

Chapter 2 วิวัฒนาการและประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์

ประวัติศาสตร์ของคอม

เจนเนอเรชันแรก vacuum tubes (หลอดสุญญากาศ)

ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer) เป็นคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นในช่วงกลางของศตวรรษที่ 20 ที่มีความสามารถในการประมวลผลตัวเลข. คอมพิวเตอร์นี้ถูกสร้างขึ้นในมหาวิทยาลัยเพนซิลเวเนียโดยทีมนักวิจัยที่นำโดย John W. Mauchly และ J. Presper Eckert ในปี 1943. สำเร็จในปี 1946

ENIAC เป็นคอมพิวเตอร์ที่ใช้หลอดสุญญากาศเป็นตัวขยายสัญญาณไฟฟ้า และมีขนาดใหญ่มาก, ใช้พื้นที่มาก, และต้องการการบำรุงรักษาในการทำงาน. มันสามารถทำงานกับตัวเลขที่มีขนาดใหญ่ได้, เช่น การคำนวณในการจำลองทดลองนิวเคลียร์และการคำนวณทางทหาร.

ENIAC เป็นที่รู้จักในฐานะคอมพิวเตอร์ที่สามารถโปรแกรมได้ ซึ่งหมายถึงมันสามารถทำงานกับโปรแกรมที่แตกต่างกันได้, ไม่ต้องทำการปรับเปลี่ยนโครงสร้างภายในของเครื่อง เป็นเป็นแรกของคอมพิวเตอร์ที่เป็นที่ทราบในประวัติศาสตร์ของคอมพิวเตอร์.

ENIAC ได้เป็นแรงบันดาลใจสำคัญในการพัฒนาคอมพิวเตอร์ต่อมา, และการเป็นครูในการศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีและการออกแบบคอมพิวเตอร์.

John von Neumann

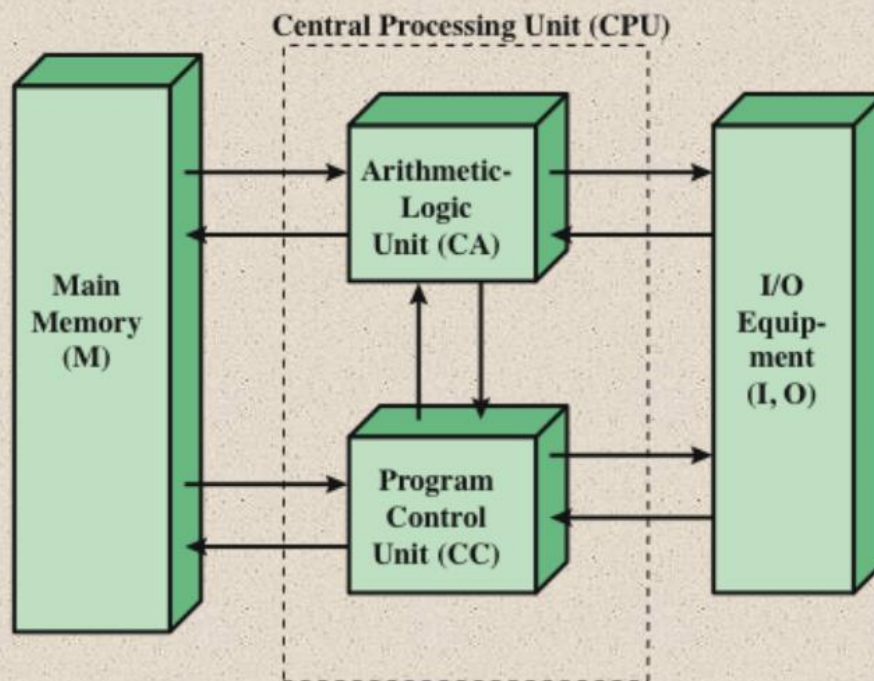
EDVAC (Electronic Discrete Variable Computer)

Electronic Discrete Variable Automatic Computer (EDVAC) เป็นคอมพิวเตอร์ที่ถูกออกแบบขึ้นในยุคที่หลังจาก ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer). EDVAC ถูกพัฒนาขึ้นโดยทีมนักวิจัยที่นำโดย John von Neumann, ซึ่งเป็นนักคณิตศาสตร์และนักวิทยาการคอมพิวเตอร์ที่มีชื่อเสียง.

เป็นคอมพิวเตอร์ที่แรกที่น่าเสนอแนวคิดของ "stored-program" หรือ "von Neumann architecture" ที่กล่าวถึงการจัดเก็บโปรแกรมในหน่วยความจำเพื่อการประมวลผล. นี่เป็นพื้นฐานที่สำคัญของคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องในปัจจุบัน.

EDVAC มีความสามารถในการเก็บโปรแกรมในหน่วยความจำ, ประมวลผลข้อมูลตัวเลข, และให้ผลลัพธ์ออกมา. นอกจากนี้, การออกแบบของ EDVAC ได้มีผลกระทบอย่างมากต่อการพัฒนาคอมพิวเตอร์ต่อไป.

Structure of von Neumann Machine



IAS Memory Formats เป็นลักษณะการจัดรูปแบบหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ IAS, ซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์ที่ได้รับการพัฒนาโดย Institute for Advanced Study ในยุคที่หลังจากสงครามโลกที่สอง.

รูปแบบหน่วยความจำของ IAS ได้รับความสนใจเป็นพิเศษเนื่องจากมีความแตกต่างจากรูปแบบอื่น ๆ ที่ใช้ในขณะนั้น. ลักษณะที่น่าสนใจที่สุดคือการใช้ "address + 1" เพื่อให้สามารถทำการคำนวณ "address" ได้ทันทีโดยไม่ต้องใช้ตัวคูณ. นอกจากนี้, IAS Memory Formats ยังมีลักษณะอื่น ๆ ที่มีผลต่อการประมวลผลและการจัดการหน่วยความจำ.

รูปแบบของหน่วยความจำใน IAS ได้มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาโครงสร้างของคอมพิวเตอร์ในอนาคต, และการศึกษาเกี่ยวกับ IAS Memory Formats ได้มีความสำคัญในการเข้าใจเกี่ยวกับการพัฒนาคอมพิวเตอร์และทฤษฎีทางคอมพิวเตอร์.

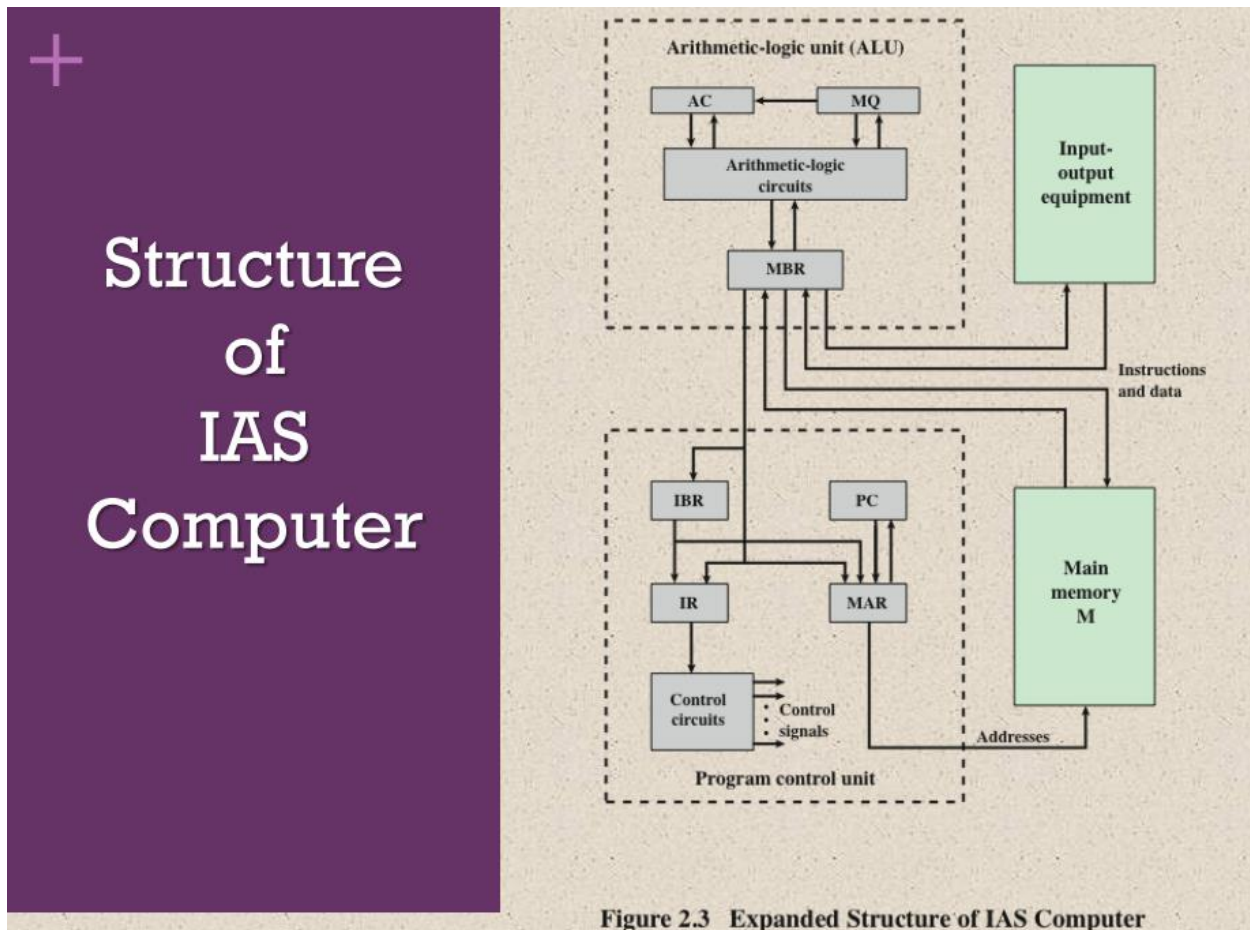


Figure 2.3 Expanded Structure of IAS Computer

1. Memory Buffer Register (MBR):

- เก็บข้อมูลที่ถูกต้องมาจากหน่วยความจำหรือที่กำลังจะถูกเขียนลงในหน่วยความจำ.

2. Memory Address Register (MAR):

- เก็บที่อยู่ของหน่วยความจำที่จะถูกอ่านหรือเขียน.

3. Instruction Register (IR):

- เก็บคำสั่งที่ถูกต้องมาจากหน่วยความจำเพื่อทำการประมวลผล.

4. Program Counter (PC):

- เก็บที่อยู่ของคำสั่งถัดไปที่จะถูกดำเนินการ.

5. Memory Buffer Register (MFR):

- เก็บสถานะของการดำเนินการที่เกิดขึ้นในหน่วยความจำ.

6. General Purpose Registers:

- ชุดของเรจิสเตอร์ที่ใช้เก็บข้อมูลทั่วไปในกระบวนการทางคณิตและตรรกะ.

7. Index Register:

- ใช้ในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการชี้ที่อยู่ในหน่วยความจำ.

8. Multiplier Quotient Register (MQ):

- เก็บผลลัพธ์ของการคูณและหาร.

9. Overflow Register:

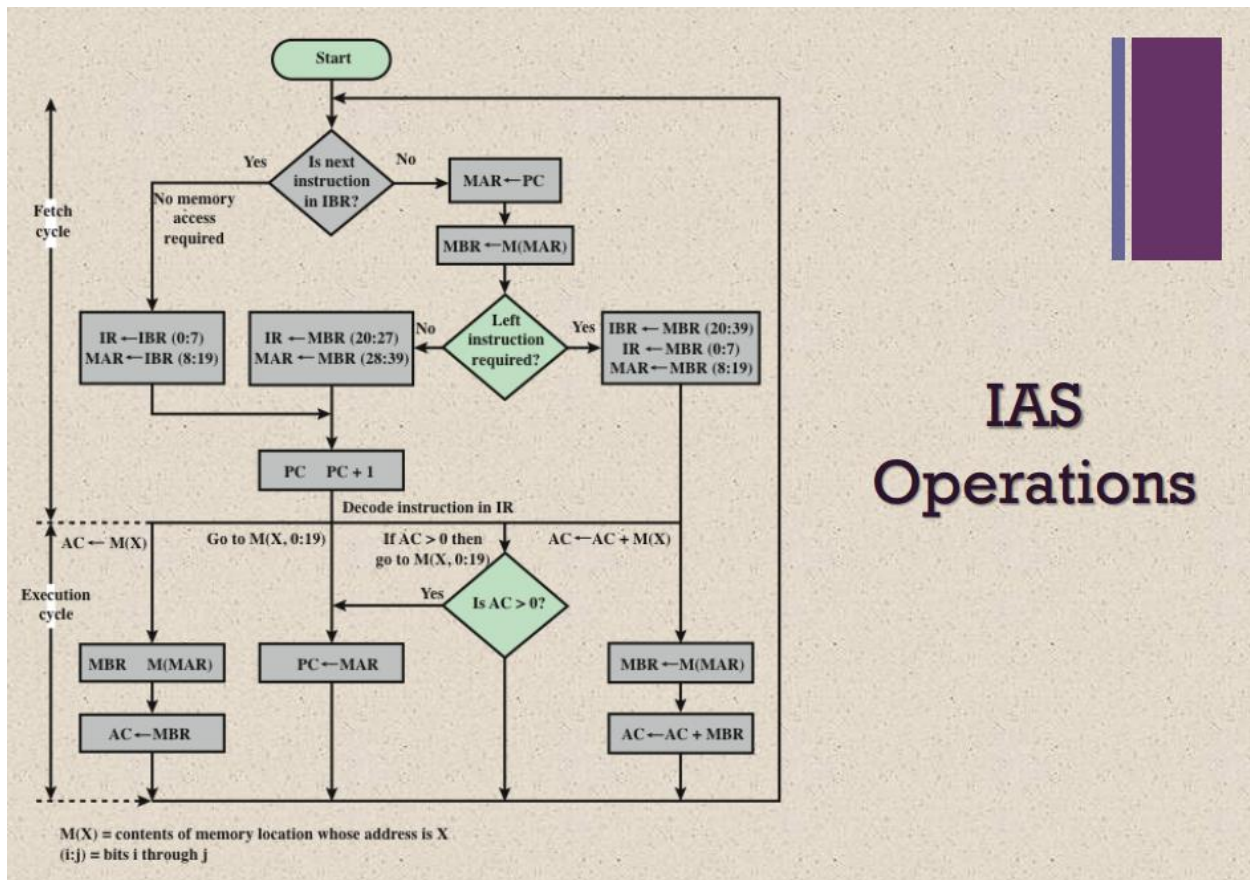
- เก็บสถานะการทำงานเมื่อมีการเกิด Overflow.

10. Comparison Register:

- เก็บผลลัพธ์ของการเปรียบเทียบ.

11. Interrupt Register:

- ใช้ในการจัดการกับการส่งหยุดการทำงานในกรณีของการหยุดโดยเฉพาะ.



UNIVAC (Universal Automatic Computer) เป็นคอมพิวเตอร์ที่สำคัญในประวัติศาสตร์ของคอมพิวเตอร์ และเป็นหนึ่งในคอมพิวเตอร์ที่แรกที่ใช้ในการประมวลผลทางธุรกิจและงานวิทยาศาสตร์.

UNIVAC ถูกพัฒนาโดย J. Presper Eckert และ John Mauchly ที่บริษัท Eckert-Mauchly Computer Corporation (ซึ่งต่อมากลายเป็นส่วนหนึ่งของ Remington Rand) และเปิดตัวในปี 1951. เครื่อง UNIVAC I ได้รับการประกาศเป็น "คอมพิวเตอร์ที่ใช้งานเพื่อวิจัยและการพัฒนาที่สำคัญ" โดย IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) เมื่อปี 1987.

UNIVAC I มีความสามารถในการประมวลผลข้อมูลที่ซับซ้อน, โดยมีความสามารถในการทำงานกับข้อมูลทั้งตัวเลขและตัวอักษร. นอกจากนี้, UNIVAC I ยังเป็นคอมพิวเตอร์ที่สามารถให้ผลลัพธ์ในรูปแบบที่สามารถอ่านได้โดยตรง, ทำให้มีการนำไปใช้ในงานสถิติการเลือกตั้งทางการเมืองในการเลือกตั้งประธานาธิบดีของสหรัฐอเมริกาในปี 1952 และ 1956.

UNIVAC I เป็นต้นแบบของคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานได้หลายปีในอดีตและได้มีผลกระทบมากในการพัฒนาของโลกคอมพิวเตอร์.

เจนเนอเรชั่นสอง ทรานซิสเตอร์

เล็กกว่า ถูกกว่า กระจายความร้อนน้อยกว่า

คือ อุปกรณ์โซลิดสเตตทำจากซิลิคอน

ถูกประดิษฐ์ขึ้นที่ Bell Labs ในปี 1947

จนกระทั่งช่วงปลายทศวรรษ 1950 คอมพิวเตอร์ที่มีทรานซิสเตอร์ได้มีรูปแบบจึงมีจำหน่ายในท้องตลาด

คอมพิวเตอร์ยุคที่สอง

หน่วยทางคณิตศาสตร์และลอจิกและหน่วยควบคุมที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น

การใช้ระดับสูงภาษาโปรแกรม

บทบาทของซอฟต์แวร์ระบบซึ่งให้ความสามารถในการ:

โหลดโปรแกรม

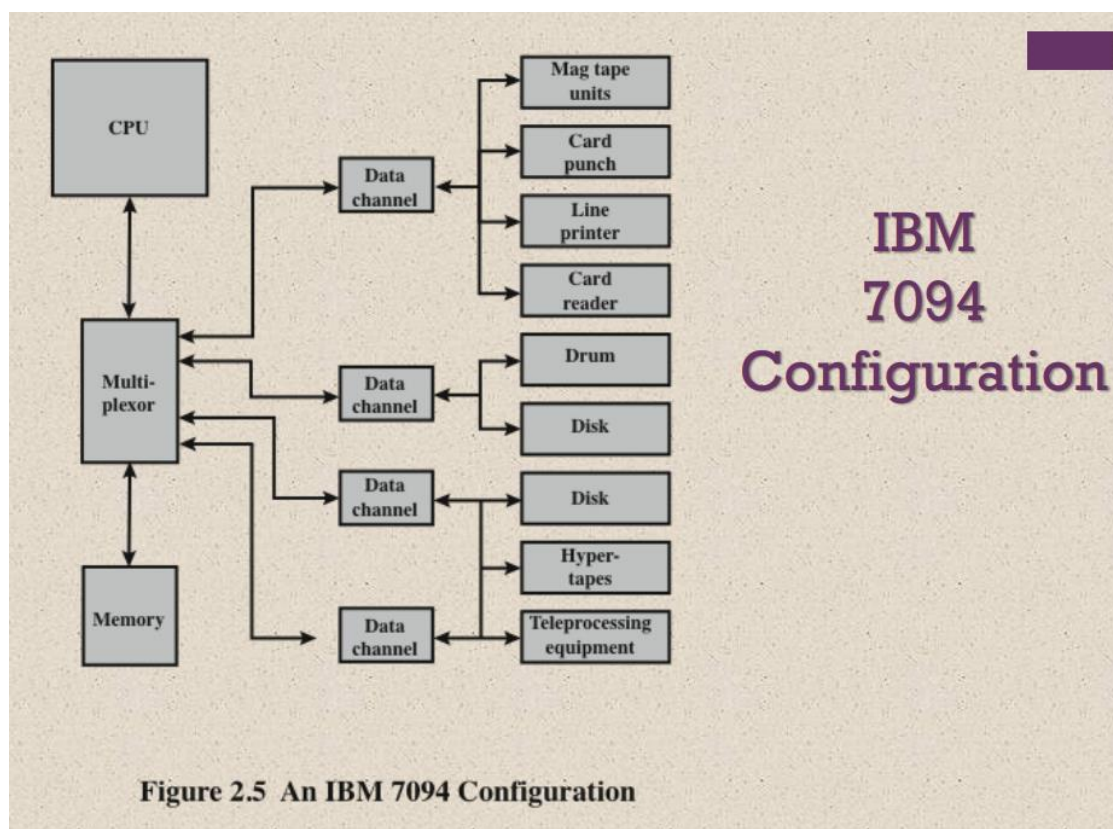
ย้ายข้อมูลไปยังอุปกรณ์ต่อพ่วงและไลบรารี

ดำเนินการคำนวณทั่วไป

การก่อตั้งบริษัทดิจิทัล อีควิปเมนต์ คอร์ปอเรชัน (DEC) ในปี 1957

PDP-1 เป็นแผนแรกของ DEC คอมพิวเตอร์

นี่เป็นจุดเริ่มต้นของปรากฏการณ์มินิคอมพิวเตอร์ที่จะโดดเด่นมากในรุ่นที่สาม



คอมพิวเตอร์ยุคที่สาม

■ 1958 – การคิดค้นวงจรรบนชิป (Integrated Circuit)

- ในปี 1958 เกิดการคิดค้นวงจรรบนชิป ซึ่งเป็นการรวมองค์ประกอบหลายตัวลงในชิปอันเล็ก โดยมีผลสำคัญในการลดขนาดของวงจรและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

■ Discrete component

- องค์ประกอบแยกต่างหาก (Discrete component) คือ องค์ประกอบทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ผลิตแยกจากกัน และมักจะถูกนำมาจัดเก็บในบรรจุภัณฑ์ของตัวเอง และมักถูกเชื่อมต่อหรือลวดลายกันบนแผ่นวงจรที่คล้ายกับกระดานเมซาไหล

■ Single, self-contained transistor

- ทรานซิสเตอร์เดี่ยวที่มีอยู่ในตัวเองและเป็นตัวควบคุมเดี่ยว โดยไม่ต้องการองค์ประกอบเพิ่มเติม

■ ผลิตแยกกัน, จัดเก็บในบรรจุภัณฑ์ของตัวเอง, และเชื่อมต่อหรือลวดลายกันบนแผ่นวงจรที่คล้ายกับกระดานเมซาไหล

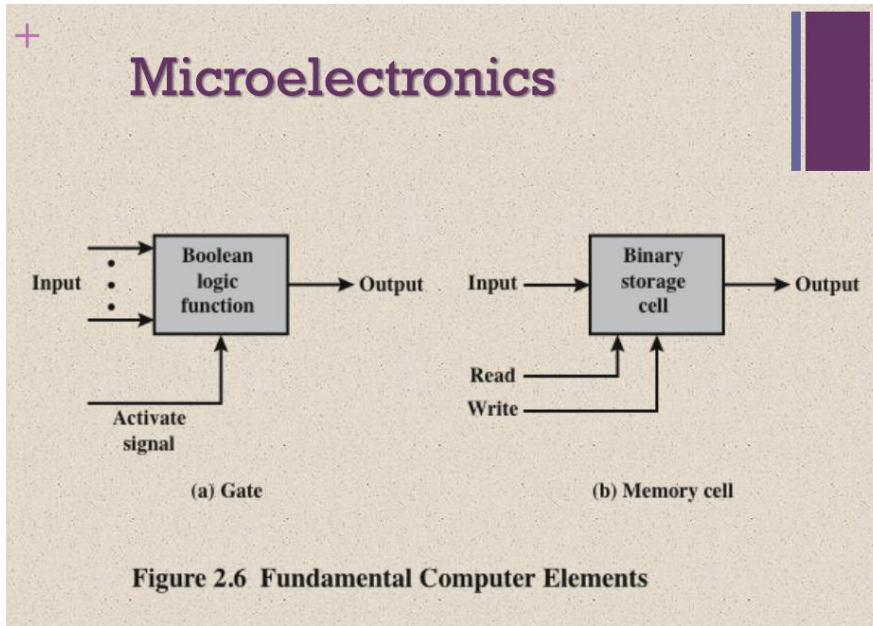
- วิธีการผลิตแยกกันและจัดเก็บในบรรจุภัณฑ์ของตัวเองทำให้กระบวนการผลิตเป็นไปได้ และถูกนำไปใช้ในการประกอบวงจรที่มีขนาดใหญ่

■ กระบวนการผลิตที่ทันสมัยและกระจายค่าใช้จ่าย

- กระบวนการผลิตที่แพงและซับซ้อนของวงจรแบบ Discrete component ถูกแทนที่ด้วยวงจรรบนชิปที่มีการผลิตที่ทันสมัยและมีค่าใช้จ่ายที่ต่ำลง

■ สองสมาชิกที่สำคัญในรุ่นที่สามคือ IBM System/360 และ DEC PDP-8

- สองรุ่นสำคัญในรุ่นที่สามคือ IBM System/360 และ DEC PDP-8 ที่มีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนแปลงและนำเสนอคอมพิวเตอร์รุ่นที่สามที่มีประสิทธิภาพสูงและสามารถให้บริการตลอดจนถึงระบบต่าง ๆ ในธุรกิจและวิทยาศาสตร์



วงจรรวมชิป (Integrated Circuits) ■ คอมพิวเตอร์ประกอบด้วยประตู (gates), เซลล์หน่วยความจำ (memory cells), และการเชื่อมต่อระหว่างองค์ประกอบเหล่านี้

■ ประตูและเซลล์หน่วยความจำถูกสร้างขึ้นจากองค์ประกอบอิเล็กทรอนิกส์ดิจิทัลที่เรียบง่าย

■ การจัดเก็บข้อมูล - ให้บริการโดยเซลล์หน่วยความจำ

■ การประมวลผลข้อมูล - ให้บริการโดยประตู

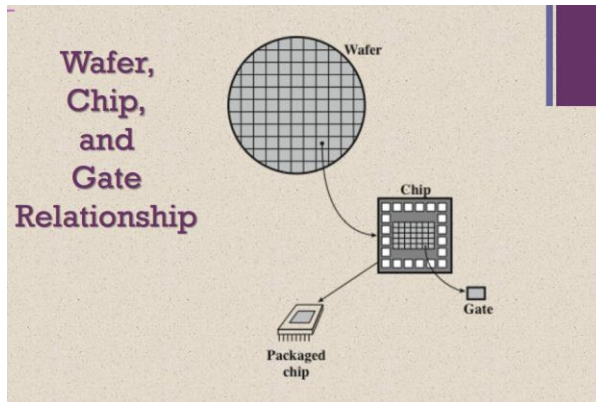
■ การเคลื่อนย้ายข้อมูล - ทางเดินระหว่างส่วนประกอบถูกใช้ในการย้ายข้อมูลจากหน่วยความจำไปยังหน่วยความจำและจากหน่วยความจำผ่านประตูไปยังหน่วยความจำ

■ ความคุม - ทางเดินระหว่างส่วนประกอบสามารถถือสัญญาณควบคุมได้

■ ใช้ประโยชน์จากการที่องค์ประกอบเช่นทรานซิสเตอร์, เรซิสเตอร์, และตัวนำสามารถผลิตได้จากวัสดุนำสัญญาณอย่างใดก็ตาม

■ ทรานซิสเตอร์หลายตัวสามารถถูกผลิตพร้อมกันบนแผ่นซิลิคอนเดียว

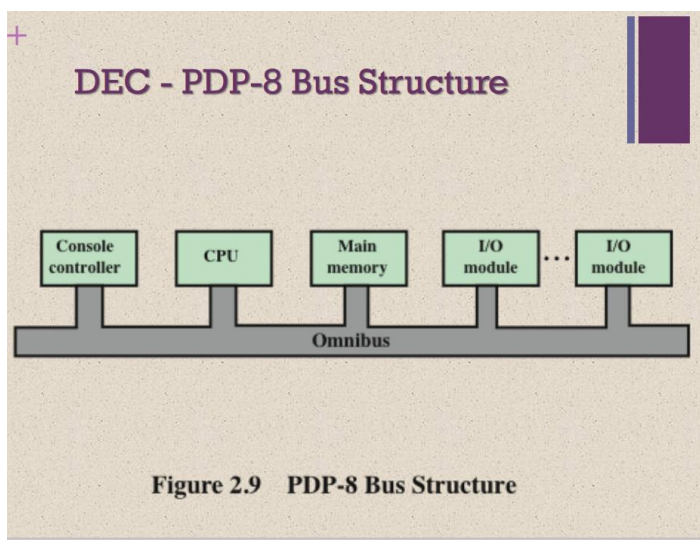
■ ทรานซิสเตอร์สามารถเชื่อมต่อการผลิตด้วยวิธีการติดเมทัลไลเซชันเพื่อสร้างวงจร



กฎของ Moore (Moore's Law) คือกฎที่ถูกนำเสนอโดย Gordon Moore, ผู้ร่วมก่อตั้งบริษัท Intel Corporation, ในปี 1965. กฎนี้ทำนายว่าจำนวนของ Transistors ที่สามารถบรรจุในวงจรรบนชิป (Integrated Circuit) จะเพิ่มขึ้นทวีคูณทุก 18-24 เดือน โดยคำบอกเล่าต้นฉบับว่า "จำนวนของ Transistors ที่บรรจุในวงจรรบนชิปจะเพิ่มขึ้นเป็นคูณของ 2 ทุก 18 เดือน."

กฎนี้มีผลกระทบใหญ่ในวงการอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ เนื่องจากการเพิ่มจำนวน Transistors บนวงจรรบนชิปช่วยให้คอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น, ขนาดเล็กลง, และราคาถูกลง.

ถึงแม้กฎของ Moore จะไม่ได้เป็นกฎที่แน่นอน แต่ตลอดกลางศตวรรษที่ผ่านมา, มีการสังเกตว่าพยายามในการรักษากฎนี้ยังคงมีอยู่ แม้ว่าจะมีความคับแคบขึ้นเมื่อพบว่าเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตวงจรรบนชิปมีข้อจำกัดหรือต้องการนวัตกรรมใหม่เพื่อดำเนินการต่อไป.



ไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessors)

- ความหนาแน่นขององค์ประกอบบนชิปโปรเซสเซอร์ยังคงเพิ่มขึ้น
- มีการวางองค์ประกอบมากมายบนแต่ละชิปเพื่อลดจำนวนชิปที่จำเป็นในการสร้างโปรเซสเซอร์คอมพิวเตอร์เพียงชิปเดียว

■ ในปี 1971, อินเทล (Intel) พัฒนาชิป 4004

- เป็นชิปแรกที่มีทุกส่วนประกอบของหน่วยประมวลผล (CPU) บนชิปเดียว
- เกิดนวัตกรรมในตัวอย่างขนาดย่อม

■ ในปี 1972, อินเทล (Intel) พัฒนาชิป 8008

- เป็นไมโครโปรเซสเซอร์ 8 บิตแรก

■ ในปี 1974, อินเทล (Intel) พัฒนาชิป 8080

- เป็นไมโครโปรเซสเซอร์ชนิดทั่วไปแรก
- มีความเร็วสูง, มีชุดคำสั่งที่หลากหลาย, และมีความสามารถในการทำงานกับที่อยู่ได้มาก

การพัฒนา这使得ไมโครโปรเซสเซอร์มีความสามารถที่มากขึ้น, ขนาดที่เล็กลง, และเป็นไปได้ในการสร้างคอมพิวเตอร์ทั้งหลายด้วยชิปเดียว

การปรับปรุงในการจัดโครงสร้างและสถาปัตยกรรมชิป

- เพิ่มความเร็วของฮาร์ดแวร์ของโปรเซสเซอร์
- เนื่องจากการลดขนาดของลอจิกเกต (logic gate)
- มีจำนวนของลอจิกเกตมากขึ้น, จัดเต็มติดกันมากขึ้น, เพิ่มอัตรานาฬิกา
- เวลาการกระจายสัญญาณลดลง
- เพิ่มขนาดและความเร็วของแคช (caches)

- การจัดสร้างส่วนหนึ่งของชิปโปรเซสเซอร์
- เวลาเข้าถึงแคชลดลงอย่างมีนัยสำคัญ
- เปลี่ยนแปลงการจัดโครงสร้างและสถาปัตยกรรมโปรเซสเซอร์
- เพิ่มความเร็วที่สามารถทำงานได้ของการดำเนินการคำสั่ง
- การประสานงาน (Parallelism)

ปัญหาเกี่ยวกับความเร็วของนาฬิกาและความหนาแน่นของตัวต้านทานลอจิก

- พลังงาน
- ความหนาแน่นของตัวต้านทานลอจิกและความเร็วของนาฬิกา ทำให้ความหนาแน่นของพลังงานเพิ่มขึ้น
- การส่งเสริมความร้อน
- ความล่าช้าของ RC (Resistance-Capacitance)
- ความเร็วที่อิเล็กทรอนิกส์ไหลจำกัดโดยความต้านทานและความจุของลวดโลหะที่เชื่อมต่อกัน
- ความล่าช้าเพิ่มขึ้นเมื่อผลคูณ RC เพิ่มขึ้น
- ลวดเชื่อมต่อบางส่วนบางส่วนเล็กลง, เพิ่มความต้านทาน
- ลวดใกล้กันมากขึ้น, เพิ่มความจุ
- ล่าช้าในหน่วยความจำ
- ความเร็วของหน่วยความจำช้าหล่นลงต่ำกว่าความเร็วของโปรเซสเซอร์

Multicore

การใช้หลายๆ โปรเซสเซอร์บนชิปเดียวกันมีศักยภาพในการเพิ่มประสิทธิภาพโดยไม่ต้องเพิ่มอัตรานาฬิกา กลยุทธ์คือการใช้โปรเซสเซอร์สองตัวที่เรียบง่ายกว่าบนชิปหนึ่งที่ซับซ้อนมากขึ้น ด้วยโปรเซสเซอร์สองตัว, การให้แคชมีขนาดใหญ่มีความสมเหตุสมผล เมื่อแคชกลายเป็นขนาดใหญ่ขึ้น, จึงเป็นที่จำเป็นที่จะสร้างแคชระดับสองและระดับสามบนชิปเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ