

TELEKOMUNIKAZIOEN HISTORIA

SARRERA

Gizakiak jendartean bizitzeko joera du, eta, beraz, komunikatzeko beharra dauka. Komunikatuko ez balira, gaur egungo gizartea osatzen duten pertsonak guztiz isolatuta biziko lirateke. Horregatik, komunikazioa etengabe garatu da, eta, apurka, egun ezagutzen ditugun teknologia sofistikaetara iritsi da. Jakina denez, telekomunikazioen helburua nagusia urruti dauden tokien artean zubia eraikitzea da, batetik, eta zubi hori ahalik eta azkarren gurutzatu ahal izatea, bestetik.

TELEKOMUNIKAZIOEN LEHENENGO PAUSUAK

K.a. 5000 Historiaurrean, gizakia zarata eta soinuen bidez komunikatzen zen. Besteak beste, eskuen bidezko seinaleak eta gorputzeko beste hainbat mugimendu erabiltzen zituen.

K.a. 3500 Garai hartako gizakiek zeinu abstraktuak irudikatzen zituzten zuhaitzetako orriez eginiko paperetan.

K.a. 3000 Egiptoarrek ideiak sinboloen bidez irudikatzen zituzten (hieroglifikoak); hartara, papiro, egur, harri eta abarretan jasotako informazioa toki batetik bestera eta urrutira eraman zezaketen.

K.a. 1700-1500 Soinu gutxi batzuk adierazteko, sinboloak asmatu zituzten, eta sinbolo horiek alfabetoko lehen ikurrak izan zirela esan daiteke. Sinboloak elkarrekin jarrita, ostera, hitzak sortu zituzten. Alfabetoa egun Siria eta Palestina dauden lurraldeetan sortu zen.

Garai berean, greziarrek heliografia asmatu zuten; hau da, komunikatzeko, eguzki-izpiak ispiluetan eta antzeko gainazal distiratsuetan islatzen zituzten.

K.a. 1500 Aztekek heraldoek oinez eramandako mezu idatzien bidez komunikatzen ziren. Afrikan eta Hego Amerikan, berriz, danbor eta kantuen bidez komunikatzen ziren. Ipar Amerikako indioek, azkenik, ke-seinaleak erabiltzen zituzten.

K.a. 1184 Mezuak urrutira helarazteko, ke-seinaleak erabiltzen zituzten. Erromatarrek eta Greziarrek oso sistema konplexuak erabiltzen zituzten.

K.a. 500 Alexandriako Kleoxenos eta Demokleitos ingeniariak gaez bakarrik erabil zitekeen sistema bat asmatu zuten. Mendi baten bidez banatutako bi bidetan argi-zuziak jarri eta, zuzien kantitatearen eta kokapenaren arabera, mezu jakin bat irakur zezaketen.

Baina, beharbada, maratoia izan zen informazioa urrunera transmititzeko egin zen lehen ahalegin serioa. Pertsona batek mezu bat hartu eta kilometro asko eta asko egiten zituen korrika, mezua toki batetik bestera eramateko.

Geroago, komunikazioa ahalbidetzen zuten beste sistema batzuk sortu ziren. Adibidez, altuera handiko toki batean jarri eta, besoen mugimendurekin, informazioa transmititzen zuten. Basoak zeuden tokietan, berriz, danbor bidezko telegrafoak erabiltzen zituzten.

K.a. 360 Urezko telegrafoak asmatu zituzten. Informazioa gorde eta ke- edo su-seinaleen bidez transmititzen zuten. Argi-zuzien bidezko telegrafoetako informazioa gordetzen zen, geroago irakurri ahal izateko. Asmakizun horri *telegrafo hidrooptikoa* deitu zitzaion. Altuera jakin bateraino urez beteriko kupelek erabiltzen ziren, eta kupel horiek bidali nahi zen su-seinalearen arabera zabaltzen edo ixten ziren.

TELEKOMUNIKAZIO ELEKTRIKOAK

1729 Stephan Gray fisikari ingelesa konturatu zen tximistak izugarriko deskarga elektrikoak direla, eta elektrizitatea garraiarria dela ondorioztatu zuen.

1750 Benjamin Franklin fisikari eta politikari estatubatuarrak zenbait esperimentu egin zituen kometekin, eta karga elektrikoaren kontserbazioaren legea aurkitu zuen. Horrekin batera, karga positiboak eta karga negatiboak daudela esan zuen.

1752 Franklinek elektrizitatea aurkitu zuen.

1753 Otsailaren 17ko *Scott Magazine* aldizkarian, ustez Charles Marshall edo Charles Morrisonen sinatutako artikulua bat argitaratu zen (ez dago argi nork idatzi zuen, C. M. sinatu baitzuen). Artikulu hartan, lehenengo telegrafo elektrostatiokoaren deskribapen zehatza azaltzen zen.

1774 Georges-Louis Lesage matematikari eta fisikari genevarrak telegrafia elektrostatiokoaren lehen prototipoa kaleratu zuen.

1780 Charles Augustin de Coulomb fisikari frantsesak berak asmatutako tortsio-balantza erabili zuen indar elektriko eta magnetikoak aztertzeko.

1787 Aditu batzuek diotenez, Agustín de Bethancourt espainiarrak esperimentu telegrafikoak egin zituen Madril eta Aranjuez artean, Leiden botila erabilia.

1790 XVIII. mendeko azken hamarkadan, zientzialari espainiar baten izena eman zen ezagutzera: Francisco Salvá y Campillo. Ikerkuntza-lana telegrafia elektrikorako sistema praktikoa bat bilatzera bideratu zuen, hau da, bere helburu nagusia zen elektrizitatea telegrafian erabili ahal izatea. Zientzialari espainiarrak Leiden botila batean bildutako deskargetan oinarritutako telegrafo elektronikoa aurkeztu zuen.

Telegrafo optikoaren lehen erabilpen praktikoa azaldu ziren. Claude Chappe asmatzaile frantziarrak seinale optikoen sistema eratu zuen: seinale optikoen eta horien kodeen bitartez, posible zen zeinu alfabetiko eta numerikoak urrutira transmititzea. Lehen lineak izan zuten arrakasta ikusita, telegrafia-sarea Frantzia osora hedatzen hasi ziren.

1794 Uztailaren 19an, historiako lehen telegrama igorri zen.

Ingelesek zenbait linea telegrafiko jarri zituzten.

Frantzian, telegrafia optikoa herrialde osora hedatu zen.

1794-1808 Espainian, adituak hainbat sistema telegrafikorekin esperimentatzen ari ziren. Telegrafia optikoaren eta elektrikoaren instalazioak oso jarraian egin zirenez, lehenengoak oso bizitza laburra izan zuen.

1800 Telegrafo optikoaren lehen kable elektrikoak jarri ziren Espainian, eta, telegrafoarekin batera, berriak zabaltzen zituen prentsa asko indartu zen. Bestalde, telegrafoak guztiz aldatu zuen denborari eta distantziari buruzko ikuspuntua.

Ameriketako Estatu Batuetan, telegrafia optikoko lehen sistema jarri zuten martxan, Boston hiriaren eta inguruko uharte baten artean. Hala ere, telegrafia optikoa ez zen hedatu ekialdeko zenbait hiritatik haratago. Izan ere, benetako telegrafia-sarea telegrafo elektrikoarekin eraiki zuten.

Prusian, telegrafia optikoa beharrian militar eta politikoei bultzatuta sortu zen. Dena den, berandu eraiki zen, eta ez zen askorik erabili.

Alessandro Volta fisikari italiarrak lehen bateria diseinatu zuen.

1800-1837 Fourier, Cauchy eta Laplace matematikari frantsesen tratatu matematikoak agertu ziren.

1801 Voltak asmakizun berri bat aurkeztu zuen: pila voltaikoa edo pila elektrikoak.

1809 Salvá y Campilloren metodoetan oinarrituta, Samuel Thomas von Soemmerring zientzialari alemaniarrek telegrafo elektrokimiko berri eta hobetua aurkeztu zuen.

1819 Christian Oersted fisikari danimarkarrak elektromagnetismoa aurkitu zuen: eroale elektriko baten azpian iparrorratz bat jarri eta eroalean zehar korrante elektrikoak zirkularaziz gero, iparrorratza mugitu egiten da. Aurkikuntza horren bidez, korrante elektrikoak eremu magnetikoak eragiten dituela azaldu zuen, hau da, elektrizitateak magnetismoa sor dezakeela. Ordura arte, elkarrekin zerikusirik ez zuten fenomenoak zirela uste zen.

1820 André Marie Ampère fisikari frantsesa Oerstedek esandakoa baino haratago joan zen: harila asmatu eta magnetizazioa lortu zuen. Ia aldi berean, Georg Simon Ohm fisikari alemanak tentsioa, korrantea eta erresistentzia lotzen dituen legea argitaratu zuen, hau da, *Ohm-en legea* ($V = IR$).

1821 Michael Faraday fisikari britainiarrek indukzioa aurkitu zuen, eta Oerstedek aurkitutako efektuak itzulgarriak direla erakutsi zuen. Izan ere, iman egonkor baten inguruko eroale elektriko birakarietan zehar korrantea ibiltzea lortu zuen. Horrela, energia mekanikoa energia elektriko bihurtzea lortu eta lehen sorgailu elektrikoak sortu zuen.

1826 Nicéphore Niepce fisikari frantsesak historiako lehen argazkia ateratzea lortu zuen; horretarako, berun-eztainuzko plater bat zortzi orduz geldirik eduki behar izan zuen. Louis

Jacques Mandé Daguerre jatorri euskalduneko asmatzaile frantsesak prozesu hori hobetu eta errebelatua egiteko prozesu kimiko bat aurkitu zuen. Sistema horren bidez, esposizio-tartea askoz txikiagoa izatea lortu zuen (ordu erdi ingurukoa). *Dagerrotipo* izenarekin ezagutzen den argazkia asmatu zuen.

1830 Joseph Henry fisikari estatubatuarrak seinale elektrikoak bidali eta urrutian jasotzeko sistema praktikoa diseinatu zuen. Asmakizun hori telegrafo elektrikoaren aitzindaria izan zen.

Morse, Cooke eta Wheatstone asmatzaileek kodifikazioari buruzko kontzeptuak plazaratu zituzten.

1831 Madril, Aranjuez eta San Ildefonso artean telegrafia optikoko lehenengo sistema ezartzea lortu zuten.

1832 Paul von Schilling-Cannstadt errusiarrek lehen telegrafo elektromagnetikoa eraiki zuen, nahiz eta Carl Friedrich Gauss eta Wilhelm Weber zientzialari alemaniarrek izan lehen aparatu erabilgarriaren egileak.

1833 Weber eta Gaussek lehen linea elektromagnetikoa jarri zuten Alemaniako Göttingen hirian. Lehenengo aldiz, erabilera praktikoa eman zitzaion energia elektrikoari.

1833-1837 Gauss eta Weberrek zenbait telegrafo elektromagnetiko asmatu zituzten.

1835 Karl August Steinheil fisikari alemaniarra seinaleak errailen bidez transmititzen saiatu zuen. Arazorik handiena isolamendua zen.

1836 Samuel F. B. Morse asmatzaile eta pintore estatubatuarrak transmisio telegrafikorako lehen ekipo elektrikoak asmatu zuen. Telegrafoa komunikazio-sistema bat da, eta inpultsu elektrikoetan oinarritutako kode baten bidez seinaleak igorri eta jasotzeko aukera ematen duen ekipo elektriko batean oinarrituta dago. Morse deituriko oinarrizko kodea erabilita, kable bakar batean zehar zirkulatzen duten inpultsu elektrikoaren bidez mezuak transmititzeko erabiltzen da. Morse telegrafoak kommutadore elektriko baten antza du. Atzamarrez egindako presioaren bidez, korrontea zirkulatzen uzten du lehenik, eta gero eten egiten du korrontearen zirkulazioa.

Esperimentuetan, Morse konturatu zen seinaleak 32 km ingurura soilik igor zitezkeela; izan ere, urrunago igorri gero seinaleak oso ahulduta iristen ziren. Morse eta bere lankideek errele osaturiko aparatu bat eraiki zuten eta, aparatu hori linea telegrafikoetan jarriz gero, seinalea 32 km urrunago igor zitekeen. Itzuli, oster, lur-konexioaren bidez itzultzen zen korrontea. Telegrafoa izan zen elektrizitatearen bidez funtzionatzen zuen lehen aplikazio praktikoa, eta baita lehen komunikazio-sistema digitala ere.



Morse telegrafoa

1837 Asmakizun berriaren arrakasta ikusita, zenbait urtetan telegrafo elektromagnetikoa erabili zuten estatu guztiak Morseren telegrafoa erabiltzen hasi ziren. Telegrafo hori XIX. mendearen bukaerara arte erabili zen.

1839 Europan, Erresuma Batua izan zen telegrafia elektrikoa ezarri zuen lehen herrialdea. Horretarako, tren-konpainiak erabili zituzten. 1869ko urtarrilaren 1ean, lehen sare telegrafiko elektrikoa hariak jarri zituzten Londres inguruan, Cooke eta Wheatstonen sistema erabiliz.

1840 Morsek lehen patentea lortu zuen.

1842 Haririk gabeko telegrafiaren asmatzaile Joseph Henry fisikari estatubatuarra konturatu zen etxeko goiko solairuan kokatutako deskarga-zirkuitu batekin zenbait solairu beherago zegoen sotoan jarritako orratzak magnetiza zitezkeela. Hari bertikal bat erabiliz, 12 km-ko distantziara zeuden izpiak jasotzen zituen.

Frantzian, telegrafo elektrikoarekin lehenengo saiakuntzak egiten hasi ziren. Ordura arte, ez zuten sistema hori erabili, telegrafo optikoa oso hedatua zegoelako.

1843 Alexander Bain erlojugile eskoziarrak linea telegrafikoetan zehar irudiak transmititzeko sistema eraiki zuen, hau da, lehenengo faxa. Honakoa zen asmakizun berri haren oinarria: dokumentu bat lerroz lerro ekortu, zuriuneak eta beltzuneak identifikatu eta, azkenik, lortutako informazioa seinale elektriko bihurtu eta kable telegrafikoen bidez transmititzea.

1844 Morsek bere izena duen kodea hobetu zuen. Maiatzaren 14an, lehen transmisio elektrikoa egin zen Washington eta Baltimore artean.

1845 Gustav Robert Kirchhoff fisikari alemaniarrak zirkuitu elektrikoei buruzko oinarritzko legeak argitaratu zituen.

Telegrafo elektrikoaren lehen linea ezarri zuten Frantzian, Paris eta Rouen artean.

1846 Sare telegrafikoa eraikitzen hasi ziren Austrian, Hungarian eta Belgikan.

1847 Italian, sare telegrafikoa eraikitzen hasi ziren.

1849 Prusian, sare telegrafikoa eraikitzen hasi ziren, Berlin eta Frankfurt artean.

1850 XIX.mendearen erdialdean, sare telegrafikoa martxan jartzen ari zirenean, ez zegoen telegrafo optikoa baino sistema bizkorragorik informazioa transmititzeko. Telegrafo elektrikoak, ordea, komunikazioen mundua aldatu zuen, eta distantziak eta denbora laburtu eta estatuak eta pertsonak hurbildu zituen.

Urpeko kable baten bidez, Ingalaterra eta Frantzia komunikatzea lortu zuten.

Estatu aurreratuetan eta haien kolonietan, mugen barruko sareak izan ziren bizkorren hedatu zirenak. Sare horiek eraiki ostean, berriz, telegrafoaren erabiltzaileek estatuen arteko komunikazioa ahalbidetuko zuen sarea eskatu zuten, komunikazio guztiak sare bakar baten bidez egin ahal izateko. Gaur egun arte, nazioarteko sare horrek ez du ia aldaketarik izan

1851 Alemanian, suteen aurkako lehenengo alarmak ipini zituzten, Berlinen eta Munichen.

Amerika eta Europa artean jarritako urpeko kablea erabiltzen hasi ziren. Hala ere, Atlantikoa zeharkatzen zuen kable horren bidez transmititutako seinaleak ahulduta iristen zirela ohartu ziren. Kablearen luzera zela eta, korrontearen intentsitatea txikia zen helburuan, eta intentsitate handiagoko hargailuak ezin ziren gai seinale horiek jasotzeko. Arazo hori konpontzeko, William Thomson fisikari eta matematikari britainiarrak beste hargailu bat asmatu zuen. Dena den, urpeko lehenengo kable horrek ez zuen luzaro iraun.

1852 Suitzan, sare telegrafikoa eraikitzen hasi ziren.

1853 Errusian, sare telegrafikoa eraiki zuten.

1853 eta 1855 urteen artean, Madril eta Irun arteko linea eraiki zuten.

Seinalea berehala transmititzeko aukera ematen duen kable bidezko telegrafoa asmatu zuten.

1854 Charles Bourseul telegrafista belgikarrak proposatu zuen zirkuitu elektriko bat aktibatu eta desaktibatuzko disko malgu edo diafragma batean giza ahotsak sortzen dituen bibrazioak erabil zitezkeela. Hartara, urrunean kokaturiko beste diafragma batean antzeko bibrazioak sorrarazi eta hasierako soinua birsortzea lortuko litzateke.

1858 Ipar Amerika eta Europa arteko komunikazio elektrikoak lortu zuten.

1860 Philippe Reiss maisu alemaniarrek soinua transmititzeko gauza zen sistema bat eraiki zuten; mintzez eta elektrodoz osatua zegoen, eta korronte alternoa zerabilen. Asmakizun hori erabilia, ahotsa transmititzeko lehen probak egin zituzten. Giza ahotsa bereiztea lortu zuten, baina sistema ez zen hitzak bereizteko gai izan.

Apirilaren 3an, zaldi bidezko komunikazioa jarri zuten martxan: *Pony Express*.

Lehenengo sistema telegrafikoak Graham Bell, Elisha Gray eta Thomas A. Edison estatubatuarrek eraiki zituzten. Graham Bell eta Elisha Gray, bakoitza bere aldetik, hari telegrafiko batean zehar zenbait mezu aldi berean transmititzeko aukera emango zuen sistema telegrafikoa asmatu nahian zebiltzan. Garai berean, Graham Bellek telefonoaren lehenengo prototipoa kaleratu zuen. Telefono hori kable elektriko baten bidez loturiko transmisore eta hargailu banaz osatua zegoen.



Ericsson telefonoak (ezkerreko biak)
eta Bell telefonoa (eskuinekoa)

1861 Linea telegrafikoek Estatu Batuak ia alde batetik bestera zeharkatzen zituen.

Reissek 90 metrora transmititzeko gai zen lehen telefonoa egin zuen. Soinuak sortzeko, kontaktu elektriko batez kitzikaturiko animalia-mintz bat erabili zuen; mintz hartzaile gisa, ostera, induktore galbaniko oszilatzaile bat erabili zuen.

1864 James Clerk Maxwell fisikari eskoziarrak *eremu elektromagnetikoaren teoria dinamikoa* argitaratu zuen, eta, teoria horretan, erradiazio elektromagnetikoa aurreikusi zuen.

1866 Cyrus Field & Associates enpresak Atlantikoa zeharkatzen zuen eta Ipar Amerika eta Frantzia lotzen zituen kable telegrafikoa jarri zuen. Bigarren urpeko kable horrek garrantzi handiagoa izan zuen, Wheatstone eta Thomsonen tentsio elektrikoarekin sortutako arazoak konpondu baitzituzten.

Uztailaren 27an, urpeko kablearen bidezko lehen telegrama bidali zuten.

Mahlon Loomis asmatzaile estatubatuarrak haririk gabeko telegrafoa asmatu zuen. Sistema hori bi kometaz osaturik zegoen; eroale elektrikoak zituzten soketan, eta bi kilometroko distantziara kokaturik zeuden. Kometa batera galbanometro bat konektatzen zen, hau da, galbanometroaren mutur bat eroale elektrikora konektatzen zen, eta beste muturrarekin lur-konexioa egiten zen. Kometa hori altuera egokian kokatuz gero, galbanometroak korrante txiki bat neurtzen zuen, lainoen eta Lurraren arteko potentzial-diferentziak eragindakoa. Beste kometaren kasuan, eroale elektrikoaren muturra Lurrera konektatu eta deskonektatzen zen, aldizka. Hartara, lainoek Lurrarekiko zuten potentzial-diferentzia jaitsi egiten zen, eta potentzial hori beste kometako galbanometroan neurtzen zen. Dena den, haririk gabeko komunikazioek beste 30 urte itxaron behar izan zituzten, hain zuzen ere, Marconik irrati-uhinen bidezko telegrafoa asmatu arte.

1873 Graham Bell asmatzaile estatubatuarrak pentsatu zuen mezu bat baino gehiago aldi berean eta kable berean zehar bidaliz gero enpresa telegrafikoek abantaila handia lortuko zutela, beste kable bat jarri gabe mezu gehiago bidaltzeko gaitasuna izango luketelako. Gaur egun, kontzeptu horri *multiplexazio* esaten zaio, eta oso erabilia da telefonian. Helburu hori lortzeko, ordea, Bellek uste zuen.tonu desberdineko soinuak forma elektrikoan igortzea lortu behar zela.

Maxwellen teoriak zioenez, objektu metalikoen, ispilu batek bezala, izpi elektromagnetikoak isla zitzaketen. Gainera, erradiazio elektromagnetikoak hutsean edo airean argiaren abiadurarekin bidaiatzen zuela zioen, hau da, erradiazio elektromagnetikoak argiaren jokamolde bera zuela. Teoria hori egia zela frogatuz gero, uhin elektromagnetikoak informazioa igorri eta instant berean hedatzeko gai zirela baieztatu ahalko litzateke.

Maxwellentzat, Faraday fisikari britainiarraren esperimentuak oso lagungarriak izan ziren elektrizitatearen eta magnetismoaren arteko lotura ezagutzeko. Maxwellek argiak izaera elektromagnetikoa zuela esan zuen, eta erradiazioak edozein uhin-luzera izan zezakeela. Bestalde, komunikazioen teoriarako beharrezkoak ziren formula matematikoak garatu zituen.

1874 Emil Baudot ingeniari frantziarrak oinarritzko bost seinaletan oinarritutako Baudot kodea asmatu zuen. Kode hori lehen transmisio telegrafiko eta irrati-telegrafikoetan erabili zen.

Lehen multiplexadore telegrafikoa garatu zuten. Sistema horrek sei erabiltzailek aldi berean kable bera erabiltzeko aukera ematen zuen.

Thomas Edison asmatzaile estatubatuarrek telegrafia laukoitza garatu zuen, aldi berean eta noranzko bietan bi mezu transmititzeko aukera ematen zuena.

1875 Ekainaren 2an, esperimentu batean lanean zebilela, Bellek soinu bat entzun zuen. Bell eta Watson soinuaren bibrazioen arabera ixten eta irekitzen zen korrante-begizta zuen telegrafoarekin saiakerak egiten ari ziren, eta Watson linearen beste muturrean zegoen. Bat-batean, Bellek espero ez zuen soinu bat entzun zuen. Telegrafoa ikuskatzean, konturatu ziren kontaktuetako bat estuegi zegoela eta ez zela guztiz irekitzen eta, hala ere, kontaktu horretako erresistentzia aldatu egiten zela. Hura izan zen soinu bat kable elektriko batean zehar transmititu zen lehenengo aldia.

Edison konturatu zen etengailu elektrikoaren txinpartek erradiazioa sortzen dutela.

1876 Alexander Graham Bellek telefonia sortu zuen, eta lehen mezu telefonikoa igorri zuten. Martxoaren 10ean, Bell eta Watsonek kable elektriko batean zehar ahots-seinale bat transmititzea lortu zuten. Lehen ahots-seinale hori transmisore kimiko bat erabiliz lortu zuten, baina aparatu hori ez zen komertzialki oso bideragarria. Beraz, Bellek beste transmisore bat egin zuen, aldi hartan indukzio elektromagnetikoan oinarritua. Bellen lehen telefonoek ez zuten kanpo-elikadurarik erabiltzen, transmisorearen bidez sorturiko energia elektromagnetikoa erabiltzen baitzuten.

Ia aldi berean, Elisha Gray asmatzaile estatubatuarrek mikrofonoa patentatu zuen.

Beraz, telefonian gertatutako azken jauzi nabarmena hiru iparramerikarri zor zaie: Graham Bell, Elisha Gray eta Thomas A. Edison. Bakoitza bere aldetik, hainbat maiztasun erabilita aldi berean mezu bat baino gehiago igortzeko sistema aurkitu nahian zebiltzan. Bellen telefonoa metalezko kable eroale baten bidez loturiko transmisore eta hargailu banaz osatua zegoen. Elektroiman baten bidez, ahotsak bibrazioak sortzen zituen transmisoreko mintz metalikoan, eta, hartara, oszilazio elektrikoak sortzen ziren. Oszilazio horiek kablean zehar transmititzen ziren, eta hargailuko elektroimanak oszilazio elektrikoak bibrazio mekaniko bihurtzen zituen. Azkenik, hargailuko mintzaren bitartez, igorleak bidalitako soinua lortzen zen.

Telefonoen lehen prototipoak aurkeztu zituzten Filadelfiako erakusketan.

Edisonek Bellen telefonoa ordezkari zezakeen telefonoa bat aurkeztu zuen.

1877 Apirilean, Thomas Edisonek telefonia bideragarri egingo zuen transmisore berri baten patente-eskaera egin zuen. Transmisore hori ikatzaren ezaugarri batean oinarritzen zen: presioarekin batera, ikatzaren erresistentzia elektriko aldatu egiten da. Beraz, argi zegoen:

aukerarik egokiena zen Edisonen transmisorea (ikatzeko transmisorea) eta Bellen hargailua (bozgorailu elektromagnetikoa) erabiltzea.

Espainiako estatuan, Bartzelonan egin ziren lehenengo telefono-probak.

Lehen linea telefonikoa jarri zuten Bostonen.

Ahotsa transmititzeko bakarrik korrante jarraitua erabil zitekeela aurkitu ondoren, Alexander Graham Bellek giza ahotsa kalitate onarekin transmiti zezakeen lehen telefonoa eraiki zuen. Sistema berri hori igorgailu batez, hargailu batez eta kable bakar batez osatua zegoen. Igorgailua eta hargailua berdinak ziren, eta diafragma metaliko malgu batez eta harila baten barruan zegoen ferra-formako iman batez osatua zegoen.

1878 Urtarrilean, lehen zentral telefonikoa jarri zuten martxan Connecticuten (AEB). 21 erabiltzaile onartzen zituen, eta eskuz maneiatu beharreko kontrolagailu batean oinarrituta zegoen. Zentrala instalatu ostean, alta-eskaria egin zuten telefoniako lehen bezeroek.

Lehen telefono-lotura ezarri zen.

Espainian, lehen proba telefonikoak egiten hasi ziren.

1879 Ameriketako Estatu Batuetan, luzera handiko lehen telefono-linea inauguratu zuten, hau da, Boston eta Providence artekoa.

Europan, telefonoaren hedakuntza Estatu Batuetan baino askoz astiroago gertatu zen.

1880 Edisonek aurkitu zuen lanpara gori bateko harizpi beroak elektroiak igortzen dituela.

1881 Bellek bi kabledun telefonoaren patentea aurkeztu zuen. Ordura arte, telefonoek eta telegrafoek eroale bakarra erabiltzen zuten, eta korrantea lur-konexioaren bidez itzultzen zen; sistema horrek, baina, interferentzia gehiegi zituen.

1882 Nikola Tesla fisikari kroaziarrak korrante alternoko sistema eraiki zuen; bere helburua zen garai hartako korrante jarraituko sorgailu eta materialak ordezkatzea.

Espainian, lehen sare telefonikoak eraiki zituzten.

1883 Edisonek *Edison efektua* edo *efektu termoionikoa* aurkitu zuen. Gaur eguneko elektronika guztia aurkikuntza horretan oinarritzen da.

1884 Irudien urruneko transmisioa zenbait asmakizuni lotua dago. Horien artean, Paul Gottlieb Nipkow ingeniari alemaniarrek urte honetan asmatutako disko zulatu irudi-arakatzaillea dago.

Kobrezko kableei esker, konpondu egin ziren telefono-lineek urruneko konexioetan eragiten zituzten arazo teknikoak.

1885 Edisonek karga kapazitibozko antena polobakarrak erabiltzen dituen komunikazio-sistema patentatu zuen.

1886 Estatu Batuetan, erroldako datuak txartel zulatuetan gordetzea lortu zuten.

1887 Marconi fisikari italiarrak haririk gabeko telegrafia aurkitu zuen, eta Popoff ingeniari errusiarrak, ostera, antena asmatu zuen.

Edisonek *ikatzeko botoi* deituriko transduktorea eraiki zuen.

Almon B. Strowger estatubatuarrak urratsez urratseko konmutazioa asmatu zuen.

Heinrich Hertz fisikari alemaniarrek Maxwellek aurkitutako uhin elektromagnetikoak eta horien ezaugarriak frogatu zituen esperimentalki. Osziladore baten bidez uhin elektromagnetiko bat distantzia batera bidaltzea eta, gero, hartzaile baten bidez (antena) jasotzea lortu zuen. Uhin elektromagnetiko horiek *uhin hertziar* ere izendatu zituzten geroago, eta hura izan zen uhin irrati-telegrafikoekin egindako lehen proba praktikoa. Ikerkuntza horrekin, haririk gabeko telegrafia posible zela frogatu zuen Hertzek.

1889 Strowgerrek markatze bidezko telefonoa asmatu zuen. Geroago, 1896an, hobetu egin zuen. Urte horien artean, gainera, lehen telefonogune automatiko pribatua (PABX) eraiki zuen.

Lehen telefono publikoa jarri zuten Connecticuten.

Thomas Edisonek kinetoskopia aurkeztu zuen. 1891an patentatu zuen.

Sydney George Brown eta James Erskine-Murray zientzialari britainiarrek antenak multzotan antolatzea proposatu zuten. Hala ere, lehen esperimentuak zazpi urte geroago egin ziren. Ordurako, mikrouhin-antena erabiltzen ziren, hala nola hargailu parabolikoak, lenteak, harilak eta uhin-gidariak.

1891 Edouard Branly fisikari frantziarrak uhin elektromagnetikoen lehen hargailua eraiki zuen, eta *kohesore* deitu zion.

1892 Lehen lotura telefonikoa ezarri zen New York eta Chicago artean.

Lehen telefonogune automatikoa jarri zuten Indianan.

Strowgerrek konmutazio automatikoko sistema aurkeztu zuen, *urratsez urratseko sistema* deitua. Sistema horrek ez zuen bitartekaririk behar deitzailearen eta hartzailearen artean, beraz, operadorerik gabeko lehen elkarrizketa telefonikoa egitea lortu zen. Hala ere, sistema horrek ez zuen sekula ondo funtzionatu. Lehenengo sistema automatikorako, botoidun telefonoak behar ziren, eta botoi horiek hartzailearen telefono-zenbakia beste aldiz sakatu behar ziren. 1896an, diskodun sistema erabiltzen hasi ziren. Sistema horrek bi hariko telefonoa behar zuen, eta, horrez gain, beste kable bat ere behar zuen, lur-konexioa egiteko.

1893 Oliver Lodge fisikari britainiarrek Branlyren sistema hobetu zuen.

1894 Marconik 3 kilometroko distantziara haririk gabeko seinalea transmititzea lortu zuen.

Lodgek, Hertzen kitzikagailua eta Branlyren kohesorea erabiliz, sistema horren bidezko lehen Morse komunikazioa egin zuen, eta seinalea 30 metro ingurura iristea lortu zuen.

1895 Irrati-uhinak erabiliz, Marconik haririk gabeko lehen transmisio telegrafikoa egin zuen.

Alexander Popoff matematika-irakasle errusiarrek antena bat asmatu eta Branlyren karraka-hautsezko hodira lotu zuen, eta sistema hori urruneko ekaitzak detektatzeko erabili zuen.

Morse seinaleak 2,5 kilometroko distantziara transmititu zituzten, haririk erabili gabe.

Lumière anaiek zinematografoa aurkeztu eta patentatu zuten.

1896 Jatorri suediarreko John eta Charles Erickson anai estatubatuarrek, jatorri bereko Frank A. Lundquistekin batera, diskodun markagailua zerabilen lehenengo sistema diseinatu zuten.

1897 Lodgek dipolo bikonikoak, karga induktiboak eta erresonantzia-zirkuituen bidezko sintonia patentatu zituen.

Linea telefonikoak jarri zituzten Estatu Batuetan barrena.

Marconi italiarrak Branly, Lodge eta Popoffen lanak elkartu eta seinale elektromagnetikoak igorri eta jasotzeko sistema eraiki zuen. Irrati-seinale elektrikoaren lengoia gisa erabiltzeko, ostera, Morse alfabetoa aukeratu zuen, sinplea zelako.

Marconik inpultsu eta seinale elektrikoaren transmisioa hobetuko zuen gailua patentatu zuen, eta, horrela, irrati bidezko telegrafia garatu zuen.

Lehen Marconi estazioa eraiki zuten.

Haririk gabeko telegrafia sortu zuten, eta itsasontzien eta portuen arteko komunikaziorako erabili zuten lehen aldiz.

1898 Ekainaren 3an, Marconik lehen zerbitzu irrati-telegrafikoa jarri zuen martxan, Ingalaterrako Wight uhartearen eta Bournemouth hiriaren artean. Lotura hark 23 km-ko luzera zuen.

1899 Heaviside ingelesak eta Pupin eta Campbell estatubatuarrek *karga-harilaren teoria* aurkeztu zuten.

Martxoaren 28an, Marconik Ingalaterra eta Frantzia arteko irrati bidezko lehen komunikazioa egitea lortu zuen. Komunikazio hori Mantxako kanalean zehar egin zen.

Estatu Batuetako lehendabiziko telefonogune automatikoa instalatu zuten.

Europar telegrafia arritmikoko lehen tresnak agertzen hasi ziren: teletipo edo teleinprimagailuak. Aparatu berri horrek aurreko sistemek baino askoz ere transmisio azkarragoa eskaintzen zuen: 65 hitz minutuko.

TELEKOMUNIKAZIOAK XX. MENDEAN

1900 Distantzia handiko transmisioetan, seinalea ahuldu egiten zen. Izan ere, luzera handiko kableek propietate kapazitiboak zituzten, eta horrek mugatu egiten zuen deitzailearen eta hartzailearen arteko gehienezko distantzia. Michael Pupin fisikari estatubatuarrek harilek osatutako sistema bat patentatu zuen: telefono-linean zehar harilak tartekatu zituen, eta,

horrela, telefonoen arteko distantzia 3-4 aldiz handiagoa izan zitekeen. Gaur egun, harila horiek ez dira egokiak datuen transmisiorako, banda zabalera txikia dutelako; horregatik, telefono-lineetako harilak kentzen ari dira.

1901 Abenduaren 12an, Marconik Ozeano Atlantikoan zeharreko haririk gabeko lehenengo lotura egitea lortu zuen. Lotura hura 3.500 km luze zen.

1902 Valdemar Poulsen ingeniari danimarkarrak arku bidezko sorgailua asmatu zuen.

1903 Lehenengo aldiz, bidaiarien itsasontzi batekin komunikatzea lortu zuten.

1904 John Ambrose Fleming ingeniari britainiarrak balbula termoioniko bat erabili zuen irrati-seinaleak jasotzeko.

Lee De Forest ingeniari estatubatuarrek elektronika aplikatu zuen irratia eta telefona ikertzeko, eta *Audion* triodoa asmatu zuen. Asmakizun hori Flemingeng diodoan oinarritua zegoen.

Campbellek, beste zientzialari batzuekin batera, oinarrizko uhin-iragazkiak eraiki zituen.

Flemingek balbula termoioniko bat erabili zuen irrati-seinaleak jasotzeko.

Flemingek irrati-hodien lehen prototipoa sortu zuen: Flemingeng hutsezko lanpara.

1905 Irrati bidezko telegrafia jaino zen Espainian.

1906 Estatu Batuetako lehen irrati-emisioa egin zen.

Lee De Forest-ek Fleming-en diodoa hobetu zuen, eta hiru elektrodo dituen hodi edo balbula elektronikoa sortu zuen, hau da, *triodoa*. Aparatu hori lehenengo anplifikadore elektrikoa izan zen. Seinale telefonikoak anplifikatzeko aukera ematen zuenez, hirien arteko komunikazio telefonikoak ahalbidetu zituen; izan ere, telefonoaren hedadura kable telefonikoen erresistentziak sorturiko ahultzeak mugatzen zuen ordura arte. Triodoak, gainera, Marconik erabilitako irrati-maiztasuneko seinaleak ere anplifika zitzakeen. Geroago, Lee De Foresten lanpara uhin elektromagnetikoen sortzaile gisa ere erabil zitekeela konturatu ziren.

Balbula termoionikoaren eta erresonantzia-zirkuituen konbinaziotik, irrati-maiztasuneko anplifikadoreak, osziladore modulatuak eta hargailuen hobekuntza etorri ziren.

Ameriketako Estatu Batuetan, uhin elektromagnetikoen bidez ahotsa transmititzeko lehen sistema eraiki zuten. Horrela, elektronikaren aroa sortu zen: artezgailuak, triodoak, balbula termoionikoak, anplifikadoreak eta abar.

Marconik lurrarekiko paralelo jarritako hari luzeko antena baten erradiazio-diagrama neurtzea lortu zuen lehen aldiz. Antena hori egungo uhin progresiboen bidezko antenen, antena erronbikoen eta V antenen aitzindaria izan zen.

Huts-hodiari eta elektronikaren sorrerari esker, irrati bidezko lehenengo komunikazio lortu zen.

1907 Flemingek irrati-uhinak hartzen zituen diodo termoionikoa hobetu zuen.

1908 Espainian, irrati bidezko telegrafia jaio zen.

1909 Alemanian, Telefono automatikoaren bidezko lehen transmisioa egin zen, Berlin eta Munich artean.

1910 Teletipo edo teleinprimagailua sortu zen, hau da, operadorerik gabe mezuak bidaltzeko sistema (Baudot kodea zerabilen).

1910-1919 Maiztasun txikiko eta potentzia handiko antena handiak zituzten transmisioak eraiki zituzten.

Nabigazioa erraztuko zuten teknika berriak sortu ziren, hala nola urperatutako itsaspekoekin komunikatzeko sistemak eta urruneko kontrolerako sistemak.

Anplitude-modulazioaren (AM) bidezko transmisioa jaio zen.

1910 Huts-hodia asmatu zuten. Ahotsa urrunera transmititzeko aukera ematen zuen, eta, gainera, kablean zehar seinale bat baino gehiago garraiatzea ahalbidetzen zuen.

Aparatu berri eta bizkorragoak sortu ziren, batez ere Baudot kodean oinarritutakoak. Izan ere, kode horrek transmisioa lau aldiz abiadura handiagoan egiteko aukera ematen du, eta, beraz, linea telegrafikoen errendimendua handitzea ahalbidetzen du.

1913 Meissner ingeniari austriarrak lehen osziladorea egin zuen.

1914 Huts-hodien teknika berriarekin, Branlyren kohesoreak alde batera geratu ziren. Elektronikaren lehen pausoak izan ziren.

1915 Anplitude-modulazioarekin (AM) irrati-esperimentuak egiten hasi ziren.

Errepikagailu elektronikodun lehenengo kontinentearteko telefono-linea ipini zuten.

1916 Marconik 2 eta 3 metroko uhin-luzerako seinaleak erabili zituen esperimentuak egiteko. Horretarako, hari bertikalez eginiko islatzaile paraboliko zilindrikoak erabili zituen.

Esperimentu horren emaitzek erakutsi zuten egokiagoa zela goi-maiztasuneko seinaleak (HF) erabiltzea; horrekin batera, esperimentu horiek beste aurkikuntza batzuen abiapuntua izan ziren.

1918 Kanal bi edo gehiago hari bakar baten bidez transmititzeko metodoa asmatu zuten. Teknika horri *multikanalizazio* deritzo.

E.H. Armstrong ingeniari estatubatuarrek irrati-hargailu *superheterodinoa* hobetu zuen.

Maiztasun-modulazioko (FM) lehen irrati-estazioa jarri zuten Pittsburghen (AEB).

1919 Bi triodoz osaturiko memoria bitarra (kommutadorea) asmatu zuten.

David Sarnoff estatubatuarrek lehen irrati-hargailu publikoa aurkeztu zuen, baina atzera bota zuten.

1920 Zinematografoari ahotsa gehitu zioten, eta zinea sortu zen.

Abenduaren 22an, lehen irrati-transmisio publikoa egin zuten Alemanian.

Teletipoak ezarri ziren. Bi osagai nagusi dituzte, transmisorea eta hargailua (inprimagailua ere badena), eta bi puntu edo gehiagoren artean mezuak trukatzeko erabiltzen dira.

1920-1928 J.R. Carson, H. Nyquist, J.B. Johnson eta R. V. Hartleyk seinale/zarata erlazioari buruzko aurkikuntzak argitaratu zituzten.

1922 Lehendabiziko irrati-antena puntuz puntuko komunikazioan erabiltzen ziren antenen antzekoak ziren. Hala ere, oso azkar garatu ziren; denbora gutxian, uhin-erdiko erradiadore izatera igaro ziren, eta norabide orotako estaldura eskaini zuten.

Armstrongek asmatutako hargailu superheterodinoak hodi elektronikoei esker gauzatu ahal izan ziren. Hartzaileak sare elektrikoa erabiltzen zuen antena gisa, eta masa gisa, oster, ur-hodiak erabiltzen ziren. Handik gutxira, ordea, T erako antena asmatu zituzten.

Ameriketako Estatu Batuetako Itsas Ikerkuntzarako Laborategiko ikertzaile Albert Hoyt Taylor eta Leo C. Youngek mugimenduan zeuden objektuak detektatzeko sistema garatu zuten. Horretarako, transmisorea eta hargailua bereizita zituen eta 5 m-ko uhin-luzerako irrati-uhinak sortzen zituen sistema batean sortutako interferentziak neurtu zituzten. Horrela sortu ziren lehen radar-sistemak.

1923 Alemanian, distantzia luzeko lehen telefonogunea jarri zuten martxan.

Irrati-amateurrek 110 metroko bandan komunikatzea lortu zuten.

Vladimir Kosma Zworykin ingeniari estatubatuarrek *ikonoskopia* eta *kinetoskopia* asmatu zituen, irudiak urrunera transmititu eta urrutitik jasotzeko aukera ematen zuten sistemak alegia. Bi asmakizun horiek oso garrantzitsuak izan ziren telebistaren garapenerako. Horrekin batera, izpi katodikoen hodia ere patentatu zuen; hodi hori, aurrerago, telebistaren elementu garrantzitsuena izan da.

1923-1938 Estatu Batuetako, Errusiako eta Erresuma Batuko ikertzaileek, guztiek aldi berean, telebistaren teknologia garatu zuten.

1924 Irrati-amateurrek lehen QSQ seinaleak (medikua eskatu edo eskaintzeko erabiltzen den seinale kodetua) egin zituzten Frantzia eta Australia artean.

Ordura arte, sare telegrafikoen eta sare telefonikoen arteko konbinazioa erabiltzen zen mezuak igorri edo jasotzeko. Telefonoguneen bidez igorri eta jasotzen ziren, eta transmititu, berriz, sare telegrafikoan zehar transmititzen ziren, telegrama gisa.

Apirilaren 19an, Compañía Telefónica Nacional de España (CTNE edo Telefónica) sortu zen. Espainiako gobernuak eta CTNE konpainiak sinatutako akordioaren bidez, telefono-linea guztiak CTNEren esku gelditu ziren. Ondorioz, Espainiako telefono-zerbitzua CTNEren monopolio bihurtu zen.

1925 Breit eta Tuve estatubatuarrak pultsu-radarraren bidez ionosferaren altuera neurtzea lortu zuten.

Erresuma Batuan, John Logie Baird ingeniari eskoziarrak irudien azterketa mekanikoa egiten zuen sistema aurkeztu zuen.

1926 Maiztasun-modulazioaren (FM) bidezko transmisioa aurkitu zuten. Teknika horrekin, kalitate handiko soinua eskaintzen duen irrati-difusioa lortzen da.

Uda fisikari japoniarrak elementu aktibo bakar bat elementu pasiboekin multzokatzea lortu zuten.

1927 Estatu Batuen eta Erresuma Batuen arteko komunikazio-zerbitzua martxan jarri zen. Zerbitzu horrek uhin laburreko irrati-sistema zerabilen.

1928 Detroiteko polizia-departamentuak irrati bidezko noranzko bakarreko komunikazio-sistema jarri zuen martxan. Sistema horrek mezuak zuzenean departamentutik polizien autoetara bidaltzeko aukera ematen zuen. Mezuak erantzuteko, ostera, poliziek telefono batetik hots egin behar zuten. Sistema hori telefonia mugikorraren hasieratzat jo daiteke.

1928 Telebistaren asmatzailea den Paul Nipkow ingeniari alemaniarrak irudien haririk gabeko transmisioa asmatu zuen.

Felix Bloch fisikari estatubatuarrak pauso garrantzitsua eman zuen banden teorian. Geroago, egoera solidoaren fisika ere teoria horretan oinarritu zen. Banden teoriak dioenez, elektroien energia-maila guztiek ez dute eroaletasuna onartzen. Bide horretatik, 1928-1933 urteen artean metaleen, isolatzaileen eta erdieroaleen funtsa ulertzea lortu zuten. Aurkikuntza horiek guztiek eragin zuzena izan zuten elektronikaren, telekomunikazioen eta metal eta solidoen fisikaren garapenean.

Diamond eta Dunmore ingeniari estatubatuarrak lurreratze instrumentalaren lehen sistema (ILS, Instrument Landing System) garatu zuten.

1929 Irrati-igorgailuen posizioa zehazteko, *Adcock sistema* erabiltzen hasi ziren.

1930 Mikrouhinak eta radarrak garatu zituzten.

Walter Schottky fisikari alemaniarrak eta beste fisikari batzuek erdieroaleen portaera aztertu eta azaldu zuten, eta, ildo horretatik, LED diodo argi-igorleak, artezgailuak eta zelula fotovoltaiakoak asmatu zituzten.

Schoter-ek bideoaren kalitatea hobetzen zuen sistema patentatu zuen.

Posizioa zehazteko sistema probatzen ari zirela, hegazkin baten hegaldia detektatu zuten lehen aldiz.

Abian zen nazioarteko telefono-sarea.

Behe-maiztasuneko (LF) komunikazioetan (irradi-astronomia), interferentziak sortzen ziren, udan batez ere. Arazo hori konpontzeko, Bell laborategietan lan egiten zuen Karl G. Jansky telekomunikazio-ingeniari estatubatuarrak antena berriak eraiki zituen, eta konturatu zen zaratak ekaitzetan sortzen zirela, eta zarata jakin bat 24 orduetik behin errepikatzen zela. Zarata hori Lurretik eta Eguzkitik zetorrela ohartu zen, eta, horrez gain, galaxiatik zetorren beste zarata bat ere bazegoela konturatu zen. Horrekin guztiarekin, irradi-astronomia aurkitu zuen. Zarata horien datuekin, uhin motzeko hargailu batekin lor zitekeen sentsibilitatearen muga zehaztea lortu zuen.

Herbert Eugene Ives fisikari iparramerikarrak bi noranzkoko lehen bidetelefonoa aurkeztu zuen. Bidetelefono hori ordenagailu batera konektatuz gero, irudiak eta datuak ikus zitezkeen pantailan.

1931 Telebista-irudien lehen transmisio elektronikoa egin zuten Berlinen.

Allen Dumont ingeniari estatubatuarrak osziloscopia asmatu zuen.

Frantziaren eta Erresuma Batuen arteko lehen lotura ezarri zuten. Horretarako, 1.760 MHz-eko antena islatzaileak erabili zituzten.

Marconik Mediterraneo itsasoan zeharreko 500 MHz-eko transmisioa neurtzea lortu zuen. Transmisio horrekin, gizakiaren ikusmena heltzen dena baino 5 aldiz urrunago ere seinaleak jaso zitezkeela erakutsi zuen. Geroago, fenomeno horri *hedapen troposferiko* deituko zitzaion.

Teletipo-zerbitzua jarri zuten martxan. Zerbitzu hori faxaren aitzindaria izan zen.

Bi noranzkoko komunikazio-sistema agertu zen, eta sare mugikorrek zerbitzu publikoetara hedatu ziren (suhiltzaileak, ospitaleak...).

1932 James Lamb ingeniari estatubatuarraren irradi-hargailu superheterodinoaren prototipoa agertu zen.

Radar-sistema hobetuta zegoen, eta posible zen 80 km-ra zeuden hegazkin irradi-igorleak detektatzea. Horretarako, 28,3 MHz-eko maiztasuna erabiltzen zuten. 200 MHz-eko sistemak (CXAM), berriz, 1936an garatu ziren.

1935 Erresuma Batuan, radarra erabiltzeko baldintzak ezarri zituzten.

12 MHz-eko pulsu-sistema probatu zuten.

Lehen kable ardazkideak eta multiparea erabili zituzten komunikazioetarako.

1936 6 MHz-eko uhin progresiboen interferentzia-sistema probatu zuten (radarra).

Armstrongek FM transmisio-teknika martxan jartzeko beharrezkoak ziren ikerkuntza teorikoak garatu zituen.

Lehen kalkulagailu programagarria kaleratu zuten, *Zuse Z1*, osagai mekanikoak besterik ez zituen.

Berlingo joko olinpikoetan, telebista elektronikoaren lehen transmisio esperimentalak egin zituzten. 45 MHz-eko maiztasuna erabili zuten, eta antena igorlea dipolo-multzo zirkular bat zen.

Maiztasun-modulazioaren bidez, estazioen arteko komunikazioa oztopatzen duten perturbazioak murrizteko metodoa aurkitu zuen Armstrongek. Aurkikuntza horrek FM irratiaren sorrera ekarri zuen.

Banda zabalera eta maiztasuna (VHF, oso maiztasun handia) handitzearen garrantziaz konturatu ziren.

1937 Alec Reeves ingeniari britainiarrak pulsu bidezko kodearen modulazioa (PCM) garatu zuen. Transmisio-teknika hori orain ere erabiltzen da telefonian. Bellek telefonoa asmatu zuenetik, telefonia guztiz analogikoa zen; hau da, korrante jarraitua erabilita, ahotsa puntu batetik bestera transmititzen zen.

Telefono analogikoak, ordea, zenbait eragozpen zituen. Seinaleak anplifikatzeko, adibidez, Fleming eta De Forestek asmatutako balbulak eta huts-hodiak erabil zitezkeen, baina, kasu horretan, zarata ere anplifikatu egiten zen. Beste alde batetik, seinale telefoniko analogikoak erraz detekta zitezkeen, eta erraza zen hirugarren batek ere bi harpidedunen arteko elkarriketa entzutea. Arazo horiei irtenbidea emateko, Alec Reevesek lehen ahots-sistema digitala garatu zuen. Dena den, PCM teknologia 1960ko hamarkada bukaeran egin zen ezagun.

Mikrouhin-seinaleak sortzeko, Estatu Batuetako Russell eta Sigurd Varian anaiek eta Willian Hansen fisikariak *Klystron reflex* hodia garatu zuten.

1938 Barra gurutzatuko lehen telefonogune automatikoa abian jarri zen New Yorken, Brooklyn eta Manhattan artean. Kommutazio automatikoko sistema 'matrize' batean oinarritua dago; matrize hori operadorearen bidezko telefonoguneetan erabiltzen zutenaren antzekoa zen, baina, kasu honetan, konexioak automatikoki egin zitezkeen. Barra gurutzatuko lehen telefonogune garrantzitsua Suedian ezarri zuten, 1926an.

Bell konpainiak beste asmakuntza bat merkaturatu zuen, telefono modernoetan gaur arte iraun duena: mikrotelefonoetan erabiltzeko kable kiribila.

Grote Reber irrati-ingeniari estatubatuarrak 9 metroko diametroko antena parabolikoa eraiki zuen. 2 metroko bandan funtzionatzen zuen, eta zeruko lehen irrati-mapak egiteko erabili zen.

Abian zen 25 MHz-eko maiztasunean lan egiten zuen Chain Home radar-sistema.

125 MHz-eko maiztasunean funtzionatzen zuen FREY A. izeneko radar-prototipoa itsasontziak detektatzeko gai izan zen Alemanian egindako saio batean.

Werner Flechsig alemaniarrek kolorezko hodi katodikoak eraiki zituen.

1939 Bigarren Mundu Gerran, islatzaile parabolikoen bilakaerak aurrera jarraitu zuen. Besteak beste, islatzaileen aldaerak ziren zilindroak edo sektoreak asmatu zituzten. Era berean, *Pillbox* edo *cheese* antenak asmatu zituzten.

Uhin-gidarien teknologia osoa garatu zuten.

1940 Erresuma Batuan, Boot eta Randall fisikariek *magnetrona* asmatu zuten. Asmakizun horrek zentimetro gutxi batzuetako uhin-luzerako irrati-uhineko radarra garatzeko balio izan zuen.

Estatu Batuetan, Eagle radarra eraiki zuten, 60 graduko detekzioa egin zezakeena.

Alemanian, Deutsche Reichspost posta-konpainiak Berlin eta New York arteko irrati-telefonoaren bidezko lehen zerbitzua jarri zuen martxan.

Konrad Zuse ingeniari alemaniarrek lehen konputagailu programagarri erabilgarria eraiki zuen, *Zuse Z2* izenekoa.

Komunikazioak eta datu-prozesaketa uztartzeko lehen ahaleginak Estatu Batuetan egin ziren, 40ko hamarkadan. 1940an, armadarentzako inbentarioa egiteko aplikazioa egin zuten; 1953an, berriz, American Airlinesen plazak erreserbatzeko aplikazioa garatu zuten. Bi aplikazio horiek izan ziren datuak urrutitik prozesatzeko garatutako lehen sistemak.

1941 Armstrongek FM modulazio-teknikaren bidezko lehen estazioa sortu zuen.

Zuse Z3 kalkulagailua garatu zuten. 600 bat errele erabiltzen zituen kalkulutarako, eta beste 2.000 bat errele memoriarako. Leibniz matematikari alemaniarren kode bitarrenekin lan egiten zuen.

Estatu Batuetan, telebistako koloretako lehenengo programak probatu zituzten.

1942 Audioa magnetikoki grabatzeko sistema aurkitu zuten, eta kasetea asmatu zuten.

1943 Alan Turing matematikari eta filosofo ingelesak *Colossus* makina diseinatu zuen. Gaur egun, lehen konputagailu elektronikotzat hartzen da. Hala eta guztiz ere, *Colossus* ez zen egungo konputagailuak bezalakoa; ez zuen programak barne-memorian gordetzeko ahalmenik, eta soilik funtzio kriptografikoak eta operazio boolearrak egiteko zegoen diseinatua.

1944 Estatu Batuetan, Howard H. Aiken ingeniariak lehen konputagailu programagarria diseinatu zuen, *Mark 1* deiturikoa.

1945 Arthur C. Clarke idazle eta asmatzaile britainiarrek proposatu zuen satelite geoestazionarioak erabiltzea mundu mailako estaldura behar zuten sistemen komunikazioetan.

1946 John D. Kraus fisikari estatubatuarrek helize-formako antena asmatu zuen, eta antena hori irrati-teleskopio batean erabili zen, 1951an. 200 eta 300 MHz-eko bandan funtzionatzen zuen.

John P. Eckert eta John W. Mauchly ingeniari iparramerikarrek ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Calculator) deituriko lehen konputagailu elektronikoa eraiki zuten 1943 eta 1946 urteen artean. Dena den, ENIAC eraikitzeke erabilitako ideiak ez ziren guztiz originalak. 1937an, John Vincent Atanasoff ingeniari eta matematikari estatubatuarrek konputagailuek erabiliko zituzten zenbakiak adierazteko sistema bitarra asmatu zuen. Atanasoffek gaur egun ezagutzen diren dispositibo elektronikoak (balbulak) eta memoria bitar birsortzaileak erabiltzen zituen operazio logikoak egiteko, eta konputagailu bat diseinatu zuen osagai horiekin, *Atanasoff Berry Computer* (ABC) izenekoa.

ENIAC konputagailuaren ezaugarriak hauek ziren: 1.500 errele eta 18.000 hodi inguru, 150 kW-ko kontsumoa, 30 tonako pisua eta 140 metro karratuko zabalera. Gainera, *Mark 1* baino 1.000 aldiz azkarragoa zen.

Ekainaren 17an, AT&T konpainiak autoetarako telefono mugikorren lehen sistema komertziala kaleratu zuen Missourin (AEB). 150 MHz-eko maiztasuna erabiltzen zuen, eta 60 kHz-eko 6 kanal erabiltzen zituen.

Bigarren Mundu Gerraren ondoren, irrati-astronomia indartu egin zen, eta hainbat behatoki garrantzitsu eraiki ziren.

Telebistaren hedapena hasi zen.

Armstrongek irrati-transmisioetako soinuaren kalitatea hobetzeko sistema aurkitu zuen. Horretarako, VHF bandako maiztasun modulatu (oso maiztasun handia) erabili zuen.

1947 Estatu Batuetan konturatu ziren posible zela irrati-uhinen bidezko sare zelularra osatzea, eta aplikazio handiagoetara zuzendutako esperimentuak egiten hasi ziren.

Marcum eta Swerling estatubatuarrek *Detekzioaren Teoria Estatistikoa* aurkeztu zuten.

1948 John Bardeen eta Walter H. Brattain zientzialari estatubatuarrek transistorea patentatu zuten, eta ikertzaile-talde bereko B. Shockley fisikariak transistoreak anplifikadore gisa izan litzakeen efektuak aztertu zituzten. Uztailaren 1ean, lehen transistorea aurkeztu zuten. *Transistore* izena asmatzaileek eurak jarri zioten, 'transit resistor' terminoaren akronimoa zela azalduta. Lehen transistoreak 'kontaktu-puntua' deituriko teknologia erabiltzen zuen, eta germanioak erdieroalea izateagatik zituen ezaugarrietan oinarritua zegoen. Apur bat geroago, transistore-kolektorea asmatu zuten. 1955ean, siliziozko lehen transistoreak eraiki ziren. Masiboki eraiki zen lehen transistorea, ordea, CK722 deiturikoa izan zen, eta 1953an egin zuten. Transistore horri esker, komunikazioan erabiltzen ziren ekipoen tamaina eta potentzia murriztea lortu zen, neurri batean.

Deien iraupena inpulso-kopuruaren arabera neurtzeko sistema asmatu zuten.

Claude Shannon ingeniari eta matematikari iparramerikarrek *Komunikazioen Teoria Matematikoa* garatu zuen. Horrez gain, *Informazioaren Teoria* ere garatu zuen.

1949 Ekipo elektronikoen kostuak merkatzeko eta osagaien lokalizazioa errazteko, zirkuitu inprimatuen lehenengo txartelak asmatu zituzten.

1950 50eko hamarkadan, irudiak etxeetako telebistetara helaraztea lortu zuten.

Konputagailuen artean datuak transmititzeko aukera ematen zuten modemak agertzen hasi ziren; erabili, oster, 60 eta 70eko hamarkadetan hasi ziren erabiltzen, periferikoetan batez ere.

Mikrouhinen bitartez eginiko lehen komunikazioa lortu zen. Horrek informazio-bolumen handia urrunera transmititzeko aukera ematen zuen.

Denbora-zatiketa bidezko multiplexazioa (TDM) telefoniarako erabiltzen hasi ziren.

1951 *Telex* (teleprinter-exchange) sistema abiarazi zuten. Telex abonatuaren artean komunikatzeko erabiltzen den telegrafia-zerbitzua da, eta, konexioa egiteko, teleinprimagailuak eta telegrafo-sare publikoa erabiltzen ditu. Telex sistemaren bidez, erabiltzaileek mezuak eta datuak trukatzeko aukera dute, eta, nazioarteko sareen bitartez, informazio-trukea munduko toki askoren artean egin daiteke. Gainera, telexaren erabiltzaileek erabiltzaile ez direnei ere bidal diezazkiekete mezuak, horretarako sortutako gune berezien bitartez. Kasu horretan, erabiltzaileak bidalitako mezua telegrama batean helarazten zaio hartzaileari. Telexa erabili ahal izateko, kommutazio-guneak eraiki eta maiztasun handiko zirkuituak jarri behar izan zituzten. Horregatik, telexaren hasierako pausuak ez ziren izan oso azkarrak.

Transistorea asmatu berri zuten, baina oraindik ez zen komertzialki ekoizten.

Martxoan, ENIAC proiektua sortu eta 5 urtera, konputagailu berri batekin probak egin zituzten, eta Aikenek lehen konputagailu eraiki zuen, UNIVAC (Universal Automatic Computer). Komertzialki eta kantitate handitan eraiki eta saldu zen lehen konputagailua izan zen.

1953 Kapazitate handiko lehen lotura ardazkidea egin zuten.

1954 Radarren bidez mugimenduan dauden objektuak ikuskatzeko, M.T.1 teknika erabiltzen hasi ziren.

Lehen irrati-teleskopio handia eraiki zuten, 76 metroko luzerakoa.

Telefónica konpainia Madril eta Bartzelona arteko linean kable ardazkidea jartzen hasia zen. Hori dela eta, zirkuitu ugari libre geratu ziren. Gainera, irrati-loturazko lehenengo zerbitzuak ere hasi ziren ezartzen. Zerbitzu horiek ez zuten zutoin eta kanalizaziorik behar lineak instalatzeko.

1955 Helmen handiko markatze bidezko lehen telefono-sistema ezarri zen Suitzan.

Varactor diodoa asmatu zuten.

Narinder Kapany Indiako fisikaria konturatu zen isolatutako zuntz batek argia urrunera eraman dezakeela. Aurkikuntza hori zuntz optikoei buruzko ikerkuntzen hasiera izan zen.

1956 Irailaren 26an, Atlantikoa zeharkatzen zuen eta elkarrizketa telefonikoen transmisiorako erabiliko zen lehen kablearen inaugurazio ofiziala egin zuten. 30 bat kilometroz banaturiko eta

polietilenoiz isolatutako bi kable ardazkidez osatua zegoen. Kable bakoitzak 36 elkarriketa garraia zitzakeen, noranzko bietan eta aldi berean. Hori lortzeko, balbulen edo huts-hodien teknologia erabiltzen zuten 51 oinarri-estazio edo errepikagailu urperatu behar izan zituzten ozeanoan.

Bell eta Howell estatubatuarrek bideokamera elektronikoa garatu zuten.

Espainiako telebista publikoak lehen emanaldia egin zuen.

1957 Urriaren 4an, Sobiet Batasunak lehen satelite artifiziala espazioratu zuen, *Sputnik 1* izenekoa. 20-40 MHz bitarteko maiztasuneko seinalea igortzen zuen irrati-faro bat zeraman, eta seinale hori Lurreko edozein hargailuk jaso zezakeen.

Espaziotik igorritako lehen giza ahotsa Ameriketako Estatu Batuetako lehendakariarena izan zen, Dwight D. Eisenhowerrena; izan ere, Eisenhowerrek grabatutako Gabon-mezu bat zeraman misil bat jarri zuten orbitan. Grabagailuaren bidez, posible zen igorri beharreko mezuak aurrez grabatzea. Horrela sortu ziren aurrez grabatutako emanaldien sateliteak.

1958 Estatu Batuetako lehen satelitea, *Explorer 1*, urtarrilaren 31n bidali zuten espaziora. Besteak beste, Lurraren erradiazio-gerrikoak aurkitzeko balio izan zuen.

Abenduaren 18an, Estatu Batuek *SCORE* (Signal Communicating by Orbiting Relay Equipment) satelitea bidali zuten espaziora. Estazio batetik pasatzean, handik igorritako mezuak irakurtzen zituen; beste estazio batera heltzean, berriz, birstutu eta igorri egiten zituen aurrez irakurritako mezuak. Mezuaren gehienezko iraupena 4 minutukoa zen. Gorako maiztasuna 150 MHz-ekoa zen, eta beherakoa, 132 MHz-ekoa.

Helmen handiko transmisio-sistema garatu zuten. Sistema horrek helburu militarra zuen.

Zirkuitu integratua garatu zuten.

Lehen irrati-transmisio estereofonikoak egin zituzten.

1959 Aplikazio gehienek balbulen edo huts-hodien teknologia erabiltzen zuten. Bitartean, erdieroaleen elektronika garatzen jarraitzen zuten. Urte honetan, lehen zirkuitu integratuak eraiki ziren. Jack St. Clair Kilby ingeniari estatubatuarrek germaniozko lehen zirkuitu integratua egin zuen, eta Robert N. Noyce fisikari iparramerikarrak, ostera, siliziozko lehen zirkuitu integratua.

50eko hamarkadaren bukaeran, komunikazio-sistema berri bat garatzeko eskatu zioten zientzialari-talde bati. Eraso nuklearra gertatuz gero, sistema hori gai izan behar zen erasotako eremutik kanpoko kokaguneetako informazioa ez galtzeko. Gainera, sistemaren funtzionamendua ezin zen izan komunikazio-ekipoen menpekoa. Proiektu horri DARPANET izena jarri zioten, eta gaur egun *Internet* bezala ezagutzen den sistemaren aitzindaria izan zen.

60ko hamarkada Programazio-lengoaiei garapena, sistema eragileak, pakete-kommutazioa, satelite bidezko transmisioak, telekomunikazioa eta informatika uztartzen hasi ziren.

Teknika digitalak erabiltzen hasi ziren.

Tonu bidezko markatze-sistema erabiltzen zuten telefonoak agertu ziren.

Mainman fisikari estatubatuarrak lehen laserra garatu zuen.

Estatu Batuetako NASA espazio-agentziak *Echo I A* satelitea jarri zuen orbitan. Jasotako irrati-seinale elektrikoak islatzen zituen lehen komunikazio-satelitea izan zen.

1961 Zirkuitu integratuen ekoizpen komertziala hasi zen.

IBM konpainiak *teleprozesuaren* kontzeptua kaleratu zuen Alemanian. IBMren ustez, posible zen telefono-linea baten bidez seriean edo paraleloan transmititutako datuak zuzenean konputagailu batean birprozesatzea.

Abenduan, irrati-amateurrentzako lehen satelitea jarri zuten orbitan, *OSCAR I* izenekoa.

Objektuen posizioa detektatzeko, sateliteetan oinarritutako sistema bat garatu zuten Estatu Batuetan. Sistema horrek orokorra izan behar zuen, baldintza atmosferikoekiko menpekotasunik gabea eta oso zehatza. Alor horretako ikerkuntzaren emaitza GPS (posizionatze globaleko sistema) sarea izan zen. Gaur egun, GPS sistema publikoa da, eta Lurraren inguruan biraka dabilten 24 satelitek bidalitako irrati-seinaleetan oinarrituta dago.

1962 Uztailaren 10ean, NASAk *Te/Star I* satelitea bidali zuen espaziora. Lehen komunikazio-satelite komertziala izan zen, eta Europa eta Ipar Amerika arteko komunikazioak ahalbidetu zituen. Uztailaren 23an, satelite horrek nazioarteko lehenengo telebista-emanaldia egin zuen, Estatu Batuen eta Frantziaren artean. Apur bat geroago, koloretan transmititzeko probak egiten hasi ziren.

Urte honetara arte, komunikazio guztiak analogikoak ziren. Izan ere, Alec Reevesek 1937an garatutako ahots-teknika digitalek (PCM) ez zuten aplikazio praktikorik izan 1962. urtera arte. Urte hartan, transmisio digitaleko lehen sistema ezarri zuten, *T1* izenekoa. Gaur egun ere, sistema hori oso erabilia da; 1.544 Mbps-ko fluxu digitala eskaintzen du, eta 24 kanal edo elkarrizketa telefonikoren digitalizazio eta multiplexazioan oinarrituta dago.

1962-1966 Abiadura handiko komunikazio digitalen sorrera.

Datuak transmititzeko zerbitzu komertzialak eskaintzen hasi ziren.

Seinale digitalak transmititzeko, banda zabaleko kanalak erabiltzen hasi ziren.

PCM (kodatutako pultsuen bidezko modulazioa) ahots eta telebista transmisioetarako erabiltzen hasi ziren.

1963 Western Electric korporazioak tonu bidezko lehen telefonoa kaleratu zuen. Telefono-mota horrek 4 lerro eta 4 zutabeko matrizeak erabiltzen ditu, eta lerro eta zutabe bakoitzari maiztasun jakin bat esleitzen dio. Telefonoko tekla bat (digitu bat) sakatzean, telefonoak bi maiztasunez

osoturiko seinalea igortzen du. Iragazki egokiak erabiliz gero, seinale horiek erraz jasotzen dira telefonogune publikoetan.

Ameriketako Estatu Batuetan, enpresa desberdinek eginiko konputagailuen artean informazioa elkartrukatzeko sistema garatzeko asmoz, gobernuko eta enpresetako ordezkariak osaturiko talde batek *ASCII kodea* (American Standard Code for Information Interchange) asmatu zuen. Karaktere bakoitza 7 biteko multzo batez adierazten da, eta, guztira, 128 karaktere onartzen ditu. 8 biteko (byte) hitzen estandarizazioa, berriz, 1964an egin zen.

IBMko ikertzaile J.B. Gunnek egoera solidoko mikrouhinen oszilagailuak hobetu zituen.

Telstar II satelitea espaziora bidali zuten.

Diodo argi-igorlea (LED diodoa) garatu zuten.

Lehen minikonputagailu komertziala kaleratu zuten.

1963-1964 *Svncan II* eta *III* sateliteak izan ziren orbita geoestazionario batean jarri ziren lehenak.

1964 Paul Baran ingeniari estatubatuarrak pakete-komutazioaren bidezko datu-sareen oinarri teorikoak ezarri zituen. Gaur egun, LAN, WAN eta Internet sareek sistema hori erabiltzen dute. Sare seguruago baten bila zebilela, Baran ondoko ondorioetara iritsi zen: sare horrek digitala izan beharko luke, eta mezuak multzo txikitant antolatu beharko lirarteke; gainera, mezu-multzo horiek igorletik hartzailearengana transmititzeko bitarteko-lana egingo luketen zenbait nodotatik igaro beharko lirarteke, eta nodo horietan seinalea birsortu eta mezua bidaltzeko bide egokia aukeraturiko litzateke. Hala ere, Baranen lanak ez ziren onartuak izan.

Gentex (General Telegraph Exchange) sarea martxan jarri zen. Sare horren bidez, zerbitzu telegrafiko publikoa automatizatu egin nahi zen. Zentral telegrafiko automatikoetan, telegramak zuzenean transmititzen ziren, teleinprimagailuen bitartez; horretarako, automatikoki aukeraturiko nazioarteko komunikazio-bide telegrafikoak erabiltzen zituzten.

Banda zabalaren bidez, hainbat formatutako datuak eta ahotsa abiadura handian eta kalitate handiarekin transmititzeko irrati-kanalak eskaini ahal zitzaizkien bezeroei. Sistema horren hobekuntzak konputagailuen eta bulegoetako aparatuen artean abiadura handiko transmisioak egiteko aukera ematen zuen.

1965 Nazioarteko INTELSAT partzuergoak (orain Ameriketako Estatu Batuetako erakunde pribatua da) satelite bat bidali zuen espaziora, *Early Bird* edo *Intelsat I* izenekoa. Orbita geoestazionarioko lehen satelite komertziala izan zen, eta Estatu Batuen eta Europaren arteko lehen telebista-emanaldia ahalbidetu zuen. 240 ahots-kanal edo telebistako kanal bakarra transmiti zezakeen, eta 1969 arte egon zen funtzionamenduan. *Intelsat I* sateliteak honek hasiera eman zion egun bizitzen ari garen espazioko telekomunikazioen aroari.

Mariner IV sateliteak Marteko lehen irudiak transmititu zituen.

Lehen telefonogune elektroniko publikoa jarri zuten New Jersey, *1ESS* izenekoa. Telefonogune horretan, kommutazioa errele bidez egiten zen. Errele horiek azken egoera gogoratzeko gai ziren, eta, beraz, egoera aldatzen zenean bakarrik behar zuten korrantea, hau da, komunikazioa hastean eta etetea. Prozesu hori bikoiztutako PUZ batek kontrolatzen zuen. CPU horretan, pausoz pauso egindako operazioen emaitzak konparatzen ziren. Lehen aldiz, *biltegitratutako programetan oinarritutako kontrola* (Stored Program Control) kontzeptua erabili zen, eta horren bidez telefonoguneek memoria elektronikoak zituztela adierazi nahi zen. PUZ elektronikoari esker, deien desbideratzea, markatze laburra eta beste zenbait zerbitzu eskaini ahal zitzaizkien abonatuari. Komunikazioaren alderdi bati zegokionez, ordea, *1ESS* telefonoguneak analogikoa izaten jarraitzen zuen, ahotsa ez baitzen digitala.

1966 1960. urtearen hasieran, AT&T konpainiak lehen modema diseinatu zuen, eta *Dataphone* deitu zion. Aparatu horrek datuak telefono-sarean zehar bidal zitezkeen seinale akustiko bihurtzen zituen. Dena den, datu-telefono horrek ez zuen aplikazio praktikorik izan, harik eta 1966an, Ameriketako Estatu Batuetako Stanford Ikerkuntza Institutuko John Van Geenen lanei esker, linean zarata egon arren ere informazioa modu egokian jasotzea lortu zen arte. Horretarako, Van Geenek konputagailu nagusira konektatu beharra zuen, distantzia luzeko linea telefonikoen bidez. Baina lineako zaratak zirela eta, garai hartako modemak ez ziren egokiak distantzia luzeko komunikazioetan, eta Van Geen zarataren menpekotasunik ez zuen akoplamendu akustikodun modem batean ari zen lanean. Van Geenek asmatutako modemak 1980ko hamarkadara arte erabili ziren. Lehen modemek 300-1.200 bps-ko abiadura lan egiten zuten, FSK modulazioarekin. 1960ko hamarkadaren bukaeran, 4.800 bps-ko modemak (PSK modulazioarekin) eta 9.600 bps-koak (QAM modulazioarekin) agertu ziren.

Charles Kao zientzialari estatubatuarra izan zen telefono-deiak transmititzeko beirazko zuntz eroalean zeharreko argia erabili zuen lehena.

1968 Alemaniako Grundig elektronika-etxeak irudiak telefono-lineetan zehar transmititzeko sistema asmatu zuen, eta, hartara, *fortotelegrafiaren* kontzeptua plazaratu zuen.

Intelsat III satelitea orbitaratu zuten. 1.200 zirkuitu telefoniko eta bi telebista-kanal transmiti zitezkeen.

1969 Uztailean, *Apolo 11* Ilargira heldu zen, eta Neil Armstrong astronauta estatubatuarrek Ilargitik egindako lehenengo telebista-emanaldia egin zuen.

Ameriketako Estatu Batuetako Defentsa Saileko ikerkuntza-talde batek 1962an garatzen hasitako *ARPANET* sarea jarri zuen martxan, hau da, konputagailuen lehen sarea. Urte honetan, J.C.R. Licklider psikologo eta matematikan aditua jarri zuten ARPA-IPTO (Information Processing Technologies Office) saileko zuzendari, eta berak ezarri zituen ARPANETen oinarriak. 1966an, berriz, Lawrence G. Roberts jarri zuten ARPANETeko arduradun, eta 1969ko urriaren 2an ordura arteko lanaren emaitza aurkeztu zuen: INTERNET. Internet sarea Algorek garatutako ARPANET konputagailu-sareari esker sortu zen.

Lurretik 35.880 km-ra dagoen orbitan satelite batzuk jarri, eta lehen telefono-sare globala osatu zuten. Satelite horiek eguzki-panel fotovoltaikoen bidez elikatzen dira. Lurreko toki jakin bateko antena batetik transmititutako deiak amplifikatu, eta urrutiko beste estazio batzuetara bidaltzen dituzte. Sateliteek eta Lurreko ekipoei osatutako sistemaren bidez, kontinentearteko deiak hurbileko bi tokiren artekoak bezain erraz bidera zitezkeen.

1970 Denbora-zatiketa bidezko multiplexazioa (TDM) erabili zen, ofizialki, komunikazio telefonikoetarako.

Kanadak eta Estatu Batuek Ipar Ameriketako komunikazioetarako sateliteak garatu zituzten.

70eko hamarkadaren hasiera arte, telekomunikazioetan erabilitako transmisio-baliabideak kobrezko kableak (pare bihurritua edo kable ardazkidea) eta hutsa (haririk gabeko komunikazioetan) ziren. Transmisio-bide gisa argia erabiltzeko asmoa ere aspalditik zetorren, baina, ordura arte, ezinezkoa izan zen praktikan jartzea. 1880an, Alexander Graham Bellek argiak, kableen beharrik gabe, ahots-seinaleak garraia zitzakeela frogatu zuen; Bellen *fotofonoak* ahotsak birsortzen zituen hargailu batera heltzen ziren, eta eguzki-argiaren aldaketak detektatzen zituzten. Teoria hori zuzena zen, baina, garai hartan, ezinezkoa zen gauzatzea.

1950ean, argiaren gidari gisa bi geruzadun zilindro erako beira erabiltzen zuen sistema patentatu zuten, eta, une horretatik aurrera, zuntz optikoaren teknologia garrantzia hartzen hasi zen. 1960. urtearen hasieran, laserra zuntz optikoaren argi-iturri gisa erabili zen lehen aldiz, eta emaitza ikusgarria lortu zen. Baina garai hartako laser optikoak oso garestiak ziren, beraz, teknologia horrek ez zuen eragin komertzialik izan. 60ko hamarkadaren bukaeran, zuntz optikoetan gertatzen ziren galerarik handienak beiraren ezpurutasunei zegozkiela konturatu ziren, eta ez, ordura arte uste zuten bezala, zuntz optikoaren ezaugarriei. 1970 hasieran, Robert Maurer, Peter Schultz eta Donald Keck ingeniari estatubatuarrek zuntz optikoen fabrikazioa hobetu zuten: argi-galerak asko txikitzea lortu zuten, eta argi askoz merkeagoak (LED diodoak, adibidez) erabiltzen hasi ziren.

70eko hamarkada Teleinformatika finkatu egin zen. Konputagailuen lehen sareak agertu ziren (protokoloak, sare-arkitektura, pakete-kommutazio bidezko datu-sare publikoak...).

1971 IV. serieko sateliteak espazioratzen hasi ziren, 4.000 ahots-kanal eta 2 telebista-kanal transmiti zitzaketanak.

TCP/IP protokoloa kaleratu zuten.

Azaroan, Intel Inc korporazioak lehen mikroprozesadore komertziala fabrikatu zuen.

Espania nazioarteko sateliteen taldean (INTELSAT) sartu zen.

Rank Xerox korporazioak lehen telekopiagailua jarri zuen merkatuan.

Mikroprozesagailua garatu zuten.

1972 Urte bukaeran, Kanadako Northern Telecom konpainiak lehen PBX digitala diseinatu zuen, SG-1 edo PULSE deitua. Gerora, berriz diseinatu zen, eta lehenengo telefonogune erabat digital eta pribatua izan zen. Denbora-zatiketa bidezko multiplexazioa (TDM) erabiltzen zuen.

1973 Robert Metcalfe estatubatuarrak konputagailuen arteko komunikazioa ahalbidetzeko teknologia berria garatu zuen, eta *Ethernet* deitu zion.

Motorola konpainiako Martin Cooper ingeniari estatubatuarrak telefono zelular baten bidezko lehenengo deia egin zuen. Izan ere, telefono zelularra Cooperrek berak asmatu zuen, eta, beraz, Motorola izan zen telefono zelularra diseinatu eta fabrikatu zuen lehen konpainia.

1974 Estatu Batuek *Westar 1* eta *2* eta ANIK sateliteak orbitaratu zituzten. Horietako bakoitzak dozena bat telebista-kanal transmiti zezakeen.

Hewlett-Packard konpainiak sakelako lehen konputagailu programagarria kaleratu zuen.

IBMk SNA sare-arkitektura (Systems Network Architecture) sortu zuen, sareen lehen arkitektura. Geroago, DNA arkitektura (Digital Network Architecture) etorri zen, sare digitalaren arkitektura, alegia.

1975 IBMk lehen inprimagailua atera zuen.

1976 Motorolak TTL teknologia sortu zuen, mikroprozesagailu berriak garatzeko erabili zena.

Atlantako telebista-estazio bateko jabe Ted Turner satelite bidezko telebista transmititzen hasi zen Estatu Batu guztietan zehar.

Chicagon, denbora-zatiketa bidezko multiplexazioa (TDM) darabilen lehen kommutazio-gune digitala inauguratu zuten, ESS 4 izenekoa.

1977 Sistema zelularren lehen prototipo komertziala instalatu zuten Chicagon.

1978 Venuseko atmosferari buruzko informazioa lortu zuten.

Zuntz optikozko lehenengo sarea jarri zuten Berlinen.

Eremu lokaleko lehen sareak agertu ziren, eta baita balio erantsiko lehen zerbitzuak ere.

1979 CITESA konpainiak kommutazio elektronikoko lehen telefonogunea garatu zuen.

Sony-k lehen irrati-kasetea garatu zuen.

Uztailaren 16an, INMARSAT (INternational MARitime SATellite organization) erakundea sortu zen. MARECS sateliteak erabiltzen zituen, eta, besteak beste, satelite bidezko komunikazio-eta nabigazio-zerbitzuak eskaintzen zizkien itsasontziei.

Telefono mugikorra 70eko hamarkada bukaeran jaio zen, baina 90eko hamarkadan gertatu zen benetako masifikazioa.

80ko hamarkada Sare digitalak (ahotsa, bideoa, datuak) azaltzen hasi ziren.

1980 Faxarentzako estandar internazionala onartu zen (III Taldea), gaur egunera arte facsimileen transmisiorako erabili dena.

Bell System konpainiak (egungo AT&T) telefonian erabili zuen zuntz optikoa.

Irailean, Xeroxeko Robert Metcalfek Ethernet sarerako definitutako espezifikazioak aurkeztu zituen.

Japoniako zenbait enpresak kondentsadore aldakorrik gabeko lehen irrati-hargailuak merkaturatu zituzten. Kondentsadoreen ordez, PLL sintetizadorea eta maiztasunak markatzeko teklatu numerikoa erabili zituzten.

Mikrotxipen kapazitatea 64 megabytera handitu zuten.

Lehen konputagailu eramangarria merkaturatu zuten.

Banda zabalaren teknologia erabiltzen hasi ziren. Banda-zabalera horrek bideokonferentziak egiteko aukera ematen zuen.

1981 Sateliteen V. seriea sortu zen, 12.000 ahots-kanal eta 2 telebista-kanal zituena. Aurrerago, VI. serieko sateliteek hirukoiztu egingo zuten aurreko serieko sateliteen ahalmena. Garai hartan, VI. serieko sateliteek seinalea Lurreko estazio lokaletara eta kablezko sareetara igortzen zuten; egun, ordea, erabiltzaile bakoitzak zuzenean jaso dezake seinalea.

Telefonia zelularra jaio zen.

Bereizmen handiko telebista (BHTB edo HDTV, ingelesez) sortu zen.

Kanal anitzeko soinuaren teknologia sortu zen. Lehenengo CD-irakurgailuak eta disko konpaktuak merkaturatu ziren.

Europar, telefono zelularra 1981ean merkaturatu zen lehenengoz; izan ere, Suedian, Finlandian eta Danimarkan Nordic Mobile Telephone konpainiak NMT450 sistema merkaturatu zuen. TACS (sarbide osoko komunikazio-sistema) teknologia erabiltzen zuen lehen sistema zelularra izan zen. Aurrerago, Alemanian C-Netz (C sarea), Frantzia Radiocom2000 eta Italian RTMI/RTMS sistemak sortu zituzten. 80ko hamarkadaren erditik aurrera, Europar 9 sistema zelular analogiko zeuden, elkarren artean bateraezinak. Europako estatu eta konpainiek elkarlanean aritzeko hitzarmena sinatu zuten, guztientzako estandar bakarra eta teknologia digitalean oinarritutako sistema eraikitzeke helburuarekin. Estandar berri hori GSM (Global System for Mobiles) izan zen, eta Europako Telekomunikazio Estandarren Institutuak (ETSI) ezarri zuen, 1982an.

1982 Madrileko SESA (Standard Eléctrica, S.A) konpainia elektrikoak zuntz optikoen gaineko urruneko kontroleko sistema eta tentsio altuko lineetan jartzeko zuntz optikozko kable bidezko 2 Mbps-ko sistema garatu zituen.

1983 Telefono mugikorretan, AMPS (telefonía mugikorreko zerbitzu aurreratua) teknologia erabiltzen duen lehen sistema komertziala jarri zen martxan, Chicagon.

Frantzian, *Minitel* kaleratu zuten, direktorio elektronikoen sistema. Sistema hori nazio mailako datu-sare baten oinarritzen da; etxe bakoitzean terminal bat instalatzen da, eta terminal horrek zerbitzu eta direktorioak zentralizatuta dituen datu-base baterako sarbidea ematen du.

FCCK telebista-seinaleak mikrouhinen bidez transmititzeko teknologia garatu zuen, MMDS (*Multichannel Multipoint Distribution Service*, puntu anitzeko eta kanal anitzeko banatze-sistema).

Estatu Batuetan, teknologia analogikodun lehen telefono zelularra kaleratu zuten, eta estandarrari *Ethernet* (IEEE 802.3) izena jarri zioten.

1984 1980ko hamarkadaren hasieran, erabiltzaileen terminaleraino teknologia digitala erabiltzen zuen sare telefoniko berri baten oinarriak ezartzen hasi ziren. Horren ondorioz, CCITT (egungo ITU-T) erakundeak gomendio bat kaleratu zuen: ISDN, *zerbitzu integratuen sare digitala*. ISDN sarearen bidez, erabiltzailearengana heltzeko sistema digitala baliatu eta telefoniako balio erantsiko zerbitzuak eta datu-zerbitzuak eskaini nahi ziren. Hasieran, ISDNk ez zuen espero adinako arrakastarik izan.

Satelite baten bidez, lehenengo aldiz kometa baten irudiak Lurrera transmititzea lortu zen.

1985 Ordenagailuen eta Komunikazioen Industriaren Elkarteak (CCIA) kablei buruzko estandar bat garatzeko eskatu zion Industria Elektronikoen Elkarteari (EIA).

Zuntz optikoa transmisio-bide egokienentzat jo zen, kable ardazkidearekin konparatuz gero ahalmen eta transmisio-kalitate handiagoa zituelako eta kostu txikiagoa zuelako.

1986 *Giotto* zunda *Haley* kometaren zentrotik 500 km-ra kokatu zen, eta datu fisikoak bidali zituen Lurrera.

1987 Audio digitaleko formatu berria erabiltzen hasi ziren, kasete digitala (DAT).

1988 Atlantikoa zeharkatzen zuen zuntz optikozko lehen kablea jarri zuten martxan, *TAT-8* izenekoa. 6.600 km-ko luzera zuen.

1989 Tim Barners-Lee ikertzaile ingelesak *Word Wide Web (WWW)* edo *mundu zabaleko amarauna* sortu zuen. Horretarako, Ted Nelson filosofo eta soziologo estatubatuarrek 1965ean asmatutako *hipertestu* ideian oinarritu zen.

Satelite bidezko irrati-difusiozko sistema digitalak sortu ziren Alemanian. Sistema horien bidez, bereizmen handiko telebista lortu zuten.

Voyager 2 satelitearekin Neptuno planeta baino 4,4 bilioi kilometro urrunagoko informazioa jaso zitekeen.

Lehen ISDN komunikazio-sistemak ezarri ziren Rotterdam inguruan.

90eko hamarkada Informazioaren teknologia, sistema banatuak eta prozesaketa banatuak sortu ziren.

1990 Digital Equipment, StrataCom, Northern Telecom eta Cisco enpresa pribatuek indarrak uztartu zituzten, eta lau enpresek ekoiztako ekipoen arteko komunikazioa ahalbidetzeko protokoloa definitzea erabaki zuten. Horrela, Frame Relay protokoloaren oinarriak ezarri zituzten. Handik gutxira, AT&T konpainia Frame Relay zerbitzuak eskaintzen hasi zen.

1991 Dockent 91-228-k dei-identifikatzailea kaleratu zuen.

1992 Interneten jaiotza komertziala gertatu zen.

GSM sistema (komunikazio mugikorretako sistema orokorra) abiarazi zuten. TDMA teknologian (denbora-zatiketa bidezko sarbide anizkoitza) oinarrituta zegoen.

1993 Estatu Batuetan, teknologia digitala erabiltzen hasi ziren telefonia zelularrerako.

Intel korporazioak Pentium prozesadorea merkaturatu zuen.

1995 DWDM teknologia (dentsitate handiko uhin-luzeraren banaketaren bidezko multiplexazioa) zerabilen lehen aplikazio komertziala atera zuten, 8,4 Tb/s-ko abiadura lor zezakeena.

1996 Urrian, USRobotics konpainia X2 teknologia erabiltzen hasi zen modemetan, eta 56 kbps-ko abiadura lortu zuen.

Urrian, baita ere, H.323ren lehen bertsioa onartu zuten, hau da, pakete-komutazio bidezko datu-sareen bidezko ahots, bideo eta datuen transmisio estandarra.

Terry Wynne-k orain arteko mundu mailako sarerik handienaren proiektuaren ideia zabaltu zuen: WWW.

Ahots telefonikoa eta musika Internet bidez kalitate handiarekin transmititzeko softwarea garatu zuten.

1997 Estatu Batuetan, ADSL teknologia merkaturatu zuten.

1998 Beheko orbitako sateliteen bidezko zerbitzuak eskaintzen hasi ziren.

Sare optikoen sistemek 3,2 Tbit/s-ko abiadurarekin transmiti zezaketen.

DSL txipa sortu zuten (harpidedun-linea digitalaren txipa). Datuak 1,5 Mbit/s-ko abiadurarekin deskargatzeko aukera ematen zuten, hau da, modem analogikoekin baino 30 aldiz azkarrago.

1999 Martxoan, Saioa Hasteko Protokoloa (SIP) onartu zen.

TELEKOMUNIKAZIOAK XXI. MENDEAN

Gaur egun, telefono mugikorraren kontzeptuak telefonia baino zerbait gehiago esan nahi du, beste tresna batzuetan ere erabil daitekeelako (PDA edo eskuko ordenagailua...). Telefonia mugikorreko sareak datuak transmititzeko erabiltzeak, gainera, ateak zabaltzen dizkio beste mundu bati.

2000 X-400 sistema probatzen hasi ziren. Sistema horrek sare telefonikoetara konektaturiko terminal informatikoen bitartez transmisio telegrafikoak egiteko aukera ematen du.

2001 DoCoMo konpainiak UMTS sistema (telekomunikazio mugikorren sistema unibertsala) edo hirugarren belaunaldiko telefonia mugikorra merkaturatu zuen Europan.

2003 1997az geroztik, haririk gabeko sare lokalak (WLAN) asko ugartu dira. 1999an, nazioarteko Wi-Fi Alliance sortu zen, dispositiboen elkarlana bultzatzea helburu duen taldea. Talde horri zor zaio, batez ere, WLAN sareen hedapena.

2006 Gaur egun, era guztietako sateliteak ditugu: komunikazioetarako erabiltzen direnak, nabigaziokoak, militarrek, meteorologikoak, Lurraren baliabideak aztertzen dituztenak, zientifikoak... Gehienak, hala ere, komunikazio-sateliteak dira, eta, besteak beste, komunikazio telefonikorako, datu-transmisio digitalerako eta telebista-irudiak transmititzeko erabiltzen dira.