

ა. ზენაშვილი, გ. ზენაშვილი

პერსონალური კომპიუტერის არქიტექტურა

მე-3 გამოცემა

I ნაწილი

თბილისი

2017

ა. ბენაშვილი, გ. ბენაშვილი

პერსონალური კომპიუტერის არქიტექტურა. მე-3 გამოცემა. I ნაწილი. სახელმძღვანელო. – თბილისი: – 2017 წ. – 325 გვ.

სახელმძღვანელოში წარმოდგენილია პერსონალური კომპიუტერის მოწყობილობები, მათი არქიტექტურა, სტანდარტები, მახასიათებლები. განხილულია თანამედროვე ტენდენციები პერსონალური კომპიუტერების აპარატურული უზრუნველყოფის განვითარების სფეროში.

სახელმძღვანელო განკუთვნილია საქართველოს უნივერსიტეტის ინფორმატიკის, ინჟინერიის და მათემატიკის სკოლის სტუდენტებისთვის.

©საქართველოს უნივერსიტეტის გამომცემლობა

ISBN:978-99940-50-64-2

შინაარსი

	შესავალი	6
თავი 1	კომპიუტერების თაობები. კომპიუტერის განვითარების ძირითადი ეტაპები	8
1.1.	კომპიუტერების თაობები	9
1.2.	კომპიუტერების განვითარების ძირითადი ეტაპები	25
თავი 2	კომპიუტერის ძირითადი კომპონენტები ...	40
თავი 3	პროცესორი	60
3.1.	პროცესორის ძირითადი მახასიათებლები	61
3.2.	პროცესორის მუშაობის რეჟიმები	71
3.3.	აპარატურული და პროგრამული ტექნოლოგიები	75
თავი 4	Intel-ის პროცესორები	93
4.1.	Intel 8086-Pentium D პროცესორები	94
4.2.	Intel Core 2 პროცესორები	107
4.3.	Intel Core i პროცესორები	112
	4.3.1. Nehalem	117
	4.3.2. Sandy Bridge და Ivy Bridge	125
	4.3.3. Haswell და Broadwell	145
თავი 5	პროცესორის კონსტრუქციული სტანდარტები და გაგრილება	163
5.1.	პროცესორის კონსტრუქციული სტანდარტები ..	164
5.2.	პროცესორის გაგრილება	176

თავი 6	მუდმივი მეხსიერება	179
6.1.	კლასიკური BIOS	180
6.2.	UEFI BIOS	183
6.3.	მუდმივი მეხსიერების მიკროსქემების ტიპები ..	185
თავი 7	ოპერატიული მეხსიერება	189
7.1.	მეხსიერების იერარქიული სტრუქტურა	191
7.2.	ოპერატიული მეხსიერების მიკროსქემების სტრუქტურა	194
7.3.	ოპერატიული მეხსიერების მიკროსქემების ტექნოლოგიური ტიპები	195
7.4	ძირითადი ოპერატიული მეხსიერების სტანდარტები	197
7.5.	ძირითადი ოპერატიული მეხსიერების დაყენება	225
თავი 8	ინტერფეისების ორგანიზაცია	229
8.1.	ინტერფეისების ზოგადი დახასიათება	230
8.2.	მონაცემების პარალელური და მიმდევრობითი გადაცემა	233
8.3.	მონაცემების სინქრონული და ასინქრონული გადაცემა	233
8.4.	ერთგამტარიანი და დიფერენციალური სალტები	236
თავი 9	პარალელური ინტერფეისები	241
9.1.	სალტები ISA/EISA/VESA	242
9.2.	სალტე PCI	247
9.3.	გრადიკული ალტე AGP	251

თავი 10	უნივერსალური მიმდევრობითი სალტე	
	PCI Express	257
10.1.	PCI Express სალტის არქიტექტურა	258
10.2.	PCI Express სალტის ვერსიები	261
თავი 11	დისკური მოწყობილობების ინტერფეისები	267
	.	
11.1.	ინტერფეისი ATA (IDE)	268
11.2.	ინტერფეისი SATA (Serial ATA)	274
	ლიტერატურა	293
	ლექსიკონი	295
	აკრონიმები	314
	ინდექსი	321

შესავალი

თანამედროვე კომპიუტერი ელექტრონული გადამრთველების ერთობლიობას წარმოადგენს, რომლებიც ინფორმაციის ორობით კოდში წარმოდგენას ემსახურება. ელექტრონული გადამრთველი შეიძლება იმყოფებოდეს ორიდან ერთ-ერთ - ჩართულ, ან გამორთულ მდგომარეობაში, რაც ორობითი ინფორმაციის შენახვის და დამუშავების საშუალებას იძლევა

კომპიუტერული ტექნოლოგიების განვითარებას დიდი ხნის ისტორია არა აქვს, მაგრამ ამ მცირე დროის განმავლობაში ასეულობით განსხვავებული არქიტექტურის მქონე კომპიუტერი შეიქმნა. მათი უმრავლესობა უკვე დავიწყებას მიეცა, თუმცა თავის დროზე თითოეულმა მათგანმა მოახდინა გავლენა თანამედროვე იდეებისა და არქიტექტურის ჩამოყალიბებაზე.

მთელი ამ ხნის განმავლობაში კომპიუტერების ხუთი თაობა იქნა წარმოდგენილი.

1. ელექტრონული გამომთვლელი მანქანები ელექტრონულ ლამპებზე;
2. ელექტრონული გამომთვლელი მანქანები ტრანზისტორებზე;
- 3-5. ელექტრონული გამომთვლელი მანქანები ინტეგრალურ მიკროსქემებზე.

თანამედროვე პერსონალური კომპიუტერების ელემენტურ ბაზას ინტეგრალური მიკროსქემები წარმოადგენს.

მიკროსქემები ტრადიციულად ინტეგრაციის ხარისხის მიხედვით კლასიფიცირდებიან:

1. დაბალი ინტეგრაციის მიკროსქემები. ტრანზისტორების რაოდენობა არ აღემატება 100-ს;
2. საშუალო ინტეგრაციის მიკროსქემები. ტრანზისტორების რაოდენობა არ აღემატება 1000-ს;
3. მაღალი ინტეგრაციის მიკროსქემები. ტრანზისტორების რაოდენობა 1000-10000.
4. ზემოდაღი ინტეგრაციის მიკროსქემები. ტრანზისტორების რაოდენობა 10000-ს აღემატება.

ინტეგრაციის ხარისხის მიხედვით მიკროსქემების კლასიფიკაციის ტრადიციული წესი ამჟამად მოძველებულია. მიკროსქემების წარმოების თანამედროვე ტექნოლოგია ერთ მიკროსქემაში ასეულობით მილიონი და მილიარდობით ტრანზისტორის მოთავსების საშუალებას იძლევა.

ელექტრონული გამომთვლელი მანქანები ორმდგომარეობიანი ელემენტების ბაზაზეა დამუშავებული. მაგალითად, ტრანზისტორი ისეთი მასალებისგან მზადდება, რომლებისგან მიღებული შენაერთიც ერთი მიმართულებით ატარებს დენს, ხოლო მეორე მიმართულებით - არა. ამიტომ ნებისმიერი ინფორმაცია ორი ციფრით კოდირდება - 0 და 1.

ამრიგად, კომპიუტერში არა ფართოდ გავრცელებული ათობითი, არამედ ორობითი ათვლის სისტემა გამოიყენება.

თავი 1

კომპიუტერების თაობები. კომპიუტერის განვითარების ძირითადი ეტაპები

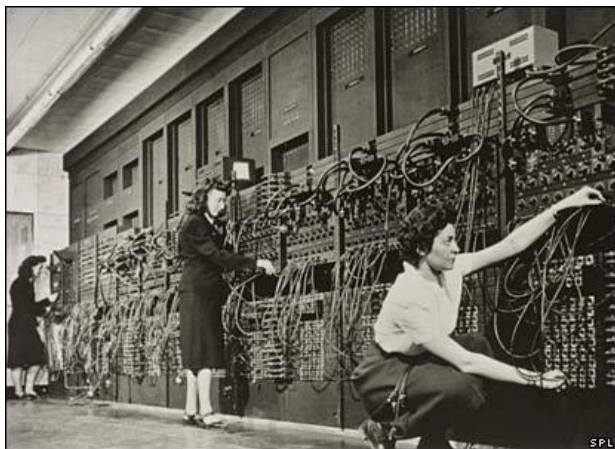


1.1. კომპიუტერების თაობები

1.2. კომპიუტერების განვითარების ძირითადი ეტაპები

1.1. კომპიუტერების თაობები

I თაობის კომპიუტერების ელემენტურ ბაზას ელექტრონული მილაკები (ვაკუუმური მილაკები) წარმოადგენდა. პირველი ელექტრონული გამომთვლელი მანქანა ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer) (სურ. 1.1) პენსილვანიის უნივერსიტეტში 1946 წელს ჯონ მოუშლიმ და ჯ. პრესპერ ეკერტიმ შექმნეს.



სურ. 1.1. ელექტრონული გამომთვლელი მანქანა ENIAC

პირველი თაობის კომპიუტერების არქიტექტურის ჩამოყალიბებაში განსაკუთრებული ღვაწლი მიუძღვის იმ დროის ცნობილ მათემატიკოსს - ჯონ ფონ ნეიმანს. რამდენადაც დიდი რაოდენობის გადამრთველების და კაბელების შემცველი კომპიუტერების შექმნა საკმაოდ შრომატევად, ხანგრძლივ და ძვირადღირებულ პროცესს წარმოადგენდა, მან გადაწყვიტა კომპიუტერის ისეთნაირად აგება,

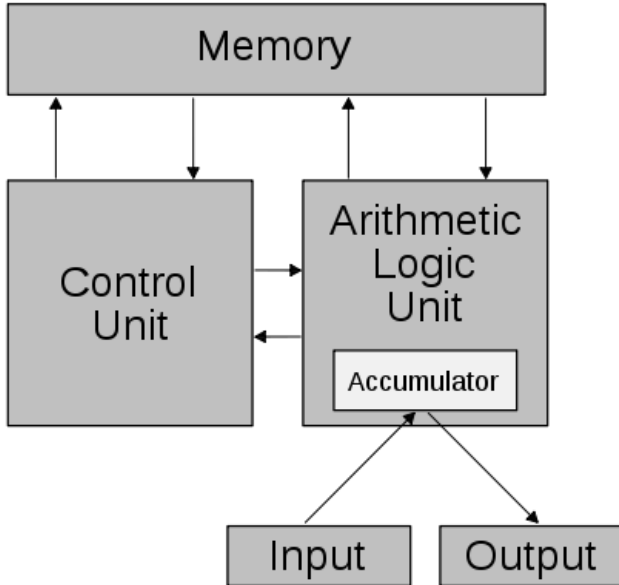
რომ პროგრამა მოთავსებულიყო კომპიუტერის მეხსიერებაში კოდირებული სახით - ციფრულ ფორმაში, მონაცემებთან ერთად. მისი აზრით, ათობითი არითმეტიკა (ერთი ათობითი თანრიგის შექმნისათვის საჭირო იყო 10 ელექტრონული მილაკი - 1 ჩართული და 9 გამორთული), რომელიც ადრეულ კომპიუტერებში გამოიყენებოდა, ბინარულ (ორობით) არითმეტიკას უნდა შეეცვალა. მის მიერ შექმნილი პროექტი დღეს ცნობილია, როგორც ფონ ნეიმანის გამომთვლელი მანქანა.

ფონ ნეიმანმა ჩამოაყალიბა კომპიუტერის ორგანიზაციის ძირითადი პრინციპები:

1. ორობითი კოდირება. კომპიუტერში ინფორმაციის წარმოდგენისთვის თვლის არა ათობითი, არამედ ორობითი სისტემა გამოიყენება.
2. პროგრამული მართვა. პროგრამა შედგება ბრძანებათა სიმრავლისგან, რომლებიც გარკვეული თანმიმდევრობით სრულდება.
3. პროგრამის შენახვა. ამოცანის შესრულების პროცესში შესაბამისი პროგრამა კომპიუტერის მეხსიერებაში უნდა იყოს.
4. მონაცემების და ბრძანებების წარმოდგენის ერთგვაროვნება. როგორც მონაცემები, ისე ბრძანებები ორობითი კოდით უნდა იქნას წარმოდგენილი.
5. მეხსიერების იერარქიული სტრუქტურა. კომპიუტერს სულ მცირე ორი ტიპის მეხსიერება უნდა ჰქონდეს - ძირითადი და გარე.

6. ძირითადი მეხსიერების დამისამართება. ძირითადი მეხსიერება პროგრამისთვის წვდომად დანომრილ უჯრედებს შიგნით.

ფონ ნეიმანის იდეები დღესაც საფუძვლად უდევს თანამედროვე კომპიუტერების არქიტექტურას (სურ. 1.2.)



სურ. 1.2. ფონ ნეიმანის არქიტექტურა

I თაობის კომპიუტერებში გადამრთველებად ელექტრონული მილაკების გამოყენება დაბალეფექტური გამოდგა. მათ წამში მხოლოდ 10-15 ათასი არითმეტიკული ოპერაციის შესრულება შეეძლოთ. ამასთან, კომპიუტერები დიდი რაოდენობით ელექტროენერგიას მოიხმარდნენ. მათ ჯერ კიდევ არ გააჩნდათ სისტემური პროგრამული უზრუნ-

ველყოფა. ამიტომ პროგრამების და მონაცემების კომპიუტერში შეტანა და შედეგების გამოტანა უშუალოდ კონკრეტული ამოცანის გადაწყვეტის დროს ხდებოდა.

I თაობის კომპიუტერები საკმაოდ დაბალი საიმედოობით გამოირჩეოდნენ. კომპიუტერებს რეგულარული პროფილაქტიკური მომსახურება ესაჭიროებოდათ, რომლის დროსაც პოტენციურად არასაიმედო ელემენტების გამოვლენა და შეცვლა ხდებოდა.

კომპიუტერების ექსპლუატაცია გამოთვლით ცენტრებში, პროგრამისტების მიერ ხდებოდა, რომელთა შტატი საკმაოდ დიდ რიცხვს აღწევდა. მაღალი ღირებულების გამო I თაობის კომპიუტერები მხოლოდ რთული სამეცნიერო-ტექნიკური ამოცანების გადასაწყვეტად გამოიყენებოდა.

მიუხედავად ასეთი ნაკლოვანებებისა, იმ დროისთვის ასეთი კომპიუტერების შექმნა ძალიან დიდ მიღწევად ითვლებოდა.

II თაობის კომპიუტერების ელემენტურ ბაზად ელექტრონული მილაკების ნაცვლად გამოყენებული იქნა ნახევარგამტარული ელემენტები - ტრანზისტორები. კომპიუტერების სამუშაო სიხშირე ასეულ კილოჰერცამდე გაიზარდა, გარე მეხსიერებად დაიწყეს ხისტი და დრეკადი დისკების გამოყენება.

50-იან წლებში შეიქმნა მანქანაზე ორიენტირებული ენები, რომელთა საშულებითაც შესაძლებელი გახდა ორობითი კოდებით ჩაწერის ნაცვლად ბრძანებების და მისამართების სიმბოლოებით ჩაწერა. 1956 წელს შეიქმნა პირველი მაღალი დონის ენა მათემატიკური ამოცანებისთვის -

ფორტრანი. შეიქმნა პირველი ოპერაციული სისტემები, მანქანაზე ორიენტირებული დაბალი დონის (ასემბლერი) და მაღალი დონის (ალგოლი, კობოლი, ბეისიკი და სხვ.) დაპროგრამების ენები.

კომპიუტერების ფასი შედარებით შემცირდა. რთული სამეცნიერო-ტექნიკური ამოცანების გარდა მათი გამოყენება დაიწყო ეკონომიკური გამოთვლებისთვის, საწარმოო პროცესების მართვისთვის და ა.შ.

II თაობის კომპიუტერებს შორის გამოჩნდა პირველი სუპერკომპიუტერები, რომლებიც ისეთი რთული ამოცანების გადასაწყვეტად იყვნენ განკუთვნილნი, რომლებიც გამოთვლების მაღალ სიჩქარეს მოითხოვდნენ. მაგალითად, IBM Streth კომპიუტერში განხორციელდა წარმადობის გაზრდის იმ პერიოდისთვის ცნობილი პრინციპები: პროგრამის კონვეიერული დამუშავება, რამდენიმე დამოუკიდებელი ამოცანის პარალელურ რეჟიმში შესრულება და სხვ.

IBM-ის გარდა მძლავრი კომპიუტერები სხვა ფირმებმაც გამოუშვეს. 1965 წლამდე შექმნილ კომპიუტერებს შორის ყველაზე მძლავრი გამომთვლელი სისტემა იყო სეიმურ კრეის მიერ დამუშავებული სუპერკომპიუტერი CDC (Control Data Corporation) 6600 (სურ. 1.3).

კომპიუტერში ჩაშენებული იყო რამდენიმე მცირე სიმძლავრის კომპიუტერი, რომელთა შორის განაწილებული იყო სხვადასხვა ფუნქცია: გამოთვლები რიცხვებზე, კომპიუტერის ბლოკების მართვა და ა.შ. მრავალპროცესორულმა ორგანიზაციამ შესაძლებელი გახადა სისტემის ცალკეული კომპიუტერების დროში შეთანხმებული მუშაობა. გამოთ-

ვლითი სისტემის ამგვარი ორგანიზაციის შედეგად მისმა სწრაფქმედებამ 3 მილიონი ოპერაცია/წმ-ს მიაღწია.



სურ. 1.3. სუპერკომპიუტერი CDC 6600

1958 წელს რობერტ ნოისმა გამოიგონა ინტეგრალური სქემა, რომელშიც მცირე ფართზე შესაძლებელი იყო ათეულობით ტრანზისტორის მოთავსება. ასეთ სქემებს დაარქვეს მცირე ინტეგრაციის სქემები (Small Scale Integrated Circuits - SSIC). 60-იანი წლების დასასრულს III თაობის კომპიუტერების ლოგიკური მოწყობილობები უკვე მთლიანად მცირე ინტეგრალურ სქემებზე იყო აგებული. ელექტრონული სქემების მუშაობის სატაქტო სიხშირე რამდენიმე მეგაჰერცამდე გაიზარდა. კომპიუტერის გაბარიტები და მის მიერ მოხმარებული სიმძლავრე შემცირდა, ხოლო საიმედოობა და სწრაფქმედება მნიშვნელოვნად გაიზარდა.

III თაობის კომპიუტერებში გარე მეხსიერებად ფართოდ გამოიყენებოდა დისკური დამგროვებლები. გამოჩნდა მეხსიერების კიდევ ორი დონე: ზეოპერატიული დამამახსოვრებელი მოწყობილობა ტრიგერულ რეგისტრებზე და სწრაფი Cache-მეხსიერება.

ინტეგრალურ სქემებზე დამუშავებული კომპიუტერები ტრანზისტორებზე დამუშავებულ კომპიუტერებთან შედარებით გამოირჩეოდნენ მცირე ზომით, ნაკლები ღირებულებით და მუშაობის უფრო მაღალი სიჩქარით.

მესამე თაობის კომპიუტერებში მნიშვნელოვანი ყურადღება ექცეოდა პროგრამისტისა და ოპერატორის კომპიუტერთან ურთიერთობის გაადვილებას. ამ მიზნით შეიქმნა მძლავრი ოპერაციული სისტემები (პროგრამების კომპლექსი, რომელთა საშუალებითაც მომხმარებელი ურთიერთობს კომპიუტერთან), რომლებშიც რეალიზებული იქნა დროითი დაყოფის და მრავალპროგრამული რეჟიმები. გაჩნდა კომპიუტერთან ურთიერთობის ეფექტური ვიდეოტერმინალური მოწყობილობები - ვიდეომონიტორები.

ამავე პერიოდში დაიწყო უნივერსალური კომპიუტერების (მეინფრეიმების) კლასის შექმნა, რამაც კიდევ უფრო აამაღლა კომპიუტერების გამოყენების ეფექტურობა. მეინფრეიმები დიდი ხნის განმავლობაში რჩებოდნენ ყველაზე მძლავრ (თუ არ ჩავთვლით სუპერკომპიუტერებს) საერთო დანიშნულების გამომთვლელ სისტემებად. უნივერსალური კომპიუტერების ბაზაზე შესაძლებელი გახდა გამომთვლელი სისტემების შექმნა, რომლებიც დაშორებულ მომხმარებლებს ემსახურებოდნენ.