معماری کامپیوتر
Computer Architecture

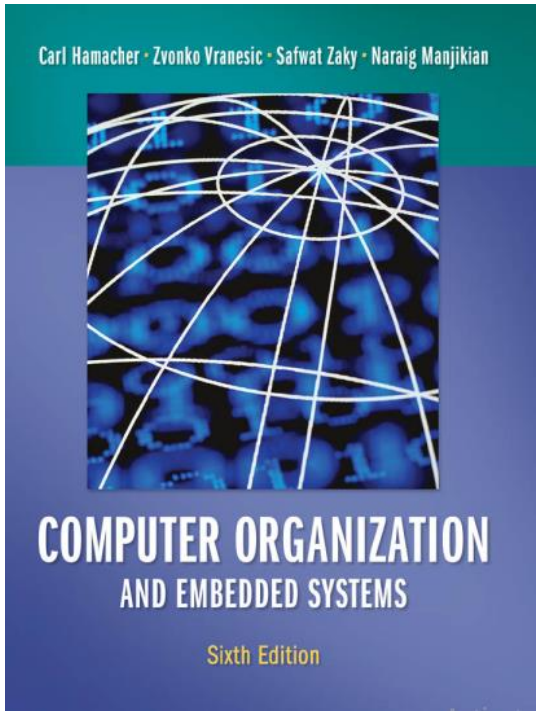
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

دانشگاه تبریز

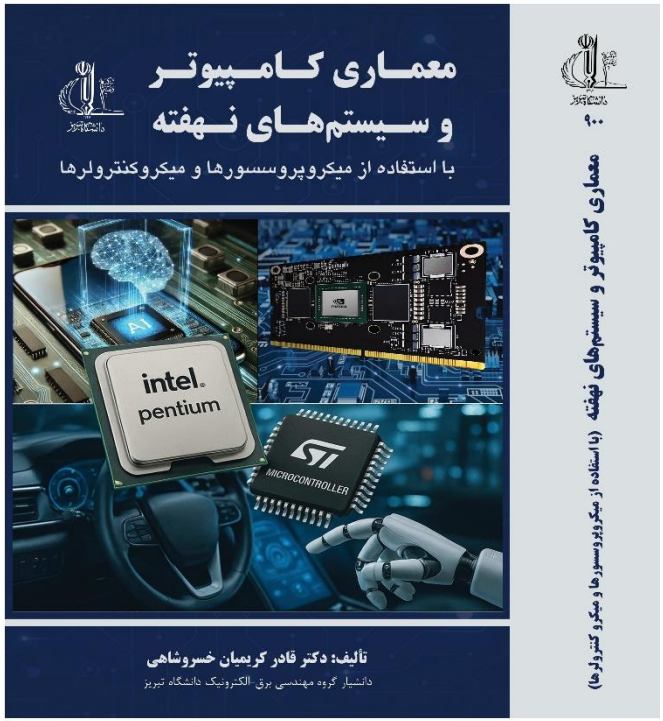
ترم پاییز ۱۴۰۵

مراجع درس

- Computer organization and embedded systems
- Carl Hamacher, Zvonko Vranesic, Safwat Zaky, Nariag Manjikian
- 6th edition 2012 , McGraw-Hill

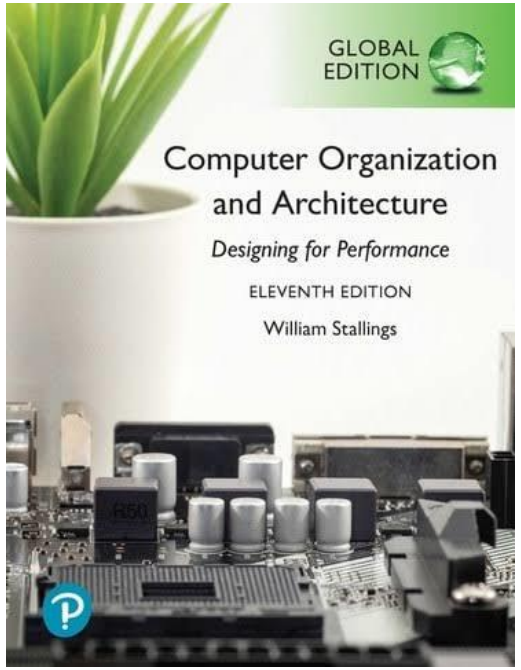


- معماری کامپیوتر و سیستم های نهفته
- قادر کریمیان خسروشاهی
- انتشارات دانشگاه تبریز ۱۴۰۴

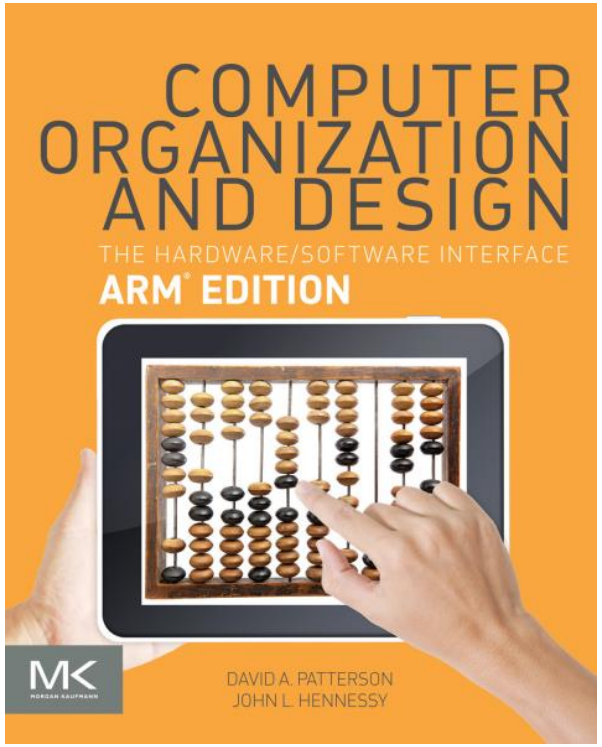


مراجع درس

- Computer organization and architecture,
- William Stallings
- 11th edition, Pearson education, 2019



- Computer organization and design, The hardware/software interface, ARM edition
- David Patterson , John Hennessy
- MK Elsevier, 2017



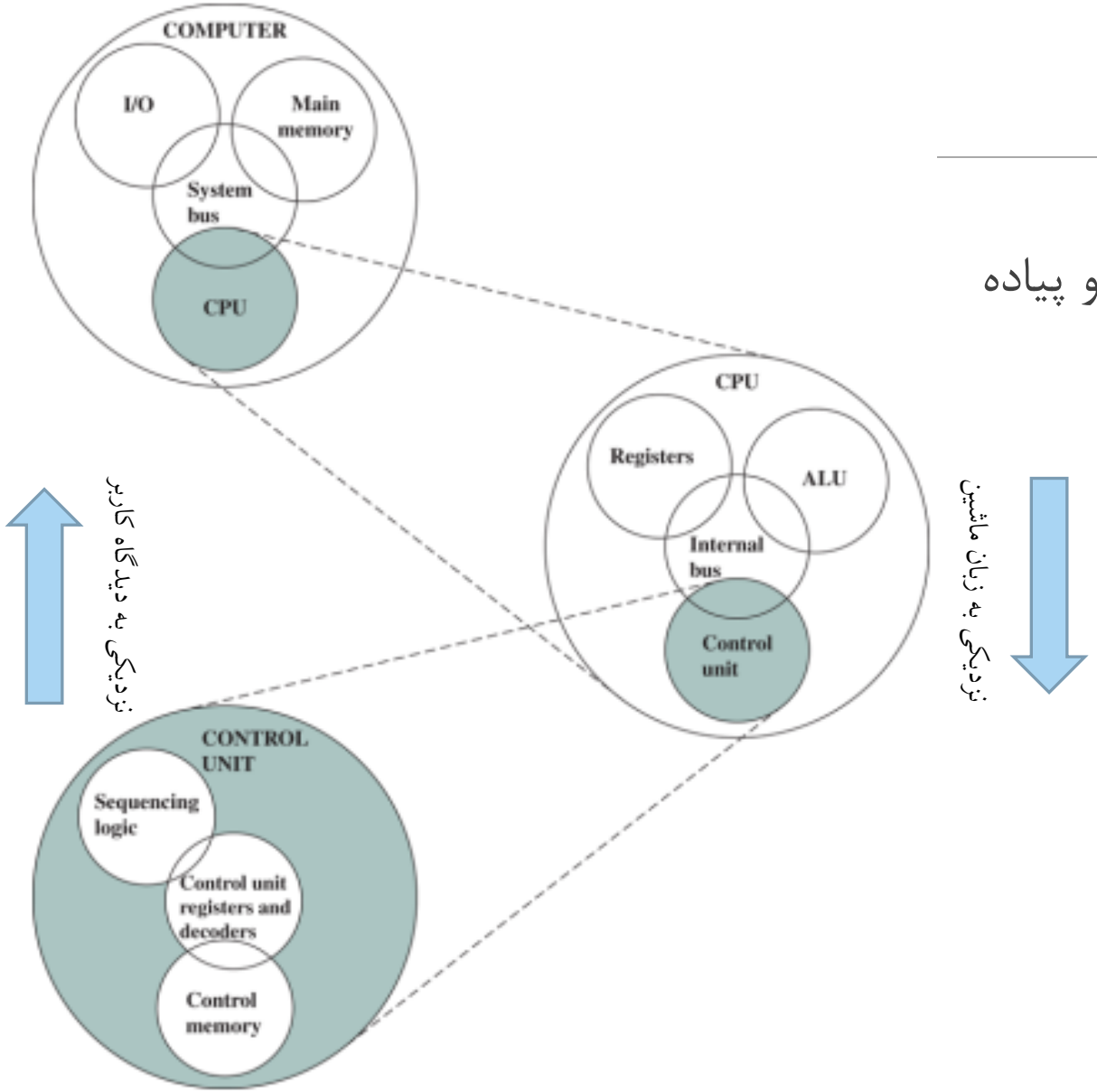
ارزیابی درس

- آزمون میان ترم ۳۰٪ ۱۴۰۵
- تکالیف و پروژه ۱۰٪
- آزمون پایان ترم ۶۰٪

سرفصل و اهداف

- آشنایی با ساختار کامپیوتر های دیجیتال
  - درآمدی بر سیستمهای دیجیتال: دریچه ها (Gates) و مدارهای منطقی، واحد حسابی و منطقی، ثبات و شمارنده ها
  - ساختارهای حافظه : حافظه های نهان (Cache)، حافظه اصلی ، حافظه های جانبی
  - مبانی معماری کامپیوتر و دیدگاه دستور (Instruction set computer) ، لایه های تلخیص (Abstraction level) ، سطح کاربر، سیستم عامل، پردازنده، انتقال بین ثبات، دروازه های و ترانزیستور
  - آشنایی با زبان های اسمبلی و کد ماشین
  - ساختار واحد پردازش مرکزی (CPU) ، ساختار مسیر عمومی، ثبات های عمومی، واحد کنترل ، ریز عمل (Microoperation)، سیگنالهای زمانی و کنترل
  - ساختار ورودی و خروجی (I/O)
  - آشنایی با معماری های رایج CISC ، RISC
  - معرفی معماری ARM و میکروکنترلر های مبتنی بر آن

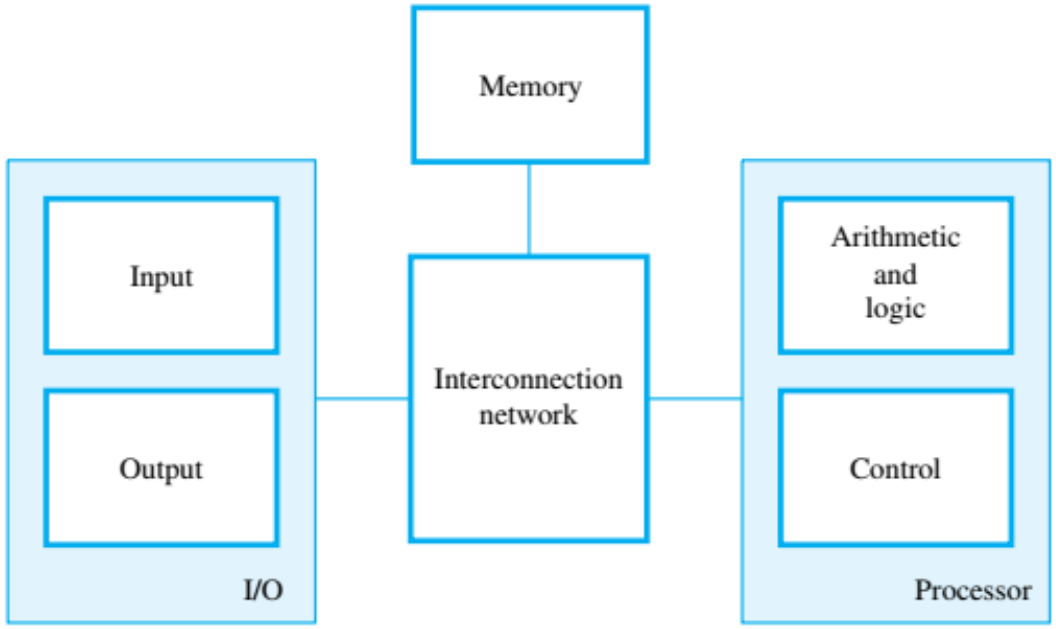
مفاهیم و اصول



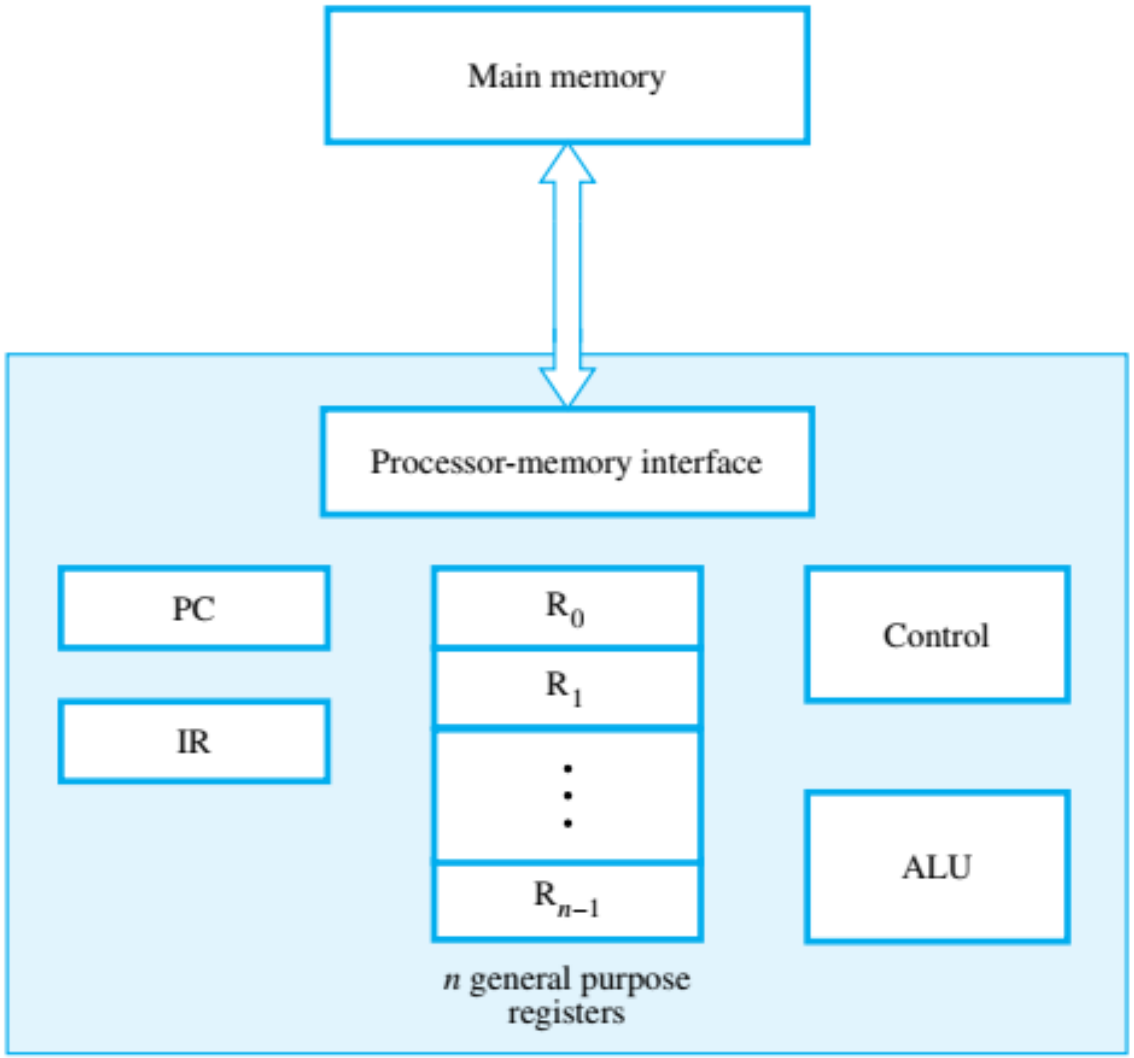
- کامپیوتر ها از سطوح یا دیدگاه های متفاوتی قابل بررسی و پیاده سازی هستند.
- این دیدگاه لایه ای به عنوان توازن (Tradeoff) از:
  - میزان جزئیات ساختار
  - دید کاربری (User interface) را تعریف نماید.

مفاهیم و اصول

- ساختار و وظایف بخش های کامپیوتر :
  - واحد مرکزی پردازش CPU: اجرای دستورهای (Instruction) ذخیره شده (Stored Program Control) بر روی داده های ذخیره شده
  - حافظه: محل ذخیره برنامه ها (Program memory) و داده ها (Data Memory)
  - ورودی–خروجی (I/O) :و.اسطه (Interface) ارتباط کامپیوتر با دنیای خارج (Peripherals)
  - مسیرهای ارتباطی (مسیر عمومی BUS): مسیرهای انتقال برنامه و داده ها بین واحدهای مختلف



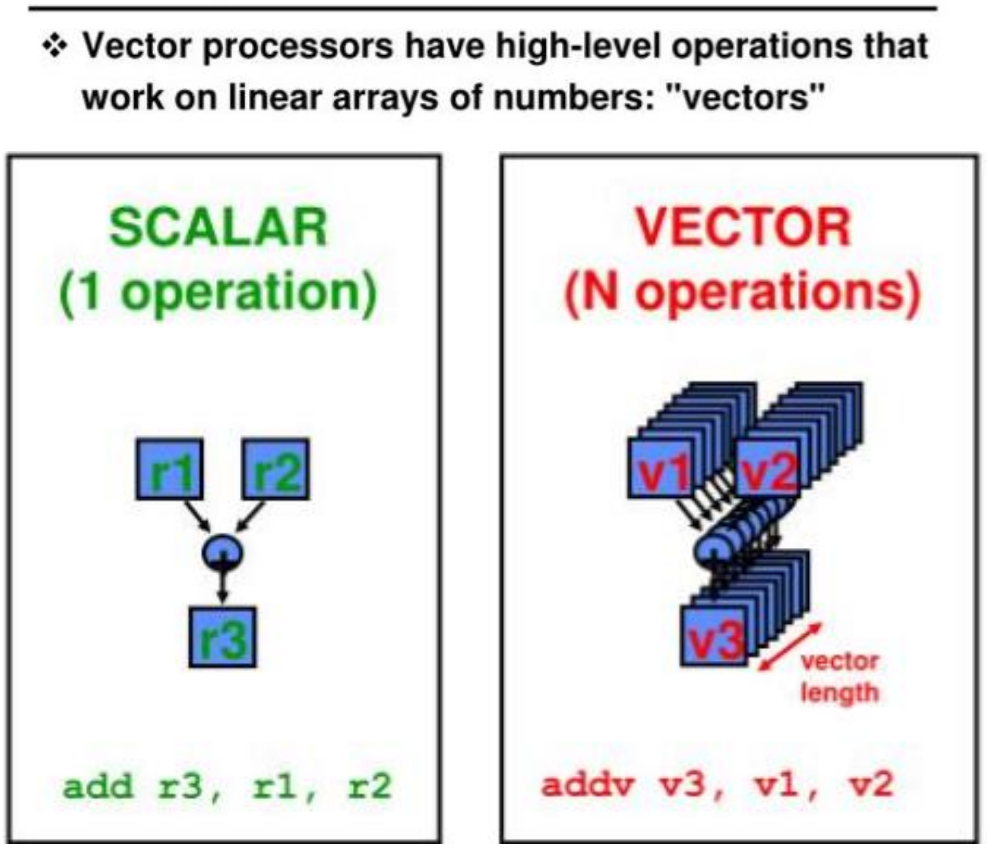
واحدهای ساختاری داخل پردازنده مرکزی (CPU internal organization)



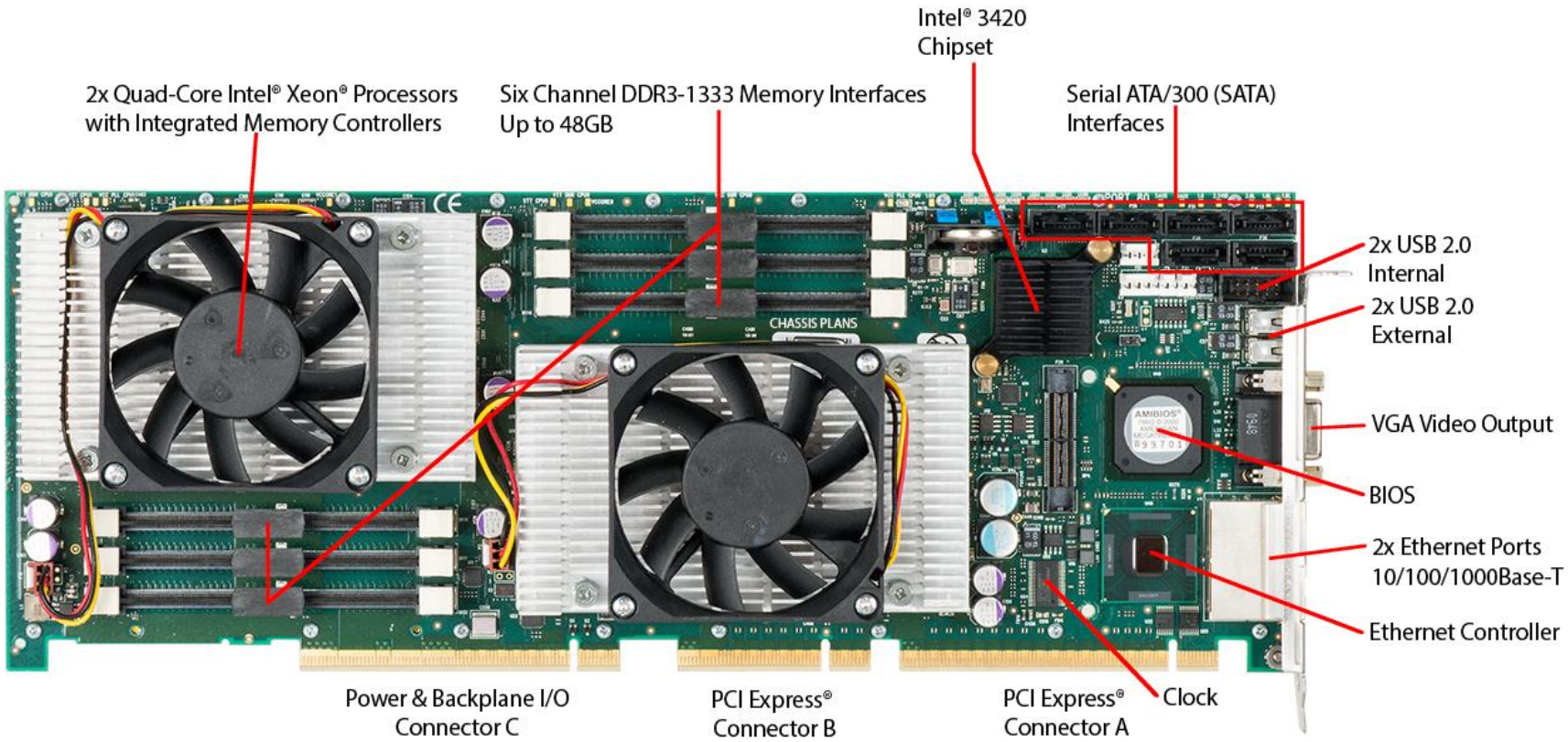
- واحد محاسباتی و منطقی: ALU (Arithmetic and Logic Unit)
  - انجام محاسبات حسابی و عملیات منطقی
- ثبات های عمومی GPR (General purpose registers)
  - محل موقت ذخیره داده های مورد پردازش و نتایج عملیات
- ثبات دستور: IR (Instruction Register)
  - محل ذخیره دستور در حال اجرا
- شمارنده برنامه: PC (Program Counter)
  - ذخیره شماره خط حافظه حاوی دستور در حال اجرا و یا مورد فراخوانی
- واحد کنترل : Control Unit
  - تولید فرامین کنترلی بر اساس زمان بندی (Timing) و دستور جاری در ثبات IR
- مسیر عمومی داخلی : اتصال بین واحد های داخلی

پردازش تک بعدی در مقابل دیدگاه پردازش برداری

- دیدگاه سنتی: کامپیوتر ها به عنوان پردازنده تک بعدی (Scalar Processor)
  - مناسب برای برنامه های محاسباتی ساده بر روی داده های عددی (اعداد صحیح، اعداد ممیز شناور)
- دیدگاه مدرن : کامپیوترهای موازی (Parallel computer) ، پردازنده ای چند بعدی (Vector or superscalar)
  - مناسب برای پردازش بردار و آرایه های دو بعدی (پردازش تصویر) و بالاتر
  - انجام پردازش های همزمان بر روی چند پردازنده برای تسریع عملیات



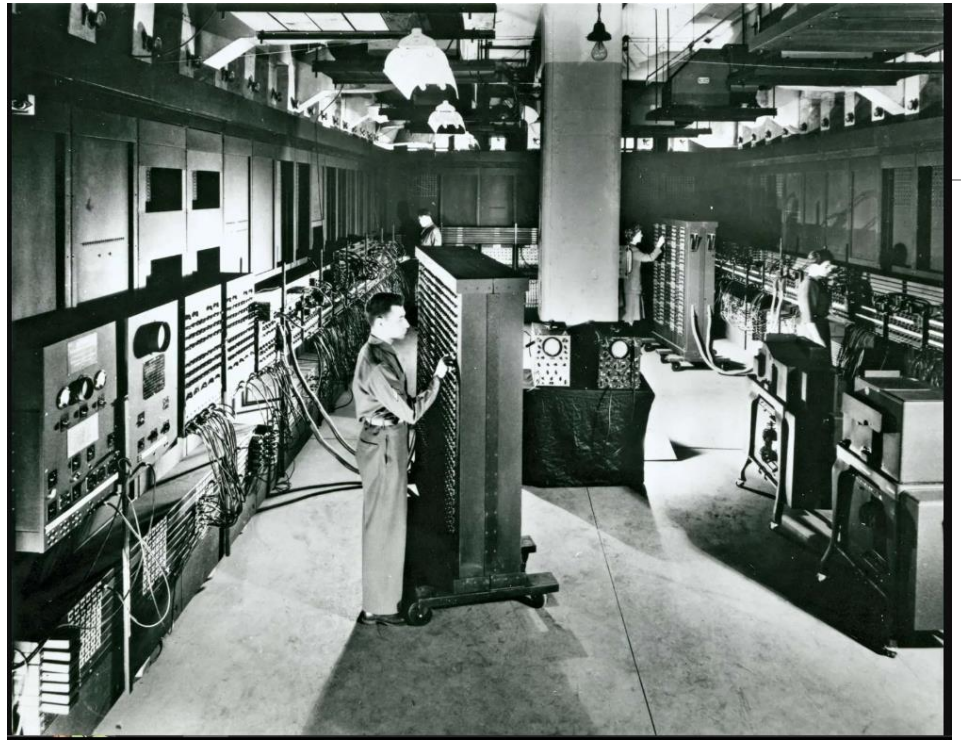
یک برد مادر چند پردازنده چند هسته ای



Motherboard with Two Intel Quad-Core Xeon Processors

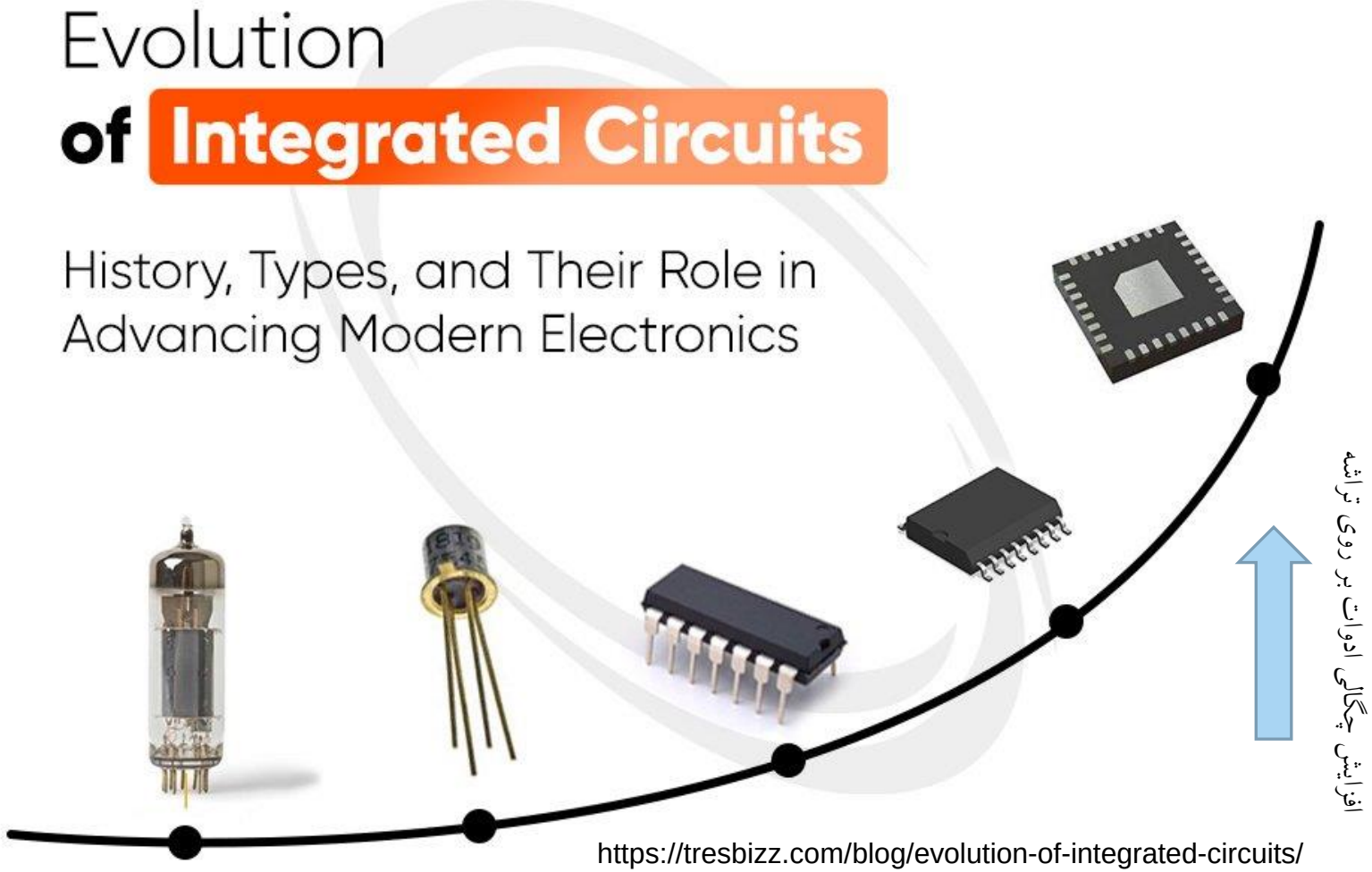
فناوری های ساخت و گذری بر دوره های توسعه کامپیوتر

- دوره ماشین حسابهای مکانیکی
  - ماشین حساب پاسکال (جمع و تفریق) ==> افزودن ضرب و تقسیم توسط لایب نیتز
- دوره کامپیوتر های مکانیکی
  - ماشین تفاضلی چارلز بابیج ==> ماشین کارت پانچی هالریت
- دوره کامپیوترهای الکترونیک :
  - کامپیوترهای دیجیتال
    - بر مبنای منطق دو دویی (Binary logic)
    - استفاده از لامپ خلا (Vacuum tube) به عنوان دروازه (Gate) منطقی
    - معرفی ترانزیستور بعنوان جایگزین لامپ خلا
    - مدارهای مجتمع (Integrated circuits)



- اولین کامپیوتر الکترونیکی انیاک I (۱۹۴۶)
- حدود ۱۸۰۰۰ لامپ خلا ، ۱۰۰ هزار مقاومت و خازن و ... و
- ۳۰ تن وزن و ۱۶۰ متر مربع سطح اشغالی
- توان مصرفی حدود ۱۸۰ کیلووات
- ۵۰۰۰ عمل ساده جمع و تفریق در ۱ ثانیه یا حدود ۳۸۰ ضرب در ثانیه

فناوری های ساخت و گذری بر دوره های توسعه کامپیوتر

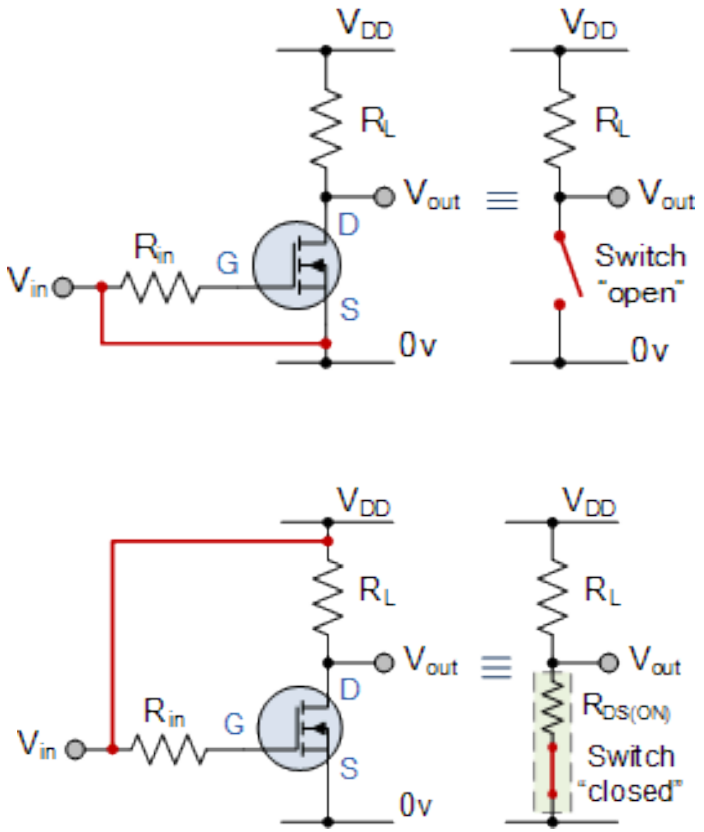


https://tresbizz.com/blog/evolution-of-integrated-circuits/

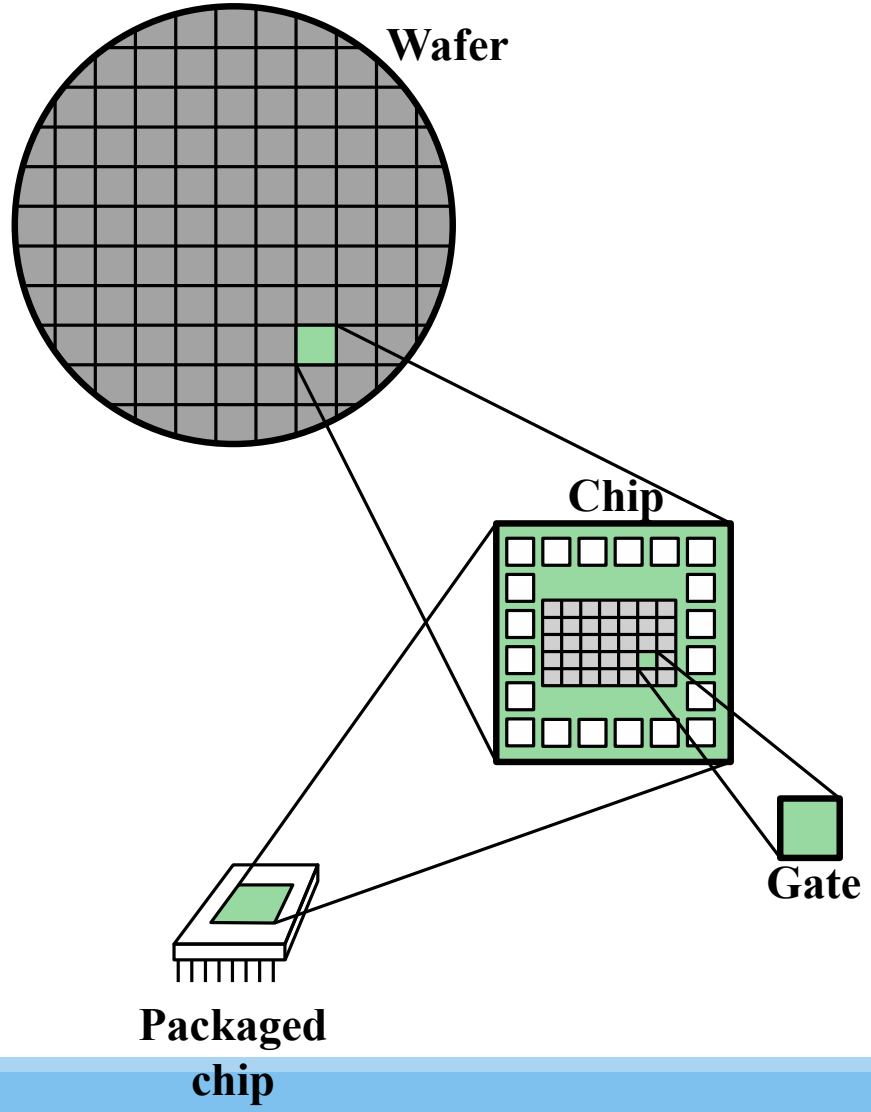
پیدایش مدارهای الکترونیکی جایگزین کلید ها

- ترانزیستور (Transistor) بعنوان افزار جایگزین کلیدها

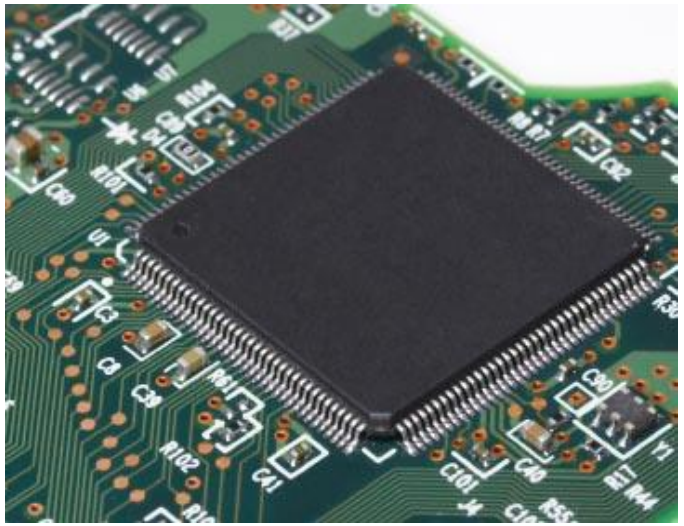




مدارهای مجتمع (Integrated Circuits)

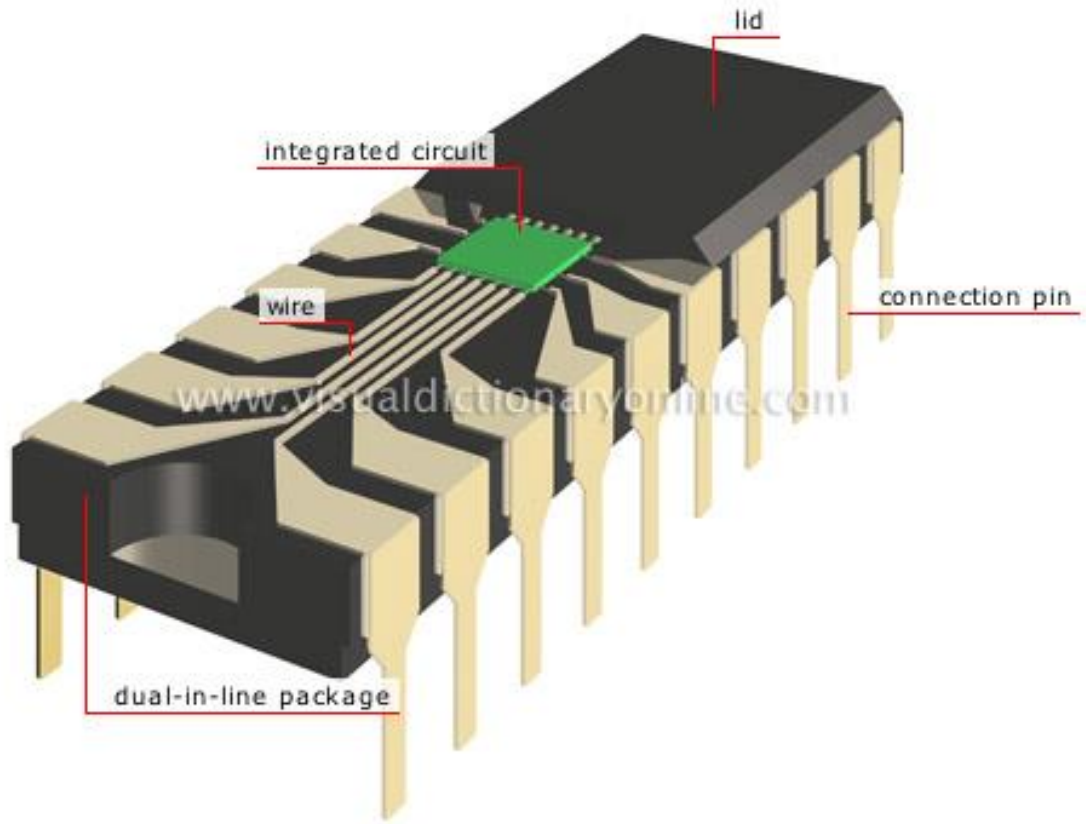


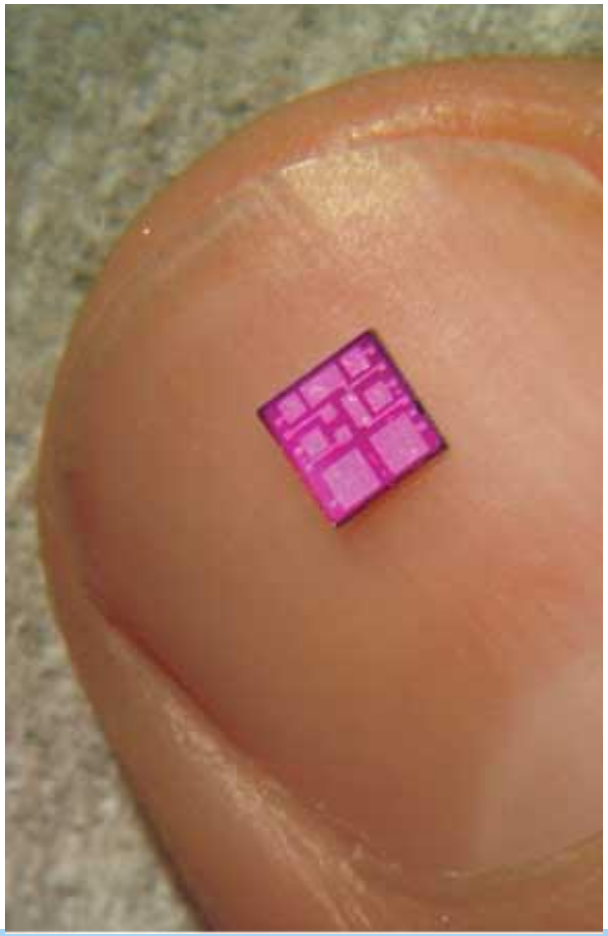
- مدارهای مجتمع (Integrated Circuits) :به اختصار IC متشکل از تعداد زیادی ترانزیستور که با فناوری ویژه (Micro/Nanofabrication) روی یک بستر (Substrate) معمولا از ماده سیلیسیوم (Si) ساخته شدند .



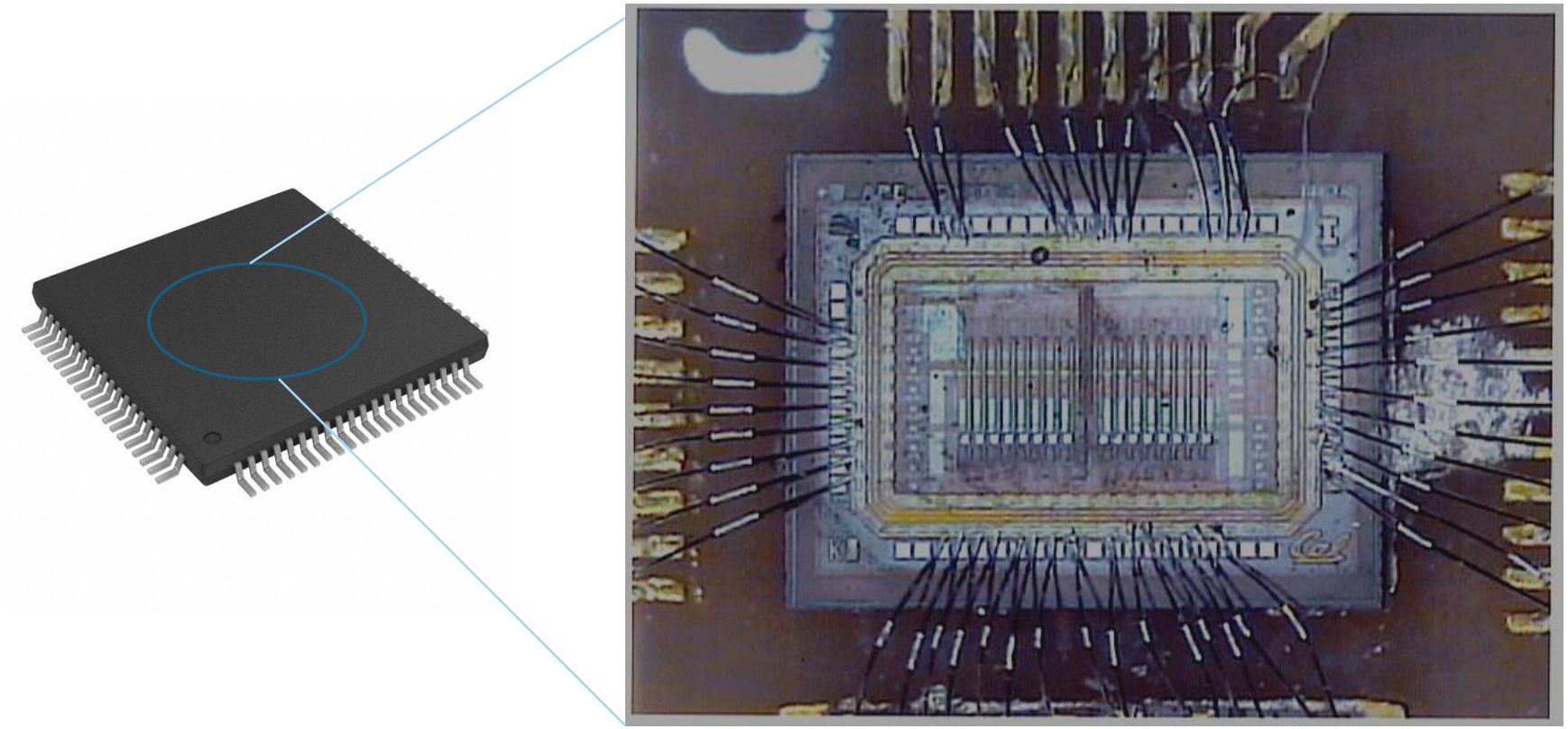
نمای داخل یک IC با بسته بندی DIP (معمولا تا مقیاس LSI)

- DIP و یا (Dual In line Package)





نمای داخلی یک مدار مجتمع با بسته بندی QFP



مدارهای مجتمع از نقطه نظر تراکم ترانزیستور

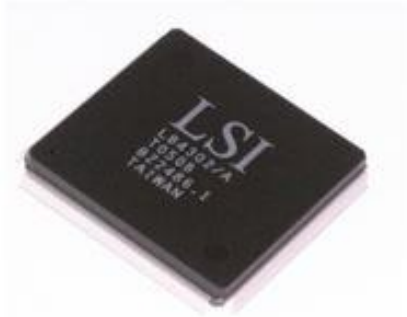
- مدارهای مجتمع تراکم کم (Small Scale Integration) یا SSI
  - تراکم در حد ۱۰تا ۱۰۰ ترانزیستور شامل مدارهای ترکیبی ساده یا گیت های منطقی
- مدارهای مجتمع تراکم متوسط (Medium Scale Integration) یا MSI
  - تراکم در حد ۱۰۰ تا ٤۰۰ ترانزیستور، مدارهای ALU ، شمارنده ، ثبات
- مدارهای مجتمع تراکم زیاد (Large Scale Integration) یا LSI
  - تراکم در حد ۵۰۰ تا ۲۰۰۰ ترانزیستور، ریزپردازنده های اولیه و حافظه های کم حجم
- مدارهای تراکم خیلی بالا (Very Large Scale Integration) یا VLSI
  - تراکم های بالای ۵۰۰۰ تا میلیاردها ترانزیستور



SSI



MSI



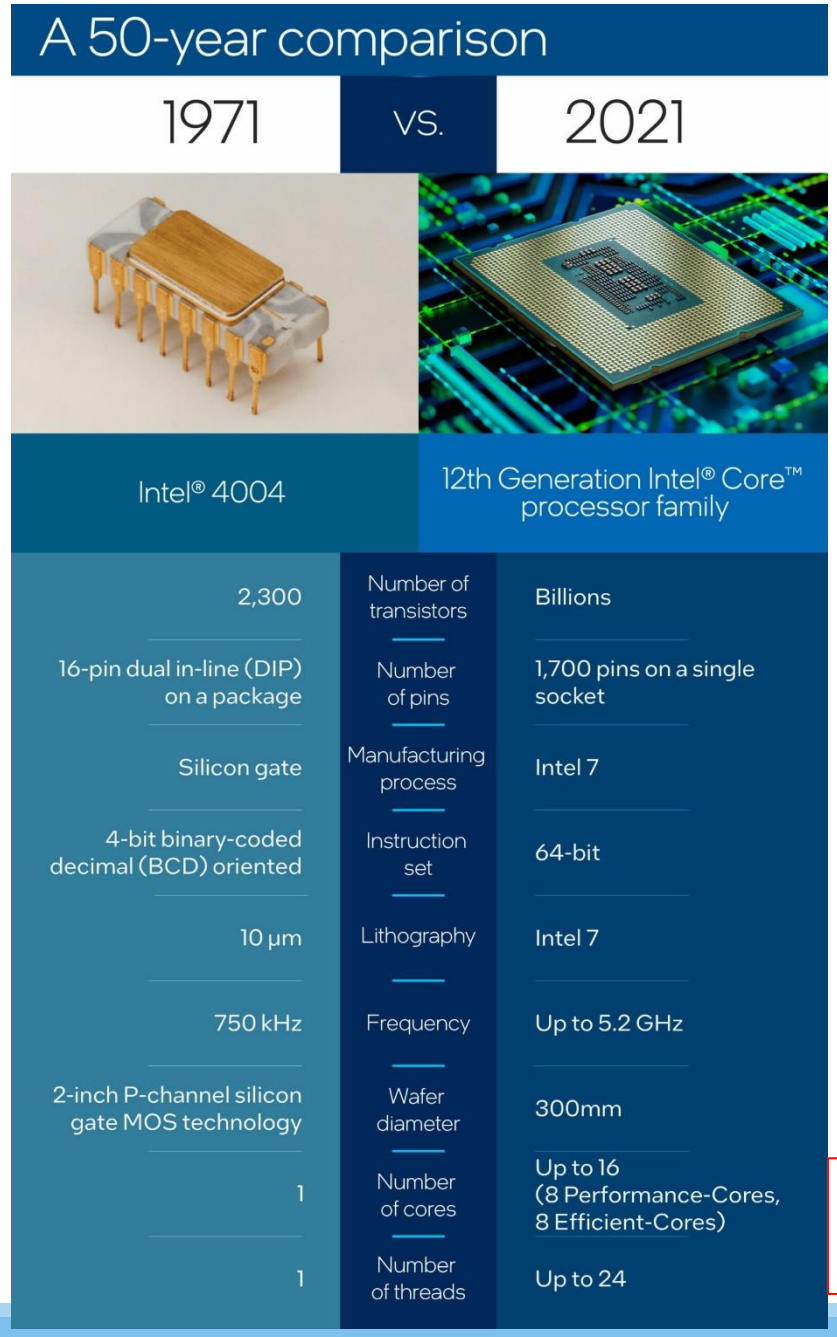
LSI

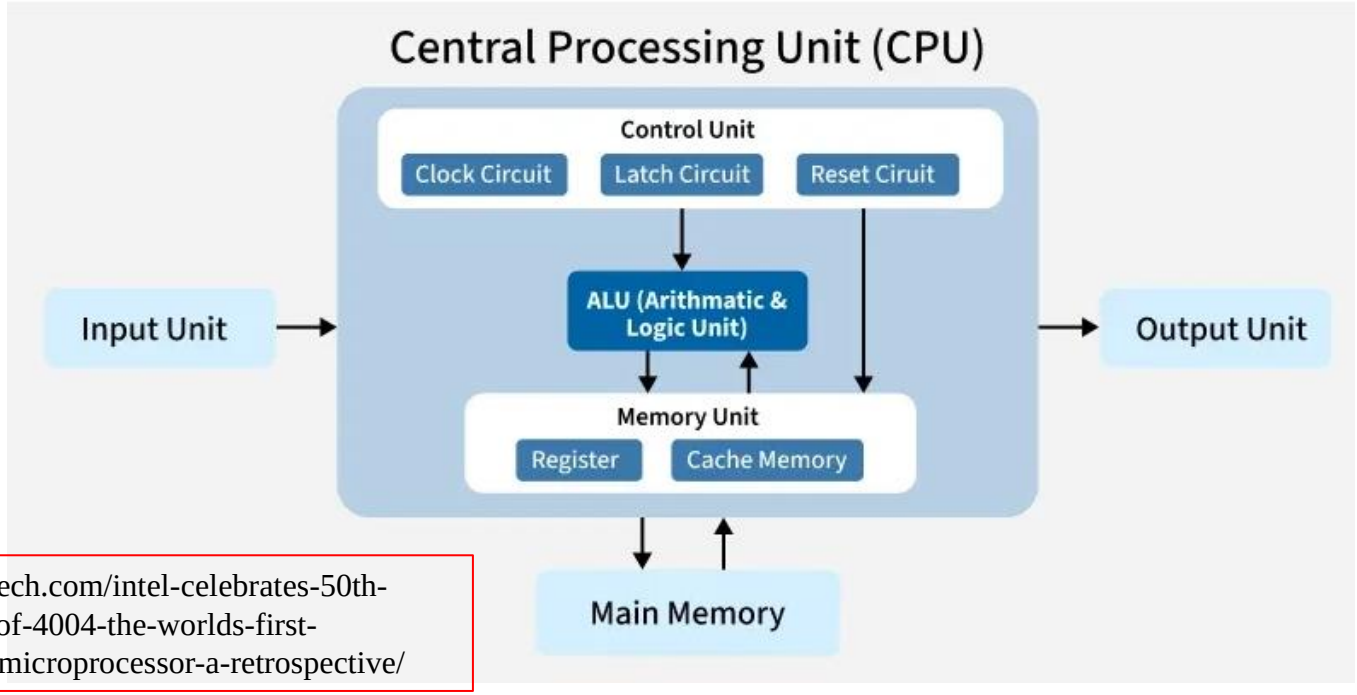


VLSI

ظهور ریزپردازنده (Microprocessor) و میکروکنترلر

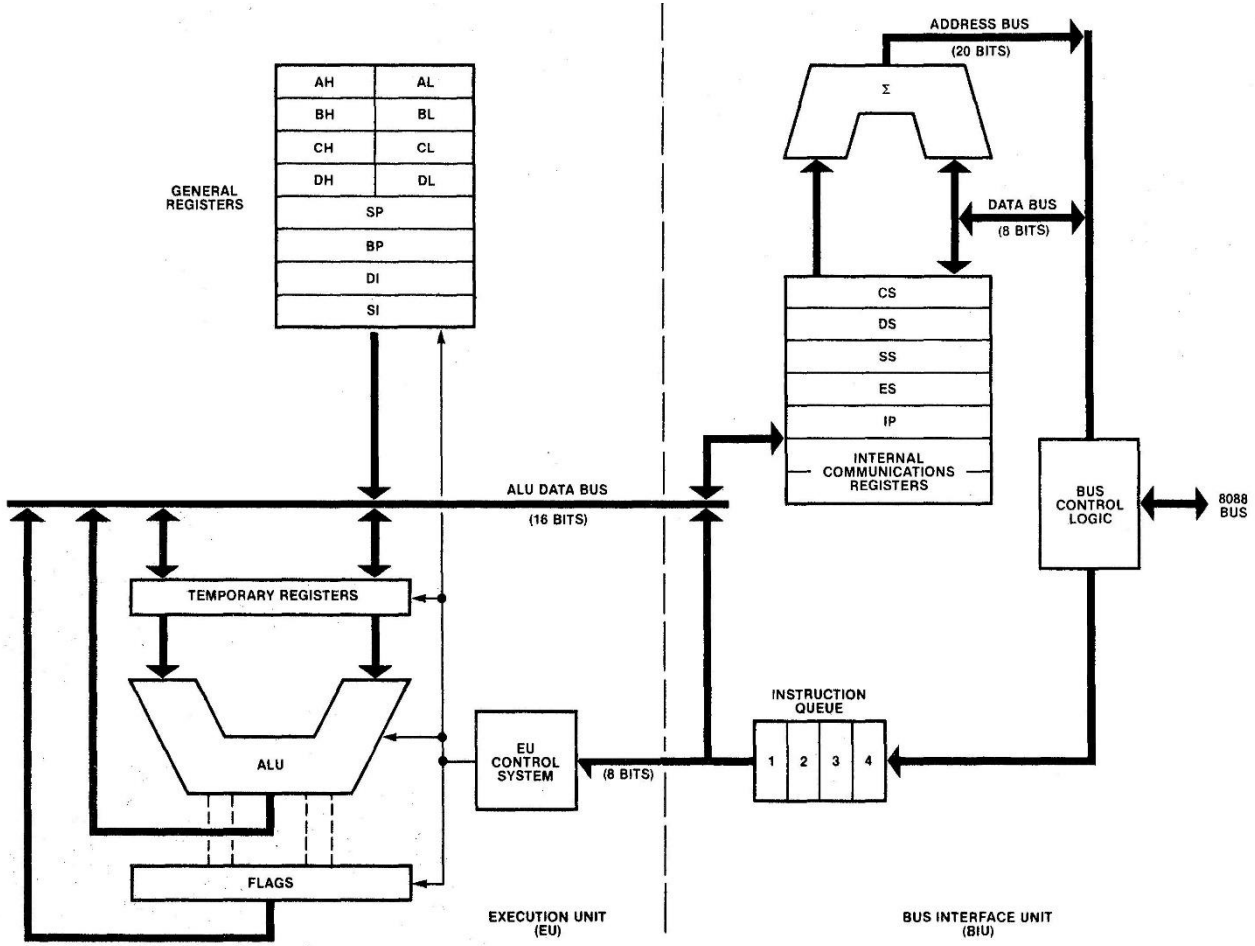
- ریزپردازنده : ساخت یک CPU کامل بر روی یک تراشه
- پردازنده نهان (Embedded processor) : یک کامپیوتر کامل بر روی یک تراشه

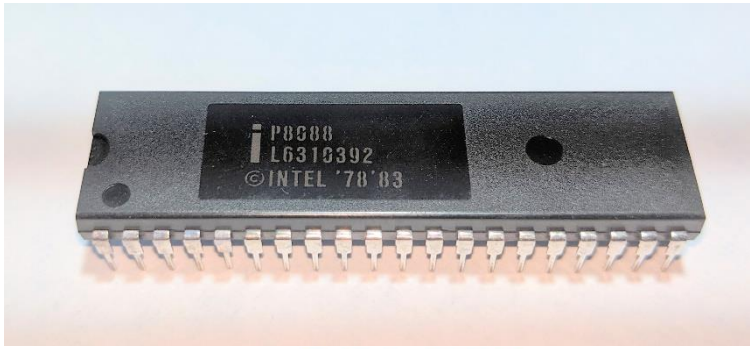


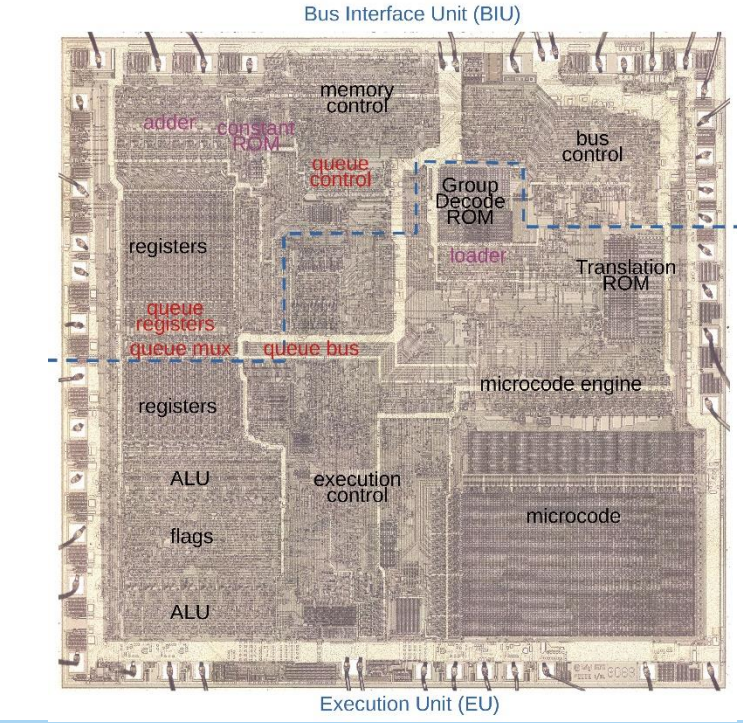


https://wccftech.com/intel-celebrates-50th-anniversary-of-4004-the-worlds-first-commercial-microprocessor-a-retrospective/

نمای ساختار (Block diagram) و جانمای داخل تراشه 8088 CPU







توسعه معماری کامپیوتر ها : پردازنده های چند هسته ای

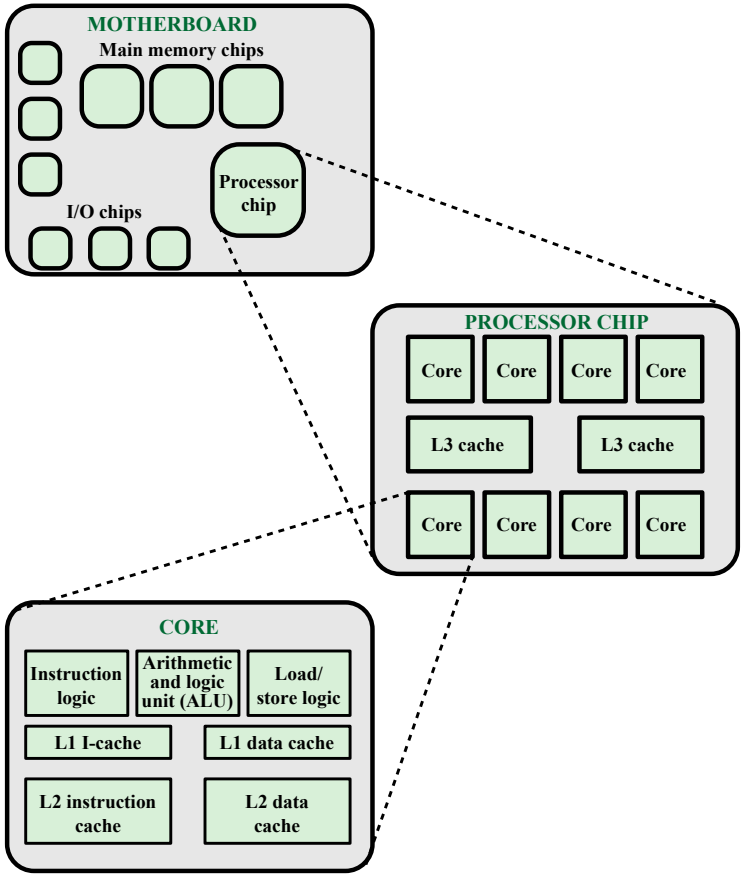


Figure 1.2 Simplified View of Major Elements of a Multicore Computer

- گسترش نیازهای پردازشی و نیاز به افزایش کارایی
  - بهبود فناوری ساخت و افزایش چگالی ترانزیستور بر روی چیپ (تا حدود ۳۰ میلیارد بر روی تراشه در ۲۰۲۵)
  - بهبود معماری (ترکیب اعضا) :
    - ساختار خط لوله (pipeline)
    - ساختارهای چند پردازنده بر روی برد مادر
    - ساختارهای پردازنده های چند هسته ای (Multicore processors)
    - هسته ها پردازشگر عمومی (محاسباتی ساده–ممیز سیار) و یا تخصصی (گرافیکی،ML و ...) هستند
  - بهبود فرآیندهای اجرایی (Execution process) :
    - بهبود ساختار ==> حافظه نهان (cache memory) های یک یا چند لایه

پردازنده های چند هسته ای

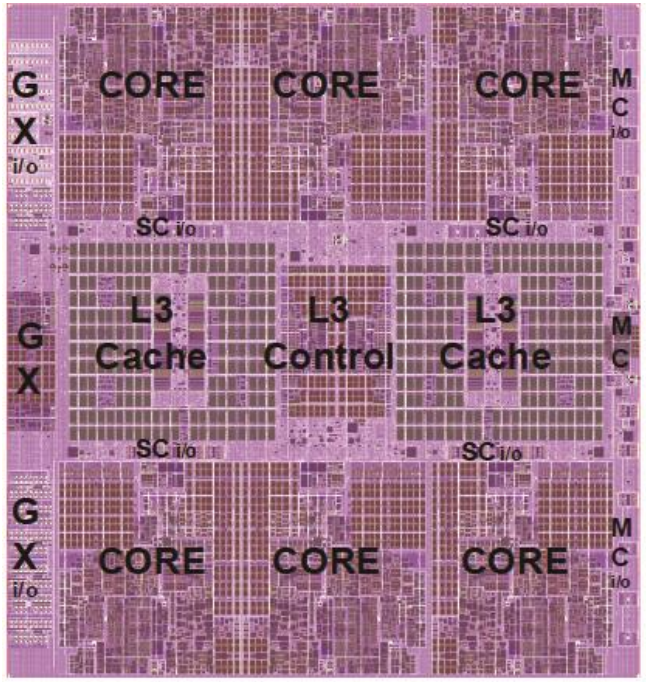


Figure 1.4

zEnterprise EC12 Processor Unit (PU) Chip Diagram

- دیدگاه سنتی واحد پردازش مرکزی: (ساختار تک پردازنده Single core processor)
  - واحد فراخوانی دستور(Instruction) از حافظه و اجرای بر روی داده های خوانده شده از حافظه
  - شامل ثبات های عمومی (GPR) ، واحد محاسباتی و منطقی ALU، واحد کنترل و ارتباط آنها با مسیر عمومی (Interconnection Bus)
- دیدگاه توسعه یافته چند هسته ای (Multicore)
  - هسته پردازشی: یک واحد مستقل پردازشی که به تنهایی یک CPU کامل تک پردازنده ای به عنوان بخشی از یک تراشه چند هسته ای
  - پردازنده: یک تراشه پردازشی شامل چندین هسته (معمولا ۲ ، ٤ و یا ۸ هسته) اشاره به نحوه فراخوانی و اجرا دستورات؟؟؟

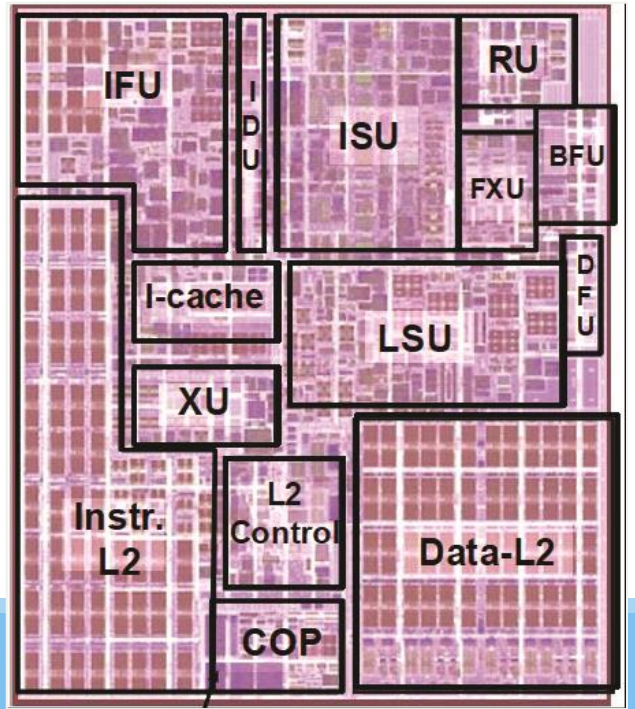


Figure 1.5 zEnterprise EC12 Core Layout

نمای ساختار (Block diagram) و جانمای داخل تراشه i9 (13900K)





Spec	Value
Manufacturing Process	Intel 7 (10nm Enhanced SuperFin)
Die Size	257 mm²
Transistor Count	~25.9 billion (estimated)