

TELEFONIA

TELEFONIAREN HISTORIA

Elkarrizketa telefoniko bat burutzeko, oinarrizko komunikazioa eratu behar da. Lehenengo, beharrezkoa da soinu-energia energia elektriko bihurtzea. Gero, energia hori errendimendu nahikoaz transmititu behar da. Azkenik, alderantzizko bihurteta egin behar da, hau da, helburura heltzen denean, energia elektrikoa soinu-energia bihurtu behar da.

Bi lagunen arteko komunikazioa lortzeko egin ziren lehenengo ahaleginak oso sinpleak izan ziren: metalezko kable eroale baten bidez lotutako hargailua eta transmisorea zituen telefonoa, telefono akustikoa, huts-hodia zerabilen telefonoa, eta abar.

1854. urtean, Charles Bourseul ingeniari frantziarrak telefono elektrikoaren printzipioak ezarri zituen: zirkuitu elektriko batean bi mintz mugikor ipini zituen; mintz horietako baten aurrean hitz eginez gero, mintzean sortutako mugimenduak zirkuitu elektrikoa eteten zuen, eta zirkuituan sortutako korrante elektrikoak bigarren mintza mugiarazten zuen. Bigarren mintzaren mugimenduaren bidez, lehenengo mintzak jasotako soinuak erreproduzi zitezkeen, eta, horrela, soinua leku batetik urruneko beste leku batera eraman zitezkeen.

1861. urtean, Philipp Reis fisikari eta ingeniari alemaniarrek *telefono* izena hartu zuen aparatu bat egin zuen. Aparatu horrek, ordea, soinuaren altuera edo tonua besterik ezin zuen eraman, ez zuen gaitasunik ez soinuaren intentsitatea, ez tinbrea garraiatzeko. Hori dela eta, ez zuen balio giza ahotsa eramateko. Beste alde batetik, Antonio Meucci diseinatzaile eta ingeniari italiarrak patente bat eskatu zuen 1871an, bost urte geroago Alexander Graham Bell asmatzaile eskoziar-estatubatuarrek eskatutakoaren oso antzekoa. Izan ere, 1876ko martxoaren 10ean, Pariseko Nazioarteko Erakustazoka egin baino urtebete lehenago, Graham Bellek giza ahotsa kable elektrikoen bidez transmititzea lortu zuen, Bostonen.

Bellek egindako lehenengo telefono-sistemak 30 m-ko luzerako zirkuituak erabiltzen zituen. Erabilitako aparatuek igorlearen eta hartzailearen funtzioak betetzen zituzten aldi berean. Hari eroalea iman iraunkor baten inguruan biribilkatzen zen, eta hori guztia burdina gozozko mintz oso malgu batez estaltzen zen. Zirkuitu telefonikoa eratzeko, hari eroale baten bidez lotzen ziren bi telefono-aparaturen imanen harilak.

David Hughes asmatzaile angloamerikarrak egindako mikrofono sentikor bati esker, telefonoa errealitate bihurtu zen 1888an.

Bi punturen artean hitz egiteko aukera ematen zuen telefono bat garatu ostean, beste elementu bat behar zen erabiltzaile anitzen arteko komunikazioa lortzeko: telefono-zentrala. Izan ere, ezinezkoa zen telefono bakoitza beste guztiekin zuzenean konektatzea.

Hasiera batean, telefono-lineen arteko konexioak eskuz egiten ziren. 1878an, lehen kommutazio-zentrala instalatu zen. Denbora gutxian, zentral ugari instalatu ziren munduan

zehar. Dena den, zentraletako operadoreek eskuz egiten zituzten, oraindik ere, bi abonaturen arteko konexioak.

1892an, Almon B. Strowger estatubatuarrak urratsez urratseko teknologia zerabilen lehenengo zentral automatikoa garatu zuen. Hasiera batean, enpresa handiek ez zuten kontuan hartu Strowgerren asmakizuna, harik eta, urte batzuk geroago, *Bell Telephone System* enpresa zentral automatiko horiek eskala handian erosten hasi arte. Hurrengo belaunaldiko zentrala 1940an garatu zuten. 1948an, berriz, transistorearen asmakizunarekin batera iraultza elektronikoa etorri zen, eta, ondorioz, ordutik aurrerako zentralak azkarragoak, seguruagoak eta eraginkorragoak izan ziren.

Sistema telefoniko horiek hobetzeko, hainbat gauza hartu behar izan ziren aintzat. Adibidez, kontuan izan behar ziren automatizazio- eta mekanizazio-mailak; izan ere, komunikazioaren azkartasuna parametro horietan datza, baita zentral berera konekta daitezkeen abonatu-kopuruan ere. Beste alde batetik, aldi berean hitz egin zezaketen erabiltzaileen kopurua ere hartu behar zen kontuan. Amaitzeko, kontuan hartu behar zen ezen, abonatu-kopuruak gora egitearekin batera, matxuraren aurreko erresistentziak ere gora egiten zuela.

Teorian, 100 erabiltzaileko zentral batek 50 linea beharko lituzke, guztiek aldi berean hitz egin nahi izanda ere. Praktikan, ordea, eta estatistikak kontuan hartuta, puntako orduetan, abonatu-kopuruaren % 20k egiten ditu deiak aldi berean. Horregatik, zentral bakoitzak linea-kopuru mugatua du, eta, beraz, linea horiek ahalik eta ondoena ustiatu behar dira.

Abonatu bakoitza zuzenean zentralera konektatuta dago. Zentral bereko beste abonatu batekin hitz egin nahi duenean, aurikularra hartu eta, hala, zentralaren eta telefonoaren arteko zirkuitua irekitzen du. Zirkuitua ireki dela ohartzen denean, zentralak linea-seinalea igortzen dio deitzaileari. Deitzaileak, disko birakariaren bidez, hartzailearen telefono-zenbakia dagozkion seinaleak bidaltzen ditu zentralera. Orduan, zentralak zenbakia aztertu eta dei-seinalea bidaltzen du hartzailearen telefonora. Hartzaileak telefonoa hartzen duenean, bi aldeek elkarrizketari ekin diezaiokete.

1963an, tonu bidezko lehenengo telefonoa, hau da, tekladun telefonoak erabiltzen hasi ziren Ameriketako Estatu Batuetan. Telefono horietan, markatze-operazioa diskodun telefonoetan baino askoz azkarragoa da. Digtu bakoitzari dagozkion hamar tekla eta izartxoa (*) eta laukia (#) adierazteko tekla bana dituzte, lau lerro eta hiru zutabetan antolatuta. Izartxoa eta laukia zerbitzu berezietarako erabiltzen dira.

Tekladun telefonoak beste modu batera komunikatzen dira zentralarekin. Tekla-lerro bakoitzak maiztasun txiki jakin bat du esleituta: 697, 770, 852 eta 941 Hz. Era berean, tekla-zutabe bakoitzari maiztasun handi jakin bat esleitzen zaio: 1.209, 1.336 eta 1.447 Hz. Erabiltzaile batek digitu bati dagokion tekla sakatzen duenean, lerroari eta zutabeari dagozkien maiztasunak gurutzatzen dira, eta bi tonuren konbinazioa den seinalea sortzen da. Zentralean,

tonu bikoitz hori jaso eta helburuko zenbakia eratzen da. Adibidez, 5 digitua sakatzean, 770 eta 1.336 Hz-eko tonuak bidaltzen dira telefono-linean zehar. Teknika horrek *DTMF* edo *Tonu Biko Multimaiztasuna* du izena.

Telefoniaren hastapenean, abonatuak herriko zentral lokaletara bakarrik konektatzen ziren zuzenean, eta zentral berera konektatutako gainerako abonatuekin bakarrik hitz egin zezaketen. Garai hartan, zentral lokalen eginbehar bakarra harpidedunen arteko telefono-deiak konmutatzea zen. Baina telefono-sistemaren gainerako erabiltzaileekin konektatzeko beharrak gora egiten zuenez, ezinbestekoa zen zentral lokalak ere elkarren artean konektatzea. Hasiera batean, oso sare konplexuak eratu ziren. Denboraren eta normalizazioaren poderioz, ostera, sareak hobeto antolatu ziren; konplexutasunari aurre egiteko, geroago azalduko dugun sare-hierarkia sortu zen.

TEKNOLOGIA

TEKNIKA

Gaur egungo sare telefonikoak erabat desberdinak dira, eta telefono-sare izatetik telekomunikazio-sare izatera igaro dira. Sare modernoak komunikazio-zerbitzuak eskaintzeko xedearekin eraikitzen dira. Zerbitzu horiek askotarikoak dira, eta kalitate handiko ahots-, bideo- eta datu-transmisioa eskaintzen dute. Zuntz optikoaren erabilerari esker, banda-zabalera eta konmutazio-ahalmena izugarri handiak dira gaur egun, duela urte batzuetakoekin alderatuta.

Tradizionalki, telekomunikazio-sare pribatu zein publikoak bitan banatu dira: ahots-sareak eta datu-sareak. Baina banaketa horrek gero eta zentzu gutxiago du; izan ere, digitalizazioak ez du aintzat hartzen informazio-mota eta informazio guztia berdin tratatzen du, haren jatorria edozein delarik ere. Horrela, bada, ahotsa eta irudia datu-sareen bidez garraia daitezke (*VoIP* edo *IP bidezko ahotsa*); datuak, aldiz, ahots-zerbitzuetarako diseinatutako sareetan zehar garraia daitezke (ohiko telefono-zerbitzuetara edo ISDN sarera konektatutako modemen bidez). Beraz, sareen integrazioa eta zerbitzuen konbergentzia errealitatea dira gaur egun.

Aparatu batek sortutako ahotsaz modulaturatutako seinale elektrikoa analogikoa da, eta seinalearen banda-zabalera 300-3.400 Hz bitartekoa izan daiteke. Seinale hori ahalik eta distortsio eta atenuazio gutxienarekin transmititu behar da sarean zehar helburura. Hori lortzeko, seinaleak digitalizatzeko-prozesu bat jasan behar du. Prozesu horretan, gainera, seinalea kodetu egiten da.

Transmisio-lineak zenbait euskarri erabiltzen ditu: kobrezko hariak, kable simetrikoak, kable ardazkideak, zuntz optikoak, irrati-loturak, satellite bidezko loturak eta abar. Euskarri-mota bakoitza maiztasun jakin batzuk garraiatzeko egokia da. Horregatik, euskarri bakoitza kanal-kopuru zehatz baterako erabil daiteke.

Ikuspuntu horretatik, zentral lokala eta erabiltzaileak lotzen dituzten kobrezko hariak oso mugatuak dira, eta ezin dute elkarrizketa bat baino garraiatu. Kable ardazkideek, berriz, kanal

asko garraia ditzakete. Baina zuntz optikoa da, alde handiz, banda-zabalera handiena eskaintzen duen euskarria, eta aldi berean gai da milaka elkarrizketa edo kanal erabiltzeko.

Telefoniaren historiaren lehenengo aroetan, transmisio-sistemak analogikoak ziren. Azken urteetan, ordea, sareak digitalak dira osorik, *azken kilometro* deritzona izan ezik. Zati horretan, teknika analogikoak erabiltzen dira oraindik ere, telefono analogiko arruntak konektatzeko.

Telekomunikazio-sareak sailkatzeko, zenbait irizpide erabil daitezke: pakete-kommutazioa, zirkuitu-kommutazioa edo mezu-kommutazioa.

Orokorrean, telefonia-zerbitzua emateko telekomunikazio-sarerik hoberena zirkuitu-kommutazioko sarea izan da.

Zer da, baina, zirkuitu-kommutazioa? Teknika horren bidez, igorgailua eta hargailua zirkuitu bakar eta jakin baten bitartez komunikatzen dira. Zirkuitua komunikazioa eratu baino lehen eratzen da; komunikazioa amaitzen denean, berriz, eten egiten da, eta beste erabiltzaileen eskura geratzen da.

ARKITEKTURA

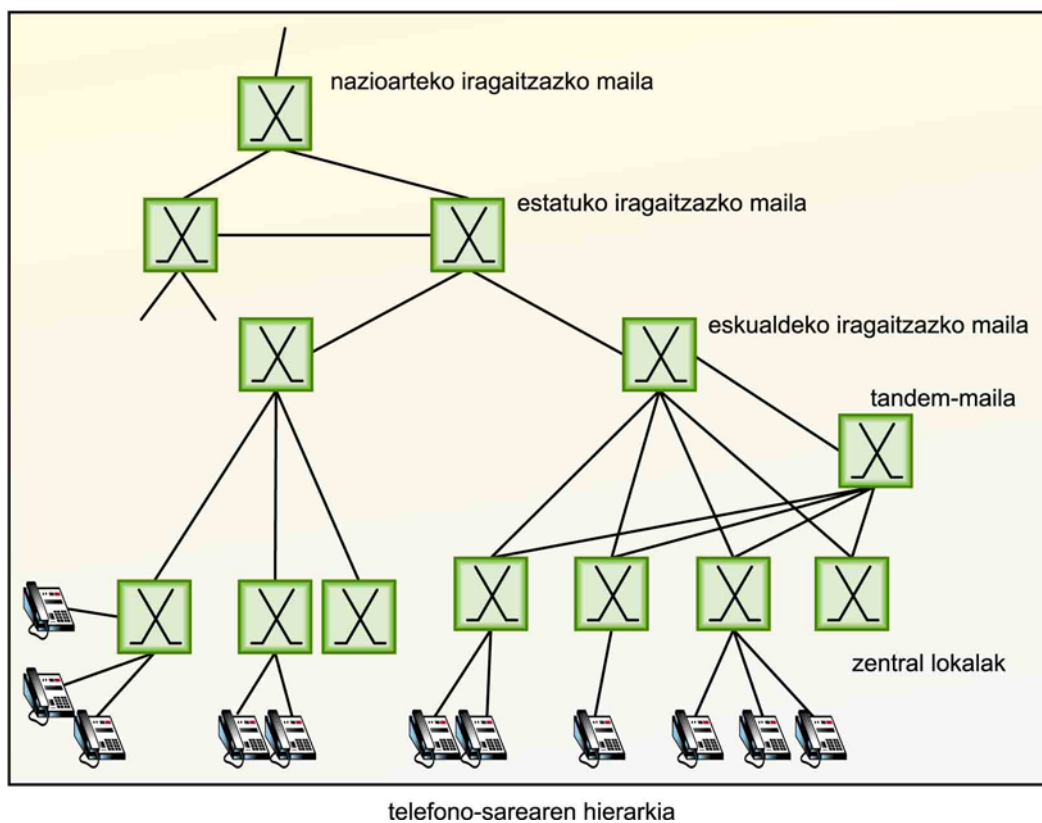
Hasiera batean, telefonia garatzen hasi zenean, herriko zentral lokalak baino ez zeuden. Hau da, bezeroak zentralera konektatuta zeuden zuzenean, eta zentralek eginbehar bakarra zuten: hiri edo herri bateko abonatuaren arteko deiak kommutatzea.

Baina hirien arteko komunikazio-beharrak gora egin zuen, eta, horrekin batera, zentral lokalak konektatzeko premiak. Zentral lokalak konektatzen zihoazen heinean, sarea gero eta konplexuagoa egin zen. Azkenean, orduko kableek jasan zezaketen baino sare konplexuagoa osatu zuten.

Sarearen hierarkia

Egoera horri aurre egiteko, nahitaezkoa zen zerbait egitea. Arazoari irtenbidea aurkitzeko, *sare-hierarkia* kontzeptua asmatu zuten. Zenbait mailatan banaturiko nodo-sistema bat eratu zuten, eta sarean nodo berriak sartu, eta zeudenetako batzuk egokitu egin zituzten. Antolamendu berriaren ondorioz, sareak izar-itxura hartu zuen; jada ez zen beharrezkoa nodo bakoitza gainerako nodo guztiekin zuzenean konektatuta egotea.

Telekomunikazioen Nazioarteko Erakundeak (ITU-T) sare-hierarkien sei maila definitu zituen: nazioarteko zentrala, laugarren mailako zentrala, hirugarren mailako zentrala, bigarren mailako zentrala, lehen mailako zentrala eta zentral lokala. Praktikan, hala ere, sare-hierarkiaren topologiak askotarikoak izan daitezke.



Sare erreal baten hierarkian, zenbait maila aurki daitezke, adibidez: herrialdeen arteko deiak kontrolatzeko zentrala (nazioarteko zentrala), beste herrialde batzuetatik herrialde jakin batera egindako deiak kontrolatzeko zentralak (estatuko zentralak), eskualde jakin bateko deiak kontrolatzeko zentralak (eskualdeko zentralak), herri jakin bateko deiak kontrolatzeko zentralak (zentral lokalak) eta tandem-zentralak. Azken horiek bereziak dira, eta zentral lokalen arteko trafikoa optimizatzeko erabiltzen dira.

Hala ere, sare-arkitektura tradizional hori aldatzen ari da, operadore eta teknologia berrien ondorioz.

SEINALIZAZIOA

Arestian, zentralek deiak kontrolatzeko erabiltzen duten sistema azaldu dugu, hau da, erabiltzaile batek telefono-zenbaki bat markatzen duenean zenbaki horri dagokion hartzailea identifikatzeko erabiltzen den sistema. Baina, horrekin batera, beharrezkoa da zentralek edo nodoek elkarren artean "hitz egitea", nolabait esateko. Horretarako, *seinalizazioa* erabiltzen da. Bi seinalizazio-mota daude: *kanaletik kanalerako seinalizazioa* (CAS) eta *kanal komuneko seinalizazioa* (CCS). Lehenengoa tradizionala da, eta bigarrena telekomunikazio-sare modernoetan erabiltzen da.

ITU-T nazioarteko erakundeak zentralen arteko informazio-trukerako seinalizazio-sistemak gomendatu ditu urteetan zehar. 1988an, zazpigarren sistemaren gomendioa plazaratu zuen, eta

hori da zirkuitu-kommutazioko sare publikoetan indarrean dagoen estandarra: 7 zenbakia, CCSS#7, SSCC 7 edo SS7 izenez ere ezaguna dena.

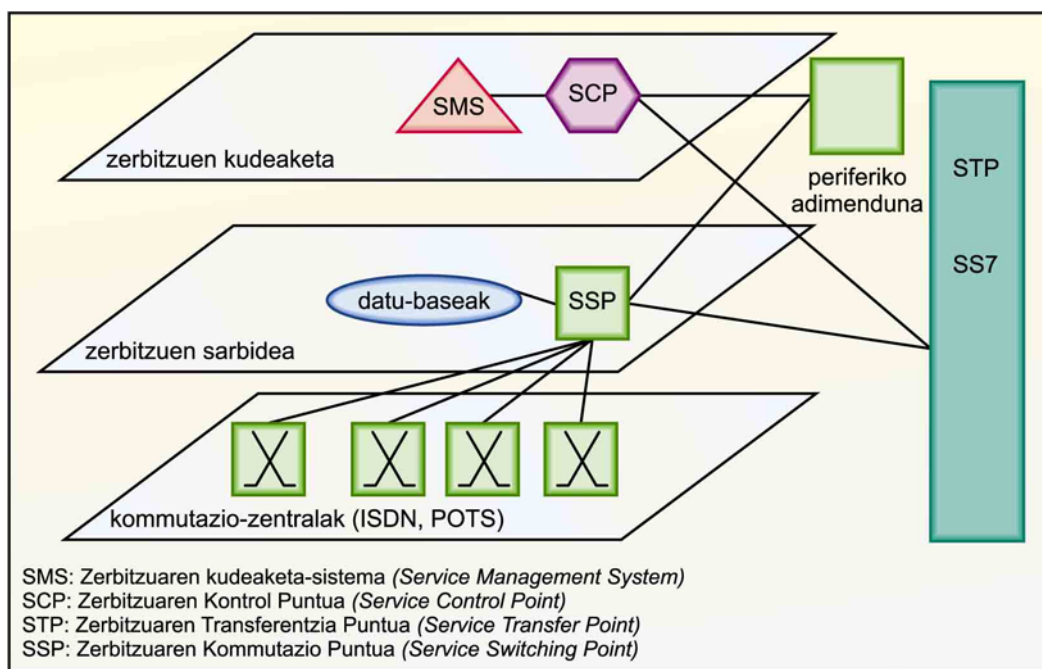
7 zenbakia (SS7) kanal komunekoa seinalizazio-sistema aurreratua da. Sistema horren arkitekturak funtzio eta protokolo asko ditu, deiak eratu, kontrolatu eta bideratzeko.

OSI ereduak bezala, SS7 seinalizazio-sistemak ere hainbat maila eta protokolo ditu: MTP (mezuak transferitzeko protokoloa); ISUP (ISDN sarearen erabiltzailearen atala); TUP (telefono-erabiltzailearen atala); SCCP (seinalizazioen konexioak kontrolatzeko atala) eta TCAP (transakzio-gaitasunak kudeatzeko atala).

ZERBITZUAK

Kommutazio-zentralek, oinarritzko zerbitzuaz gain –hau da, deiak egiteko aukeraz gain–, zerbitzu gehiago ere eskaintzen dituzte: deia egin duen zenbakiaren identifikazioa, *deia zain* deritzon zerbitzua, ahots-postontzia eta abar.

- Horiez gain, zerbitzu berezi batzuk ere aipatu behar dira: sare adimenduneko zerbitzuak. Estatu espainiarrean, zerbitzu horiei *900 zenbaki* esaten zaie. Ameriketako Estatu Batuetan, eta hemen ere azkenaldian, *800 zenbakiak* dira. Zenbaki guzti horien ezaugarri komuna zera da: zenbakia bakarra da, eta helburuko telefonoa ez da kokalekuaren eta konexio-kopuruaren araberakoa. 900 zenbakiko lineen eta zenbaki arrunteko lineen arteko ezberdintasun nagusia tarifitze-mota da. Ondoren, zenbait adibide aipatuko ditugu:
- 900: dei-zerbitzua kontratatu duenak ordaintzen dio operadoreari, ez deia egiten duenak
- 901 eta 902: deia erabiltzailearen (deitzailearen) eta zerbitzua kontratatu duenaren artean ordaintzen da
- 903 eta 906: kostu berezi eta handiagoko zerbitzuak dira; deia erabiltzaileak (deitzaileak) ordaintzen du, osorik eta ohi baino prezio altuagoan, eta etekinak telefono-konpainiarenekin eta linea kontratatu duenaren artean banatzen dira
- 112: Europako Batasunean, larrialdietarako zerbitzua da; deiak doakoak dira



sare adimendunaren arkitektura

TEKNOLOGIA BERRIAK

Aurrerago, *azken kilometroa* aipatu dugu, hau da, erabiltzailea eta sarea lotzeko erabiltzen diren baliabide teknikoaren multzoa: kobrezko hariak, kable ardazkideak eta zuntz optikoa. Dena den, orain arte deskribatutako teknologia guztia telefonia finkoari dagokio.

Hala ere, azken urteotan sare eta teknika berriak sortu dira, hala nola telefonia mugikorren sarea, satelitearen bidezko sarea eta Interneten bidezko telefonia, hots, VoIP edo IP bidezko ahotsa.

Lehenengo biak, azken finean, telefonia-sare baten antzekoak dira, sareari dagokionari baino begiratzen ez badiogu, behintzat. Alde nagusia *azken kilometroan* datza, baliabide teknikoak desberdinak baitira. Hirugarrenak, berriz, gaur egungo IP sareak eta, bereziki, Internet erabiltzen ditu ahotsa garraiatzeko.

Azken teknologia horren ondorioz, beste telefonia-mota bat garatzen ari da, IP sarea besterik erabiltzen ez duen telefonia (ToIP), alegia. Etorkizunean, IP sare handiak aurreikusten dira, eta zerbitzu guztiak sare horien bidez eskainiko dira, *azken kilometroa* era batekoa edo bestekoa izanda ere. IP telefonia oso azkar garatzen ari da, eta, gutxi barru, merkatuko teknologia nagusi bihurtzera irits daiteke, irudiak, datuak eta ahotsa transmititzeko aukera handiagoa –eta merkeagoa– emango baitu.

Sare berri horiek *hurrengo belaunaldiko sare* (HBS) izenarekin ezagutzen dira. IP eta QoS (zerbitzu-kalitatea) teknologiak erabiltzen dituzte, eta edozein trafiko-mota garraia dezakete, hau da, ahotsa, datuak eta bideoa. Bezeroen IP ekipo ugari onartuko dituzte, baita

komunikazio-aplikazio aurreratuak ere, erabiltzaileek sare bakar baten bidez hainbat komunikazio-mota erabiltzeko aukera izan dezaten.

Teknologia hori lagungarri gertatuko zaie enpresei, besteak beste, negozio-prozedurak malgutzeko, kostuak murrizteko eta IP sarearen erabilera eraginkorra lortzeko. Aldi berean, lan-ingurunea ere malgutu egingo du, eta erabiltzaileen banakako errendimendua areagotu egingo da.

Horretaz gain, funtzionalitate gehiago agertuko dira, mugikortasuna, segurtasuna, erosotasuna, ahotsa eta multimedia-zerbitzuak integratzeko. Edozein sareren erabiltzaileek zerbitzu berak izango ditu, dela bulego nagusian, dela enpresa edo erakundearen gainerako egoitzetan, eta eraikinaren tamainak ez du inolako garrantzirik izango.

