

# 1. Architektura počítačů

Jaké jsou základní principy fungování počítače?

- Počítač je programován obsahem paměti
- Instrukce se vykonávají sekvenčně
- Každý následující krok závisí na tom předchozím

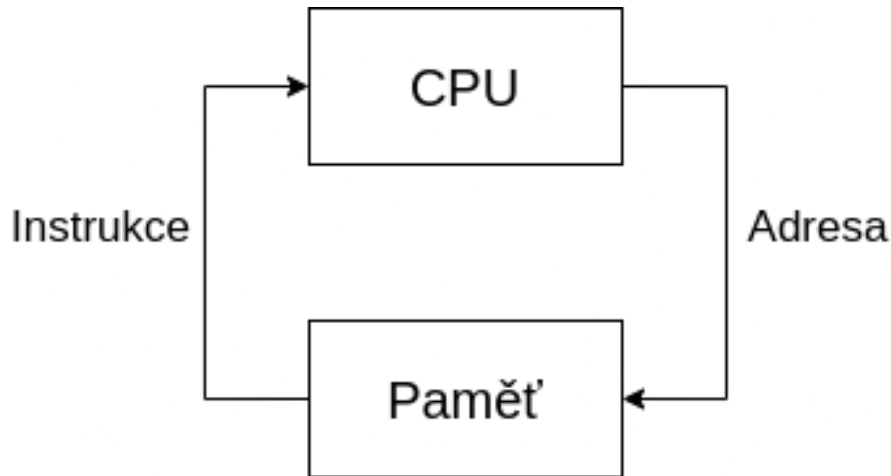


Figure 1: princip\_pocitace

- Procesor si přes sběrnici vyžádá instrukci z paměti na adrese IP
- Poté, co instrukci získá, provede ji
- Zvýší IP/PC
- Cyklus čtení a provedení se opakuje

**Kritéria a Principy dle von Neumanna:**

- Počítač je řízen obsahem paměti (struktura počítače je nezávislá na typu úlohy)
- Strojové instrukce a Data jsou v jedné paměti (lze přistupovat jednotným způsobem)
- Paměť je rozdělena do buněk stejné velikosti (jejich pořadové číslo je jejich adresa)
- Následující krok je závislý na tom předchozím
- Program je sekvence instrukcí, ty jsou vykonávány sekvenčně, v pořadí v jakém jsou zapsány do paměti
- Změna pořadí instrukcí je možná pomocí skoku
- Pro reprezentaci čísel, adres, znaků... se používá dvojková soustava



Figure 2: von\_neumann

#### **Jaké má výhody a nevýhody architektura dle von Neumanna?**

- Výhody
  - Rozdělení paměti pro kod a data určuje programátor
  - do paměti se přistupuje stejným způsobem pro data i instrukce
  - jedna sběrnice => jednodušší výroba
- Nevýhody
  - jedna paměť může mít při chybě za následek přepsání vlastního programu
  - jediná sběrnice je úzké místo

#### **Přinesla harvardská architektura nějaká vylepšení proti von Neumannově?**

- Oddělení paměti dat a programu
  - Program už nemůže přepsat sám sebe
  - Paměti mohou být vyrobeny různými technologiemi
  - Dvě sběrnice umožňují přistupovat k instrukcím a datům zároveň
- Nevýhody:
  - dvě sběrnice jsou dražší
  - nevyužitou část paměti dat nelze použít pro program.. a naopak

#### **Jaká je podpora paralelismu u obou architektur počítačů?**

- Žádná, instrukce jsou vykonávány sekvenčně, následující krok je závislý na tom předchozím
- Paralelizmy se musí simulovat až na úrovni OS

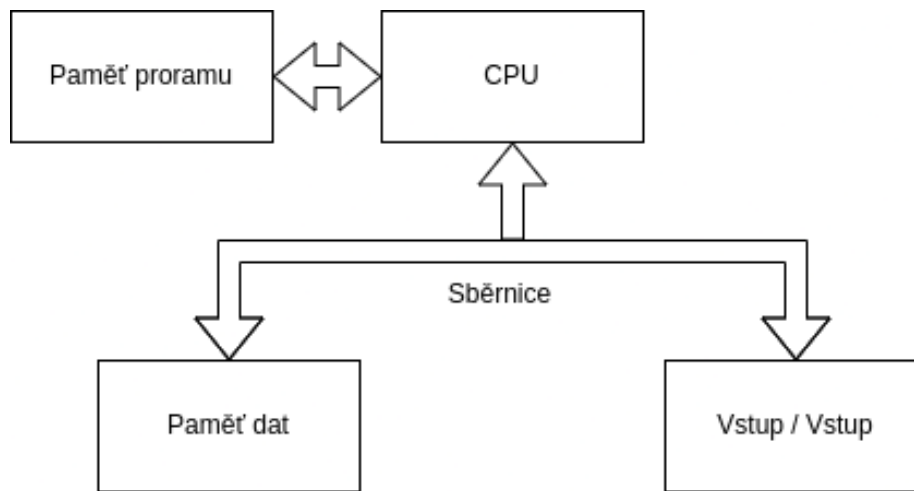


Figure 3: harvard

**Je lepší mít oddělené paměti pro data i program? Proč ano a proč ne?**

- Ano
  - Program nemůže přepsat sám sebe
- Ne
  - Jedna sběrnice => jednodušší výroba
  - Rozdělení pro kod a data určuje programátor
  - Lze efektivněji využít kapacitu paměti

**Může fungovat počítač bez paměti či bez periférií?**

- NE! Jak pravil von Neumann: je potřeba procesoru, paměti a periférií

**K čemu se v počítači využívá dvojková soustava?**

- Pro reprezentaci čísel, adres, znaků...

**Zvyšují sběrnice výkon počítače?**

- Ne přímo, ale mohou jej omezit

**Je možné, aby procesor prováděl instrukce jinak, než sekvenčně?**

- NE! Instrukce se provádějí sekvenčně

### Jak je v počítači organizovaná paměť?

- Je složená ze za sebou jdoucích buněk stejné velikosti (obvykle 8bit), jejich pořadové číslo se využívá jako jejich adresa

## 2. Jazyk symbolických instrukcí

### Registry procesoru

- 64bit: RAX, RBX, RCX, RDX, RSI, RDI, RBP, RSP, R8 - R15
- 32bit: začínají E, R8D - R15D (zápis vyresetuje horní část Rxx!)
- 16bit: AX, BX ... , R8W - R15W
- 8bit: AH (high), AL (low), BH, BL .. (jen ABCD, jsou rozděleny na high a low)
- RSP - stack pointer
- RIP - instruction pointer

### Adresování, spojování JSI a C.

- Adresování:
  - $[Bázový + Indexový * měřítko + Konstanta]$
  - Např: `mov rax, qword [ rdi + rbx * 8 ]`
- Datové typy:
  - BYTE, WORD, DWORD, QWORD (8, 16, 32, 64 bit)
- Spojování:
  - JSI: píšeme „global” před funkce a proměnné z jazyka C

### Základní instrukce přesunu, bitové, logické, aritmetické.

- Přesunu:
  - `mov, movzx, movsx` (rozšíří i se znaménkem)
  - `CMOVcc` - podmíněný přesun (cc je podmínka.. např `CMOVZ` )
  - `mov KAM, CO` (`mov CÍL, ZDROJ`)
  - nelze přesouvat z paměti do paměti (musí to jít přes registr)
- Logické:
  - `AND` cíl, zdroj
  - `TEST` - stejně jako `AND`, ale neuloží výsledek
  - `OR, XOR, NOT`
- Bitové:
  - `SHL, SHR` (bitový posun)
  - `BOR, BOL` (bitová rotace)
- Aritmetické:
  - `ADD, SUB, NEG, INC, DEC`
  - `CMP` - stejně jako `SUB`, ale neuloží výsledek
  - `MUL, IMUL, DIV, IDIV` (`I_` je pro znaménková čísla)

### Skokové instrukce nepodmíněné a podmíněné. Volání funkcí s parametry, návratovými hodnotami

- Skokové:
  - CALL - pro volání funkcí
  - JMP
  - Jcc:
    - \* pro testování bitů: JZ, JNE, JNZ..
    - \* pro porovnávání čísel:
      1. Bezznaménkových:
        - A - above
        - B - below
      2. Znaménkových:
        - L - less
        - G - greater
- Návratová hodnota v RAX ( EAX, AX, AL)
- Parametry jsou v pořadí v RDI, RSI, RDX, RCX, R8, R9

## 3. Komunikace s periferiemi

### Z jakých částí se skládá sběrnice a co je účelem jednotlivých částí?

- Sběrnice dělíme na Adresovou, Řídicí, Datovou
- Adresová
  - Přenáší adresy
  - Zdrojem adresy je mikroprocesor
  - Počet bitů (vodičů) sběrnice odpovídá počtu bitů adresy
- Řídicí
  - Některé signály jsou generovány mikroprocesorem, některé jinými bloky
  - Nejčastější řídicí signály:
    - \* RESET
      - má každý mikroprocesor
      - uvede mikroprocesor do výchozího stavu
      - Aktivování uživatelem, nebo přídavným obvodem
    - \* MEMORY READ (MR)
      - zabezpečuje časování čtení z paměti (nebo jiných bloků)
    - \* MEMORY WRITE (MW)
      - zabezpečuje časování zápisu do paměti (nebo jiných bloků)
    - \* INPUT / OUTPUT READ / WRITE
      - pro čtení nebo zápis do zařízení
    - \* READY
      - připravenost obvodu
- Datová
  - Slouží pro přenos veškerých dat v počítači (vždy mezi dvěma)
  - Nejdůležitějšími parametry jsou šířka (počet bitů) a časování

- Šířka ovlivňuje rychlost komunikace
- Lze ušetřit vodiče pomocí multiplexování
- V jednom okamžiku může být aktivní pouze jeden vysílač
- Dělí se na:
  - \* Vnitřní sběrnice mikroprocesoru
  - \* Vnitřní sběrnice počítače
  - \* Vnější sběrnice počítačem

### **Co to je adresní dekodér a kdy je potřeba jej použít?**

- Když je paměťový prostor obsazen více jak jednou fyzickou pamětí nebo periferním zařízením
- Rozhoduje, které zařízení je ke komunikaci určeno
- Jeho výstupy jsou v podstatě Chip Select signály pro jednotlivé obvody
- Může být stavěn jako:
  - úplné dekodování adresy
  - neúplné dekodování adresy
  - lineární přiřazení adresy
  - univerzálním přiřazením adresy

### **Řízení komunikace**

- 2 případy zahájení komunikace
  - z iniciativy programu
  - z iniciativy periferie
    - \* počítač se může nacházet ve stavu, kdy nemůže s periferií komunikovat
    - \* lze řešit:
      - obvodově (bez vědomí počítače)
      - příznakovým bitem (Programové řízení)
      - přerušením: počítač se později vrátí tam, kde byl vyrušen (Systém Přerušení)
      - přímým přístupem (DMA)

### **Jaký je princip komunikace s periferiemi pomocí V/V bran?**

- Vstupně / Výstupní brána (Input/Output, I/O) je obvod, který zprostředkovává předávání dat mezi sběrnici (počítače) a periferním zařízením (počítače)
- Dělíme na
  - S pamětí
  - Bez paměti
- Základem je záchytný registr se 3 stavovým vstupem

### **Nepodmíněný vstup a výstup dat:**

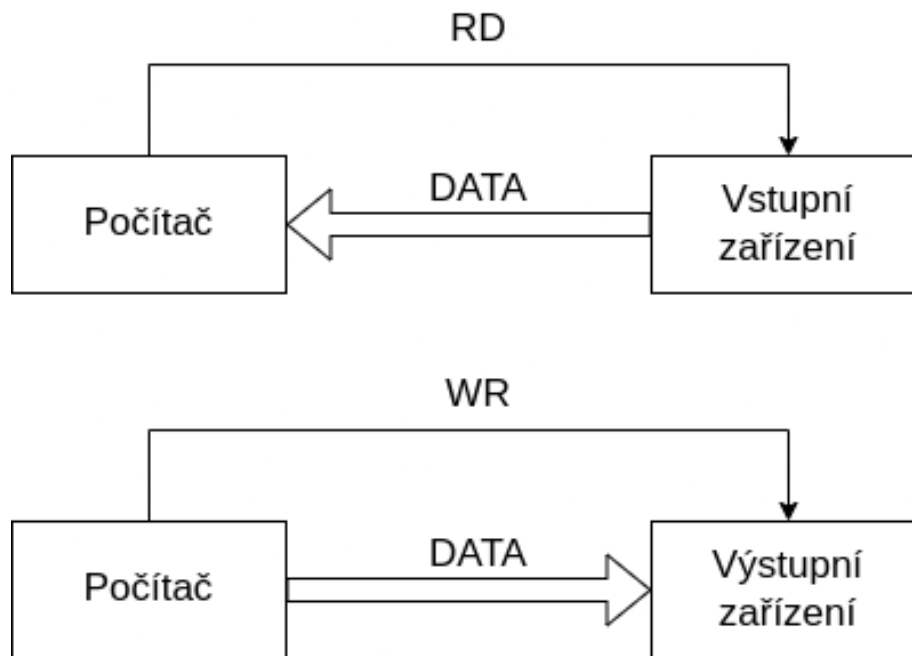


Figure 4: VV\_nepodmineny

- Při vstupu počítač vyšle signál RD, tím přikáže vstupnímu zařízení předat data do vstupní brány počítače
- Při vstupu počítač vyšle signál WR a výstupní zařízení převezme data
- Jednoduchý způsob, předpokládá, že je perif. zařízení pořád ready

**K čemu slouží u komunikace V/V bran indikátor a jaké přináší výhody?**

- Zajišťuje, že informace budou správně podány (další otázka)

**Popište, jak probíhá přenos dat pomocí V/V brány s indikátorem.**

**Podmíněný vstup a výstup dat**

- Jsou-li poskytována platná data ze vstupu, pak se za pomoci STB(strobe) impulsu nastaví Q na 1
- Když je Q na 1, data jsou předány počítači pomocí impulsu RD a po přenosu je indikátor vynulován
- V opačném případě se nastavuje Q na 0, když jsou data převzata, pomocí ACK signálu



Figure 5: VV\_podmineny



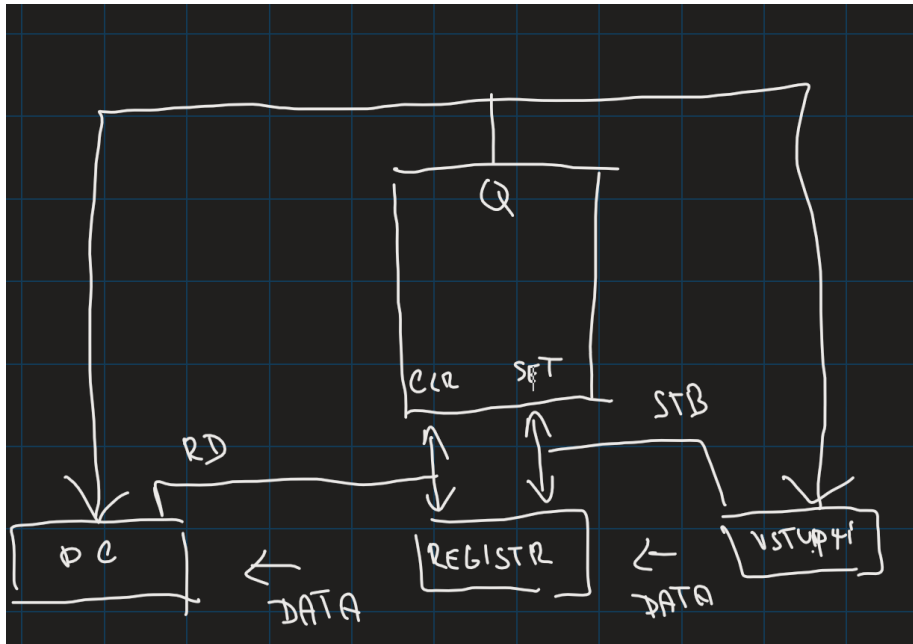


Figure 6: VV\_vyrovnací

#### S vyrovnávací pamětí:

**Jaký je rozdíl mezi programově řízenou komunikací s perifériemi a pomocí přerušení?**

- Programové:
  - Využívá instrukce pro vstup a výstup, ve spojení s instrukcemi pro testování logických proměnných a skoků
  - Prostě testuje stavové bity ...
- Přerušení:
  - Periferie aktivuje přerušovací signál => procesor přerušuje program, přejde do obslužného režimu, poté pokračuje v provádění hl. programu tam, kde byl přerušen
- TODO Obsluha???

#### Jaké výhody přináší řízení komunikace s využitím přerušení?

- Procesor pořád nemusí zbytečně testovat stavové bity => neztrácí výkon

#### Z jakých částí se skládá řadič DMA?

- Registr dat - Obsahuje slovo pro přesun

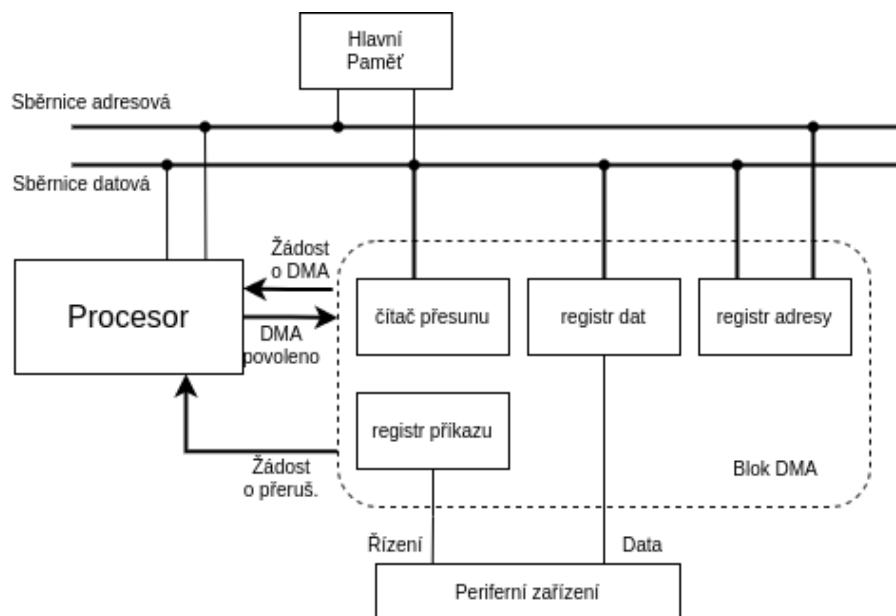


Figure 7: blok\_DMA

- Registr adresy - Adresa hl. paměti kam bude slovo zapsáno, nebo odkud bude přečteno
- Čítač přesunu - požadovaný počet slov, které mají být ještě přesunuty

#### Jak probíhá přenos dat s použitím DMA?

1. Naprogramování procesorem bloku DMA
2. blok DMA spustí periferní zařízení, a čeká než zařízení bude připraveno data přijmout nebo vyslat
3. Procesor dokončí strojový cyklus a pak reaguje na žádost o DMA, přímý přístup se provádí během činnosti procesoru.. blok DMA a procesor se střídají v používání paměti
4. Procesor vyšle vybrané jednotce ACK a uvolní sběrnici, jednotka pak pošle obsah registru adresy na adr. sběrnici a obsah registru dat na dat. sběrnici a čeká na provedení cyklu paměti. . . pak obsah registru adresy zvětší o jedničku a čítač přesunu zmenší o jedničku.. pokud není nulový, testuje zda bylo předáno nové slovo do registru dat. . . když ne, dočasně se ukončí přesun dat a přestane se vysílat žádost o DMA. . . řízení je předáno procesoru
5. Procesor dále pokračuje v provádění svého programu do doby, než obrátí další žádost o DMA
6. Pokud je obsah čítače přesunu nulový, blok DMA ukončí celý přesun a uvolní sběrnici

### Jaké má výhody řadič DMA proti přenosu dat s využitím CPU?

- Všechno nemusí dělat procesor

### I2C

- TODO schéma
- Inter-Integrated Circuit
- Dvou-vodičová Sběrnice
  - SCL => Synchronous Clock
  - SDA => Synchronous Data
- Rozděluje připojená zařízení na:
  - Řídící - Master
    - \* Zahajuje a ukončuje komunikaci
    - \* Generuje hodinový signál (SCL)
  - Řízené - Slave
    - \* Adresované Masterem
- Adresa zařízení:
  - Skládá se ze 7 bitů (horní 4 určuje výrobce, dolní 3 jdou nastavit libovolně)
- Komunikace:
  - V klidovém stavu je SCL a SDA na 1
  - Start:
    - \* SCL = Sestupná hrana
    - \* SDA = Sestupná hrana
  - Konec:
    - \* SCL = Náběžná hrana
    - \* SDA = Náběžná hrana
  - Po startu následuje 7bit adresa cílového zařízení (Slave) a 1 bit Read nebo Write z pohledu mastera
    - \* 0bAAAAAAM (A je bit adresy a M je Read/Write)
  - Dále slave vygeneruje ACK
    - \* Když je ACK 0, vše je OK
    - \* Když je ACK 1, slave nereaguje
  - Na konci přenosu se posílá NACK

## 4. CISC A RISC

### Kdy a proč se začaly procesory dělit na RISC a CISC?

- V 70. letech, kvůli narůstající složitosti procesorů...

### Jaké byly zásadní důvody, proč se začaly procesory RISC vyvíjet?

- Výzkumy ukázaly, že programátoři a kompilátory používají instrukce velmi nerovnoměrně (v 50 % případů se vyskytují pouze 3 instrukce)
- Snahy o nalezení optimálního instrukčního souboru => vznik RISC

### Jaké jsou základní konstrukční vlastnosti procesorů RISC?

- Malý instrukční soubor
- V každém strojovém cyklu by měla být dokončena jedna instrukce
- Zřetěžené zpracování instrukcí
- Data jsou z hlavní paměti vybírána a ukládána výhradně pomocí LOAD a STORE instrukcí
- Instrukce mají pevnou délku a jednotný formát
- Je použit vyšší počet registrů
- Složitost se přesouvá na optimalizující kompilátory

### Jak přispěly jednotlivé charakteristické vlastnosti procesorů RISC ke zvýšení výpočetního výkonu?

- Jednotná délka instrukcí => rychlejší výběr instrukcí z paměti => lepší plnění fronty instrukcí
- Jednotný formát => zjednodušuje dekodování
- Zřetěžené zpracování instrukcí

### Jaký je princip zřetěženého zpracování instrukcí v RISC procesorech?

- Provedení instrukce musí vždy projít stejnými fázemi (ne nutně těmi, co jsou na obrázku)
- Funguje jako „výrobní linka“

CISC:

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
VI	I1						I2					
DE		I1						I2				
VA			I1						I2			
VO				I1						I2		
PI					I1						I2	
UV						I1						I2

RISC:

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
VI	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7					
DE		I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7				
VA			I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7			
VO				I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7		
PI					I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	
UV						I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7

Legenda:

short name	full name
VI	Výběr Instrukce
DE	Dekodování
VA	Výpočet Adresy
VO	Výběr Operandu
PI	Provedení Instrukce
UV	Uložení Výsledku

**Jakého zrychlení lze dosáhnout zřetězeným zpracováním instrukcí?**

- V ideálním světě, při délce zřetězení 6 instrukcí, udělá během 12 cyklů
  - CISC: 2 instrukce
  - RISC: 7 instrukcí
- viz tabulky v minulé otázce

**Co to jsou datové a strukturální hazardy v RISC procesorech? Co je způsobuje?**

**Jaké problémy přináší zřetězené zpracování instrukcí v procesorech RISC?**

- Datové a strukturální hazardy
  - Datové: Když instrukce potřebuje mít k dispozici data předchozí instrukce (a ta ještě nejsou k dispozici)
  - Strukturální: Problém omezených prostředků procesoru (a počítače jako celku)... např. jen jedna sběrnice
- Problémy plněním fronty instrukcí
  - Podmíněné skoky
  - Nepodmíněné skoky na adresu, která se musí vypočítat

**Co to je predikce skoků, proč se používá a jaké způsoby predikce se využívají?**

- Statická
  - Do instrukce se vkládají příslušné bity již při kompilaci (nebo programátorem při psaní programu)
- Dynamická
  - Během běhu programu se zaznamenává, jestli se skok provedl, nebo ne
- Může být:
  - Jednabitová
  - Dvoubitová

Jak funguje dvoubitová dynamická predikce skoků a proč se využívá?

- Jako čtyřstavový automat

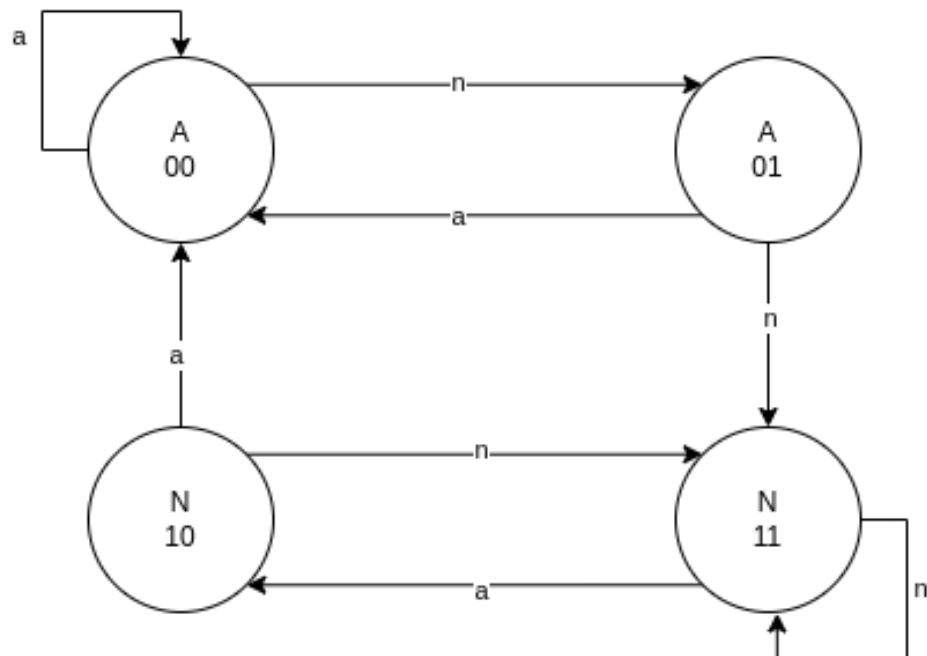


Figure 8: 2bitpredikce

- A predikuje provedení skoku, N říká, že se skok provádět nebude
- a a n přechody označují, zda se skok naposledy prováděl

## 5. x86 Intel historie

- 8080
  - Není x86
- 8086
  - Prvním 16-bit
- 8088
  - Sběrnice zúžená na 8bit
  - Jinak stejné jak 8086
- 80186
  - Navržen pro embedded (vestavěná) zařízení
  - Má DMA
  - Vyráběn 25 let
- 80286

- Lze přepnout do Protected modu (4 úrovně oprávnění)
  - Real mode (pro zpětnou kompatibilitu, RM programy nemůžou fungovat v novém PM)
  - má MMU (memory management unit)
- 80386dx a sx
  - sx je downgrade dx
  - První 32bit
  - Přidán Virtual Mode (po přepnutí do PM, bylo možnost vykonávat RM programy)
- 8087/287/387
  - Matematický koprocessor pro práci s floaty, který byl zvlášť
- 80486dx (později i sx verze)
  - Dvojnásobný výkon při stejné frekvenci, než 386
  - L1 přímo v procesoru
  - Integrace matematického koprocessoru
- Pentium
  - První procesor v řadě x86, kde jsou uplatněna technická řešení typická pro RISC
  - L1 rozdělena na kod a data
  - Predikce skoků
- Pentium Pro
  - ZÁSA DNÍ technologický zlom
  - Pro servery (=> velký výkon (zhruba o 50 % víc než Pentium) a cena)
  - L2 přímo na procesoru
  - Fetch/Decode jednotka dekoduje x86 instrukce na 118bit RISC instrukce (které intel pojmenoval jako mikro-operace)
  - Instrukce jsou po dekodování uloženy do banky instrukcí (Instruction pool), vejde se tam až 40 instrukcí
  - Dispatch/Execute jednotka si může vybírat instrukce mimo pořadí z poolu (Out of order execute)
  - 10 úrovněové zřetězení
  - Predikce skoků si pamatuje 512 hodnot
- Pentium 2
  - Vychází z Pentia Pro
- Pentium 3
  - Optimalizace z hlediska spotřeby
  - Dobré pro přenosné počítače
- Pentium 4
  - Mikroarchitektura NetBurst
  - Při stejné frekvenci jako P3 měl stejný výkon+-, ale více se zahříval
  - 20 úrovněové zřetězení

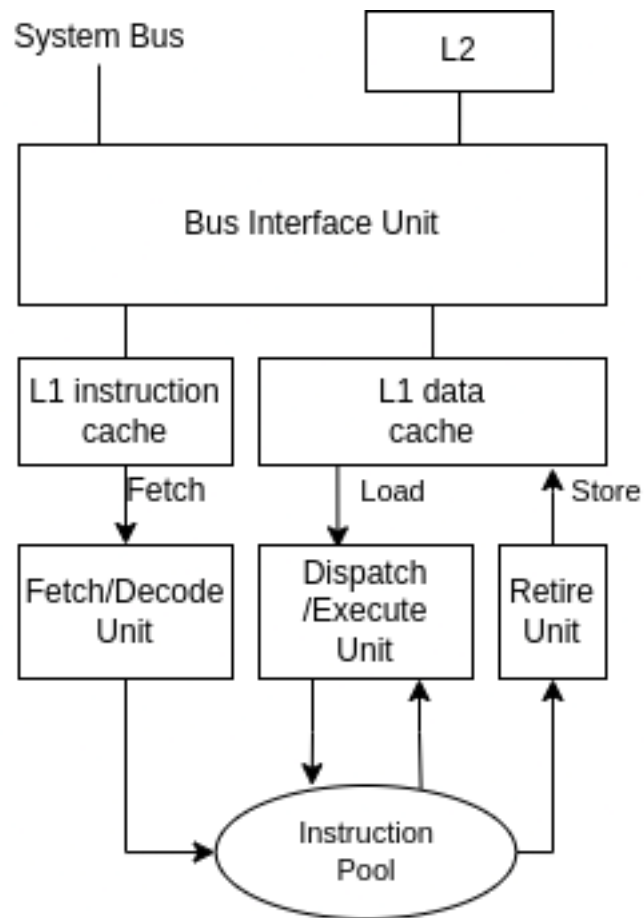


Figure 9: pentium\_pro



- Pentium EM64T
  - Extended Memory 64 Technology (Později jen Intel64)
  - První 64bitový procesor
  - 30 úrovně zřetězení
  - Velice se přehřívaly
- Pentium M
  - Určeny pro přenosné počítače
  - Výkonný procesor s nízkou spotřebou energie
  - Obdobný výkon jako P4 při nižší frekvenci a třetinové spotřebě
- Core
- Core 2
- Atom
- TODO Následovník (Pentia), obrázek???

## 6. Paměti

**Dle jakých kritérií či vlastností se dělí paměti počítačů?**

- Typu přístupu
  - RAM (Random access memory) - libovolný přístup
  - SAM (Serial access memory) - Seriový přístup
  - Speciální (paměť typu zásobník, fronta..)
- Možnosti zápisu/čtení
  - RWM (Read write memory) - pro zápis a čtení
  - ROM (Read only memory) - pouze pro čtení
  - Kombinované
    - \* NVRAM (Non volatile RAM)
    - \* WOM (Write only memory)
    - \* WORM (Write once - read many times memory) - optické disky
- Principu elementární buňky
  - SRAM - statické paměti
  - DRAM - dynamické paměti
  - PROM, EPROM, EEPROM, FLASH - programovatelné paměti
- Uchování informace po odpojení napájení
  - Non-Volatile - Zachovávají si informaci i po odpojení napájení
  - Volatile - Ztrácí informaci po odpojení napájení (DRAM a SRAM)

**Jak je v dynamických pamětech ukládána informace a jak je udržována?**

- Ve formě náboje v kondenzátoru
- Zapomenou svá data cca po 10 ms
- Proto je nutné obnovovat napětí kondenzátorů - Refresh

### Jaká je vnitřní organizace dynamických pamětí?

- Ve čtvercové matici v jedné, nebo více vrstvách
- Výběr buňky tak musí být proveden pomocí row a column dekodéru
- DRAM čte adresu po dvou částech (adresa řádku a sloupce) do adresového bufferu
- Organizace paměti, strana 5

Stavba DRAM buňky:

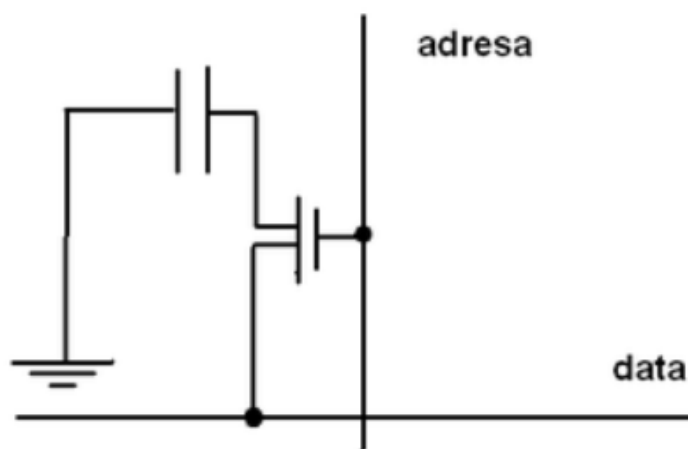


Figure 10: dram\_bunka

### Popište stručně historii vývoje dynamických pamětí.

- TODO??? :c

### Jak je ve statických pamětech ukládána informace a jak je udržována?

- Je uložena stavem klopného obvodu
- Lze realizovat pomocí 4 nebo 6 tranzistorů
- SRAM je dražší a pojme méně dat než DRAM
- SRAM není třeba refreshovat jako DRAM

### Jak je organizována vnitřně statická paměť?

- Jako 2D mřížka, kde 1 řádek tvoří 1 slovo
- SRAM paměti nevyužívají adresní multiplexing

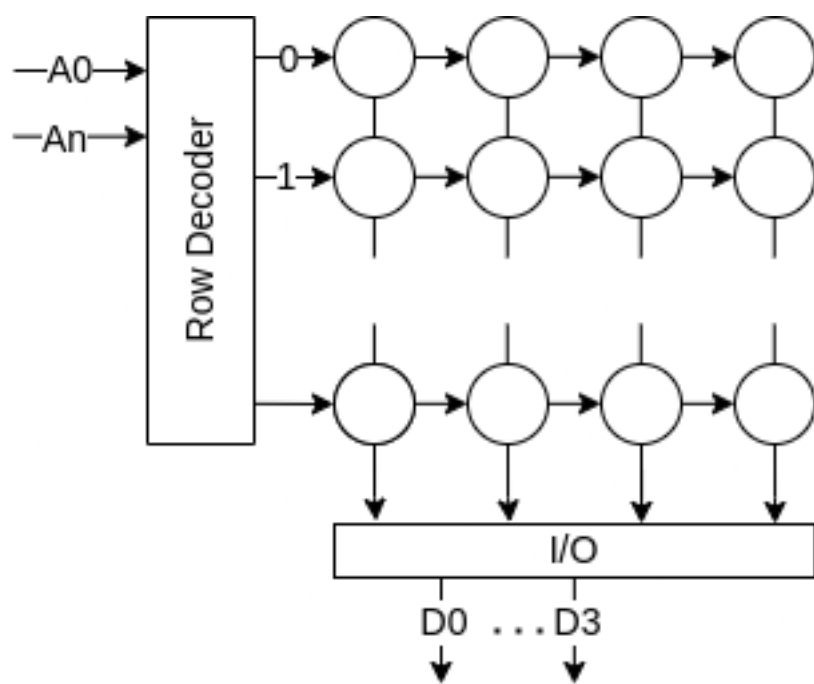


Figure 11: SRAM

### **Jaké typy pamětí si udržují svůj obsah i po odpojení napájení?**

- (Nevolatilní)
- ROM (Read Only Memory)
  - Informace zapisuje výrobce (je složena z odporů, které výrobce přepálí... , neporušené prvky pak vedou proud a je v nich minimální napětí... log 0)
  - Doba pamatování není ohraničená
- PROM
  - Programmable ROM
  - Informace se vypalují pomocí „programátoru“
  - Lze zapsat jen 1x
- EPROM
  - Erasable PROM
  - Uchovává informaci díky kvalitně izolovanému el. napětí
  - K naprogramování je potřeba až 50ms trvající pulz o 5V
  - Lze vymazat pomocí UV záření
  - Doba pamatování 10 až 20 let
- EEPROM
  - Electrically Erasable PROM
  - Zápis stejně jak EPROM
  - Mazání pomocí el. pulzu s obrácenou polaritou
  - Doba pamatování 10 až 20 let
- FLASH
  - Lze programovat rychle přímo v počítači
  - Doba pamatování 10 až 100 let
  - Struktura buněk je podobná EEPROM, ale pro programování a mazání stačí 10us pulz
  - Přes 10000 programovacích a mazacích cyklů

### **Paměti s trvalým obsahem umožňují svůj obsah přepsat. Jak se přepis u jednotlivých typů provádí?**

- EPROM - UV zářením
- EEPROM - Elektricky, až 50ms pulzem o 5V
- FLASH - Elektricky 10us pulzem

### **Jaké speciální typy pamětí se používají?**

- VRAM (Video RAM)
  - Dvouportová
  - Zvýšené přenosové pásmo
- WRAM (Window RAM (nemá nic společného s tím pseudo operačním systémem))
  - O 25 % větší přenosové pásmo než VRAM
  - Nabízí double-buffering
- SGRAM (Synchronní grafická RAM)

- Funguje jako SDRAM
- Ale SDRAM je optimalizována pro kapacitu a SGRAM pro přenos dat
- FIFO paměti (fronta)
  - Bez přesouvání obsahu
  - S přesouváním obsahu
- Cache paměti
  - Malé a rychlé
  - Rychlé komponenty čtou data z cache a nemusí čekat na komponentu pomalejší
  - L1, L2, ...

### Hierarchie pamětí v počítači

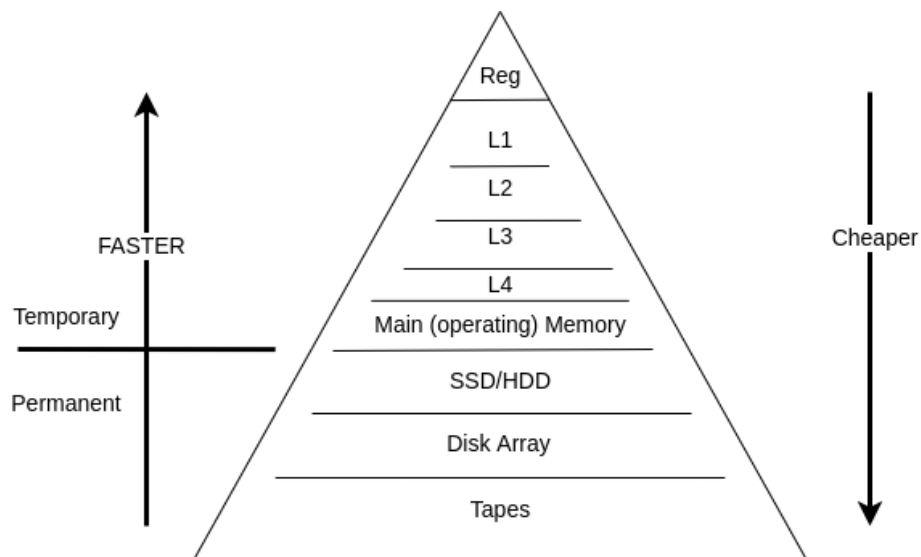


Figure 12: memory\_h

### Jak se u pamětí detekují a opravují chyby?

- SRAM je spolehlivější než DRAM
- Tvrdé chyby - opakující se
- Měkké chyby - neopakující se je těžší rozpoznat
- Kontrola parity
  - dorovnáva se na lichý počet jedniček do 9. bitu
  - neopravuje, jen detekuje chybu (když je počet jedniček sudý)
- ECC - Error Correction Code
  - Detekuje vícebitové chyby
  - Schopen opravit 1 bitovou chybu

- Nutnost „Wait State“ => zpomalení 2-3%

## 7. Monolitické počítače

- Monolit = Procesor, Paměť, Periferie v 1 pouzdře
- Používá se převážně Hardvardská architektura
- Kvůli jednoduchosti bývají převážně RISC

### Jaká je obvyklá organizace paměti v mikropočítačích?

- Střadačové (pracovní registry)
  - Většinou jen 1 nebo 2
  - Ukládají se do nich aktuálně zpracovávaná data
- Univerzální zápisníkové registry
  - Pro nejčastěji používaná data
- Paměť dat RWM
  - Pro rozsáhlejší a méně používaná data
- Speciální - např. IP
- Zásobník pro návratové adresy (nutnost mít stack pointer)

### Jaké zdroje hodinového signálu se mikropočítačích používají?

- (Zdroj synchronizace)
- Často je zdroj integrován přímo v počítači, kde nelze zajistit dobrou stabilitu (vlivem teplot mohou být odchylky kmitočtu desítky %)
- Generátory:
  - Krystal (dobrý pro stabilitu)
  - Keramický rezonátor
  - Obvod LC
  - Obvod RC (pro minimalizaci ceny)
  - Externí zdroj

### Jak probíhá RESET mikropočítače?

- Počáteční stav počítače
- Po provedení RESETu se u všech počítačů nastaví počáteční hodnota čítače instrukcí (0 nebo samé 1)
- Výrobce definuje, jak dlouho RESET signál trvá
- Zdroj signálu může být vnější nebo vnitřní

### Jakými způsoby se řeší ochrana proti rušení v mikropočítačích?

- Mechanická ochrana - musí odolávat nárazům, nebo trvalým vibracím
- Galvanické oddělení - proti elektromagnetickým vlivům
- WATCHDOG - aby nám program nezabloudil
- Větším rozsahem pracovního napětí

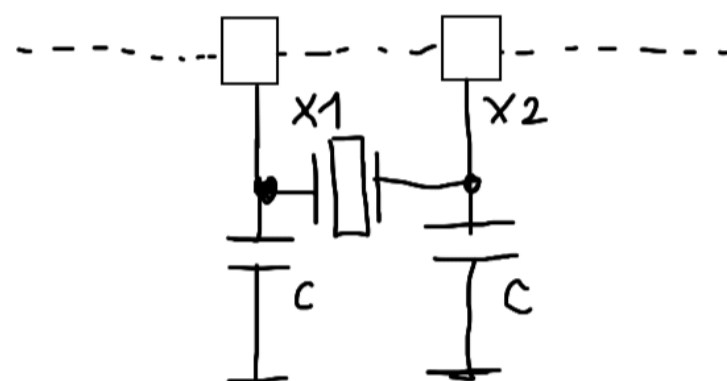
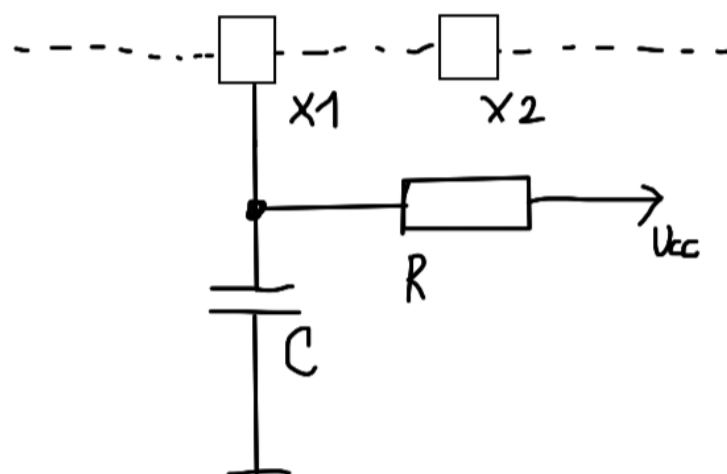
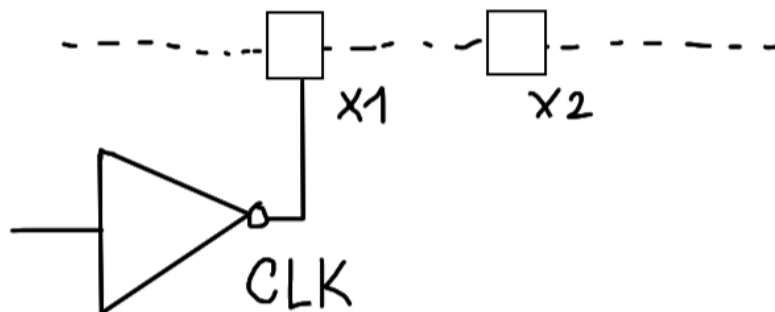


Figure 13: clock\_gen

### Jaké jsou základní vlastnosti V/V bran?

- Nejčastější a nejjednodušší je **Paralelní brána - port**
  - Obvykle organizovaná jako skupina 4 nebo 8 jednobitových vývodů

### Popište obecný princip fungování sériových rozhraní. Jaká sériová rozhraní znáte?

- Dovoluje efektivním způsobem přenášet data na relativně velké vzdálenosti při použití minimálního počtu vodičů
- Je to celkem pomalá komunikace
- Dle vzdálenosti přenosu dělíme na:
  - Mezi elektronickými zařízeními (na delší vzdálenost)
    - \* Synchronní nebo asynchronní přenos
    - \* Typicky pomocí RS232 nebo RS485
  - Uvnitř el. zařízení
    - \* Typickým standardem je I2C
- TODO Princip?

### K čemu slouží v mikropočítačích čítače a časovače? Jak fungují?

- Čítač je registr o N bitech, který nejčastěji čítá vnější události
  - Při přetečení se obvykle automaticky předává výzva do přerušovacího podsystému.
- Časovač je podobný jako čítač, ale je inkrementován vnitřním hodinovým signálem
  - Zajišťuje řízení událostí v reálném čase

### Popište konstrukci a fungování základních A/D převodníků.

- Převádí Analogový signál na Digitální
  - Komparační A/D převodník
    - \* Porovnává měřené veličiny s referenční hodnotou
    - \* Rychlé
    - \* S počtem komparátorů roste rozlišovací schopnost
  - A/D převodník s D/A převodem
    - \* pro sledování pomalu rostoucích veličin
    - \* Používá se jeden komparátor a proměnný zdroj referenční hodnoty
    - \* Sledovací
      - Mění vždy referenční hodnotu o krok nahoru nebo dolů
    - \* Aproximační
      - Půlení intervalu
  - Integrační A/D převodník
    - \* Metoda dvojité integrace
  - Převodník s časovacím RC článkem
    - \* Měří se doba nabití a vybití kondenzátoru



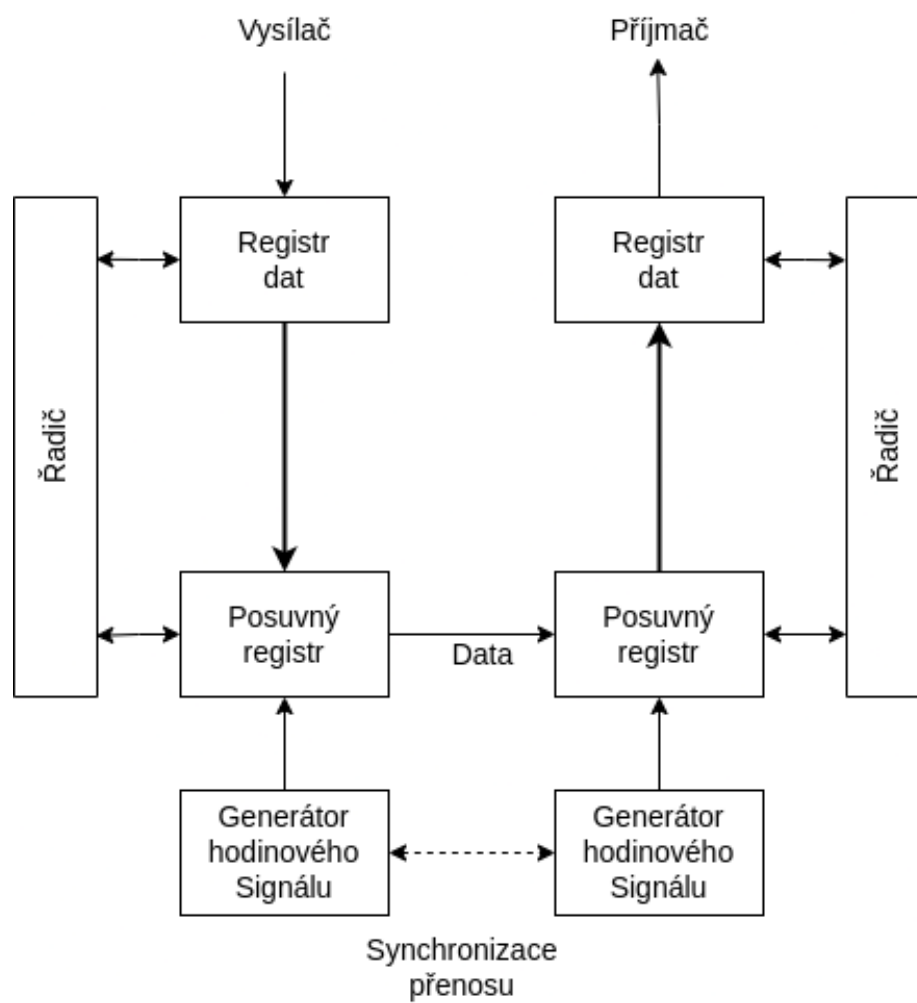


Figure 14: seriový\_prenos

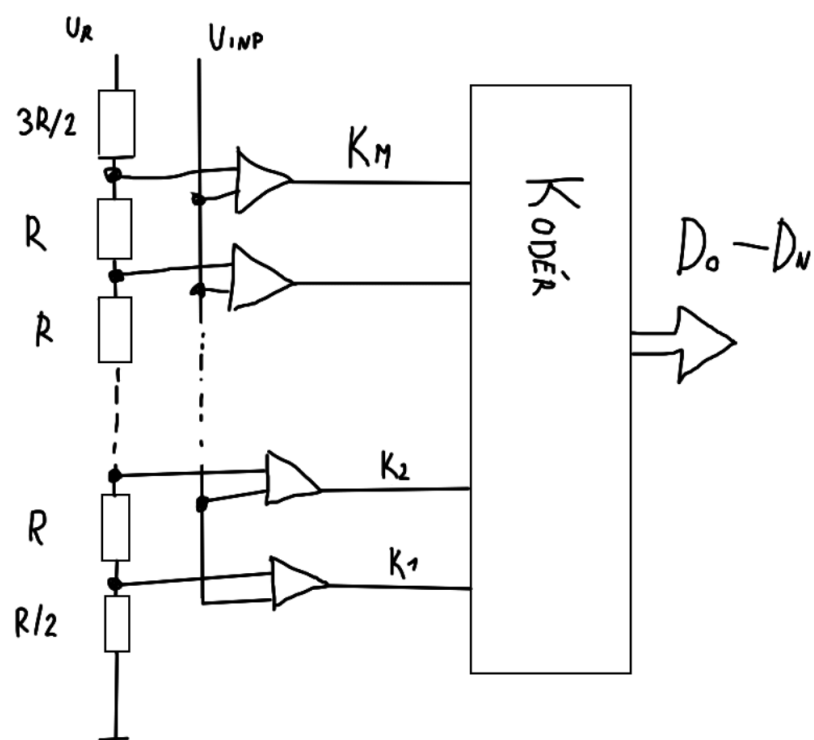


Figure 15: komparacni\_prevodnik

**Popište konstrukci a fungování základních D/A převodníků.**

- Převádí digitální signál na analogový
- PWM (Pulse Width Modulation)
  - Převodníky mají velké zpoždění
  - Pro převod slouží RC článek
  - Hodnota analog. signálu je „zakódována“ jako poměr mezi stavy vypnuto a zapnuto
- Paralelní převodníky
  - Přímý převod číselné hodnoty na stejnosměrný proud
  - Základem je většinou odporová síť
  - Typy:
    - \* Váhově řazené hodnoty odporů (1:2:4:8..64:128) (náročné dodržet poměr kvůli přesnosti odporů)
    - \* R-2R

**NÁKRES D/A?**

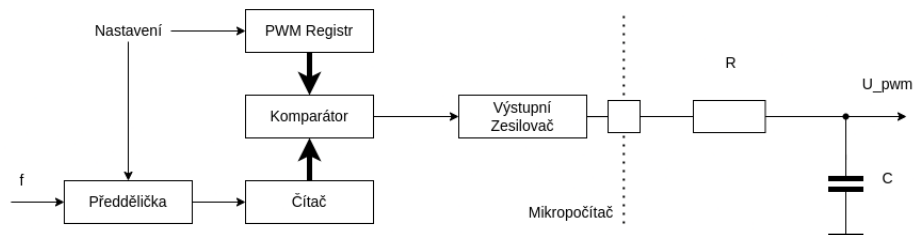


Figure 16: pwm\_převodník

**Jaké speciální periferie mikropočítačů znáte?**

- Řízení dobíjení baterií
- Vysílače a přijmače IR signálu
- USB rozhraní typu klient
- Řadiče LCD a LED

## 8. Monitory

**Jak funguje CRT???**

**Na jakých principech fungují LCD monitory?**

- zkratka LCD znamená Liquid crystal display
- Každý pixel se skládá ze 3 subpixelů
- Jádrem LCD je TN (twisted nematic) struktura, která je z obou stran obklopena polarizačními vrstvami
- Princip (TN):

- Světlo projde prvním filtrem a polarizuje se
- Projde vrstvami pootočených tekutých krystalů, které světlo otočí o 90stupnu
- Světlo projde i druhým polarizačním filtrem, které je otočeno o 90stupnu proti prvnímu
- (TN-LCD, které v klidovém stavu bez přivedeného napětí propouští světlo)
- Po přivedení napětí nematická struktura přestane otáčet světlo, a druhý polarizační filtr ho nepustí

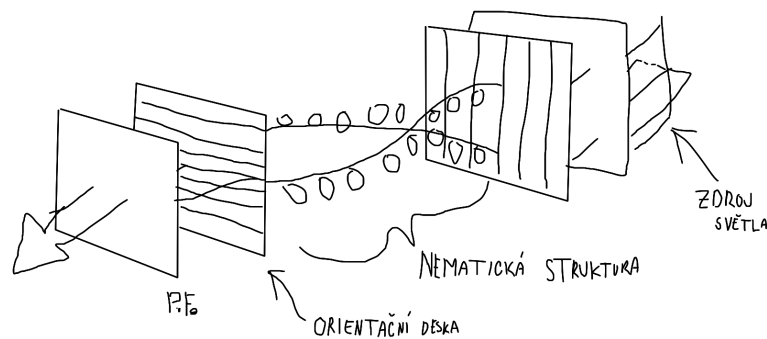


Figure 17: lcd

(tady světlo otáčí == pixely jsou zaplé)

- 2 typy:
  - TN - v klidovém stavu svítí
  - IPS - v klidovém stavu nesvítí

#### Jaké jsou základní výhody a nevýhody LCD monitorů?

- Výhody:
  - Kvalita obrazu
  - Životnost
  - Spotřeba energie
  - Odrazivost
  - Bez emisí
- Nevýhody:
  - Citlivost na teplotu
  - Pevné rozlišení

- Vadné pixely
- Doba odezvy
- Není úplně černý, kvůli podsvícení

### Jak fungují OLED zobrazovací jednotky?

- Organic Light Emmiting Diode

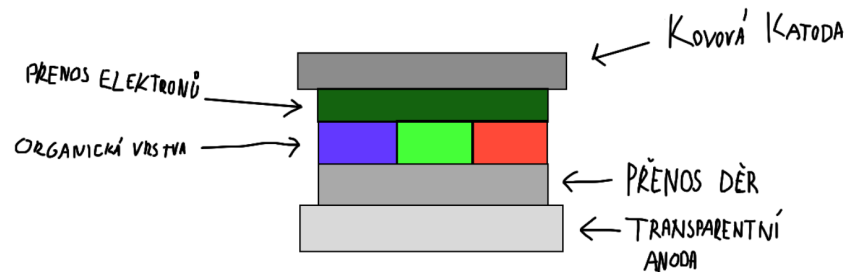


Figure 18: OLED

- Při přivedení napětí se elektrony (záporné částice) začnou hromadit v organické vrstvě, blíže k anodě
- Díry (kladné částice) se hromadí na opačné straně blíže katodě
- V organické vrstvě začne docházet ke srážkám a vzájemnou eliminací vzniká světlo

### Jaké jsou výhody a nevýhody OLED technologie?

- Výhody:
  - Jsou samy o sobě zdrojem světla.. nepotřebují podsvícení
  - Vysoký kontrast
  - Tenké
  - Nízká spotřeba
  - Dobrý pozorovací úhel
  - Možnost instalace na pružný podklad
- Nevýhody:
  - Vyšší cena
  - Většinou malé displaye pro mobilní zařízení
  - Degradace materiálu (organického)

### Jak funguje zobrazovací jednotka s technologií E-Ink?

- Elektrina je potřeba jen pro refresh (malý proud, 5-15 V)

- V čiré kapalině jsou jen 2 barvy, můžou tvořit gradient pomocí rozdělení elektrod
- Horní elektrody musí být průsvitné
- Princip:
  - V průhledných kapslích jsou obsaženy kladné a záporné částice různých barev (většinou černá a bílá)
  - Po přivedení napětí se částice v čirém roztoku podle svého náboje přitáhnou k elektrodě opačné polarity
  - Přes průhlednou horní elektrodu jde vidět barva

### Jaké jsou výhody a nevýhody E-Ink?

- Výhody:
  - Vysoké rozlišení
  - Dobrá čitelnost
  - Není potřeba podsvícení
  - Nulová spotřeba při zobrazování statické informace
  - Nízká spotřeba při překreslení
  - Tenké
- Nevýhody:
  - Dlouhý refresh (100+ms)
  - Málo odstínů šedi
  - Špatné barevné rozlišení

### Jak je u E-Ink řešena podpora více barevných úrovní?

- Rozdělením elektrod
- V případě barev:
  - Stejně jako u LCD => barevné filtry
  - Nad každou kapslí je jeden barevný filtr z trojice RGB
  - Špatné barvy.. barevá hloubka je 4096

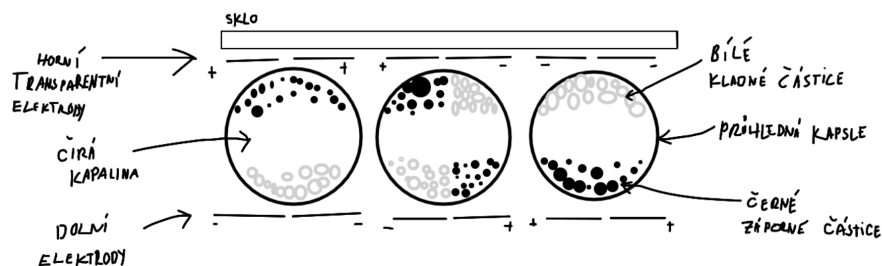


Figure 19: eink

## 9. Disky

### Typy pamětí (externích)?

- Magnetické paměti
  - Pevný disk
  - Disketová mechanika
- Optické Paměti
  - CD
  - DVD
- Magnetooptické paměti

### Jaký je princip ukládání dat u magnetických pamětí?

- Záznamové médium má tvar kruhové desky (disk, disketa), nebo dlouhé pásky
- Je pokryto magnetickou vrstvou a pohybuje se konstantní rychlostí
- V bodu dotyku s povrchem je štěrba magnetického obvodu (štěrba je díra v té hlavě (magnetickém obvodu)).. štěrba + mag. obvod tvoří jádro
- Pokud magnetickým obvodem prochází proud, vzniká magnetický tok, který se díky šterbině dostává do okolí, a ovlivňuje magnetickou vrstvu

TODO: CHS vs LBA

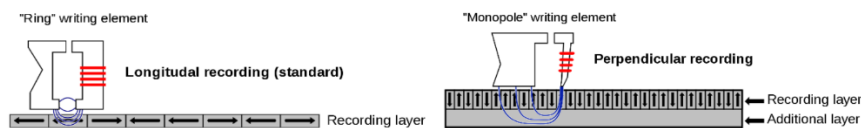


Figure 20: zapis\_na\_disk

- Podélný zápis:
  - Menší hustota
- Kolmý zápis:
  - 10x větší kapacita
  - Větší technická náročnost

### Jak funguje pevný disk?

- Proud je převeden na indukci
- Disk je vyroben z nemagnetického materiálu, který je pokryt feromagnetickou vrstvou
- Povrch je pokryt magnetickými doménami, které mají specifickou orientaci, při zápisu se mění jejich orientace

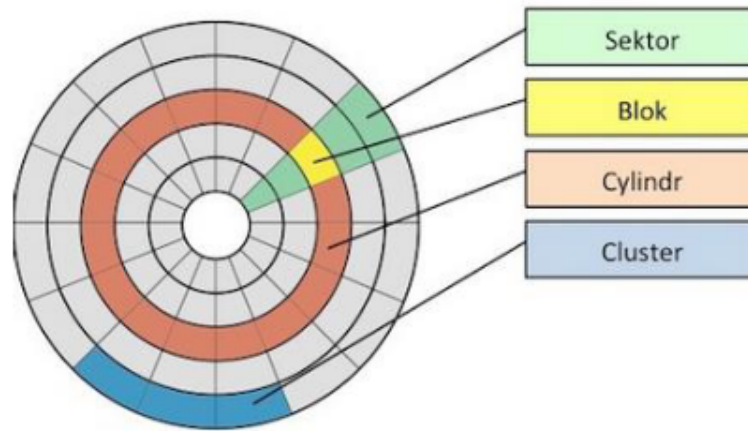


Figure 21: disk

#### Jaký je princip ukládání dat u optických pamětí?

- Materiál - polykarbonát
- Záznam pomocí pitů a landu (jamky a pevniny)
- Čtecí senzor rozpozná změnu tak, že když světlo narazí na pit, rozptýlí se s posunutou periodou
- Zapisuje se laserem
- Většinou WORM - Write once read many (times)

#### CD-ROM

- Compact Disk Read Only Memory
- Rychlejší než diskety
- Přehrávač musí měnit rychlost disku, aby zajistil stálou rotaci
- Čtení pomocí IR laseru
- Čte se ze vnitřní strany do vnější

#### DVD

- Digital Versatile Disc
- Vesměs vysokokapacitní CD
- Používá laser ve viditelné vlnové délce - červený

## 10. CUDA

- Rozšíření jazyka C/C++



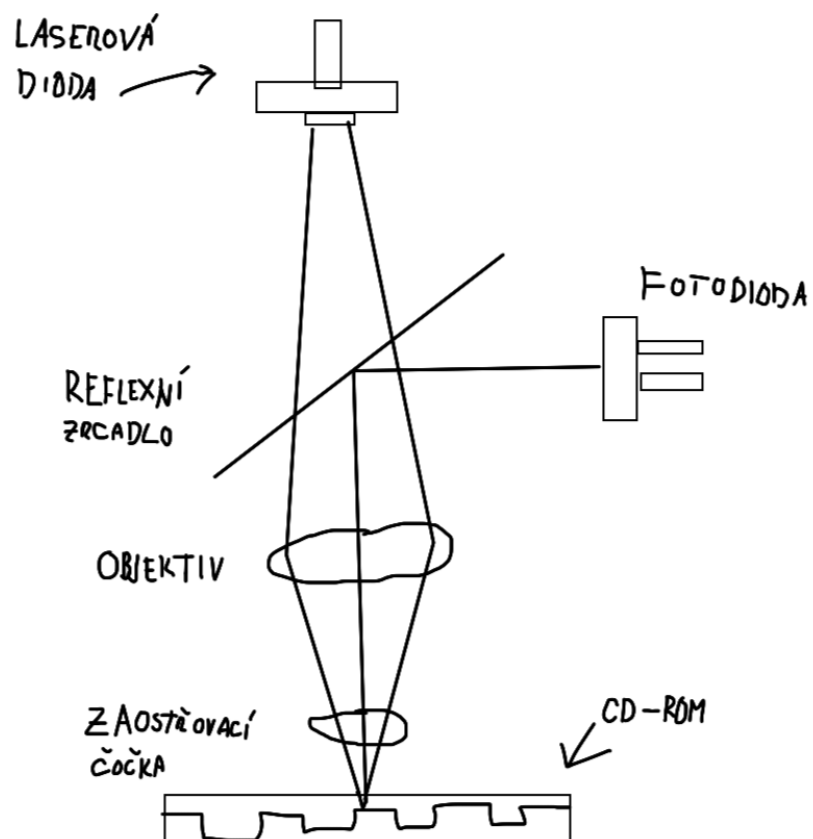


Figure 22: optic

- Funguje jen na Nvidia kartách
- Warp je skupina jader, která je ovládána schedulerem
  - Každý warp má svůj dekodér instrukcí a scheduler
  - Každé jádro má FP unit a INT unit

### Výhody GPU/CUDY?

- Masivní Paralelizace
- GPU je navržena pro zpracování výpočetně náročného kódu s omezeným počtem podmíněných skoků (nejlépe bez IFů)

### Čím se musí řídit programátor při práci s CUDA?

- Jádra musí být na sobě nezávislá (GPU negarantuje pořadí exekuce threadu)
- Musí určit správný počet bloků a vláken
- Nepoužívat IFy (a cykly)
- TODO Unified Memory???

### Organizace mřížky?

- Kód kernelu musí být přizpůsoben mřížce
- Pro určení pozice threadu v mřížce lze použít předdefinované proměnné (blockIdx, ..)
  - `x = blockIdx.x * blockDim.x + threadIdx.x;`
  - `y = blockIdx.y * blockDim.y + threadIdx.y;`

### Jaký je postup?

- (alokuje se místo na GPU)
- přkopírují se data z hostu do device
- zapnou se thready v GPU multiprocesoru
- vykonají se thready v GPU multiprocesoru
- přkopírují se data z GPU zpátky do host

### Rozšíření jazyka C/C++?

- Modifikátory funkcí:
  - `__device__` - Pouze GPU (vykonání i zavolání na GPU)
  - `__global__` - Pro oboje (vykonána na grafické kartě, ale zavolána z procesoru)
  - `__host__` - Pouze pro procesor
- Kvantifikátory (qualifier) proměnných (nikdy jsme je irl nepoužili):
  - `__device__`
  - `__constant__`
  - `__shared__`
- Datové typy s příponou 1,2,3,4 .. např `int3`

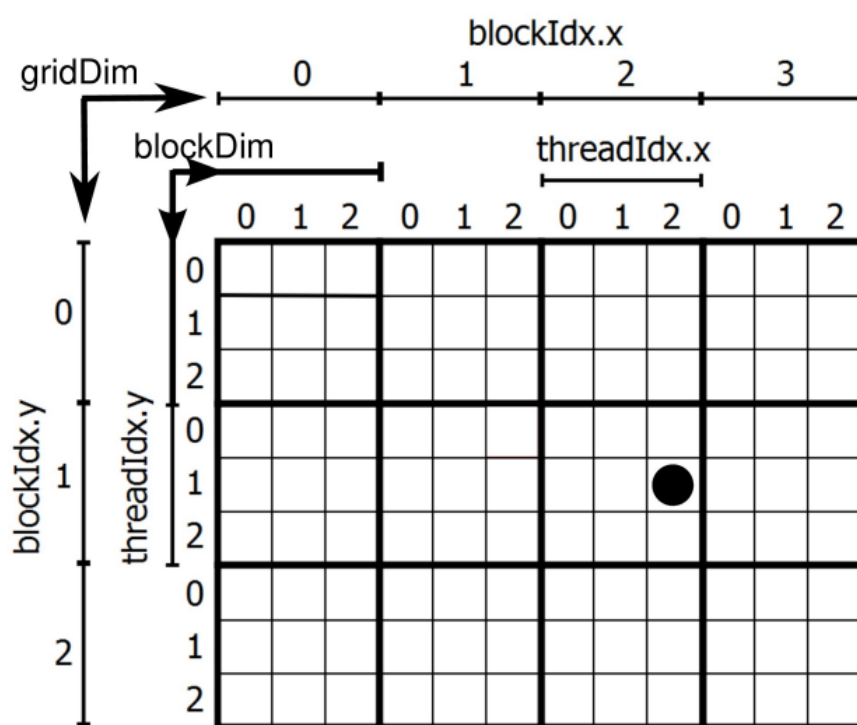


Figure 23: `cuda_grid`

- char
- uchar
- int
- uint
- short
- ushort
- long
- ulong
- float
- double (double1, double2) (off-topic fact.. float a double unsigned neexistují)
- dim3 je uint3
- jmeno\_funkce<<<pocet\_bloku, pocet\_vlaken>>>(parametry)

## 11. RP2040 a ARM Cortex-A77

### RP2040

- Levný mikrokontrolér (kolem 50 Kč), používaný v R Picu, vydán v lednu 2021
- 2 jádra ARM Cortex M0+ až 133MHz
- 264kB SRAM (rozdělena do 6 banek)
- 16MB flash paměti
- DMA controller
- Periferie:
  - 2x UART controller
  - 2x SPI controller
  - 2x I2C controller
  - PWM controller
  - Watchdog
  - RTC

### ARM Cortex A-77

- nad 3GHz
- ARMv8-A architektura (instrukční sada) - Harvard
- 64bit
- Vydán v roce 2019
- 13 úrovně zřetězení
- 8 Jader
- L1, L2 a L3 cache
- FPU
- Out of Order Zpracování instrukcí
- Primárně v mobilech s androidem => nízká spotřeba
- TODO: přečíst

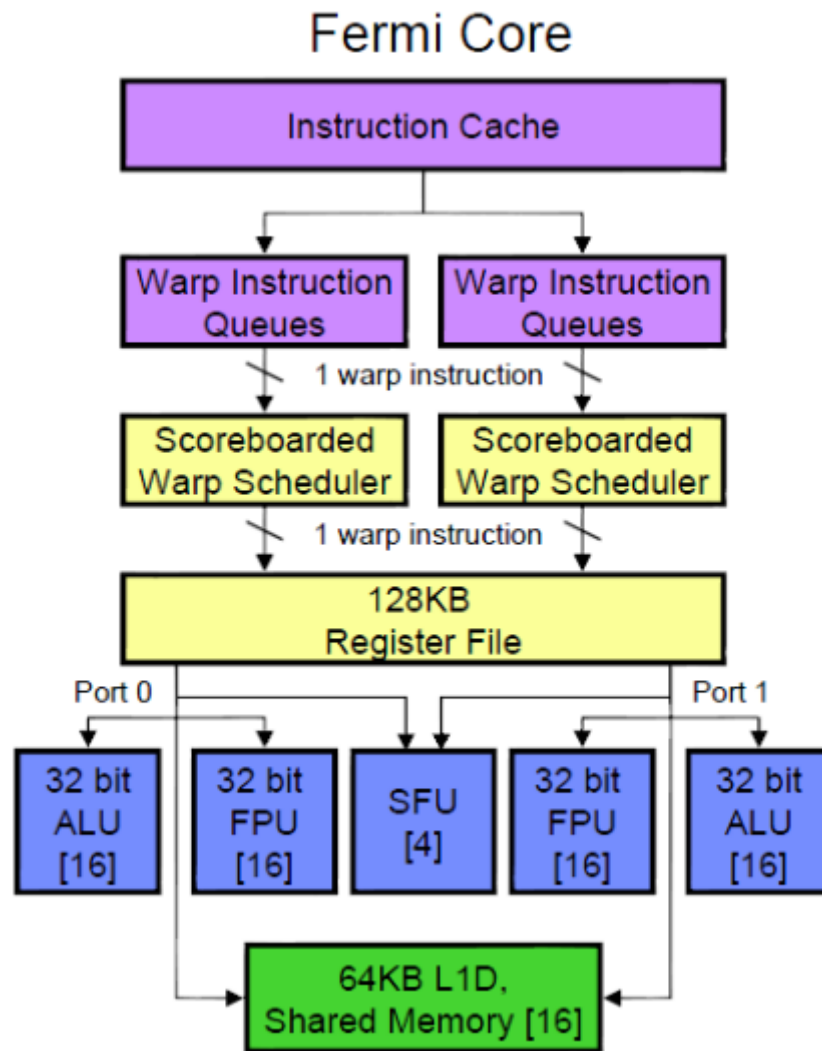


Figure 24: fermi

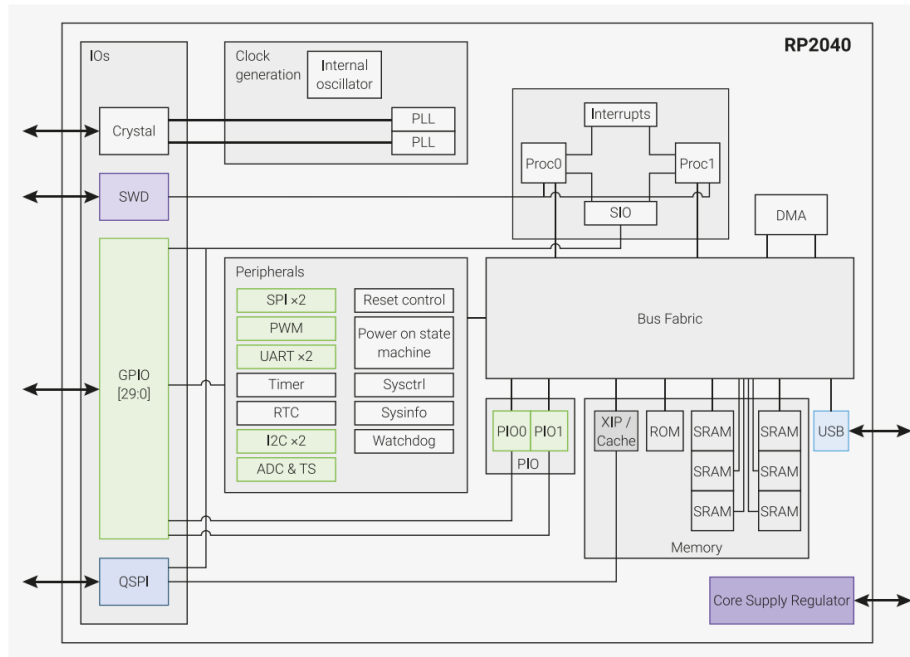


Figure 25: rp2040

## Cortex-A77: Microarchitecture overview

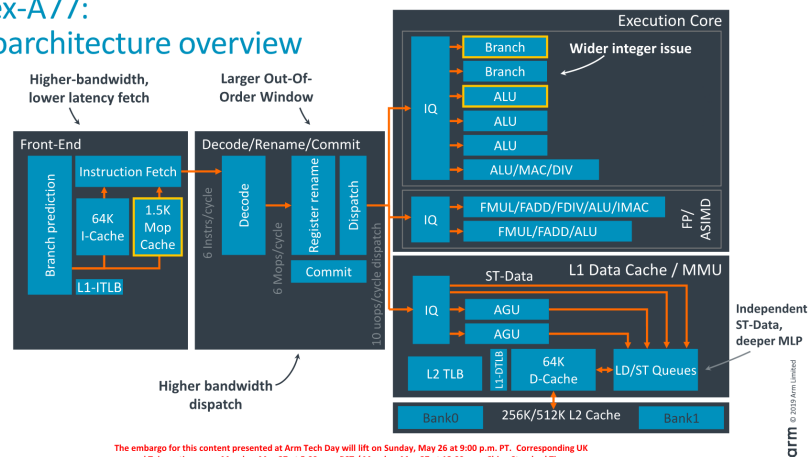


Figure 26: a77

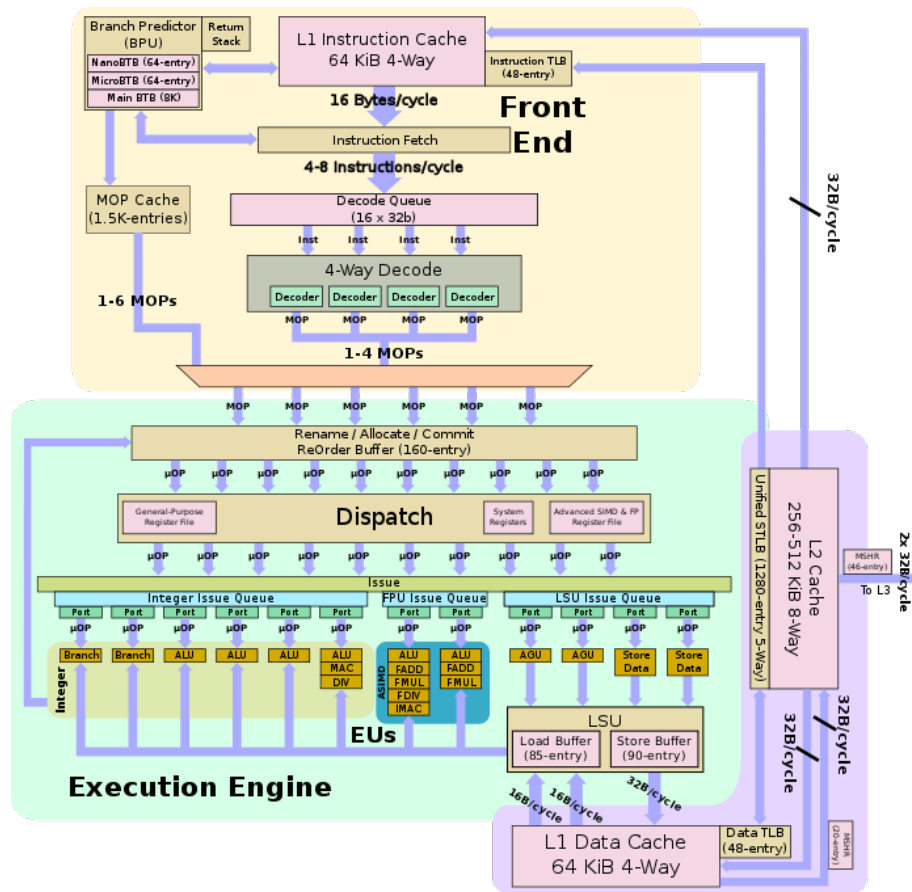


Figure 27: a77\_full

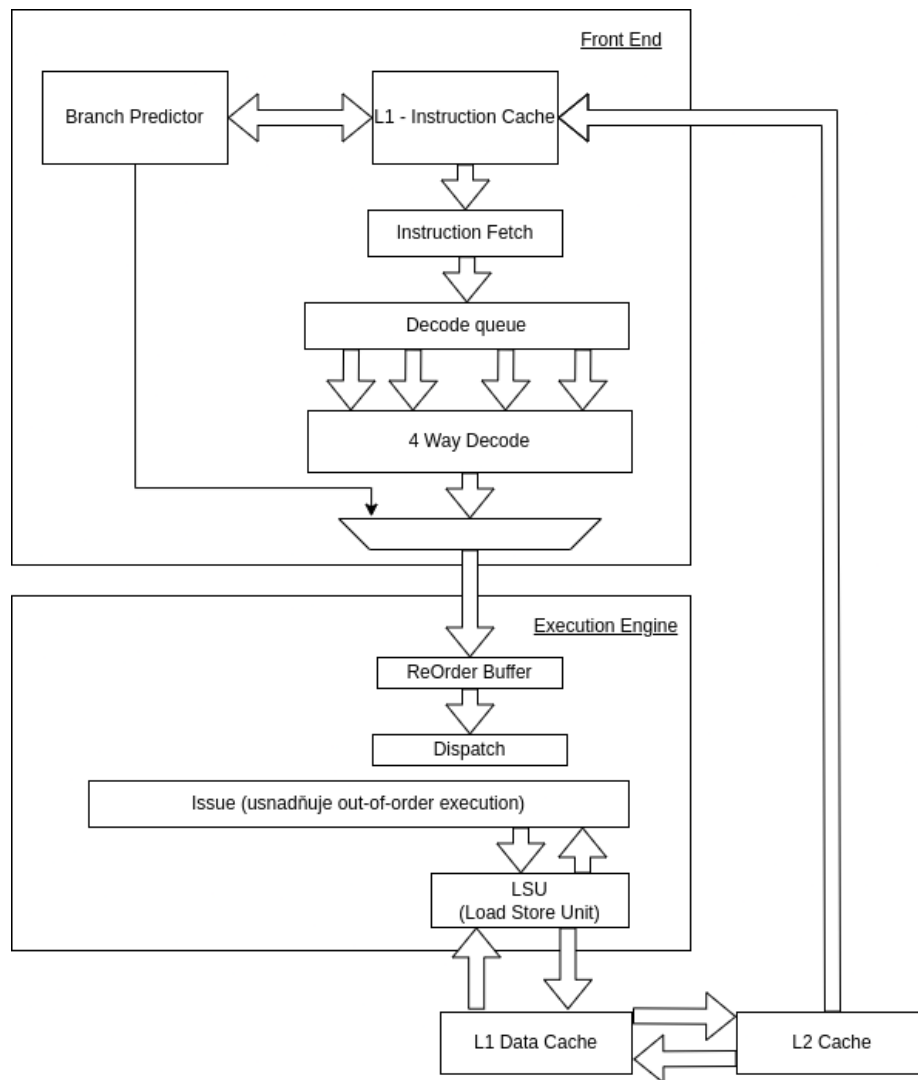


Figure 28: a77\_simple



## Následovník Pentia Pro?

In order to get a closer look at how the P6 family micro-architecture implements Dynamic Execution, Figure 2-3 shows a block diagram of the Pentium II processor with cache and memory interfaces. The “Units” shown in Figure 2 represent stages of the Pentium II processor pipeline.



Figure 29: pentium\_2

Strana 21