مرجع تكوين OmniMME

يتم تكوين OmniMME عبر `/etc/omnimme/runtime.exs`. يتم تقييم هذا الملف عند بدء التشغيل ويتجاوز القيم الافتراضية في وقت الترجمة. تتطلب التغييرات إعادة تشغيل الخدمة لتصبح سارية المفعول.

هيكل التكوين

يحمل تطبيق OTP. يتم تجميع التكوين حسب تطبيق `:mme` سلوك MME الأساسي والمعلمات لكل واجهة تنشأ منها MME؛ يتم تكوين مكتبات مستوى النقل (`:diameter_ex`, `:gtpc`) والأسطح الإدارية (`:control_panel`, `:api_ex`) تحت مفاتيحها الخاصة.



جدول المحتويات

- معلمات MME الأساسية
- مؤقتات EMM / NAS
- أمان NAS
- DRX في وضع الخمول الممتد (eDRX)
- أولوية النداء
- تعيين أسباب الرفض
- تحقق من هوية المعدات (S13)
- واجهة S1AP
- المقدمة GUMMEI
- المقدمة TAI
- بوابة الخدمة (SGW)

- بوابة شبكة بيانات الحزمة (PGW)
- MME المجاورة (S10)
- إشراف مسار GTP-C
- قطر (S6a / S13 / SLg)
- GTPv2-C (S11)
- بث الخلايا (SBc)
- خدمات الموقع (E-SMLC / SLs)
- NIDD / CIoT في طبقة التحكم (T6a)
- لوحة التحكم
- REST API
- التسجيل
- مثال على التكوين

معلمات MME الأساسية

```
config :mme,
  mme_name: "omnimme",
  operator_name: "Omnitouch",
  country: "Australia",
  network_name_short: "omnitouch",
  network_name_long: "omnitouch",
  timezone: "Australia/Sydney",
  default_apn: "internet",
  apn_oi_domain: :gprs,
  mme_capacity: 255,
  home_plmn: %{mcc: "001", mnc: "01"},
  emergency_support_enabled: true
```

المعلمة	النوع	مطلوب	الافتراضي	لوصف
`mme_name`	سلسلة	نعم	-	للقراءة البشرية MM لهذه العقدة في التسجيل.
`operator_name`	سلسلة	لا	-	لمشغل المرتبطة . تظهر PLMN بـ حة PLMN بجانب كم وتستخدم عند الشبكة المنزلية
`country`	سلسلة	لا	-	دولة المرتبطة بـ . تستخدم PLMN للعرض بجانب `operator_nam`
`network_name_short`	سلسلة	نعم	-	م الشبكة القصير المرسل إلى UE معلومات EMM / ل. عادة ما يكون ار علامة المشغل
`network_name_long`	سلسلة	نعم	-	م الكامل للشبكة المرسل إلى UE معلومات EMM / الاتصال.
`timezone`	سلسلة	نعم	-	المنطقة الزمنية دم لتنسيق IANA الزمنية في لوحة مثل) التحكم `"Australia/S` `"Etc/UTC"`). ر على إشارة NAS

المعلمة	النوع	مطلوب	الافتراضي	لوصف
`default_apn`	سلسلة	نعم	-	دم للاتصال APN الافتراضي PDN يطلب UE APN
`apn_oi_domain`	ذرة	لا	`:gprs`	في لاحقة مجال Al معرف مشغل ة إلى (APN-OI) ب لتشكيل APN APN-FQDN. ف مشغل APN.
`mme_capacity`	عدد صحيح	نعم	-	عة MME سعة عبر eNodeBs لـ Setup (0–255) تستخدم من قبل وازن eNodeBs مل على اتصالات M الأولية عبر UE ة. يمكن تجاوزها ى وقت eNB لكل عبر لوحة التحكم ون الحاجة لإعادة التشغيل.
`home_plmn`	خريطة	نعم	-	جب PLMN هوية PL أن تتطابق مع HSS المكون في تخدمة في توفير SIM. ظر معلمات PLMN.
`emergency_support_enabled`	منطقي	لا	`false`	عندما تكون `tru` ت الاتصال MME ة غير المصرح بها

الوصف	الافتراضي	مطلوب	النوع	المعلمة
ا هو محدد في 3 TS 23.401 §5.				

معلمات PLMN

الوصف	النوع	المعلمة
رمز الدولة المتنقلة — سلسلة مكونة من ثلاثة أرقام (مثل `"001"`).	سلسلة	`mcc`
رمز الشبكة المتنقلة — سلسلة مكونة من رقمين أو ثلاثة أرقام (مثل `"01"`).	سلسلة	`mnc`

معرف مشغل APN

يتم دمج APN المرسل من قبل UE (معرف شبكة APN، مثل `internet`) مع لاحقة **معرف مشغل APN (APN-OI)** لتشكيل APN-FQDN المؤهل بالكامل المستخدم لاختيار P-GW والمخزن في الجلسة (TS 23.003 §9.1.2 / §19.4.2.2). يتم إزالة نفس اللاحقة مرة أخرى عند مطابقة أسماء APN المكون بـ `internet` العارية المكونة في الاشتراك، لذا فإن المشترك يتطابق مع طلب قام MME بتوسيعه إلى `internet.mnc001.mcc001.gprs`.

تحدد `apn_oi_domain` أي شكل لاحقة يتم أخذ `<MNC>`/`<MCC>` من PLMN المطابق للمشترك.

القيمة	APN-FQDN الناتج	لملاحظات
:gprs (افتراضي)	<apn>.mnc<MNC>.mcc<MCC>.gprs	شكل APN-OI التقليدي
:epc	<apn>.apn.epc.mnc<MNC>.mcc<MCC>.3gppnetwork.org	شكل APN-OI EPC المستخدم لاختيار P-GW المعتمد على S-NAPTR / DNS.
:none	<apn>	لا توجد لاحقة؛ يتم استخدام لعاري APN من النهاية إلى النهاية. استخدم عندما تتوقع P-GW والاشتراك غير APNs مرفقة.

كيف يعمل: لمشترك على PLMN MCC 001 / MNC 01 يطلب internet، ينتج :gprs internet.mnc001.mcc001.gprs، و ينتج :epc internet.apn.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org، و ينتج :none internet. يتم تطبيق الل��حقة بشكل متس�� على المشتركين في المنزل والزوار وتتم إزالتها قبل مطابقة APN العارية APN المكونة، لذا فإن تغيير هذه القيمة لا يتطلب إعادة توفير أسماء APN مع قائمة في HSS.

حالة الاستخدام: تعيين GPP EPC APN-FQDN/S-NAPTR على اتفاقية P-GW 3 عندما يعتمد اختيار :epc ؛ تعيين :none للنوى التي توفر وتوجه على سلاسل APN العارية.

مُهمل: `persistent_emm_deregistered_cleanup_interval` و `persistent_ecm_idle_cleanup_interval` كانت فترات إخلاء السياق في الإصدارات السابقة. لم تعد **OmniMME** تركها في `runtime.exs` ليس له تأثير. **تقرأ من قبل** بواسطة مؤقتات الوصول المحمول القائم على UE يتم الآن التحكم في دورة حياة سياق UE الذي يفشل ؛ يتم فصل(انظر مؤقتات EMM / NAS) المعايير ومؤقتات الفصل الضمني دوري وإزالة سياقه TAU في إجراء.

مؤقتات EMM / NAS

تقوم OmniMME بإظهار مؤقتات NAS من TS 24.301 §10.2 / الملحق B ومؤقتات إدارة جمي�� القيم هي أعداد صحيحة؛ يتم ملاحظة الوحدة لكل الحركة من TS 23.401 §5.3.5. مؤقت. يحتوي كل مؤقت على قيمة افتراضية محددة وقد يتم حذفها.

```
config :mme,
  t3412: 3240,  # فترة TAU (54 دقيقة) بالثواني، الدورية
  t3485: 8,     # ثوانٍ (القيمة الافتراضية المحددة T3485 = 8 ث)
  t3413: 5,
  paging_max_attempts: 3,
  t3346: 600,
  t3396: 600,
  t3450: 6,
  t3460: 6,
  t3470: 6,
  t3486: 8,
  t3489: 4,
  t3492: 6,
  nas_max_retransmissions: 4,
  m_tmsi_freeze_interval: 60
```

الوصف	الافتراضي	الوحدة	النوع	المعلمة
فترة TAU الدورية المرسلة إلى UEs في قبول الاتصال / TAU. يقوم UEs بإجراء TAU دوري قبل انتهاء هذا المؤقت للبقاء مسجلاً. يتم ترميزه كمؤقت NAS GPRS (TS 24.008 §10.5.7.3): ≤ 62 ث في وحدات 2 ث، ≥ 1860 ث في وحدات 1 دقيقة، وإلا في وحدات 6 دقائق (ساعة عشرية) — لذا على سبيل المثال، يتم إرسال `3240` كـ 54 دقيقة (9 ساعات عشرية). يستخدم كـ **الافتراضي الشبكي ��**لما لم يحمل اشتراك HSS `Subscribed-Periodic-RAU-TAU-Timer`؛ يتم احترام القيمة المقدمة من HSS بدلاً من ذلك.	- (مطلوب)	**ثواني**	عدد صحيح	`t3412`

المعلمة	النوع	الوحدة	الافتراضي	الوصف
`t3485`	عدد صحيح	**ثواني**	- (مطلوب)	فترة إعادة الإرسال لطلب تفعيل / تعديل / إلغاء (مخصص) EPS Bearer Context. عند انتهاء الصلاحية النهائية، يتم التخلي عن إجراء ESM بفشل SGW ويُخبر إجراء الناقل. يستخدم أيضًا كفترة إعادة الإرسال الافتراضية لطلب معلومات ESM.
`t3413`	عدد صحيح	ثوانٍ	`5`	مؤقت استجابة النداء (TS 23.401 §5.3.4.3). عند انتهاء الصلاحية، يعيد MME إرسال الصفحة.
`paging_max_attempts`	عدد صحيح	عدد	`3`	إجمالي محاولات الصفحة قبل أن يتخلى MME ويرسل إشعار فشل بيانات التنزيل إلى SGW.
`t3346`	عدد صحيح	ثوانٍ	`600`	تراجع الازدحام في EMM (إدارة الحركة). يُرسل إلى UE كمؤقت GPRS في رفضات IE الازدحامية EMM

الوصف	الافتراضي	الوحدة	النوع	المعلمة
حتى لا يعيد المحاولة على الفور (TS 24.301 §4.5).				
تراجع الازدحام في ESM (إدارة الجلسة). يُرسل في رفضات ESM الازدحامية.	`600`	ثوانٍ	عدد صحيح	`t3396`
مؤقت إعادة الإرسال لطلب قبول الاتصال / أمر قبول TAU / إعادة تخصيص GUTI (مبادرة الشبكة، في انتظار المطابقة الكاملة).	`6`	ثوانٍ	عدد صحيح	`t3450`
مؤقت إعادة الإرسال لطلب المصادقة وأمر وضع الأمان.	`6`	ثوانٍ	عدد صحيح	`t3460`
مؤقت إعادة الإرسال لطلب الهوية.	`6`	ثوانٍ	عدد صحيح	`t3470`
مؤقت إعادة الإرسال لطلب تفعيل EPS Bearer Context الافتراضي.	`8`	ثوانٍ	عدد صحيح	`t3486`

المعلمة	النوع	الوحدة	الافتراضي	الوصف
`t3489`	عدد صحيح	ثوانٍ	`4`	يشرف على تبادل معلومات ESM (TS 24.301 §6.6.1.4): يتم تفعيله عندما يرسل MME طلب معلومات ESM؛ إذا لم يعد UE استجابة معلومات ESM خلال هذا الوقت، يتم إلغاء الاتصال (رفض الاتصال). لا يتم إعادة إرسال الطلب نفسه.
`t3492`	عدد صحيح	ثوانٍ	`6`	مؤقت إعادة الإرسال لمسار الفصل (المبادرة الشبكية) / فصل PDN.
`nas_max_retransmissions`	عدد صحيح	عدد	`4`	الحد الأقصى لإعادة إرسال رسالة NAS مبادرة الشبكة قبل إلغاء الإجراء (TS 24.301 الملحق B: 4 إعادة إرسال بعد الإرسال الأول).
`m_tmsi_freeze_interval`	عدد صحيح	ثوانٍ	`60`	فترة الحراسة التي يتم خلالها استبعاد M-TMSI المجمد بواسطة استجابة تطهير UE (PUA-Flags Freeze-M-

الوصف	الافتراضي	الوحدة	النوع	المعلمة
TMSI، من (TS 29.272 §7.3) إعادة التخصيص.				

الوصول المحمول القابل والقطع الضمني

```
config :mme,
  mobile_reachable_timer: 2640,   # الافتراضي؛ ثوانٍ = (t3412 بالثواني) + 240
  implicit_detach_timer: 2640     # الافتراضي؛ ثوانٍ = (t3412 بالثواني) + 240
```

الوصف	الافتراضي	الوحدة	النوع	المعلمة
يبدأ UE عندما يدخل في ECM-IDLE (TS 23.401 §5.3.5). يجب أن يكون أطول من الدوري TAU مؤقت.	`t3412 + 240`	ثوانٍ	عدد صحيح	`mobile_reachable_timer`
يبدأ عندما تنتهي فترة الوصول المحمول. عند انتهاء صلاحيتها، يتم ضمنيًا UE ف��ل وإزالة سياقه.	`t3412 + 240`	ثوانٍ	عدد صحيح	`implicit_detach_timer`

أمان NAS

أعلى MME يختار، لكل UE (TS 33.401 §5). سياسة خوارزمية تشفير NAS وسلامة البيانات ويتم الإشارة إليها في أمر وضع الأمان. قائمة، UE خوارزمية ذات أولوية تم تكوينها ويدعمها

الخوارزميات الأقوى أولاً.

بعد أمر وضع الأمان محمية NAS كل رسالة :(بشكل افتراضي EIA2) **دائمًا NAS** تُطبق **سلامة** ضد UE من حيث السلامة، ويتم مصادقة HSS. **بشكل (EEA0/null) مُعطل NAS تشفير** بالفعل من حيث السلامة ويتم تشفير الناقل الراديوي الذي NAS **افتراضي** — يتم حماية حمولات المعطل يزيد من التوافق دون NAS عبر الهواء، لذا فإن تشفير AS (PDCP) يحملها في طبقة إضعاف السرية على واجهة الهواء.

```
config :mme,
  nas_security: %{
    # (احذف المفتاح لتحقيق نفس التأثير) التشفير معطل بشكل افتراضي:
    ciphering: [:eea0],
    integrity: [:eia2, :eia1, :eia3]
  }
```

المعلمة	النوع	الافتراضي	الوصف
`ciphering`	قائمة	`[:eea0]`	مرتبة. القيم NAS تفضيل خوارزمية تشفير الصالحة: `:eea0` (null / معطل)، `:eea2` (128-EEA2، AES-CTR). **الافتراضي هو التشفير معطل.** انظر الخوارزميات المطبقة لمعرفة سبب عدم إمكانية اختيار `:eea1`/`:eea3`.
`integrity`	قائمة	`[:eia2, :eia1, :eia3]`	مرتبة. القيم NAS تفضيل خوارزمية سلامة الصالحة: `:eia1`، `:eia2`، `:eia3`. خوارزمية غير قابلة للاختيار عمدًا `:eia0` السلامة المعطلة لمستخدم مصادق ويجب عدم إضافتها هنا.

إذا تم حذف `nas_security`، فإن القيم الافتراضية أعلاه تنطبق (التشفير معطل، السلامة EIA2).

الخوارزميات المطبقة

لقد نفذ MME خوارزميتين فقط لتشفير NAS — **EEA0** (null) **128-EEA2** (AES-CTR، TS 33.401 §5.1.3.2). 128-EEA1 (SNOW 3G) و128-EEA3 (ZUC) **لم يتم تنفيذها**.

غير قابل NAS تنفيذه — مما سيترك MME لحماية ضد تكوين خاطئ قد يختار تشفيرًا لا يستطيع المكونة إلى المجموعة المطبقة `ciphering` ويوقف الاتصال — يتم تصفية قائمة UE للقراءة لـ تجاهل خوارزميات) وتسجيله مع تحذير `:eea1`/`:eea3` قبل الاختيار. يتم إسقاط أي إدخال إلى المجموعة MME إذا تركت عملية التصفية القائمة فارغة، يعود ;(`غير المطبقة NAS تشفير` المطبقة. يتم الحفاظ على ترتيب الأولوية المكون بين الإدخالات المتبقية.

تمكين EEA2

لتشغيل تشفير NAS، قم بإدراج `:eea2` قبل `:eea0`:

```
config :mme,
  nas_security: %{
    ciphering: [:eea2, :eea0],
    integrity: [:eia2, :eia1, :eia3]
  }
```

كيف يعمل: يقدم MME 128-EEA2 الذي يعلن عن دعم UE في أمر وضع الأمان. يحصل EEA2 في قدرته الشبكية على تشفير NAS AES-CTR؛ UE الذي لا يدعم EEA2 يعود إلى `:eea0` (null)، لذا يكتمل الاتصال.

حالة الاستخدام: النشر الذي يتطلب سرية طبقة NAS بالإضافة إلى التشفير الموجود دائمًا في طبقة AS (PDCP) — على سبيل المثال، لحماية إشارة NAS عبر جزء غير موثوق من الشبكة الخلفية المشفرة.

مرجع خوارزمية تشفير NAS

القيمة	الخوا��زمية	مطبقة	المرجع
`:eea0`	Null (لا تشفير)	نعم	TS 33.401 §5.1.3.2
`:eea1`	128-EEA1 (SNOW 3G)	**لا** — تم إسقاطها مع تحذير	TS 33.401 الملحق B
`:eea2`	128-EEA2 (AES-128-CTR)	نعم	TS 33.401 الملحق B
`:eea3`	128-EEA3 (ZUC)	**لا** — تم إسقاطها مع تحذير	TS 33.401 الملحق B

DRX الممتد في وضع الخمول (eDRX)

```
config :mme,
  edrx_enabled: true
```

المعلمة	النوع	الافتراضي	الوصف
`edrx_enabled`	منطقي	`false`	معلمات MME يمنح، عندما تكون `true` في قبول UE الممتدة المطلوبة من DRX ويقوم بمحاذاة النداءات مع TAU / الاتصال نافذة eDRX (TS 23.401 §4.3.5.9 / TS 24.301 §9.9.3). عندما تكون `false`، في دورة UEs غير نشط ويدعو eDRX يكون العادية الخاصة بهم DRX.

الاتصال المزدوج مع NR (EN-DC / NR-NSA)

```
config :mme, :dcnr,
  enabled: true
```

يسمح EN-DC (E-UTRAN New Radio – Dual Connectivity، "NSA") لـ UE باستخدام gNB هو MME لذا فإن دور RAN، بواسطة NSA هي الرئيسية. يتم توجيه eNB كعقدة ثانوية بينما تبقى UE ثانوية وإشارة هذا القرار بشكل متسق إلى RAT كـ NR استخدام UE تحديد ما إذا كان يمكن لـ eNB وإلى (TS 24.301 §9.9.3.12A، EPS دعم ميزات الشبكة في IE علامة `RestrictDCNR`) امتداد `NRrestrictioninEPSasSecondaryRAT` في قائمة قيود تحويل S1، TS 36.413).

المعلمة	النوع	الافتراضي	الوصف
`enabled`	منطقي	`true`	على مستوى DCNR يُسمح بـ `true`، عندما تكون الشبكة ويتم التحكم فيه لكل مشترك: المشترك مع تعيين HSS الذي يحتوي على بيانات قيود الوصول بت "ثانوية غير مسموح RAT كـ NR" (TS 29.272 §7.3.31). يكون مقيدًا، بينما يُسمح للجميع الآخرين. لكل DCNR يتم تقييد `false`، عندما تكون **UE** بغض النظر عن الاشتراك — قم بتعيين هذا إذا لم يكن لدى الشبكة نشر NR. الافتراضي هو `true`، مما يحافظ على سلوك الإعلان السابق لـ DCNR كمسموح.

عندما يتم تقييد DCNR (عن طريق التكوين أو الاشتراك)، يقوم MME بتعيين `RestrictDCNR` في ويرسل قائمة قيود التحويل تحمل TAU / قبول الاتصال `NRrestrictioninEPSasSecondaryRAT` إلى eNB. يتم تمرير استخدام NR كـ RAT ثانوية المبلغ عنه من قبل eNB إلى SGW/PGW من أجل المحاسبة على إصدار S1 الذي بدأه eNB (TS 23.401 §5.7A).

أولوية النداء

```
config :mme,
  paging_priority_arp_threshold: 8
```

المعلمة	النوع	الافتراضي	الوصف
`paging_priority_arp_threshold`	عدد صحيح	`nil`	عتبة مستوى أولوية أولوية النداء IE لـ ARP S1AP (TS 23.401 §4.3.7.4 / TS 36.413). عند تعيينها إلى عدد صحيح N (1–15)، تحمل صفحة لـ UE يكون مستوى أولوية الناقل النشط الأكثر أهمية ≤ N IE مستوى) أولوية النداء إلى ARP mapped `priolevel1`–`priolevel8`، 1 = الأعلى)، لذا يتم استدعاء مشتركي خدمات الأولوية / MPS بشكل تفضيلي. عندما تكون `nil`، لا يتم أولوية IE إرسال أي نداء.

تعيين أسباب الرفض

تتجاوز كلا الخريطتين جداول التعيين الافتراضية المدمجة؛ تحتفظ المفاتيح الغائبة بقيمها الافتراضية. `Mme.Control.Emm.CauseMapping` / يتم تعيينها بواسطة الأسماء الرمزية الثابتة المحددة في

`Mme.Control.Esm.CauseMapping`. غير المكون UE استخدمها لفرض رفض *دائم* حتى يتوقف عن إعادة المحاولة (المشكلة #26).

```
config :mme,
  emm_cause_mapping: %{
    rat_not_allowed: :plmn_not_allowed,
    default: :no_suitable_cells_in_tracking_area
  },
  esm_cause_mapping: %{
    apn_access_denied_no_subscription:
:operator_determined_barring,
    default: :missing_or_unknown_apn
  }
```

المعلمة	النوع	الافتراضي	الوصف
`emm_cause_mapping`	خريطة	`%{}`	تجاوزات سبب EMM → نتيجة Diameter يفشل S6a Update-Location-Answe EM بسبب سبب UE / TAU اتصال MME مستمد من رمز نتيجة Diameter / نتيجة التجريبية. تشمل المفاتيح الرمزية `:user_unknown`، `:unknown_eps_subscription`، `:rat_not_allowed`، `:roaming_not_allowed`، `:authorization_rejected`، `:realm_not_served`، `:default` (ة الكاملة في `Mme.Control.Emm.CauseMapping`)
`esm_cause_mapping`	خريطة	`%{}`	تجاوزات سبب ESM → فشل GTP-C. ما إنشاء جلسة، يرفض SGW/PGW يرفض ESM بسبب سبب PDN الاتصال بـ MME من الفشل. تشمل المفاتيح الرمزية `:no_resources_available`، `:all_dynamic_addresses_are_oc` `:service_denied`، `:apn_access_denied_no_subscri` `:default` القائمة الكاملة في) `Mme.Control.Esm.CauseMapping`)

فحص هوية المعدات (S13)

```
config :mme,
  s13: %{
    enabled: true,
    allowed_equipment_status: [:whitelist, :greylist]
  }
```

المعامل	النوع	مطلوب	الافتراضي	وصف
`enabled`	Boolean	لا	`false`	ندما تكون `true`، ل OmniMM للب فحص هوية ME لى (ECR) S عبر EIR ء الاتصال. يجب أيضًا لان تطبيق S13 Diamete (انظر Diamete
`allowed_equipment_status`	List	لا	`[:whitelist]`	قيم حالة عدات التي EIR يعيدها ، يُسمح لها صال. القيم المقبولة: `:whitel` `:blackl` `:greyli` إضافة `:blackl` سيسمح للأجهزة مدرجة في ة السوداء جب تكوينها محدد في TS 29.27 §7.3.7.

واجهة S1AP

```
config :mme,
  s1ap: %{
    listen_ip: "192.0.2.10",
    listen_port: 36412,
    secondary_bind_ips: ["192.0.2.11"]
  }
```

المعامل	النوع	مطلوب	الافتراضي	الوصف
`listen_ip`	String	نعم	-	عنوان IP الأساسي الذي يستمع عليه MME للاتصالات الواردة من eNodeBs عبر S1AP SCTP. يجب أن يكون عنوان IP لواجهة محددة - لا تستخدم `0.0.0.0`.
`listen_port`	Integer	لا	`36412`	منفذ SCTP لاتصالات S1AP. المنفذ القياسي هو 36412 وفقًا لـ TS 36.412.
`secondary_bind_ips`	List	لا	`[]`	عناوين IPv4 المحلية الإضافية المرتبطة بـ `listen_ip` من أجل تعدد الاستخدامات / تكرار المسار (TS 36.412 / RFC 4960 §5). يتم الإعلان عن هذه العناوين للأقران كمسارات بديلة وتُطبق **أيضًا على مستمعي SLs و SCTP SBc**. الافتراضي هو استخدام واجهة واحدة.

المقدم GUMMEI

تعلن قائمة معرف MME التي MME ورموز MMEو PLMN الفريد عالميًا عن أي من مجموعات eNodeBs يتم الإعلان عن ذلك إلى MME. يخدمها هذا ويستخدم لتوجيه الصفحات S1 أثناء إعداد والتبديل S-TMSI المعتمدة على.

```
config :mme,
  served_gummei: [
    %{
      plmn_list: [
        %{mcc: "001", mnc: "01"}
      ],
      group_id: 1,
      code: 2
    }
  ]
```

معاملات GUMMEI:

المعامل	النوع	مطلوب	الوصف
`plmn_list`	List	نعم	المخدومة تحت إدخال PLMNs واحد أو أكثر من GUMMEI هذا. يستخدم كل إدخال مفاتيح `mcc` و `mnc` كما هو موضح في معاملات PLMN.
`group_id`	Integer	نعم	معرف مجموعة MME (0–65535). يجمع بين MMEs التي تشارك سياق UE للتبديل داخل نفس المجموعة.
`code`	Integer	نعم	رمز MME (0–255). يحدد هذا MME بشكل فريد داخل مجموعته. معًا مع معرف المجموعة و PLMN، يشكل GUMMEI. محدد في TS 23.003 §2.8.4.

تحدد GUMMEI أيضًا أي من GUTIs يؤدي تقديم **أجنبية** مقابل **محلية** لـ UE يتم التعرف عليها كـ MME السابق - انظر MME المجاورة (S10) إلى S10 إلى تنشيط طلب سياق TAU أجنبي على GUTI.

المقدم TAI

تعلن قائمة هوية منطقة التتبع عن أي من TAIs التي يقبلها هذا MME من UE. سيتم رفض S1 في هذه القائمة خلال إعداد TAIs التي ليست eNodeBs.

```
config :mme,
  served_tai: [
    %{
      plmn: %{mcc: "001", mnc: "01"},
      tac_list: [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 100, 2899, 10000]
    }
  ]
```

معاملات إدخال TAI:

المعامل	النوع	مطلوب	الوصف
`plmn`	Map	نعم	PLMN لهذه المجموعة TAI. يستخدم مفاتيح `mcc` و `mnc`.
`tac_list`	List	نعم	قائمة من رموز منطقة التتبع (أعداد صحيحة، 0–65535) المخدومة تحت هذا PLMN. أضف TAC للسماح لـ UEs بالاتصال بالمنطقة التي تتواجد في تلك المنطقة.

تدعم الإدخالات المتعددة نشرات متعددة PLMN أو تكوينات MOCN.

بوابة الخدمة (SGW)

يدعم OmniMME طريقتين لاختيار SGW: قائمة الأقران الثابتة أو البحث عن الهيكلية المعتمدة على DNS. (محلي مقابل تجوال) يمكن اختيار الطريقة على مستوى عالمي أو **لكل نوع مشترك**.

```
config :mme,
  sgw: %{
    # ذرة (تطبق على ��لا النوعين) أو خريطة لكل نوع، على سبيل المثال
    #   %{home: :random_peer, roaming: :dns_lookup}
    selection_method: :random_peer,
    dns: [
      %{
        server: "192.0.2.53",
        domain: "3gppnetwork.org",
        type: :home
      }
    ],
    peers: [
      %{
        ip: "192.0.2.20",
        host: "sgw01.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
        port: 2123,
        type: :home
      }
    ]
  }
```

معاملات SGW على المستوى الأعلى:

المعامل	النوع	مطلوب	الافتراضي	الوصف
`selection_method`	Atom | Map	نعم	-	كيف يختار OmniMME SGW. `:random_peer` - يختار عشوائيًا من `peers`؛ `:dns_lookup` - يحل استعلام DNS للهيكلية وفقًا لـ TS 29.303. يمكن أن تكون خريطة لكل نوع `%{home: ..., roaming: ...}` لاستخدامها، على سبيل المثال، الأقران الثابتة للمشتركين المحليين و DNS للمتجولين الواردين.
`dns`	List	لا	`[]`	تكوين محلل DNS، يستخدم عندما تكون الطريقة الفعالة هي `:dns_lookup`. انظر معاملات DNS.
`peers`	List	لا	`[]`	قائمة أقران SGW الثابتة، تستخدم عندما تكون الطريقة الفعالة هي `:random_peer`. انظر معاملات الأقران SGW/PGW.

معاملات DNS

المعامل	النوع	مطلوب	الوصف
`server`	String	نعم	عنوان IP لخادم DNS للاستعلام عنه لاختيار العقدة المعتمدة على الهيكلية.
`domain`	String	نعم	المجال الأساسي لاستعلامات DNS EPC. يقوم OmniMME بإضافة `epc.mncYYY.mccZZZ.` عند بناء أسماء البحث وفقًا لـ TS 23.003 §19.4.
`type`	Atom	نعم	نوع الهيكلية: `:home`، `:roaming`، أو `:home_and_roaming`.

جميع استعلامات اختيار OmniMME يرسل **يتم الاستعلام عن DNS EPC عبر TCP.** المكون عبر `server` إلى (NAPTR / SRV / A / AAAA) العقدة **على المنفذ 53** - لا **TCP** يمكن أن تعيد (عادةً حد 512 بايت لـ EPC S-NAPTR تتجاوز إجابات UDP. يستخدم UDP وغالبًا ما يتم إسقاط الاستجابات الكبيرة، (العديد من العقد المرشحة APN-FQDN/EDNS0 حصريًا لتجنب القطع الصامت. يجب أن TCP لذا يتم استخدام GRX/IPX�� على مسارات **على المنفذ 53**. عندما يتم إدراج أكثر من خادم **TCP** المكون **اتصالات** يقبل خادم DNS S-NAPTR لنوع عقدة، يختار كل اختيار خادمًا عشوائيًا للبدء منه ويستخدمه لسلسلة DNS بالكامل؛ إذا لم يرد ذلك الخادم، يتم تجربة الخوادم المتبقية بالتتابع. كل حل مقيد بمهلة قصيرة إجمالية ويعيد محاولة الأخطاء العابرة عددًا قليلاً من المرات؛ إذا فشل مرة أخرى، يتراجع اختيار العقدة وفقًا لطريقة `selection_method` المكونة.

تتحكم إعدادات `dns_ip_version` العالمية في أي عائلة عنوان مفضلة عندما تعيد عقدة تم حلها كلاً من سجلات A (IPv4) وAAAA (IPv6) بواسطة S-NAPTR:

```
config :mme,
  dns_ip_version: :ipv4
```

المعامل	النوع	الافتراضي	الوصف
`dns_ip_version`	Atom	`:ipv4`	إصدار IP المفضل (`:ipv4` | `:ipv6`) للعقد التي تم حلها بواسطة S-NAPTR. لا تزال العائلة غير المفضل�ة تُستخدم كخيار احتياطي حتى لا يتم إسقاط العقد التي تعمل فقط على IPv6 (TS 29.303 الملحق C.1).

معاملات الأقران SGW/PGW

المعامل	النوع	مطلوب	الافتراضي	الوصف
`ip`	String	نعم	-	عنوان IP لواجهة GTPv2-C الخاصة بـ S PGW.
`host`	String	نعم	-	اسم المضيف EPC FQDN (مثل `sgw01.mnc001.mcc001.3gppnetw`
`port`	Integer	لا	`2123`	منفذ GTPv2-C UDP. 2123 هو الأساسي وفقًا لـ TS 29.274.
`type`	Atom	نعم	-	المشترك الذي يُستخدم من أجله هذا النظير `:home`، `:roaming`، أو `:home_and_`
`priority`	Integer	لا	`1`	مستوى الأولوية لاختيار `:random_pee` الأقران ذات الأولوية **الأدنى** عددًا؛ تعمل ت الأعلى كاحتياطي، ويتم اختيارها فقط عندما لا يتبقى أي نظير في مستوى أدنى
`weight`	Integer	لا	`100`	نسبية من الحركة ضمن مستوى الأولوية، يل. RFC 2782 عشوائي الوزن وفقًا لـ م اثنان من الأقران في نفس المستوى ة `weight: 50` و `weight: 100` مع تسقط الأوزان الصفرية في مستوى إلى تقسيم موحد.

`priority` و `weight` اختياريان؛ إن تركهما يعيد إنتاج السلوك العشوائي الموحد السابق. تنطبق فقط على اختيار `:random_peer` (تكرار الاختيار المعتمد على DNS في SRV يحترم أولوية/وزن). يمكن أيضًا تغيير كلاهما في وقت التشغيل - دون إعادة تشغيل MME - سجلات DNS (بدلاً من ذلك). التغييرات في وقت التشغيل ؛ **لا يتم الاحتفاظ** عبر واجهة برمجة التطبيقات REST (انظر أدناه) وتعود إلى هذا التكوين عند إعادة التشغيل **بها**.

واجهة برمجة التطبيقات REST) إدارة الأقران في وقت التشغيل. تكشف نقاط النهاية `/pgw_peers` و `/sgw_peers` (بما في ذلك `type` و `weight` و `priority`) عن مجموعة الأقران الفعالة وتسمح للمشغل بتعديلها مباشرة (لكل نظير:

الطريقة / المسار	التأثير
`GET /sgw_peers`, `GET /pgw_peers`	قائمة بالأقران الفعالة مع وزن اختيارهم و(SGW فقط) حالة الاسترداد/الحيوية/الجلسة.
`GET /sgw_peers/{ip}`, `GET /pgw_peers/{ip}`	نظير واحد بواسطة IP.
`POST /sgw_peers`, `POST /pgw_peers`	إضافة نظير في وقت التشغيل (`ip` مطلوب؛ `host`/`port`/`type`/`weight`/`priority` اختياري).
`PUT /sgw_peers/{ip}`, `PUT /pgw_peers/{ip}`	تحديث `weight` و/أو `priority` لنظير.
`DELETE /sgw_peers/{ip}`, `DELETE /pgw_peers/{ip}`	إزالة نظير من المجموعة.

جميع عمليات الكتابة **غير دائمة**: تقوم بتغيير العقدة الجارية فقط وتفقد عند إعادة التشغيل، عندما يتم إعادة تهيئة مجموعة الأقران من هذا التكوين.

بوابة بيانات الحزمة (PGW)

يستخدم اختيار PGW نفس الهيكل مثل SGW. قم بتكوينها تحت `pgw:` مع معاملات متطابقة، بما في ذلك خريطة `selection_method` لكل نوع.

```
config :mme,
  pgw: %{
    selection_method: :random_peer,
    dns: [ ... ],
    peers: [
      %{
        ip: "192.0.2.21",
        host: "pgw01.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
        port: 2123,
        type: :home_and_roaming
      }
    ]
  }
```

انظر معاملات الأقران SGW/PGW لوصف الحقول. `type: :home_and_roaming` شائع لـ PGWs التي تتعامل مع كل من جلسات PDN المحلية والمتجولة.

MME المجاورة (S10)

نقل السياق في وضع الخمول لـ MMEs: التنقل بين MMEs تحمل واجهة S10 (GTPv2-C بين MMEs) بتكوين كيفية اكتشاف MME الأجنبي والتبديل في وضع الاتصال. يقوم `mme_s10` TAU GUTI الهدف.

```
config :mme,
  mme_s10: %{
    # :dns_lookup يحل TAI الهدف عبر S-NAPTR (x-3gpp-mme:x-s10)؛
    # :random_peer أدناه الثابتة الأقران قائمة يستخدم.
    selection_method: :dns_lookup,
    dns: [
      %{
        server: "192.0.2.53",
        domain: "3gppnetwork.org"
      }
    ],
    peers: [
      %{
        ip: "192.0.2.30",
        host:
"mmec01.mmegi8001.mme.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
        port: 2123
      }
    ],
    # أجنبي لا يحل إلى نظير GUTI نافذة التخزين المؤقت السلبية لـ
قابل للوصول.
    unresolvable_guti_backoff_seconds: 30,
    # المدة التي يجب الانتظار فيها للحصول على استجابة نقل أمامي عند
إعداد التبديل.
    handover_request_timeout_ms: 1500
  }
```

المعامل	النوع	مطلوب	الوصف
`selection_method`	Atom	نعم	`:dns_lookup` ل M الهدف إلى TAI S-NA مجاورة عبر (`x-3gpp-mme:x` `s10`، TS 29.303 §5.4)؛ `:random_peer` `pe` يستخدم قائمة الثابتة.
`dns`	List	لا	محلل DNS (أكثر ستخدم عندما تكون `selection_met` هي `:dns_looku` يستخدم `server` كما في `domain` معاملات DNS.
`peers`	List	لا	جاورة MME قائمة تة، تستخدم عندما تكون `selection_met` هي `:random_pe` أو كخيار احتياطي) كل إدخال: `ip`، `h` (FQDN لعقدة MM `port` (منفذ GTP عادةً 2123، S10
`unresolvable_guti_backoff_seconds`	Integer	لا (الافتراضي `30`)	لمدة التي يتم فيها ي لا GUTI تخزين رة MME يحل إلى ولا) قابلة للوصول مصدر عبر SGSN ل سلبي. أثناء (S3

المعامل	النوع	مطلوب	الوصف
			خزين المؤقت، يتم ي يستمر UE رفض في إعادة إرسال حديث منطقة التتبع غير GUTI بنفس ل للحل على الفور دون (TAU رفض) دة تشغيل اكتشاف الأقران، مما يمنع يعيد المحاولة من دة تنشيط إشارات ب السياق في كل محاولة.
`handover_request_timeout_ms`	Integer	لا (الافتراضي `1500`)	المدة التي يجب تظار فيها للحصول على استجابة نقل ي عند إعداد تبديل خارجي. أقصر S1 عمدًا من GTPv2- e العام: يتخلى T3 المصدر عن إعداد النقل عندما تنتهي مؤقت `tS1relocprep` ثانية في RAN النموذجية، TS 36.413 §8.4.1). ب أن يفشل النقل ذي سيفشل داخل النافذة حتى تصل شل إعداد النقل لـ ي MME إلى eNB ت المناسب. هذه الميزانية الكاملة - رسال الطلب مرة

الوصف	مطلوب	النوع	المعامل
حدة، ولا يتم إعادة MME إرساله، لأن الهدف يبني سياق دف SGW وجلسة نسخة يتلقاها - لذا ب أيضًا ترك مجال ل *ناجح*، والذي يرد ه الهدف فقط بعد سة الإنشاء الخاصة طلب التب��يل/ الاعتراف من eNE ب. ارفعها إذا كانت `tS1relocprep` أطول من RAN 2 ة؛ خفضها إذا كانت أقصر. تنطبق على سار التبديل فقط: تفظ طلب السياق في وضع الخمول وإدارة الجلسة بالـ الأطول.			

عبر أي من الطريقتين: لا يمكن، MME الخاص بهذا S10 الهدف عنوان MME لا تعيد عملية اختيار MME أن يكتمل طلب النقل الأمامي إلى الذات، وتقوم منطقة تتبع يتم خدمتها بواسطة مجموعة لـ `listen_ip` بحل قائمة مرشحة تتضمن هذه العقدة. يعتمد التعرف على "الذات" على أن وهو ما يتطلبه التبديل بين - wildcard هو عنوان هذا العقدة الحقيقي بدلاً من ربط GTPv2-C المصدر MME لـ F-TEID في أي حال، حيث يتم إرسال نفس القيمة كـ MMEs.

بالنسبة للتشغيل المتداخل. GTPv2-C (S11) المكون تحت GTPv2-C مستمع S10 تشارك خدمة ونفس محللات `x-3gpp-amf:x-n26` N26 الهدف عبر AMF يستخدم اكتشاف، EPS↔5GS DNS.

إشراف مسار GTP-C

إدارة مسار GTP-C النشطة (TS 29.274 §7.2.1): يقوم MME بشكل دوري بإرسال صدى لكل SGW لديه جلسات S11 معها، وبعد عدد كافٍ من الفشل المتتالي، يعلن عن المسار كمعطل ويحرر الجلسات القديمة المرتبطة به.

```
config :mme,
  gtpc_path_supervision: %{
    enabled: true,
    interval_ms: 60_000,
    failure_threshold: 3
  }
```

المعامل	النوع	الافتراضي	الوصف
`enabled`	Boolean	`false`	عندما تكون `true`، يقوم MME بشكل نشط بإرسال صدى للأقران ويحرر الجلسات عند فشل المسار. **اختياري:** قد يؤدي الفاصل/الحد الأقصى العدواني جدًا إلى إسقاط الجلسات الحية على انقطاع عابر. يرد MME دائمًا على طلبات الصدى الواردة بغض النظر عن هذا الإعداد.
`interval_ms`	Integer	`60000`	الفاصل الزمني بين طلبات الصدى لكل نظير، بالمللي ثانية.
`failure_threshold`	Integer	`3`	عدد استجابات الصدى المفقودة المتتالية قبل إعلان المسار كمعطل.

Diameter (S6a / S13 / SLg)

يتصل OmniMME بـ HSS (S6a) وEIR (S13) وGMLC (SLg، لخدمات الموقع) عبر Diameter، عادةً من خلال وكيل توجيه Diameter (DRA).

```
config :diameter_ex,
  diameter: %{
    service_name: :omnitouch_mme,
    listen_ip: "192.0.2.10",
    listen_port: 3868,
    host: "mme01.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
    realm: "epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
    product_name: "OmniMME",
    request_timeout: 5000,
    peer_selection_algorithm: :random,
    allow_undefined_peers_to_connect: true,
    log_unauthorized_peer_connection_attempts: true,
    control_module: Mme.Control.Diameter,
    processor_module: DiameterEx.Processor,
    auth_application_ids: [],
    acct_application_ids: [],
    vendor_id: 10415,
    supported_vendor_ids: [5535, 10415],
    applications: [ ... ],
    peers: [ ... ]
  }
```

معاملات Diameter الأساسيةI:

المعامل	النوع	مطلوب	تراضي
`service_name`	Atom	نعم	-
`listen_ip`	String	نعم	-
`listen_port`	Integer	لا	`3868`
`host`	String	نعم	-
`realm`	String	نعم	-
`product_name`	String	لا	-
`request_timeout`	Integer	لا	`5000`
`peer_selection_algorithm`	Atom	لا	`:rando`

المعامل	النوع	مطلوب	تراضي
`allow_undefined_peers_to_connect`	Boolean	لا	`false`
`log_unauthorized_peer_connection_attempts`	Boolean	لا	`true`
`control_module`	Module	نعم	-
`processor_module`	Module	نعم	-
`auth_application_ids`	List	لا	`[]`
`acct_application_ids`	List	لا	`[]`
`vendor_id`	Integer	نعم	-
`supported_vendor_ids`	List	لا	`[]`

المعامل	النوع	مطلوب	تراضي
`applications`	List	نعم	-
`peers`	List	لا	`[]`

معاملات التطبيقات

المعامل	النوع	مطلوب	الوصف
`application_name`	Atom	نعم	ل) الاسم الداخلي للتطبيق `:s6a`، `:s13`، `:slg`).
`application_dictionary`	Atom	نعم	وحدة قاموس Diameter Erlang (مثل `:diameter_gen_3gpp`
`vendor_specific_application_ids`	List	نعم	علانات معرفات التطبيقات المحددة للبائع. كل إدخال `vendor_id`، `auth_application_i` `acct_application_i`

التطبيقات المدعومة Diameter:

اسم التطبيق	معرف تطبيق المصادقة	الواجهة	المرجع
`:s6a`	`16777251`	S6a — مصادقة MME ↔ HSS والاشتراك	TS 29.272
`:s13`	`16777252`	S13 — فحص هوية المعدات MME ↔ EIR	TS 29.272
`:slg`	`16777255`	SLg — خدمات الموقع MME ↔ GMLC (PLR/LRR)	TS 29.172
`:t6a`	`16777346`	T6a — MME ↔ SCEF CIoT تسليم البيانات غير IP (القاموس `:diameter_gen_3gpp_t6a`)	TS 29.128

مطلوبة `:s13` مطلوبة لميزة خدمات الموقع؛ `:slg` أعلن فقط عن التطبيقات التي تستخدمها. مطلوبة لـ `:t6a` مفعلًا؛ S13 عندما يكون فحص المعدات في مستوى التحكم NIDD / CIoT.

معاملات الأقران Diameter

المعامل	النوع	مطلوب	الافتراضي	الوصف
`host`	String	نعم	-	هوية Diamete للنظير (Origin-Host). يجب أن تتطابق مع هوية النظير المكونة للتحقق من CEA
`realm`	String	نعم	-	مجال Diamete للنظير.
`ip`	String	نعم	-	عنوان IP به سال قبول منه /.
`port`	Integer	لا	`3868`	منفذ Diamete للنظير.
`tls`	Boolean	لا	`false`	تمكين TLS لهذا الاتصال النظير.
`transport`	Atom	لا	`:diameter_tcp`	`:diameter_t` أو `:diameter_s` يُفضل لـ SCTP قًا لـ Diameter RFC 6733 §2.
`initiate_connection`	Boolean	لا	`false`	عندما تكون `tru` يقوم OmniMM بدء الاتصال بهذا ظير؛ عندما تكون `false`، ر حتى ل النظير الوارد.

الوصف	الافتراضي	مطلوب	النوع	المعامل
`t` عادةً ما تكون لأقران DRA.				

GTPv2-C (S11)

تقدم خدمة OmniMME ربط S11 واجهة ببوابة الخدمة لإدارة دورة حياة الجلسة والحامل. S10 بين MMEs. نفسها أيضًا واجهة GTPv2-C

```
config :gtpc,
  service: %{
    name: :s11,
    listen_ip: "192.0.2.10",
    listen_port: 2123,
    control_module: Mme.Control.Gtpc,
    t3: 5000,
    n3: 3
  }
```

المعامل	النوع	مطلوب	الافتراضي	الوصف
`name`	Atom	نعم	-	معرف اسم الواجهة. يجب أن يكون `:s11`.
`listen_ip`	String	نعم	-	عنوان IP للربط بـ GTPv2-C. يجب أن يكون عنوان IP لواجهة محددة — وليس `0.0.0.0` و SGW. ترسل MMEs المجاورة الردود هنا.
`listen_port`	Integer	لا	`2123`	منفذ UDP لـ GTPv2-C. المنفذ القياسي هو 2123 وفقًا لـ TS 29.274.
`control_module`	Module	نعم	-	الوحدة التي تتعامل مع رسائل GTP-C المفككة. بالنسبة لـ OmniMME، هذه هي `Mme.Control.Gtpc`.
`t3`	Integer	لا	`5000`	مؤقت T3-RESPONSE بالمللي ثانية. الوقت الذي يجب الانتظار فيه للحصول على رد GTPv2 قبل إعادة الإرسال.
`n3`	Integer	لا	`3`	عدد إعادة الإرسال N3 قبل اعتبار المعاملة فاشلة.

بث الخلايا (SBc)

واجهة SBc (SBc-AP عبر SCTP) تربط OmniMME بمركز بث الخلايا (CBC) لرسائل نظام التحذير الكتابي والاستبدالي / CMAS و ETWS — التحذير العام (TS 29.168). عند التمكين، تقبل MME التي تخدم eNBs وتعيد توجيهها إلى CBC التحذيرات الكتابية والاستبدالية / توقف التحذير من منطقة التحذير المستهدفة.

```
config :mme, :sbc,
  enabled: true,
  port: 29168,
  indication_timeout: 10_000
```

المعامل	النوع	الافتراضي	الوصف
`enabled`	Boolean	`false`	تفتح، عندما يكون `true` مستمع SBc-AP OmniMME وتعالج رسائل التحذير SCTP.
`port`	Integer	`29168`	منفذ SCTP لمستمع SBc-AP.
`indication_timeout`	Integer	`10000`	المللي ثانية التي يجب الانتظار قبل eNB للحصول على تأكيدات إرسال إشارة التحذير الكتابية والاستبدالية مرة أخرى إلى CBC.

يرتبط مستمع SBc بعنوان `s1ap.listen_ip` الأساسي وأي `secondary_bind_ips`.

خدمات الموقع (E-SMLC / SLs)

من أجل تحديد المواقع في E-SMLC بـ OmniMME تربط (SCTP عبر LCS-AP) واجهة SLs، وتستخدم مع تطبيق SLg Diameter للإجابة على طلبات تحديد مستوى التحكم (TS 29.171). توجيه LPPa/LPP بين MME و E-SMLC لتحديد المواقع عند التمكين، تعيد eNBs المواقع GMLC. و UEs، وتعرض صفحة لوحة التحكم لخدمات الموقع.

```
config :mme, :esmlc,
  enabled: true,
  sls_port: 9082
```

المعامل	النوع	الافتراضي	الوصف
`enabled`	Boolean	`false`	عندما يكون `true`، تفتح OmniMME مستمع SCTP لطلبات تحديد SLs (LCS-AP) وتعالج المواقع. يتطلب أن يتم إعلان تطبيق `:slg` التي تبدأ GMLC لطلبات Diameter.
`sls_port`	Integer	`9082`	منف�� SCTP لمستمع SLs (LCS-AP).

يرتبط مستمع SLs بعنوان `s1ap.listen_ip` الأساسي وأي `secondary_bind_ips`.

NIDD / CIoT في مستوى التحكم (T6a)

تتيح خدمة نقل البيانات غير IP (NIDD) لأجهزة Cellular-IoT / NB-IoT تبادل بيانات غير IP صغيرة عبر واجهة SCEF في مستوى التحكم، والتي يتم توجيهها إلى CIoT EPS عبر تحسين T6a Diameter (TS 29.128 / TS 23.682). يحمل نفس التحسين أيضًا بيانات **IP** لـ NB-IoT مع إنهاء S11-U لمستوى المستخدم على MME. راجع دليل NIDD & T6a Interface لوصف الميزة بالكامل. معطلة بشكل افتراضي — بدون تكوين `:nidd`، لا تعلن MME عن دعم CIoT في مستوى التحكم وتتصرف تمامًا كما لو كانت MME غير CIoT.

```
config :mme, :nidd,
  enabled: true,
  s11u_ip: "10.7.25.185"
```

المعامل	النوع	الافتراضي	الوصف
`enabled`	Boolean	`false`	عندما يكون `true`، تعلن OmniMME عن دعم ميزات CIoT في مستوى التحكم في شبكة EPS وتخدم اتصالات PDN غير IP (و S11-U على NB-IoT عبر IP) لأجهزة CIoT.
`s11u_ip`	String	S11 GTP-C `listen_ip`	عنوان IP لنقطة نهاية GTP-U S11-U لـ MME المستخدمة لبيانات IP لـ NB-IoT. الافتراضي هو GTPv2-C (S11) `listen_ip` (UDP 2152).

يتطلب تمكين NIDD أيضًا:

- إعلان تطبيق Diameter في قائمة `applications`، ويجب أن يكون SCEF `:t6a` قابلاً للوصول كـ Diameter peer (مباشرة أو عبر DRA). راجع تطبيقات Diameter المدعومة.
- **HSS**: تكوين APN مع `PDN-Type = Non-IP (4)` و `SCEF-ID`. يجب أن يكون APN غير IP موفرًا في اشتراك

لوحة التحكم

لوحة التحكم هي واجهة ويب في الوقت الحقيقي للمشغلين لفحص وإدارة UEs و eNodeBs و MMEs وخدمات الموقع ونقل اليد بين peers Diameter.

```
config :control_panel,
  page_order: ["/ues", "/enodebs", "/diameter", "/application",
"/configuration"]

config :control_panel, ControlPanelWeb.Endpoint,
  url: [host: "0.0.0.0", path: "/"],
  https: [
    port: 10443,
    keyfile: "priv/cert/omnitouch.pem",
    certfile: "priv/cert/omnitouch.crt"
  ]
```

المعلمات العامة:

المعامل	النوع	مطلوب	الوصف
`page_order`	List	لا	قائمة مرتبة من إدخالات التنقل الجانبي. تحدد ترتيب التنقل الأيسر في لوحة التحكم.

معلمات نقطة النهاية:

المعامل	النوع	مطلوب	الافتراضي	الوصف
`url.host`	String	لا	`"0.0.0.0"`	عنوان الربط لمستمع HTTPS.
`url.path`	String	لا	`"/"`	بادئة مسار URL لواجهة لوحة التحكم.
`https.port`	Integer	نعم	-	منفذ HTTPS لواجهة لوحة التحكم.
`https.keyfile`	String	نعم	-	مسار ملف المفتاح الخاص TLS (بتنسيق PEM).
`https.certfile`	String	نعم	-	مسار ملف الشهادة TLS (بتنسيق PEM).

واجهة برمجة التطبيقات REST

توفر واجهة برمجة التطبيقات REST وصولًا برمجيًا إلى UE و eNodeB و Diameter و SGW-peer وسياق S10، بالإضافة إلى إجراءات UE/eNB/GUTI/. الوثائق التفاعلية لـ OpenAPI تحميل. متاحة على `/api/swagger`. راجع دليل العمليات لكاتالوج نقاط النهاية.

```
config :api_ex,
  api: %{
    port: 8443,
    listen_ip: "0.0.0.0",
    product_name: "OmniMME",
    title: "API - OmniMME",
    hostname: "localhost",
    enable_tls: true,
    tls_cert_path: "priv/cert/omnitouch.crt",
    tls_key_path: "priv/cert/omnitouch.pem"
  }
```

المعامل	النوع	مطلوب	الافتراضي	الوصف
`port`	Integer	نعم	-	منفذ HTTPS لواجهة برمجة التطبيقات REST.
`listen_ip`	String	لا	`"0.0.0.0"`	عنوان IP لربط مستمع واجهة برمجة التطبيقات.
`product_name`	String	لا	-	سلسلة اسم المنتج في بيانات التعريف OpenAPI.
`title`	String	لا	-	العنوان المعروض في واجهة OpenAPI / Swagger.
`hostname`	String	نعم	-	اسم المضيف المستخدم لبناء عناوين URL الأساسية لواجهة برمجة التطبيقات في مواصفة OpenAPI.
`enable_tls`	Boolean	لا	`true`	تمكين HTTPS لواجهة برمجة التطبيقات. عندما يكون `false`، تقدم واجهة برمجة التطبيقات HTTP عادي (غير موصى به في الإنتاج).
`tls_cert_path`	String	عند استخدام TLS	-	مسار ملف الشهادة TLS (بتنسيق PEM).
`tls_key_path`	String	عند استخدام TLS	-	مسار ملف المفتاح الخاص TLS (بتنسيق PEM).

التسجيل

تقوم OmniMME بإصدار سجلات JSON منظمة عبر `OmniLogger`. قم بتكوين المنسق الافتراضي (و، اختياراً، معالج الملف الدوار) تحت `:logger`.

```
config :logger, :default_formatter,
  format: {OmniLogger.JsonFormatter, :format},
  metadata: :all
```

المعامل	النوع	الوصف
`format`	Tuple	منسق MFA. استخدم `{OmniLogger.JsonFormatter, :format}` لسجلات JSON (كائن واحد لكل سطر) المنظمة.
`metadata`	Atom | List	تصدر كل مفتاح `:all` أي مفاتيح بيانات التعريف يجب تضمينها؛

يمكن إضافة معالج ملف دوار باستخدام `config :logger, :default_handler, ...` (`file`, `max_no_bytes`, `max_no_files`, `compress_on_rotate`). في الإنتاج، يتم إدارة وجهة السجل تحت `/etc/omnimme/`.

مثال كامل على التكوين

فيما يلي مثال كامل ومعلق على `runtime.exs` مناسب كنقطة انطلاق. استبدل جميع القيم النائبة بالقيم الفعلية لعناوين الشبكة والمعرفات الخاصة بك.

```
import Config

config :mme,
  # هوية العقدة
  mme_name: "omnimme",
  operator_name: "MyNet",
  country: "Australia",
  network_name_short: "MyNet",
  network_name_long: "My Network",
  timezone: "Australia/Sydney",
  default_apn: "internet",
  apn_oi_domain: :gprs,   # شكل لاحقة APN-OI (:gprs / :epc / :none)

  # السعة والهوية
  mme_capacity: 128,
  home_plmn: %{mcc: "505", mnc: "01"},
  emergency_support_enabled: false,

  # مؤقتات NAS
  t3412: 3240,  # فترة TAU (54 دقيقة) الدورية، بالثواني
  t3485: 8,     # إعادة إرسال سياق الحامل، بالثواني
  t3346: 600,   # تراجع الازدحام EMM، بالثواني
  t3396: 600,   # تراجع الازدحام ESM، بالثواني

  # سياسة أمان NAS (الأقوى أولاً). التشفير معطل (EEA0) بشكل افتراضي؛
  # يتم تنفيذ EEA2 و EEA0 فقط. قائمة [:eea2, :eea0] لتمكين EEA2.
  nas_security: %{
    ciphering: [:eea0],
    integrity: [:eia2, :eia1, :eia3]
  },

  # DRX في وضع الخمول الممت
  edrx_enabled: false,

  # أولوية الاستدعاء لمشتركي MPS (احذف لتعطيل)
  # paging_priority_arp_threshold: 8,

  # تجاوزات سبب الرفض (المشكلة #26)
  emm_cause_mapping: %{},
  esm_cause_mapping: %{},

  # فحص هوية المعدات
  s13: %{
```

```
    enabled: true,
    allowed_equipment_status: [:whitelist, :greylist]
  },

  # مستمع S1AP (اختياريًا متعدد المنازل)
  s1ap: %{
    listen_ip: "192.0.2.10",
    listen_port: 36412
    # secondary_bind_ips: ["192.0.2.11"]
  },

  # GUMMEI — ضبط group_id و code لتتناسب مع خطة مجموعة MME الخاصة
بك
  served_gummei: [
    %{
      plmn_list: [%{mcc: "505", mnc: "01"}],
      group_id: 1,
      code: 1
    }
  ],

  # مناطق التتبع التي تخدمها هذه MME
  served_tai: [
    %{
      plmn: %{mcc: "505", mnc: "01"},
      tac_list: [1, 2, 3]
    }
  ],

  # اختيار البوابة
  dns_ip_version: :ipv4,
  sgw: %{
    selection_method: :random_peer,
    peers: [
      %{ip: "192.0.2.20", host:
"sgw01.mnc001.mcc505.3gppnetwork.org", port: 2123, type: :home}
    ]
  },
  pgw: %{
    selection_method: :random_peer,
    peers: [
      %{ip: "192.0.2.30", host:
"pgw01.mnc001.mcc505.3gppnetwork.org", port: 2123, type:
:home_and_roaming}
```

```
    ]
  },

  # اكتشاف MME المجاورة (S10) لنقل اليد بين MMEs / TAU GUTI الأجنبي
  mme_s10: %{
    selection_method: :dns_lookup,
    dns: [%{server: "192.0.2.53", domain: "3gppnetwork.org"}],
    peers: [
      %{ip: "192.0.2.50", host:
"mmec01.mmegi8001.mme.epc.mnc001.mcc505.3gppnetwork.org", port:
2123}
    ]
  },

  # إشراف مسار GTP-C (اختياري) النشط
  gtpc_path_supervision: %{enabled: false, interval_ms: 60_000,
failure_threshold: 3}

# نظام التحذير العام (ETWS / CMAS) عبر SBc
config :mme, :sbc,
  enabled: true,
  port: 29168

# تحديد المواقع في مستوى التحكم (LCS) عبر SLs إلى E-SMLC
config :mme, :esmlc,
  enabled: false,
  sls_port: 9082

config :diameter_ex,
  diameter: %{
    service_name: :omnitouch_mme,
    listen_ip: "192.0.2.10",
    listen_port: 3868,
    host: "mme01.epc.mnc001.mcc505.3gppnetwork.org",
    realm: "epc.mnc001.mcc505.3gppnetwork.org",
    product_name: "OmniMME",
    request_timeout: 5000,
    peer_selection_algorithm: :random,
    allow_undefined_peers_to_connect: true,
    log_unauthorized_peer_connection_attempts: true,
    control_module: Mme.Control.Diameter,
    processor_module: DiameterEx.Processor,
    auth_application_ids: [],
    acct_application_ids: [],
```

```
    vendor_id: 10415,
    supported_vendor_ids: [5535, 10415],
    applications: [
      %{
        application_name: :s6a,
        application_dictionary: :diameter_gen_3gpp_s6a,
        vendor_specific_application_ids: [
          %{vendor_id: 10415, auth_application_id: 16_777_251,
acct_application_id: nil}
        ]
      },
      %{
        application_name: :s13,
        application_dictionary: :diameter_gen_3gpp_s13,
        vendor_specific_application_ids: [
          %{vendor_id: 10415, auth_application_id: 16_777_252,
acct_application_id: nil}
        ]
      },
      %{
        application_name: :slg,
        application_dictionary: :diameter_gen_3gpp_slg,
        vendor_specific_application_ids: [
          %{vendor_id: 10415, auth_application_id: 16_777_255,
acct_application_id: nil}
        ]
      }
    ],
    peers: [
      %{
        host: "dra01.epc.mnc001.mcc505.3gppnetwork.org",
        realm: "epc.mnc001.mcc505.3gppnetwork.org",
        ip: "192.0.2.40",
        port: 3868,
        tls: false,
        transport: :diameter_sctp,
        initiate_connection: true
      }
    ]
  }

config :gtpc,
  service: %{
    name: :s11,
```

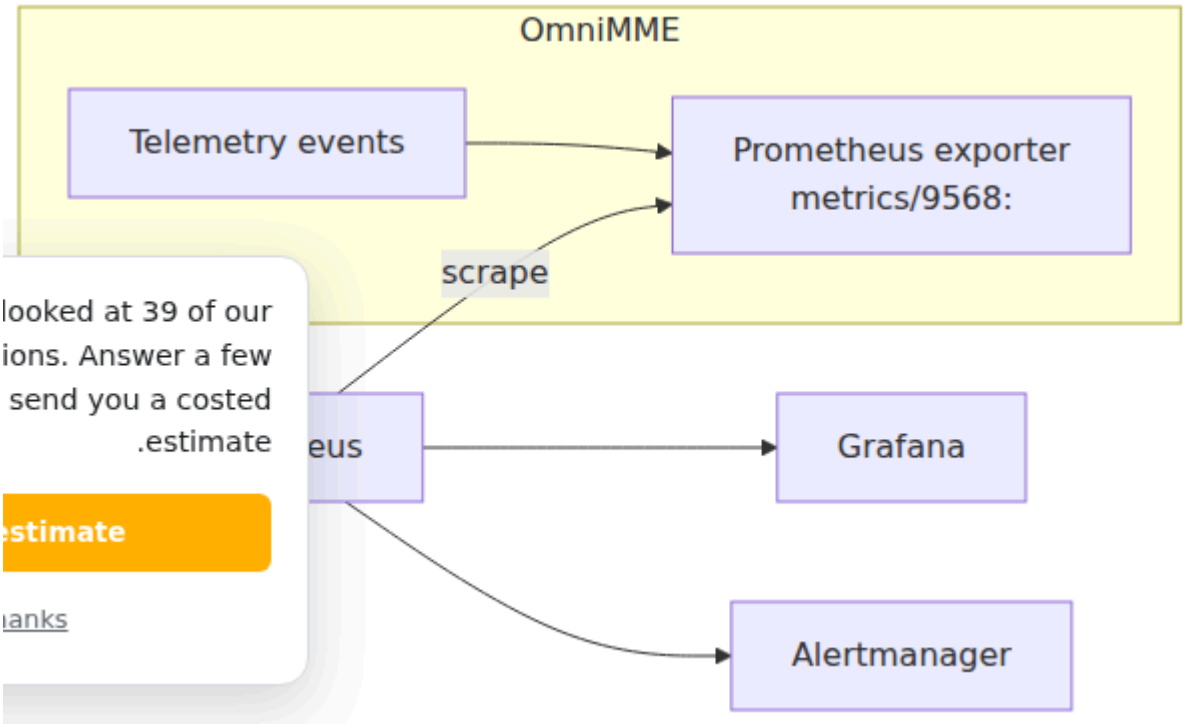
```
    listen_ip: "192.0.2.10",
    listen_port: 2123,
    control_module: Mme.Control.Gtpc,
    t3: 5000,
    n3: 3
  }

config :control_panel,
  page_order: ["/ues", "/enodebs", "/diameter", "/application",
"/configuration"]

config :control_panel, ControlPanelWeb.Endpoint,
  url: [host: "0.0.0.0", path: "/"],
  https: [
    port: 10443,
    keyfile: "/etc/omnimme/certs/server.pem",
    certfile: "/etc/omnimme/certs/server.crt"
  ]

config :api_ex,
  api: %{
    port: 8443,
    listen_ip: "0.0.0.0",
    product_name: "OmniMME",
    title: "API - OmniMME",
    hostname: "mme01.example.com",
    enable_tls: true,
    tls_cert_path: "/etc/omnimme/certs/server.crt",
    tls_key_path: "/etc/omnimme/certs/server.pem"
  }

config :logger, :default_formatter,
  format: {OmniLogger.JsonFormatter, :format},
  metadata: :all
```

OmniMME مرجع مقاييس

تقوم OmniMME بتوفير مقاييس Prometheus لنشاط مستوى التحكم MME وصحة BEAM VM.

جمع البيانات

الخاصية	القيمة
نقطة النهاية	`http://<mme-host>:9568/metrics`
المصدر	`TelemetryMetricsPrometheus` (بدأ في `Mme.Web.Supervisor`)
التنسيق	عرض نص Prometheus



يقوم؛ `mme.attach.count`) مثل **التسمية:** يتم تعريف المقاييس داخليًا بأسماء مفصولة بنقاط مثل) بعرض هذه الأسماء باستخدام شرطات سفلية Prometheus المصدر `mme_attach_count`). يستخدم Prometheus (الشرطات السفلية) طوال هذا المستند أسماء الوقت.

في أي موقع `none` **الإعدادات الافتراضية للتسميات:** كل عداد/توزيع يتم تعيينه افتراضيًا إلى يحمل دائمًا مجموعة تسمياته `mme_attach_count` إصدار لا يقوم بتعيينه. لذا فإن مقياسًا مثل بدلاً من أن يكون غائبًا `none` الكاملة؛ بعد لم يكن قابلاً للتطبيق على حدث معين يظهر.

مقاييس MME

قيم في وقت محدد، يتم إعادة حسابها دوريًا من حالة MME الحية.

المقياس	التسميات	الوصف
`mme_ue_count`	—	إجمالي سياقات UE مع IMSI صالح (متصل + خامل + محتفظ به).
`mme_ue_connected_count`	—	سياقات UE في ECM-CONNECTED.
`mme_ue_idle_count`	—	سياقات UE في ECM-IDLE (يمكن الوصول إليها عبر Paging).
`mme_bearer_count`	`bearer_type`	حاملي EPS النشطين، حسب `default` / `dedicated`.
`mme_session_count`	`apn`	جلسات PDN النشطة، حسب APN.
`mme_session_emergency_count`	—	جلسات PDN الطارئة النشطة.
`mme_session_unauthenticated_count`	—	سياقات UE ذات الخدمة المحدود (بدون IMSI) التي تحمل جلسة PDN.
`mme_esm_procedure_pending_count`	`procedure_type`	إجراءات ESM قيد التنفيذ، حسب

الوصف	التسميات	المقياس
النوع (كاشف التسرب).		
مؤقتات MME المجدولة ولكن لم يتم تشغيلها بعد (كاشف التسرب).	—	`mme_timer_active_count`
الجلسات الموجودة حاليًا في كل S-GW (توزيع الحمل الحي).	`sgw`	`mme_sgw_session_count`
الجلسات الموجودة حاليًا في كل P-GW (توزيع الحمل الحي).	`pgw`	`mme_pgw_session_count`
eNBs مع ارتباط S1 متصل.	—	`mme_enb_connected_count`
جمعيات SCTP مجمعة حسب حالة S1 eNB.	`state`	`mme_sctp_association_count`
لكل S1 حالة eNB: `1` متصل، `0` غير متصل.	`ip`, `enb_id`	`mme_s1ap_enb_status`

استعلامات مثال:

```
# نسبة المتصلين / الإجمالي
mme_ue_connected_count / mme_ue_count

# أي eNB غير متصل
mme_s1ap_enb_status == 0

# إجراءات معلقة تتزايد: ESM تسرب محتمل لإجراء
rate(mme_esm_procedure_pending_count[15m]) > 0
```

عدادات إجراءات EMM

المقياس	التسميات	الوصف
`mme_attach_count`	`result`, `via`, `cause`	نتائج إرفاق EPS. `result` = محاولة/نجاح/مرفوض؛ `via` = نوع الهوية؛ `cause` عند الرفض.
`mme_tau_count`	`result`, `via`, `type`, `cause`	نتائج تحديث منطقة التتبع، حسب النتيجة، نوع الهوية ونوع TAU (دوري/تنقل/مجمع).
`mme_service_request_count`	`result`, `cause`	نتائج طلب الخدمة / طلب الخدمة الموسع.
`mme_detach_count`	`initiator`, `type`, `cause`	أحداث الفصل، حسب `initiator` والنوع (ue/mme/hss/sgw_pgw).
`mme_auth_count`	`result`, `cause`	نتائج المصادقة؛ `cause` = mac_failure/synch_failure/timeo عند الفشل.
`mme_security_mode_count`	`result`, `cause`	نتائج أمر وضع الأمان NAS (كامل/مرفوض).
`mme_identity_count`	`result`	نتائج إجراء الهوية.

```
# معدل نجاح الإرفاق على مدى 5 دقائق
sum(rate(mme_attach_count{result="success"}[5m]))
  / sum(rate(mme_attach_count{result="attempt"}[5m]))

# فشل المصادقة حسب السبب
sum by (cause) (rate(mme_auth_count{result="failure"}[5m]))
```

عدادات إجراءات ESM

المقياس	التسميات	الوصف
`mme_pdn_connectivity_count`	`result`، `apn`، `cause`	نتائج الاتصال PDN؛ `cause` يلتقط تجاوز/رفض نوع PDN.
`mme_pdn_disconnect_count`	`initiator`، `apn`	أحداث فصل PDN، حسب المبادر و APN.
`mme_bearer_activation_count`	`bearer_type`، `initiator`، `result`، `cause`	تفعيل حاملي EPS.
`mme_bearer_deactivation_count`	`bearer_type`، `initiator`، `result`، `cause`	إلغاء تفعيل حاملي EPS.
`mme_bearer_modification_count`	`result`، `cause`	نتائج تعديل الحامل (تحديث الحامل / تعديل سياق حامل EPS).
`mme_esm_procedure_timeout_count`	`procedure_type`	مهلات ESM T3485، حسب نوع الإجراء.

عدادات اختيار العقد

المقياس	التسميات	الوصف
`mme_sgw_selection_count`	`sgw`, `result`	اختيارات S-GW لكل جلسة، حسب S-GW المختار والنتيجة.
`mme_pgw_selection_count`	`pgw`, `apn`, `result`	اختيارات P-GW لكل جلسة، حسب P-GW المختار و APN والنتيجة.
`mme_mme_peer_selection_count`	`result`	نتائج اكتشاف MME المستهدف (S10) (`x-3gpp-mme:x-s10`).
`mme_amf_selection_count`	`result`	نتائج اك��شاف AMF المستهدف (N26) (`x-3gpp-amf:x-n26`).

مقاييس DNS

حل DNS المستخدم لاختيار SGW/PGW/MME/AMF (S-NAPTR / TS 29.303).

المقياس	النوع	التسميات	
`mme_dns_query_count`	عداد	`query_type`, `result`, `purpose`	ت ة (ا ن
`mme_dns_query_duration_milliseconds`	هيستوجرام	`query_type`, `result`, `purpose`	م
`mme_dns_answer_records`	هيستوجرام	`query_type`, `purpose`	ل .(:ء 0
`mme_dns_resolution_count`	عداد	`purpose`, `result`	ل S /ة م
`mme_dns_resolution_duration_milliseconds`	هيستوجرام	`purpose`	ل N

مقاييس GTP-C (S11)

المقياس	النوع	التسميات	
`mme_gtpc_message_count`	عداد	`direction`, `message_type`	ئل C اه وع
`mme_gtpc_request_duration_milliseconds`	هيستوجرام	`message_type`	لة ب/ بة ال)، وع لة
`mme_gtpc_timeout_count`	عداد	`message_type`	ت C ار بة
`mme_gtpc_handler_crash_count`	عداد	`message_type`	لج G اذ ى ى)
`mme_gtpc_echo_count`	عداد	`direction`	ب/ بة ب اه ر) S1

المقياس	النوع	التسميات	
`mme_gtpc_modify_bearer_response_count`	عداد	`result`, `procedure`, `cause`	ة ل ل r ل/ ي/ ض (= ب 1 p = ى ك = G
`mme_gtpc_peer_restart_count`	عداد	—	ل ير فة مة اد. رة 2 §1
`mme_gtpc_path_failure_count`	عداد	—	ت S ر◀ لة طة ى ط 2 §7

مقاييس Diameter S6a

المقياس	النوع	التسميات	
`mme_s6a_request_count`	عداد	`command`، `result_code`	للبات MME (AIR نتيجة Diar
`mme_s6a_request_duration_milliseconds`	هيستوجرام	`command`	طلب S6a
`mme_s6a_server_initiated_count`	عداد	`command`، `result`	سائل HSS (CLR نتيجة

```
# زمن الاستجابة S6a (HSS) p95 على مدى 5 دقائق
histogram_quantile(0.95,
  sum by (le, command)
(rate(mme_s6a_request_duration_milliseconds_bucket[5m])))
```

مقاييس S1AP

المقياس	التسميات	الوصف
`mme_s1ap_message_count`	`direction`, `message_type`, `enb_id`	رسائل S1AP، حسب الاتجاه، النوع و eNB.
`mme_s1ap_degraded_ie_count`	`message_type`, `ie`, `criticality`, `reason`, `enb_id`	IEs S1AP التي لم يتمكن الترميز من تشكيلها. `reason=unknown_ie` و IE لا يعرفه هذا MME (TS 36.413 §10.3.2)؛ `reason=shaping_fail` هو قيد الترميز يترك قيمة ASN.1 خام.
`mme_s1ap_encode_failure_count`	`message_type`, `enb_id`	فشل ترميز S1AP.
`mme_s1ap_error_indication_count`	`cause`, `enb_id`	إشارات خطأ S1AP من eNBs.
`mme_s1ap_setup_count`	`result`, `enb_id`	نتائج إعداد S1 (إدخال eN
`mme_s1ap_reset_count`	`direction`, `enb_id`	تأكيد / إعادة تعيين S1AP إعادة تعيين.
`mme_erab_setup_count`	`result`, `cause`, `enb_id`	نتائج إعداد E-RAB.
`mme_erab_release_count`	`result`, `cause`, `enb_id`	نتائج إلغاء E-RAB.

المقياس	التسميات	الوصف
`mme_initial_context_setup_count`	`result`, `enb_id`	نتائج إعداد السياق الأولي.

مقاييس التنقل والتPaging

المقياس	التسميات	الوصف
`mme_paging_count`	`result`, `stage`	أحداث التPaging؛ `result` = محاولة/نجاح، `stage` = مرحلة إجراء التPaging (S-TMSI / IMSI).
`mme_handover_count`	`kind`, `direction`, `result`	عمليات النقل حسب `kind` (x2/s1/s10/n26/offload)، الاتجاه والنتيجة.

توجد عدادات اكتشاف MME / اختيار العقد تحت النظام المتداخل (`mme_mme_peer_selection_count`, `mme_amf_selection_count`).

دلاء الهيستوجرام

تشارك جميع الهيستوجرامات (مللي ثانية) `*_duration_milliseconds` هذه الدلاء الزمنية:

```
1, 5, 10, 25, 50, 100, 250, 500, 1000, 2500, 5000, 10000
```

يستخدم `mme_dns_answer_records` `0, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 50` دلاء العد.

مقاييس BEAM VM

تقوم OmniMME بتصدير مقاييس وقت تشغيل BEAM لتخطيط السعة وتشخيص تسرب الذاكرة أو العمليات. جميع مقاييس الذاكرة بالبايت.

المقياس	الوصف
`beam_memory_total`	إجمالي الذاكرة المخصصة بواسطة BEAM VM (جميع الفئات).
`beam_memory_processes`	الذاكرة المخصصة لعمليات Erlang (الكومة، المكدس، صناديق البريد).
`beam_memory_processes_used`	الذاكرة المستخدمة بنشاط داخل كومات العمليات.
`beam_memory_system`	الذاكرة المستخدمة بواسطة نظام BEAM (الكود، الذرات، إلخ، ETS).
`beam_memory_atom`	الذاكرة المخصصة لجدول الذرات (المستخدمة + المحفوظة).
`beam_memory_atom_used`	الذاكرة المستخدمة بنشاط بواسطة الذرات.
`beam_memory_binary`	ذاكرة ثنائية خارج الكومة (مرجعية). قد تشير الزيادة المستمرة إلى تسرب ثنائي.
`beam_memory_code`	الذاكرة المستخدمة بواسطة كود وحدة BEAM المحملة. عادة ما تكون مستقرة بعد بدء التشغيل.
`beam_memory_ets`	الذاكرة المستخدمة بواسطة جداول ETS. تقوم OmniMME بتخزين سياقات UE/eNB في ETS، لذا فإن هذا ينمو مع عدد المشتركين.
`beam_processes_count`	عدد عمليات Erlang الجارية. قد تشير الزيادة المستمرة إلى تسرب العمليات.
`beam_ports_count`	عدد منافذ Erlang (المآخذ، أوصاف الملفات). تتبع تقريبًا الاتصالات النشطة SCTP/TCP.
`beam_atom_count`	إجمالي الذرات في جدول الذرات. لا يتم جمع الذرات أبداً — تشير الزيادة في العدد إلى إنشاء ذرات ديناميكية (تسرب).

المقياس	الوصف
`beam_vm_uptime`	ثوانٍ منذ بدء BEAM VM.

```
# ذاكرة ETS كنسبة مئوية من الإجمالي
beam_memory_ets / beam_memory_total * 100

# إعادة تشغيل غير متوقعة (إعادة تعيين وقت التشغيل بالقرب من الصفر)
beam_vm_uptime < 300
```

التنبيهات الموصى بها

التنبيه	التعبير	الشدة
eNB غير متصل	`mme_s1ap_enb_status == 0`	تحذير
عدم وجود UEs متصلة خلال ساعات العمل	`mme_ue_connected_count == 0`	حرجة
معدل نجاح الإرفاق متدهور	`sum(rate(mme_attach_count{result="success"}[5m])) / sum(rate(mme_attach_count{result="attempt"}[5m])) < 0.9`	تحذير
ارتفاع أخطاء HSS (S6a)	`sum(rate(mme_s6a_request_count{result_code!~"2.*"}[5m])) > 0`	تحذير
فشل مسار GTP-C	`increase(mme_gtpc_path_failure_count[5m]) > 0`	تحذير
أعطال معالجات GTP-C	`increase(mme_gtpc_handler_crash_count[5m]) > 0`	تحذير

التنبيه	التعبير	الشدة
تسرب إجراء ESM	`mme_esm_procedure_pending_count > 100`	تحذير
استخدام عالي للذاكرة	`beam_memory_total > 3221225472`	تحذير
زيادة عدد العمليات	`beam_processes_count > 50000`	تحذير
اكتشاف إعادة تشغيل BEAM	`beam_vm_uptime < 120`	حرجة
نمو جدول الذرات	`deriv(beam_atom_count[10m]) > 100`	تحذير

NIDD وواجهة T6a/T6b — تسليم البيانات غير IP لـ CIoT

يسمح لجهاز Cellular-IoT (CIoT / NB-IoT) بتبادل بيانات **تسليم البيانات غير IP (NIDD)** البيانات تمر عبر **IP** صغيرة مع خادم التطبيق **دون الحاجة إلى تخصيص عنوان IP غير** ينقلها MME، وMME وUE بين (**Control-Plane CIoT EPS** تحسين) NAS مستوى الإشارة عبر واجهة **T6a** Diameter إلى **وظيفة كشف قدرات الخدمة (SCEF)**.

(معرف التطبيق **16777346**، T6a/T6b تطبيق) GPP TS 29.128 تم تعريف الواجهة في 3 والإجراءات في GPP TS 23.682 §5.13. يستخدم نقل بيانات NAS رسالة ESM DATA TRANSPORT من GPP TS 24.301 3.

> `:nidd` لا يعلن MME عن دعم CIoT، **اختياري ومُعطّل بشكل افتراضي.** بدون تكوين في Control-Plane، ولا يتم تقديم اتصالات PDN غير IP عبر T6a. يتصرف MME غير CIoT تمامًا كما كان من قبل.

جدول المحتويات

- الهيكل
- إنشاء الاتصال
- البيانات المنبعثة من الهاتف المحمول
- البيانات المنتهية إلى الهاتف المحمول
- التكوين
- نطاق الدعم والقيود

الهيكل

```
        NAS (ESM DATA TRANSPORT)          T6a / TS 29.128
(Diameter)
  UE  <----------------------------> MME <-----------------------
--> SCEF <----> SCS/AS
       تحسين Control-Plane CIoT     CMR/CMA  ODR/ODA  TDR/TDA
```

اتصال PDN غير IP ليس لديه **PGW، ولا SGW، ولا نفق GTP-U**. بدلاً من ذلك، يحتفظ MME بجلسة PDN غير IP بدون نفق مرتبطة بـ SCEF بواسطة **SCEF-ID**و **Session-Id** Diameter الذي خصصه MME لاتصال T6a.

MME هو نظير Diameter لـ SCEF (مباشرة، أو عبر DRA). نفس خدمة Diameter التي تحمل S6a/S13 تحمل أيضًا T6a — التطبيق `:t6a` مسجل جنبًا إلى جنب مع `:s6a`.

إنشاء الاتصال

عندما يتصل UE بنوع PDN "غير IP" وتكوين APN للاشتراك يحمل **PDN-Type = Non-IP (4)** (TS 23.682 §5.13.1) بالإضافة إلى **SCEF-ID** (ترميز المرحلة 3 لمؤشر "Invoke SCEF Selection")، يقوم MME — بدلاً من GTP-C Create Session نحو PGW — بإرسال **Connection-Management-Request (CMR)** إلى SCEF:

AVP	القيمة
`Connection-Action`	`CONNECTION_ESTABLISHMENT (0)`
`Service-Selection`	APN (مثل `non-ip`)
`User-Identifier`	`{ User-Name = IMSI }`
`Bearer-Identifier`	هوية EPS Bearer المخصصة
`Destination-Host` / `-Realm`	مشتقة من SCEF-ID للاشتراك

عند نجاح **Connection-Management-Answer (CMA، Result-Code 2001)**، يسجل MME جلسة PDN غير IP ويعلن عن **تحسين** **Control-Plane CIoT EPS** لـ UE في

دعم ميزات الشبكة EPS مع إنهاء الاتصال. يتم في قبول الاتصال CMR يحمل
`CONNECTION_RELEASE (1)` عندما يتم إنهاء اتصال PDN، ويتم أيضًا احترام إنهاء CMR الذي
يبدأه SCEF.

البيانات المنبعثة من الهاتف المحمول

(TS 23.682 §5.13.4) يرسل UE بيانات غير IP في حاوية بيانات المستخدم في NAS **ESM DATA TRANSPORT** (`0` نوع الرسالة `xEB`). يقوم MME بإعادة توجيهها إلى SCEF كـ T6a **MO-Data-Request (ODR)** حيث يكون **`Non-IP-Data`** AVP هو الحمولة كما هي.

```
UE --ESM DATA TRANSPORT(user data)--> MME --ODR(Non-IP-Data)-->
SCEF
```

البيانات المنتهية إلى الهاتف المحمول

(TS 23.682 §5.13.3) يرسل SCEF بيانات غير IP في اتجاه أسفل في T6a **MT-Data-Request (TDR)**. يقوم MME بربط **`Non-IP-Data`** AVP في NAS **ESM DATA TRANSPORT** ويجيب UE في اتجاه أسفل إلى SCEF بـ **MT-Data-Answer (TDA)**.

```
SCEF --TDR(Non-IP-Data)--> MME --ESM DATA TRANSPORT(user data)-->
UE
             MME --TDA(Result-Code)--> SCEF
```

يتم مطابقة TDR مع UE بواسطة **User-Name (IMSI)** + **Bearer-Identifier (EBI)**. إذا لم يتم العثور على UE أو جلسة SCEF الخاصة به، يجيب MME SCEF بـ `UNABLE_TO_COMPLY (5012)` حتى يتمكن SCEF من تطبيق سياسة التخزين المؤقت / إعادة الإرسال الخاصة به.

التكوين

يتطلب الأمر قطعتين:

1. **تمكين NIDD** حتى يعلن MME عن دعم CIoT في Control-Plane:

```
config :mme, :nidd, enabled: true
```

2. **تسجيل SCEF كند للـ Diameter** قائمة ف`:peers` (أو `:diameter_ex`) القاموس `:t6a` يتم تسجيل تطبيق (معرف التطبيق `16_777_346`، `:diameter_gen_3gpp_t6a` تلقائيًا في قائمة `applications:`). الوصول إليه عبر DRA الموجود).

يتم توفير APN غير IP نفسه في اشتراك **HSS**: تكوين APN مع `PDN-Type = Non-IP (4)` و `SCEF-ID`.

انظر إلى مرجع التكوين للحصول على جدول المعلمات الكامل، بما في ذلك نقطة النهاية `s11u_ip` لبيانات IP NB-IoT.

بيانات IP NB-IoT عبر Control-Plane CIoT (S11-U)

بجانب NIDD غير IP، يحمل نفس تحسين Control-Plane CIoT بيانات **IP** لـ NB-IoT (TS 23.401 §5.3.4B). هنا، يكون PDN هو PDN IP عادي نحو PGW، لكن البيانات تمر عبر NAS:

```
  UE  <--ESM DATA TRANSPORT (IP packet)-->  MME  <--GTP-U on S11-
U-->  SGW  <--->  PGW
        تحسين Control-Plane CIoT            (MME ينهي مستوى
المستخدم)
```

ينهي MME مستوى المستخدم على واجهة **S11-U** بدلاً من eNB على S1-U:

- يحمل طلب إنشاء الجلسة **S11-U GTP-U F-TEID** لـ MME (38 في (نوع الواجهة E-RAB لا يتم إعداد. (النوع 39) **S11-U GTP-U F-TEID** سياق الحامل؛ ويعيد SGW S1-U.
- يتم تغليف حزمة: **الاتجاه الصاعد** IP في ESM DATA TRANSPORT (G-PDU، TEID = TEID S11-U لـ SGW) وإرسالها إلى SGW.
- يتم فك تغليف: **الاتجاه النازل** G-PDU الذي يصل إلى TEID S11-U لـ MME وتسليمه إلى UE كـ ESM DATA TRANSPORT في الاتجاه النازل (إعادة استخدام التخزين المؤقت / التصفية للـ UE الخاملة).

يتم اختيار هذا المسار عندما يكون CP-CIoT مفعلًا (`config :mme, :nidd, enabled: true`)، وقد أشار UE إلى دعم CIoT في Control-Plane، ونوع PDN هو IP. يستمع نقطة النهاية GTP-U S11-U لـ MME على UDP **2152** (`config :mme, :nidd, s11u_ip:` — الافتراضي هو IP GTP-C S11). **طلب خدمة** يعيد **Control Plane** لـ NB-IoT (`0x4D`) إنشاء الاتصال لـ UE الخامل.

الاتصال بدون حامل مستوى المستخدم

مع طلب) لا مستوى مستخدم، لذا يتم تسليم قبول الاتصال CP-CIoT / IP غير PDN يحمل اتصال **في الاتجاه NAS** في **نقل** NAS عبر (IP غير PDN الافتراضي، نوع EPS تفعيل سياق حامل **النازل** E-RAB S1-U. ثم تمر البيانات عبر ESM DATA — لا يوجد طلب إعداد سياق أولي ولا TRANSPORT يتم اختيار هذا تلقائيًا عندما يكون نوع S1. على نفس اتصال الإشارة للحامل PDN الافتراضي غير IP.

الخامل UE تسليم البيانات المنتهية إلى

عندما تصل بيانات MT لـ UE، يقوم **الخامل** MME بتخزينها في سياق UE **ويصفّر** UE (TS 23.682 §5.13.3 4–2 الخطوات). يتم إبلاغ SCEF بـ `DIAMETER_SUCCESS` — لقد تحمل MME المسؤولية عن التسليم. يتم تفريغ المخزن المؤقت بمجرد أن يجيب UE على التصفير بأي رسالة NAS في الاتجاه الصاعد. (التخزين المؤقت في حالة سياق متقلبة، لذا لا يبقى بعد إعادة تشغيل MME).

نطاق الدعم والقيود

- **غير متجول فقط.** يتم تقديم NIDD للمشتركين المحليين عبر T6a. NIDD المتجول — غير مدعوم في الشبكة الزائرة — عبر IWK-SCEF إلى T6b.
- **أقصى حجم رسالة غير IP.** تحمل كل رسالة غير IP، سواء في الاتجاه الصاعد أو النازل، ما يصل إلى **255 بايت** من بيانات المستخد؛ يجب تقسيم الحمولات التطبيقية الأكبر بواسطة التطبيق.
- **تحديد الاتصالات بواسطة IMSI.** يتم ربط كل اتصال SCEF بـ IMSI المشترك ؛ لا يتم استخدام تحديد الهوية بناءً على MSISDN. (حسب TS 23.682 §5.13.1.2)
- **غير مدعوم:** إشارة بيانات الاستثناء المنبعثة من الهاتف المحمول وخدمة البيانات الموثوقة.

دليل عمليات OmniMME

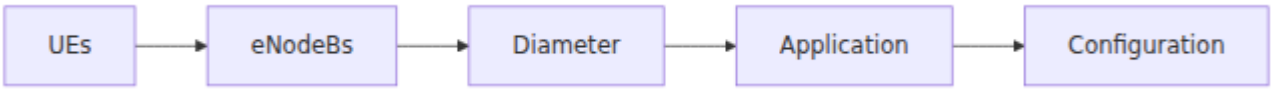
يغطي هذا الدليل العمليات اليومية لـ OmniMME باستخدام واجهة الويب الخاصة بلوحة التحكم وواجهة برمجة التطبيقات REST.

جدول المحتويات

- نظرة عامة على لوحة التحكم
- إدارة معدات المستخدم
- إدارة eNodeBs
- حالة نظير Diameter
- خدمات الموقع
- نقل S10 بين MME
- واجهة برمجة التطبيقات REST
- مرجع حالات UE
- استكشاف الأخطاء وإصلاحها

نظرة عامة على لوحة التحكم

تكون لوحة التحكم متاحة على `https://<mme-host>:10443`. توفر عرضًا في الوقت الفعلي لسياقات UE، اتصالات eNodeB، وحالة نظير Diameter، مع تحديث تلقائي كل ثانية.



انظر `runtime.exs` في `page_order` ترتيب التنقل في الشريط الجانبي قابل للتكوين عبر مرجع التكوين S10. صفحات الموقع و متاحة بالإضافة إلى الصفحات أعلاه عندما يتم تمكين واجهاتها؛ أضف مساراتها إلى `page_order` لعرضها في الشريط الجانبي.

إدارة معدات المستخدم

تظهر صفحة **UEs** جميع سياقات UE التي يحتفظ بها MME مؤخرًا - متصلة، خاملة، ومفصولة حاليًا.

ملخص حالة UE

في أعلى صفحة UEs، يظهر عدد حي:

الحالة	المعنى
متصل	UE مسجل في EMM ومتصل في ECM (ارتباط S1AP نشط، نشط في مستوى البيانات)
خامد	UE مسجل في EMM وخامل في ECM (تم تحرير S1AP، يمكن - السياق محفوظ الوصول إليه عبر الإشعارات)
منفصل	UE غير مسجل في EMM (مفصول؛ السياق محفوظ لفترة قصيرة لإعادة التعلق بناءً على السياق)

البحث والتصفية

تطابق صندوق البح�� مع IMSI، MSISDN، IMEISV، معرف MME UE S1AP، معرف eNB UE S1AP، واسم eNodeB. يتم تحديث النتائج أثناء الكتابة مع تأخير قدره 300 مللي ثانية.

يوفر زر **التصفية** تصفية قائمة على الحالة:

- **جميع الحالات** - عرض جميع السياقات
- **متصل** - متصل في ECM فقط
- **خامد** - خامد في ECM فقط
- **منفصل** - غير مسجل في EMM فقط

تكون النتائج مقسمة إلى صفحات بمعدل 10 لكل صفحة. استخدم عناصر التحكم في الترقيم للتنقل بين عدد كبير من المشتركين.

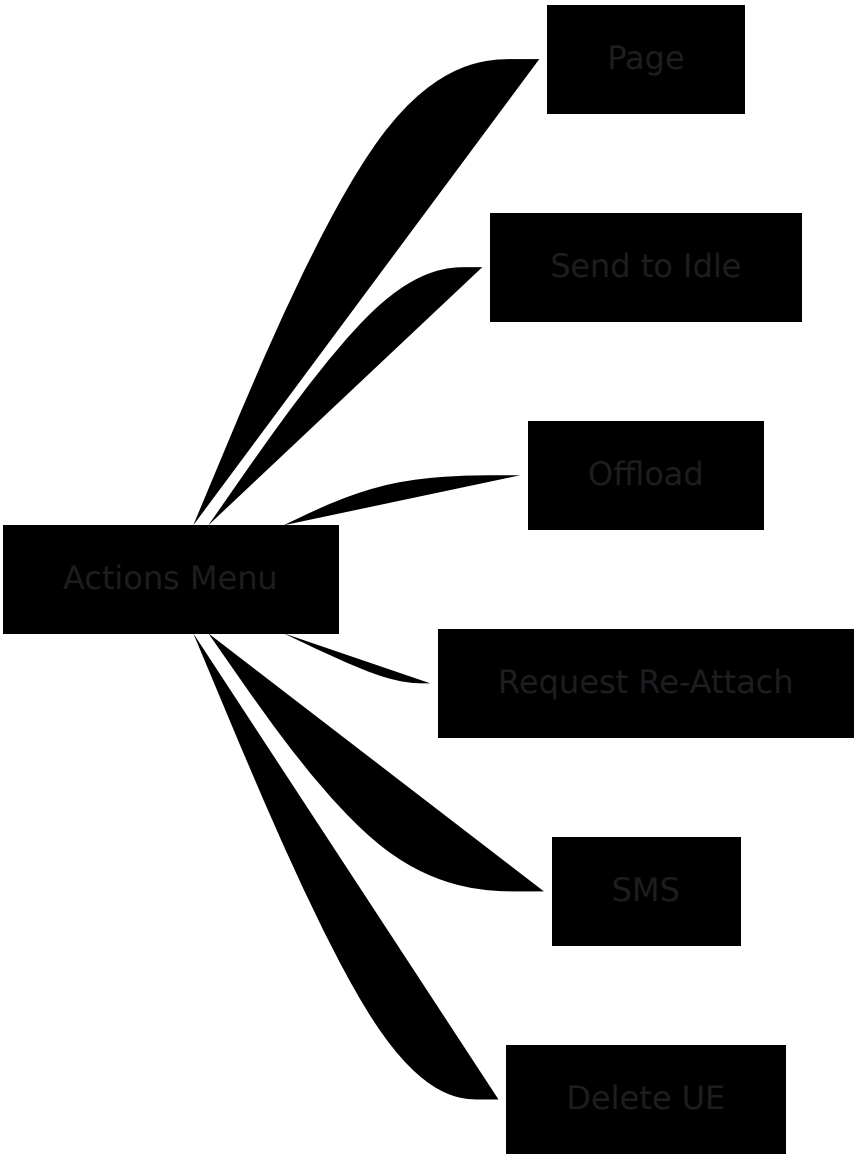
عرض تفاصيل UE

لتوسيع عرض التفاصيل الخاص به. تعتمد الأقسام المعروضة على السياق UE انقر على أي صف المتاح:

القسم	المحتويات
معلومات أساسية	IMSI، MSISDN، IMEISV، نوع الجهاز، GUTI، TAI الحالي، ECGI الحالي، UE AMBR، نقاط نهاية نفق S11، طوابع زمنية للسياق
قدرة الراديو	مستوى الإصدار UE، فئة MIMO، المدعومة، قدرة LTE نطاقات
قدرة شبكة UE	خوارزميات تشفير EPS وسلامة البيانات، دعم الترميز
سياق الأمان	خوارزمية الأمان NAS ومعرف مجموعة المفاتيح
جلسات PDN	اتصالات PDN النشطة مع APN، AMBR، وتفاصيل الحامل
APNs المسموح بها	ملف تكوين APN من اشتراك HSS
إجراءات ESM الأخيرة	معاملات إعداد/إلغاء الحامل قيد التقدم أو المكتملة مؤخرًا

إجراءات UE

لكل UE غير المسجلة في EMM قائمة إجراءات (زر ⋮). يتم تعطيل الإجراءات بالنسبة لـ UEs حيث لن يكون لها أي تأثير.



الصفحة

تترسل رسالة إشعار لاسترجاع UE من حالة ECM-Idle. تتوفر طريقتان للإشعار:

الطريقة	السلوك	متى تستخدم
S-TMSI	تستخدم الإشعار باستخدام S-Temporary Mobile Subscriber Identity للـ UE. آلية الإشعار القياسية.	الافتراضي - استخدم هذا ي الافتراضي التشغيل العادي.
IMSI	تستخدم الإشعار باستخدام IMSI الكامل للـ UE.	استخدم فقط عندما تفشل الإشعارات باستخدام S-TMSI. قد يتسبب **تحذير:** في فصل UE الإشعار باستخدام IMSI وإعادة التعلق.

تكون عملية الإشعار متاحة فقط لـ UEs (متصلة أو خاملة) المسجلة.

إرسال إلى خامد

ترسل أمر تحرير سياق UE إلى eNodeB، مما ينتقل بـ UE من ECM-Connected إلى ECM-Idle. يظل UE مسجلاً في MME. استخدم هذا لتحرير موارد الراديو UE يتم الاحتفاظ بسياق لمشترك خامد.

نقل

ينقل UE إلى MME مع UE مختلف أو يجبر على إعادة الاختيار عن طريق إرسال أمر تحرير سياق حاليًا خاملاً، يتم إخطاره أولاً لضمان UE إذا كان `load-balancing-tau-required` السبب تسليم التحرير.

وعادة ما يعيد TAU بإجراء UE لفترة قصيرة. سيقوم UE هذا يقطع اتصال البيانات الخاص بـ الاتصال بـ MME أقل تحميلًا.

طلب إعادة التعلق

يفصل UE. ويشغل إعادة التعلق الفورية عن طريق إرسال طلب فصل مع الحاجة إلى إعادة التعلق. إذا كان UE حاليًا خاملاً، يتم إخطاره أولاً.

استخدم هذا لإجبار إعادة المصادقة أو لتطبيق تغيير اشتراك يتطلب اتصالًا جديدًا.

SMS

ترسل رسالة SMS إلى UE عبر واجهة NAS (SMS-over-NAS). إذا كان UE حاليًا خاملاً، يتم إخطاره أولاً قبل تسليم الرسالة.

املأ:

- **المرسل** - الرقم الذي سيظهر كمرسل الرسالة (أرقام فقط) **رقم MSISDN**
- **الرسالة** - نص SMS

حذف UE

يزيل جميع السياقات المخزنة لهذا UE على الفور. سيحتاج UE إلى إجراء إجراء اتصال كامل لإعادة الاتصال. لا يرسل هذا أي إشارات إلى UE أو eNodeB - إنها مجرد عملية حذف محلية للحالة.

استخدم هذا لمسح سياق قديم أو عالق يمنع الاتصال العادي.

إدارة eNodeBs

تظهر صفحة **eNodeBs** سياقات eNodeB الحالية وحالة اتصال S1 الخاصة بها.

يقوم MME بإزالة إد��ال eNodeB الخاص به وإصدار SCTP، عندما تفشل أو تغلق رابطة eNodeB الحوامل الوصول المتأثرة. يظهر مرة أخرى عندما يعيد الاتصال.

ملخص حالة eNB

الحالة	المعنى
متصل	رابطة SCTP نشطة؛ تم الانتهاء من إعداد S1
منفصل	لم يتم الانتهاء من إعداد S1 بعد

عرض تفاصيل eNB

انقر على أي صف eNB لتوسيع عرض التفاصيل الخاص به:

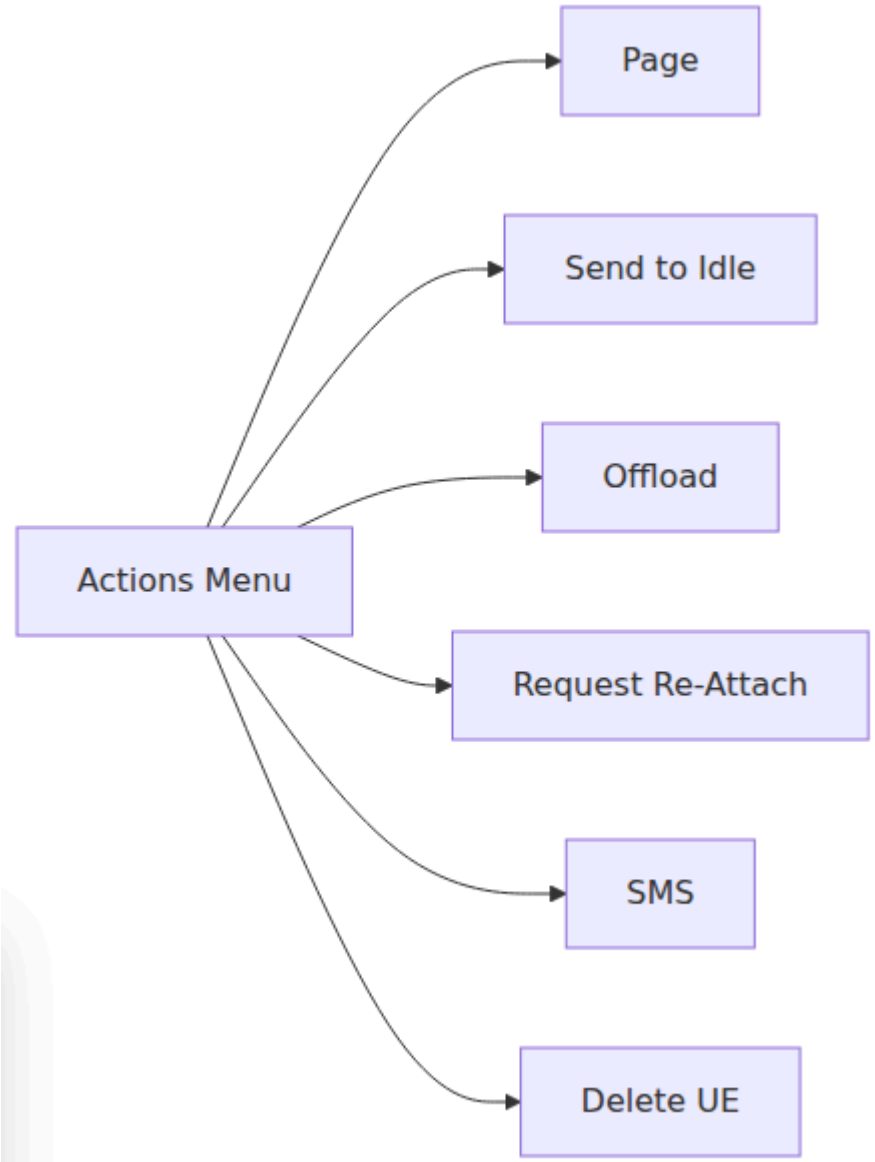
القسم	المحتويات
معلومات أساسية	PLMN، DRX الإشعار الافتراضي، DRX الإشعار NB-IoT، سعة MME المعلنة
تفاصيل الاتصال	العنوان/المنفذ المحلي والبعيد، عدد التدفقات، حالة SCTP، معرف رابطة SCTP والتاريخ
تكوين TAI	TAIs المعلنة من قبل eNB والمجموعة المقبولة من قبل MME
e-gNBs المتصلة	5 العقد الثانويةG NR (e-gNBs) المتصلة بهذا eNB لعملية NR-NSA

تحديث سعة MME المعلنة

يمكن لـ OmniMME توجيه eNodeB لاستخدام قيمة **سعة** **MME** **النسبية** مختلفة دون الحاجة إلى إعادة التشغيل. هذا مفيد لتحقيق توازن الحمل بشكل سلس أو تصريف الصيانة.

1. افتح قائمة الإجراءات (⋮) بجوار eNB - eNB متاحة فقط عندما يكون **متصلًا**.
2. اختر **تحديث السعة**.
3. أدخل قيمة بين 0 و 255.
4. انقر على **إرسال إلى** **eNB**.

ترسل OmniMME رسالة تحديث تكوين MME إلى eNB مع السعة النسبية الجديدة. يدخل التغيير حيز التنفيذ على الفور على جانب eNB ولكنه يعود إلى القيمة في `runtime.exs` عند إعادة تشغيل MME.



حالة نظير Diameter

تظهر صفحة **Diameter** جميع نظائر Diameter المكونة وحالتها الحالية للاتصال.

بالنسبة لكل نظير، يتم عرض ما يلي:

الحقل	الوصف
المضيف	هوية Diameter (Origin-Host) للنظير
الحالة	حالة الا��صال الحالية: متصل، منفصل، أو جارٍ الاتصال
المنفذ / IP	عنوان الشبكة للنظير
النقل	TCP أو SCTP
بدء الاتصال	ما إذا كانت OmniMME تبدأ (`outbound`) أو تقبل (`inbound`) الاتصال
المجال	مجال Diameter في CEA المبلغ عنه من قبل النظير
اسم المنتج	سلسلة منتج البائع المبلغ عنها من قبل النظير في CEA
معرفات التطبيقات	معرفات التطبيقات Diameter في CEA المتفاوض عليها

قم بتوسيع صف النظير لرؤية تفاصيل الاتصال الكاملة.

S6a المكونة كـ **متصلة**. سيمنع فقدان جميع نظائر S6a يتطلب نشر صحي أن تظهر جميع نظائر إتمام إجراءات التعلق الجديدة لـ UE.

خدمات الموقع

المسجلة. وهي متاحة فقط عندما UEs لـ (LCS) توفر صفحة **الموقع** تحديد موقع الطائرة التحكم ؛ تأتي نتائج التحديد(انظر مرجع التكوين ، `esmlc.enabled`) E-SMLC إلى SLs يتم تمكين واجهة من E-SMLC عبر SLs (LCS-AP)، مع جمع القياسات من eNB (LPPa) ��/أو UE (LPP).

يتطابق .UEs في أعلى الصفحة، تظهر الأعداد الحية **الإجمالي**، **المتصل**، **الخامد**، و **المحدد** لـ البحث مع IMSI، MSISDN، أو معرف MME UE S1AP.

طرق التحديد

اختر الطريقة قبل طلب تحديد الموقع:

الطريقة	المصدر	الدقة النموذجية	الملاحظات
معرف الخلية	الخلية الخادمة (ECGI) ومنطقة التتبع (TAI)	مستوى الخلية	الأسرع؛ لا تتطلب حملة قياس من UE/eNB.
E-CID (معرف الخلية المعزز)	قياسات eNB عبر LPPa (TS 36.455)	عشرات إلى مئات الأمتار	كميات قابلة للاختيار: معرف الخلية، نوع TA 1، نوع TA 2، زاوية الوصول، RSRP، RSRQ.
GNSS (GPS)	GPS للـ UE عبر LPP (TS 36.355)	10–50 م	الأكثر دقة من LPP؛ يتطلب دعم GPS ورؤية UE.
OTDOA	PRS eNB + اختلافات توقيت UE عبر LPP	عشرات الأمتار	يتطلب خلايا متعددة مع PRS مفعلة.

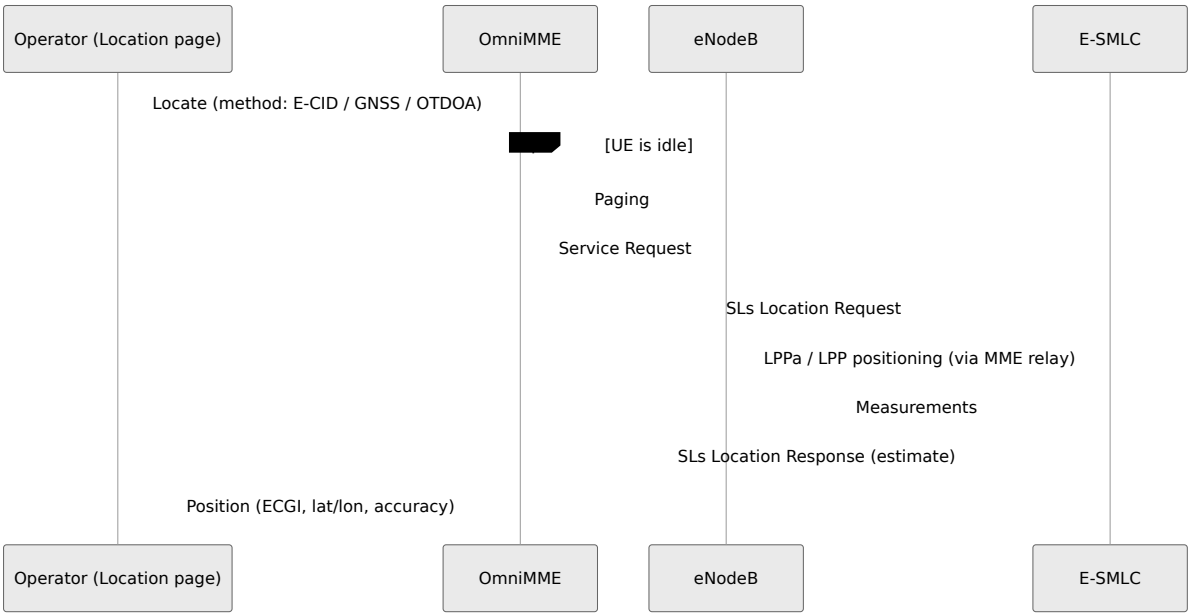
بالنسبة لـ E-CID، استخدم مفاتيح قياس الكمية للتحكم في الكميات التي يطلبها E-SMLC.

طلب تحديد الموقع

الإجراء	السلوك
تحديد	خاملاً، يتم UE يقوم بتشغيل طلب تحديد حي باستخدام الطريقة المختارة. إذا كان إخطاره أولاً. يتم جلب النتيجة بشكل غير متزامن ويتم تحديث الصف عند وصولها.
مخزنة	أو E-SMLC دون الاتصال بـ UE (ECGI الخادم + TAI) تعيد آخر موقع معروف للـ إخطاره.

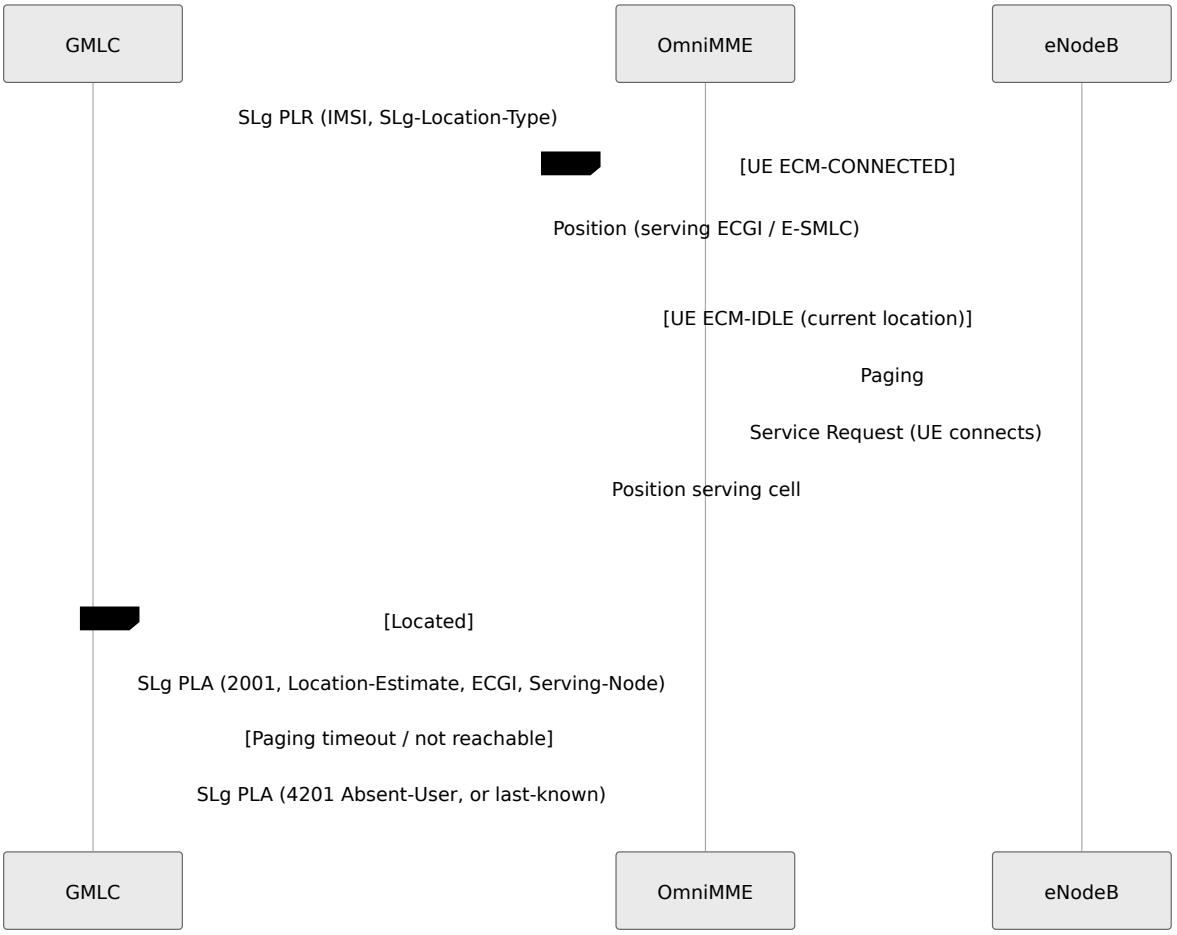
خط العرض/خط الطول/الارتفاع، عدم اليقين والثقة؛ تفاصيل قياس ECGI، TAI تظهر لوحة النتائج E-CID (الخلية، TAC، أنواع TA، AoA، RSRP، RSRQ)ومعلومات خلية ؛ OTDOA (PCI، EARFCN، عرض/تكوين PRS). عندما تكون إحداثيات GNSS موجودة، يتم عرض دبوس خريطة مضمن.

يتم طلب **تحديد** LCS يدفع التحكم: الخاص بالطائرة MME E-SMLC عبر SLs، والذي وفقًا لتدفق UE (LPP) و/أو eNB (LPPa) بدوره يجمع القياسات من.



طلب تحديد الموقع عبر SLg (من GMLC)

عندما يرسل GMLC **طلب توفير الموقع (PLR)** عبر SLg (TS 29.172)، يقوم MME بحل خامد، UE بالنسبة لطلب *الموقع الحالي* لـ **(PLA)**. موقع المشترك ويرد بـ **إجابة توفير الموقع** يقوم MME بإخطار UE أولاً (مTriggered بواسطة الشبكة)، ثم يحدد موقعه:



- تخطر **الحالي / الأولي / تحقق الإشعار** أنواع الموقع UE خامد (محدودة بـ T3413)، ثم تعيد الخلية الخادمة. عند انتهاء مهلة الإشعار، تعود إلى آخر معروف لـ *الحالي أو الأخير المعروف*، أو `DIAMETER_ERROR_ABSENT_USER` (4201) للحالي الصارم.
- تعيد **الحالي أو الأخير المعروف** ECGI/TAI الخادمة المخزنة دون إشعار عندما لا تتوفر تحديد حي.
- رموز النتائج: `2001` نجاح، `5001` المستخدم غير معروف، `4201` غائب/غير قابل للوصول، `4260` فشل طريقة التحديد.

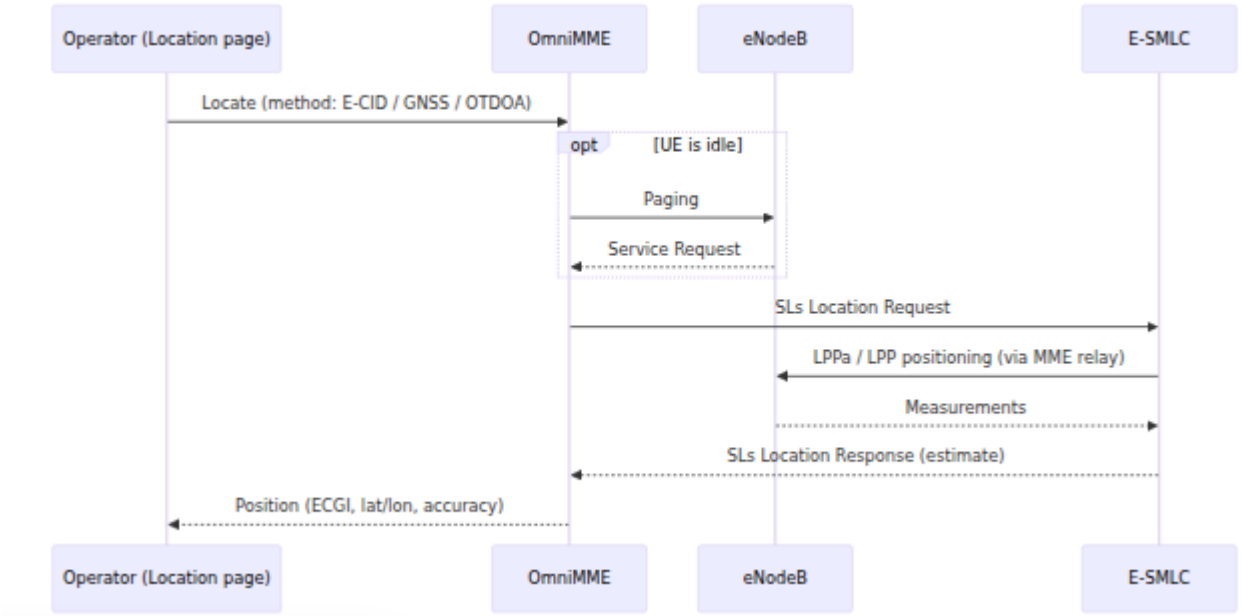
> عندما يتم تعيين `esmlc.enabled`، يتم تلبية PLR من خلال مسار تحديد SLs/E-SMLC من حالته الخادمة / الأخيرة المعروفة MME أعلاه؛ خلاف ذلك، يجيب.

نقل S10 بين MME

تكون صفحة **S10** مراقبة للقراءة فقط لنقل الحركة بين MME - نقل السياق في وضع الخمول بالإضافة، S10 GTP-C ونقل إعادة التوطين في وضع الاتصال - عبر واجهة (TAU GUTI الأجنبي) إلى N26 5 إلىGS. انظر MME المجاورة (S10) للتكوين.

الخاصة به. إذا SCTP المستهدف محليًا فقط أثناء إنشاء رابطة eNodeB يكون، S1 بالنسبة لنقل آخر قد MME لأن S10 المستهدف عبر MME اختيار MME فشلت رابطة المحلية السابقة، يستخدم المستهدف إعادة التوطين، MME إذا فشلت عملية الاكتشاف أو رفض. يخدم الآن هذا eNodeB. المصدر فشل إعداد النقل. انظر eNodeB يتلقى TS 23.401 §5.5.1.2.2.

عندما يصل UE إلى TAU يقدم GUTI ينتمي إلى MME آخر (GUTI *أجنبي*)، يسحب OmniMME سياق UE من MME السابق عبر S10 بدلاً من رفضه:



اكتشاف الجيران

يعرض `selection_method` المكون (S-NAPTR المعتمد على DNS الثابتة أو النظائ��) وقائمة نظائر MME **المضيف** المجاورة للتكوين الثابت: **IP**، **المنفذ** و.

عمليات النقل النشطة

تسرد عمليات النقل الجارية S10/N26 مع عدد حي، حيث يظهر كل صف:

الحقل	الوصف
IMSI	المشترك الذي يتم نقله.
MME UE S1AP ID	معرف S1AP المحلي لسياق UE.
المرحلة	مرحلة النقل - على سبيل المثال، acquiring-context، preparing-relocation، relocation-complete.

النظير عبر واجهة MME لا توجد إجراءات للمشغلين في هذه الصفحة؛ يتم دفع النقل القسري إلى برمجة التطبيقات REST.

واجهة برمجة التطبيقات REST

توفر واجهة برمجة التطبيقات REST (`https://<mme-host>:8443`) وصولاً برمجيًا لتكامل OSS/BSS والأتمتة. تتوفر الوثائق التفاعلية على `/api/swagger`.

نقاط نهاية UE

قائمة UEs

```
GET /api/ues
```

معلمات الاستعلام:

المعلمة	النوع	الوصف
`search`	String	تصفية حسب IMSI، MSISDN، IMEISV�� MME UE S1AP ID، eNB UE S1AP ID، أو اسم eNB
`status`	String	تصفية حسب الحالة: `connected`، `idle`، أو `disconnected`
`page`	Integer	رقم الصفحة (الافتراضي: 1)
`per_page`	Integer	النتائج لكل صفحة (الافتراضي: 50)

الاستجابة:

```
{
  "data": [ ... ],
  "page": 1,
  "per_page": 50,
  "total": 142,
  "total_pages": 3
}
```

`data`: يتضمن كل كائن UE في `context_id`، `imsi`، `imeisv`، `msisdn`، `mme_ue_s1ap_id`، `enb_ue_s1ap_id`، `global_enb_id`، `enb_name`، `emm_state`، `ecm_state`، `current_tai`، `current_ecgi`، `guti`، `s_tmsi`، `ue_ambr`، الطوابع الزمنية، `session_contexts`، `esm_procedures`، و `apn_configuration_profile`.

الحصول على UE بواسطة معرف السياق

```
GET /api/ues/:context_id
```

يعيد كائن سياق UE مع `404` واحد. يعيد `{"error": "not_found"}` إذا لم يكن معرف السياق موجودًا.

إجراءات UE

```
POST /api/ues/:ue_id/actions
```

ينفذ إجراء مشغل على UE - المعادل API لقائمة إجراءات صفحة UEs.

معلمات الجسم:

المعلمة	النوع	الوصف
`action`	String	واحد من `page`، `send_to_idle`، `offload`، `delete`، `request_reattach`، `send_sms`.
`paging_type`	String	لـ `page`: `s_tmsi` (افتراضي) أو `imsi`.
`sender_msisdn`	String	لـ `send_sms`: رقم المرسل المعروض للـ UE (أرقام فقط).
`text`	String	لـ `send_sms`: نص الرسالة.

يتم إخطارات UEs الخاملة أولاً حيث يتطلب الإجراء مسار NAS. انظر إجراءات UE لسلوك كل إجراء.

نقاط نهاية eNodeB

قائمة eNodeBs

```
GET /api/enodebs
```

معلمات الاستعلام: `status` - `connected` أو `disconnected`.

الحصول على eNodeB

```
GET /api/enodebs/:id
```

يعيد كائن سياق eNodeB واحد بواسطة معرف eNB العالمي.

إجراءات eNodeB

```
POST /api/enodebs/:enodeb_id/actions
```

معلمات الجسم:

المعلمة	النوع	الوصف
`action`	String	حاليًا `update_mme_capacity`.
`relative_mme_capacity`	Integer	النسبية الجديدة (0–255). ترسل سعة MME إلى eNB (انظر تحديث تكوين MME المعلنة سعة MME).

نقاط نهاية Diameter

```
GET /api/diameter
GET /api/diameter/:id
```

قائمة نظائر Diameter (مصفاة اختياريًا حسب `status`)، أو جلب واحدة بواسطة المضيف. تعكس صفحة Diameter.

نقاط نهاية نظير SGW

```
GET /api/sgw_peers
GET /api/sgw_peers/:id
```

قائمة نظائر S-GW التي تستضيف حاليًا جلسات S11، أو جلب واحدة بواسطة IP. مفيد لتأكيد توزيع الجلسات وحالة استرداد النظير.

نقل بين MME / S10

```
GET  /api/s10
POST /api/s10/offload
```

`GET /api/s10` يعيد حالة اكتشاف الجيران S10/N26 وقائمة عمليات النقل النشطة (تعكس صفحة S10).

`POST /api/s10/offload` يقوم بنقل مشترك قسري إلى MME الجسم النظير: `imsi` المتصل، يقوم هذا بإجراء نقل في وضع الاتصال وينتظر الانتهاء؛ يتم وضع UE بالنسبة لـ .(مطلوب) في طلب `load-balancing-TAU-required` الخامل بحيث يتم تحريره مع UE علامة على الخدمة التالي أو TAU (لا يتم إخطاره لنقله، وفقًا لـ TS 23.401 §4.3.7.3). يتم رفض نقل UE مع في وضع الاتصال بدلاً من S1 استخدم نقل - (سوف يسقط المك��لمة) GBR/حامل مخصص ذلك.

إعادة تخصيص GUTI

```
POST /api/guti/reallocate
```

يبدأ إجراء إعادة تخصيص GUTI (TS 24.301) لـ UE. الجسم: `imsi` (مطلوب). يجب أن يكون خامد/غير معروف UE خامد، لذا يتم رفض الطلب لـ UE إلى NAS **متصلًا** - لا يوجد مسار UE.

المسار / اختبار DNS

```
POST /api/dns-test/pgw
POST /api/dns-test/sgw
POST /api/dns-test/mme
```

المستهدف لمشترك معين - يبني P-GW / S-GW / MME **تشغيل جاف** لخط أنابيب اختيار ويطبق طريقة الاختيار المكونة - ويعيد **ما سيتم**، عبر TCP)، عبر DNS (S-NAPTR يحلله عبر FQDN، **أو تغيير الحالة**. استخدمه للتحقق **GTP-C، اختياره، دون إرفاق مشترك، أو إرسال أي** محلي مقابل تجوال، مسارات APN-OI، مجموعات بوابة جديدة، استبدال) والتوجيه من تكوين DNS حي وقراءة الاختيار من UE كتحقق آمن وقابل للتكرار قبل التغيير، بدلاً من إرفاق (المحددة PLMN السجلات.

يستخدم التشغيل الجاف **نفس كود الاختيار كمسا�الاتصال الحي**، لذا فإن نتيجته تتطابق مع ما سيحصل عليه مشترك حقيقي.

جسم الطلب (JSON) - قدم PLMN إما بشكل صريح (`mcc`/`mnc`) أو كـ `imsi` لاستنتاجه:

الحقل	PGW	SGW	MME	الوصف
`apn`	مطلوب	–	–	معرف شبكة APN (على سبيل المثال `ims` أو APN-FQDN كامل)
`tac`	–	مطلوب	مطلوب	رمز منطقة تتبع TAI المستهدف
`imsi`	اختياري	اختياري	اختياري	وتصنيف `mcc`/`mnc` يستنتج المنزل/التجوال (كما يحدث عند الاتصال)
`mcc`, `mnc`	اختياري	اختياري	اختياري	PLMN الخادمة/المستهدفة، عندما لا يتم تقديم `imsi`
`subscriber_type`	اختياري	اختياري	–	يتجاوز `roaming` أو `home`؛ التصنيف المستنتج
`apn_oi_replacement`	اختياري	–	–	يمارس مسار استبدال APN-OI للبوابة المنزلية

```
curl -sk -X POST https://<mme>:8443/api/dns-test/pgw \
  -H 'content-type: application/json' \
  -d '{"apn":"ims","imsi":"001010000004157"}'
```

الاستجابة تكشف عن كل مرحلة بحيث يمكن تشخيصها، وليس فقط عنوان IP النهائي:

```
{
  "node": "PGW",
  "subscriber_type": "home",
  "selection_method": "dns_lookup",
  "fqdn": "ims.apn.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
  "attempts": [{"dns_server": "10.103.1.53", "fqdn": "...",
"candidate_count": 2}],
  "candidates": [{"host": "pgw01...", "ips": ["10.103.1.21"],
"port": 2123, "service": "x-3gpp-pgw:x-s5-gtp"}],
  "selected": {"host": "pgw01...", "ip": "10.103.1.21", "port":
2123},
  "notes": []
}
```


`selected` هو النظير الذي سيتم اختياره؛ `candidates` هي القائمة المحلولة بترتيب الاختيار (بالنسبة لمجموعات الوزن/الأولوية، هذه هي اختيار واحد مرجح - القائمة الكاملة المرتبة هي العرض الحتمي). `notes` تشير إلى البدائل مثل عدم حل أي مرشحين. بالنسبة لمجموعة `random_peer` (ثابتة)، `candidates` هي المجموعة المكونة و `fqdn` هو `null`.

النظام

```
GET /api/status
```

يعيد `{"result": "ok"}` عندما يكون API قيد التشغيل.

مرجع حالات UE

تتبع OmniMME حالتين مستقلتين لكل UE:



حالات EMM (إدارة تنقل EPS):

الحالة	المعنى
`emm_registered`	تم الاتصال بنجاح. اكتمل التحقق من الهوية واسترجاع الاشتراك.
`emm_deregistered`	أو تم فصله بشكل ضمني. قد يتم الاحتفاظ بالسياق UE تم فصل لفترة قصيرة.

حالات ECM (إدارة اتصال EPS):

الحالة	المعنى
`ecm_connected`	ارتباط S1AP نشط بين MME و eNodeB لهذا UE. البيانات النشطة.
`ecm_idle`	تم تحرير ارتباط S1AP. يتم الاحتفاظ بسياق UE في MME. يمكن الوصول إلى UE عبر الإشعارات.

حالة ECM ذات معنى فقط عندما تكون `emm_state` هي `emm_registered`. UE في حالة `emm_deregistered` ليس له حالة ECM ذات معنى.

استكشاف الأخطاء وإصلاحها

UEs غير قادرة على الاتصال

الأعراض: فشل طلبات الاتصال الجديدة؛ تظهر UEs أخطاء في التحقق من الهوية أو الرفض.

الأسباب المحتملة:

- غير متاح للتحقق من الهوية Diameter S6a - HSS تم قطع الاتصال مع نظير
- لا يتطابق مع UE للـ PLMN IMSI - المنزلية PLMN تكوين خاطئ لشبكة `home_plmn` في التكوين
- على أنه مدرج في القائمة السوداء IMEISV تصنيف جهاز - S13 حظر فحص المعدات
- خلال eNB الخاص بـ TAI لم يتم قبول - eNB الخاص بـ TAC المقدم لا يتضمن TAI إعداد S1

الحل:

1. تحقق من صفحة Diameter في لوحة التحكم - يجب أن تظ��ر جميع نظائر S6a متصلة.
2. تحقق من تطابق `home_plmn` مع MCC/MNC المشفر في بطاقات SIM الخاصة بالمشتركين.
3. إذا كانت `s13.enabled` هي `true`، تأكد من أن `allowed_equipment_status` تشمل التصنيف المتوقع.
4. تحقق من عرض تفاصيل eNB → قسم تكوين TAI للتأكد من ظهور TAC الخاص بـ UE المتصل في قائمة TAI المقبولة.

---

eNodeB تنقطع بشكل متكرر

الأعراض: حالة eNB تتأرجح بين متصل ومنقطع؛ تعاني UEs من جلسات مفقودة.

الأسباب المحتملة:

- عدم استقرار مسار الشبكة بين eNodeB و MME
- عدم تطابق MTU مما يسبب مشاكل في تجزئة SCTP
- تحميل زائد على MME - تأخيرات في نبضات SCTP

الحل:

1. تحقق من جودة مسار الشبكة بين eNB الموضح في تفاصيل الاتصال و `s1ap.listen_ip` الخاص بـ IP.
2. تحقق من أن حركة مرور SCTP (بروتوكول IP 132) غير محجوبة أو محولة على المسار.
3. راجع مقاييس BEAM (`beam_processes_count`، `beam_memory_total`) بحثًا عن علامات استنفاد الموارد.

SMS فشل تسليم

الأعراض: إجراء SMS يعيد "تم تنبيه UE، ولكن لا توجد استجابة."

الأسباب المحتملة:

- UE (مغلق، خارج التغطية) غير متاح حقًا
- UE لا يدعم SMS عبر NAS
- UE معروف للـ TAI لا تغطي آخر TAI تكوين منطقة الإشعارات غير صحيح - قائمة

الحل:

1. تحقق من آخر TAI معروف للـ UE وتأكد من أن TAC موجود في `served_tai`.
2. تحقق من أن eNB الذي يخدم هذا TAC متصل حاليًا.
3. تأكد من أن اشتراك UE يدعم SMS عبر NAS.

تراكم سياقات UE القديمة

الأعراض: ينمو `mme_ue_count` مع مرور الوقت ولكن تظل الأعداد المتصلة/الخاملة مستقرة؛ العديد من السياقات في حالة غير متصلة.

الأسباب المحتملة:

- لا يتم فصل UEs الخاملة بشكل ضمني - على سبيل المثال، تم تعيين مؤقتات Mobile Reachable / Implicit Detach الدورية، أو تغادر TAU لفترة أطول بكثير من فترة التغطية دون فصل UEs.

الحل:

1. دورة حياة سياق UE تحكمها مؤقتات Mobile Reachable و Implicit Detach (انظر مرجع التكوين). فصل UE الذي يفوت TAU الدوري الخاص به (`t3412`) بشكل ضمني ويتم إزالة سياقه بمجرد انتهاء صلاحية هذه المؤقتات.
2. بالنسبة للشبكات ذات التغير العالي، راجع `mobile_reachable_timer` و `t3412` / `implicit_detach_timer` المشتقة بحيث يتم طرد السياقات القديمة على مقياس زمني يناسب قاعدة المشتركين الخاصة بك.
3. في لوحة **UE** يمكن إزالة السياقات القديمة الفردية على الفور عبر إجراء **حذف** التحكم، أو `POST /api/ues/:ue_id/actions` مع `action: "delete"`.

> إعدادات `persistent_emm_deregistered_cleanup_interval` / `persistent_ecm_idle_cleanup_interval` القديمة لم تعد لها أي تأثير - انظر الملاحظة تحت معلمات MME الأساسية.

التجوال

يغطي هذا الدليل كيفية تعامل OmniMME أجهزة — **التجوال الوارد** في المشتركين مع آخر — وكيفية الحفاظ على حركة التجوال الخاصة بها إلى IMSI المستخدمين التي تنتمي على بوابات مخصصة تواجه الحافة.

قرارًا واحدًا يقود كل شيء آخر في هذه MME في كل عملية اتصال وتحديث منطقة تتبع، يتخذ وبوابة (SGW) الصفحة: هل هذا المشترك **محلي** أم **تجوال**؟ ثم تختار هذه الفئة أي بوابة خدمة يتم استعلامها، وأي حدود DNS يتم تثبيت الجلسة عليها، وأي مجموعة (PGW) شبكة بيانات الحزمة بين المشغلين تعبرها الحركة.

جدول المحتويات

- تصنيف المحلي والتجوال
- العودة إلى الشبكة غير المعروفة
- اختيار SGW و PGW
- حل DNS EPC
- مخصصة للتجوال SGWs
- ملف تجاوز PLMN للمشغل
- واجهة برمجة التطبيقات للبحث عن مشغل IMSI
- استكشاف الأخطاء وإصلاحها

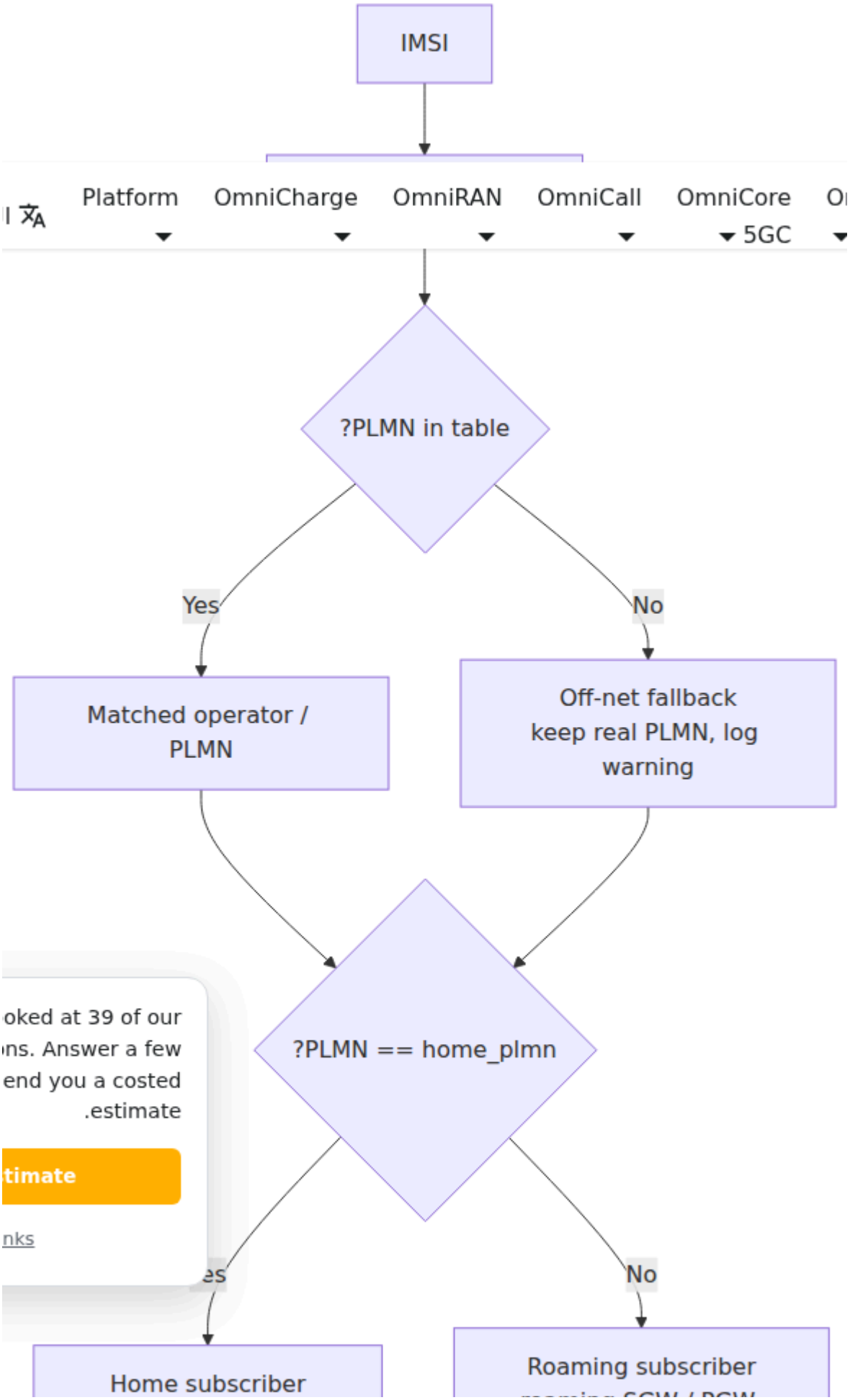
تصنيف المحلي والتجوال

تعتبر الأرقام الرائدة في IMSI هي PLMN المحمول الدولة رمز: الخاصة بالمشترك (MCC) المكون من ثلاثة أرقام يتبعه رمز الشبكة المحمولة (MNC) من رقمين أو ثلاثة، وفقًا لـ TS 23.003 §2.2. يقوم OmniMME بحل ذلك مقابل جدول مرجع PLMN الخاص به — قاعدة بيانات المشغل العالمية المرسلة بالإضافة إلى أي تجاوز للمشغل — لاسترداد اسم المشغل، والدولة، وطول MNC:

1. ثلاثي الأرقام MNC مكون من PLMN يتم البحث عن الأرقام الستة **الأولى** كـ.
2. مكون PLMN إذا لم يتم العثور عليها، يتم البحث عن الأرقام الخمسة **ال��ولى** كـ من ثنائي الأرقام MNC.

3. إذا لم يتم العثور على أي منهما، يتم تطبيق العودة إلى الشبكة غير المعروفة.

يتم مقارنة PLMN المطابق مع `home_plmn` المكون. إذا تطابق كل من MCC **و** MNC، فإن SGW المشترك يكون **محليًا**؛ وإلا فإنه **تجوال**. تغذي هذه التصنيف الواحد اختيار PGW، واختيار APN-OI الأقران المختارة حسب نوع المشترك، ولاحقة DNS / ومجموعة.


IMSI
Platform
OmniCharge
OmniRAN
OmniCall
OmniCore
5GC
?PLMN in table
Yes
No
Matched operator / PLMN
Off-net fallback keep real PLMN, log warning
?PLMN == home_plmn
No
Home subscriber
Roaming subscriber



تفترض الأمثلة في هذه الصفحة أن `home_plmn` تم تعيينه إلى MCC `001` / MNC `01` (`شبكة المنزل المثال`)، مع `شريك التجوال المثال` (MCC `999` / MNC `970`) كمشترك تجوال وارد.

العودة إلى الشبكة غير المعروفة

عندما لا يكون PLMN الخاص بالمشترك موجودًا في الجدول — شريك تجوال أو شبكة خاصة لم تتم إضافتها — لا يفترض OmniMME أن المشترك محلي. يحتفظ MCC/MNC الحقيقي للمشترك بحيث يتم تصنيف المشترك بشكل صحيح على أنه **تجوال**، ويتم توجيهه المأخوذ مباشرة من IMSI إلى مجموعة بوابة التجوال بدلاً من بوابة المنزل المحلية.

نظرًا لأن IMSI وحده لا يحدد ما إذا كان طول MNC مكونًا من رقمين أو ثلاثة، يتم استنتاج طول MNC من الصفوف الأخرى التي تشارك نفس MCC (يكون طول MNC متسقًا داخل منطقة MCC وفقًا لـ TS 23.003)، مع الافتراض الافتراضي بأنه مكون من ثلاثة أرقام عندما يكون MCC غير معروف تمامًا.

يتم تسجيل كل عودة إلى الشبكة غير المعروفة على أنها `تحذير` حتى يتمكن المشغلون من رؤية PLMN بالضبط أي ملف التجاوز مفقود ويجب إضافته إلى:

```
level=warning msg="IMSI PLMN not in PLMN table; classifying
subscriber as off-net (roaming)"
  protocol=s1ap imsi=999970000000001 mcc=999 mnc=970 mnc_length=3
inferred=true
```

هذا التحذير — (المحلي PLMN مطابق، ولكن ليس) لا ينتج عن مشغل تجوال **موجود** في الجدول سجل بها، وهو MME التي ليس لدى PLMNs يُتوقع أن يكون تجوالًا. يشير التحذير بشكل خاص إلى السبب الأكثر شيوعًا لتوجيه خاطئ لمشترك تجوال.

اختيار SGW و PGW

بمجرد تصنيفها، يتم تثبيت الجلسة على البوابات المختارة لنوع المشترك هذا:

الفئة	مجموعة SGW	واجهة PGW	خدمة DNS PGW
محلي	SGWs المحلية	S5	`x-3gpp-pgw:x-s5-gtp`
تجوال	SGWs التجوال	S8	`x-3gpp-pgw:x-s8-gtp`

الخاصة بالشبكة SGW تتصل :(TS 23.401 §4.3) للتجوال **موجهة محليًا** تكون اتصالات PDN **المنزل** للمشترك التجوال، بحيث يتم تفريغ حركة المشترك في شبكته PGW إلى **S8** الزائرة عبر محلي PGW إلى **S5** المنزلية. يستخدم المشتركون المحليون.

يتم اختيار كل بوابة بإحدى طريقتين، قاب**تين للتكوين عالميًا أو **لكل نوع مشترك** (`%{home: ..., roaming: ...}`):

الطريقة	السلوك
`:random_peer`	اختر عشوائيًا من الأقران المكونة بشكل ثابت التي تتطابق مع فئة `type` المشترك (`:home`، `:roaming`، أو `:home_and_roaming`).
`:dns_lookup`	حل استعلام DNS للتوبولوجيا مقابل خوادم DNS التي تتطابق مع `type` فئة المشترك. انظر حل DNS EPC.

للمشتركين التجوال الوارد، DNSتستخدم عملية نشر شائعة الأقران الثابتة للمشتركين المحليين و DNS. يتم توثيق معلمات بحيث يمكن لشركاء التجوال نشر توبولوجيتهم الخاصة عبر `selection_method` و `peers` و `dns` و بوابة الخدمة في قسم PGW من مرجع التكوين.

حل DNS EPC

يتبع اختيار DNS إجراء Straightforward-NAPTR (S-NAPTR) من TS 29.303، حيث يتم حل اسم الخدمة إلى عنوان عقدة ملموس من خلال سلسلة NAPTR → SRV → A/AAAA.

SGW (S11). يقوم MME ببناء **TAI-FQDN** من منطقة تتبع UE و PLMN:

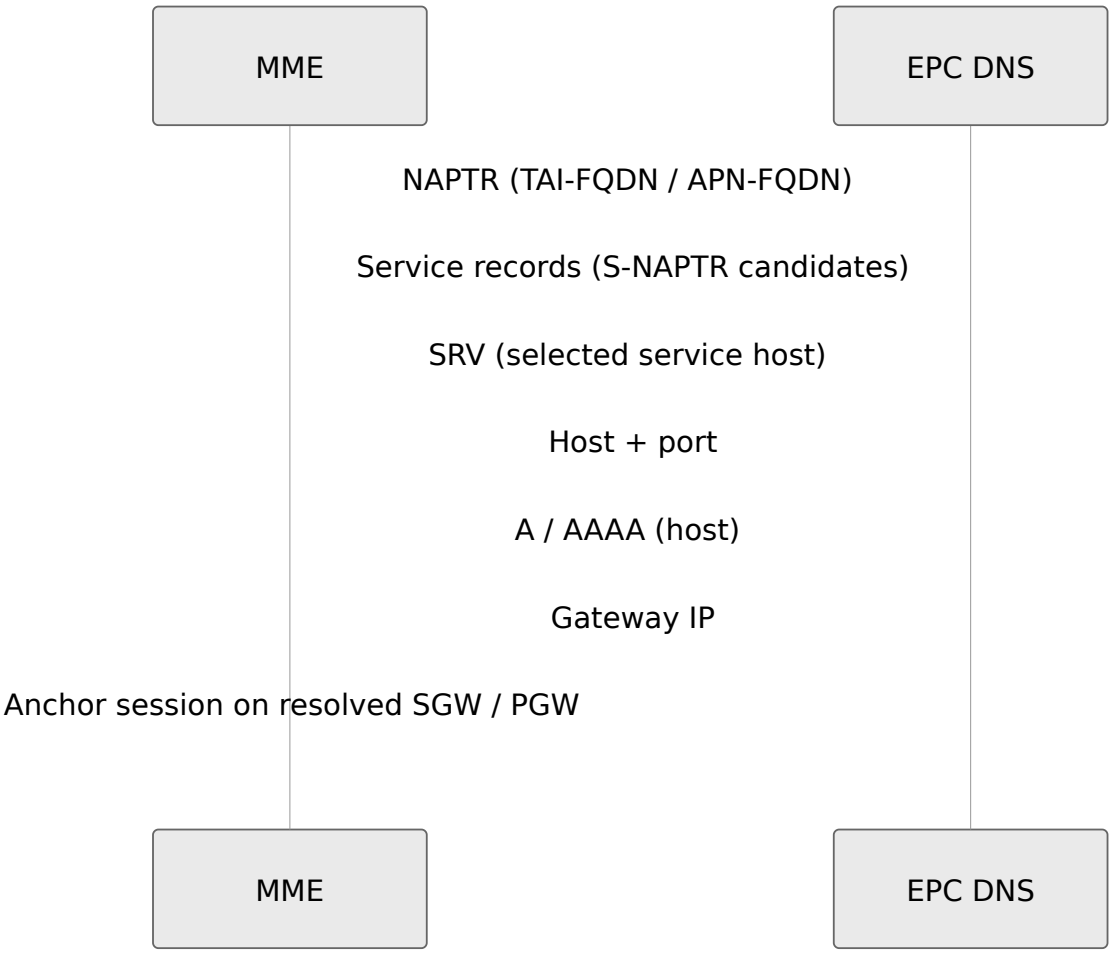
```
tac-lb<low-byte>.tac-hb<high-
byte>.tac.epc.mnc<MNC>.mcc<MCC>.3gppnetwork.org
```

ويقوم بتشغيل S-NAPTR لخدمة `x-3gpp-sgw:x-s11`. إذا كانت SGW تنشر فقط سجلات S5/S8 (مع إزالة SGW يأخذ اسم العقدة القياسي لـ MME الخاصة بها في ذلك الاسم، فإن ثانٍ S-NAPTR ويقوم بتشغيل (TS 29.303 §4.3.2 وفقًا لـ `topon`/`topoff` تسميات التوبولوجيا لـ `x-s11` ضده.

PGW (S5/S8). يقوم MME ببناء **APN-FQDN** من APN المطلوب و PLMN:

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

ويقوم بتشغيل S-NAPTR لـ `x-3gpp-pgw:x-s5-gtp` (محلي) أو `x-3gpp-pgw:x-s8-gtp` (تجوال).



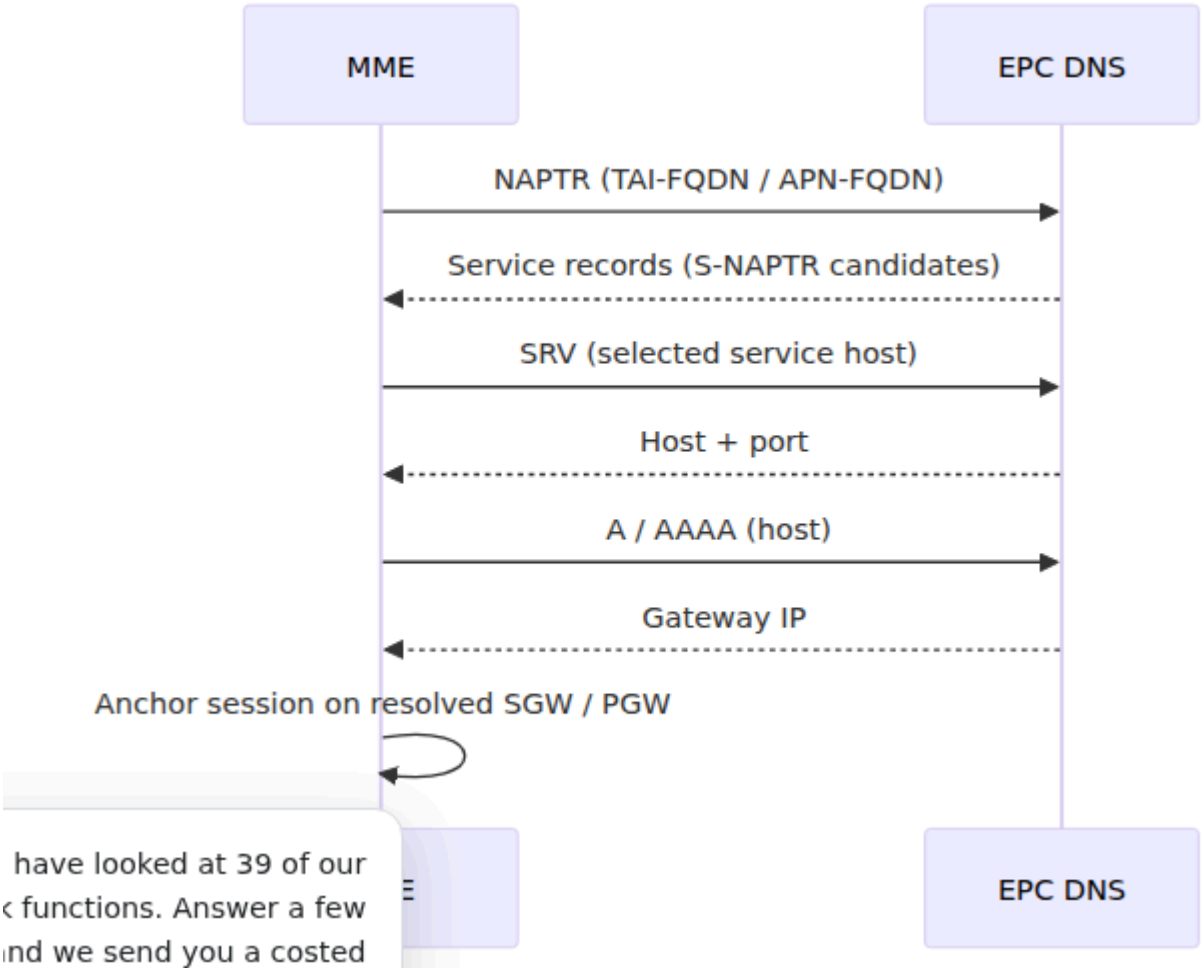
تحمل تسميات PLMN (`mnc<MNC>.mcc<MCC>`) دائمًا PLMN **الحقيقي** للمشترك، بحيث يتم حل استعلام المشترك التجوال مقابل توبولوجيا منزله أو شريكه — وليس أبدًا شبكة الزائر. عندما يحدد أي `dns_ip_version` فإن تفضيل IPv6، و IPv4 كل من عناوين S-NAPTR تعيد عقدة عائلة يتم استخدامها، مع الاحتفاظ بالأخرى كنسخة احتياطية. يتم وضع علامات على مجموعات بحيث يمكن إرسال عمليات، `:home_and_roaming` / `:roaming` / `:home` نفسها DNS خوادم للتكوين DNS البحث المحلية والتجوال إلى محللات منفصلة تمامًا. انظر معلمات.

SGWs مخصصة للتجوال

SGWs المحلية وهي البوابات SGWs الخاصة بالتجوال بشكل متعمد على **فصلها** عن SGWs تُحافظ الوحيدة المعرضة عند حافة الشبكة لشركاء التجوال.

المنزل للمشترك التجوال عبر PGW الزائرة إلى SGW في التجوال الموجه محليًا، يجب أن تصل هذه هي اتصال خارجي يواجه (GSMA IR.88 وفقًا لـ، IPX/GRX شبكة) الحدود بين المشغلين للتجوال وتوجيه المشتركين التجوال فقط إليهم، SGWs الشريك. من خلال تخصيص مجموعة من يقوم المشغل بـ:

- فقط — **تقييد التعرض** SGWs التجوال قابلة للوصول من حدود inter-PLMNتبقى ؛ SGWs المحلية (وبقية النواة) داخلية وغير قابلة للوصول من الشبكات الشريكة.
- يرى الشركاء و — **إخفاء التوبولوجيا** IPX، مجموعة صغيرة وثابتة من العقد الحافة وليس تخطيط بوابة المشغل الداخلية.
- يتم تطبيق جدران الحماية بين — **تبسيط الحدود** PLMN، IPsec، وتحديد المعدل على مجموعة حافة معروفة ومحتواة بدلاً من كل مجموعة SGW.
- يتم حصر اتصال التجوال المخترق أو المسيء في — **احتواء دائرة الانفجار** SGWs الحافة.



تصنيف MME المحلي/التجوال هو نقطة التحكم التي تجعل هذا يعمل: إنها ما توجه مشترك التجوال الوارد إلى مجموعة SGW الخاصة بالتجوال المعرضة للحافة وتبقي المشتركين المحليين على المجموعة الداخلية. سيؤدي تصنيف خاطئ لمشترك التجوال (الخاص به مفقود من الجدول PLMN) بينه وبين مشترك محلي لأن SGW محلي إلى تثبيته على داخلي — مما يفشل الفصل — وهذا هو بالضبط السبب في أن العودة إلى الشبكة غير المعروفة تصنف PLMNs غير المعروفة على أنها تجوال وتحذر.

ملف تجاوز PLMN للمشغل

تقوم OmniMME بشحن قاعدة بيانات PLMN العالمية التي تغطي المشغلين المعروفين. يضيف المشغلون إدخالاتهم **الخاصة** — تصحيحات PLMN — المحلية، وشركاء التجوال، والشبكات الخاصة من خلال ملف تجاوز اختياري، دون الحاجة إلى إعادة بناء أو إعادة نشر الإصدار.

```
config :mme,
  plmn_override_path: "/etc/omnimme/plmn.exs"
```

المعلمة	النوع	مطلوب	الافتراضي	لوصف
`plmn_override_path`	سلسلة	لا	`/etc/omnimme/plmn.exs`	مسار نظام الملفات إلى ملف تجاوز PLMN الذي يحتفظ به المشغل بشكل اختياري. إذا كان الملف غائبًا، يتم استخدام فتراضات المرسلة دون تغيير

بنفس شكل الجدول ، `"<MCC><MNC>"` يكون ملف التجاوز خريطة مفاتيحها هي سلسلة PLMN المرسل:

```
%{
  # إضافة شريك تجوال غير موجود في قاعدة البيانات العالمية
  "999970" => %{
    country: :example_country,
    operator: "شريك التجوال المثال",
    mcc: "999",
    mnc: "970",
    mnc_length: 3
  },
  # تصحيح إدخال موجود من خلال إعادة استخدام مفتاح PLMN الخاص به
  "00101" => %{
    country: :example_country,
    operator: "شبكة المنزل المثال",
    mcc: "001",
    mnc: "01",
    mnc_length: 2
  }
}
```

الحقل	النوع	الوصف
`mcc`	سلسلة	رمز الدولة المحمول — ثلاثة أرقام. يجب أن يساوي الأرقام الثلاثة الأولى من مفتاح PLMN.
`mnc`	سلسلة	رمز الشبكة المحمولة — رقمين أو ثلاثة. يجب أن يساوي الأرقام المتبقية من مفتاح PLMN.
`mnc_length`	عدد صحيح	عدد أرقام MNC (2 أو 3). يحدد ما إذا كان يتم مطابقة بادئة IMSI بخمسة أو ستة أرقام.
`operator`	سلسلة	اسم المشغل، يستخدم للعرض وفي واجهة برمجة التطبيقات للبحث.
`country`	ذرة | سلسلة	تسمية الدولة للمشغل.

دلالات التجاوز:

- **دمج، لا استبدال.** يتم دمج التجاوز *فوق* الافتراضات المرسلة. مفتاح PLMN الموجود في التجاوز يستبدل ذلك الصف المرسل الوحيد؛ كل صف مرسل آخر يبقى سليمًا. يحتفظ المشغلون فقط بتغيراتهم الخاصة — لا حاجة لنسخ قاعدة البيانات العالمية.
- **تم التحقق منه.** ��تم التحقق من كل صف تجاوز عند التحميل: يجب أن يكون MCC مكونًا من رقمين أو ثلاثة MNC مكونًا من ثلاثة أرقام بالضبط و (TS 23.003 §2.x).
- **آمن من الفشل.** إذا لم يكن من الممكن قراءة ملف التجاوز، أو كان يحتوي على خطأ في التركيب، أو يحتوي على صف غير صالح، يتم تجاهله بالكامل ويستمر MME في استخدام الافتراضات المرسلة، مع تسجيل `تحذير`. لا يمكن أن يؤدي تجاوز غير صحيح أو منع التمهيد إلى تعطيل حل PLMN.

```
level=warning msg="invalid PLMN override file; using shipped
defaults only"
  path=/etc/omnimme/plmn.exs error=<reason>
```

يتم قراءة التجاوز عند بدء التشغيل وإعادة قراءته عند إعادة تحميل التكوين، بحيث لا يتطلب إضافة شريك تجوال إعادة تشغيل العملية.

واجهة برمجة التطبيقات للبحث عن مشغل IMSI

نقطة نهاية للقراءة فقط تحل أي IMSI إلى مشغلها PLMN/الذي التجوال مقابل المحلي وتصنيف مفيد لتأكيد أن التجاوز قد تم تطبيقه أو تشخيص سبب توجيه مشترك إلى MME — سيطبقه مجموعة بوابة معينة.

```
GET https://<mme-host>:8443/imsi/{imsi}
```

الحقل	النوع	الوصف
`imsi`	سلسلة	IMSI الذي تم استعلامه.
`mcc`	سلسلة	رمز الدولة المحمول المطابق (من IMSI أو المستمد).
`mnc`	سلسلة	رمز الشبكة المحمولة المطابق (من IMSI أو المستمد).
`operator`	سلسلة | null	اسم المشغل، أو `null` عندما لا يكون PLMN في الجدول.
`country`	سلسلة | null	دولة المشغل، أو `null` عندما لا يكون PLMN في الجدول.
`mnc_length`	عدد صحيح	عدد أرقام MNC (2 أو 3).
`matched`	بولياني	`true` إذا تم العثور على PLMN في الجدول؛ `false` إذا تم استنتاجه من IMSI عبر العودة إلى الشبكة غير المعروفة.
`classification`	سلسلة	فئة اختيار البوابة التي يطبقها — `home` أو `roaming` على هذا المشترك MME.

مثال — مشترك محلي:

```
{
  "imsi": "001010000000001",
  "mcc": "001",
  "mnc": "01",
  "operator": "شبكة المنزل المثال",
  "country": "example_country",
  "mnc_length": 2,
  "matched": true,
  "classification": "home"
}
```

مثال — PLMN غائب عن الجدول (خارج الشبكة):

```
{
  "imsi": "999970000000001",
  "mcc": "999",
  "mnc": "970",
  "operator": null,
  "country": null,
  "mnc_length": 3,
  "matched": false,
  "classification": "roaming"
}
```

تنفيذ العودة: يحتفظ المشترك بـ `roaming` المصنفة على أنها `matched: false` تؤكد نتيجة PLMN إلى ملف التجاوز إلى PLMN الحقيقي الخاص به ويتجه كمشترك تجوال. يؤدي إضافة ذلك الذي ليس من 5 إلى 15 رقمًا IMSI. تغيير `matched` إلى `true` وملء `operator`/`country`. يعيد `400 Bad Request`.

استكشاف الأخطاء وإصلاحها

تم تثبيت مشترك تجوال على SGW محلي / داخلي

الأعراض: يتم إعداد جلسة مشترك تجوال وارد على SGW محلي داخلي أو PGW بدلاً من مجموعة التجوال.

الأسباب المحتملة:

- PLMN الخاص بالمشترك التجوال مفقود من جدول PLMN، لذا تم تصنيفه بشكل صحيح `type: :roaming` تم من DNS / على أنه خارج الشبكة — ولكن لا توجد أقران تجوال تكوينها، لذا سقط الاختيار على أي مجموعة موجودة.
- تم إضافة PLMN مع الخاص بالمشترك التجوال عن طريق الخطأ إلى التجاوز **محلي** MCC/MNC.

الحل:

1. ابحث في السجلات عن `IMSI PLMN not in PLMN table` لتأكيد PLMN وأنه تم تصنيفه كخارج الشبكة.
2. استعلام `GET /imsi/{imsi}` وتأكيد أن `classification` هو `roaming`.

3. تأكد من تكوين أقران SGW/PGW التجوال (أو خوادم DNS) مع `type: :roaming`. انظر معلمات أقران SGW/PGW.

تظهر واجهة برمجة التطبيقات `operator: null` / `matched: false`

الأعراض: شريك تجوال معروف يتم حله مع مشغل null و `matched: false`.

الحل: PLMN الخاص بالشريك غير موجود في الجدول. أضفه إلى ملف التجاوز وأعد تحميله. استعلم مرة أخرى عن واجهة برمجة التطبيقات لتأكيد أن `matched` أصبح الآن `true`.

لا يعيد أي بوابة DNS اختيار

الأعراض: فشل إعداد الجلسة دون تم حله عندما يكون SGW/PGW `selection_method` هو `:dns_lookup`.

الأسباب المحتملة:

- لا يوجد خادم DNS من `type` المطابق (`:home` / `:roaming`) تم تكوينه لفئة المشترك تلك.
- لم ينشر الشريك سجلات S-NAPTR المتوقعة `x-s11` / `x-s8-gtp`.

الحل:

1. تأكد من تكوين خادم DNS مع `type` الصحيح (انظر معلمات DNS).
2. تحقق من أن الشريك ينشر سجلات الخدمة المتوقعة لـ TAI-FQDN / APN-FQDN.

واجهة SGs — التراجع عن CS و SMS عبر SGs

واجهة SGs تربط MME بين **مركز تبديل الهاتف المحمول / سجل موقع الزائر (MSC/VLR)** و التي لا يوفرها نواة (CS) استخدام خدمات تبديل الدوائر LTE بحيث يمكن لمشتركي حزمة EPS بشكل أصلي:

- **صوت التراجع عن CS (CSFB)** — عندما يقوم مشترك LTE بإجراء أو تلقي مكالمة صوتية، يقوم MME بإعادة توجيه UE 2إلى G/3G للمكالمة.
- **SMS عبر SGs** — يتم نقل الرسائل القصيرة بين UE و MSC عبر واجهة SGs، دون الحاجة إلى مسار SMS معتمد على الحزم.

تم تعريف الواجهة في 3GPP TS 29.118 (بروتوكول SGsAP) والإجراءات في 3GPP TS 23.272 (التراجع عن CS).

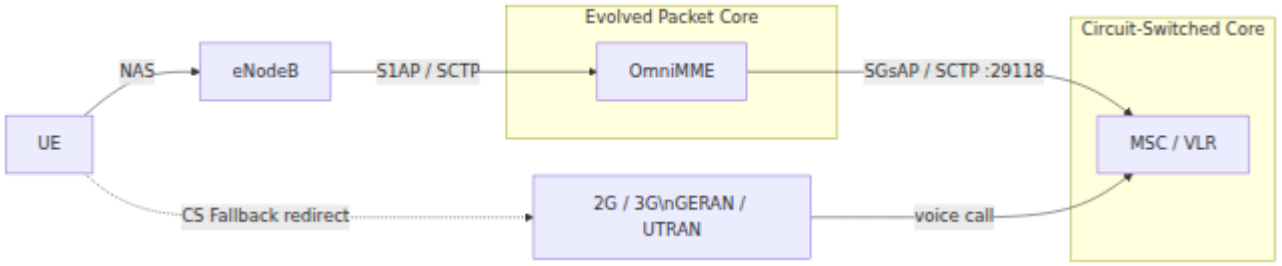
> **اختياري ومغلق بشكل افتراضي.** تظل واجهة SGs خاملة ما لم يتم تكوينها صراحة. بدون تكوين `:sgs`، لا يتصل MME أبداً بـ MSC، ولا يعلن عن توفر CS لـ UEs، ويتصرف *كما لديه* مفتاح منفصل CS يعتمد فقط على الحزم. صوت التراجع عن MME تماماً كـ SMS عبر SGs دون (`csfb_enabled`) وهو مغلق أيضاً بشكل افتراضي، لذا يمكن تشغيل تفعيل التراجع عن الصوت.

جدول المحتويات

- العمارة
- إدارة الارتباط
- الاتصال المدمج و TAU
- SMS عبر SGs
- مكالمة CS (الصفحة) المنتهية عبر الهاتف المحمول
- إعادة توجيه صوت التراجع عن CS
- التكوين
- المقاييس
- استكشاف الأخطاء وإصلاحها

العمارة

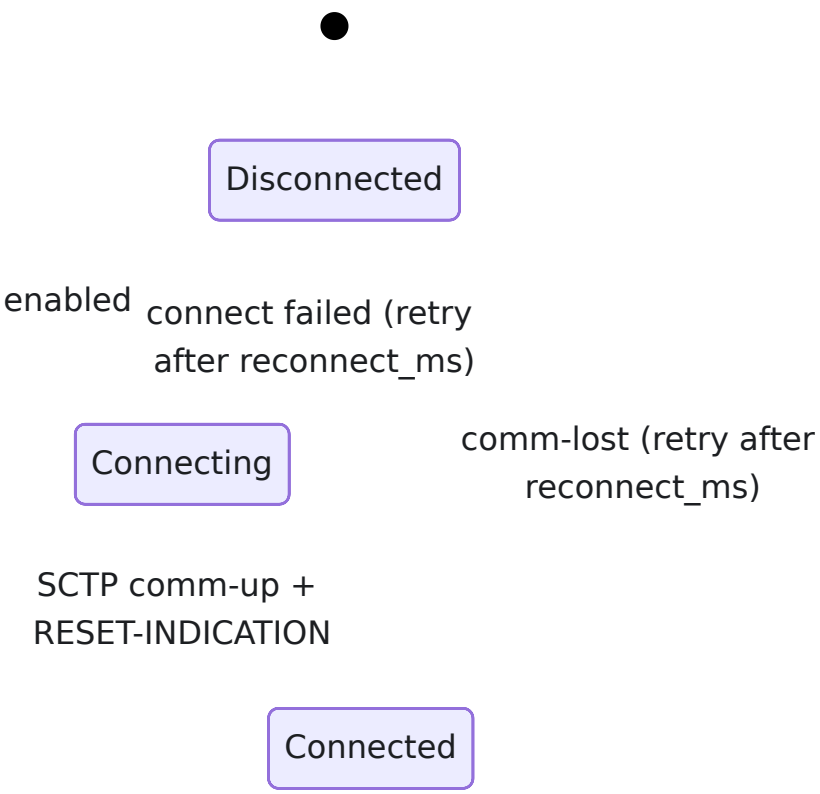
يعتبر MME **عميل** هو **SCTP** على واجهة SGs: يتصل MSC/VLR (المنفذ الافتراضي *خارجاً* بـ **29118**) ويحافظ على ارتباط SCTP واحد، مع إعادة الاتصال تلقائياً إذا تم إسقاط الارتباط.



العنصر	الدور
MME	عميل SCTP؛ يرسل تحديثات الموقع، استجابات الصفحة، إشعارات SMS إلى UE؛ ينقل CSFB إلى MSC
MSC / VLR	خادم SCTP؛ يحتفظ بتسجيل UE لـ CS؛ يقوم بالصفحات لمكالمات MT؛ يرسل SMS لـ MT
eNodeB	يحمل NAS بين UE و MME2؛ ينفذ إعادة التوجيه الراديوية إلى G/3G عند طلب التراجع عن CS

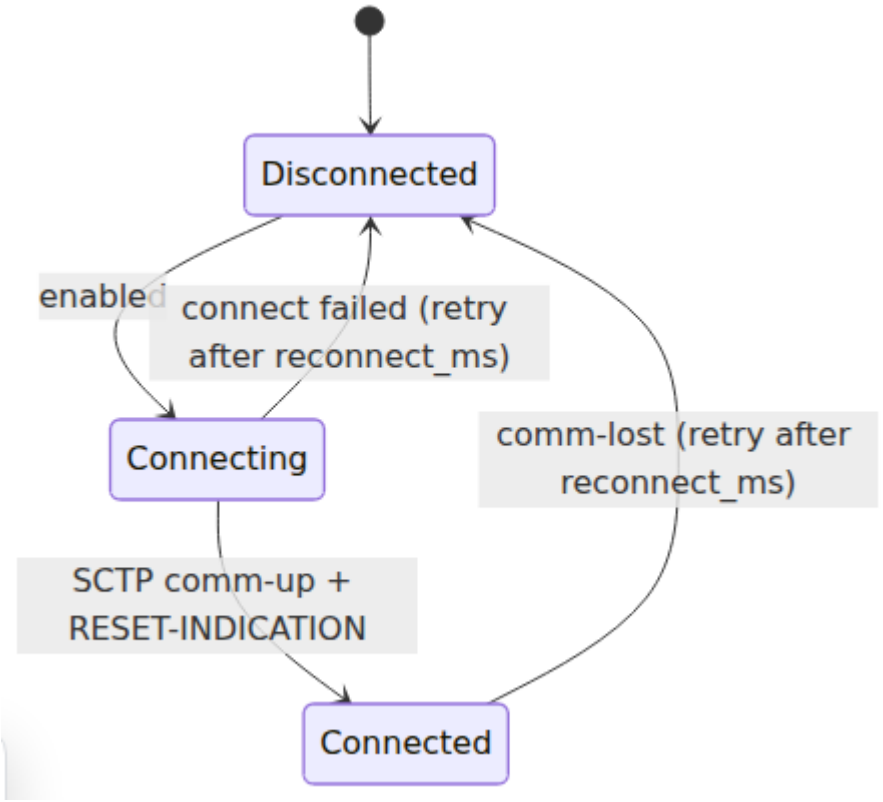
إدارة الارتباط

يتصل (عند التمكين) SCTP، يرسل المكون، ومتى تم إنشاء ارتباط MSC بـ MME عند بدء التشغيل بمسح أي حالة قديمة من تجسيد MME حتى يقوم SGsAP عبر **RESET-INDICATION** السابق (TS 29.118 §8.20). إذا تم إسقاط الارتباط، يحاول MME إعادة الاتصال على فاصل `reconnect_ms`.



الاتصال المدمج و TAU

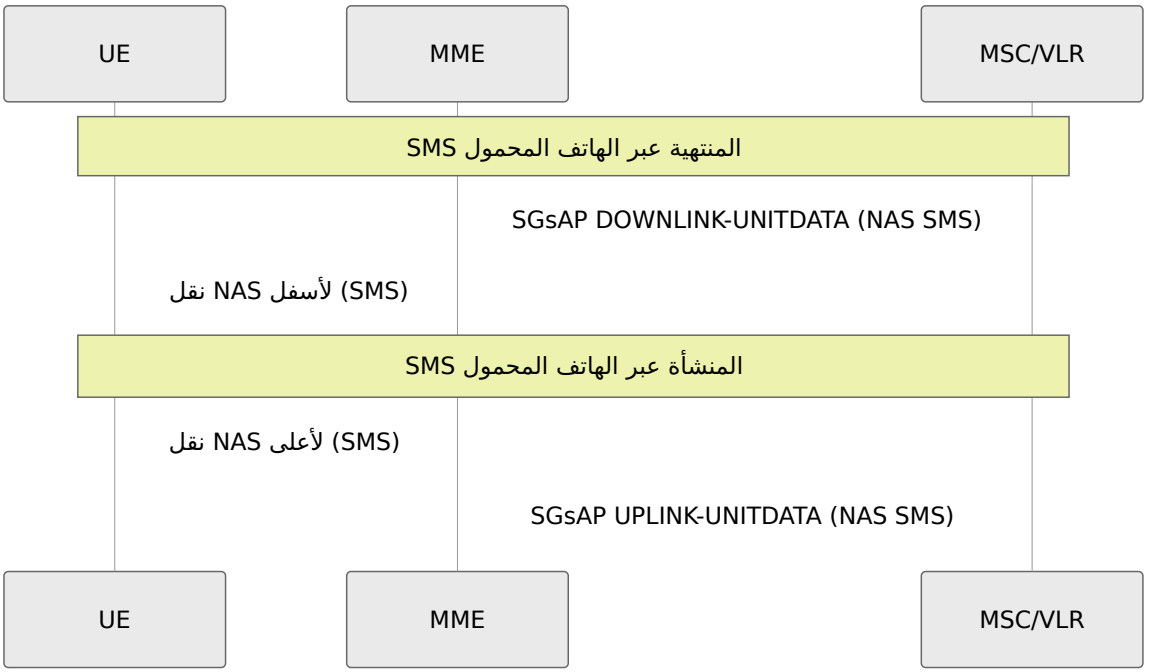
عندما يقوم UE بإجراء **اتصال مدمج** **EPS/IMSI** (أو TAU مدمج)، فإنه يطلب كل من التسجيل بتسجيل المشترك MME، يقوم SGs وتسجيل تبديل الدوائر. مع تفعيل (EPS) المعتمد على الحزم ويمنح النتيجة المدمجة فقط بمجرد قبول **LOCATION-UPDATE-REQUEST** عبر MSC مع MSC:



إلى **قبول** MME يتراجع، `lu_timeout_ms` تحديث الموقع، أو لم يستجب خلال MSC إذا **رفض** بطيء أو MSC **فقط** — لا يتم تأخير أو حظر الاتصال المعتمد على الحزم بواسطة **اتصال EPS** متاح فقط عندما يكون كذلك بالفعل CS بأن UE غير متاح. النتيجة المدمجة صادقة: يتم إخبار.

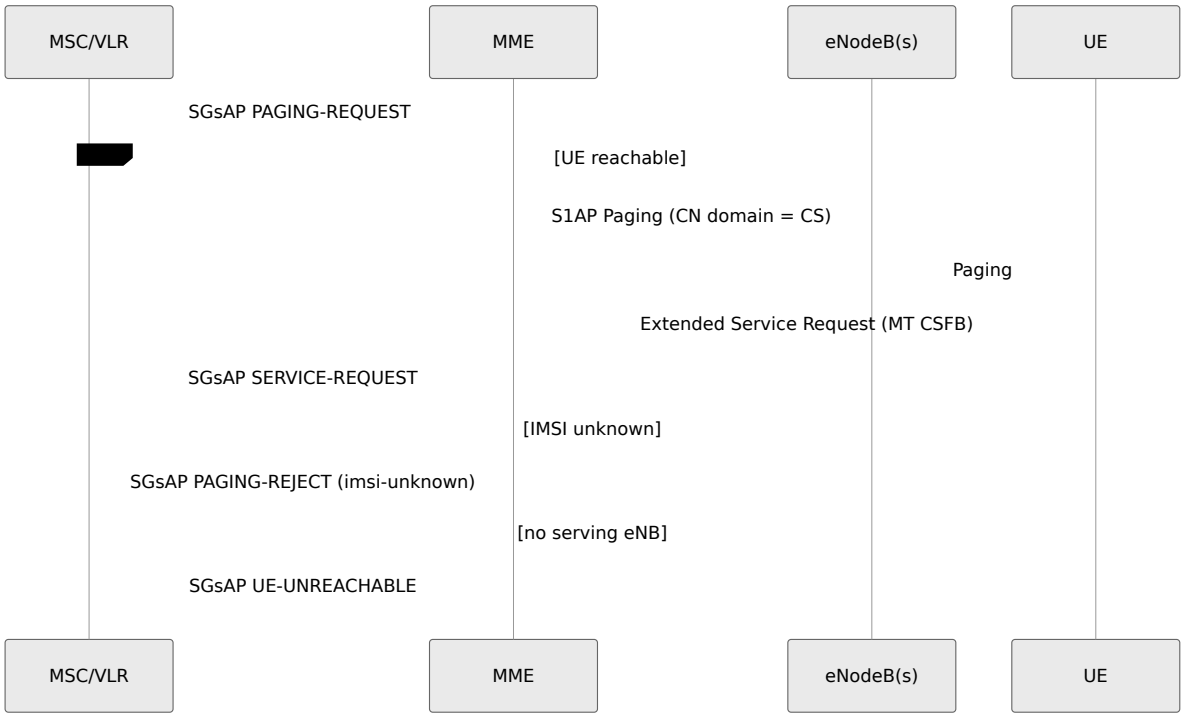
SMS عبر SGs

يقوم SGsAP unitdata؛ داخل رسائل MSC و UE يتم نقل الرسائل القصيرة بشكل شفاف بين في كل اتجاه NAS بنقل حمولة MME.



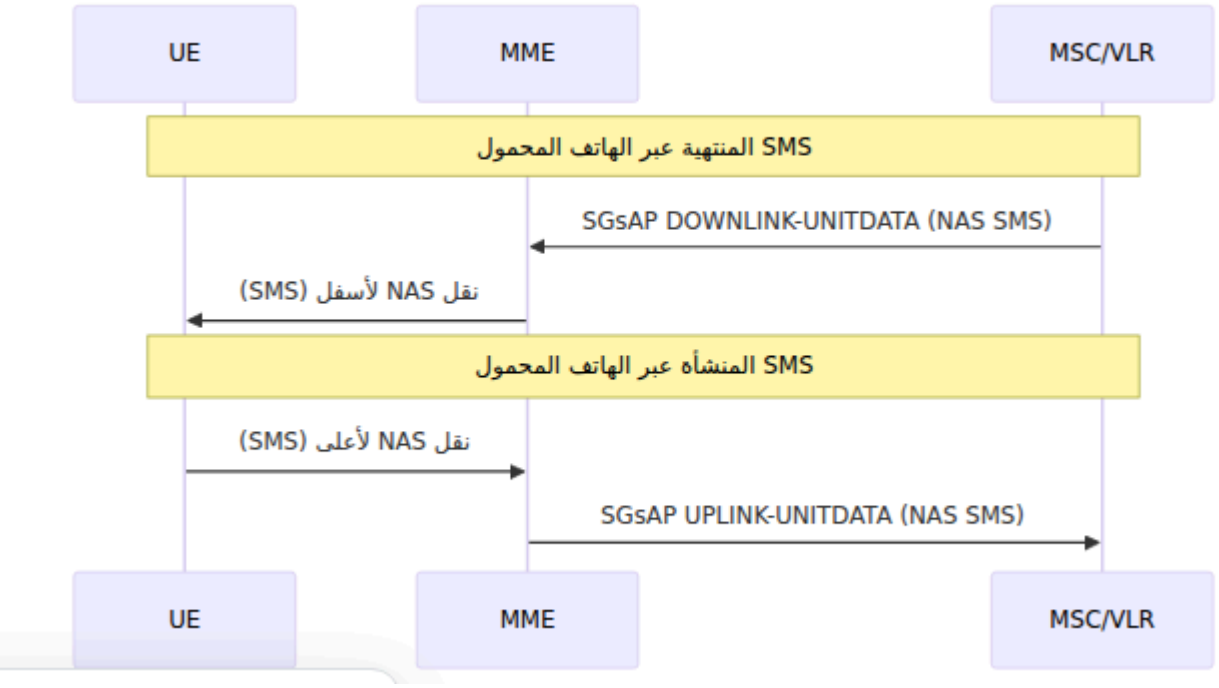
المنتهية عبر الهاتف المحمول CS مكالمة (الصفحة)

عندما يحتاج MSC إلى تسليم مكالمة CS (أو SMS) إلى UE غير النشط، يقوم بالصفحة عبر SGs. يقوم MME بصفحة UE عبر eNodeBs التي تخدم قائمة منطقة التتبع المسجلة لـ **CS** لـ **مجال**. إذا لم يكن بالإمكان الوصول إلى UE، يخبر MME MSC.



إعادة توجيه صوت التراجع عن CS

يتم التحكم في صوت التراجع عن CS بواسطة مفتاح **منفصل** `csfb_enabled` (مغلق بشكل افتراضي). من **طلب الخدمة الموسعة** المسجل في إشعار UE عند التمكين، يتسبب MME لـ S1AP في **تعديل سياق** **UE** عبر eNodeB — وتوجيه SGs عبر MSC الذي يحمل **مؤشر** **التراجع عن CS** — لإعادة توجيه UE 2 إلى G/3G للمكالمة.



على طلب MME يجيب، SGs مرتبطاً بـ UE مغلقاً، أو إذا لم يكن `csfb_enabled` عندما يكون المعتمد فقط على MME الخدمة الموسعة بـ **رفض الخدمة** — نفس السلوك كما هو الحال مع الحزم.

التكوين

يتم تكوين واجهة SGs تحت المفتاح `:sgs` في `runtime.exs`. قم الكتلة بأكملها اختيارية؛ بإغفالها لتعطيل الواجهة.

```
config :mme, :sgs,
  # مفتاح رئيسي لواجهة SGs
  enabled: true,

  # صوت التراجع عن CS – مفتاح منفصل، مغلق بشكل افتراضي
  csfb_enabled: false,

  # اتصال MSC / VLR (يتصل MME بهذا)
  vlr_ip: "10.0.0.10",
  vlr_port: 29118,

  # هوية MME المعلنة لـ MSC
  mme_name: "mmec01.mmegi8001.mme.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",

  # المؤقتات
  reconnect_ms: 5_000,
  lu_timeout_ms: 4_000
```

المعلمات

المعلمة	النوع	مطلوب	الافتراضي	الوصف
`enabled`	Boolean	لا	`false`	مفتاح رئيسي لواجهة SGs. (أو) عندما يكون `false` لا يتصل (غائبة `:sgs` كتلة MSC أبداً بـ MME يعتمد MME ويتصرف كـ فقط على الحزم.
`csfb_enabled`	Boolean	لا	`false`	يمكّن إعادة توجيه صوت **عند طلب** CS التراجع عن **الخدمة الموسعة**. عبر SMS مستقل عن SGs: اتركه `false` لتشغيل SMS عبر SGs دون التراجع عن صوت CS. ليس له تأثير ما لم يكن `enabled` هو `true`.
`vlr_ip`	String	نعم (عند التمكين)	-	عنوان IPv4 لـ MSC/VLR الذي يتصل به MME.
`vlr_port`	Integer	لا	`29118`	منفذ SCTP لـ MSC/VLR. المنفذ القياسي لـ SGsAP هو 29118 وفقاً لـ TS 29.118 §5.2.
`mme_name`	String	لا	مشتق من FQDN العقدة	FQDN عقدة MME المعلنة في SGsAP **MME Name** IE (TS 29.118 §9.4.13). يجب أن تكون ≥ 55 بايت. عند الإغفال، يتم اشتقاقها من اسم المكون MME / GUMMEI.

المعلمة	النوع	مطلوب	الافتراضي	الوصف
`local_ip`	String	لا	عنوان IP للاستماع في S1AP	عنوان IPv4 المحلي الذي يرتبط به MME لارتباط SGs الخارجي. الافتراضي للاستماع في IP هو عنوان S1AP.
`reconnect_ms`	Integer	لا	`5000`	الفاصل الزمني، بالمللي ثانية، بين محاولات إعادة الاتصال SCTP بعد ارتباط فاشل أو تم إسقاطه.
`lu_timeout_ms`	Integer	لا	`4000`	أقصى وقت، بالمللي ثانية، ينتظر فيه الاتصال المدمج قبول LOCATION-UPDATE-ACCEPT من MSC قبل التراجع إلى EPS فقط. قبول اتصال بطيء أو غائب MSC يمنع من إيقاف الاتصال EPS.

أمثلة

المثال 1: SMS عبر SGs فقط (بدون صوت CS)

```
config :mme, :sgs,
  enabled: true,
  csfb_enabled: false,
  vlr_ip: "10.0.0.10",
  mme_name: "mmec01.mmegi8001.mme.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org"
```

كيف يعمل: يقوم MME بتسجيل UEs ذات الاتصال المدمج مع MSC وينقل SMS في كلا الاتجاهين، لكنه يجيب على أي طلب للتراجع عن الصوت برفض الخدمة CS.

حالة الاستخدام: الشبكات التي ترغب في الحصول على SMS لمشتركي LTE عبر MSC قديم ولكن توفر الصوت من خلال VoLTE (أو لا على الإطلاق).

المثال 2: التراجع الكامل عن CS (صوت + SMS)

```
config :mme, :sgs,
  enabled: true,
  csfb_enabled: true,
  vlr_ip: "10.0.0.10",
  vlr_port: 29118,
  mme_name: "mmec01.mmegi8001.mme.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
  reconnect_ms: 5_000,
  lu_timeout_ms: 4_000
```

كيف يعمل: بالإضافة إلى SMS، يتسبب طلب الخدمة الموسعة في إعادة توجيه UE 2 إلى G/3G عبر SGs. MSC للمكالمة المعتمدة على الدوائر، مع إشعار

حالة الاستخدام: شبكات LTE بدون VoLTE 2 تعتمد على G/3G للصوت.

المقاييس

يتم تصدير جميع مقاييس SGs على نقطة النهاية القياسية لجمع بيانات Prometheus.

المقياس: `mme_sgs_message_count` **الوصف**: عداد رسائل **النوع** SGsAP المتبادلة مع MSC/VLR. **التسميات**:

- `direction` — `inbound` (من MSC) أو `outbound` (إلى MSC)
- `message_type` — نوع رسالة SGsAP، مثل `location_update_accept`، `paging_request`، `downlink_unitdata`

المقياس: `mme_sgs_procedure_count` **الوصف**: عداد نتائج إجراءات **النوع** SGs من جانب MME. **التسميات**:

- `procedure` — مثل `location_update_accept`، `paging_request`، `downlink_unitdata`، `reset_indication`
- `result` — مثل `associated`، `rejected`، `paged`، `ue_unreachable`، `relayed`، `acked`

المقياس: `mme_sgs_association_event_count` **الوصف**: عداد أحداث دورة حياة **النوع**: ارتباط SCTP لـ SGs. **التسميات**:

- `event` — `connect_attempt`، `comm_up`، `comm_lost`، `connect_failed`

المقياس: `mme_sgs_association_up` **النوع**: Gauge **الوصف**: ما إذا كان ارتباط SGs بـ MSC/VLR (`0`) أو غير متاح (`1`) متاح حالياً.

استعلامات المثال

```
# هل ارتباط SGs متاح؟
mme_sgs_association_up

# معدل رسائل SGsAP الواردة مقابل الصادرة حسب النوع
sum by (direction, message_type) (rate(mme_sgs_message_count[5m]))

# معدل نجاح تسجيل الاتصال المدمج مقابل معدل الرفض
sum by (result)
(rate(mme_sgs_procedure_count{procedure="location_update_accept"}
[5m]))

# صفحات CS التي لم تجد UE قابل للوصول
rate(mme_sgs_procedure_count{result="ue_unreachable"}[15m])

# تقلبات الارتباط في الساعة الماضية
increase(mme_sgs_association_event_count{event="comm_lost"}[1h])
```

استكشاف الأخطاء وإصلاحها

لا يأتي أبداً SGs ارتباط

الأعراض: تبقى `mme_sgs_association_up` عند `0`؛ أحداث `connect_failed` المتكررة.

الأسباب المحتملة:

- SGsAP لا يستمع على منفذ MSC غير صحيحة أو أن `vlr_ip` / `vlr_port`
- جدار ناري يمنع SCTP بين MME و MSC
- عنوان الربط المحلي غير قابل للوصول من MSC

الحل:

1. تأكد من أن MSC يستمع لـ SGsAP (المنفذ الافتراضي 29118) وقابل للوصول من MME.
2. تحقق من أن قواعد جدار الحماية تسمح بـ SCTP بين MME و MSC.
3. تحقق من `vlr_ip`، `vlr_port`، وعنوان الربط المحلي.

يتم منح الاتصال المدمج كـ EPS فقط

الأعراض: يتم قبول UEs التي تطلب اتصالاً مدمجاً ولكن يتم إخبارها بأن CS غير متاح.

الأسباب المحتملة:

- تسجيل UE مع MSC غير متاح، لذا لا يمكن لـ SGs ارتباط MME
- يرفض MSC طلب LOCATION-UPDATE-REQUEST (على سبيل المثال، لم يتم تجهيز المشترك في VLR)
- يستجيب MSC بشكل أبطأ من `lu_timeout_ms`

الحل:

1. تأكد من أن `mme_sgs_association_up` هو `1`.
2. افحص `mme_sgs_procedure_count{procedure="location_update_accept"}` للنتائج `rejected` وتحقق من تجهيز المشترك لـ CS على MSC.
3. إذا كان MSC سليماً ولكنه بطيء، قم بزيادة `lu_timeout_ms`.

يتم رفض المكالمات الصوتية مع "خدمة CS غير متاحة مؤقتاً"

الأعراض: يتم الرد على طلبات الخدمة الموسعة للصوت برفض الخدمة.

الأسباب المحتملة:

- `csfb_enabled` هو `false` (الإعداد الافتراضي)
- UE ليس مرتبطاً بـ SGs (فقط EPS تم منح الاتصال المدمج كـ)

الحل:

1. قم بتعيين `csfb_enabled: true` لتمكين صوت التراجع عن CS.
2. تأكد من أن UE أكمل اتصالاً مدمجاً (انظر القسم السابق).