الاتحـــــــــــاد الدولـــــــــــي للاتصـــــــــــالات

ITU-T

قطاع تقييس الاتصالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

G.1028
(2016/04)

السلسلة G: أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

نوعية الخدمة وأداء الوسائط المتعددة – الجوانب العامة والجوانب المتعلقة بالمستعمل

جودة الخدمة من طرف إلى طرف في شبكات الاتصالات الصوتية المتنقلة من الجيل الرابع (4G)

التوصية ITU-T G.1028

الاتحاد الدولي للاتصالات

توصيات السلسلة G الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

التوصيلات والدارات الهاتفية الدولية	G.199–G.100
الخصائص العامة المشتركة لكل الأنظمة التماثلية بموجات حاملة	G.299–G.200
الخصائص الفردية للأنظمة الهاتفية الدولية بموجات حاملة على خطوط معدنية	G.399–G.300
الخصائص العامة للأنظمة الهاتفية الدولية اللاسلكية أو الساتلية والتوصيل البيني مع الأنظمة على خطوط معدنية	G.449–G.400
تنسيق المهاتفة الراديوية والمهاتفة السلكية	G.499–G.450
خصائص وسائط الإرسال والأنظمة البصرية	G.699–G.600
التجهيزات المطرافية الرقمية	G.799–G.700
الشبكات الرقمية	G.899–G.800
الأقسام الرقمية وأنظمة الخطوط الرقمية	G.999–G.900
نوعية الخدمة وأداء الإرسال – الجوانب العامة والجوانب المتعلقة بالمستعمل	**G.1999–G.1000**
خصائص وسائط الإرسال	G.6999–G.6000
البيانات عبر طبقة النقل – الجوانب العامة	G.7999–G.7000
جوانب الرزم عبر طبقة النقل	G.8999–G.8000
نفاذ الشبكات	G.9999–G.9000

لمزيد من التفاصيل يرجى الرجوع إلى قائمة التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات.

التوصية ITU-T G.1028

جودة الخدمة من طرف إلى طرف في شبكات الاتصالات الصوتية المتنقلة من الجيل الرابع (4G)

ملخص

تقدم التوصية ITU-T G.1028 مبادئ توجيهية تتعلق بالجوانب الرئيسية التي تؤثر على الأداء من طرف إلى طرف في التطبيقات الصوتية المدارة عبر شبكات LTE وكيفية تقييمها بشكل صحيح باستعمال العناصر المعرفية الحالية.

ويرد فيها وصف لبعض السيناريوهات النموذجية من طرف إلى طرف، التي تشمل حالات مع نفاذ إلى النظام LTE على جانبي الاتصال أو مع تكنولوجيا نفاذ مختلفة على جانب واحد (نفاذ لاسلكي أو نفاذ سلكي). وتقوم هذه السيناريوهات على توصيلات مرجعية نموذجية معرّفة في هذه التوصية، تشمل قطاعات مختلفة بما في ذلك محطة طرفية ونفاذ لاسلكي وشبكة توصيل وشبكة أساسية. وتُقدّم اعتبارات تتعلق بتقاسم ميزانية بعض المعلمات الرئيسية والموقع الذي يمكن أن تُقيّم فيه عبر هذه القطاعات.

التسلسل التاريخي

الطبعة	التوصية	تاريخ الموافقة	لجنة الدراسات	معرف الهوية الفريد*
1.0	ITU-T G.1028	2016-04-06	12	11.1002/1000/12748

* للنفاذ إلى توصية، ترجى كتابة العنوان http://handle.itu.int/ في حقل العنوان في متصفح الويب لديكم، متبوعاً بمعرف التوصية الفريد. ومثال ذلك، http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en.

تمهيد

الاتحاد الدولي للاتصالات وكالة متخصصة للأمم المتحدة في ميدان الاتصالات وتكنولوجيات المعلومات والاتصالات (ICT). وقطاع تقييس الاتصالات (ITU-T) هو هيئة دائمة في الاتحاد الدولي للاتصالات. وهو مسؤول عن دراسة المسائل التقنية والمسائل المتعلقة بالتشغيل والتعريفة، وإصدار التوصيات بشأنها بغرض تقييس الاتصالات على الصعيد العالمي.

وتحدد الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات (WTSA) التي تجتمع مرة كل أربع سنوات المواضيع التي يجب أن تدرسها لجان الدراسات التابعة لقطاع تقييس الاتصالات وأن تُصدر توصيات بشأنها.

وتتم الموافقة على هذه التوصيات وفقاً للإجراء الموضح في القرار 1 الصادر عن الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات.

وفي بعض مجالات تكنولوجيا المعلومات التي تقع ضمن اختصاص قطاع تقييس الاتصالات، تُعد المعايير اللازمة على أساس التعاون مع المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO) واللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC).

ملاحظة

تستخدم كلمة "الإدارة" في هذه التوصية لتدل بصورة موجزة سواء على إدارة اتصالات أو على وكالة تشغيل معترف بها.

والتقيد بهذه التوصية اختياري. غير أنها قد تضم بعض الأحكام الإلزامية (بهدف تأمين قابلية التشغيل البيني والتطبيق مثلاً). ويعتبر التقيّد بهذه التوصية حاصلاً عندما يتم التقيّد بجميع هذه الأحكام الإلزامية. ويستخدم فعل "يجب" وصيغ ملزمة أخرى مثل فعل "ينبغي" وصيغها النافية للتعبير عن متطلبات معينة، ولا يعني استعمال هذه الصيغ أن التقيّد بهذه التوصية إلزامي.

حقوق الملكية الفكرية

يسترعي الاتحاد الانتباه إلى أن تطبيق هذه التوصية أو تنفيذها قد يستلزم استعمال حق من حقوق الملكية الفكرية. ولا يتخذ الاتحاد أي موقف من القرائن المتعلقة بحقوق الملكية الفكرية أو صلاحيتها أو نطاق تطبيقها سواء طالب بها عضو من أعضاء الاتحاد أو طرف آخر لا تشمله عملية إعداد التوصيات.

وعند الموافقة على هذه التوصية، لم يكن الاتحاد قد تلقى إخطاراً بملكية فكرية تحميها براءات الاختراع يمكن المطالبة بها لتنفيذ هذه التوصية. ومع ذلك، ونظراً إلى أن هذه المعلومات قد لا تكون هي الأحدث، يوصى المسؤولون عن تنفيذ هذه التوصية بالاطلاع على قاعدة البيانات الخاصة ببراءات الاختراع في مكتب تقييس الاتصالات (TSB) في الموقع http://www.itu.int/ITU-T/ipr/.

© ITU 2017

جميع الحقوق محفوظة. لا يجوز استنساخ أي جزء من هذه المنشورة بأي وسيلة كانت إلا بإذن خطي مسبق من الاتحاد الدولي للاتصالات.

جدول المحتويات

الصفحة

1 مجال التطبيق 1

2 المراجع 1

3 التعاريف 2

1.3 مصطلحات معرَّفة في وثائق أخرى 3

2.3 مصطلحات معرَّفة في هذه التوصية 3

4 الاختصارات والأسماء المختصرة 3

5 اصطلاحات 7

6 مقدمة موجزة لنقل الصوت عبر نظام LTE وبعض الافتراضات بشأنه 7

7 النماذج المرجعية افتراضية 9

1.7 الاتصال LTE-LTE على الشبكة نفسها 11

2.7 الاتصال LTE-LTE بين شبكتين موصولتين بينياً (يشمل التجوال) 11

3.7 الاتصال LTE-3G 12

4.7 الاتصال LTE-PSTN 12

8 جوانب جودة الخدمة لخدمات نقل الصوت عبر نظام LTE 12

9 المؤشرات ذات الصلة وأهداف الجودة 14

10 توصيات بشأن مراقبة جودة الخدمة وتصحيح أخطائها 19

1.10 النقاط الموصى بها لمراقبة جودة الخدمة 19

2.10 استراتيجية الرصد 24

3.10 الأدوات المتاحة في معايير قطاع تقييس الاتصالات 27

الملحق A – قائمة بالانحطاطات التي يواجهها المستعملون النهائيون لخدمة VoLTE وأسبابها المحتملة 31

1.A مشكلة جودة الخدمة المرتبطة بأداء دورة النداء 31

2.A مشكلة جودة الخدمة المرتبطة بجودة الكلام المدركة 32

بيبليوغرافيا 34

التوصية ITU-T G.1028

جودة الخدمة من طرف إلى طرف في شبكات الاتصالات الصوتية المتنقلة من الجيل الرابع (4G)

1 مجال التطبيق

تعمل هذه التوصية بناء على افتراض أن الصوت عبر النظام LTE (VoLTE) هو خدمة صوتية تعرف "بالمدارة"، بخلاف التطبيقات المتاحة بحرية على الإنترنت (OTT) من دون استخدام تشوير النظام الفرعي متعدد الوسائط القائم على بروتوكول الإنترنت وبروتوكول استهلال الدورة (SIP/IMS) ولا توجد فيها حركة تتمتع بالأولوية. أما المهاتفة الفيديوية عبر النظام LTE (ViLTE) فهي خدمة أخرى ستجري معالجتها في توصية محددة.

وتصف هذه التوصية الجوانب الأساسية التي تؤثر على الأداء من طرف إلى طرف في التطبيقات الصوتية المدارة عبر شبكات LTE، وذلك بالنسبة لأكثر حالات النداءات شيوعاً (لا تؤخذ الحركة الترومبونية للنظام الفرعي متعدد الوسائط (IMS) في الاعتبار، ولا استمرارية النداء الصوتي الراديوي الوحيد (SRVCC)، ولا التنقلية في إطار شبكة النفاذ المحلية اللاسلكية)، وكيفية تقييمها بشكل صحيح باستعمال العناصر المعرفية الحالية.

والآليات المتصلة بجودة الخدمة (QoS) والمستخدمة في إدارة الخدمة الصوتية، من قبيل ضغط الرأسية الشديد (RoHC) أو تجميع الفترة الزمنية للإرسال (TTI) أو الجدولة شبه الدائمة (SPS) أو الإرسال المتقطع (DTX) والاستقبال المتقطع (DRS)، أو انتقاء ميدان الخدمة (SDS) أو الشروط المسبقة في بروتوكول استهلال الدورة (SIP)، لا تؤخذ في الاعتبار في هذه التوصية كجزء إلزامي من خدمة VoLTE ولكن تأثيرها على الجودة المدركة من طرف إلى طرف سيؤخذ في الحسبان.

أما تحليل أثر خدمة VoLTE على جودة الخدمات التكميلية (مثل تدفق البيانات) أو على ميزات الأجهزة (عمر البطارية) فيقع خارج نطاق هذه التوصية.

2 المراجع

تتضمن التوصيات التالية لقطاع تقييس الاتصالات وغيرها من المراجع أحكاماً تشكل من خلال الإشارة إليها في هذا النص جزءاً لا يتجزأ من هذه التوصية. وقد كانت جميع الطبعات المذكورة سارية الصلاحية في وقت النشر. ولما كانت جميع التوصيات والمراجع الأخرى تخضع إلى المراجعة، يرجى من جميع المستعملين لهذه التوصية السعي إلى تطبيق أحدث طبعة للتوصيات والمراجع الأخرى الواردة أدناه. وتُنشر بانتظام قائمة توصيات قطاع تقييس الاتصالات السارية الصلاحية. والإشارة إلى وثيقة ما في هذه التوصية لا يضفي على الوثيقة في حد ذاتها صفة التوصية.

[ITU-T E.800] التوصية ITU-T E.800 (2008)، *تعاريف مصطلحات خاصة بجودة الخدمة.*

[ITU-T E.804] التوصية ITU-T E.804 (2014)، *جوانب جودة الخدمات الشائعة في الشبكات المتنقلة.*

[ITU-T G.107] التوصية ITU-T G.107 (2015)، *النموذج E، نموذج حسابي للاستخدام في تخطيط الإرسال.*

[ITU-T G.107.1] التوصية ITU-T G.107.1 (2015)، *النموذج E عريض النطاق.*

[ITU-T G.109] التوصية ITU-T G.109 (1999)، *تعريف فئات جودة إرسال الكلام.*

[ITU-T G.114] التوصية ITU-T G.114 (2003)، *وقت الإرسال باتجاه واحد.*

[ITU-T G.711] التوصية ITU-T G.711 (1988)، *تشكيل شفري نبضي للترددات الصوتية.*

[ITU-T G.1000] التوصية ITU-T G.1000 (2001)، *جودة خدمة الاتصالات: إطار وتعاريف.*

[ITU-T P.10] التوصية ITU-T P.10/G.100 (2006)، *مجموع المفردات المستخدمة في أداء الخدمة ونوعيتها.*

[ITU-T P.563] التوصية ITU-T P.563 (2004)، *الأسلوب أحادي الطرف للتقييم الموضوعي لجودة الكلام في تطبيقات المهاتفة ضيقة النطاق.*

[ITU-T P.564] التوصية ITU-T P.564 (2007)، *اختبارات التطابق لنماذج تقييم جودة إرسال الكلام ضيق النطاق بواسطة بروتوكول الإنترنت.*

[ITU-T P.800.1] التوصية ITU-T P.800.1 (2016)، *مصطلحات حساب متوسط درجات الرأي (MOS).*

[ITU-T P.862] التوصية ITU-T P.862 (2001)، *التقييم المدرك لنوعية الكلام (PESQ): طريقة موضوعية لتقييم نوعية الصوت من طرف إلى طرف في الشبكات الهاتفية ضيقة النطاق وأجهزة الكودك الصوتية.*

[ITU-T P.863] التوصية ITU-T P.863 (2014)، *تقييم جودة الاستماع الموضوعي المدركة.*

[ITU-T P.863.1] التوصية ITU-T P.863.1 (2014)، *دليل تطبيق التوصية ITU-T P.863.*

[ITU-T Y.1540] التوصية ITU-T Y.1540 (2016)، *خدمة اتصالات البيانات في بروتوكول الإنترنت – نقل رزم بروتوكول الإنترنت ومعلمات أداء التيسر.*

[ITU-T Y.1541] التوصية ITU-T Y.1541 (2011)، *أهداف أداء الشبكات للخدمات القائمة على بروتوكول الإنترنت.*

[3GPP TS 22.105] المعيار 3GPP TS 22.105 v 12.1.0 (2014)، *مشروع شراكة الجيل الثالث؛ فريق المواصفات التقنية، الخدمات وجوانب النظام؛ الخدمات ومقدرات الخدمات (الإصدار 12)*

[3GPP TS 23.203] المعيار 3GPP TS 23.203 v 13.5.1 (2015)، *مشروع شراكة الجيل الثالث؛ فريق المواصفات التقنية، الخدمات وجوانب النظام؛ معمارية التحكم في السياسة والترسيم (الإصدار 13).*

[3GPP TS 24.229] المعيار 3GPP TS 24.229 v 13.3.1 (2015)، *مشروع شراكة الجيل الثالث؛ فريق المواصفات التقنية، الشبكة الأساسية والمطاريف؛ بروتوكول التحكم في نداء متعدد الوسائط قائم على بروتوكول الإنترنت استناداً إلى بروتوكول استهلال الدورة (SIP) وبروتوكول وصف الدورة (SDP)؛ المرحلة 3 (الإصدار 13).*

[3GPP TS 26.114] المعيار 3GPP TS 26.114 v 13.1.0 (2015)، *مشروع شراكة الجيل الثالث؛ فريق المواصفات التقنية، الخدمات وجوانب النظام؛ النظام الفرعي متعدد الوسائط القائم على بروتوكول الإنترنت (IMS)؛ المهاتفة المتعددة الوسائط؛ معالجة الوسائط والتفاعل بينها (الإصدار 13).*

[3GPP TS 26.131] المعيار 3GPP TS 26.131 v 13.1.0 (2015)، *مشروع شراكة الجيل الثالث؛ فريق المواصفات التقنية، الخدمات وجوانب النظام؛ الخصائص الصوتية للمطاريف في المهاتفة؛ المتطلبات (الإصدار 13).*

[ETSI TS 101 563] المعيار ETSI TS 101 563 v 1.4.1 (2015)، *جودة إرسال الكلام والوسائط المتعددة (STQ)؛ متطلبات الأداء في التبادل بين أنظمة IMS وPES وVoLTE.*

[ETSI TR 103 219] المعيار ETSI TR 103 219 v 1.1.1 (2015)، *جودة إرسال الكلام والوسائط المتعددة (STQ)؛ جوانب جودة الخدمة في الاتصالات الصوتية في بيئة النظام LTE.*

[IETF RFC 6076] المعيار IETF RFC 6076 (2011)، *مقاييس الأداء من طرف إلى طرف في بروتوكول استهلال الدورة (SIP) للمهاتفة الأساسية.*

[IETF RFC 3095] المعيار IETF RFC 3095 (2001)، *ضغط الرأسية الشديد (HoRC): إطار عام وأربع سمات: بروتوكول النقل في الوقت الفعلي (RTP)، بروتوكول وحدات بيانات المستعمل (UDP)، والبروتوكول ESP، وبدون انضغاط.*

3 التعاريف

1.3 مصطلحات معرَّفة في وثائق أخرى

تستعمل هذه التوصية المصطلحات التالية المعرَّفة في مصادر أخرى:

1.1.3 زمن إقامة النداء (call set-up time) [ITU-T E.800]: الفترة التي تبدأ من تلقي الشبكة لمعلومات العنوان اللازمة لإقامة نداء (تُميز على خط نفاذ المستعمل القائم بالنداء) وتنتهي بتلقي الطرف القائم بالنداء لنغمة انشغال الطرف المنادى أو نغمة رنين أو إشارة إجابة (أي تُميز على خط نفاذ المستعمل القائم بالنداء). وينبغي أن يشمل ذلك النداءات المحلية والوطنية ونداءات الخدمة، فيما لا يشمل ذلك النداءات الموجهة إلى مشغلين مرخصين آخرين حيث لا يستطيع مشغل معين التحكم في جودة الخدمة المقدمة من شبكة أخرى.

2.1.3 نوعية الكلام (speech quality) [ITU-T P.10]: نوعية اللغة المحكية كما تدرك عند عرضها عرضاً سمعياً. وهي نتيجة لعملية إدراك وتقييم، يُقيمِّ فيها القائم بالتقييم علاقة بين الخصائص المحسوسة، أي، الحادث السمعي، والخصائص المرغوبة أو المتوقعة.

3.1.3 أداء قابلية النفاذ إلى الخدمة (service accessibility performance) [ITU-T E.800]: هو مقدرة الحصول على الخدمة بطلب من المستعمل ضمن تسامحات محددة وفي ظروف أخرى معينة.

4.1.3 متوسط زمن الانتشار في اتجاه واحد (mean one-way propagation time) [ITU-T P.10]: وهو في أي توصيلة، متوسط الأوقات التي يستغرقها الانتشار في اتجاهي الإرسال.

2.3 مصطلحات معرَّفة في هذه التوصية

لا يوجد.

4 الاختصارات والأسماء المختصرة

تُستعمل في هذه التوصية المختصرات والتسميات المختصرة التالية:

2G الجيل الثاني لشبكة النفاذ الراديوي (تسمى أيضاً GSM) *(Second Generation of radio access network)*

3G الجيل الثالث لشبكة النفاذ الراديوي (تسمى أيضاً UTMS) *(Third Generation of radio access network)*

4G الجيل الرابع لشبكة النفاذ الراديوي (تسمى أيضاً LTE) *(Fourth Generation of radio access network)*

ACK إشعار بالاستلام *(Acknowledgment)*

AEC إزالة الصدى الصوتي *(Acoustical Echo Cancellation)*

AF وظيفة التطبيق *(Application Function)*

AGC التحكم الأوتوماتي في الكسب *(Automatic Gain Control)*

AGW بوابة النفاذ *(Access Gateway)*

AMR تشفير متعدد المعدلات تكيّفي *(Adaptive Multi Rate coding)*

AMR-WB تشفير متعدد المعدلات تكيفي عريض النطاق *(Wide-Band Adaptive Multi Rate coding)*

BGCF وظيفة مراقبة بوابة الحدود *(Border Gateway Control Function)*

BTS محطة مرسلة مستقبلة قاعدية *(Base Transceiver Station)*

CDR سجل تفاصيل النداء *(Call Detail Record)*

CNG توليد ضوضاء الراحة *(Comfort Noise Generation)*

CS تبديل الدارات *(Circuit Switched)*

CSFB تراجع بتبديل الدارات *(Circuit Switched Fall Back)*

DL وصلة هابطة *(Downlink)*

DRX استقبال متقطع *(Discontinuous Reception)*

DTX إرسال متقطع *(Discontinuous Transmission)*

EEC إزالة الصدى الكهربائي *(Electrical Echo Cancellation)*

E-NodeB العقدة B المعززة *(Enhanced Node B)*

EPC شبكة الرزم المركزية المطوّرة *(Evolved Packet Core)*

E-UTRAN شبكة النفاذ الراديوي للأرض لخدمات النظام العالمي للاتصالات المتنقلة (UMTS) المتطورة *(Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network)*

EVS خدمات الصوت المعززة *(Enhanced Voice Services)*

GBR معدل بتّات مضمون *(Guaranteed Bit Rate)*

GERAN شبكة النفاذ الراديوي للنظام العالمي للاتصالات المتنقلة/معدلات البيانات المعززة لتطور النظام *(GSM/Edge Radio Access Network)*

GGSN عقدة دعم بوابة الخدمة الراديوية الرزمية العامة *(Gateway GPRS (General Packet Radio Service) Service Node)*

GSM النظام العالمي للاتصالات المتنقلة *(Global System for Mobile Communications)*

GSMA رابطة النظام العالمي للاتصالات المتنقلة *(The GSM Association)*

GW بوّابة *(Gateway)*

HARQ طلب التكرار الأوتوماتي الهجين *(Hybrid Automatic-Repeat-Request)*

HD voice صوت عالي الوضوح *(High Definition voice)*

HO تسليم *(Hand Over)*

HSS مخدِّم المشترك المحلي *(Home Subscriber Server)*

I-CSCF وظيفة التحكم في دورة النداء الاستجوابية *(Interrogating Call Session Control Function)*

IMS نظام فرعي متعدد الوسائط لبروتوكول الإنترنت *(IP Multimedia Subsystem)*

IPDV تغير تأخر رزم بروتوكول الإنترنت *(Internet Packet Delay Variation)*

IPER نسبة خطأ رزم بروتوكول الإنترنت *(Internet Packet Error Ratio)*

IPLR نسبة خسارة رزم بروتوكول الإنترنت *(Internet Packet Loss Ratio)*

IPTD تأخر نقل رزم بروتوكول الإنترنت *(Internet Packet Transfer Delay)*

IRA محاولة تسجيل غير فعالة *(Ineffective Registration Attempt)*

KPI مؤشر الأداء الرئيسي *(Key Performance Indicator)*

LTE شبكات التطور طويل الأجل *(Long Term Evolution (of radio access networks)*

MGCF وظيفة مراقب بوابات الوسائط *(Media Gateway Controller Function)*

MGW بوّابة الوسائط *(Media Gateway)*

MME كيان إدارة التنقلية *(Mobility Management Entity)*

MOS متوسط درجات الرأي *(Mean Opinion Score)*

MOS-LQ متوسط درجات الرأي – جودة الاستماع *(Mean Opinion Score – Listening Quality)*

MTAS مخدِّم تطبيقات المهاتفة متعددة الوسائط *(Multimedia Telephony Application Server)*

MTSI خدمة المهاتفة متعددة الوسائط في إطار النظام الفرعي متعدد الوسائط لبروتوكول الإنترنت *(Multimedia Telephony Service for IMS)*

NB نطاق ضيق (طيف الصوت) *(Narrow Band (voice spectrum))*

NER معدل الخطأ في الشبكة *(Network Error Rate)*

O-SDS اختيار ميدان الخدمة في المنشأ *(Originating Service Domain Selection)*

OTT خدمات متاحة بحرية على الإنترنت *(Over-The-Top)*

PCC التحكم في السياسة والترسيم *(Policy and Charging Control)*

PCEF وظيفة إنفاذ السياسة والترسيم *(Policy and Charging Enforcement Function)*

PCRF وظيفة قاعدة السياسة والترسيم *(Policy and Charging Rule Function)*

P-CSCF وظيفة تحكم بالوكالة في دورة النداء *(Proxy Call Session Control Function)*

PDD تأخر لاحق للمراقمة *(Post Dialling Delay)*

PGW بوابة شبكة بيانات الرزم *(Packet Data Network Gateway)*

PLC إخفاء خسائر الرزم *(Packet Loss Concealment)*

PLMN شبكة متنقلة برية عمومية *(Public Land Mobile Network)*

PSTN الشبكة الهاتفية العمومية التبديلية *(Public Switched Telephone Network)*

QCI معرّف أصناف الجودة *(Quality Classification Identifier)*

QoS جودة الخدمة *(Quality of Service)*

RACH قناة النفاذ العشوائي *(Random Access Channel)*

RoHC ضغط الرأسية الشديد *(Robust Header Compression)*

RRC التحكم في المورد الراديوي *(Radio Resource Control)*

RTCP بروتوكول التحكم بالنقل في الوقت الفعلي *(Real-time Transport Control Protocol)*

RTP بروتوكول النقل في الوقت الفعلي *(Real-time Transport Protocol)*

S-CSCF وظيفة التحكم في دورة نداء الخدمة *(Serving Call Session Control Function)*

SCR نسبة إتمام الدورة *(Session Completion Ratio)*

SDP بروتوكول وصف الدورة *(Session Description Protocol)*

SDS اختيار ميدان الخدمة *(Service Domain Selection)*

SEER نسبة فعالية إرساء الدورة *(Session Establishment Effectiveness Ratio)*

SGSN عقدة دعم بوابة الخدمة الراديوية الرزمية العامة *(Service GPRS (General Packet Radio Service) Support Node)*

SGW بوابة الخدمة *(Serving Gateway)*

SIP بروتوكول استهلال الدورة *(Session Initiation Protocol)*

SIP-I بروتوكول استهلال الدورة مع تشوير المستعمل في شبكة رقمية متكاملة الخدمات *(Session Initiation Protocol with encapsulated ISUP)*

SPR مستودع البيانات العامة للمشتركين *(Subscriber Profile Repository)*

SPS جدولة شبه دائمة *(Semi-Persistent Scheduling)*

SRD تأخر طلب الدورة *(Session Request Delay)*

SRVCC استمرارية النداء الصوتي الراديوي الوحيد *(Single Radio Voice Call Continuity)*

SWB نطاق عريض جداً (طيف الصوت) *((Super Wide Band (voice spectrum))*

T-ADS اختيار ميدان النفاذ في المقصد *(Terminating Access Domain Selection)*

TDM الضرب في الميدان الزمني *(Time Domain Multiplication)*

TrFO عملية خالية من تحويل الشفرة *(Transcoding Free Operation)*

TrGW بوابة متفرعة *(Trunking Gateway)*

T-SDS اختيار ميدان الخدمة في المقصد *(Terminating Service Domain Selection)*

TTI الفترة الزمنية للإرسال *(Transmission Time Interval)*

UDP بروتوكول وحدات بيانات المستعمل *(User Datagram Protocol)*

UE تجهيزات المستعمل *(User's Equipment)*

UL وصلة صاعدة *(Uplink)*

UMTS نظام الاتصالات المتنقلة العالمية *(Universal Mobile Telecommunication System)*

UTRAN شبكة النفاذ الراديوي الأرضي في نظام الاتصالات المتنقلة العالمية *(UMTS Terrestrial Radio Access Network)*

VAD كشف النشاط الصوتي *(Voice Activity Detection)*

ViLTE مهاتفة فيديوية عبر نظام LTE *(Video-telephony over LTE)*

VoWiFi نقل الصوت عبر شبكة WiFi *(Voice over WiFi)*

VoLTE نقل الصوت عبر نظام LTE *(Voice over LTE)*

VQE تحسين جودة الصوت *(Voice Quality Enhancement)*

WB نطاق عريض (طيف الصوت) *(Wide Band (voice spectrum))*

WiFi شبكة النفاذ الراديوي اللاسلكي إلى الإنترنت *(Wireless Fidelity radio access network)*

5 اصطلاحات

لا يوجد.

6 مقدمة موجزة لنقل الصوت عبر نظام LTE وبعض الافتراضات بشأنه

تضع هذه التوصية الافتراضات التالية تماشياً مع البيانات العامة للنظام الفرعي متعدد الوسائط لبروتوكول الإنترنت (IMS) بالنسبة للصوت التي حددتها رابطة النظام العالمي للاتصالات المتنقلة (GSMA) في المعيار [b-GSMA IR.92] وبالنسبة لخدمة المهاتفة المتعددة الوسائط لإجراءات التعامل مع الوسائط المتعددة للنظام IMS (MTSI) (الجزء الصوتي فقط) التي حددها مشروع شراكة الجيل الثالث في المعيار [3GPP TS 26.114]، طالما كان الأمر يتعلق بنقل الصوت عبر نظام LTE (VoLTE):

- تُستهل النداءات الصوتية و/أو تستقبل بواسطة جهاز طرفي موصول بشبكة نفاذ راديوي من الجيل الرابع (شبكة النفاذ الراديوي للأرض لخدمات النظام العالمي للاتصالات المتنقلة (UMTS) المتطورة، أو E-UTRAN)
- تتضمن المطاريف الموصولة بشبكة E-UTRAN عميلاً للنظام VoLTE من حيث المبدأ، إما على الرقاقة مباشرة وبصورة أصلية أو كتطبيق مخصص.
- يتم توصيل الشبكة E-UTRAN بشبكة الرزم المركزية المطوّرة (EPC). وتكون نقطة الوصل إحدى العقد B المعززة (e-NodeB).
- تمكّن شبكة الرزم المركزية المطوّرة (EPC) من إجراء الاتصال بين مطاريف شبكة الجيل الرابع (4G) والمنصات الأساسية للنظام الفرعي متعدد الوسائط لبروتوكول الإنترنت (IMS) من أجل إقامة نداءات بواسطة بروتوكول استهلال الدورة (SIP). ولا توجد إمكانية أخرى لإقامة النداءات.
- توفر شبكة الرزم المركزية المطوّرة (EPC) الدعم لإجراء تصنيف لجودة الخدمة (بين وظيفة إنفاذ السياسة والترسيم (PCEF) والمطراف)، كما هو محدد في المعيار [3GPP TS 22.105] (القسم 5) والمعيار [3GPP TS 23.20] (القسم 7.1.6 والجدول المرافق له الذي جرى استنساخه جزئياً في الجدول 1).
- يخصَّص معرّف أصناف الجودة 5 (QCI) لتشوير البروتوكول SIP.
- تُنقل إشارة الصوت في الوقت الفعلي أثناء النداءات بواسطة بروتوكول النقل في الوقت الفعلي/بروتوكول وحدات بيانات المستعمل (RTP/UDP) ويخصص لها معرّف أصناف الجودة 1 (QCI 1).
- إن تطبيق المعرّف QCI 5 على القناة الحاملة لتشوير البروتوكول SIP والمعرّف QCI 1 على القناة الحاملة للصوت في الوقت الفعلي يمنحهما أولوية عالية على القناة الحاملة لجميع البيانات، ما يؤدي إلى عدم انحطاط الخدمة الصوتية لدى استعمالها بالتوازي مع دورة البيانات على الجهاز نفسه.
- يمكن أن تكون النداءات الصوتية سلسة مع أي مستعمل نهائي بعيد لخدمة الصوت بتبديل الدرات (CS) موصولة بالشبكة الهاتفية العمومية التبديلية (PSTN) أو بشبكة نفاذ متنقل من الجيل الثاني (2G) أو الثالث (3G). وينطوي ذلك على افتراض أن نشر الخدمة VoLTE يجري عبر الشبكة 4G بالكامل. ولا تؤخذ في الاعتبار الحالات التي تخضع فيها مطاريف الخدمة VoLTE لتغطية الشبكة 4G ولكنها لا تخضع لتغطية خدمة غير خدمة VoLTE.

- يمكن إجراء نداءات صوتية بين عميلين في النظام VoLTE باستخدام أي معدل بتات وأسلوب كودك في تشفير متعدد المعدلات تكيفي (AMR) وتشفير متعدد المعدلات تكيفي عريض النطاق (AMR-WB)، كما هو مبين في القسم 1.2.3 من المعيار [b-GSMA IR.92]. وسوف يتم في المستقبل القريب دعم كودك عريض النطاق جداً لخدمات الصوت المعززة (EVS). أما الكيانات التي تشكل طرف مستوى المستعمل (المطراف، بوابات الوسائط (MGW)) فتدعم عمليات مستقلة عن تحويل الشفرة (TrFO).
- يتم تفعيل ميزة العمليات المستقلة عن تحويل الشفرة (TrFO) على بروتوكول استهلال الدورة (SIP) بواسطة بروتوكول SIP مع قسم ISUP مغلف (SIP-I)، ما يعني أن التفاوض على كودك بين شبكة VoLTE والشبكات الأخرى يتم في اتجاه من طرف إلى طرف.

الجدول 1 – معرفات أصناف الجودة المستعملة في نقل الصوت عبر نظام LTE
(المصدر: [3GPP TS 23.203])

المعرّف QCI	نوع المورد	مستوى الأولوية	ميزانية تأخر الرزم	معدل خطأ خسارة الرزم	أمثلة على الخدمات
1	GBR	2	ms 100 (ملاحظة)	10^{-2}	محادثة صوتية
5	Non-GBR	1	ms 100 (ملاحظة)	10^{-6}	تشوير النظام IMS

ملاحظة – ينبغي أن يطرح التأخر بين وظيفة إنفاذ السياسة والترسيم (PCEF) وإحدى المحطات القاعدة الراديوية، ومدته 20 ms، من ميزانية معينة لتأخر الرزم لاستخراج ميزانية تأخر الرزم التي تنطبق على السطح البيني الراديوي. ويساوي هذا التأخر القيمة المتوسطة بين الحالة التي تكون فيها الوظيفة PCEF "قريبة" من المحطة القاعدة الراديوية (10 ms تقريباً) والحالة التي تكون فيها الوظيفة PCEF بعيدة" عن المحطة القاعدة الراديوية، مثلاً في حالة التجوال مع حركة مسيّرة نحو الشبكة الأصلية (يبلغ تأخر الرزم في اتجاه واحد بين أوروبا والساحل الغربي لأمريكا الشمالية 50 ms). وهذه القيمة المتوسطة تأخذ في الاعتبار أن التجوال هو السيناريو الأقل تمثيلاً للحالة. ويتوقع أن يؤدي طرح هذه القيمة المتوسطة للتأخر، البالغة 20 ms، من ميزانية معينة لتأخر الرزم إلى الأداء المرغوب من طرف إلى طرف في معظم الحالات العادية. كما تجدر الملاحظة أن ميزانية تأخر الرزم تعرّف حداً أعلى. وينبغي عادةً أن تكون القيم الفعلية لتأخر الرزم – لا سيما لحركة ذات معدل البتات المضمون (GBR) – أقل من ميزانية تأخر الرزم المحددة لمعرف أصناف الجودة طالما كانت جودة القناة الراديوية في المطراف كافية.

تشكل هذه العناصر ما يعرف باسم خدمة الصوت "المدارة"، بخلاف التطبيقات المتاحة بحرية على الإنترنت (OTT) من دون استخدام تشوير النظام الفرعي متعدد الوسائط القائم على بروتوكول الإنترنت وبروتوكول استهلال الدورة (SIP/IMS) ولا توجد فيها حركة تتمتع بالأولوية.

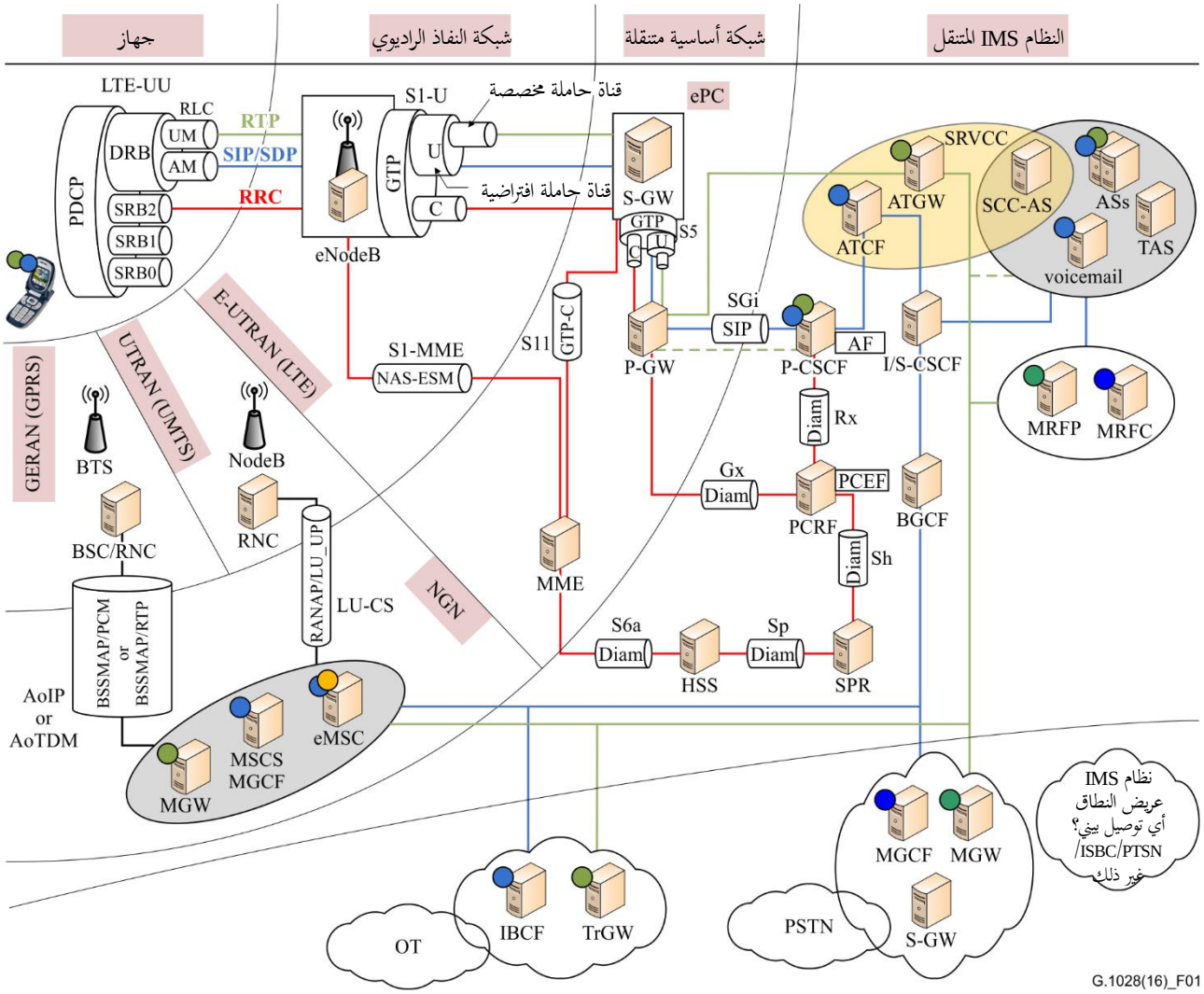
والآليات ذات الصلة بجودة الخدمة المستخدمة في شبكة النفاذ من الجيل الرابع (4G) أو في منصات شبكة الرزم المركزية المطوّرة (EPC) والنظام الفرعي IMS لإدارة خدمة الصوت لا تؤخذ في الاعتبار في هذه التوصية كجزء إلزامي من خدمة نقل الصوت عبر النظام LTE (VoLTE)، ولكن تأثيرها على الجودة المدركة من طرف إلى طرف سيؤخذ في الحسبان قدر الإمكان. وأكثر هذه السمات شيوعاً هي:

- ضغط الرأسية الشديد (RoHC) (انظر المعيار [IETF RFC 3095])، وهو طريقة لتصغير حجم رزم الصوت (تمثل الرأسية عادةً 60% من مجموع الرزم ويمكن خفضها بعامل يصل إلى 20 بفضل ضغط الرأسية الشديد (RoHC)) ما يحدّ بالتالي من انشغال عرض نطاق الشبكة.
- تجميع الفترات الزمنية للإرسال (TTI)، وهي آلية لتحسين التغطية في حافة خلية الشبكة 4G أو في الأحوال الراديوية السيئة، ويتم ذلك بإرسال كل رزمة أربع مرات في صف معين (بدون خدمة التشوير).
- تسهّل الجدولة شبه الدائمة عملية تخصيص وإعادة تخصيص الموارد في الخلية وبالتالي يمكن أن تسمح بإجراء مزيد من النداءات في نظام VoLTE بشكل متزامن وخفض استهلاك البطاريات في الأجهزة.

- الإرسال المتقطع (DTX) هو تقنية للحد من عرض النطاق الذي يشغله النداء الصوتي، وذلك من خلال عدم إرسال بيانات خلال فترات الصمت.
- الاستقبال المتقطع (DRX) يضع المطراف في حالة تكرار دوري بين أسلوب السُبات وأسلوب معاودة النشاط (للاستماع إلى الرسائل الواردة من الشبكة)، ما يسمح بالتوفير في استهلاك البطاريات.
- الشروط المسبقة للبروتوكول SIP، كما هي محددة في الفقرة 1.4.2 من المعيار [b-GSMA IR.92] وفي المعيار [3GPP TS 24.229]، يمكن إضافتها إلى رسائل بروتوكول وصف الدورة (SDP) المتبادلة بين المطاريف والنظام الفرعي IMS للتأكد من أن القنوات الحاملة الراديوية المخصصة متاحة قبل إقامة النداء. يعزز ذلك عملية إقامة النداء لكنه يجعلها أطول بمدة تصل إلى عدة ثوانٍ.
- يسمح اختيار ميدان الخدمة في المنشأ والمقصد (T-SDS وO-SDS) بالاختيار بين ميدان تبديل الدارات (CS) أو ميدان النظام الفرعي المتعدد الوسائط القائم على بروتوكول الإنترنت (IMS) لتوفير خدمة الصوت لمطراف VoLTE يخضع لتغطية الشبكة VoLTE أو الشبكة CS. ويطلق على آلية اختيار الميدان اللازمة لكي تبلغ الشبكة المطراف بإنهاء النداء اسم اختيار ميدان النفاذ في المقصد (T-ADS).

7 النماذج المرجعية افتراضية

يوضح الشكل 1 المعمارية الإجمالية التي تدعم خدمات نقل الصوت عبر نظام LTE (VoLTE):

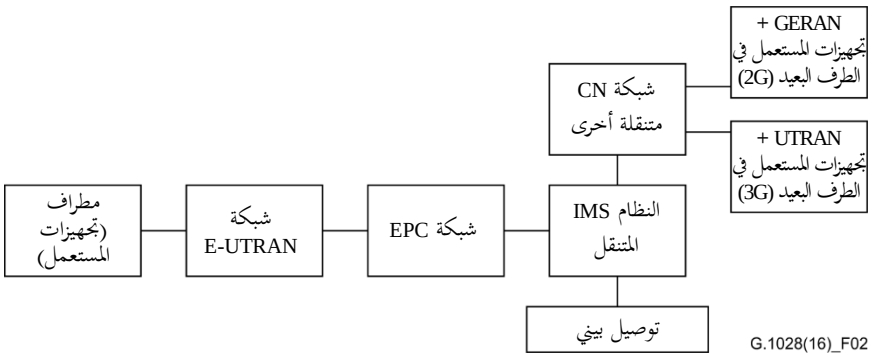


الشكل 1 – المعمارية الإجمالية لخدمات VoLTE

يتضمن الشكل عدة وحدات تشكل العناصر الأساسية للنموذج المرجعي:

- المطراف
- شبكة E-UTRAN
- شبكة الرزم المركزية المطوّرة (EPC)
- شبكة أساسية متنقلة للنظام الفرعي المتعدد الوسائط القائم على بروتوكول الإنترنت (IMS)
- شبكات نفاذ راديوي أخرى (GERAN وUTRAN)
- شبكات أساسية متنقلة من الجيل الثاني (2G) والثالث (3G)
- توصيل بيني مع شبكات EPC أو شبكات ثابتة أخرى

ويرد في الشكل 2 تبسيط للوصف الوارد أعلاه:



الشكل 2 – معمارية مبسّطة لخدمات VoLTE

تقدم هذه التوصية لمحة عامة عن تأثير قضايا متنوعة على الجودة المدركة، إلى جانب تقدير كمي لهذا التأثير على النموذج المرجعي الافتراضي، وذلك بالنسبة لعدة سيناريوهات من طرف إلى طرف تندرج ضمن نطاق هذه التوصية.

يمكن أن يتعرض عميل الخدمة VoLTE إلى أنواع مختلفة من النداءات:

- نداء أساسي: إما مع مستعمل آخر للخدمة VoLTE موصول بنفس الشبكة 4G (انظر الفقرة 1.7) أو مع شبكة صوتية أخرى (بتبديل الدرارت (CS) أو PSTN، انظر الفقرتين 3.7 و4.7).
- تراجع إلى شبكة تبديل الدارات (CSFB): وهو نداء مع مطراف آخر في الشبكة 4G عندما يضطر أحد الطرفين إلى التراجع إلى توصيل بشبكة تبديل الدارات (CS) عبر شبكة 3G أو 2G قبل إقامة النداء. ومن وجهة نظر المستعمل، يكون التراجع إلى شبكة تبديل الدارات (CSFB) آلياً وشفافاً ولا يلزم فيه اتخاذ أي إجراء. ويعتبر أداء التراجع CSFB بالنسبة لإقامة النداء جزءاً فرعياً من أداء النداء الأساسي. وحالما يتم التراجع CSFB، تكون أهداف الأداء من حيث تكامل النداء واستمراريته مماثلة لأهداف الأداء في النداء الأساسي (انظر الفقرتين 3.7 و4.7).
- التوصيل البيني: نداء بين مطرافين في خدمة VoLTE موصولين بشبكتين مختلفتين موصولتين بينياً (انظر الفقرة 2.7).
- الحركة الترومبونية في النظام الفرعي IMS: حين يخضع المطراف في خدمة VoLTE لتغطية شبكة CS، يجتاز التشوير ومستويات المستعملين ميدان النظام IMS. ومن منظور الأداء من طرف إلى طرف، ينبغي ألا تؤثر هذه الحركة الترومبونية في النظام IMS إلا على التأخر من طرف إلى طرف والتأخر اللاحق للمراقمة (PDD). ولا تندرج حالة هذا النداء ضمن نطاق هذه التوصية.

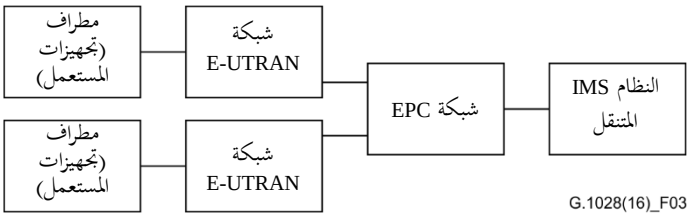
وبنتيجة للتنقلية، ولكي يستمر النداء الذي يُستهل في إطار تغطية خدمة VoLTE في شبكة 4G، قد يتعين تسليمه (HO) إلى تغطية شبكة CS. وهذه العملية، المعروفة باسم استمرارية النداء الصوتي الراديوي الوحيد (SRVCC)، لا تندرج أيضاً ضمن نطاق هذه التوصية وهي زالت قيد البحث وبحاجة إلى مزيد من التنقيح.

كما يتعين تسليم النداء الذي يُستهل في إطار تغطية خدمة VoLTE في شبكة 4G إلى تغطية شبكة نفاذ راديوي لاسلكي. ويمكن أيضاً لأحد المطاريف في شبكة 4G أن يبدأ نداء صوتياً بشكل مباشر على إحدى منصات النظام IMS في إطار هذه التغطية الراديوية. وهذه الحالة من الاستعمال، المعروفة باسم نقل الصوت عبر شبكة WiFi (VoWiFi)، لا تندرج أيضاً ضمن نطاق هذه التوصية وهي قيد البحث وبحاجة إلى مزيد من التنقيح.

وفيما يلي السيناريوهات الأكثر شيوعاً المدروسة في هذه التوصية.

1.7 الاتصال LTE-LTE على الشبكة نفسها

يبين الشكل 3 اتصالاً بين عميلين في الخدمة نفسها لنقل الصوت عبر نظام LTE (VoLTE). ويفترض بأنهما لا يقعان في إطار تغطية الخلية ذاتها.

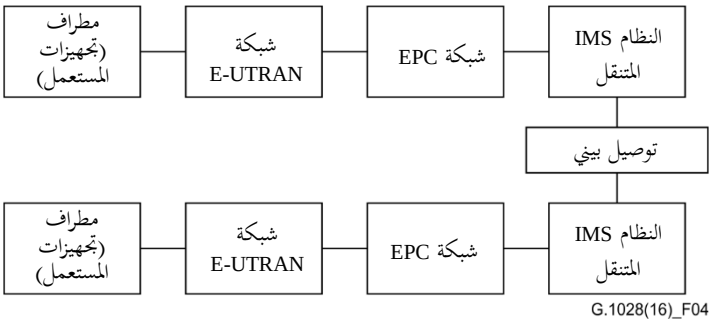


الشكل 3 – نموذج مرجعي افتراضي للاتصال بين LTE-LTE على الشبكة نفسها

2.7 الاتصال LTE-LTE بين شبكتين موصولتين بينياً (يشمل التجوال)

يبين الشكل 4 عميلين في خدمتين لنقل الصوت عبر نظام LTE (VoLTE) توفرهما جهتان مختلفتان من جهات تشغيل الاتصالات. وتكون الشبكتان الأساسيتان في النظام IMS موصولتين بينياً ويسمحان باستمرارية التشوير ومستويات المستعملين.

ويفترض أن هذا التوصيل البيني قائم على بروتوكول الإنترنت (لا يؤخذ في الاعتبار الحلّ القائم على الضرب في الميدان الزمني (TDM)). كما يفترض بأن خاصية العمليات المستقلة عن تحويل الشفرة في البروتوكول SIP (SIP-I) مفعّلة في الشبكتين.



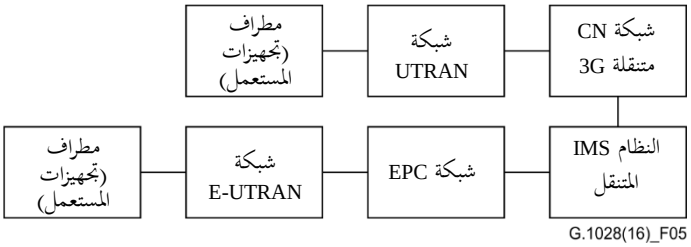
الشكل 4 – نموذج مرجعي افتراضي للاتصال LTE-LTE بين شبكتين موصولتين بينياً

ويمكن تناول حالتين من التوصيل البيني في خدمة VoLTE:

- الشبكتان موصولتان بينياً بصورة مباشرة ما ينتج عنه استعمال الكودك نفسه – كما هو الحال في الشبكة المتنقلة البرية العمومية الداخلية (PLMN) – وانخفاض قيم التأخر اللاحق للمراقمة (PDD) والتأخر من طرف إلى طرف.
- الشبكتان موصولتان بينياً عبر شبكة وسيطة بتبديل الدارات (CS) تزيد من قيم التأخر اللاحق للمراقمة (PDD) والتأخر من طرف إلى طرف، وتخفض معدل الكودك، وقد تسبب خسارة الصوت عالي الوضوح (إذا لم يكن التشفير متعدد المعدلات التكيّفي عريض النطاق مدعوماً من شبكة CS).

3.7 الاتصال LTE-3G

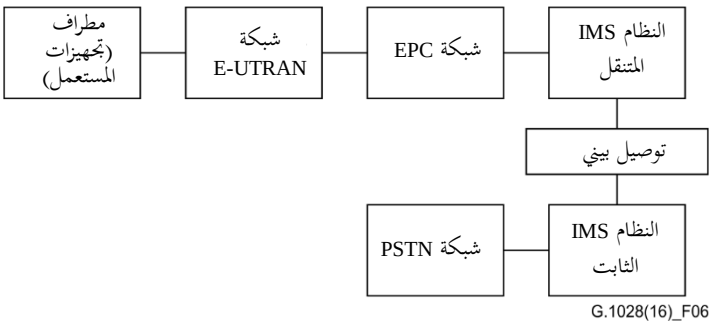
ويحدث حين يُجري عميل في خدمة VoLTE اتصالاً بعميل في شبكة CS، ويكون النظام الفرعي IMS موصولاً بشبكة أساسية متنقلة من الجيل الثالث (انظر الشكل 5)، ما يسمح باستمرارية التشوير ومستويات المستعملين.



الشكل 5 – نموذج مرجعي افتراضي للاتصال LTE-3G

4.7 الاتصال LTE-PSTN

ويحدث حين يجري عميل في خدمة VoLTE اتصالاً بأحد مستعملي الشبكة PSTN، ويكون النظام الفرعي IMS المتنقل موصولاً بالنظام الفرعي IMS لثابت (انظر الشكل 6)، ما يسمح باستمرارية التشوير ومستويات المستعملين.

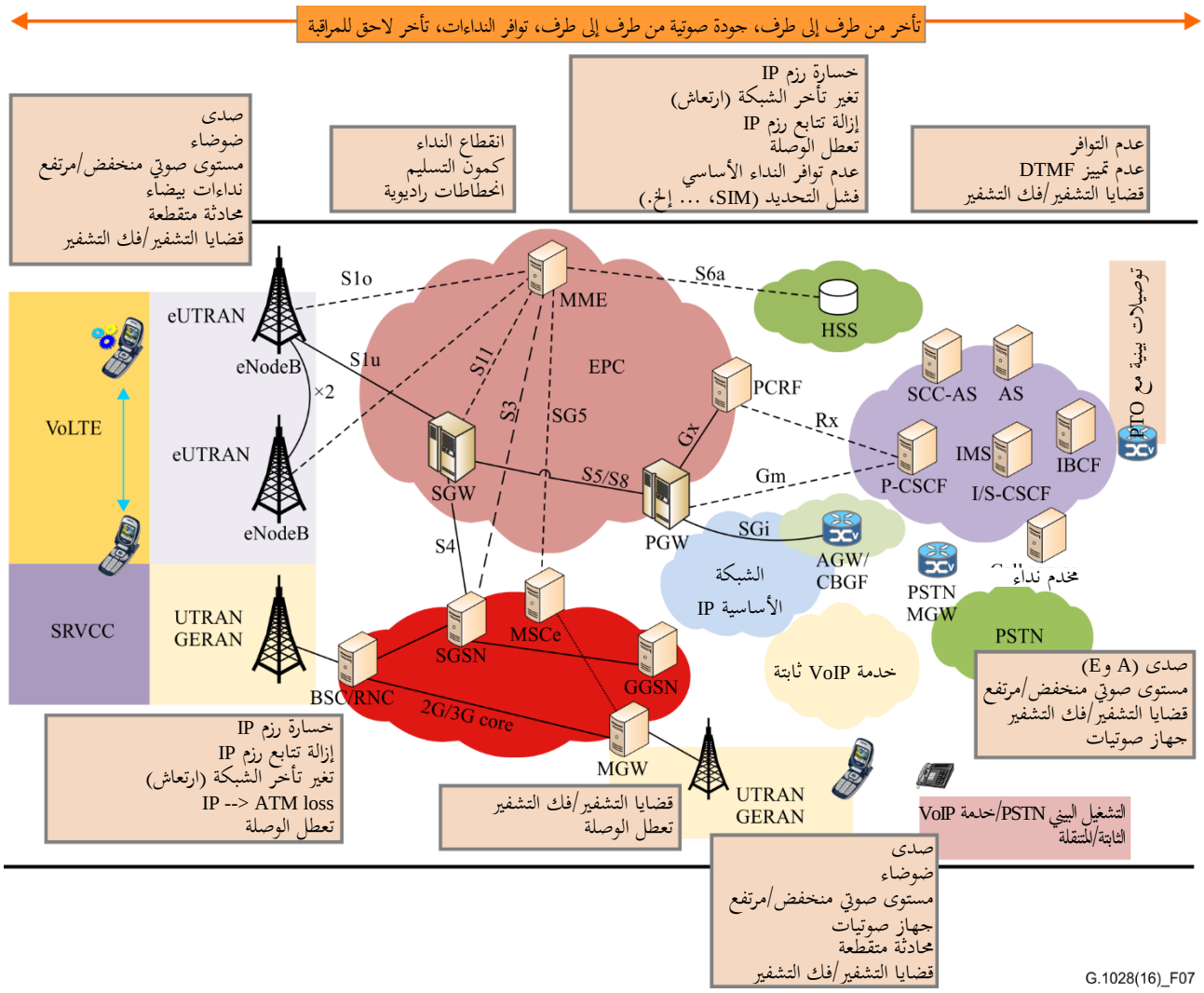


الشكل 6 – نموذج مرجعي افتراضي للاتصال LTE-PSTN

وقد تشمل جميع السيناريوهات التي تتضمن توصيلاً بينياً بشبكة أخرى مسارات دولية طويلة. ويعتبر ذلك حالة مستقلة لا ينتج عنها اعتبارات تتعلق بالميزانية العامة للتأخر.

8 جوانب جودة الخدمة لخدمات نقل الصوت عبر نظام LTE

يبين الشكل 7 الانحطاطات في جودة الخدمة التي يمكن أن نواجهها عادة في نداء عبر خدمة VoLTE. ويفهم من جودة الخدمة هنا على أنها الجودة المحددة في التوصية [ITU-T E.800]. ويبين الشكل العناصر الرئيسية للشبكة التي تظهر عناصر التشوير والوسائط إلى جانب التوصيلات بمنصات الشبكة PTSN أو منصات الشبكة المتنقلة.



الشكل 7 – الانحطاطات النموذجية في اتصالات خدمة VoLTE

تقسم حالات الانحطاط هذه من وجهة نظر العميل (جودة الخدمة المطلوبة والمدركة، كما هي محددة في التوصية [ITU-T G.1000]) إلى الفئات التالية:

- أداء دورة النداء
  - مشكلات التسجيل في الخدمة (IMS/SIP)
  - قضايا متعلقة بإقامة النداء (إمكانية نفاذ سيئة)
  - فشل الاستمرارية (أو قابلية الاستمرار)، بما في ذلك أثر التنقلية (عمليات التسليم الراديوية).
- جودة الكلام المدركة أثناء النداء (التكامل)
  - المحتوى الترددي. ويشير ذلك إلى طيف إشارات الكلام المقدم إلى المستعملين النهائيين (ضيق النطاق، أو عريض النطاق، أو عريض النطاق جداً) وتشوهاته المحتملة.
  - الانقطاعات. وتهم جميع الأحداث الناجمة عن قمط إشارة الكلام أثناء المحادثة.
  - التأخر من طرف إلى طرف (تأثيره على التفاعل بين المحادثات).
  - وجود ضوضاء غير مرغوبة، مهما كان مصدرها.

ويرد في الملحق A قائمة مفصلة بالانحطاطات النموذجية التي يواجهها المستعملون النهائيون في خدمة VoLTE إلى جانب أسبابها المحتملة.

وقد يكون لخدمة VoLTE تأثير على الخدمات أو الوظائف الأخرى للجهاز. وعلى سبيل المثال:

- يحتمل أن يتأثر الأداء المتعلق بنقل البيانات بوجود استعمال لخدمة VoLTE على الخلية ذاتها؛
- قد تصبح استقلالية البطارية بالغة الأهمية إذا كان استعمال تطبيق معين (هنا خدمة VoLTE) يستهلك طاقة كبيرة.

ومع ذلك، فإن هذه الجوانب لا تندرج ضمن نطاق هذه التوصية.

وللإفادة عن هذه القضايا المتعلقة بجودة الخدمة التي يتعرض لها العملاء ورصدها وحل مشكلاتها، يجب وضع معمارية متسقة للقياسات مقرونة بالمقاييس المناسبة. وهذا هو الغرض من الأقسام التالية.

9 المؤشرات ذات الصلة وأهداف الجودة

من منظور الخدمة من طرف إلى طرف، كما يراه مستعمل نهائي يخضع لتغطية شبكة من الجيل الرابع (4G) تمتثل لمعايير خدمة VoLTE ويقوم بإصدار نداءات، ترد المؤشرات ذات الصلة في الجدول 2 إلى جانب مؤشرات الأداء الرئيسية (KPI) للشبكة المساهمة المحتملة.

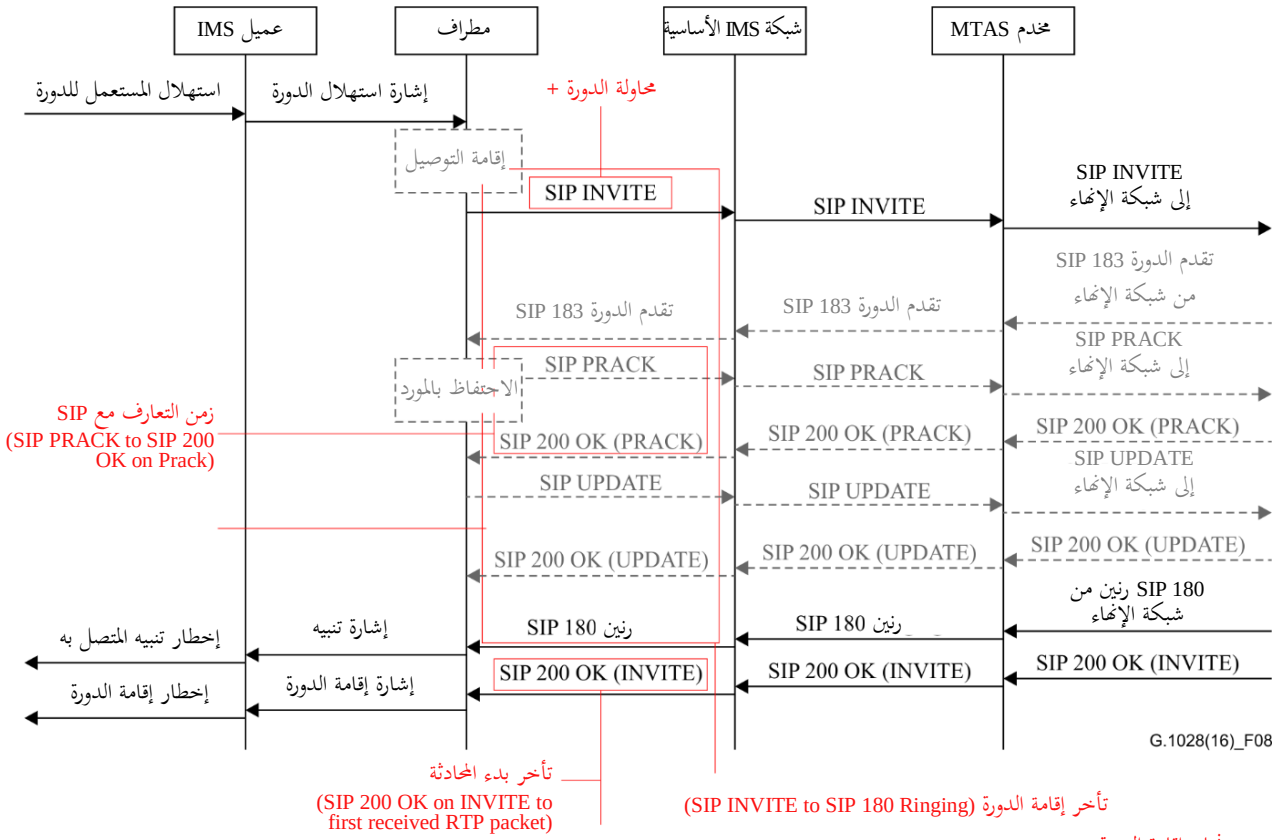
الجدول 2 – مؤشرات الجودة من طرف إلى طرف ومؤشرات الأداء الرئيسية للشبكة المقابلة

المؤشرات من طرف إلى طرف	التعريف	مؤشرات الأداء الرئيسية لشبكة بروتوكول الإنترنت
معدل نجاح التسجيل	معدل محاولات التسجيل الناجحة في خدمة VoLTE يعادل نسبة نجاح التسجيل في النظام IMS كما هي محددة في المعيار [ETSI TR 103 219]	معدل نجاح التسجيل مؤشر الأداء الرئيسي المتعلق بالنظام IMS والمستند إلى عدادات P-CSCF. يعادل 1 – نسبة محاولات التسجيل غير الفعالة (IRA) كما هي محددة في المعيار [IETF RFC 6076]
توافر الخدمة	توافر الخدمة من طرف إلى طرف من حيث القدرة على إجراء نداءات من عميل إلى آخر في خدمة VoLTE يعادل 1 – نسبة فشل إنشاء دورة VoLTE كما هي محددة في المعيار [ETSI TR 103 219] يعادل 1 – عدم النفاذ إلى الخدمة الهاتفية كما هو محدد في التوصية [ITU-T E.804] (الفقرة 1.6.3.7)	نسبة فعالية الشبكة تقيس قدرة الشبكة، من منظور منصة الخدمة، على توفير نداءات لعميل في خدمة VoLTE واستناداً إلى البروتوكول SIP، يعادل معدل أخطاء الشبكة (NER) نسبة فعالية إنشاء الدورة (SEER) كما هي محددة في المعيار [IETF RFC 6076]
التأخر اللاحق للمراقمة	الفترة الزمنية (بالثواني) بين نهاية المراقمة من المتصل وتلقيه لنغمة الرنين المناسبة أو للإعلان المسجل يعادل مدة إقامة النداء كما هي محددة في التوصية [ITU-T E.800] يعادل مدة إقامة المهاتفة كما هي محددة في التوصية [ITU-T E.804] (الفقرة 2.6.3.7)	مدة إنشاء دورة البروتوكول SIP وهي الفترة بين إرسال رسالة INVITE (مع البروتوكول SDP) ورسالة ACK (180 أو200) من جهة صدور النداء. يعادل تأخر طلب الدورة (SRD) الناجح كما هو محدد في المعيار [IETF RFC 6076]
نوعية الصوت (MOS-LQ)	تعادل نوعية الصوت كما هي محددة في التوصية [ITU-T P.10]. توفر النماذج المحددة في التوصية [ITU-T P.862] والتوصية [ITU-T P.863] وجهة نظر موضوعية بشأن نوعية الإشارة الصوتية كما يراها العميل. يمكن تصورها على أساس النداء أو على أساس العينة (انظر التوصية [ITU-T E.804]، الفقرتين 3.6.3.7 و4.6.3.7)	مؤشر جودة الشبكة (التوصيتان [ITU-T G.107] و[ITU-T P.564]) نسبة خسارة رزم بروتوكول الإنترنت (انظر تعريف نسبة خسارة رزم الإنترنت (IPLR) في التوصية [ITU-T Y.1540]: عدة نقاط قياس ممكنة.

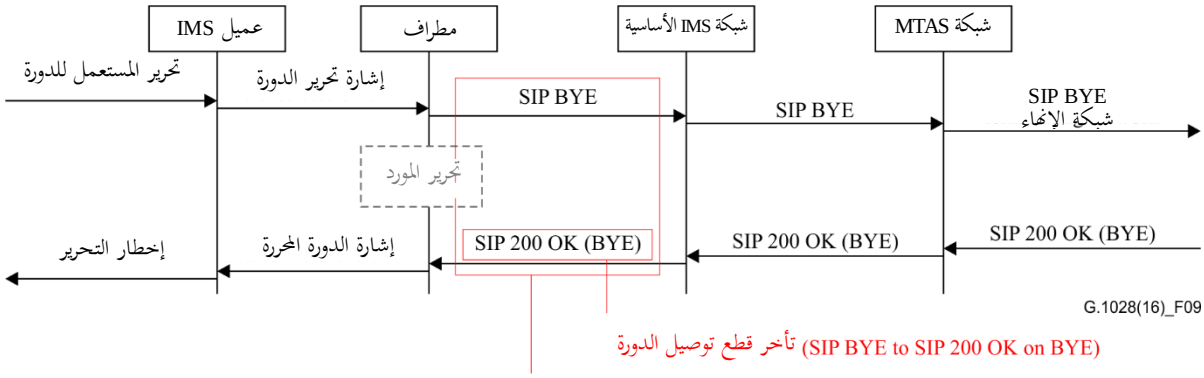
الجدول 2 – مؤشرات الجودة من طرف إلى طرف ومؤشرات الأداء الرئيسية للشبكة المقابلة *(تتمة)*

المؤشرات من طرف إلى طرف	التعريف	مؤشرات الأداء الرئيسية لشبكة بروتوكول الإنترنت
التأخر بين الفم والأذن	الوقت الذي تستغرقه إشارة الصوت للانتقال من فم المتكلم إلى أذن المستمع	تأخر نقل رزم بروتوكول الإنترنت (انظر تعريف تأخر نقل رزم الإنترنت (IPTD) في التوصية [ITU-T Y.1540]) مدة الرحلة ذهاباً وإياباً تقابل تقريباً ضعفي التأخر من طرف إلى طرف يمكن قياسها استناداً إلى رسائل البروتوكول RTCP
معدل انقطاع المكالمات	استمرارية الخدمة من حيث القدرة على إيصال النداءات إلى مقصدها العادي. يعادل نسبة انقطاع النداءات كما هي محددة في التوصية [ITU-T E.804] (الفقرة 5.6.3.7)	معدل إكمال الدورة وهو مؤشر أداء رئيسي متعلق بالنظام IMS ويقوم على عدادات P-CSCF يعادل نسبة إكمال الدورة (SCR) كما هي محددة في المعيار [IETF RFC 6076]
عرض نطاق الكلام (ضيق النطاق أو عريض النطاق أو عريض النطاق جداً)	قياس عرض النطاق المستعمل (نطاق ضيق أو نطاق عريض عادي، أو حتى تحديد جزئي وغير مرغوب لعرض النطاق)	إحصاءات الكودك معلومات تتعلق باختيار كودك التشفير (AMR وAMR WB) وأساليب الكودك، إلى جانب التبديل فيما بينها، ويمكن الوصول إليه على رسائل البروتوكول SIP

ويبين الشكلان 8 و9 نقاط القياس المتعلقة بإنشاء دورة خدمة VoLTE وإجراءات إتمامها.



الشكل 8 – تدفق القياسات المتعلقة بإنشاء دورة الخدمة VoLTE



الشكل 9 – تدفق القياسات المتعلقة بإتمام دورة الخدمة VoLTE

وبالنسبة لمعظم المؤشرات الواردة في الجدول 2، يمكن تخصيص ميزانية لمختلف القطاعات التي تؤلف المسارات من طرف إلى طرف كما هو مبين في الفقرة 6. وتوفر الجداول من 3 إلى 6 مؤشرات عن القيم المستهدفة التي يمكن الوصول إليها بصورة معقولة على كل قطاع من هذه القطاعات ولكل توصيل من التوصيلات المرجعية الافتراضية المبينة في الفقرة 7. ولا تمثل الميزانية الإجمالية بالضرورة المجموع الصحيح للميزانيات الإفرادية.

وتشكل هذه الأهداف أمثلة على القيم الواقعية التي قد يصل إليها مشغلو الشبكات عند استعمالهم أدوات تمتثل لأحدث المعايير. وعلى سبيل المثال، يتمثل الغرض من متوسطات درجات الرأي (MOS) في الجداول من 3 إلى 6 في إعطاء القيم المتوسطة عند تطبيق التوصية [ITU-T P.863] مع الجملة المرجعية المناسبة (أي بما يتطابق مع التوصية [ITU-T P.863-1]) وإجراء اختبار تشغيل بسيط بواسطة أحدث الأجهزة. أما بالنسبة لاختبار التشغيل الأكثر تعقيداً، مع أحداث تسليم (HO) على سبيل المثال، فإن هذه القيم يمكن اعتبارها حداً أقصى. وبالنسبة للاختبارات المخبرية في بيئة نظيفة مستقرة، فإن هذه القيم يمكن اعتبارها قيمة قصوى. كما تجدر الإشارة أن هذا الأمر قد يتغير في المستقبل مع إعدادات جديدة للأجهزة والشبكات.

الاتصال LTE-LTE على الشبكة نفسها

الجدول 3 – ميزانيات الجودة لاتصال LTE-LTE على الشبكة نفسها

المؤشرات من طرف إلى طرف	الميزانية الإجمالية	المطراف	E-UTRAN	EPC	النظام IMS المتنقل	شبكة الإرسال
معدل نجاح التسجيل	%99,9	%99,9	%99,9	%100	%99,9	بدون أهداف
توافر الخدمة	%99 الملاحظة 1	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف
التأخر اللاحق للمراقمة (PDD)	LTE-LTE: s 3,5 (الملاحظة 2) CSFB: s 6 (الملاحظة 3)	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف
نوعية الصوت (MOS-LQxSW)	4 (الملاحظة 4)	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف

الجدول 3 – ميزانيات الجودة لاتصال LTE-LTE على الشبكة نفسها *(تتمة)*

المؤشرات من طرف إلى طرف	الميزانية الإجمالية	المطراف	E-UTRAN	EPC	النظام IMS المتنقل	شبكة الإرسال
التأخر بين الفم والأذن	ms 400 (الملاحظة 5)	ms 190 (إرسال + استقبال) (الملاحظة 6)	ms 80 في الجهتين	ms 50	0	ms 10 (قد يكون أكبر في البلدان الكبيرة)
معدل انقطاع المكالمات	%2	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف

الملاحظة 1 – يكون هدف الأداء في معالجة النداءات وفقاً للمعيار [ETSI TS 101 563] أعلى من 99,9%.

الملاحظة 2 – يوصي المعيار [ETSI TS 101 563] بتأخر قدره 5,9 s، مع احتمال 95% في أن يكون التأخر أقل من 2,4 s.

الملاحظة 3 – يراعى هنا فقط التراجع إلى شبكة تبديل الدارات على الجانب المتنقل المنشئ للنداء.

الملاحظة 4 – يفترض استعمال التشفير AMR-WB بمعدل 23,85 kbit. ينتج عن استعمال كودكات و/أو معدلات بتات أخرى قيم مختلفة.

الملاحظة 5 – تحدد التوصية [ITU-T G.114] قيمة قصوى مفضلة تبلغ 150 ms، يتعذر بلوغها حالياً؛ ويستطيع بعض مشغلي الشبكات توفير نداءات وطنية بقيم تأخر أدنى من 250 ms.

الملاحظة 6 – وفقاً للمعيار [3GPP TS 26.131].

اتصال LTE-LTE بين شبكتين موصولتين بينياً (يشمل التجوال)

الجدول 4 – ميزانيات الجودة لاتصال LTE-LTE بين شبكتين موصولتين بينياً

المؤشرات من طرف إلى طرف	الميزانية الإجمالية	المطراف	E-UTRAN	EPC	النظام IMS المتنقل	شبكة الإرسال (الدولية)
معدل نجاح التسجيل	%99,9	%99,9	%99,9	%100	%99,9	بدون هدف
توافر الخدمة	%99,9	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف
التأخر اللاحق للمراقمة (PDD)	LTE-LTE: 4 s CSFB: 6 s (الملاحظة 1)	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف
نوعية الصوت (MOS-LQxSW)	4 (إذا كان الصوت عالي الوضوح + TrFO) (الملاحظة 2) 2,8 (في حالات أخرى)	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف
التأخر بين الفم والأذن	ms 400 (الملاحظة 3)	ms 190 (إرسال + استقبال) (الملاحظة 4)	ms 80 في الجهتين	ms 50	0	انظر القيم النموذجية في الجدول 7 من المعيار [b-GSMA IR.34]
معدل انقطاع المكالمات	%2	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف

الملاحظة 1 – يراعى هنا فقط التراجع إلى شبكة تبديل الدارات على الجانب المتنقل المنشئ للنداء.

الملاحظة 2 – يفترض استعمال التشفير AMR-WB بمعدل 23,85 kbit. ينتج عن استعمال كودكات و/أو معدلات بتات أخرى قيم مختلفة.

الملاحظة 3 – تحدد التوصية [ITU-T G.114] قيمة قصوى مفضلة تبلغ 150 ms، يتعذر بلوغها حالياً؛ ويستطيع بعض مشغلي الشبكات توفير نداءات وطنية بقيم تأخر أدنى من 250 ms.

الملاحظة 4 – وفقاً للمعيار [3GPP TS 26.131].

الاتصال LTE-3G

الجدول 5 – ميزانيات الجودة لاتصال LTE-3G

المؤشرات من طرف إلى طرف	الميزانية الإجمالية	المطراف	E-UTRAN	EPC	النظام IMS المتنقل	شبكة الإرسال (الدولية)	شبكة النفاذ إلى الطرف البعيد	مطراف الطرف البعيد
معدل نجاح التسجيل	%99,9	%99,9	%99,9	%100	%99,9	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف
توافر الخدمة	%98	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف
التأخر اللاحق للمراقمة (PDD)	4,5 s CSFB: لمزيد من الدراسة	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف
نوعية الصوت (MOS-LQxSW)	3,8 (إذا كان الصوت عالي الوضوح + TrFO) 2,8 (في حالات أخرى) (الملاحظة 1)	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف
التأخر بين الفم والأذن	400 ms (الملاحظة 2)	190 ms (إرسال + استقبال) (الملاحظة 3)	80 ms في الجهتين	50 ms	0	انظر القيم النموذجية في الجدول 7 من المعيار [b-GSMA IR.34]	UTRAN: 90	0
معدل انقطاع المكالمات	%3	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف

الملاحظة 1 – يفترض استعمال التشفير AMR-WB بمعدل 12,65 kbit. ينتج عن استعمال كودكات و/أو معدلات بتات أخرى قيم مختلفة.

الملاحظة 2 – تحدد التوصية [ITU-T G.114] قيمة قصوى مفضلة تبلغ 150 ms، يتعذر بلوغها حالياً؛ ويستطيع بعض مشغلي الشبكات توفير نداءات وطنية بقيم تأخر أدنى من 300 ms.

الملاحظة 3 – وفقاً للمعيار [3GPP TS 26.131].

اتصال LTE-PSTN

الجدول 6 – ميزانيات الجودة لاتصال LTE-PSTN

المؤشرات من طرف إلى طرف	الميزانية الإجمالية	المطراف	E-UTRAN	EPC	النظام IMS المتنقل	شبكة الإرسال (الدولية)	PSTN
معدل نجاح التسجيل	%99,9	%99,9	%99,9	%100	%99,9	بدون هدف	لا يوجد هدف
توافر الخدمة	%99	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	%100
التأخر اللاحق للمراقمة (PDD)	4 s CSFB: لمزيد من الدراسة	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	لا يوجد هدف
نوعية الصوت (MOS-LQxSW)	3,1 (الملاحظة 1)	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون انحطاط

الجدول 6 – ميزانيات الجودة لاتصال LTE-PSTN *(تتمة)*

المؤشرات من طرف إلى طرف	الميزانية الإجمالية	المطراف	E-UTRAN	EPC	النظام IMS المتنقل	شبكة الإرسال (الدولية)	PSTN
التأخر بين الفم والأذن	ms 400 (الملاحظة 2)	ms 190 (إرسال + استقبال) (الملاحظة 3)	ms 80	ms 50	0	انظر القيم النموذجية في الجدول 7 من المعيار [b-GSMA IR.34]	ms 10
معدل انقطاع المكالمات	%2	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	بدون هدف	%0
الملاحظة 1 – يفترض استعمال التشفير AMR بمعدل kbit 12,2. ويعطي استعمال كودكات و/أو معدلات بتات أخرى قيماً مختلفة. **الملاحظة 2** – تحدد التوصية [ITU-T G.114] قيمة قصوى مفضلة تبلغ ms 150، يتعذر بلوغها حالياً؛ ويستطيع بعض مشغلي الشبكات توفير نداءات وطنية بقيم تأخر أدنى من ms 250. **الملاحظة 3** – وفقاً للمعيار [3GPP TS 26.131].							

10 توصيات بشأن مراقبة جودة الخدمة وتصحيح أخطائها

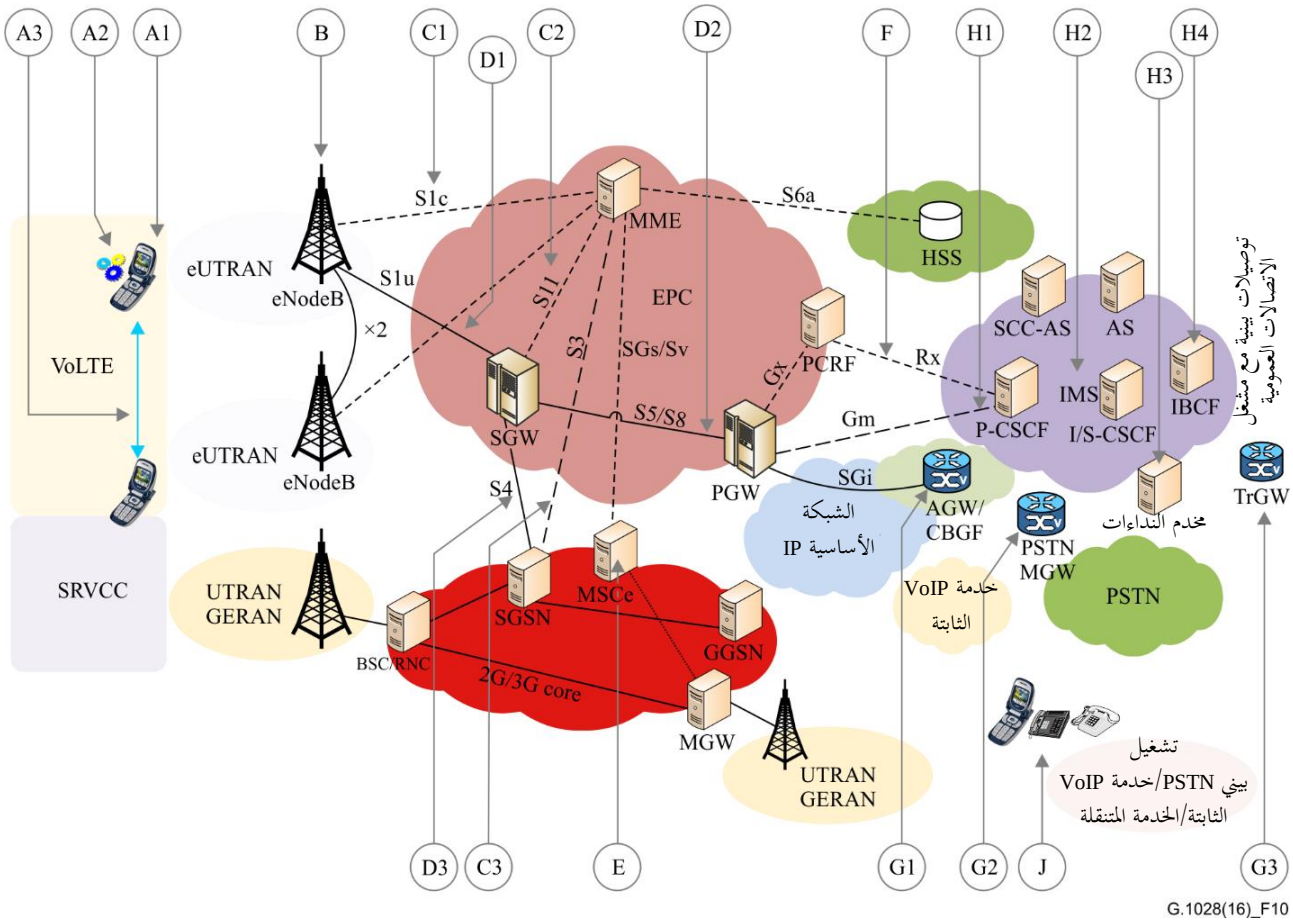
1.10 النقاط الموصى بها لمراقبة جودة الخدمة

تتسم نقاط القياس بأهمية حاسمة في تحديد القضايا كالمسائل الاقتصادية والتشغيلية اللازمة للحدّ من عدد المسابر والروبوتات وغيرها من الأدوات.

ويتمثل الهدف في ضمان تمثيل إحصائي جيد للأراضي التي تخضع للتغطية من أجل الإبلاغ والرصد وتصحيح الأخطاء بواسطة مصادر أو أدوات قياس مرافقة مسابر وروبوتات وعدادات وسجلات تفاصيل النداءات (CDR).

ويمكن تصور ثلاثة أنواع من نقاط القياس (انظر الشكل 10 أدناه):

- عند النقاط الطرفية، حيث يقوم المستعملون النهائيون بالنفاذ إلى الخدمة وممارستها (هنا النقاط A وJ).
- عند السطوح البينية حيث يمكن النفاذ إلى مستوى المستعمل، وعموماً عند نقاط الفصل بين الخطوط الرئيسية للشبكات أو تكنولوجيات الإرسال: هنا النقاط B وD وE وG.
- عند النقاط التي توجد فيها عناصر الخدمة المتعلقة بخطة التشوير: هنا النقاط C وF وH (وكذلك E).



الشكل 10 – نقاط القياس المتعلقة بجودة الخدمة في نظام VoLTE

1.1.10 نقاط القياس A1 وA2 وA3

يكون القياس في منشآت العميل ضرورياً للغاية لتلبية الحاجة الهامة لمعرفة كيفية رؤية المستعملين النهائيين لجودة الخدمة. وهو يعطي رؤية حقيقية من طرف إلى طرف نظراً لعدم وجود مكان آخر للحصول عليها.

بعد ذلك تأتي بالطبع مسألة التمثيل: ما هو عدد نقاط القياس، وما هو توزيعها الجغرافي؟ وتعتمد الإجابة على الحلول الممكنة في نقاط القياس المعنية.

وهناك عدة إمكانيات للتنفيذ:

الهدف من نقطة القياس **A1** هو أخذ قياسات من منظور الإبلاغ (حملات اختبارات يدوية).

والواقع أن هذه النقطة ليست إلزامية لأعمال المراقبة. ولكن من وجهة نظر المشغّل، يجري كل عام عدد كبير من عمليات تقييم لجودة الخدمة على كامل الشبكة وفق هذه المنهجية لأغراض تنظيمية أو لأغراض مؤشرات القياس المرجعية. وبالتالي فهي طريقة للتحقق من جودة الخدمة ومحاولة لحل المشاكل التي نواجهها.

وهي تمكّن من اختبار مقاييس الدقة من طرف إلى طرف في أغلب الحالات، وكذلك التوافر والاستمرارية. وتستند هذه المنهجية عموماً إلى:

- تغطية جيدة وممثلة لمساحة البلاد (المناطق الريفية، والبلدات ذات الأحجام المختلفة وما إلى ذلك).
- مجموعة مختارة من الأوضاع الممثلة للاتصالات (داخل المباني، في الشارع، في السيارة، في القطار وما إلى ذلك).
- مجموعة مختارة من الأجهزة الممثلة لشبكة المشغّل.
- مجموعة مختارة من الفترات الزمنية الممثلة خلال اليوم لإجراء النداءات.

- مجموعة مختارة من النداءات الممثلة. ويجب أن تؤخذ النداءات الضيقة النطاق والعريضة النطاق في الاعتبار.
- عدد من القياسات يكفي لإعطاء فكرة عن جودة الخدمة التي يقدمها المشغل والإحصاءات ذات الصلة.

وتهدف نقطتا القياس **A2** و**A3** إلى أخذ قياسات يستعاض فيها عن المستعمل النهائي الموجود في النقطة A1 بالأدوات وإلى وضع نموذج لتصرفه وحكمه على الجودة. ويوصى بهما لأغراض الإبلاغ عن مقاييس الدقة من طرف إلى طرف في أغلب الأحيان، وكذلك عن مقاييس التوافر والاستمرارية وسرعة الخدمة. وفي هاتين النقطتين يلزم وجود روبوتات اقتحامية وأدوات اختبار التشغيل وأجهزة تحليل الأدوات الراديوية وعوامل برمجية. وتشترط تكلفة هذا الحل وجود تصور لاستراتيجية أخذ العينات فقط. ويتقيد اختيار مواقع القياسات والأجهزة والفترات الزمنية بمعايير مماثلة للمعايير الخاصة بالنقطة A1، ولكن مع قيود أقل نظراً إلى أن هذه الأدوات هي أدوات أوتوماتية.

وتقع النقطة **A2** داخل المطراف. وفيها يتمكن العامل البرمجي من النفاذ إلى الإشارة و/أو المعلومات بعد إزالة تشفيرها بشأن الطريقة التي تمت بواسطتها معالجة الاتصال (إقامة النداء، انقطاع النداء، سلوك دارئ ارتعاش البروتوكول IP، إلخ.). وهذه الحلول هي عادة فعالة من حيث التكلفة ويمكنها جمع البيانات عن مجموعة كبيرة جداً من المستعملين والأجهزة، ولكنها قد تتطلب مشاركة المستعملين النهائيين أو تعليقاتهم.

وتقع النقطة **A3** حيثما تدعو الحاجة إلى وجود أدوات اقتحامية. وقد يتمثل ذلك في حلول ثابتة تستند إلى الروبوتات (ينصبّ التركيز عندئذ على سرعة الخدمة ودقتها واستمراريتها) أو في حلول متنقلة (تدعى أدوات اختبار التشغيل، مع تركيز أكبر يشمل أيضاً أداء الشبكة الراديوية). وكما رأينا سابقاً، ولأسباب تتعلق بالتكلفة والتشغيل، لا يمكن بهذه الأدوات إلا تصور استراتيجية أخذ العينات (عادة أقل من عشر نقاط للقياس في الشبكة الوطنية). علاوة على ذلك، إذا أفادت إحدى أدوات القياس بوجود مشكلة، فمعنى ذلك أن التأثير ربما يكون قد وقع على عدد كبير من المستعملين على قدم المساواة. ونتيجة للعدد القليل من القياسات الناجمة عن استراتيجية أخذ العينات هذه، فإن هذه الأدوات سوف تستعمل في الغالب لأغراض الإبلاغ. كما أن أدوات اختبار التشغيل شائعة الاستعمال في تصحيح الأخطاء، حين يكون تحسين جودة الخدمة مرتبطاً بتحقيق الحد الأقصى من تغطية الشبكة.

ومن المهم إدراك أن هذه الرؤية من طرف إلى طرف تسمح باكتشاف مشكلة أو تأكيد وجودها مع أنها نادراً ما تسمح بمعرفة مصدر الانحطاط إلا إذا كان صادراً عن الجهاز.

2.1.10 نقطة القياس B

يُعد جزء الشبكة الخاص بالنفاذ مصدراً مهماً للانقطاعات (عدد أكبر من عناصر الشبكة). وبالتالي فإن مراقبته ضرورية أيضاً. وتتمثل إحدى الصعوبات الرئيسية في أخذ الجزء الراديوي الذي قد يكون مختلفاً بوضوح في الاعتبار تبعاً للمنطقة التي تم اختيارها.

تقع النقطة **B** في العقدة B المعززة (eNodeB)، التي تمثل نقطة الدخول الأولى إلى شبكة LTE. وتتولى نقطة القياس هذه رصد السطوح البينية في الجهتين الراديويتين وباتجاه شبكة الرزم المركزية المطوّرة (EPC). وتتولى الاستراتيجية تمييز حركة خدمة VoLTE عن حركة البيانات الأخرى استناداً إلى مؤشر ملائم لأصناف الحركة (QCI).

وتهدف هذه النقطة إلى قياس ما يلي:

- الأداء الراديوي في الخلايا: ويوصى به خصوصاً لأغراض تصحيح الأخطاء بشأن المقاييس المتعلقة بأداء الشبكة. وينبغي أن تتيح النقطة B، إلى جانب النقطة A2، رؤية صحيحة لأداء التغطية الراديوية في المنطقة؛
- تدفقات التشوير، من أجل وضع إحصاءات عن النداءات: ويوصى بذلك بشدة لأغراض الإبلاغ والرصد وتصحيح الأخطاء في المقاييس من طرف إلى طرف المتعلقة بتوافر الخدمة واستمراريتها ودقتها واستعمالها وأداء الشبكة.

وفي وسع أدوات المراقبة التي يوفرها مورّدو شبكة النفاذ الراديوي أن تسمح بتجميع عام لهذه الأنواع من المعلومات من العقد B المعززة.

وينبغي أن يكون تنفيذ استراتيجية القياس بالنسبة لهذه النقطة رخيصاً (أي يمكن النفاذ إلى عدّادت الأداء من الجهاز) وليس شاملاً.

3.1.10 نقاط القياس C1 وC2 وC3

تقابل النقطتان **C1** و**C3** السطوح البينية لشبكة الرزم المركزية المطوّرة (EPC) (وتقع جميعها في الواقع بالقرب من كيان إدارة التنقلية (MME)) حيث يمكن التقاط أهم رسائل التشوير وتحليلها. ويوصى بها لأغراض الإبلاغ والرصد وتصحيح الأخطاء في المقاييس من طرف إلى طرف المتعلقة بتوافر الخدمة واستمراريتها واستعمالها. ويوصى بالنفاذ الشامل إلى جميع المعلومات في الدورة كلها، وغالباً من خلال استعمال المسابر أو سجلات تفاصيل النداءات (CDR) بعنصر الشبكة.

تغطي النقطة **C1** التشوير بين كيان إدارة التنقلية والنفاذ الراديوي (السطح البيني S1)، وتراقب النقطة **C2** الوصلة التي تخدم البوابة (السطح البيني S11)، في حين تتيح النقطة **C3** الاتصال بين السطح البيني Sgs ومخدم مركز تبديل الخدمات المتنقلة (MSC).

يرجى ملاحظة أن الحركة الملتقطة على جميع السطوح البينية التي تغطيها النقاط C تسيّر في قناة نفقية (GTP v2-C).

وتتسم نقاط القياس هذه بأهمية خاصة بالنسبة لتحليل ما يلي:

- إحصاءات القناة الحاملة لنظام الرزم المتطور (EPS).
- إدارة التنقلية (إحصاءات التسليم، تحديث مناطق التسيير).
- إدارة المشتركين (اتصال مباشر بمخدم المشترك المحلي (HSS)).

4.1.10 نقطتا القياس D1 وD2

تقع هاتان النقطتان، على غرار النقاط C1 وC2 وC3، داخل شبكة الرزم المركزية المطوّرة (EPC)، ولكنهما تغطيان السطوح البينية حيث يمكن التقاط التدفقات في الوقت الفعلي (باستخدام بروتوكول النقل في الوقت الفعلي (RTP)) وتحليلها.

تقع **D1** في نقطة الدخول بين شبكة الرزم المركزية المطورة (EPC) وشبكة النفاذ الراديوي (السطح البيني S1u لبوابة الخدمة)، بينما تغطي **D2** الوصلة بين بوابة الخدمة وبوابة شبكة بيانات الرزم (PDN) (السطوح البينية S5 إلى S8).

تمثل بوابة الخدمة نقطة الربط للتنقلية داخل نظام LTE، وكذلك للتنقلية بين أنظمة GSM/GPRS وHSPA/3G وLTE. وهي تدعم جودة الخدمة المتعلقة بمستوى النقل من خلال وسم رزم بروتوكول الإنترنت بنقاط شفرة DiffServ المناسبة استناداً إلى المعلمات المصاحبة للقناة الحاملة المقابلة.

وتمثل بوابة شبكة بيانات الرزم (PDN) نقطة الاتصال البيني مع شبكات بروتوكول الإنترنت الخارجية من خلال السطح البيني SGi. كما أنها تقوم بدور رئيسي في دعم جودة الخدمة لخدمات البروتوكول IP المتعلقة بالمستعمل النهائي.

ويمكن بواسطة نقاط القياس البالغة الأهمية هذه النفاذ إلى جميع المعلومات حول نوعية نقل الاتصالات. ويوصى بها بشدة لأغراض الإبلاغ والرصد وتصحيح الأخطاء المتعلقة بالمقاييس من طرف إلى طرف بشأن توافر الخدمة واستمراريتها ودقتها وسرعتها وأداء الشبكة. ويوصى بنفاذ شامل إلى جميع البيانات المتعلقة بجميع الدورات، وغالباً من خلال استعمال أجهزة السبر أو سجلات تفاصيل النداءات (CDR) بعنصر الشبكة.

5.1.10 نقطة القياس E

تقع نقطة القياس **E** على الحدود بين شبكة الرزم المركزية المطورة (EPC) والشبكة الأساسية 3G. والتجهيزات المقابلة لها هي مخدم مركز تبديل الخدمات المتنقلة (MSC)، الذي يتحكم بالنداءات والتنقلية في الشبكات 2G و3G (مثلاً في حالة استمرارية النداء الصوتي الراديوي الوحيد (SRVCC)). ويتولى مخدّم مركز تبديل الخدمات المتنقلة (MSC) أيضاً وظائف العملية المستقلة عن الترادف (TFO) والعمليات المستقلة عن تحويل الشفرة (TrFO). وفي الكثير من الحالات، يقع المخدم MSC في نفس موقع وظيفة التحكم في بوابة الوسائط (MGCF)، المسؤولة عن استحداث توصيلات وتحريرها عند بوابات الوسائط (MGW) بين ميادين النظام IMS وشبكة CS.

لذلك يوصى بهذه النقطة لأغراض الرصد وتصحيح الأخطاء لمعظم المقاييس المتعلقة بالاتصالات التي يحدث فيها التجوال بين شبكة LTE وشبكة 2G أو 3G. وتقع المقاييس المعنية غالباً ضمن فئات توافر الخدمة واستمراريتها وسرعتها.

6.1.10 نقطة القياس F

تعتبر وظيفة قاعدة السياسة والترسيم (PCRF) الكيان المركزي للتحكم في السياسة الذي يتخذ قرارات التحكم في السياسة والترسيم (PCC). وقد تستند القرارات إلى الدخل الوارد من عدد من المصادر المختلفة ومنها:

- تشكيلة المشغل في وظيفة قاعدة السياسة والترسيم (PCRF) التي تحدد السياسات المطبقة على خدمات معينة.
- المعلومات حول اشتراك مستعمل معين، التي ترد من مستودع البيانات العامة للمشتركين (SPR).
- معلومات عن الخدمة التي ترد من وظيفة التطبيق (AF).
- معلومات عن شبكة النفاذ بشأن تكنولوجيا النفاذ المستعملة، وما إلى ذلك.

وتهدف نقطة القياس **F** إلى رصد السطح البيني Rx بين الوظيفة PCRF ووظيفة التحكم بالوكالة في دورة النداء (P-CSCF) في ميدان النظام IMS. ويوصى بها لأغراض الإبلاغ والرصد وتصحيح الأخطاء للمقاييس المتعلقة باستعمال الخدمة وتوفرها واستمراريتها وسرعتها.

7.1.10 نقاط القياس G1 وG2 وG3

تقابل مجموعة نقاط القياس هذه بوابات الوسائط (GW). وتعتبر بوابات الوسائط مواقع هامة للحصول على معلومات حول تقييم حالة الشبكة الأساسية (خسارة رزم بروتوكول الإنترنت والتأخر والارتعاش)، والكودك في الشبكة الرئيسية، وتحويل الشفرة، واستعمال العمليات المستقلة عن تحويل الشفرة (TrFO). وتتسم هذه النقاط بالأهمية لأغراض الرصد وتصحيح الأخطاء للمقاييس من قبيل دقة الخدمة وأداء الشبكة.

وتدعم أنواع مختلفة من البوابات الرصد الصحيح لتدفقات الوسائط (RTP) ليس فقط من أجل التشغيل البيني للخدمات بين شبكة الرزم المركزية المطورة (EPC) والشبكات الأخرى، وهي:

- **G1** - IMS MGW – تستعمل هذه البوابة لربط مسارات الوسائط بين مستعملي خدمة VoLTE وكذلك في حالة استمرارية النداء الصوتي الراديوي الوحيد (SRVCC) (التسليم من VoLTE إلى شبكة CS المتنقلة) أو VoLTE – التشغيل البيني في شبكة تبديل الدارات (CS) التقليدية. وينبغي أن توفر هذه البوابة وظيفة التشغيل البيني بين خدمة VoLTE ومستعملي خدمة VoIP الثابتة (مع تحويل الشفرة في التشفير AMR أو AMR-WB – التوصية ITU-T G.711).
- **G2** - PSTN MGW – وهي مكان يمكن أن تطبق فيه عمليات الرصد والإبلاغ وتصحيح الأخطاء (لأداء الشبكة) المتعلقة بتدفقات بروتوكول الإنترنت (من IP إلى PSTN) وهي أيضاً (وهنا تكمن أهميتها الكبرى) المكان الذي يتحسن فيه الأداء المتعلق بإزالة الصدى الناجم عن شبكة PSTN.
- **G3** – وهي بوابة متفرعة (TrGW) تستعمل في حالة التوصيل البيني مع مشغل آخر لميدان بروتوكول الإنترنت.

8.1.10 نقاط القياس H1 وH2 وH3 وH4

وهي مجموعة من نقاط القياس داخل منصات النظام IMS. وتتصل معلومات الرصد التي يمكن معالجتها هنا بحركة التشوير. وينبغي أن تكون المسابر التي يمكن نشرها في جهة المنصة مكمّلة للمعلومات الواردة من سجلات تفاصيل النداءات (CDR) والعدّادات. وتتصل معلومات الرصد التي يتعين جمعها في نقاط القياس المقابلة بتوافر الخدمة واستمراريتها واستعمالها. وبحسب الخدمة (بريد صوتي، مؤتمر فيديوي وما إلى ذلك)، يمكن أن تكتسي مراقبة الدقة وأداء الشبكة أهمية أيضاً لتتبع المشاكل الصوتية.

وبدلاً من نقطة واحدة، يوصى بفصل ما تجمعه المقاييس على مستوى الكيانات المختلفة:

- **H1** – وتقع عند السطح البيني بين شبكة الرزم المركزية المطورة (EPC) (PDN GW) والنظام IMS (P-CSCF). وتغطي هذه النقطة الرصد المنفعل للسطح البيني Gm، الذي يمثل أول سطح بيني يتم فيه تمييز البروتوكول SIP غير المسيّر في قناة نفقية والوارد من جميع المستعملين بصورة مركزية في الشبكة؛

- **H2** – وهي نقطة للرصد العام تقع على منصة النظام IMS (وتشمل على الأقل عناصر مثل I-CSCF وS-CSCF، وAS وSCC-AS)، وتعتبر مثالية للإبلاغ عن استعمال الخدمة لأن التحليل سيكون موثوقاً للغاية من الناحية الإحصائية. ويتركز رصد البيانات المجمعة في هذه النقطة على عدادات الأداء وبيانات الفوترة. وبما أن أنسب عنصر في المنصة لجمع الإحصاءات قد يكون متعلقاً بالمقياس، فإن مواصفات المعلومات المفصلة عن السطح البيني للتجميع ستتحدد في تعاريف المقاييس؛
- **H3** – نقطة قياس (على مخدم النداءات/وظيفة التحكم في بوابة الوسائط) يمكن استعمالها لتكوين نظرة شاملة عن بروتوكول التشوير فيما يتعلق بجميع النداءات الصادرة إلى شبكة PSTN، لأن مخدم النداءات يشترك في جميع المفاوضات المتعلقة بالنداءات. وتكون مقاييس توافر الخدمة (والمقاييس الأخرى التي تحظى بأولوية أقل وتتعلق بالاستمرارية وأداء الشبكة) قابلة للقياس في هذه النقطة.
- **H4** – نقطة للتحكم بوظيفة مراقبة حدود التوصيل البيني (ICBF)، حيث يتم التوصيل البيني بين ميدانين من ميادين المشغّل (بما في ذلك سجلات بيانات الترسيم (CDR)). ويمكن في هذه النقطة رصد المعلومات عن تشوير النظام SIP.

9.1.10 نقطة القياس J

نقطة القياس **J** هي النقطة المناظرة للنقطة A في شبكة تبديل الدارات. ويمكن قياس المقاييس نفسها لأغراض مماثلة (باستثناء أداء الشبكة الراديوية)، وبنفس الاستراتيجية المعتمدة لأخذ العينات.

وتعني عبارة "تبديل الدارات" في هذه الحالة جميع السطوح البينية الممكنة: PSTN وPLMN 2G/3G وكذلك النفاذ إلى خدمة VoIP الثابتة خلف منفذ الخدمة الثابتة في مسيّر الخط الرقمي للمشترك (DSL).

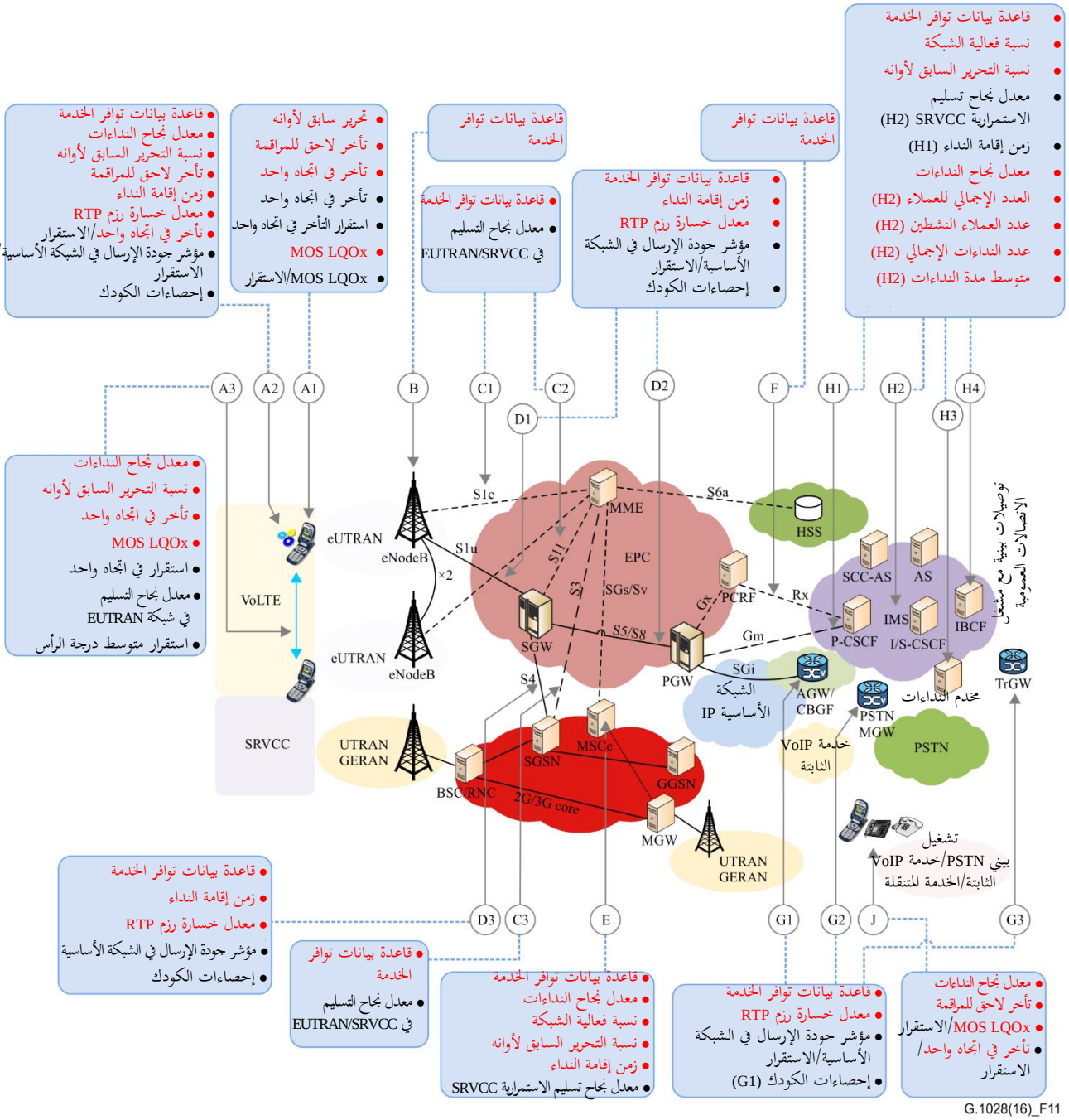
2.10 استراتيجية الرصد

تصف هذه الفقرة موقع المقاييس التي يتعين قياسها بما يتوافق مع استعمالها. وهي تهدف بوجه خاص إلى تعريف ما يلي:

- ما الذي يتعين قياسه، وكيف سيتم قياسه (بأي مصدر للمعلومات، وبأي تواتر) وأسباب الحاجة إلى هذه القياسات؛
- ما هو نوع أدوات القياس وأين (وصف الأماكن وعددها) تلزم هذه القياسات.

1.2.10 الإبلاغ

يوفر الإبلاغ نظرة عامة عن جودة الخدمة، قد تكون ضمن منظور مؤشرات مرجعية للقياس (بين البلدان أو مقابل متنافسين محليين)، وعن تطورها مع الوقت (نظرة ممتدة مع الوقت). كما أنه يسمح بتحديد فئات العملاء الذين يعانون من انحطاط جودة الخدمة.



الشكل 11 – نقاط القياس المتعلقة بجودة الخدمة في نظام VoLTE – الإبلاغ

يمكن لجميع نقاط القياس أن توفر عملياً بيانات من أجل الإبلاغ. حتى أن البيانات التي لا تكون ممثلة تماماً، كالبيانات المجمعة من قياسات اقتحامية، يمكن أن تكون بيانات قيّمة لهذا الغرض.

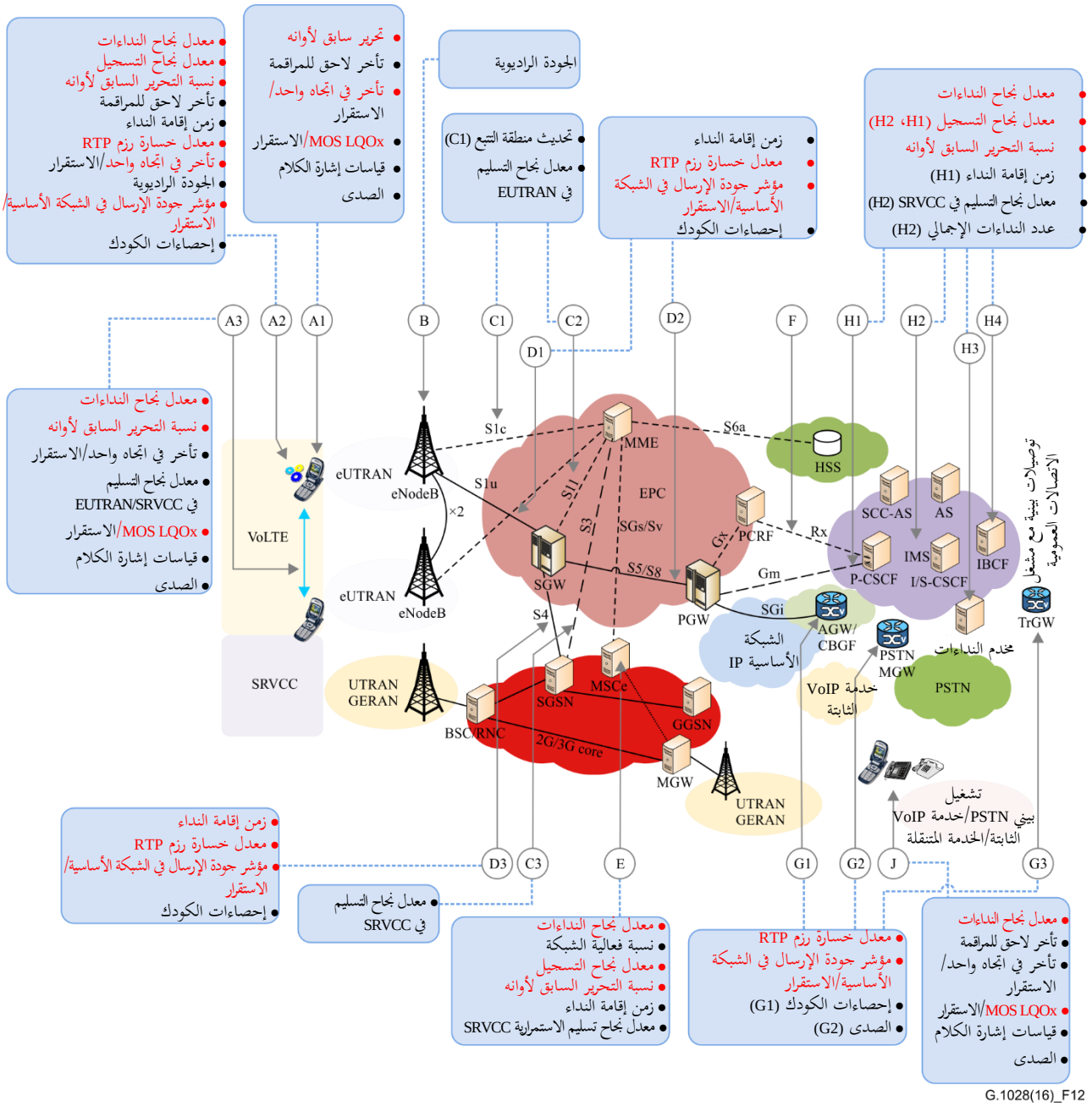
ويمكن بناء لوحات المتابعة التالية استناداً إلى هذه القياسات:

- نظرة عامة عن استعمال الخدمة (عدد العملاء، وعدد النداءات، ومدة النداءات، ومعدل التقلّب)
- أداء منصات الخدمة وتجهيزات الشبكة (توافر الخدمة واستمراريتها).
- عدّادات جودة الخدمة (التوافر، التأخر اللاحق للمراقبة (PDD)، متوسط درجات الرأي (MOS)، استمرارية النداء).

2.2.10 الرصد

يمكن لجميع نقاط القياس أن توفر بيانات للرصد طالما كان في وسعها إعطاء نظرة عن جودة الخدمة من طرف إلى طرف أو عن مساهمة قسم الشبكة في جودة الخدمة هذه.

ويوفر نمط المراقبة السريع (الذي يطلق الإنذار) معلومات في الوقت الفعلي تتعلق بانحطاط جودة الخدمة الذي يؤثر على عدد كبير من العملاء.



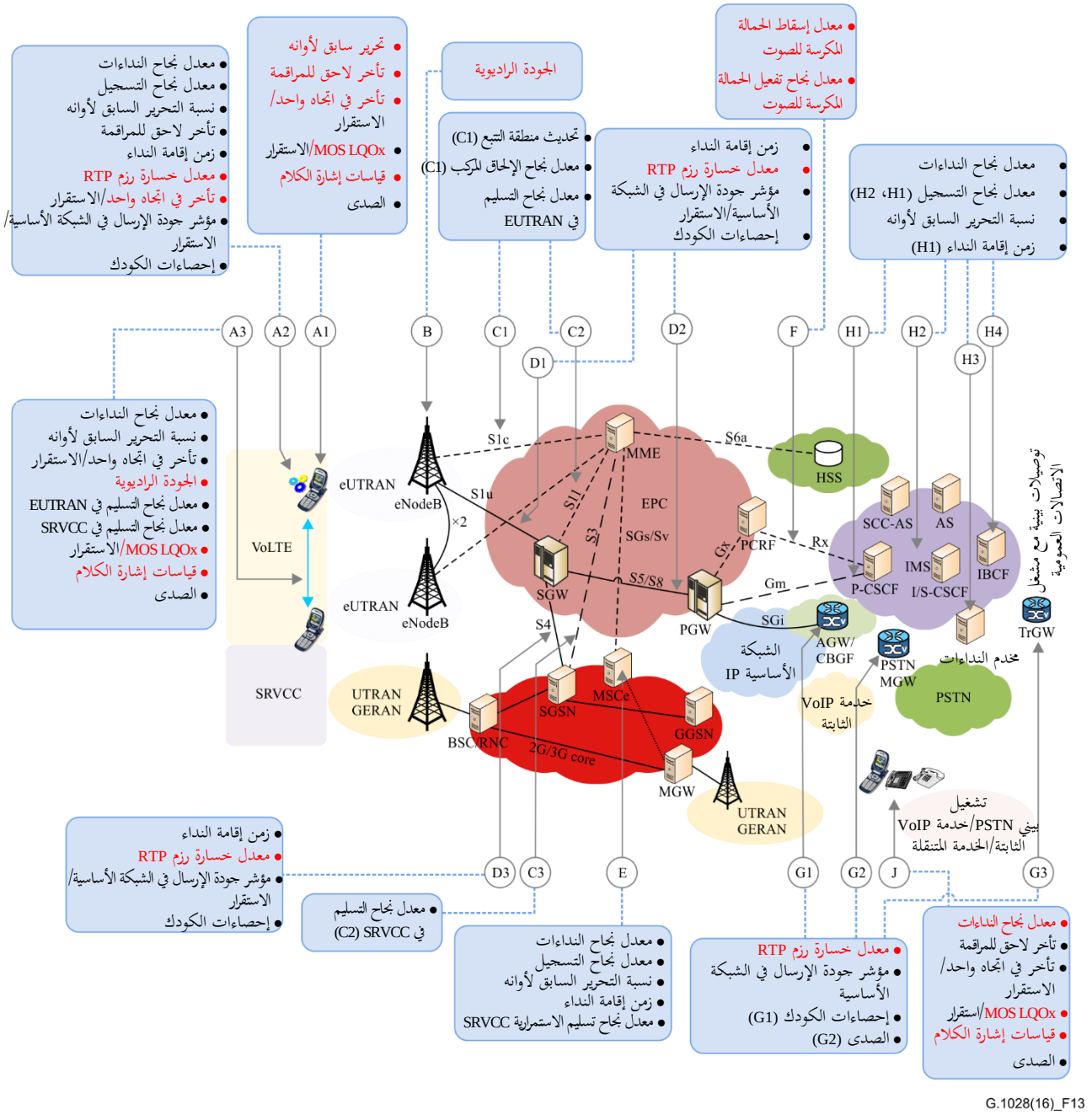
الشكل 12 – نقاط القياس المتعلقة بجودة الخدمة في نظام VoLTE – الرصد

3.2.10 تصحيح الأخطاء

يوفر تصحيح الأخطاء معلومات إضافية من خلال ما يلي:

– تحليل معمّق للعميل أو النفاذ الذي يكون تحت العتبة، من خلال محاولة استخراج أسباب المشاكل التي تمت مواجهتها وتحليل البيانات التي جمعت أثناء هذه المشاكل من مصادر مختلفة (سجلات تفاصيل النداء (CDR)، المسابر).

- الاختبار عن بُعد/عمليات التحقق من التشكيلة، بما في ذلك التقاط المسار وتحليله في العقد الرئيسية للشبكة.
- تحقيقات ميدانية بما في ذلك التقاط المسار في منشآت العميل أو في شبكة النفاذ.



الشكل 13 – نقاط القياس المتعلقة بجودة الخدمة في نظام VoLTE – تصحيح الأخطاء

3.10 الأدوات المتاحة في معايير قطاع تقييس الاتصالات

على الرغم من استنادها إلى تكنولوجيات الشبكات الجديدة، تبقى خدمة VoLTE خدمة هاتفية تخضع لجميع المتطلبات التي يعبر عنها المستعملون بشأن استخدامها، ولا سيما فيما يتعلق بجودة الخدمة. وبالتالي فإن الأحكام الواردة في التوصيات القائمة لقطاع تقييس الاتصالات والمتعلقة بالحصول على الجودة المدركة لخدمات الصوت وتقييمها تنطبق في معظم الحالات كذلك على خدمة VoLTE.

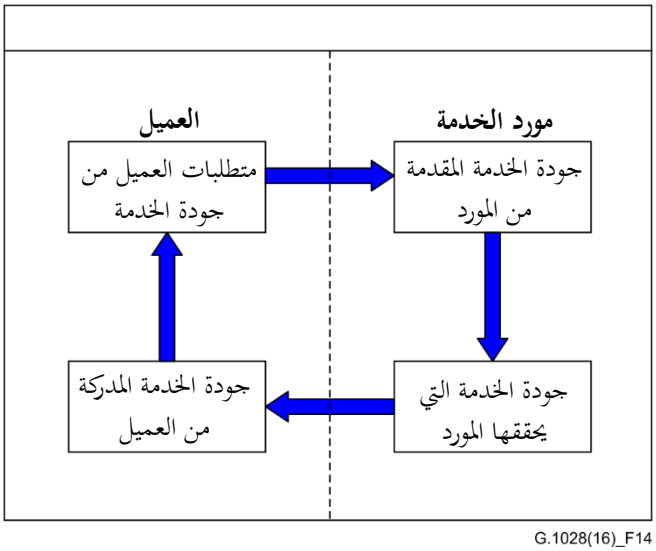
1.3.10 تعريف مؤشرات الأداء الرئيسية

كما يبدو من الأقسام السابقة (وخاصةً الجدول 2)، لا تخص المقاييس الممثلة لجودة الخدمة كما يدركها المستعملون النهائيون خدمة VoLTE. وقد جرى تعريف معظم هذه المقاييس بالفعل في التوصية [ITU-T P.10]، وتنطبق هذه التعاريف ضمن هذا السياق. وفيما يلي تفاصيل هذه المراجع:

- توافر الخدمة: انظر أداء قابلية النفاذ إلى الخدمة (الفقرة 2.2.1.1.3 في التوصية [ITU-T E.800]).
- التأخر اللاحق للمراقمة: انظر مدة إقامة النداء (الفقرة 1.2.1.1.3 في التوصية [ITU-T E.800]).
- جودة الصوت (MOS-LQ، انظر "جودة الكلام" (S-28) في التوصية [ITU-T P.10] أو التعاريف المختلفة الواردة في التوصية [ITU-T P.800.1].
- التأخر من الفم إلى الأذن: غير معرّف بحد ذاته في توصيات قطاع تقييس الاتصالات. مع ذلك انظر متوسط زمن الانتشار في اتجاه واحد (M-1) في التوصية [ITU-T P.10] فضلاً عن الشرح في التوصية [ITU-T G.114].
- نسبة انقطاع النداء: انظر نسبة انقطاع النداءات الهاتفية في التوصية [ITU-T E.804].
- عرض نطاق الكلام (ضيق النطاق أو عريض النطاق أو عريض النطاق جداً): يعطي التعديل 4 للتوصية [ITU-T P.10] تعريفاً مفصلاً لمختلف عروض النطاقات الصوتية المستعملة في المهاتفة.

ولا يوجد في التوصيات تعريف لمعدل نجاح التسجيل في خدمة VoLTE. وتعرف التوصية [ITU-T E.804] (الفقرة 1.2.2.7) نسبة فشل اختيار وتسجيل الشبكة، ولكن ذلك لا يراعي خصوصية تسجيل النظام IMS.

وطالما كان الأمر يتعلق بالأبعاد الرئيسية لجودة الخدمة، تعتبر المنظورات الأربعة لجودة الخدمة (انظر الشكل 14) المعرفة في التوصية [ITU-T G.1000] مفيدة أيضاً في سياق خدمة VoLTE.



الشكل 14 – المنظورات الأربعة لجودة الخدمة (المصدر: التوصية ITU-T G.1000)

طالما يتعلق الأمر بالمقاييس الممثلة بتطبيقات الشبكات الأساسية، توفر التوصية [ITU-T Y.1540] معلومات عن المقاييس المتعلقة ببروتوكول الإنترنت في حين لا توجد معايير لقطاع تقييس الاتصالات تتناول المقاييس الراديوية.

2.3.10 الأدوات والنماذج لقياس جودة الصوت والتنبؤ بها

ثمة نهجان لتقييم جودة الصوت من طرف إلى طرف:

- تستفيد الأدوات المعلمية من الترابط الجيد بين المعلومات التقنية حول التوصيل والجودة من طرف إلى طرف كما يدركها المستعملون النهائيون من أجل إعطاء تقدير دقيق نسبياً وبتكلفة رخيصة للتنفيذ. ويمكن تصور أن هذه الأداة تقع عند

النقاط الحافيّة بالقرب من المستعمل النهائي من أجل تنبؤ أفضل للجودة الإفرادية أو داخل الشبكة للحصول على معرفة جيدة بالتأثير العام لأداء الشبكة على الجودة من طرف إلى طرف. ويرد في التوصية [ITU-T P.564] وصف للفئة العامة لنماذج التنبؤ بجودة الصوت التي تعطي تقديراً قابلاً للتوسع بشكل كبير لجودة الصوت باستخدام المعلومات في رأسية رزم البروتوكولات IP/UDP/RTP. بالإضافة إلى ذلك، توفر التوصية [ITU-T P.564] معايير الأداء لنماذج هذا النوع التي تعمل على كلام ضيق النطاق.

- وهناك نوع آخر من الأدوات المعلمية هو النموذج E الوارد وصفه في التوصية [ITU-T G.107]، الذي يستخدم على نطاق واسع في أداة تخطيط الإرسال. وتنطبق معظم العوامل الموجودة في النموذج (الذي جرى تكييفه حالياً للإرسال بواسطة بروتوكول الإنترنت والمهاتفة عريضة النطاق، انظر التوصية [ITU-T G.107.1]) على خدمة VoLTE.
- والنماذج القائمة على الإشارات هي أكثر تعقيداً بكثير من الأدوات المعلمية لأنها تحتاج إلى التقاط إشارة الكلام وتحليلها. وهي لذلك تستعمل غالباً في المنظور من نقطة إلى نقطة من أجل قياس جودة الصوت من طرف إلى طرف بشكل دقيق جداً في وقت معين وفي مكان معين (وفي معظم الأحيان لخدمة معينة وجهاز طرفي معين). وقد وضع قطاع تقييس الاتصالات عدداً من هذه الأدوات: التوصيتان [ITU-T P.862] و[ITU-T P.863] للنماذج المرجعية الكاملة، والتوصية ITU-T P.563 للتنفيذ في طرف واحد (يقتصر على المهاتفة ضيقة النطاق).

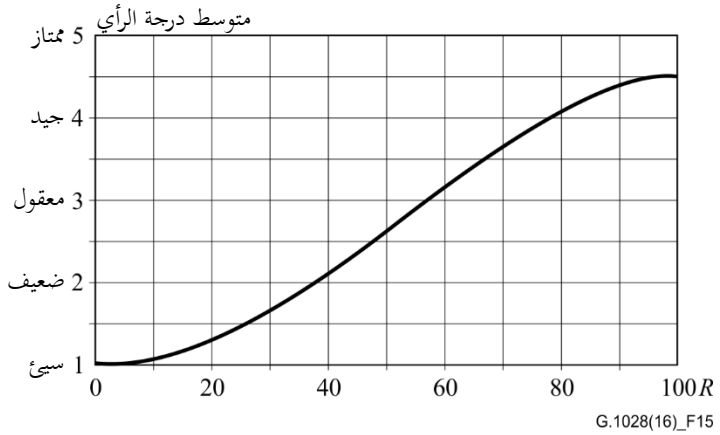
3.3.10 عتبات وأهداف القبول المطبقة

لا يحدد قطاع تقييس الاتصالات عامة أهداف القبول ومقاييس المستعمل النهائي. غير أن هناك استثناء مشهوراً للتأخر من طرف إلى طرف، حيث تحدد التوصية [ITU-T G.114] (في الفقرة 4) عتبة أولى عند 150 ms لا يلاحظ معظم المستعملين تحتها التأخر، وعتبة ثانية عند 400 ms تعتبر الجودة فوقها غير مقبولة.

ويمكن أيضاً مقارنة قيم عامل التقدير R المحسوبة مع النموذج E من التوصية [ITU-T G.107] (والمحوّلة إلى درجات الرأي MOS-CQE، كما هو مبين في الشكل 15) بعتبات القبول. وتحدد التوصية [ITU-T G.109] هذه الفئات (للمهاتفة الضيقة النقاط فقط) التي أعيد استنساخها في الجدول 7:

الجدول 7 – تحديد فئات جودة إرسال الكلام (المصدر: التوصية [ITU-T G.109])

مدى القيمة R	فئة جودة إرسال الكلام	درجة رضا المستعمل
$90 \le R < 100$	الأفضل	راضٍ جداً
$80 \le R < 90$	عالية	راضٍ
$70 \le R < 80$	متوسطة	بعض المستعملين غير راضين
$60 \le R < 70$	متدنية	عدد كبير من المستعملين غير راضٍ
$50 \le R < 60$	رديئة	جميع المستعملين تقريباً غير راضين



الشكل 15 – متوسط درجة الرأي MOS-CQE كدالّة في عامل التقدير (المصدر: التوصية [ITU-T G.107])

وتوفر التوصية [ITU-T Y.1541] أيضاً أهداف الأداء لمختلف أصناف جودة الخدمة (انظر الجدول 8) استناداً إلى مقاييس شبكة بروتوكول الإنترنت المحددة في التوصية [ITU-T Y.1540]. وتندرج خدمة VoLTE في الفئة 0 أو 1.

الجدول 8 – تعاريف أصناف جودة الخدمة في شبكة بروتوكول الإنترنت وأهداف أداء الشبكة (المصدر: التوصية [ITU-T Y.1541])

معلمة أداء الشبكة	طبيعة هدف أداء الشبكة	أصناف جودة الخدمة	
		الصنف 0	الصنف 1
IPTD	الحد الأعلى هو متوسط التأخر IPTD	ms 100	ms 400
IPDV	الحد الأعلى هو 1 – 10–3 من القيمة الجزئية للتأخر IPTD ناقص الحد الأدنى للتأخر IPTD	ms 50	ms 50
IPLR	الحد الأعلى هو احتمال خسارة الرزم	1×10^{-3}	1×10^{-3}
IPER	الحد الأعلى	1×10^{-4}	

الملحق A

قائمة بالانحطاطات التي يواجهها المستعملون النهائيون لخدمة VoLTE وأسبابها المحتملة

(يشكل هذا الملحق جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

1.A مشكلة جودة الخدمة المرتبطة بأداء دورة النداء

الجدول 1.A – الانحطاطات المتعلقة بأداء دورة النداء وأسبابها المحتملة

نوع الانحطاط	الأسباب المحتملة	الموقع
فشل التحديد	– مشكلة مع MME أو HSS أو PCRF	EPC
عدم توفر نداء أساسي	– خطأ في الجدولة – فشل في إعداد وصلة التحكم في المورد الراديوي (RRC) (رفض استقبال وصلة RRC، أو انقضاء التوقيت T300، أو عدم إرسال إعداد وصلة RCC بالكامل بعد استقبال إعداد وصلة RCC)	eUTRAN
	– غير متوفر بسبب الحمل (بوابة الخدمة (SGW) أو بوابة شبكة بيانات الرزم (PGW)) – فشل التفاوض (عدم تخصيص معرّف أصناف الجودة (QCI)، عدم تواءم الكودك، عدم تلبية الشروط المسبقة للبروتوكول SIP وما إلى ذلك) – استقبال شفرات عدة أخطاء في البروتوكول SIP (مثلاً 401 = غير مرخص، 405 = طريقة غير مسموح بها، إلخ) – استقبال SIP CANCEL (إلغاء البروتوكول SIP) من النظام IMS – انقضاء توقيت التأخر الداخلي للمطراف ما يسبب "SessionSetupFailureTimeout"	EPC
تأخر كبير لاحق للمراقمة	– الحمل – التشغيل البيني للأنظمة – استخدام الشروط المسبقة للبروتوكول SIP – تراجع إلى شبكة CS أو تسيير ترومبوني في النظام IMS عند إنشاء النداء	جميع المواقع
تعطّل الوصلة	– تفاوض سيئ بين تجهيزين في الشبكة خلال إقامة النداء (إدارة سيئة للكودك)	eUTRAN/EPC
النداء الأبيض	– عدم قدرة المطراف على تشفير أو فك تشفير الكلام حين يكون التشوير جيداً للاتصال	المطراف
انقطاع النداء	– خلل في المطراف، منطقة ذات تغطية سيئة، فشل في التسليم/SRVCC نتيجة مشكلة في الخلايا المجاورة، إلخ – انقطاع وصلة التحكم RRC (عند استقبال رفض إعادة إقامة الوصلة RCC، أو انقضاء التوقيت T301 أو في حالة استقبال تحرير وصلة RCC قبل محاولة إعداد جديد لوصلة RCC)	المطراف/eUTRAN
	– تعطل الوصلة: تعطل النظام، إعادة تفاوض سيئة بين تجهيزين في الشبكة خلال النداء – استقبال الشفرة 500 لحالة البروتوكول SIP (خطأ داخلي في المخدّم) – عدم استقبال رزم RTP خلال فترة أطول من التوقيت الداخلي للتأخر في المطراف "SessionDropTimeout" – عدم استقبال SIP 200 OK عند BYE خلال الوقت الذي يقيسه الموقّت الداخلي للتأخر في المطراف "SessionHangupTimeout"	EPC

2.A مشكلة جودة الخدمة المرتبطة بجودة الكلام المدركة

الجدول 2.A – الانحطاطات المتعلقة بجودة الكلام المدركة وأسبابها المحتملة

نوع الانحطاط	الأسباب المحتملة	الموقع
الضوضاء	– توليد مضطرب لضوضاء فترات الصمت (CNG) نتيجة سوء الحد من الضوضاء	المطراف
	– ضوضاء ناجمة عن تنفيذ إلكتروني سيئ على المطراف (مثلاً التحويل من تماثلي إلى رقمي)	
	– ضوضاء متبقية مضطربة نتيجة سوء الحد من الضوضاء	
	– ضوضاء الخلفية (الشارع، السيارة، إلخ)	
	– ضوضاء إضافية ناجمة عن مشكلة في تشكيلة شبكة eUTRAN	
الصدى	– أداء سيئ في إزالة الصدى الصوتي (AEC) أو عدم وجود إزالة الصدى AEC. للتذكير: الصدى الصوتي هو التقارن بين المجهار والميكروفون في مطراف الهاتف	المطراف
	– أداء سيئ في إزالة الصدى الكهربائي (EEC) أو عدم وجود إزالة الصدى EEC. للتذكير: الصدى الصوتي هو نتيجة تحويل النداء من رقمي إلى تماثلي بين المطراف المتنقل والشبكة PSTN (لا يوجد صدى كهربائي في النداء من هاتف متنقل إلى هاتف متنقل)	الشبكات
مستوى الكلام منخفض/مرتفع	– أداء سيئ في التحكم الأوتوماتي في الكسب (AGC)/أو عدم وجود التحكم AGC	المطراف
قضايا التشفير/فك التشفير	– جودة كلام ضيق النطاق بدلاً من جودة كلام عريض النطاق: • المطراف البعيد ليس عريض النطاق • التسليم باتجاه شبكة 2G • نداء مع شبكة PSTN، أو 2G، أو منصات متنقلة إلخ. حيثما لا تكون شبكات النطاق العريض منشورة • تشغيل بيني مع شبكة CS 3G وليس مع شبكة عريضة النطاق	المطراف/eUTRAN
	– معدل بتات منخفض للتشفير WB-AMR/AMR (خلية محمّلة، أسلوب مستقل، إلخ) يؤدي إلى تشوه إشارة الكلام – الكثير من عمليات تحويل الشفرة (مثلاً مع نداء إلى بريد إلكتروني صوتي) يؤدي إلى تشوه إشارة الكلام. – إعادة التخزين والتدرج الزمني يؤديان إلى التشوه.	المطراف/ eUTRAN
التجهيز الصوتي للمطراف	– رغم توفر دعم التشفير WB-AMR، فإن الأداء الصوتي للمطراف (في جانب الاستقبال و/أو الإرسال) غير متوافق مع النطاق العريض – مطراف صوتي غير متوازن بشكل جيد ما قد يؤدي إلى صوت يبدو أكثر عدوانية وأكثر خفوتاً إلخ – تشوه ناجم عن محولات الطاقة	المطراف
محادثة مقطّعة	– تنفيذ سيئ لكاشف النشاط الصوتي وكاشف تقطع الاستقبال والإرسال (VAD/DTX/DRX) – مشكلة في خوارزمية تحسين جودة الصوت (VQE)	المطراف
	– خسارة رزم البروتوكول IP أو ارتعاش في الشبكة (ازدحام، ترتيب أولويات جودة الخدمة، تأخر جدولة الوصلة الصاعدة/الوصلة الهابطة، إعادة الإرسال الراديوي، التسليم) – معاملة سيئة من دارئات الارتعاش لخسارة رزم البروتوكول IP والارتعاش بين قدومين أو إخفاء خسائر الرزم (PLC) داخل المطاريف	جميع المواقع
عدم تمييز التردّد المتعدد بنغمة مزدوجة (DTMF)	– مشكلة في المعالجة داخل النطاق وخارج النطاق	جميع المواقع
التأخر من طرف إلى طرف	– حمل الشبكة – معاملة الوسائط (إنشاء الرزم، إدارة دارئات الارتعاش) – معالجة الكلام في المطاريف – قناة النفاذ العشوائي (RACH) فور استقبال أمر التسليم	جميع المواقع

نوع الانحطاط	الأسباب المحتملة	الموقع
	– قناة النفاذ العشوائي (RACH)/إجراء التوصيل – محاولات إضافية لقناة النفاذ العشوائي – جدولة دينامية، مواءمة الوصلات – تعطل الوصلة الراديوية/إعادة إقامة الوصلة أثناء التسليم (ربما خلية مختلفة)	
خسارة رزم البروتوكول RTP/IP	– ازدحام الشبكة (أسباب متعددة: حمل الحركة، البعد عن مركز الخلية ما يسبب تفعيل تجميع الفترات الزمنية للإرسال على سبيل المثال) – عدم مواءمة دارئات الارتعاش مع المقدار الفعلي للارتعاش أو حجم الرزم (يمكن أن يعتمد على استعمال ضغط الرأسية الشديد (RoHC) أم لا	EPC/المطراف
إزالة تتابع البروتوكول RTP/IP	– مسار جديد بعد حدوث مشكلة مثل الازدحام	EPC
تغير تأخر الشبكة (الارتعاش)	– ازدحام الشبكة – عدم مواءمة دارئات الارتعاش	EPC/المطراف
الانحطاطات الراديوية	– وجود حد لتغطية الخلية – التداخل – منطقة لا تكون التغطية فيها جيدة (عوائق، إلخ.) – تحقيق سيئ للحد الأقصى الراديوي – البيانات العامة للخسارة الراديوية – جدولة راديوية سيئة – عدم استعمال أو سوء استعمال آليات الطلب الأوتوماتي للتكرار الهجين (HARQ) – إلخ.	eUTRAN
كمون التسليم	– كمون ناجم عن مسار جديد بعد التسليم أو استمرارية النداء الصوتي الوحيد (SRVCC)	EPC/شبكة CS

بيبليوغرافيا

[b-GSMA IR.34] GSMA IR.34 v 9.1 (2013), *Guidelines for IPX Provider networks*.

[b-GSMA IR.92] GSMA IR.92 v 7.0 (2013), *IMS Profile for Voice and SMS*.

سلاسل التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

السلسلة A	تنظيم العمل في قطاع تقييس الاتصالات
السلسلة D	مبادئ التعريفة والمحاسبة والقضايا الاقتصادية والسياساتية المتصلة بالاتصالات/تكنولوجيا المعلومات والاتصالات على الصعيد الدولي
السلسلة E	التشغيل العام للشبكة والخدمة الهاتفية وتشغيل الخدمات والعوامل البشرية
السلسلة F	خدمات الاتصالات غير الهاتفية
السلسلة G	**أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية**
السلسلة H	الأنظمة السمعية المرئية والأنظمة متعددة الوسائط
السلسلة I	الشبكة الرقمية متكاملة الخدمات
السلسلة J	الشبكات الكبلية وإرسال إشارات تلفزيونية وبرامج صوتية وإشارات أخرى متعددة الوسائط
السلسلة K	الحماية من التداخلات
السلسلة L	البيئة وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، وتغير المناخ، والمخلفات الإلكترونية، وكفاءة استخدام الطاقة، وإنشاء الكبلات وغيرها من عناصر المنشآت الخارجية وتركيبها وحمايتها
السلسلة M	إدارة الاتصالات بما في ذلك شبكة إدارة الاتصالات وصيانة الشبكات
السلسلة N	الصيانة: الدارات الدولية لإرسال البرامج الإذاعية الصوتية والتلفزيونية
السلسلة O	مواصفات تجهيزات القياس
السلسلة P	نوعية الإرسال الهاتفي والمنشآت الهاتفية وشبكات الخطوط المحلية
السلسلة Q	التبديل والتشوير، والقياسات والاختبارات المرتبطة بهما
السلسلة R	الإرسال البرقي
السلسلة S	التجهيزات المطرافية للخدمات البرقية
السلسلة T	المطاريف الخاصة بالخدمات التليماتية
السلسلة U	التبديل البرقي
السلسلة V	اتصالات البيانات على الشبكة الهاتفية
السلسلة X	شبكات البيانات والاتصالات بين الأنظمة المفتوحة ومسائل الأمن
السلسلة Y	البنية التحتية العالمية للمعلومات، والجوانب الخاصة ببروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي وإنترنت الأشياء والمدن الذكية
السلسلة Z	اللغات والجوانب العامة للبرمجيات في أنظمة الاتصالات

طُبعت في سويسرا
جنيف، 2017