

Xamu:

Exercici sobre regulació de la interconnexió de serveis de Telefonia IP (OIR-IP):

L'Oferta de interconnexió de referencia de servicios de terminación de llamadas sobre la red de comunicaciones VoIP de Telefónica de España S.A.U. para operadores de redes públicas de comunicaciones electrónicas" (OIR-IP) és la regulació tècnica i administrativa de la interconnexió dels serveis de Telefonia IP a l'estat espanyol.

- Feu una ullada a <https://www.cnmc.es/en/ambitos-de-actuacion/telecomunicaciones/concrecion-desarrollo-obligaciones> i llegiu la descripció de l'OIR-IP.

"The OIR-IP is the Reference Offer for Interconnection of VoIP Termination, used for provision of call termination services through IP interfaces or technology, and which Telefónica must provide to the rest of the operators. The OIR-IP includes the description, procedures for provision, technical conditions, and prices for the wholesale termination of voice IP calls."

- Obriu el document de l'OIR-IP 2019 (el cos principal, https://www.cnmc.es/sites/default/files/editor_contenidos/Telecomunicaciones/Oferta%20OIR-TDM/Cuerpo%20principal%20OIR-IP%202019.pdf i aneu directament a l'Annex 4 - Anexo Técnico):
 - Llegiu les Seccions 1.2 a 1.5, i descriuiu com es connecten els operadors a Telefónica. Quantes mesures de redundància (física i lògica) hi ha en la connexió?

Segons aquestes seccions podem saber que es connecten segons:

- **Topologia de la Xarxa (Secció 1.2):** L'interconnexió amb Telefónica està disponible a través d'un mínim de 2 Pdl-NGN (Punts d'Interconnexió de la Nova Generació de Xarxes), els quals estan associats amb Centres de Connexió IP i Equips de Borde NGN, aquests elements formen part d'una infraestructura que permet la connectivitat de nivell 3 entre les xarxes IP dels operadors.
- **Criteris Bàsics d'Interconnexió (Secció 1.3):** Es requereix que cada operador es connecti com a mínim a un Pdl-NGN, amb la possibilitat d'establir una segona connexió per garantir la redundància en cas d'indisponibilitat. Cada Pdl-NGN disposa d'almenys dues parelles de Centres de Connexió IP per proporcionar redundància geogràfica.
- **Centre de Connexió IP (Secció 1.4):** Cada Pdl-NGN té dos Centres de Connexió IP situats en emplaçaments diferents, permetent la comunicació amb parelles d'Equips de Borde NGN. Es manté una connexió doble amb cada Pdl-NGN, assegurant la redundància i la continuïtat del trànsit en cas de fallada d'un enllaç.
- **Equip de Borde NGN (Secció 1.5):** Els Equips de Borde NGN, localitzats en diferents edificis, funcionen com a parelles per atendre les comunicacions. Cada parella d'EB NGN és associada amb una parella de Centres de Connexió IP dins del Pdl-NGN. Els operadors utilitzen adreces IP per transportar els fluxos de

senyalització i mitjans (veu), amb adreces i ports específics assignats per a aquest propòsit.

Pel que fa a la redundància, es poden identificar dues:

- **Redundància Geogràfica:** S'estableixen múltiples Centres de Connexió IP i Equips de Borde NGN en emplaçaments físics diferents per garantir la continuïtat del servei en cas de fallada en un lloc.
- **Connexions Doble:** Cada operador manté una connexió doble amb cada PDI-NGN, utilitzant dos enllaços òptics GbE a dos Centres de Connexió IP, assegurant la redundància física i lògica dels enllaços de comunicació.

- Llegiu les Seccions 1.6.2 i 1.6.3. Quins protocols s'accepten? Quines són les consideracions específiques sobre SIP?

Els Protocolos Acceptats (Secció 1.6.2):

- **Nivell de Xarxa:** La connectivitat sobre l'interfície NNI utilitza IPv4 com a protocol de transport i direccionament. Opcionalment, IPv6 o IPsec poden ser utilitzats en base a acords bilaterals.
- **Nivell de Transport:** Per al protocol d'aplicació SIP, UDP és el protocol de transport requerit, amb opcions com TCP i SCTP disponibles en base a acords bilaterals. Pel protocol d'aplicació RTP, UDP és el protocol de transport necessari.
- **Nivell d'Aplicació:** Per al protocol SIP, s'ha d'utilitzar SIP/2.0, segons la definició de la RFC 3261. Pel protocol SDP i RTP, es segueixen les especificacions de les respectives RFCs.

Consideracions Específiques sobre SIP (Secció 1.6.3):

S'espera que el perfil SIP segueixi la RFC 3261 amb algunes consideracions addicionals:

- El suport de les capçaleres en format compacte és opcional.
- Es requereix el suport dels temporitzadors de sessió, com es defineix a la RFC 4028.
- S'utilitza el mètode OPTIONS com a mecanisme de keepalive per monitorar l'estat de l'enllaç SIP, amb la possibilitat d'utilitzar el mètode UPDATE com a alternativa.
- S'exigeix el suport de les capçaleres P-Asserted-Identity, Privacy i Diversion, com es defineixen a les respectives RFCs.
- Es requereix el suport per al cos del missatge tipus application/sdp.
- S'utilitzen els valors per defecte recomanats per la 3GPP TS 29.165 i la RFC 3261 per als temporitzadors SIP.
- Els mètodes SIP requerits per a la interconnexió VoIP inclouen INVITE, RE-INVITE, CANCEL, ACK, BYE i OPTIONS, amb l'ús del mètode UPDATE restringit al refresc de sessions actives i opcional per a altres finalitats.

- Llegiu la Secció 1.6.3. Quins còdecs d'àudio s'accepten? Quins requisit específics s'exigeixen?

Còdecs d'Àudio Acceptats:

- Sobre la interfície NNI, s'accepten els còdecs d'àudio G.711 (amb paquetització de 10 i 20 ms) i G.729 (amb paquetització de 20 i 30 ms). S'exigeix l'eliminació de l'ús de mecanismes de supressió de silencis.

- Opcionalment, altres còdecs d'àudio poden ser utilitzats en base a acords bilaterals, però es recomana evitar la transcodificació sempre que sigui possible.

S'exigeixen aquests requisits específics:

- Es suporta el pseudo-còdec 'CLEARMODE' per a trucades de 64 kbps sense restriccions.
- Els tons DTMF s'han de suportar tant en RTP fora de banda, com en banda G711 "Pass Through".
- El transport de Fax sobre la interfície NNI s'ha de suportar amb el protocol T.38. Opcionalment, es pot utilitzar G.711 Pass-through segons acords bilaterals.
- El transport de dades dins de banda (com ara per a datafons o via mòdem) s'ha de suportar en mode Pass-through G.711 sense modificació de sessió.
- Es pot requerir l'ús de "media anticipada" per a la provisió de locucions/informació gratuïta al client origen des de la xarxa de destinació, mitjançant l'ús de Early Media.
 - Comenteu el dimensionat a la Secció 5.1. Justifiqueu numèricament la regla de "100 Kbit/s per trucada amb còdec G.711 amb trames de 20 ms i un factor d'ocupació del 80%"

La regla de "100 Kbit/s per trucada amb còdec G.711 amb trames de 20 ms i un factor d'ocupació del 80%" es basa en la capacitat de la xarxa per manejar el trànsit de veu de manera eficient.

Amb el còdec G.711, una trama de 20 ms requereix 160 bits (o 20 bytes) de dades per trama.

Això implica que el nombre de trames per segon seria de 1 segon dividit per 0.02 segons (20 ms), que és igual a 50 trames per segon.

Cada trama de veu ocupa 160 bits.

Amb una freqüència de trames de 50 trames per segon, la banda necessària per trucada seria 160 bits per trama multiplicat per 50 trames per segon, que és igual a 8000 bits per segon, o 8 Kbit/s.

Per garantir una operació suau de la xarxa, es considera un factor d'ocupació del 80%. Això significa que només el 80% de la capacitat total de la xarxa s'utilitzarà per trucades simultànies.

Amb una banda per trucada de 8 Kbit/s i un factor d'ocupació del 80%, la banda total disponible per trucades simultànies seria de 8 Kbit/s multiplicat per 0.80 (80%), que és igual a 6.4 Kbit/s.

Aquesta banda total es converteix a Kbit/s per trucada dividint-la pel nombre de trucades simultànies que es vol suportar. Amb la regla de 100 Kbit/s per trucada, es divideixen 6.4 Kbit/s per 100 Kbit/s, que dóna com a resultat aproximadament 64 trucades simultànies. Així, aquesta regla proporciona una guia útil per calcular la capacitat de la xarxa necessària per suportar un nombre determinat de trucades simultànies amb el còdec G.711 amb trames de 20 ms i un factor d'ocupació del 80%.

- Seccions 7.4 i 7.6.2: comenteu els paràmetres de Qualitat de Servei (QoS) tant del "circuit" (la xarxa, secció 7.4) com del servei extrem a extrem (les trucades, secció 7.6.2). Valoreu els paràmetres indicats i relacioneu-los amb el que heu vist a l'assignatura.

7.4. CALIDAD DE LOS CIRCUITOS DE INTERCONEXIÓN IP:

- **Tasa màxima de pèrdua de paquets:** Aquesta taxa és molt baixa (10^{-7}), el que indica que la xarxa està dissenyada per mantenir una pèrdua de paquets extremadament baixa, cosa que és crucial per a la qualitat de les trucades de veu.
- **Garantia d'ample de banda:** Amb un 100% d'ample de banda garantitzada, es garanteix que la xarxa disposi sempre de la capacitat necessària per a la transmissió de dades, evitant congestions que podrien afectar la qualitat de les trucades.
- **Retard de transmissió de trames:** Un retard de 3,0 ms és baix i contribueix a una experiència de trucada fluida, ja que menys retard millora la percepció de conversa en temps real.
- **Jitter màxim:** El jitter màxim de 20 microsegons sense tràfic d'usuari és baix i indica que les variabilitats en el temps de transmissió són mínimes, cosa que és important per evitar interrupcions o inconsistències en la veu rebuda.

Com s'ha vist a teoria, els valors del retard de transmissió de trames, sent 3 ms, són clau per garantir una interacció fluida en la trucada, ja que un retard baix millora la percepció de la conversa en temps real. A més, el jitter màxim de 20 microsegons, sense tràfic d'usuari, és baix i indica les variabilitats del jitter són mínimes, la qual cosa és crucial per evitar interrupcions o inconsistències en la veu rebuda.

7.6.2. Medidas de QoS extremo a extremo:

- **Jitter i latència:** Els valors recomanats per al jitter (inferior a 50 ms) i la latència (inferior a 150 ms) són coherents amb els requisits de qualitat per a trucades de veu en temps real. Un jitter baix i una latència reduïda contribueixen a una experiència de trucada satisfactòria.
- **Pèrdua de paquets màxima:** Amb una pèrdua de paquets inferior al 0,1%, es garanteix que la majoria dels paquets arribin al seu destí sense ser perduts, la qual cosa és crucial per mantenir una qualitat de veu elevada.

Com s'ha vist a teoria, els valors de la latència inferior a 150 ms i la pèrdua de paquets màxima inferior al 0,1% són crítics per garantir una comunicació de veu de qualitat en temps real. La latència, o el temps que triguen les dades a desplaçar-se des del punt d'origen fins al seu destí final, ha de ser mínima perquè les converses siguin fluides i sense interrupcions perceptibles, i una pèrdua de paquets baixa assegura que la majoria de les dades enviades arribin al seu destí sense interrupcions, evitant trucades tallades o amb mala qualitat de veu.