان IP

**الأعراض:**

- يحصل اثنان من UE على نفس IP (نادراً جداً)
- 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 تتصحيح نفسها (تعيد الجلسة الثانية المحاولة)
- إذا كانت المشكلة مستمرة، أبلغ عن خطأ

## المشكلة 3: استخدام مجموعة IP خاطئة

**الأعراض:**

- يحصل UE على IP من شبكة فرعية غير متوقعة
- APN "ims" يحصل على IP من مجموعة "الإنترنت"

**السبب:**

- تكوين subnet_map غير صحيح

**التحقق:**

```
# تحقق من تطابق سلسلة APN بالضبط
subnet_map: %{
  "internet" => [...],    # حساسية الحالة
  "Internet" => [...]     # APN مختلف!
}
```

**الحل:**

- تأكد من تطابق أسماء APN بالضبط (حساسة للحالة)
- استخدم المجموعة الافتراضية كحل شامل

## المشكلة 4: فشل تخصيص IPv6

**الأعراض:**

- يطلب UE IPv6، ويتلقى خطأ

**الأسباب المحتملة:**

1. **لا توجد مجموعة IPv6 مكونة**

```
# مجموعات IPv6 مفقودة
subnet_map: %{
  "internet" => [
    "100.64.1.0/24"  # فقط IPv4
  ]
}
```

2. **IPv6 بادئة غير صالحة**

```
# بادئة صغيرة جدًا (يجب أن تكون /48 أو أكبر)
"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: ارتفاع استخدام المجموعة

**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:**

   - راقب الجلسات القديمة
   - تأكد من معالجة طلب حذف الجلسة بشكل صحيح

---

# أفضل الممارسات

## تخطيط السعة

**احسب حجم المجموعة المطلوب:**

```
عدد المستخدمين المتوقع: 10,000
ذروة التزامن: 30% (3,000 جلسة متزامنة)
هامش النمو: 50%
IPs المطلوبة: 3,000 * 1.5 = 4,500 IPs

20/ الشبكة الفرعية: 4,094 IPs (قابلة للاستخدام) - صغيرة جدًا
19/ الشبكة الفرعية: 8,190 IPs (قابلة للاستخدام) - كافية
```

## اختيار الشبكة الفرعية

**موصى به:**

- `100.64.0.0/10` استخدم (RFC 6598 - NAT من الدرجة الناقلة)
- يوفر 4 ملايين IP
- محجوز لـ NAT لمزود الخدمة

**تجنب:**

- عناوين IP (باهظة الثمن، محدودة) العامة
- 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 تخطيط 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

## 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

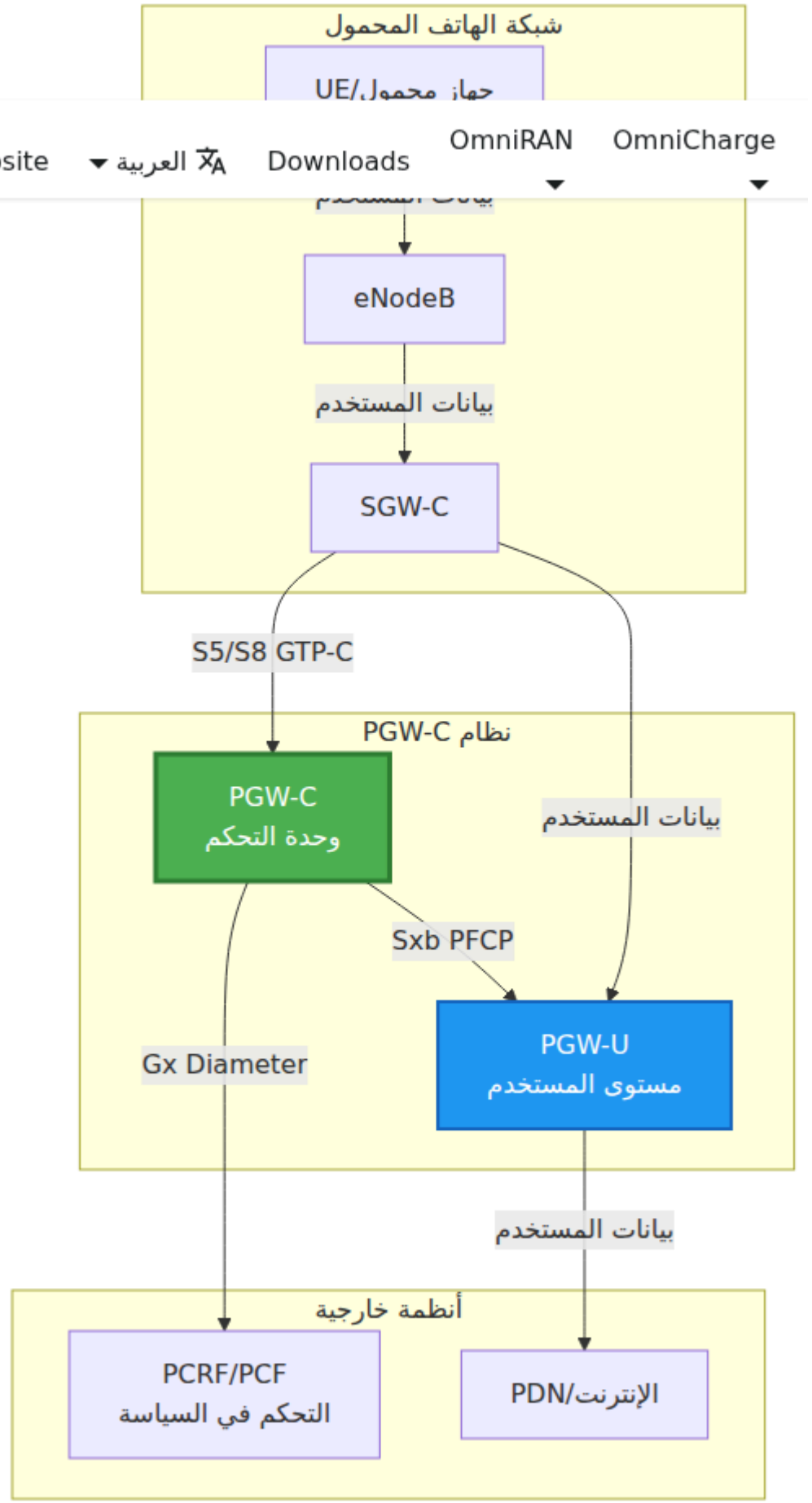

1. نظرة عامة
2. العمارة
3. واجهات الشبكة
4. المفاهيم الأساسية
5. البدء
6. التكوين
7. واجهة الويب - لوحة عمليات الوقت الحقيقي
8. المراقبة والقياسات
9. التوثيق التفصيلي
10. الموارد الإضافية
11. المساهمة
12. الدعم


---

# 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

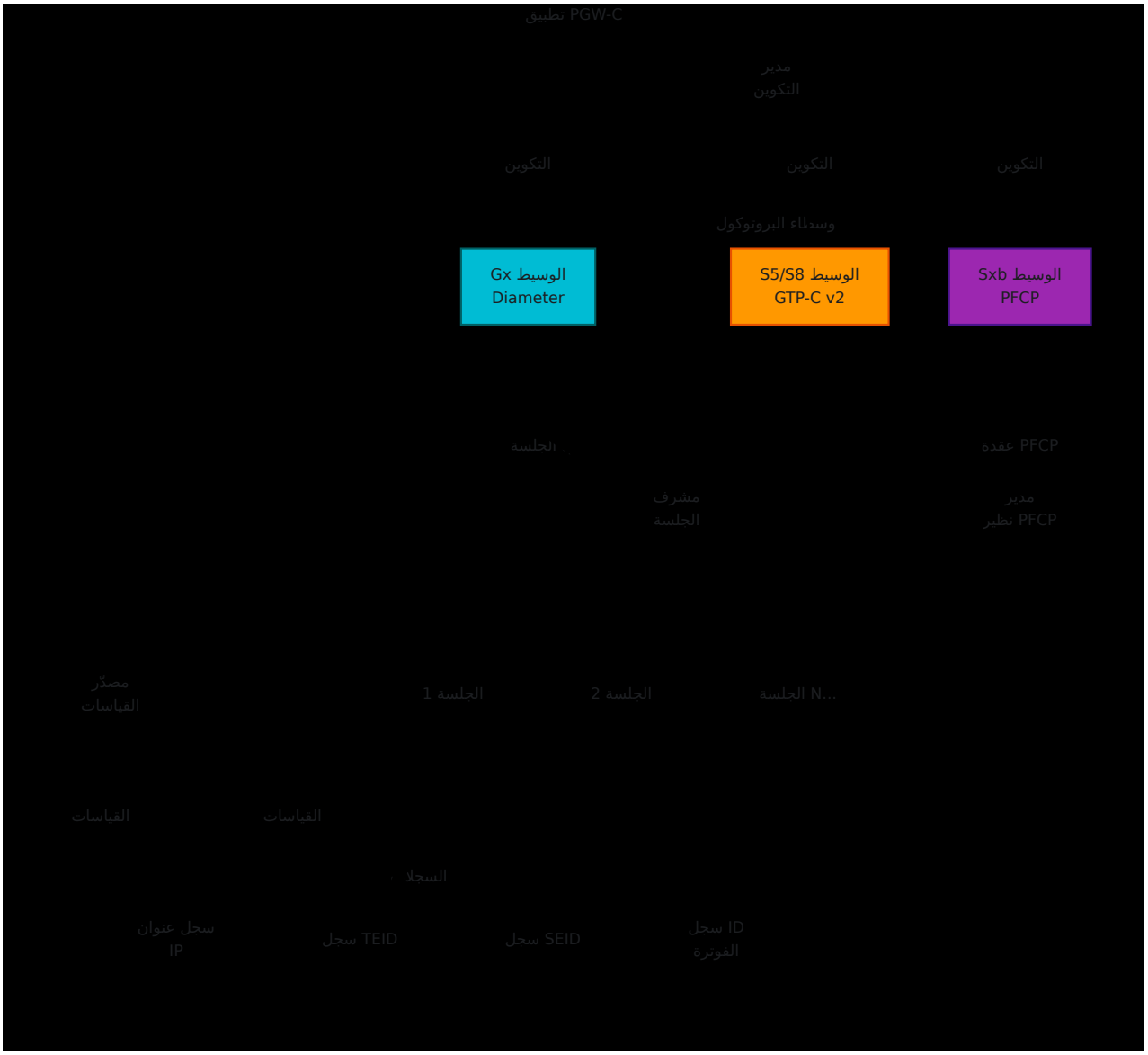
## PGW-C ما الذي يفعله

- من **يقبل طلبات الجلسة** SGW-C عبر واجهة S5/S8 (GTP-C)
- **يخصص عناوين IP لـ UE** من برك الشبكة المحددة
- من **يطلب قرارات السياسة** PCRF عبر واجهة Gx (Diameter)
- في **يبرمج قواعد التوجيه** PGW-U عبر واجهة Sxb (PFCP)
- **يدير فرض QoS** من خلال سياقات الحامل وقواعد QoS
- **يتتبع معلومات الفوترة** لأنظمة الفوترة

---

# العمارة

## نظرة عامة على المكونات




## بنية العملية

PGW-C مبني على Elixir/OTP ويستخدم بنية عملية تحت إشراف:

- **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

ينفذ ثلاث واجهات رئيسية من PGW-C 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)

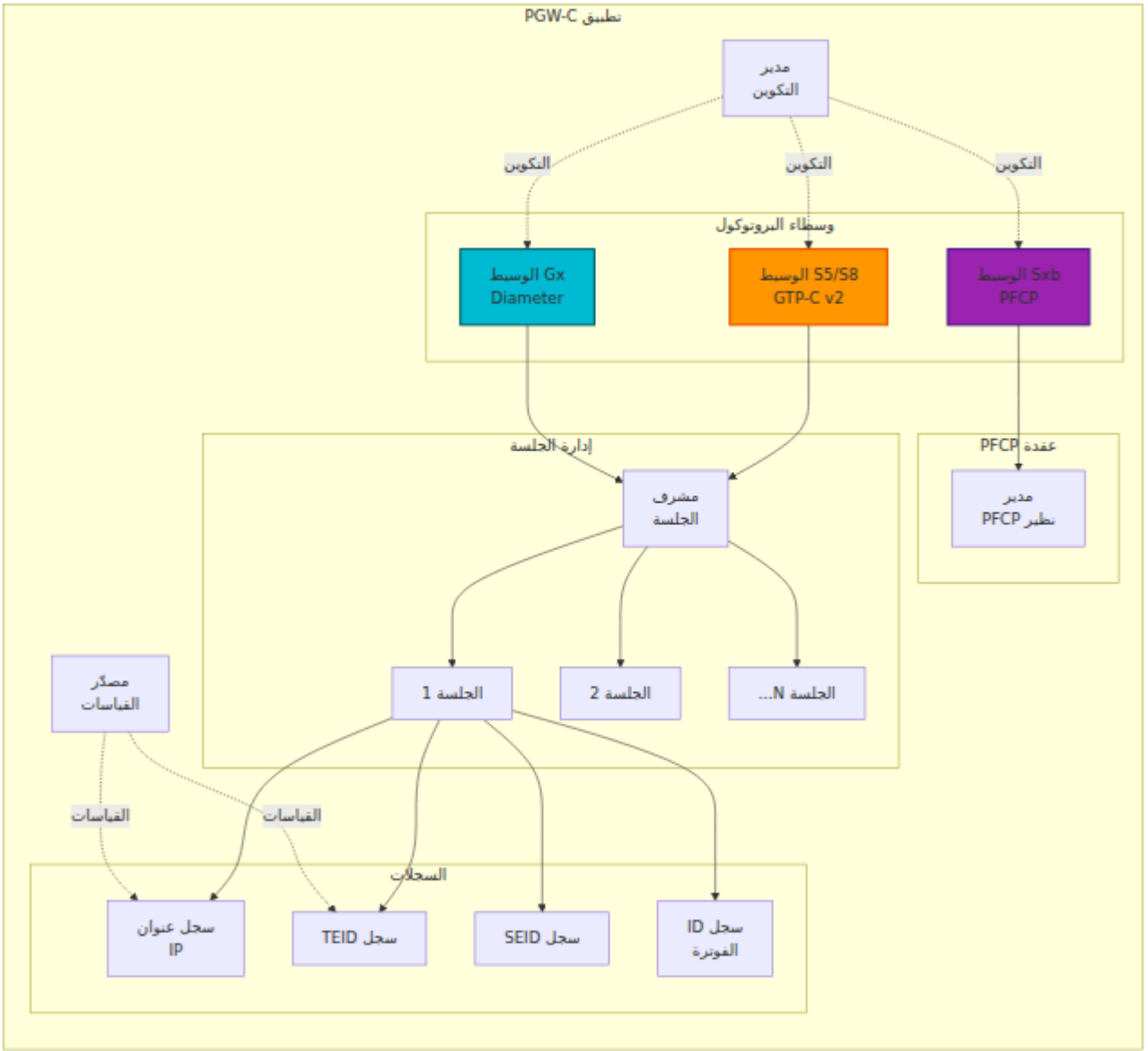
**الغرض:** واجهة وظيفة قواعد السياسة والفوترة (PCRF)

**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 SGW-C و PGW-U و PCRF
- 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

يتضمن OmniPGW **واجهة ويب** مدمجة للمراقبة والعمليات في الوقت الحقيقي، مما يوفر رؤية 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
- العمليات/NOC مصممة للاستخدام من قبل فريق
- 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) جلسة - معلومات السياسة 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��ت
```

# 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)

### 3GPP واجهات 3

- 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

---