

ORDENAGAILU

1 Sarrera

Ordenagailua (edo konputagailua) informazioa tratatzeko makina elektronikoa da, programak exekutatzuz lan egiten duena.

Ikuspuntu teknologikotik, ordenagailua tresna digital eta elektronikoa dela esaten dugu. Bere osagaiak digitalak direlako eta erabil dezakeen informazioa diskretua edo kuantifikagarria izan behar delako. Informazio hori mota askotakoa izan daiteke, hala nola, zenbakiak, testua, irudiak, bideoa edo soinua.

Bestalde, erabilera praktikoen ikuspuntutik, ordenagailua helburu orokorreko makina automatikoa dela esaten dugu, era askotako kalkulu edo eginkizunak burutu ditzake eta. Konputagailuak moldagarriak dira hainbat lanetarako. Nahi ditugun emaitzak lortuko dituen programa bat idazteko gauza bagara, gero konputagailuak automatikoki erabiliko du programa hori, inoren laguntzarik gabe eta nahi beste aldiz. Programa agindu-sekuentzia bat da, non aginduak konputagailuak ulertzen dituen eragiketa logiko edota aritmetikoak dira. Gainera ordenagailuak agindu horiek arin-arin egingo ditu, informazio-kantitate handia erabiliz eta errorearik gabe. Laburbilduz, abiadura handia, edukiera handia, fidagarritasuna eta moldagarritasuna dira konputagailuen ezaugarri garrantzitsuenak.

Ezaugarri horiek dira erabiltzen ditugunak konputagailu mota desberdinak bereizteko:

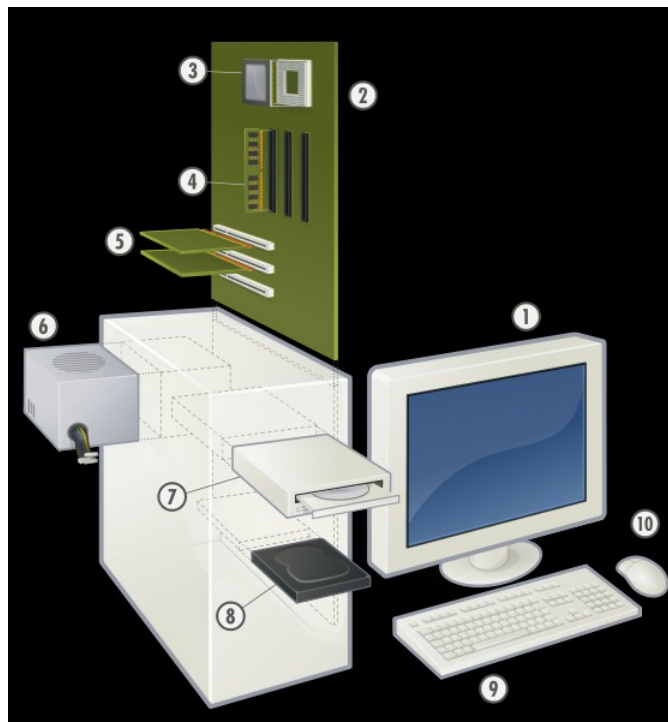
- **Abiadura:** Konputagailu guztiek kalkuluak abiadura ikaragarrian egiten dituztela esan daiteke eskuzko kalkuluarekin edo makina mekanikoz baliaturiko kalkuluarekin konparatuz gero. Baina nola neurtu konputagailu baten abiadura? Komeni da bereiztea batetik, prozesadorearen abiadura, eta bestetik, konputagailuaren errendimendua. Prozesadorearen abiadura GHz-etan ematen da, eta CPUaren erlojuaren maiztasuna (erloju abiadura) adierazten du. Zenbat eta altuago izan maiztasuna, orduan eta eragiketa gehiago egingo ditu segundoko. Segundo batean mila miloi (10^9) eragiketa burutzeko gauza bada prozesadorea GHz batekoa dela esaten dugu. 2008ko prozesadoreen abiadura 2,6 eta 3,5 GHz artekoa da. Konputagailuaren errendimendua neurtzeko bestelako neurri batzuk izango ditugu kontuan. MIPS (milioi bat agindu segundoko), MFLOPS (milioi bat eragiketa zenbaki errealekin segundoko), edo benchmark-ak (programa edo programa-banku jakin bat exekutatzeko da konputagailuan osagai desberdinen errendimendua neurtzeko).

- **Edukiera:** Edukierak konputagailuan zenbat informazio gorde edo biltegitu daitekeen adierazten du. Informazio hau konputagailuaren memoria-sisteman edo Internet-en bidez konektatuta dagoen beste konputagailu batean gorde daiteke. Konputagailuan informazioa gordetzeko erabiltzen den oinarrizko unitatea byte-a da. Byte-a 8 bit-ek osatuta dago eta, oro har, karaktere bat edo zenbaki bat gordetzeko balio du. Konputagailuaren edukiera neurtzeko erabiltzen diren unitateak byte-aren multiploak dira. Gaur egungo konputagailu pertsonaletan erabiltzen diren ohiko unitateak Megabyte-ak eta Gygabyte-ak dira. Megabyte bat ($MB = 2^{20}$ byte) milioi bat karaktere dira gutxi gora behera, eta Gygabyte bat ($GB = 2^{30}$ byte) mila milioi karaktere). Adibidez, CD batek 700 MB ditu eta DVD batek 4,5 GB. 2008an saltzen diren konputagailu pertsonal estandarretan memoria nagusia 1 GB eta 2 GB artekoa izaten da, eta kanpo-memoria (disco gogorra) 160-500 GBkoa izaten da. Interneten eskura dagoena askoz gehiago da, noski; esaterako, estimatu izan da, bakarrik ingelesez, bilioi bat hitz zegoela 2006an (milioi bat milioi hitz!). Kontuan hartu liburu arrunt batek 100.000 inguru hitz dauzkala, eta estimatzen dela pertsona kulturek bere bizitza osoan 300 milioi hitz irakurtzen dituela.
- **Moldagarritasuna.** Konputagailuak helburu orokorreko makinak direla esan dugu. Baina konputagailu batzuk problema mota zehatz batean espezializatuta daude, eta beste problema-mota batzuk burutzen motelagoak izango lirateke. Adibidez, egun, gero eta konputagailu txiki gehiago ditugu gure inguruan (etxean edo lantokian) konfigurazio minimo batekin helburu zehatz bakarra lantzen dutena, esate baterako, arropa-garbigailua, kamara digitalak, automobilak, robotak edo umeen jostailuak kontrolatzeko. Dena dela, konputagailu guzti horiek oinarrizko elementu berdinekin osatzen dira. Oinarrizko elementu berekin erabilpen oso desberdinak dituzten konputagailuak antolatu ahal dira.
- **Fidagarritasuna.** Kalkuluak ziztu batean burutzen ditu ordenagailuak, baina hori bezain garrantzitsua da kalkulu horien errore-marjina eskuz egindako kalkuluena baino askoz txikiagoa dela. Konputagailuaren beste funtsezko ezaugarri bat bere fidagarritasuna da. Gaur egungo konputagailuak oso fidagarriak dira, hau da, oso seguruak. Horrek ez du esan nahi ez dutela okerrik egiten, baizik eta erroreren bat gertatzekotan konputagailuaren mekanismoen bidez igarri eta, askotan, zuzentzen dela. Gertatzen diren errore gehienak giza akatsen ondorioak dira (programari, datuei edo sistema eragileei dagozkienak).

Konputagailuak maneiatzeko eta diseinatzeko teknikak aztertzen dituen diziplinari **informatika** esaten zaio. Oro har, informatika informazioaren tratamendu automatikoaren zientzia da.

Konputagailuari zeregina zehaztearekin ez dugu aski, zeregin hori nola burutzen den ere zehaztu behar baitzaio. Zeregina nola burutu behar den definitzeko **programa** bat osatu behar da. Horregatik konputagailua programagarria dela esaten da eta programak egiteko moduak eta teknikak aztertzen dituen informatikaren arloari **programazioa** deritzo.

=====



1. irudia. Mahai gaineko ordenagailua.

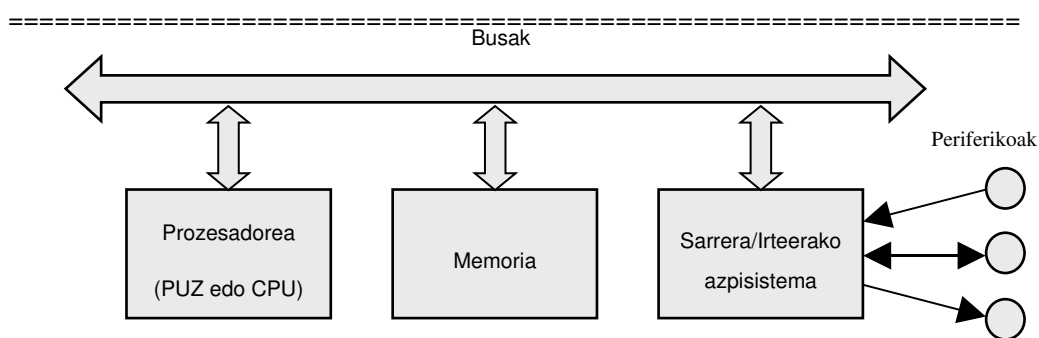
1. irudian mahai gaineko konputagailu pertsonal bat ageri da. Bere osagai nagusiak honako hauek dira:

1. Pantaila
2. Plaka oinarria
3. Prozesadorea
4. Memoria nagusia (RAM)
5. Hedatze-txartela
6. Elikadura-iturria
7. DVD eta CD irakurgailua
8. Disko gogorra
9. Teklatua
10. Sagua

=====

2 Konputagailuaren egitura

Ondorengo atal batean ikusiko dugun bezala, John von Neumann-ek 1945. urtean proposatutako arkitektura erabiltzen da oraindik, funtsean, oinarrizko egitura gisa. 2. irudian ageri da oinarrizko egitura hori non lau atal edo osagai nagusi bereizten diren. **Sarrera/Irteerako azpisistema** bi norabidetan erabiltzen da; batetik, konputagailuaren informazioa (programak eta datuak) sartzeko, eta bestetik, konputagailuak lortzen duen emaitza kanporatzeko. Programa **memorian** gordeko da **prozesadoreak** exekuta dezan. Sistemaren informazio-trukea **busen** bidez egingo da.



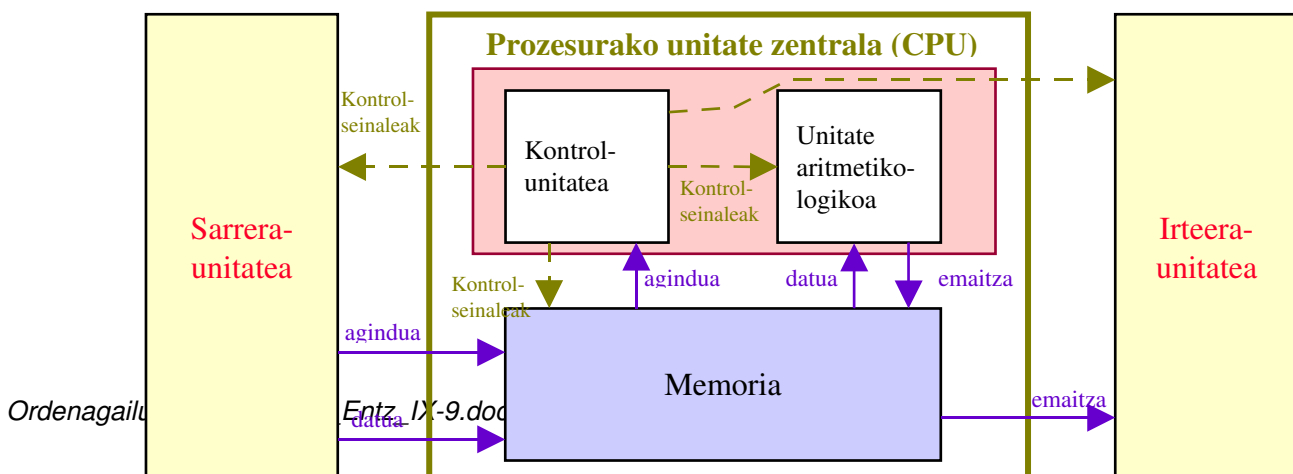
2. irudia. Konputagailuen von Neumann arkitektura.

Osagai horiek sakonago aztertuko ditugu bakoitzaren zeregina azalduz (ikus 3. irudia).

- **Memoria.** Unitate honetan informazioa (datuak eta programak) gorde daiteke modu egonkorrean geroago eskuratzeko. Programen exekuzioa azkarragoa izan dadin, memoria-sisteman memoria mota desberdinak erabiltzen dira: cache memoria (azkarrena), memoria nagusia (RAM-*random access memory* motakoa, irakurketak eta idazketak onartzen dituena), diskoak (kanpo-memoria), eta abar. Cachea eta memoria nagusia CPUarekin lotuta daude, Kanpo-memoria berriz sarrera/irteera unitateekin. Memorien barne egiturari begira esan dezakegu gelaxkatan antolatzen direla eta horietako bakoitza helbide baten bidez atzitzen da.
- **Prozesadorea (PUZ-Prozesatzeko Unitate Zentrala edo CPU-Central Processing Unit).** Programetako aginduak eta datuak irakurri eta prozesatzen ditu. Bere lana bi zatitan bana daiteke eta bakoitza egiteko osagai bana dauka: **Kontrol Unitatea** eta **Unitate Aritmetiko-Logikoa**. CPUak, bere kalkuluak eta kontrolak egiteko, oso edukiera txikiko baina atzipen-abiadura izugarriko memoria antzeko elementu batzuk dauzka:

erregistroak. Horrexegatik maiz erabiltzen diren datuak erregistroetan gordetzen dira. Prozesadorea konputagailuaren muina da eta ohikoa da konputagailua CPUarekin identifikatzea.

- **Kontrol-unitatea.** Hauxe da konputagailu osoa gidatzen duen osagaia. Exekutatu behar den programako agindu bakoitza memoriatik eskuratu, eta agindua burutzeko egikaritu behar diren kontrol-seinaleak sortzen ditu. Seinale horiek beste unitateetara bidaliz, aginduaren zeregina betetzea lortuko du. Exekutatu behar den agindua memorian zein posiziotan dagoen jakiteko, **programaren kontagailua** erabiltzen du.
- **Unitate aritmetiko-logikoa (ALU: Arithmetic and Logic Unit).** Memorian dauden datuak erabiliz eragiketak burutzen dituen osagaia da. Eragiketak bi motatakoak izan daitezke: aritmetikoak (batuketa, kenketa, biderketa...) eta logikoak (konparaketak, and, or, not...).
- **Sarrera/Irteerako azpisistema.** Erabiltzailearekiko komunikazioa unitate honen bidez egiten da. Bi osagai mota bereizten dira: sarrera-unitateak eta irteera-unitateak. Programa (aginduak) eta datuak sarrera-unitateen bidez ematen zaizkio konputagailuari. Sartutako informazioa memorian gordeko da. Ohiko sarrera-unitateak hauek dira: teklatura, sagua, mikrofonoa, scanerra, CD eta DVD disko-irakurgailuak... Emaizak irteera-unitateen bidez kanporatzen dira, erabiltzaileak lor ditzan. Ohiko Irteera-unitateak hauek dira: pantaila, bozgorailuak, inprimagailua, CD eta DVD disko-grabagailuak... Zenbait unitate sarrerako zein irteerarako erabil daitezke: USB memoria, disko-unitateak, ukimenezko pantaila... Kanpo-memoriak sarrera/irteera-unitate bereziak dira, mota guztietako informazioa (aginduak eta datuak) gordetzen dute, geroago irakurtzeko prest egon dadin.
- **Busak.** Unitateen arteko komunikazioa zirkuitu berezi batzuen bidez egiten da, zirkuitu horietako lotura bakoitzari **bus** deitzen zaio. Hiru motatako busak bereizten dira: **helbide-busa**, memoriako posizioen zein periferikoen helbideak adierazteko; **datu-busa**, transferitu behar diren datuak garraiatzeko; eta **kontrol-busa**, egin behar den eragiketarako behar diren kontrol-seinaleak adierazteko.



3. irudia. Konputagailuaren osagaien arteko harremana.

Goian aipatutako egitura konplikatu daiteke konputagailu bakar batek prozesu ugari izan ditzakeelako bere barruan, edo, alderantziz ere, prozesu bakar bat aurrera eramateko hainbat prozesadore erabil daitekeelako. Honen arabera bi eredu orokor bereizten dira:

- **Multitazata** (Multitasking). Egungo konputagailu gehienek multitazata moduan ibiltzen dira. Ordenagailuaren funtzionatzeko modu bat da hori, baliabideak partekatzen dituzten ataza bi edo gehiago aldi berean exekutatzeko aukera ematen duena. Ataza bakoitzari denbora-tarte txiki bat esleitzen zaio txandaka, baina erabiltzaileari ataza guztiak aldi berean egiten direla iruditzen zaio. Aldi berean egikari daitekeen ataza kopurua ataza motaren eta sistemaren ezaugarrien arabera da (unitate zentralaren abiadura, memoria-ahalmena, etab.).
- **Multiprozesadorea** (Multiprocessing). Zenbait konputagailuk beren zereginak CPU bi edo gehiagoren artean bana ditzakete, horrela multiprozesadore-konfigurazio bat sortuz. Hori, orain dela gutxi arte, konputagailu handiekin bakarrik erabili ohi zen, baina azken urteetan konputagailu pertsonaletan ere hasi da erabiltzen. Prozesadore horiek antolatzeko bi arkitektura nagusi daude, memoria partekatua dutenak – **multiprozesadore** edo **SMP** (symmetric multiprocessor) izenekoak– eta memoria pribatua dutenak –**multikonputagailuak** edo **MPP** (massively parallel processor) izenekoak–. Oraingoz prozesadoreen kopurua txikia izaten da konputagailu pertsonaletan (2 edo 3 gehienetan, baina batzuk 8 prozesadore edukitzera ailegaten dira), superkonputagailuetan, ordea, ehunka edo milaka CPU koordinatzera ailegatu izan da, gela oso bat betez.

3 Funtzionamendua. Programa

Ordenagailua sistema digital bat den heinean, bere eginkizuna beti bera da: programetako aginduak exekutatzea. Aginduen exekuzioa bost urrats hauetan bana daiteke:

1. Aginduaren **bilaketa**: aginduak memorian daudenez, exekutatu ahal izateko memoriatik prozesadorera eraman behar dira. Horretarako aginduaren helbidea **programaren kontagailutik** lortuko dugu eta memorian irakurketa egingo dugu. Irakurritako agindua prozesadoreak duen erregistro berezi batean, **aginduaren erregistroan**, gordeko da.
2. Aginduaren **deskodeketa**: deskodegailu bat erabiliz, zein agindu mota den jakingo du prozesadoreak, gero kontrol-unitateak beharrezkoak diren kontrol-seinaleak sortitza.
3. **Eragigaien irakurketa**: Aginduak behar dituen eragigaiak lortu behar dira. Eragigaiak, erregistro-multzoan edo aginduan bertan egon daitezke. Irakurritakoan, laneko erregistro batean gordeko dira.
4. Aginduaren **exekuzioa**: Urrats honetan eragiketa egingo da, normalean unitate aritmetiko-logikoa erabiliz.
5. **Emaitzaren idazketa**: UAletik lortutako emaitza nonbait gorde beharko da. Esaterako erregistro-multzoko erregistro jakin batean, edo memorian aginduak horrela eskatuko balu.

Lehenengo bi urratsak berdinak dira agindu guztientzat, azken hirurak berriz, aginduaren arabera izan daitezke.

4 Historia. Kalkulu-makinen garapena

Kalkulurako dispositibo azkar eta zehatz baten bilaketatik sortu da konputagailua. Baina konputagailuaren sorrera posible egin duten baldintzak asko izan dira, halanola, azken mendeko garapen teknologikoa, finantza-kontzentrazioa, konputazioari buruzko oinarritzko teorien aurrerapena, etab.

4.1 Lehenengo pausoak

ABAKOA da ezagutzen dugun kalkulurako tresnarik zaharrena. Harriz edota bolaz osaturik zegoen eta zenbakien balioa, haiek okupatzen zituzten posizioen bitartez adierazten zen. Bere jatorria ez dago argi, baina Babilonian, Kristoren aurreko 2700 eta 2300 urtetan erabiltzen omen zen. Grezian erabilia Kristo-ren aurreko V. eta VI. mendeetan, Konfuzio-ren garaian Txinan eta baita Colon aurreko zibilizazio amerikarretan ere. Abakoa antzinako tresna izan arren, gaur egun ere erabiltzen da bere erarik aurreratuenetan ekialdeko herrialde askotan.

John Napier (edota *Neper*) matematikari eskoziarrak (1550-1617), zenbaki-kalkulua erraztu nahian, makilatxo zifratuak baliatuz biderketak eta zatiketak egiteko prozedura bat asmatu zuen.

4.2 Makina mekanikoak

Errenazimentutik aurrera, merkataritzaren, nabigazioaren eta astronomiaren garapenarekin batera, berrikuntza teknologikoaren aldeko giroa sortu zen. Lehen kalkulagailu mekanikoa 1642. urtean agertu zen, *Pascal*-ek (1623-1662) asmatuta. Makina honen tamaina tabako-kartoi batena zen eta engranaje eta gurpilez osaturik zegoen. Zerotik bederatzira zenbakitutako engranaje-sail bat zuen. Gurpil batean bira osoa egin ondoren, bederatzitik zerora pasatzeak gurpil honen ezkerrekoan posizio bateko saltoa eragiten zuen, beraz, bururakoa automatikoki gehitzen zion ezkerreko zifrari. Pascal-ek, kenketak egiteko, osagarrien batuketa erabili zuen, beraz, puntu honetan konputagailuen diseinugileei aurrerratu egin zitzaizela azpimarratzekoa da.

Leibnitz-ek (1646-1716), 30 urte geroago, oinarritzko lau eragiketa matematikoak egiten zituen beste makina bat asmatu zuen. Leibnitz-en makinak, Pascal-en makinaren hobekuntza bat zen. Pascal eta Leibnitz-en makinek oztopo handiak aurkitu zituzten zabalkuntzarako, oso konplexuak baitziren eskuz egiteko, garaiko teknologia kaskarrekin, artean, Iraultza Industrialak gertatu gabea zen. Makina horiek, baina, ez genitzake automatikotzat hartuko gaur egun, eragiketa guztiak burutzeko, giza-operatzailearen presentzia ezinbestekoa baitzuten.

Jaquard-ek (1752-1834), XIX. mendearen hasieran, ehundegi automatiko bat asmatu zuen, eta makina kontrolatzeko programak txartel zulatuen bidez sartzen ziren. Jacquard-en ehundegiak arrakasta handia eduki zuen eta ehungintzarako aurrerapen galanta izan zen.

Espezialista askorentzat konputagailuaren historia, *Charles Babbage* (1791-1871) XIX. mendeko matematikari eta asmatzaile ingelesarekin hasi zen. Egungo konputagailuen oinarriak Babbagek auresan zituen. Bere garaiko logaritmo-taulak hobetzeko asmoz, 1822. urtean, kenketa-makina asmatu zuen.

Hamar urte geroago Babbagek beste ideia hobe bat izan zuen, alegia makina analitikoak. *Augusta Ada Byron* (1815-1852), Lord Byron-en alaba matematikariak Babbagerekin lan egin zuen programazioaren funtsezko ideia horiek garatzen, eta horregatik historiaren lehenengo programatzailatzat hartua izan da. Kenketa-makina prozesu bakar baterako tresna bazen ere, Babbagek xede orokorragoko makina bat eraikitzea ere pentsatu zuen. Makina hori edozein problema matematiko egiteko gai izateaz aparte, aurreko emaitzetan oinarrituz, makina bera bere agindu-sekuentzia aldatzeko gai izatea izan zen Babbageren helburua. Beraz, makina automatikoa eta programagarria zen.

Babbagek, Jaquarden txartel zulatuen sistema hartu zuen problemaren datuak eta programaren aginduak makinaren barnean sartzeko. Tamalez, garai hartako teknologia eta gizartearen premiak Babbageren teoriak baino ahulagoak ziren eta makina hau ez zen bukatu. Babbageren ideiak erabat gauzatu ez baziren ere, bere ekarpena funtsezkoa izan zen eta gure konputagailuak makina analitikoaren antzeko eskema batean oinarritzen dira. Babbageren makina automatikoa zen, baina programa makinatik kanpo zeukan.

XIX. mendean, Iraultza Industrialaren ondorioz, informazio-pila handiak tratatu beharra sortzen da. AEBtako 1880. urteko erroldako datuak batu ondoren zazpi urte eta erdi behar izan ziren datuak eskuz tratatzeko. Biztanleriaren hazkundea zela medio, errolda analizatzeko orduko bideak desegokiak zirela konturatu ziren Errolda-Bulegoan. 1879. urtean, *Herman Hollerith*-ek (1860-1929) asmatutako sistemak txartel zulatuak erabiltzen zituen erroldarako. Baiezko erantzunak txartelean zulo batez errepresentatzea pentsatu zuen eta ezezkoak zulorik gabe. Honela sortu zen informazioaren kodeketa bitarra. Txartel zulatuetan, sexua, arraza, adina, etab., zuloen bidez gordetzen ziren. Hollerith-en makinak 50-80 txartel zulatu irakurtzen zituen minutuko, eta zirkuitu elektrikoaren bidez, kontagailu bat pizten zuen. Hollerith-en sistemaren laguntzarekin 1890. urteko errolda (80 urtekoan baino 10 milioi biztanle gehiago zituena) bi urte eta erdian bete zen. Hollerithen enpresa bat eraiki zuen makina hauek saltzeko. Urteak aurrera joan ziren eta enpresa hau beste batzuekin elkartu zen eta elkarte horretatik IBM enpresa jaio zen.

Aro mekanikoa		
Urtea	Makina	Asmatzailea
2700-2300 k.a.	Abakoa. Zenbakien balioa bolen posizioen bidez adierazten zen.	Babilonia, Grezia, Txina

1617	Neper-en abakoa. Biderketak eta zatiketak egiteko makilatxo zifratuak erabiltzen zituen.	John Napier
1642	Pascalen kalkulagailua. Engranaje eta gurpilez osatua. Kenketak egiteko osagarrien batuketa erabiltzen zuen.	Blaise Pascal
1670-1673	Oinarrizko lau eragiketa aritmetikoak egiten zituen kalkulagailua. Pascalen makinaren hobekuntza zen.	Gottfried Wilhelm Leibnitz
1801	Ehundegi automatikoa. Programak txartel zulatuaren bidez sartzen ziren.	Joseph Marie Jacquard
1822	Makina diferentziala. Programagarria zen, baina programa makinatik kanpo zegoen.	Charles Babbage Augusta Ada Byron
1879	Erroldako informazioa gordetzeko txartel zulatuak erabiltzen zituen makina.	Herman Hollerith

1. taula.Kalkulagailu mekanikoen garapena.

4.3 Makina elektronikoak

1937. urtean, *Howard Aiken*, Harvard Unibertsitateko irakaslea, kalkulagailu guztiz automatikoa diseinatzen hasi zen IBMren laguntzarekin. Zazpi urte beranduago, Babbageren ideietan oinarrituz, MARK I kalkulagailua, historiako lehen kalkulu-makina elektronikoa bukatu zuen.

MARK I konplexua eta tamaina handikoa zen (16 m-ko luzera eta 2 m-ko altuera). Taulak kontsultatzeko eta oinarrizko eragiketa matematikoak egiteko gai zen. Sistema hamartarra erabiltzen zuen oinarri gisa eta 23 digituko zenbakiak erabiltzeko gauza zen. Elementu elektromekanikoz osatuta zegoenez oso geldia zen: bi zenbaki batzeko 0,2 segundo behar zuen eta 8 digituko hiru zenbakiren biderketa egiteko segundo bat.

Etengailuen ordeztasun huts-balbulak erabiltzeak, ENIAC izeneko lehen kalkulagailu guztiz elektronikoa, ekarri zuen. MARK I baino bi urte geroago bukatu zen eta bere eraiketarako aurrerapen handia suposatu zuen teknologiaren aldetik. ENIACek, eragiketa guztiak, sarrera-irteerakoak izan ezik, 17.000 huts-balbulez osatutako zirkuitu elektronikoen bidez egiten zituen. 1.600 m² okupatuz, 30 tonako pisua zuen eta energia elektriko asko kontsumitzen zuen. ENIACen emaitzak itzelak izan ziren, MARK I makina baino askoz ere azkarragoa baitzen: MARK I makinaren astebeteko lana, ENIAC konputagailuak ordubeteetan burutzen zuen.

ENIACen programazioa ehunka larak entxufatuz eta etengailu batzuk aktibatuz egiten zen. Problema edo lan bakoitzak zirkuituaren konfigurazio berezia behar zuen eta problema berriak

programatzeak barne-zirkuituen konfigurazioaren aldaketa eskatzen zuen; lan guzti hau geldia eta astuna gertatzen zen eta horregatik ezin da makina programagarritzat hartu.

1945. urtean *Von Neumann*-ek, konputagailuen diseinuari buruzko bere teoriak aurkeztu zituen. Von Neumann-en kontzeptu adierazgarriena, programa ere memoria barnean gordetzea izan zen. Von Neumann-ek agindu-sail bat kableatzea eta kontrol zentral baten menpean exekutatzea proposatu zuen. Horrez gainera, eragiketak kontrolatu behar zituen eragiketa-kodeak gordetzea proposatu zuen. Horrela, Von Neumann-en makinak ez zuen zirkuituen konfigurazioaren aldaketarik behar programa berri bakoitzarentzat eta aginduak datuak bezain laster prozesa zitzakeen. Posibilitate honek ematen dio Von Neumann-en makinari bere unibertsaltasuna. Orduetik hona konputagailuen teknologia ikaragarri hobetu bada ere, konputagailu gehienek oraindik erabiltzen dute Von Neumann-en arkitektura.

Von Neumann bere ideietan oinarrituriko makina bat eraikitzen hasi zen EDVAC proiektuan, baina, problema teknikoak izan zirela medio, EDVAC ez zen lehenengo konputagailua izan, Ingalaterran garaturiko EDSAC proiektuak 1949.ean lehenengo konputagailua lortu baitzuen. EDSAC-ek konputagailuen lehenengo belaunaldiari hasiera ematen dio. Eraikitako lehen konputagailu komertziala 1951.ean plazaratu zen. UNIVAC I zuen izena eta EEBB-tako Errolda-Bulegoan instalatua izan zen. Bateratsu 50.eko hamarkadan, IBMren 600 eta 700 serieak ere aurkeztu ziren.

Aro elektronikoa			
Urtea	Izena	Ezaugarriak	Asmatzailea
1944	MARK I	Lehenengo kalkulu-makina elektronikoa Zenbaki-sistema hamartarra Datu-sarrera zinta zulatuen bidez	Howard Aiken Harvard-eko unib. IBM
1945	EDVAC	<i>First Draft of a Report on the EDVAC</i> : von Neumann arkitekturaren aurkezpena EDVAC konputagailua 1949an aurkeztu zen	John Von Neumann
1946	ENIAC	<i>Electronic Numerical Integrator And Computer</i> Lehen kalkulagailu guztiz elektronikoa Helburu orokorreko konputagailua	John Mauchly J. Presper Eckert Pennsylvania-ko unib.
1949	EDSAC	<i>Electronic Delay Storage Automatic Calculator</i> Programa memorian gordeta zuen lehenengo konputagailua	Maurice Wilkes

1951	UNIVAC I	UNIV ersal Aut omatic Com puter I Lehen konputagailu komertziala	John Mauchly J. Presper Eckert
------	----------	--	-----------------------------------

2. taula. Lehenengo konputagailu elektromekanikoak.

4.4 Konputagailuen belaunaldiak

Konputagailuen hardware-ari erreparatuz, urteetan zehar izan diren asmakizun eta hobekuntza teknologikoak direla medio, hainbat konputagailuen belaunaldi definitu dira.

Lehenengo belaunaldia 1946. urtean hasten da eta 1958ra arte luzatzen da. Aro mekanikoa eta elektromekanikoa hartzen ditu bere baitan eta ENIAC eta UNIVAC konputagailuak har daitezke belaunaldi honen eredu gisa. Belaunaldi honetako konputagailuen ezaugarri nagusiak zirkuituetarako **huts-balbulak** eta memoriarako **danbor magnetikoa** erabiltzea da.

Bigarren belaunaldia 1958. urtean hasi zen eta 1964. urtera arte iraun zuen. Ordurako transistorea asmatuta zegoen eta huts-balbulen ordez erabiltzen da konputagailuen eraikuntzan. Abantaila handia suposatu zuen aldaketa honek, transistorea txikiagoa eta merkeagoa zelako, kantitate handitan egin zitekeelako eta energia elektriko gutxiago kontsumitzen zuelako. Ondorioz, konputagailu txikiagoak, merkeagoak, ahaltsuagoak eta azkarragoak lortu ziren. Honela hasten da serieko produkzioa eta konputagailuen erabilera gero eta arlo gehiagotara zabaltzen da. Oso garrantzi handia izan zuen programatzeko mihiztadura-lengoaiei sorrerak, programazioa erraztu baitzuen. Bestalde, memoriarako ferritazko nukleoak erabiltzen dira.

1964. urtean IBM 360-aren agerpenarekin, hirugarren belaunaldia hasten da. Transistore bakunak elkarren artean konektatzen ibiltzea baino Silizio edo Germaniozko pastila bakar batean denak batera fabrikatzea interesgarriagoa zela ikusi zen eta honela sortu ziren zirkuitu integratuak edo chip-ak. Hirugarren belaunaldiko konputagailuak aurrekoak baino txikiagoak, azkarragoak eta fidagarritasun handiagokoak dira. Multiprogramazioa eta teleprozesua agertzen dira eta mikrokonputagailuak gestioaren munduaz jabetzen dira. Gainera goi-mailako programazio-lengoaiak sortzen dira, eta hauek programazio-lana ikaragarri errazten dute.

70.eko hamarkadaren hasieran jaioko litzateke laugarren belaunaldia batzuen ustez, baina informatikako profesional batzuek ez dute hori onartzen eta, 3. belaunaldiaren aldaketa bat besterik ez dela kontsideratzen dute. IBM 370 eta Burroughs 700 konputagailuak har ditzakegu 4. belaunaldiko eredu gisa. Ezaugarriak hauexek dira: Ferritazko nukleoaren ordez memoria elektronikoa erabiltzen da, goi-mailako lengoiaia berri asko ateratzen dira eta sistema eragile gero eta ahalmentsuagoak dituzte konputagailuek.

Integrazio-teknikak izugarri aurreratu ziren eta honi esker 1970.ean lehen mikroprozesadorearen komertzializazioa lortu zen. Gaur egun mikrokonputagailuek daramaten mikroprozesadore edo zirkuitu integratua da beraien ezaugarri eta atal nagusia. Mikrokonputagailuak merkeak, kontsumo txikikoak eta kalkulu-abiadura handikoak dira, orain 15 urte pentsa ezin zitekeen moduan hedatu.

1980.eko hamarkadan tamaina eta prezio txikiagoei esker prozesadoreak hasi ziren erabiltzen hainbat etxetresnatan, arropa garbigailuetan esaterako, kontrol mekaniko sinpleak ordeztuko. Aldi berean konputagailuen erabilera pertsonalerako bidea hasi zen jorratzen **konputagailu pertsonalen** eskutik.

1990eko hamarkadatik, Interneten zabalkuntza orokorrarekin batera, konputagailu pertsonalen erabilera ikaragarri zabaldu da. Telebista eta telefono bezain arruntak bihurtzen ari dira etxeetan eta ea gailu elektronikoko guztiek beren barruan edonolako konputagailu bat daukate.

Azken hamarkadan nabarmena da gero eta konputagailu gehiago aurkitu ditzakegula gure inguruan. Konputagailuen **nonahikotasuna, ubikuotasuna**, aipatzen da horrelakoetan. Konputagailu horietako bakoitza helburu espezifiko baterako egokituta egoten da, baina konputagailu guzti horiek beren artean komunikatuta egoten direnez, sare lokal baten bitartez edo Internet-en bitartez, koordinatuta lan egin dezakete, eta horrela atea zabaltzen zaio **ingurune-adimena** deritzon kontzeptu berriari.

Esan dezakegu bosgarren belaunaldia oraindik garapen fasean dagoela. Etorkizunari begira, badira zenbait ikerketa teknologia berriak garatzen dituztenak. Ikerketa horien helburuak hauek izaten dira: Informazioa beste modu azkarragoen bidez tratatzea, tamaina txikiagoko dispositiboak lortzea, eta eredu berriak bilatzea problema konplexuen konputazioa errazteko. Ikerketa aipagarrienak ondokoak dira:

- **Konputagailu kuantikoa.** Transistoreak erabili ordez, mekanika kuantikoko fenomenoak (superposizioa eta entanglement) erabili nahi dituzte informazioa errepresentatzeko eta eragiketak egiteko. Bit-ak erabili ordez, qubit-ak erabili nahi dira (**quantum binary digit**)
- **ADN bidezko konputazioa.** Konputazio-eredu berri honetan azido desoxirribonukleikoa, biokimika eta biologia molekularra erabiltzen da silizio-teknologiaren ordez.
- **Konputagailu optikoa.** Elektrizitatearen ordez, argia erabili nahi dute konputagailu hauek datuak manipulatu, errepresentatu, eta transmititzeko, horrela kontsumo txikiagoa eta ahalmen handiagoa lortuko direlakoan.

Belaunaldia	Urteak	Ezaugarriak
Lehenengoa	1946 - 1958	Huts-balbulak Danbor magnetikoa
Bigarrena	1958 - 1964	Transistorea Ferritazko nukleoak
Hirugarrena	1964 - 1970	Zirkuitu integratua Goi-mailako programazio-lengoiak
Laugarrena	1970 - egun arte	Mikroprozesadorea Memoria elektronikoa Sistema eragile ahalmentsuak
Bosgarrena	Etorkizuna	Konputagailu kuantikoa ADN bidezko konputazioa Konputagailu optikoa

3. taula. Konputagailuen garapeneko belaunaldiak.

5 Konputagailu motak

Tamainaren, prozesadorearen eta aplikazioaren arabera, konputagailu mota hauek azaltzen zaizkigu gure eguneroko bizitzan:

- **Konputagailu pertsonala (PC):** Tamaina txikiko ordenagailua da, dituen ezaugarriak kontuan hartuta, erabiltzaile bakarrarentzat pentsatua, hau da, une orotan lanean pertsona bakarra onartzen duena. Ordenagailu pertsonalak etxeetan edo bulegoetan egoten direnak dira. Mahai gainekoak ere esaten zaie. Lantoki gehienetan sare lokal baten bidez hainbat PC konektatuta egoten dira.
- **Konputagailu eramangarria (Laptop):** Pisu eta tamainarengatik pertsona batek berarekin erraz eraman dezakeen konputagailu pertsonala.
- **Zerbitzari** edo **ostalaria**. Sare batera konektatuta dagoen eta beste ordenagailu bat edo batzuk zerbitzuz eta informazioz hornitzen dituen ordenagailua. Era askotako ostalariak daude: gainerako terminalak hornitzen dituen ordenagailu nagusia, bezeroak hornitzen dituen zerbitzaria, periferikoak hornitzen dituen ordenagailu pertsonala, eta abar. Bereziki, web gune baten edo gehiagoren orriak eskaintzen dituenari esaten zaio.
- **Konputagailu txertatua.** Helburu oso zehatza betetzen duen konputagailua, bere elementu osagarrien konfigurazioa minimoa izaten da.
- **PDA** edo **Palmtop**. Laguntzaile digital pertsonala, edo Personal Digital Assistant deitua. Eskuan erabiltzeko konputagailu txikia da. Gehienetan telefono mugikorra, web nabigatzailea, multimedia ikuskatzailea, eta ukimen bidezko pantaila ere integratzen ditu.
- **Mainframe** edo **konputagailu nagusia**. Enpresatan aplikazio bereziak edo handiak exekutatzeko erabiliak. Sare lokal bat osatzen duten gainerako ordenagailuak eta periferikoak ordenagailu nagusira konektatzen dira, eta, horien bidez, erabiltzaileak ordenagailu nagusiko informazioa erabil eta manipula dezake. Sistema eragile bat baino gehiago onartzen dute eta abiadura handikoak dira. Memoriaren araberako tamaina izaten dute, eta handienek hainbat gigabyteko memoria nagusia eta hainbat terabyteko disko-memoria dituzte. Dezente azkarragoak izan ohi diren beste unitate batzuen esku uzten ditu ordenagailu nagusiak tarteko zenbait lan edo lan espezializatuak.
- **Superkonputagailuak.** Oso kalkulu handiak eta konplexuak egin ahal izateko eraikitzen dira. Kriptografian, simulazioan eta grafikoaren tratamenduan erabiltzen dira

batez ere. Gehienetan prozesadore ugari (ehunka edo milaka) makina “bakar” batean integratzen dira, denak elkarrekin lan egin dezaten (multiprozesadoreak, PC-clusterra).

Irudiak historian:

Aro mekanikoa

- Abakoa
- Neper-en abakoa
- Pascalene
- Jacquard loom
- Babbage-en makina

Aro elektronikoa

- Mark II
- ENIAC
- EDVAC
- EDSAC
- UNIVAC

Konputagailu motak

- PC
- Eramangarria
- PDA
- Superkonputagailua
- ...