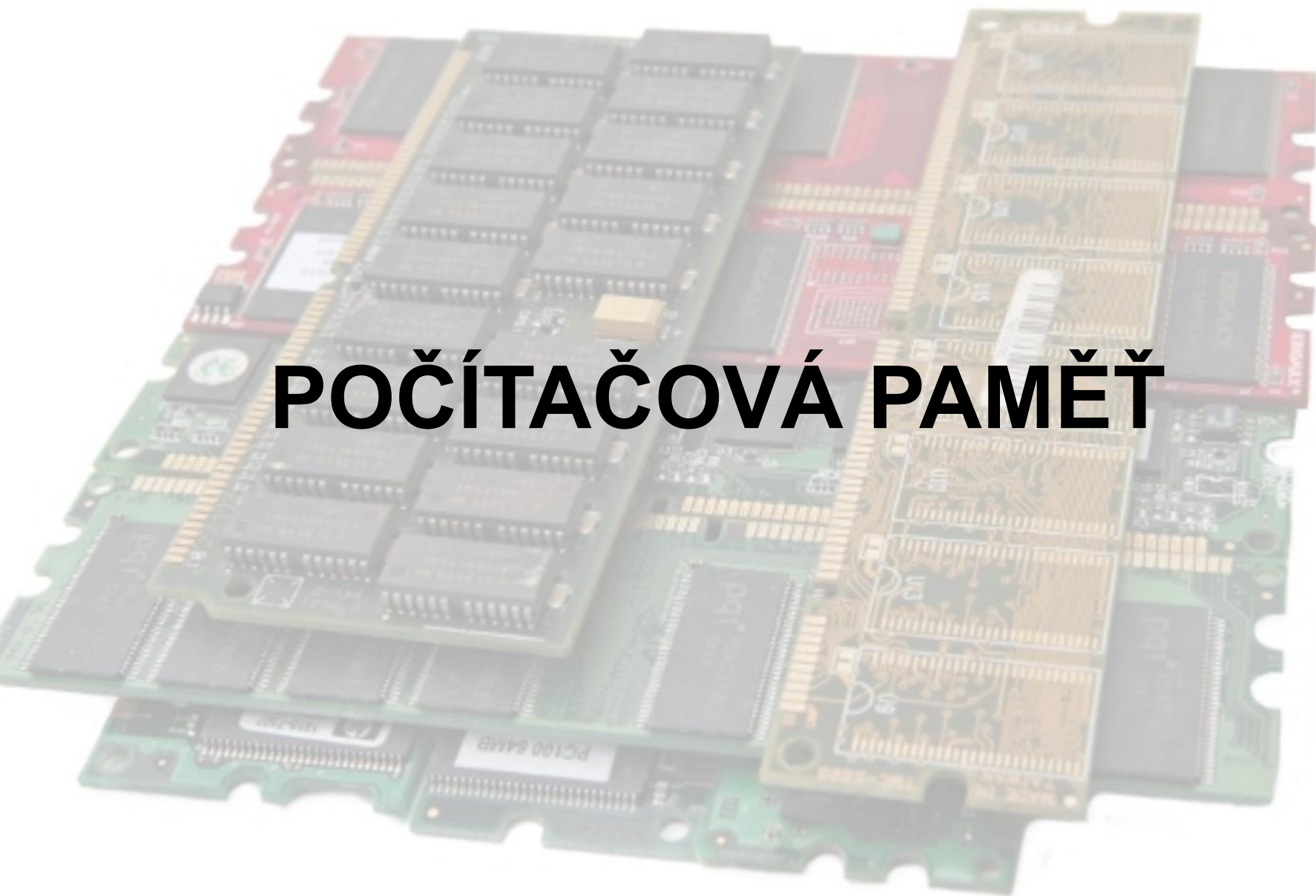


POČÍTAČOVÁ PAMĚŤ



DĚLENÍ PAMĚTÍ

- Paměti můžeme dělit dle různých kritérií:
 - podle přístupu k buňkám paměti
 - podle možnosti změny dat
 - podle technologie realizace paměťové buňky nebo technologie výroby
 - podle organizace paměti aj.
- Primárně je dělíme na paměti:
 - ROM (Read Only Memory)
 - RWM (Read Write Memory)

DĚLENÍ PAMĚTÍ

- Aby bylo možné paměť použít jako paměť operační, musí umožňovat čtení i zápis (RWM)
 - častěji však vidíme označení RAM (Random Access Memory). Takto se ale obecně označuje libovolná (polovodičová) paměť, do které je možno libovolně přistupovat a cokoli měnit
 - po ztrátě napětí (výpadku proudu) se veškeré informace v ní uložené ztratí
 - jedná se o paměti, které jsou energeticky závislé – říkáme, že paměť je tzv. **volatilní**

PAMĚTI – dělení

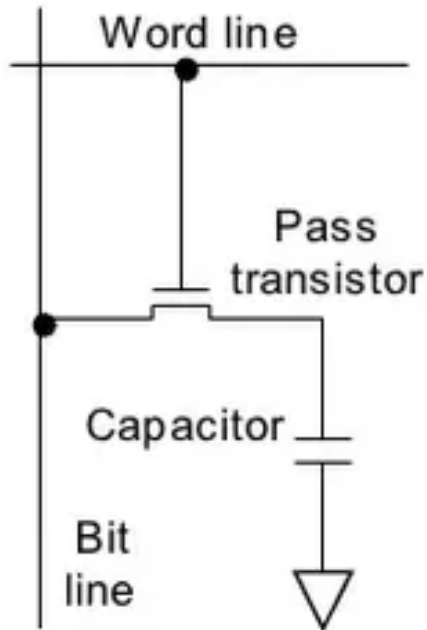
- Podle principu činnosti paměti dělíme na:
- **Statické**
 - paměťová buňka SRAM je realizována jako bistabilní klopný obvod, tj. obvod, který se může nacházet vždy v jednom ze dvou stavů, které určují, zda v paměti je uložena 1 nebo 0

PAMĚTI

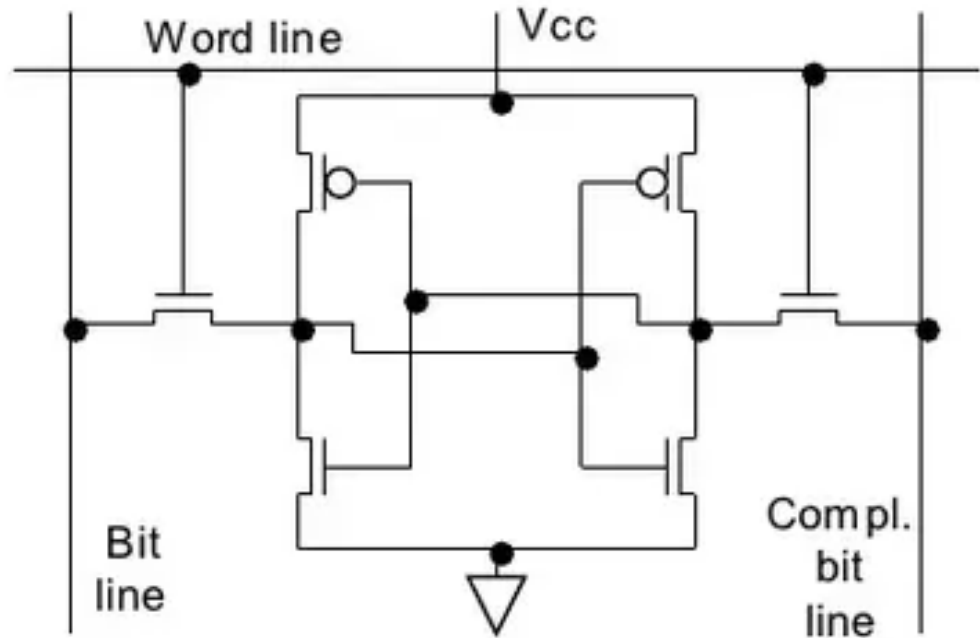


- **Dynamické**
 - v paměti DRAM je informace uložena pomocí elektrického náboje na kondenzátoru
 - tento náboj má tendenci se vybíjet
 - aby nedošlo ke ztrátě uložené informace, je nutno periodicky provádět tzv. refresh, tj. oživování paměťové buňky

DRAM vs. SRAM



(a) DRAM cell



(b) Typical SRAM cell

DRAM vs. SRAM



- Fyzické charakteristiky
 - jednotranzistorová buňka DRAM je jednodušší a menší
- Uchování dat
 - DRAM vyžaduje občerstvování (refresh) náboje kondenzátoru
- Hustota a rychlost
 - DRAM dosahuje vyšší hustoty buněk než SRAM
 - SRAM umožňuje rychlejší přístup než DRAM
- Cena
 - DRAM dosahuje nižší ceny za bit než SRAM

Paměti typu ROM

- **ROM** jsou paměti, ve kterých jsou data uložena trvale
 - jedná se tedy o statické, energeticky nezávislé (nevolatilní) paměti, určené pouze ke čtení
 - data v nich jsou uložena výrobcem nebo existují varianty, u kterých lze informaci uložit až podle přání uživatele (PROM = Programmable ROM)

Paměti typu ROM

- **PROM**

- obsah programován „přepalováním“ propojek elektrickým impulsem

- **EPROM**

- obsah programován elektricky, mazán UV světlem

- **EEPROM (Flash ROM)**

- obsah programován i mazán elektricky

Paměti typu ROM

- paměť EPROM:
- pohled na čip v EPROM:



DIPP – Dual Inline Pin Package

- Byly to obyčejné integrované obvody osazené přímo na základní desce nebo rozšiřující kartě v patcích
 - jejich kapacita byla 256Kb. Šířka datového přenosu byla 1 až 4 bity



DIPP – Dual Inline Pin Package

- AST Rampage AT – RAM karta s paměťovými čipy DIPP

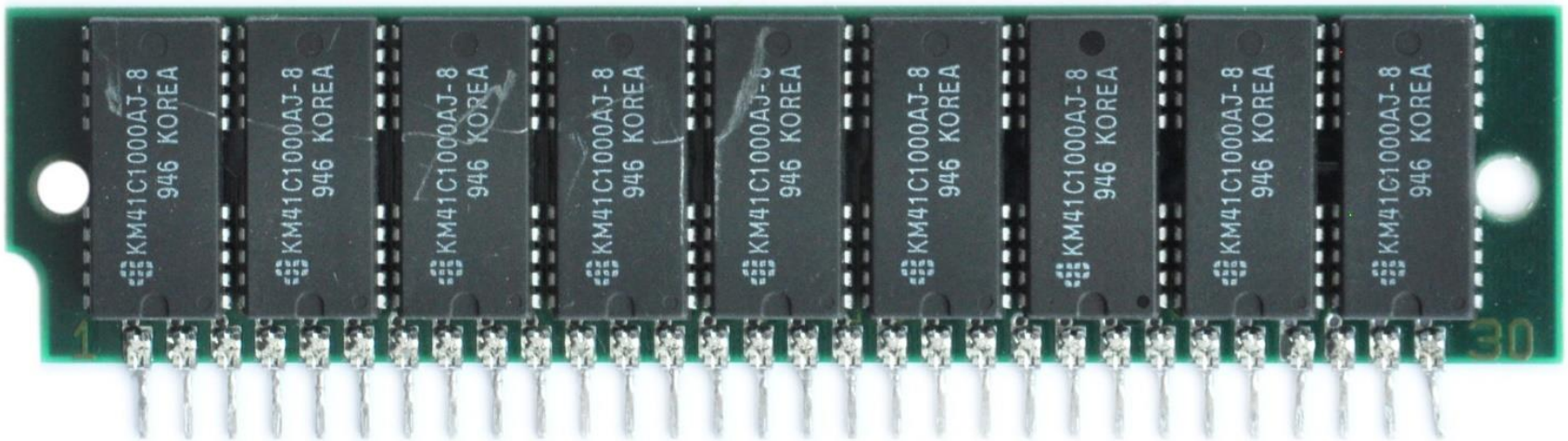


SIPP – Single Inline Pin Package

- Druhá generace pamětí DRAM
 - datová šířka 8 bitů
 - typické kapacity: 256 kB, 1 MB, 4 MB
 - modul měl 30 pinů (drátových vývodů) podél jednoho okraje, což odstranilo potřebu montovat každý čip zvlášť
 - používaly se především do počítačů 80286 a 80386SX

SIPP – Single Inline Pin Package

- tento typ se příliš neuchytil, drátové vývody se často ohýbaly a lámaly



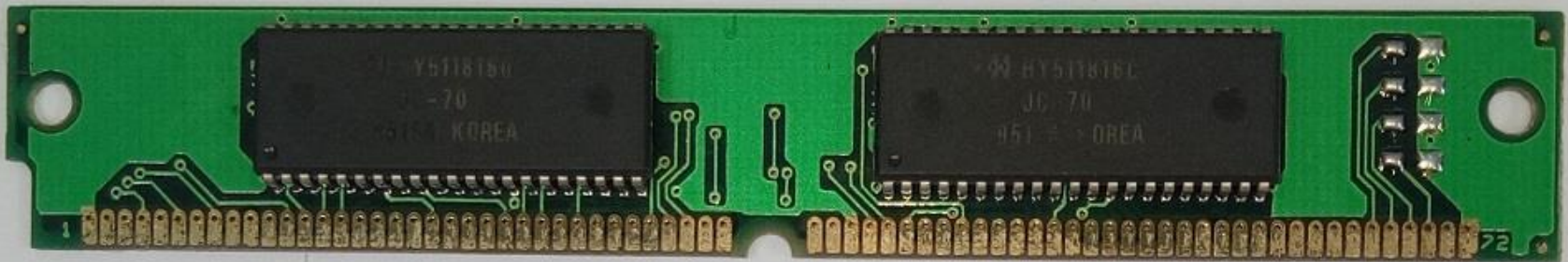
SIMM – Single Inline Memory module

- V podstatě totožné jako moduly SIPP, ale došlo k vylepšení konektoru
 - vyráběly se ve dvou provedeních:
 - 30 pinové s datovou šířkou 8 bitů
 - 72 pinové s datovou šířkou 32 bitů



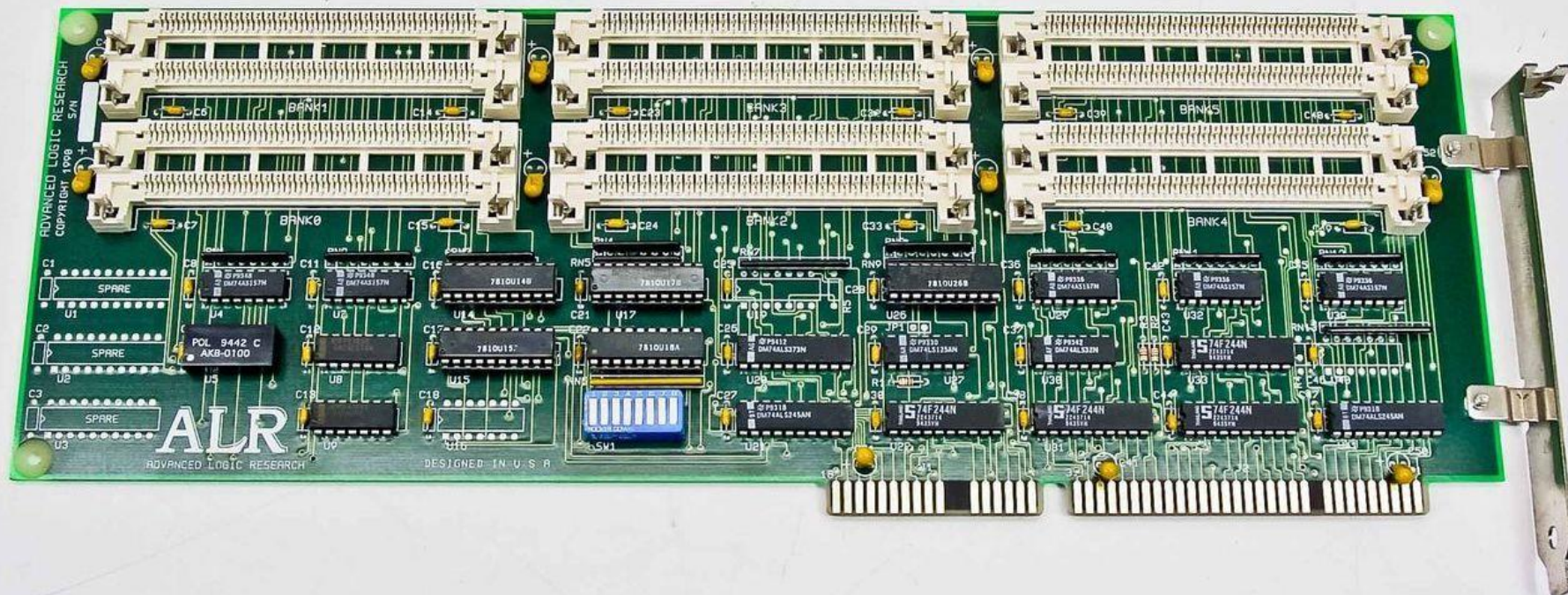
SIMM – Single Inline Memory module

- 72 pinový SIMM



SIMM – Single Inline Memory module

- ALR – RAM karta osazená 30 pinovými SIMM



DIMM – Dual Inline Memory module

- DIMM postupně nahradily SIMM s navýšením podílu Intel Pentia na trhu
 - hlavní rozdíl mezi SIMM a DIMM je, že DIMM má samostatné elektrické kontakty na každé straně modulu
 - dalším rozdílem je, že standardní SIMM moduly jsou 32 bitové, zatímco DIMM jsou 64 bitové

DIMM – Dual Inline Memory module

- Paměťové moduly DIMM se dále dělí na:
 - 168 pinové SDR
 - 184 pinové DDR
 - 240 pinové DDR2
 - 240 pinové DDR3
 - 284 pinové DDR4
- - 72 pinové SO-DIMM (32 bitové)
 - 144 pinové SO-DIMM (64 bitové)

SDR - Synchronous Dynamic Random Access Memory

- **SDR** – dělení podle rychlosti:
 - PC66 SDRAM na frekvenci 66 MHz
 - maximální propustnost 533 MB/s
 - PC100 SDRAM na frekvenci 100 MHz
 - maximální propustnost 800 MB/s
 - PC133 SDRAM na frekvenci 133 MHz
 - maximální propustnost 1066 MB/s
 - PC150 SDRAM na frekvenci 150 MHz
 - maximální propustnost 1200 MB/s

SDR - Synchronous Dynamic Random Access Memory

- Dělení podle napájení:
 - 5 V první modely
 - 3,3 V standardní SDRAM
- Některé SDRAM pracují na dvojím napětí 3,3/5 V

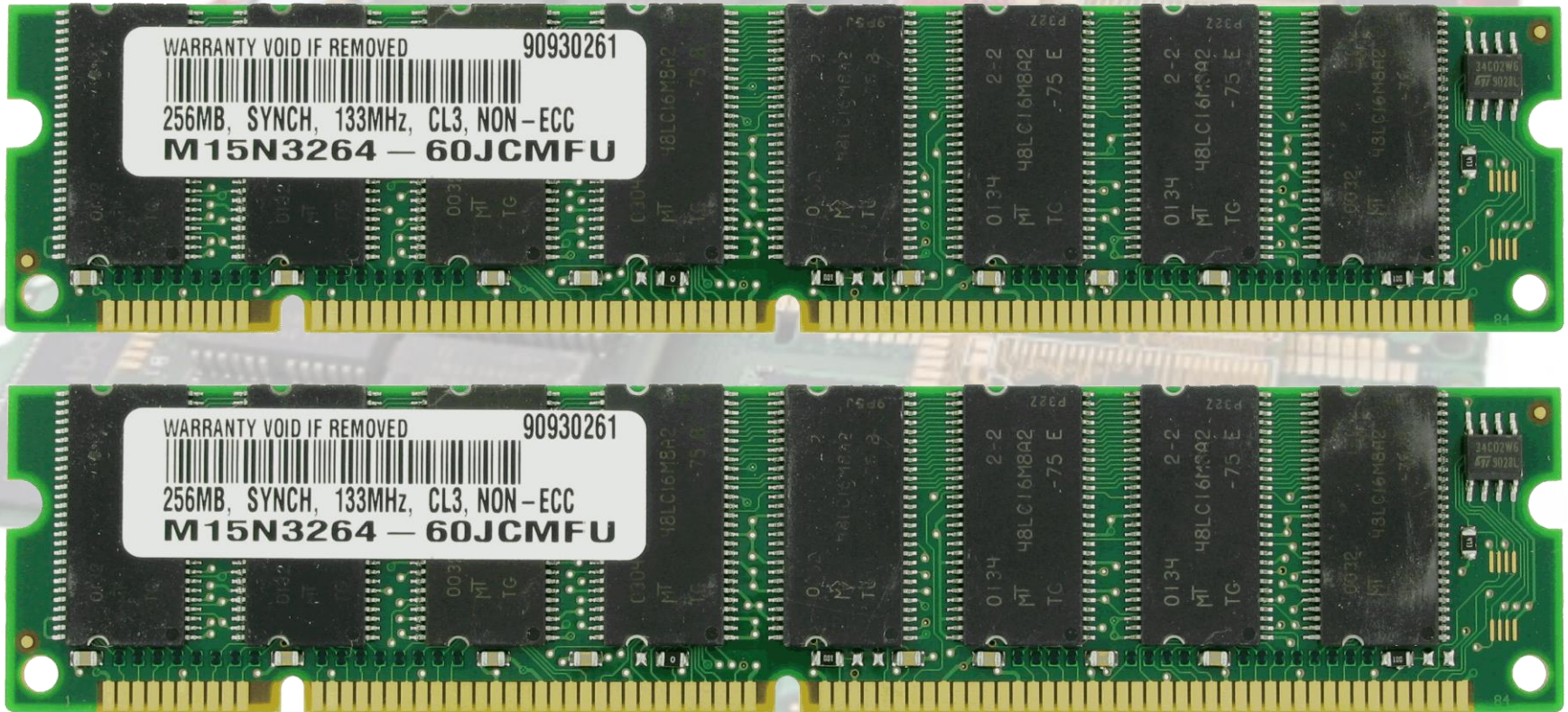
SDR - Synchronous Dynamic Random Access Memory

- Dělení podle CAS latence:
 - CL 1 (nejrychlejší)
 - CL 2
 - CL 3 (nejpomalejší)
- Typická kapacita od 16 MB do 512 MB

CAS latency

- **CAS** (Column Address Strobe) Latency
 - je doba mezi okamžikem, kdy paměťový řadič požádá paměťový modul o data uložená na nějaké jeho adrese, a okamžikem, než se tato data objeví na výstupních pinech paměťového modulu
 - udává se v počtu hodinových cyklů
 - číslo je bezrozměrné

SDR - Synchronous Dynamic Random Access Memory



DDR – Double Data Rate SDRAM

- **DDR** dosahuje vyššího výkonu než předchozí typ SDRAM tím, že přenáší data na obou hranách hodinového signálu
 - to zvyšuje efektivní výkon téměř dvakrát bez nutnosti zvyšování frekvence sběrnice
 - DDR paměti na 100 MHz jsou tedy přibližně stejně rychlé jako SDR paměti na 200 MHz
 - podle specifikace JEDEC jsou paměti DDR napájeny napětím 2,5 V nebo 2,6 V

DDR – Double Data Rate SDRAM

- někteří výrobci dodávají na trh testované moduly schopné pracovat na vyšším napětí pro lepší přetaktování a stabilitu, nebo naopak nižším napětí pro nižší spotřebu
- paměťové moduly DDR mají 184 pinů a zámek, který zaručuje správnou instalaci do slotu na základní desce
- nejsou kompatibilní s SDRAM (mají pouze 168 pinů), ani s DDR2 (240 pinů)

DDR – Double Data Rate SDRAM



DDR2 – Double Data Rate 2 SDRAM

- **DDR2** – rychlejší nástupce DDR
 - hlavní rozdíl mezi DDR a DDR2 spočívá v tom, že u DDR2 je sběrnice taktována na dvojnásobku rychlosti paměťové buňky
 - během jednoho cyklu paměťové buňky mohou být přenesena čtyři slova dat
 - DDR2 dokáže efektivně pracovat na dvojnásobku rychlosti DDR

DDR2 – Double Data Rate 2 SDRAM

- DDR2 pracují při standardním napětí 1,8 V až po nestandardní a rizikové 2,4 V
- moduly většinou snedou napětí v rozpětí 1,8–2,2 V, pak může dojít k poškození
- časování závisí na frekvenci, bývá od CL4 po CL7
- při dané frekvenci se podle časování mění odezva

DDR2 – Double Data Rate 2 SDRAM

Standardní označení	Takt paměti	Doba cyklu	I/O takt sběrnice	Počet přenesených dat během sekundy	Časování	Označení modulu	Propustnost
DDR2-400	100 MHz	10 ns	200 MHz	400 milionů	CL4-5	PC2-3200	3,2 GB/s
DDR2-533	133 MHz	7,5 ns	266 MHz	533 milionů	CL4	PC2-4200	4,266 GB/s
DDR2-667	166 MHz	6 ns	333 MHz	667 milionů	CL4-5	PC2-5300	5,333 GB/s
DDR2-800	200 MHz	5 ns	400 MHz	800 milionů	CL3-6	PC2-6400	6,4 GB/s
DDR2-1066	266 MHz	3,8 ns	533 MHz	1,066 miliard	CL5-7	PC2-8500	8,533

DDR2 – Double Data Rate 2 SDRAM



DDR3 – Double Data Rate 3 SDRAM

- **DDR3** je evoluční nástupce pamětí DDR2
 - hlavní rozdíl je v rychlosti pamětí
 - počáteční 1,066 GHz proti 400 MHz u DDR2
 - nejvyšší 2,133 GHz proti 1,2 GHz
 - existují i moduly 2,4 GHz a více
 - napětí určené standardem JEDEC bylo sníženo z 1,8 na 1,5 V
 - ve skutečnosti ale většina modulů potřebuje napětí mezi 1,65 a 1,8 V

DDR3 – Double Data Rate 3 SDRAM

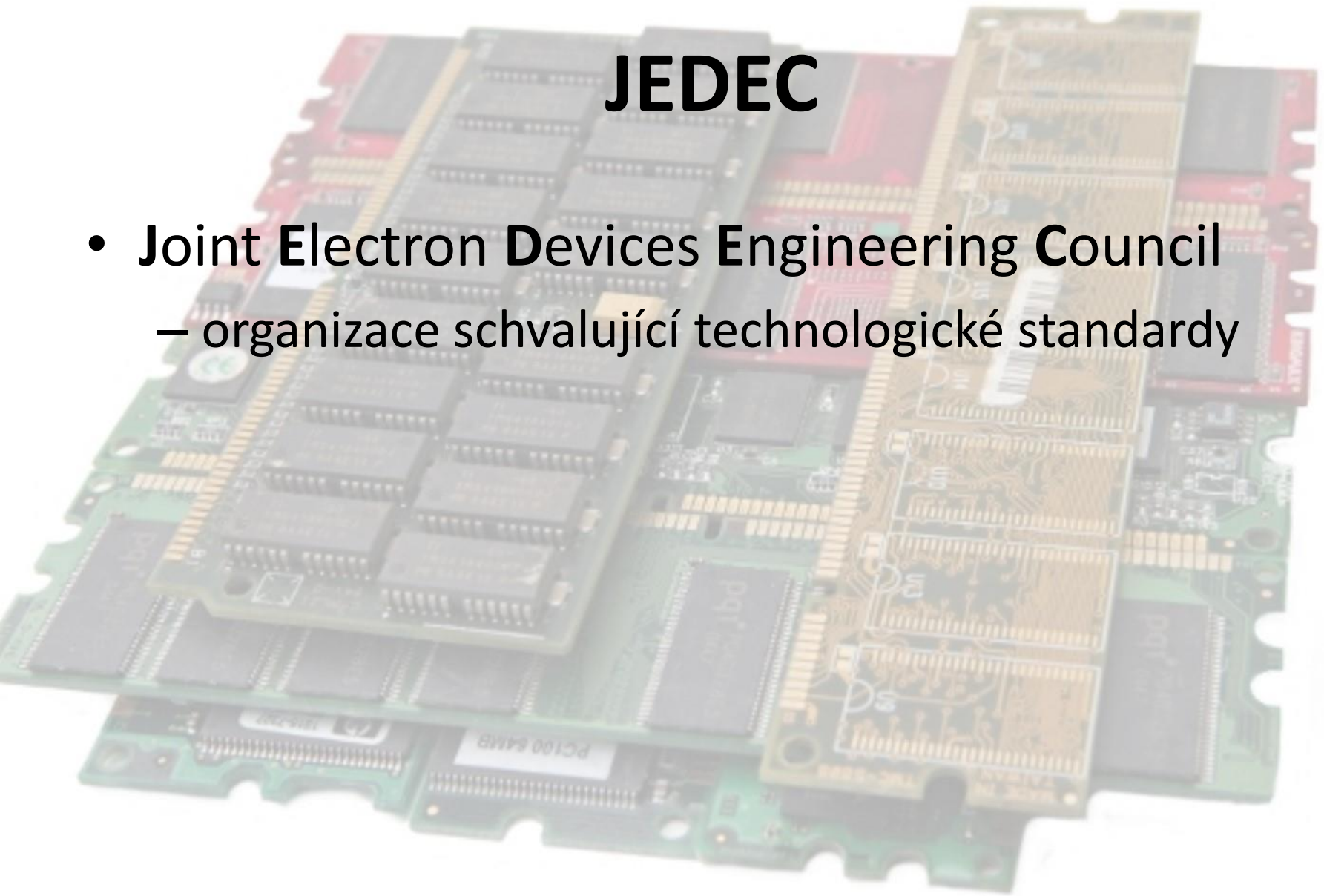
Standardní označení	Takt paměti	Doba cyklu	I/O takt sběrnice	Počet přenesených dat během sekundy	Časování	Označení modulu	Propustnost
DDR3-800	100 MHz	10 ns	400 MHz	800 milionů	CL5-6	PC3-6400	6,4 G B/s
DDR3-1066	133 MHz	7,5 ns	533 MHz	1,066 miliard	CL6-8	PC3-8500	8,533 GB/s
DDR3-1333	166 MHz	6 ns	667 MHz	1,333 miliard	CL7-10	PC3-10600	10,667 GB/s
DDR3-1600	200 MHz	5 ns	800 MHz	1,6 miliard	CL8-11	PC3-12800	12,8 GB/s

DDR3 – Double Data Rate 3 SDRAM



JEDEC

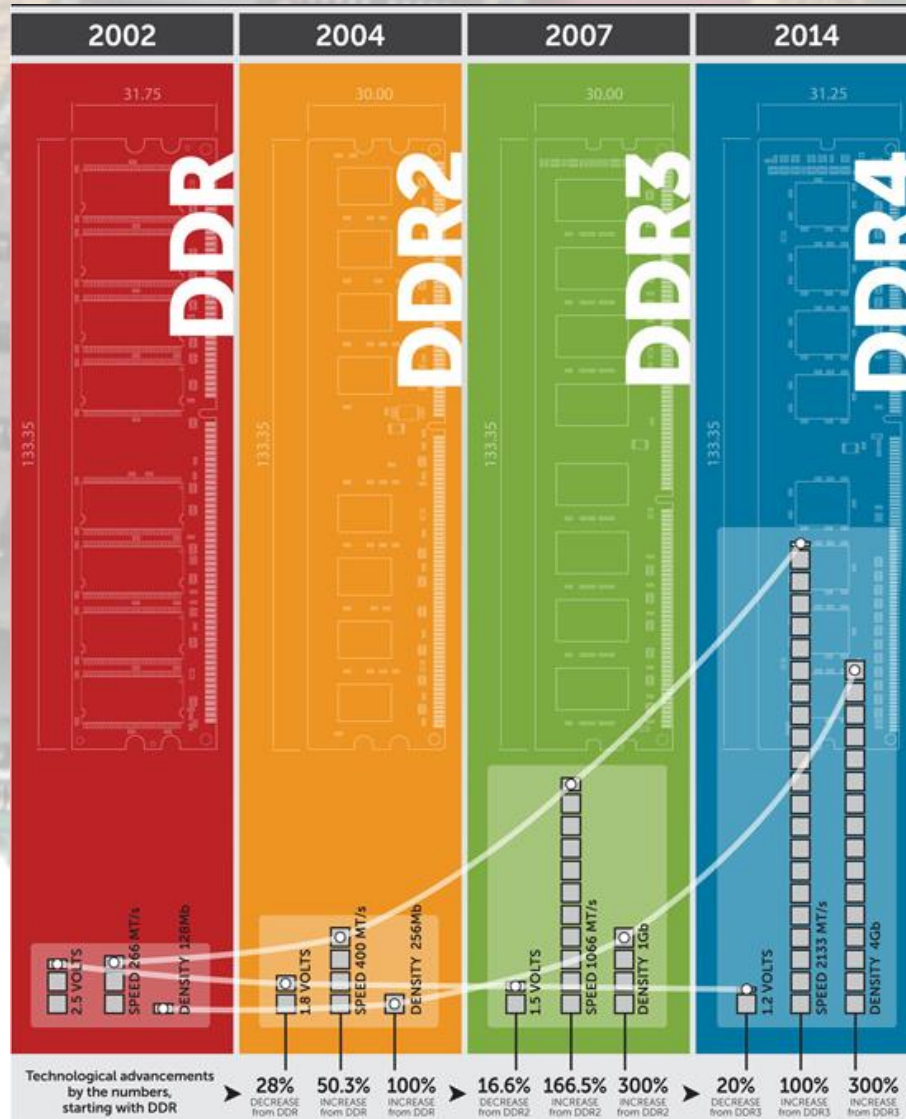
- **Joint Electron Devices Engineering Council**
– organizace schvalující technologické standardy



DDR4 – Double Data Rate 4 SDRAM

- DDR4 – nástupce DDR3
 - 288 pinů
 - začínají na CL15
 - modul 2133 MHz zpracuje až 17 GB dat/s
 - napájecí napětí 1,2 V, některé typy až 1,05 V
 - DDR4 spotřebuje o 40 % méně energie než DDR3

DDR – srovnání



DDR – srovnání

- DDRL = takto označení moduly podporují snížené napájecí napětí:

TYP (standard)	Frekvence	Napětí (DDR / DDRL)
DDR	200–400 MHz	2,5–2,6 V
DDR2	400–1066,67 MHz	1,8 V
DDR3	800–2133,33 MHz	1,5 / 1,35 V
DDR4	2133,33–4266,67 MHz	1,2 / 1,05 V

DDR5 – Double Data Rate 5 SDRAM

- od Intel Alder Lake a AMD Zen 4
- až 128 GB na 1 modul (4x více než DDR4)
- rozhraní 64 b rozděleno na 2x32 b, 288 pinů
- napětí 1.1 V (menší spotřeba)
- vyšší rychlost (až 8400 Mbps)
 - pro Ryzen 7000 (AM5, Zen4) při taktu DDR5-6000 CL 30-38-38-96
 - prozatím málo informací

DDR5 – Double Data Rate 5 SDRAM

- Trident Z5



SO-DIMM

- **Small Outline Dual Inline Memory Module**
 - zmenšené moduly DIMM pro notebooky, tiskárny, routery, apod.

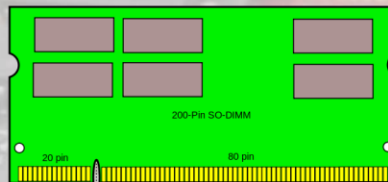


SO-DIMM – porovnání

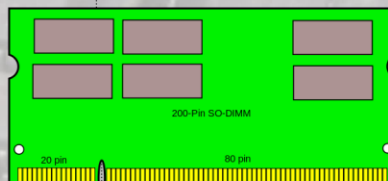
- 100 pinové paměti SO-DIMM mají dva výřezy
- 144 pinové paměti SO-DIMM mají jeden výřez poblíž středu
- 200 pinové paměti SO-DIMM mají jeden výřez blíže k jedné straně
- 204 pinové paměti SO-DIMM (DDR3) mají jeden výřez, který je blíže ke středu než u pamětí s 200 piny
- 256 pinové paměti SO-DIMM (DDR4)

SO-DIMM – porovnání

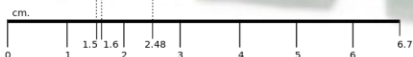
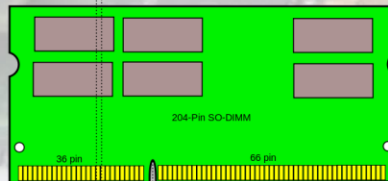
SO-DIMM DDR



SO-DIMM DDR 2



SO-DIMM DDR 3



This dimensions are for reference to give a general idea.
This is not an exact technical diagram. Standards may vary between manufacturers

SO-DIMM



A TO JE PROTENTOKRÁT VŠE

