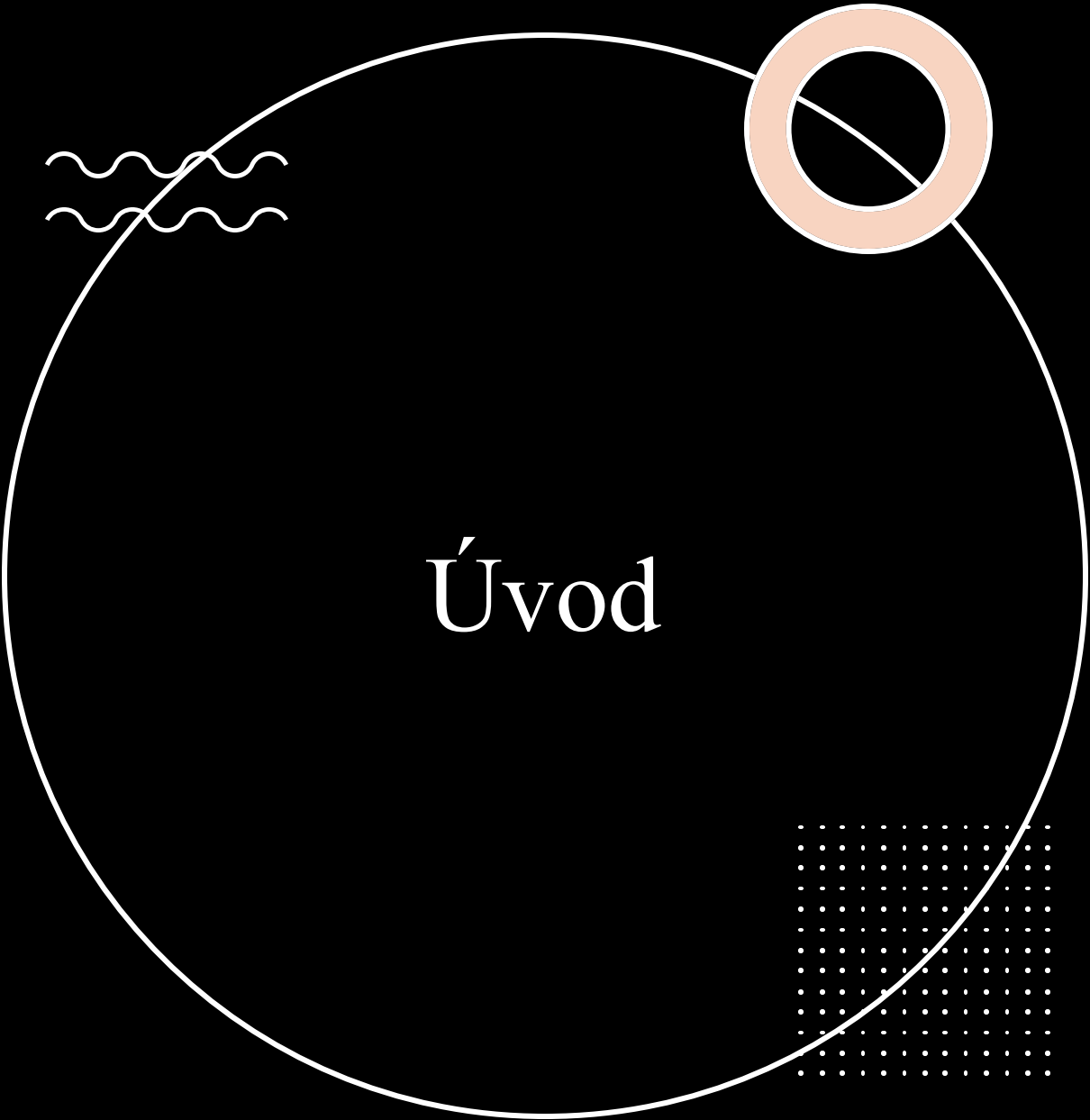


Pamäťový subsystém (RAM, cache)

- Statická, dynamická, cache a ECC pamäť
- Doba prístupu

Denis Németh
2.ročník
2025/2026



Úvod

- Pamäťový subsystém zabezpečuje uchovávanie dát a inštrukcií.
- Je jednou z najdôležitejších častí počítača.
- Výkon RAM a cache výrazne ovplyvňuje rýchlosť systému.
- Moderné počítače používajú viacúrovňové pamäte.



Rozdelenie pamätí

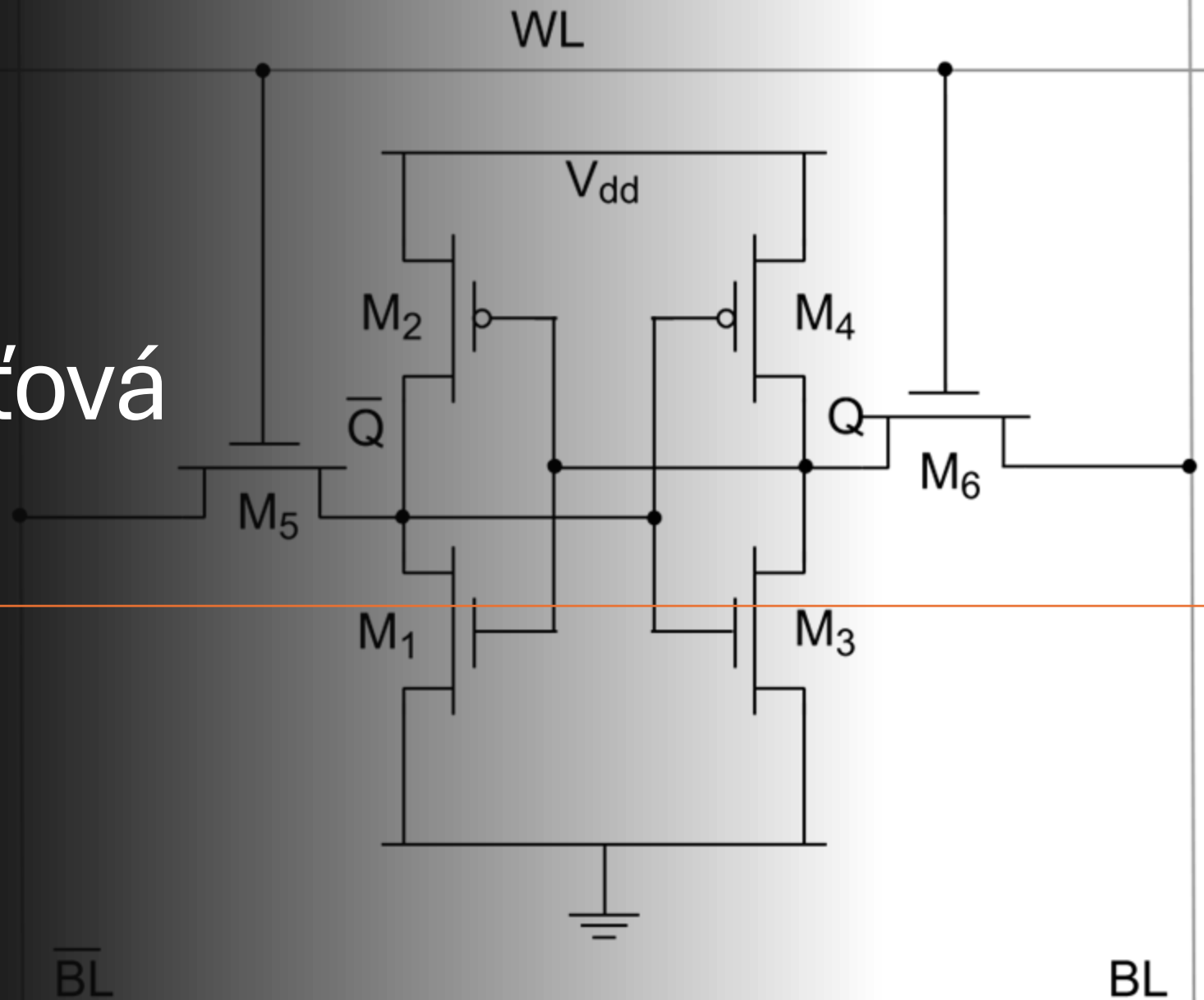
- RAM – operačná pamäť
 - SRAM – statická pamäť
 - DRAM – dynamická pamäť
 - Cache pamäť (L1, L2, L3)
 - ECC pamäť
 - VRAM – grafická pamäť
- 

SRAM

statická pamät'

- Uchováva dáta pomocou klopných obvodov.
- Nepotrebuje refresh.
- Veľmi rýchla, ale drahá.
- Používa sa najmä ako cache pamät' procesora.
- Pamät'ová bunka obsahuje približne 6 tranzistorov.

6t-SRAM paměťová bunka



DRAM

dynamická pamäť

- Dáta uchováva v kondenzátoroch.
- Vyžaduje pravidelné obnovovanie (refresh).
- Lacnejšia a hustejšia než SRAM.
- Používa sa ako hlavná operačná pamäť.
- Typická doba refreshu je 64 ms.

**Crucial Pro Overclocking
Crucial Pro DDR5-6400
CL32 32GB Kit (16GBx2)
UDIMM: OC Gaming
Memory Black**

- Je kompatibilná s multijadrovými procesormi Intel® XMP 3.0 and AMD EXPO™ s nízkou latenciou.
- Typ modulu: UDIMM
- Typ pamäte: DDR5
- Počet modulov v balení: 2
- Určené pre: Desktop Kapacita pamäte

6400 MHz

CL 32

Multitasking

Multi-core CPUs

DRAM supercharged by Micron innovation

Engineered to forge the way for the performance and energy efficiency that next-gen computing requires.



https://www.youtube.com/watch?v=haMPv_lq0FU

Game-changing speed

Obliterate your rivals and dominate the competition even as PC games push the limits of memory consumption.



Speeds up to
6,400MHz



CL32

Game. Create. Repeat.

Multitask with maximum performance while crushing the competition whether you're gaming, streaming or editing.



Elite compatibility

Supports next-gen multi-core CPUs and stable overclocking with Intel® XMP 3.0 and AMD EXPO™.

Intel®
XMP 3.0
Ready

AMD
EXPO
MEMORY OVERCLOCKING PROFILE

micron
crucial

CRUCIAL PRO

micron
CRUCIAL PRO

micron
crucial

Battle-ready style

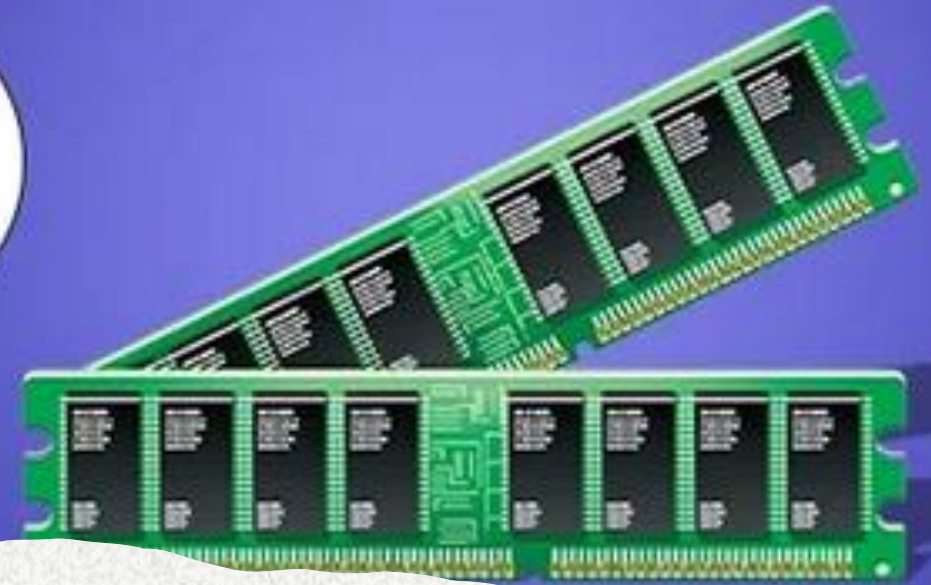
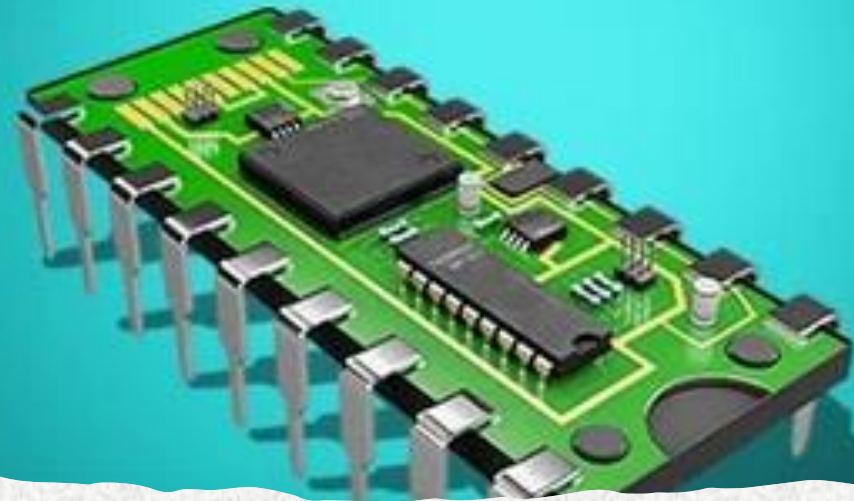
Primed-for-action heat spreader available in stealth matte black or snow fox white camo design.

micron
crucial

SRAM

DRAM

VS

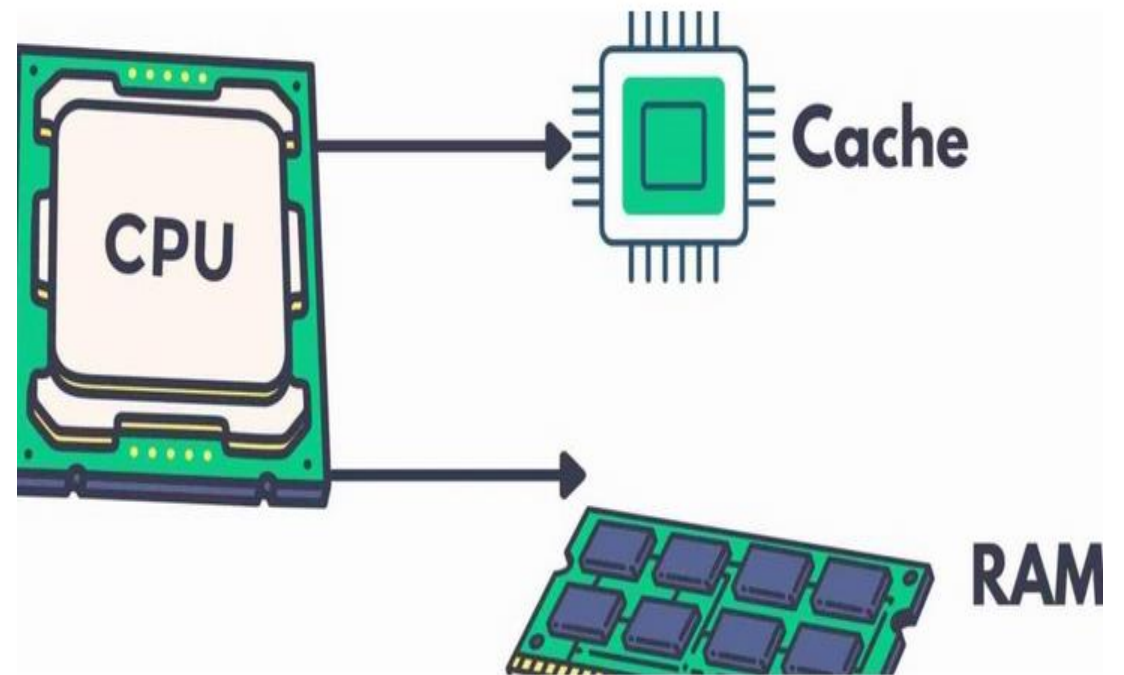


vyššia rýchlosť
vyššia cena
nižšia kapacita

potrebuje refresh
nižšia cena
vyššia kapacita

Cache pamäť

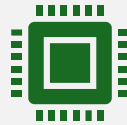
- Cache je veľmi rýchla pamäť medzi CPU a RAM.
- Uchováva často používané dáta.
- Znižuje dobu prístupu k dátam.
- L1 – najrýchlejšia a najmenšia
- L2 – väčšia a pomalšia
- L3 – zdieľaná medzi jadrami



Cache hit a cache miss



Cache hit – požadované dáta sa nachádzajú v cache.



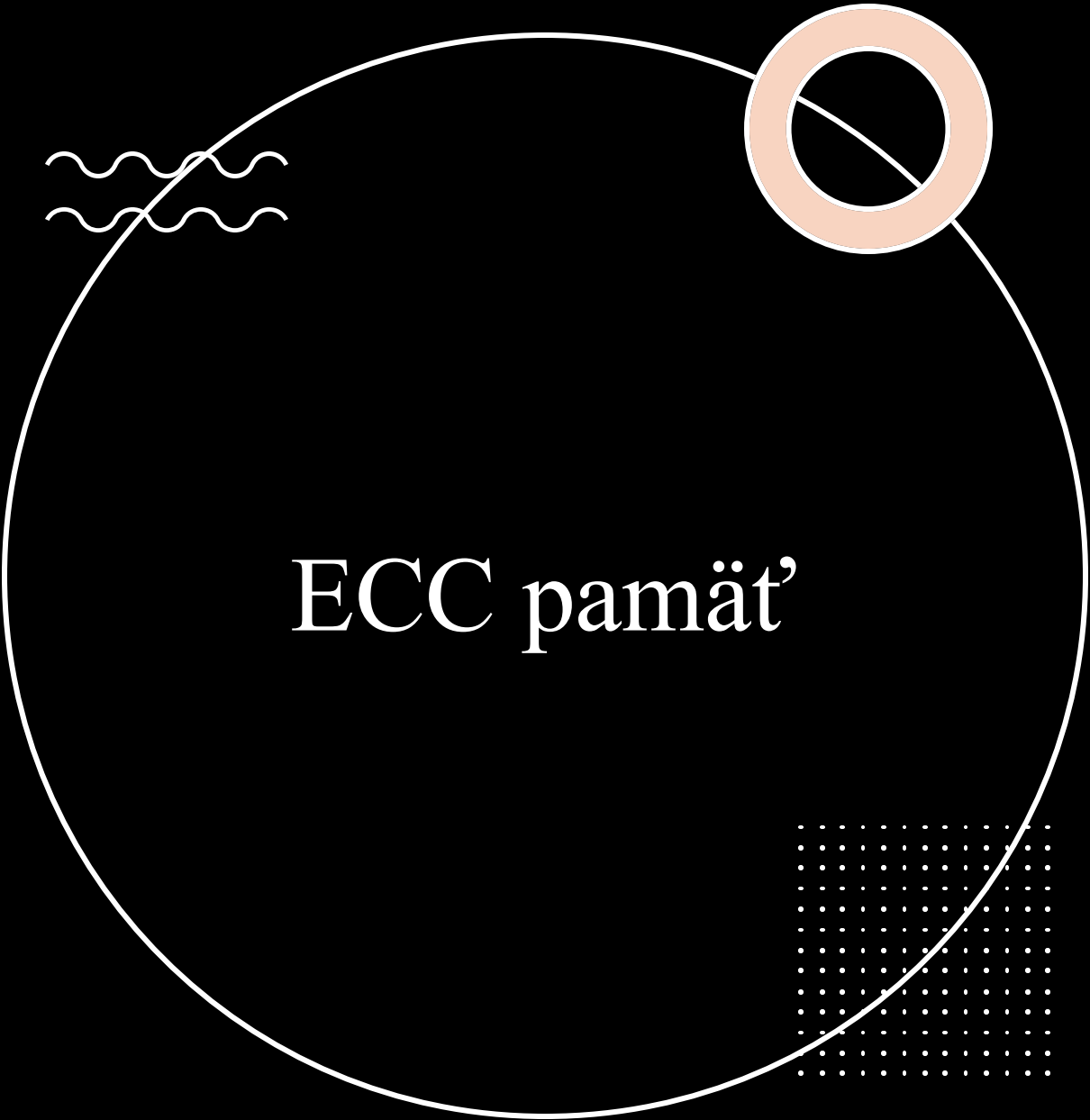
Cache miss – dáta sa musia načítať z RAM.



Vyšší hit rate znamená vyšší výkon.



Victim cache uchováva vyradené bloky z cache.



ECC pamäť

- ECC = Error Correcting Code.
- Dokáže detegovať a opravovať chyby v pamäti.
- Používa sa hlavne v serveroch a workstation.
- Zvyšuje spoľahlivosť systému.
- Nevýhodou je vyššia cena.

ECC basics

$$\text{Rate} = k / n$$

$$\text{BER} = \# \text{ decoding errors} / k$$

Message: k bits

010110

Encoder



Transmitted Message: n bits

01101010

Channel:
"Noise"



Decoded Message

010100

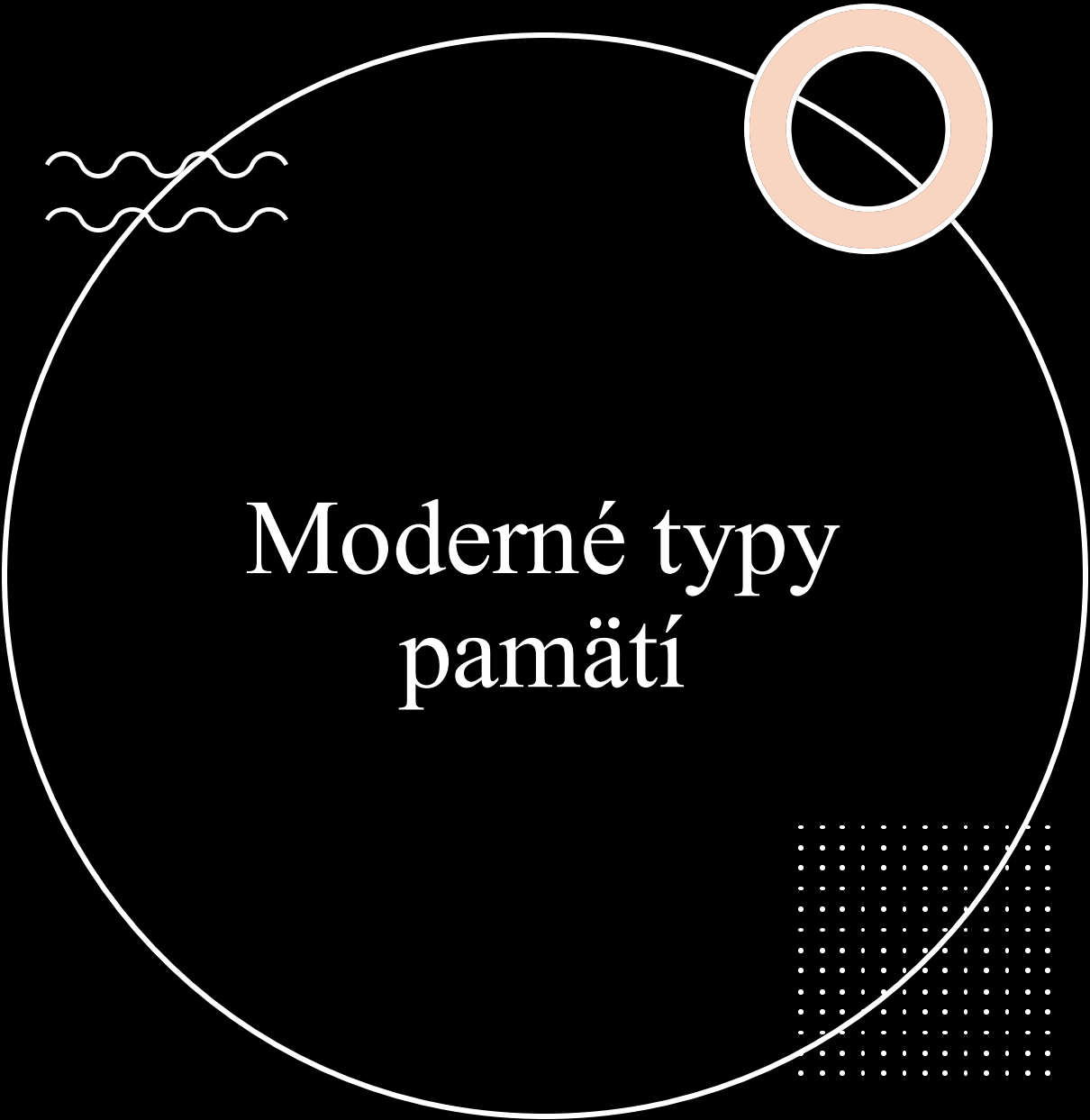
Decoder



Received Message

Doba prístupu a latencia

- Doba prístupu určuje rýchlosť pamäte.
- Dôležité parametre:
 - frekvencia RAM
 - CAS Latency (CL)
 - priepustnosť
- Nižšia latencia znamená rýchlejšiu odozvu.



Moderné typy pamätí

- DDR4 – stále veľmi rozšírená.
- DDR5 – vyššia priepustnosť a nižšia spotreba.
- GDDR6 – používaná v grafických kartách.
- HBM – extrémne rýchla pamäť pre AI a GPU.



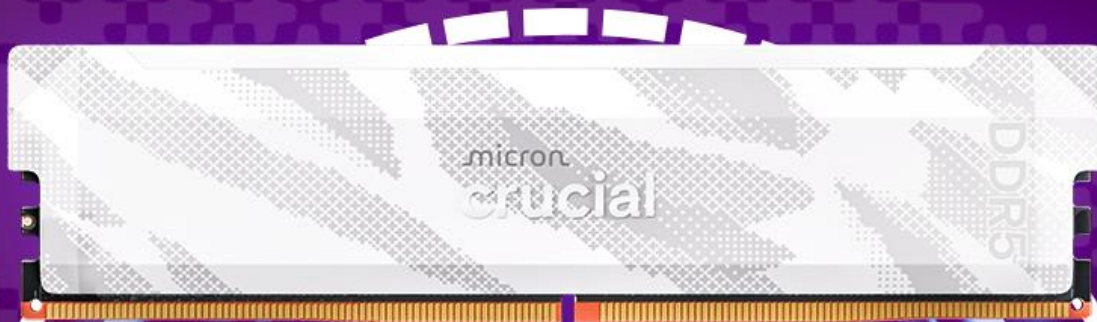
Crucial 32GB DDR4-3200 SODIMM

- Kapacita: 32 GB
- Rýchlosť: DDR4-3200
- CAS Latencia: 22
- 3200 MHz

Game-changing speed



Obliterate your rivals and dominate the competition even as PC games push the limits of memory consumption.

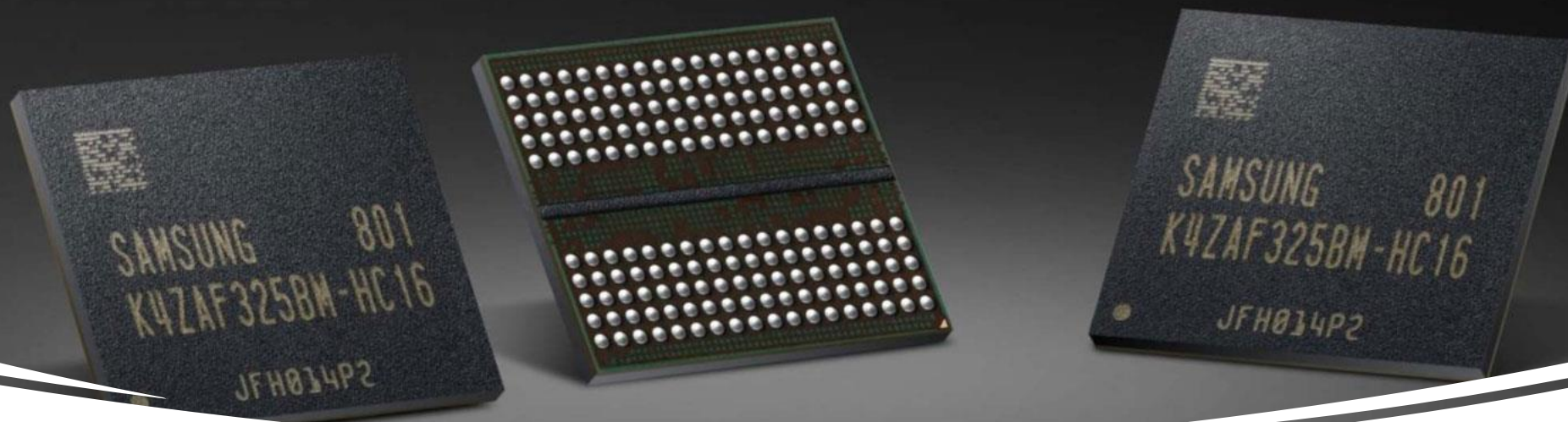


Speeds up to
6,400MHz

CL32

DDR5

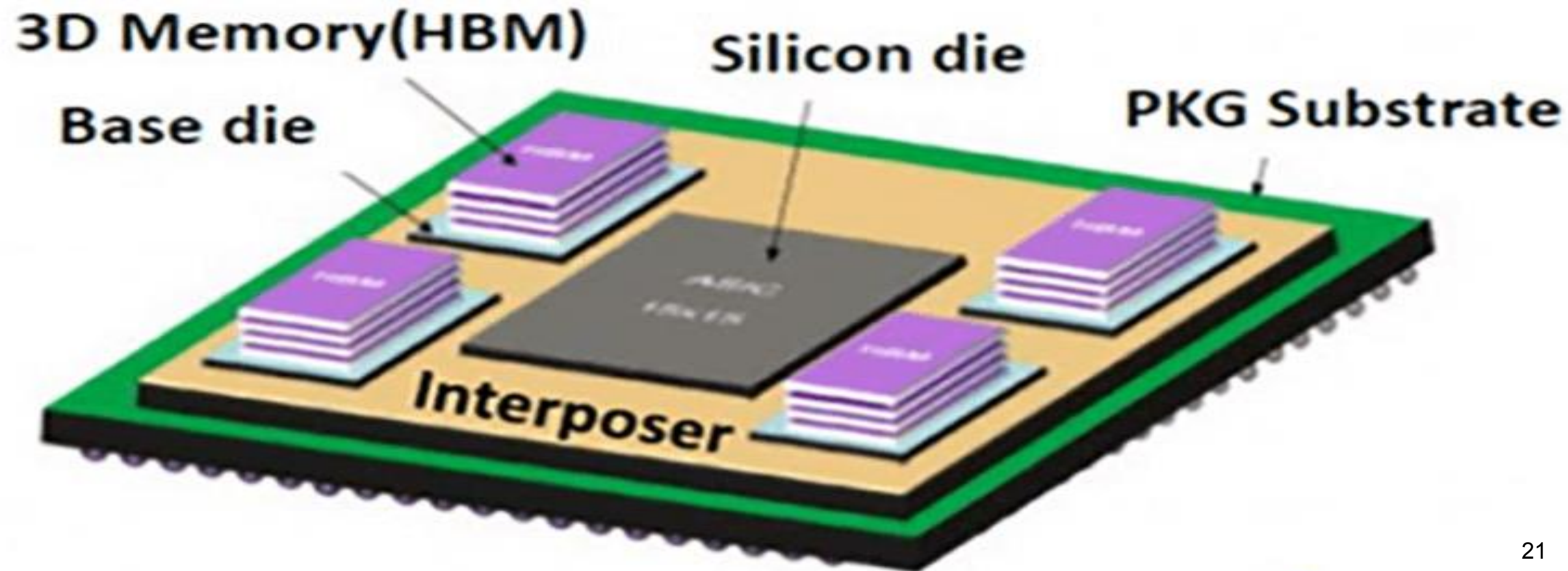
- + Intel® XMP 3.0 and AMD EXPO™
- Kapacita: 32 GB (2 * 16 GB)
- Rýchlosť: DDR5-6400
- CAS Latencia: 32
- Multi-core CPU podpora
- https://www.youtube.com/watch?v=haMPv_lq0FU



GDDR6

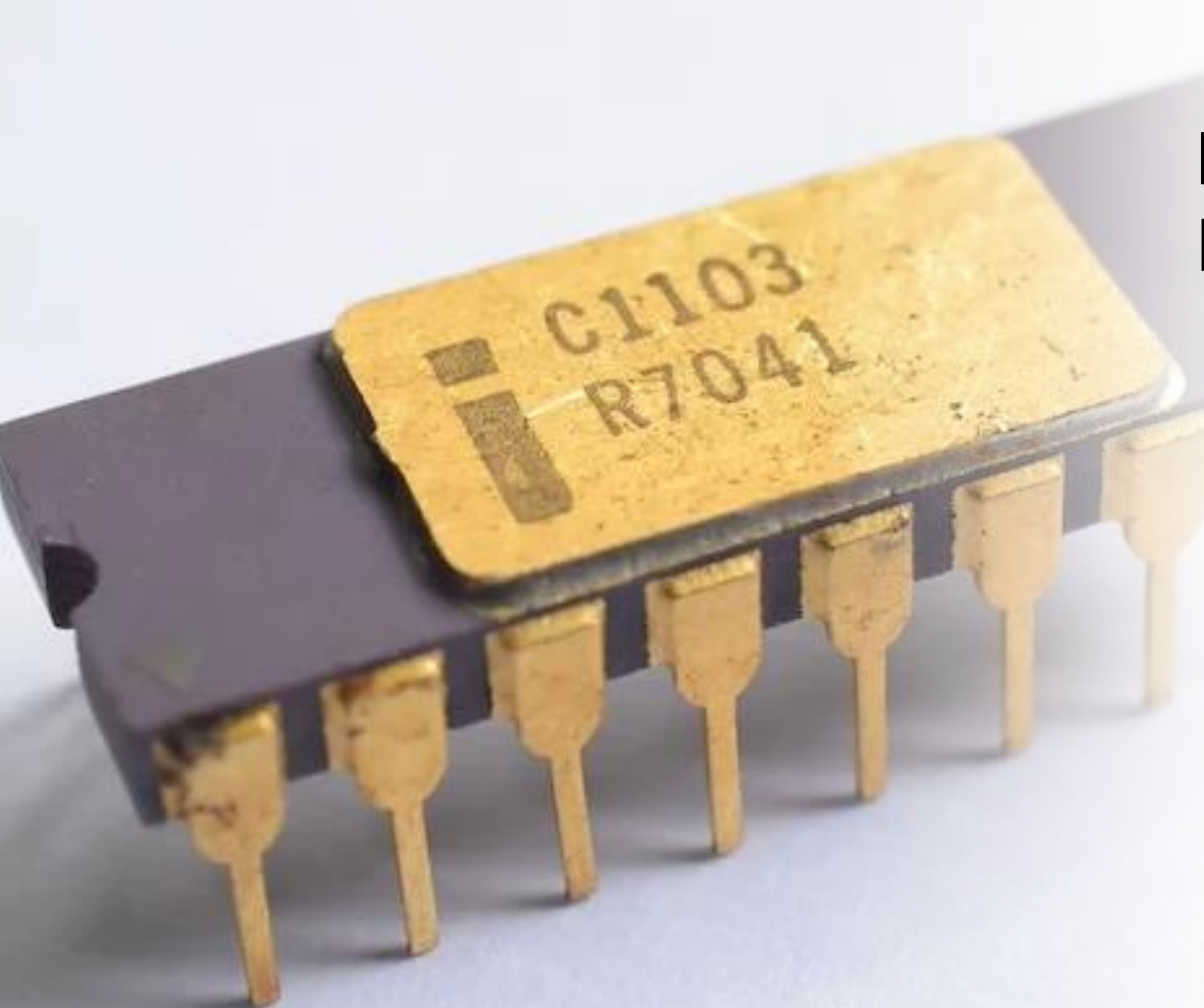
- Prenosová rýchlosť: 12–24 Gb/s na pin
- Kapacita VRAM: 8, 12, 16, 24 Gb
- Frekvencia: 16–20 GHz
- GDDR6X má vyšší výkon ale aj vyššiu spotrebu
- Grafické karty, herné konzoly
- AMD Radeon RX 7900 XTX používa GDDR6, NVIDIA GeForce RTX 4080 používa GDDR6X

- 3D vrstvenie pamäte (čipy sú ukladané vertikálne nad seba)
- jeden stack môže mať: 8 GB, 16 GB, 24 GB+
- NVIDIA H100, AMD Instinct MI300, AMD Radeon VII
- Použitie: AI akcelerátory, superpočítače, dátové centrá, profesionálne GPU
- HBM sa nachádza veľmi blízko GPU jadra a používa interposer technológiu



Historický vývoj

- 1968 – prvá DRAM od Intelu.
- 1970 – prvé SRAM čipy.
- 1990 – nástup SDRAM.
- 2000 – DDR SDRAM.
- 2020+ – DDR5 a HBM.

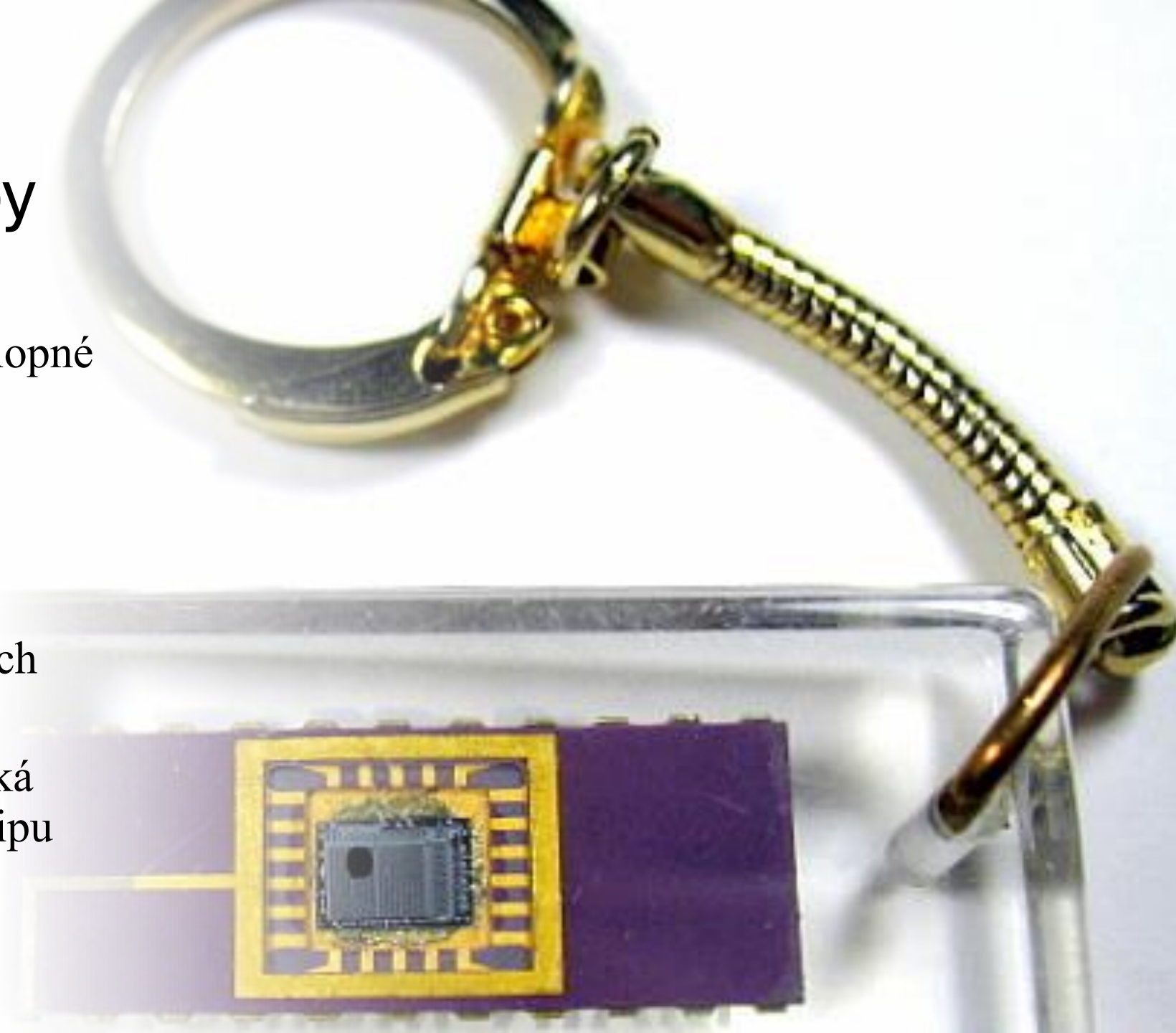


Intel 1103 – prvá DRAM (1970)

- prvá komerčne úspešná DRAM pamäť
- kapacita: 1 Kbit
- Intel ju predstavil v októbri 1970
- nahradila magnetické jadrové pamäte
- položila základy moderných DDR pamätí

Prvé SRAM čipy

- používali bistabilné klopné obvody
- nepotrebovali refresh
- boli veľmi rýchle
- používali sa v cache pamätiach a vojenských systémoch
- nevýhodou bola vysoká cena a veľká plocha čipu





Budúcnosť pamätí

- DDR6 – vyššie frekvencie.
- MRAM – magnetická pamäť.
- CXL Memory – zdieľaná pamäť pre servery.
- Vývoj smeruje k nižšej spotrebe a vyššiemu výkonu.

DDR6

- nástupca DDR5
- očakávané frekvencie: 12 800 MT/s a viac
- vyššia priepustnosť
- nižšia spotreba energie
- vhodná pre: AI, servery, gaming, pracovné stanice
- lepšia paralelizácia pamäťových kanálov,
- vyššia hustota modulov RAM

LPDDR6

Magnetoresistive Random Access Memory

- používa magnetické stavy namiesto elektrického náboja
- nevolatilná pamäť
- dáta zostanú uložené aj bez napájania
- veľmi vysoká životnosť
- nízka latencia
- nízka spotreba energie
- vysoká odolnosť voči poškodeniu
- využitie:
- embedded systémy
- priemysel
- automotive
- IoT
- vesmírne technológie



Compute Express Link



- moderné vysokorýchlostné prepojenie CPU a pamäte
- umožňuje zdieľanie pamäte medzi zariadeniami
- používa rozhranie PCIe 5.0 / PCIe 6.0
- znižuje latenciu v dátových centrách
- umožňuje rozšírenie RAM mimo základnej dosky
- vhodné pre:
 - cloud,
 - AI servery,
 - HPC,
 - virtualizáciu,
 - efektívnejšie využitie pamäte v serveroch

Diagnostika a testovanie

- MemTest86 – test operačnej pamäte.
- CPU-Z – informácie o RAM.
- AIDA64 – diagnostika systému.
- HWMonitor – monitoring teplôt a napätí.


System (I)nfo


CPU


(T)est Selection


(A)ddress Range


(C)PU Selection


(S)tart Test


(R)AM Benchmark


S(e)ttings


E(x)it

CPU Type: Intel Core i7-7700HQ @ 2.80GHz
CPU Clock: 2776 MHz [Turbo: 3444.6 MHz]
CPU Temperature: 46C
Logical Processors: 8 (4 enabled for testing)
L1 Cache: 4 x 64K (158826 MB/s)
L2 Cache: 4 x 256K (73265 MB/s)
L3 Cache: 6144K (42180 MB/s)


Memory

Total Physical Memory: 16273M (19038 MB/s)
Memory latency: 24.032 ns
RAM Configuration: DDR4 2400MT/s / x2 Channel / 17-17-17-39 / 1.200V
ECC Enabled: No

View detailed RAM (SPD) info
View memory usage
ECC Polling: Disabled
ECC Injection: Disabled
Memory caching: Enabled
Save system information summary to file

Use the Up / Down arrow keys to select an option

MemTest86

- profesionálny nástroj na testovanie RAM
- spúšťa sa z bootovateľného USB
- dokáže odhaliť:
- poškodenú RAM
- nestabilné pretaktovanie
- chyby ECC
- podporuje DDR4 a DDR5
- používa sa pri servise počítačov
- <https://www.youtube.com/watch?v=0qPoZOg-XmY&t=352s>

Memtest86+ v6.00b1 | Intel(R) Pentium(R) 4 CPU 1500 MHz
CLK/Temp: 1493MHz | Pass 13% #####
L1 Cache: 8KB 11.8GB/s | Test 64% #####
L2 Cache: 256KB 9.6GB/s | Test #5 [Moving inversions, random pattern]
L3 Cache: N/A | Testing: 1MB - 384MB [383MB of 383MB] [PAE]
Memory : 384MB 775MB/s | Pattern: 0x9ab008eb

CPU: 1 Cores 1 Threads SMP: 1T (PAR) | Time: 0:05:22 Status: Testing \\
RAM: 355MHz (RDRAM-711) CAS 8-8-8-20 | Pass: 0 Errors: 0

Memory SPD Informations

- Slot 0 : 128MB RDRAM-711 ECC - Infineon HYR186420G-745
- Slot 1 : 128MB RDRAM-711 ECC - Infineon HYR186420G-745
- Slot 2 : 64MB RDRAM-800 ECC - Samsung MR18R 0824AN1-CK8
- Slot 3 : 64MB RDRAM-800 ECC - Samsung MR18R 0824AN1-CK8

ABIT i850-W83627HF

<ESC> exit <F1> configuration <Space> scroll lock 6.00.ea6e32c.x32

imageUSB by PassMark Software V1.5 Build 1001

Create and write an image of a USB drive

Step 1: Select the USB drive(s) to be processed

☒ SanDisk Cruzer Blade (Serial: 4C531001410603111453 Disk: 1, Part. Type: MBR, Size: 14.61 GB, Volumes: D)
☐ D: Label: ESD-USB, FileSystem: FAT32, Size: 14.61 GB

Select All Unselect All Drives Selected: 1 Refresh Drives

Step 2: Select the action to be performed on the selected USB drive(s)

☒ Write image to USB drive
☐ Create image from USB drive
☐ Zero USB drive
☐ Reformat USB drive (Windows Vista or later) NTFS

Available Options

☒ Post Image Verification
☐ Extend/Add Partition (NTFS Only)
☐ Boot Sector(s) Only
☐ Beep on Completion

Step 3: Select the image (.bin, .img or .iso) file to write to the USB drive(s)

C:\Users\singh\Desktop\memtest86-usb\memtest86-usb.img Browse

Step 4: Click the 'Write' button to begin...

Write Overall progress

PassMark Home About Log Help Exit 31

DIMM 1 - 4 Test Results (4 slots total)

DIMM Slot #	DIMM_A1	DIMM_A2	DIMM_B1	DIMM_B2
Result	PASS	FAIL (5828 Errors)	PASS	PASS
Vendor	Crucial Technology	Crucial Technology	Crucial Technology	Crucial Technology
Part #	32G48C40U5.M16A1	32G48C40U5.M16A1	32G48C40U5.M16A1	32G48C40U5.M16A1
Serial #	E7070063	00000000	E64FE816	E70700C7
Size	32768 MB	32768 MB	32768 MB	32768 MB

	Errors		Errors		Errors		Errors	
	Front Side		Front Side		Front Side		Front Side	
U7		0		0		0		0
U6		0		0		0		0
U5		0		0		0		0
U4		0		0		0		0
U3		0		0		0		0
U2		0		0		0		0
U1		0		0		0		0
U0		0		5658		0		0
	Errors		Errors		Errors		Errors	
	Back Side		Back Side		Back Side		Back Side	
U15		0		0		0		0
U14		0		0		0		0
U13		0		0		0		0
U12		0		0		0		0
U11		0		0		0		0
U10		0		0		0		0
U9		0		0		0		0
U8		0		0		0		0

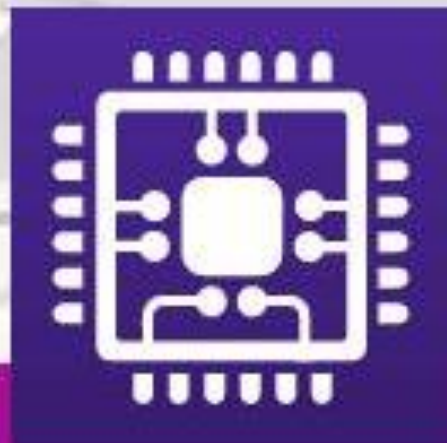


SOFTWARE

VALIDATION

NEWS

DEVELOPERS



CPU-Z

System information software

WINDOWS® 

ANDROID® 

CPU-Z is a freeware that gathers information on some of the main devices of your system:

- Processor name and number, codename, process, package, cache level and size.
- Mainboard and chipset.
- Memory type, size, timings, and module specifications (SPD).
- Real time measurement of each core's internal frequency, memory frequency

CPU-Z

- zobrazuje detailné informácie o:
 - procesore
 - RAM
 - základnej doske
 - cache
 - GPU
- ukazuje:
 - frekvenciu RAM
 - CAS latency
 - timing
 - SPD údaje
- často sa používa pri diagnostike a pretaktovaní

 CPU-Z

CPU

Caches

Mainboard

Memory

SPD

Graphics

Bench

About

Processor

Name

Intel Core i3 4010U

Code Name

Haswell ULT

Max TDP

15.0 W

Package

Socket 1168 BGA

Technology

22 nm

Core Voltage

0.677 V



Specification

Intel® Core™ i3-4010U CPU @ 1.70GHz

Family

6

Model

5

Stepping

1

Ext. Family

6

Ext. Model

45

Revision

C0

Instructions

MMX, SSE, SSE2, SSE3, SSSE3, SSE4.1, SSE4.2, EM64T, VT-x, AES, AVX, AVX2, FMA3

Clocks (Core #0)

Core Speed

798.10 MHz

Multiplier

x 8.0 (8 - 17)

Bus Speed

99.76 MHz

Rated FSB

Cache

L1 Data

2 x 32 KBytes

8-way

L1 Inst.

2 x 32 KBytes

8-way

Level 2

2 x 256 KBytes

8-way

Level 3

3 MBytes

12-way

Selection

Socket #1

Cores

2

Threads

4

CPU-Z

Ver. 1.84.0.x64

Tools

Validate

Close

 CPU-Z

CPU

Caches

Mainboard

Memory

SPD

Graphics

About

L1 D-Cache

Size

32 KBytes

x 2

Descriptor

8-way set associative, 64-byte line size

L1 I-Cache

Size

32 KBytes

x 2

Descriptor

8-way set associative, 64-byte line size

L2 Cache

Size

2048 KBytes

Descriptor

8-way set associative, 64-byte line size

L3 Cache

Size

Descriptor

Size

Descriptor

CPU-Z

Version 1.56

Validate

OK

34

CPU-Z [Close] [Maximize]

CPU Mainboard **Memory** SPD Graphics Bench About

General

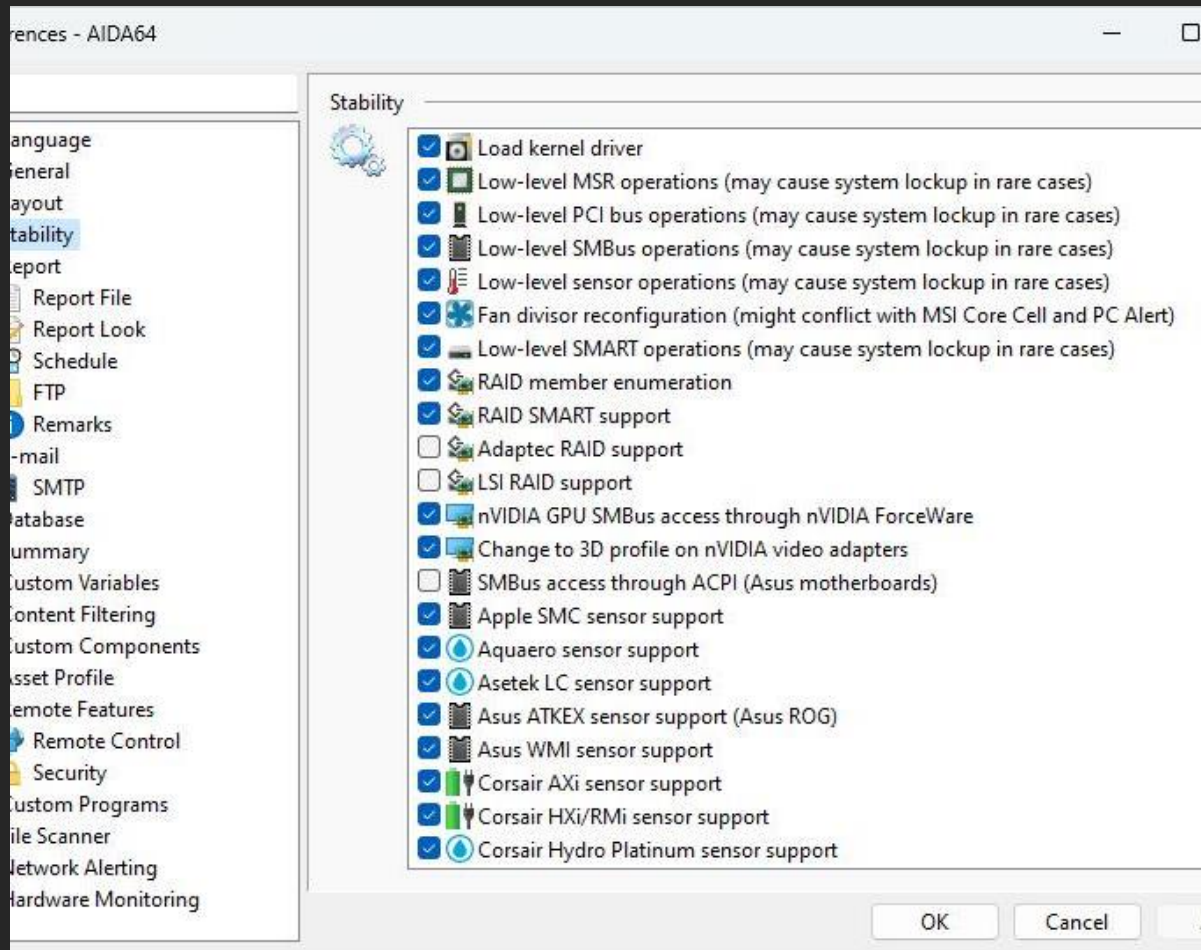
Type	DDR5	Channels #	4 x 32-bit
Size	64 GBytes	Mem Controller Freq.	1500.0 MHz
		NB Frequency	4500.0 MHz

Timings

DRAM Frequency	3000.0 MHz
FSB:DRAM	1:30
CAS# Latency (CL)	30.0 clocks
RAS# to CAS# Delay (tRCD)	38 clocks
RAS# Precharge (tRP)	38 clocks
Cycle Time (tRAS)	76 clocks
Bank Cycle Time (tRC)	114 clocks
Command Rate (CR)	2T
DRAM Idle Timer	
Total CAS# (tRDRAM)	
Row To Column (tRCD)	

Version: 2.08.0 [Validate] [OK]

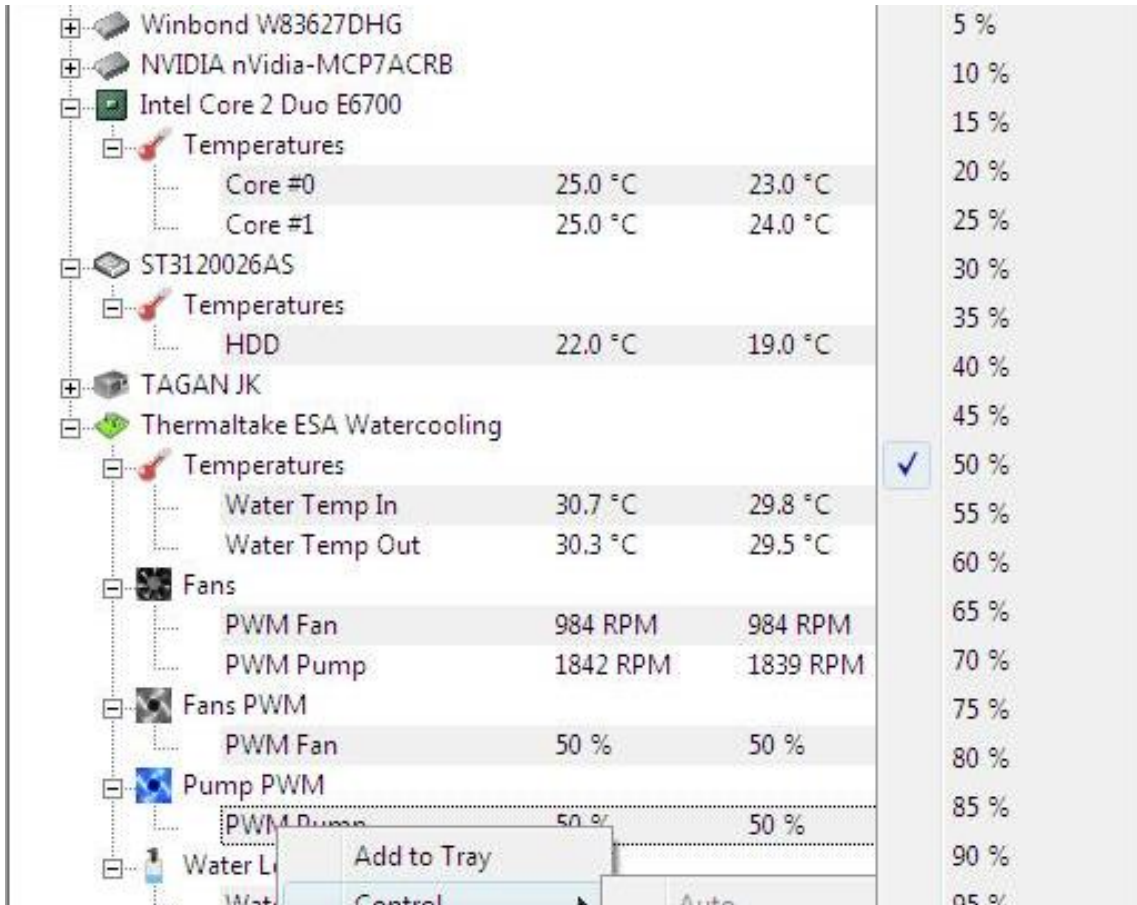
AIDA64

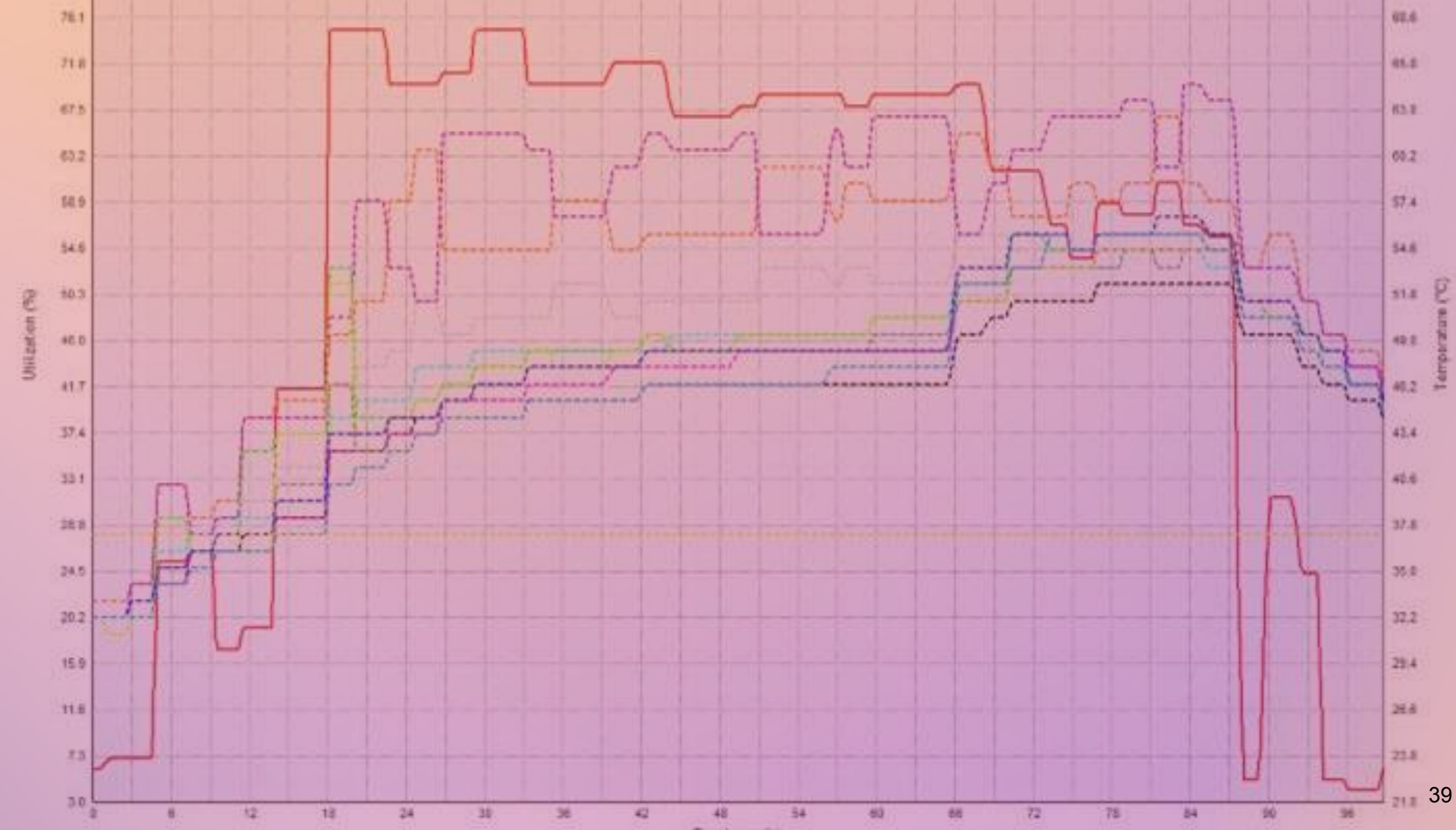


- komplexný diagnostický a benchmark nástroj
- zobrazuje:
- teploty
- napätia
- frekvencie
- cache
- RAM parametre
- stress test stability
- používa sa pri:
- testovaní výkonu
- servise
- monitorovaní PC
- benchmarkoch

HWMonitor

- monitoruje hardvérové senzory v reálnom čase
- zobrazuje:
- teploty CPU a GPU
- napätia
- otáčky ventilátorov
- spotrebu energie
- vhodný na:
- diagnostiku prehrievania
- kontrolu stability
- monitoring počas hrania alebo benchmarkov





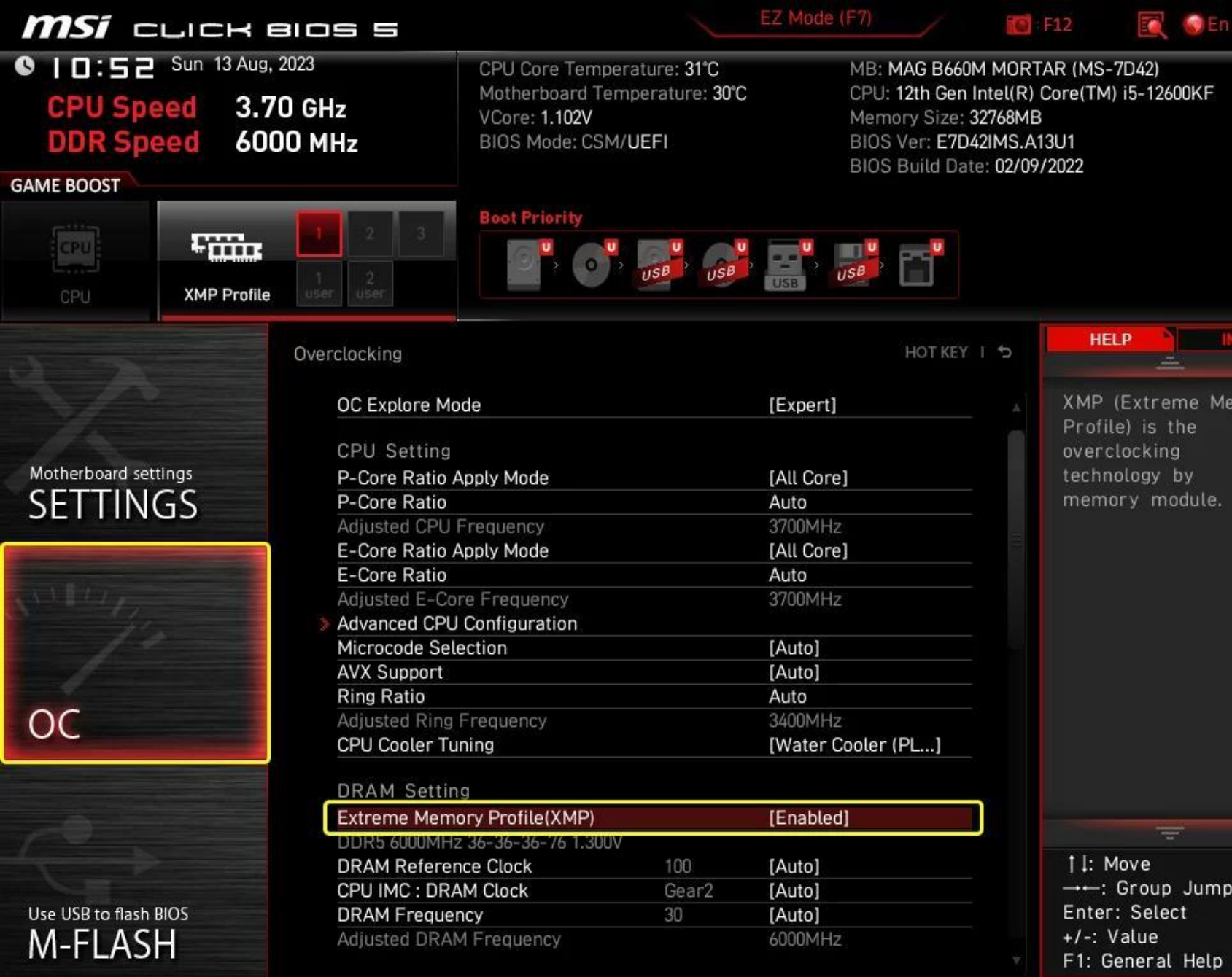
BIOS a nastavenia RAM

XMP / EXPO
profily.

Nastavenie
frekvencie
RAM.

Nastavenie
časovania
(timings).

Aktualizácia
BIOS
firmware.



XMP / EXPO profil

- Intel Extreme Memory Profile a AMD Extended Profiles for Overclocking sú profily uložené v RAM moduloch
- umožňujú automatické nastavenie:
 - frekvencie
 - časovania
 - napätia RAM
- po aktivovaní RAM pracuje na deklarovanej rýchlosti výrobcu
- bez XMP/EXPO často RAM beží na nižšej základnej frekvencii
- Použitie:
 - gaming
 - workstation
 - výkonnejšie PC zostavy

Help (F1)

English

Load Defaults (F7)

Save & Exit (F10)

Favorites (F11)

Search (Alt-F)

Information

MB: Z790 AORUS MASTER X

BIOS Ver.

CPU:

RAM:

Microcode:

DRAM Status

DDR5_A1 N/A

DDR5_A2 N/A

DDR5_B1 N/A

DDR5_B2

DDR5 Auto Booster

Disable ▼

DDR5 XMP Booster

Auto ▼

Extreme Memory Profile(X.M.P.)

Disable ▼

High Bandwidth

Auto ▼

Low Latency

Auto ▼

Smart Fan 6

CPU_FAN
N/A

Quick Access

Re-Size BAR

CSM Support

DDR5 XMP Booster

Disabled

Micron X.M.P. 5200 16G 40-40-40-80-1.25V
Micron X.M.P. 5600 16G 38-44-44-84-1.25V
Micron X.M.P. 6000 16G 38-44-44-96-1.40V
Micron X.M.P. 7000 24G 40-52-52-114-1.40V
Micron X.M.P. 5600 48G 40-40-40-77-1.25V
Hynix X.M.P. 5200 16G 40-40-40-80-1.25V
Hynix X.M.P. 5600 16G 40-40-40-80-1.25V
Hynix X.M.P. 6000 16G 40-40-40-80-1.35V
Hynix X.M.P. 6400 16G 40-40-40-84-1.35V
Hynix X.M.P. 6800 16G 36-42-42-105-1.45V
Hynix X.M.P. 7200 16G 38-44-44-105-1.45V
Hynix X.M.P. 7600 16G 38-48-48-122-1.45V
Hynix X.M.P. 8000 16G 38-54-54-128-1.50V
Hynix X.M.P. 7200 24G 36-46-46-115-1.35V
Hynix X.M.P. 7600 24G 38-48-48-128-1.40V
Hynix X.M.P. 8000 24G 40-48-48-128-1.40V
Hynix X.M.P. 8200 24G 40-52-52-130-1.40V
Hynix X.M.P. 8266 24G 40-54-54-132-1.45V
Hynix X.M.P. 5600 32G 40-40-40-80-1.25V
Hynix X.M.P. 6000 32G 40-40-40-80-1.25V

GIGABYTE PerfDrive

Optimization



Instant 6GHz+



Spec Enhance



E-core Disable



Boot Sequence



1.0 x16

SPD Setup

Auto ▼

Memory Boot Mode

Auto ▼

Disable Link ▼

Memory Channel Detection Message



My Favorites

Main

Ai Tweaker

Advanced

Monitor

Boot

Tool

Exit

Target CPU Performance Core Speed : 5200MHz

Target CPU Efficient Core Speed: 3900MHz

Target DRAM Frequency : 6000MHz

Target Cache Frequency : 4700MHz

Ai Overclock Tuner

XMP I

XMP

DDR5-6000 36-36-36-76-1.30V-

BCLK Frequency

Auto

Intel(R) Adaptive Boost Technology

Auto

ASUS MultiCore Enhancement

Auto – Lets BIOS Optimize

Current ASUS MultiCore Enhancement Status

Enabled

SVID Behavior

Auto

BCLK Frequency : DRAM Frequency Ratio

Auto

Memory Controller : DRAM Frequency Ratio

Auto



[Manual]: When the manual mode is selected, the BCLK (base clock) frequency can be assigned manually.

[XMP I]: Load the DIMM's default XMP memory timings (CL, TRCD, TRP, TRAS) with BCLK frequency and other memory parameters optimized by ASUS.

[XMP II]: Load the DIMM's complete default XMP profile.

Hardware Monitor

CPU/Memory

Frequency	Temperature
4900 MHz	43°C

BCLK	Core Voltage
100.00 MHz	1.296 V

Ratio	DRAM Freq.
49x	6000 MHz

MC Volt.	Capacity
1.279 V	32768 MB

Prediction

SP	Cooler
83	161 pts

P-Core V for	P-Core
5200MHz	Light/Heavy
1.417 V @L4	5428/5149

E-Core V for	E-Core
3900MHz	Light/Heavy
1.245 V @L4	4133/3913

Cache V req for	Heavy Cache
4700MHz	4307 MHz
1.395 V @L4	



Nastavenie frekvencie RAM

- frekvencia RAM určuje rýchlosť prenosu dát
- nastavuje sa v BIOSe/UEFI základnej dosky
- vyššia frekvencia:
 - zvyšuje výkon
 - ale môže znížiť stabilitu
- typické frekvencie:
 - DDR4: 3200–4000 MHz
 - DDR5: 5600–8400 MHz
- príliš vysoká frekvencia môže spôsobovať:
 - pády systému
 - BSOD
 - chyby pamäte

CPU

Frequency &
Voltage



DRAM

Frequency &
Voltage



Fan

Average
Speed



Temp

O.N.E

Notice: Please Clear CMOS if system no display
after overclocking

CPU Clock

Auto

CPU Ratio

Auto

Memory Clock Mode

XMP1 3200(16-18...

Memory Frequency

Auto

FCLK Frequency

Auto

► DRAM Timing Configuration

Over Voltage Configuration

CPU Load-Line Calibration

Auto

OverCurrent Protection

Enabled

CPU Over Voltage Protection

Enabled

CPU Switching Frequency

Auto

SOC Switching Frequency

Auto

CPU Core Voltage

Auto

CPU_SOC Voltage

Auto

DDR Memory Voltage

Auto

VDDP Voltage

Auto

Chipset Voltage

Auto

DDR VPP Voltage

Auto

←→: Select Screen

↑↓/Click: Select Item

Enter/Db1 Click: Select

+/-: Change Opt.

F1: General Help

F3: Optimized Defaults

F10: Save & Exit

ESC/Right Click: Exit

F11: BIOS Screen Capture

F12: BIOS Flash

If XMP1/XMP2, use Ryzen XMP memory better .If Auto, the DRAM speed will be based on SPDs. If Manual, the DRAM speed specified will be programmed regardless of SPD.

Nastavenie časovania (Timings)

- timings určujú oneskorenie pamäte
- najznámejší parameter:
 - CAS Latency (CL)
- ďalšie timingy:
 - tRCD
 - tRP
 - tRAS
- rýchlejšia odozva RAM
- ale vyššie nároky na stabilitu
- Príklad:
 - DDR5-6000 CL30 je rýchlejšia než DDR5-6000 CL40



Memory Overclocking ⓘ

Memory profile ⓘ

XMP profile 1

DRAM Frequency ⓘ

3200

CAS Latency(tCL) ⓘ

16

RAS to CAS Delay/Row Precharge Time(trCD/trP) ⓘ

20

Row Active Time(tRAS) ⓘ

39

Minimum CAS Write Latency Time(tCWL) ⓘ

20

Four Active Window Delay(tFAW) ⓘ

34

Average periodic Refresh Interval(tREFI) ⓘ

12480

Minimum Refresh Recovery Time(trFC) ⓘ

560

Row Active to Row Active delay short(tRRD_S) ⓘ

4

Read to Precharge delay(trTP) ⓘ

12

Write Recovery Time(tWR) ⓘ

24

Internal Write to Read Command Delay short(tWTR_S) ⓘ

0

NMode ⓘ

1

Memory Voltage ⓘ

1.35 Volts

UEFI BIOS Utility – Advanced Mode

7/05/2021 20:58 | English | MyFavorite | Qfan Control | AI OC Guide | Search | AURA | ReSize BA

My Favorites | Main | **Extreme Tweaker** | Advanced | Monitor | Boot | Tool | Exit

Extreme Tweaker\DRAM Timing Control

Memory Presets

Maximus Tweak

Primary Timings

DRAM CAS# Latency

CHA 18CHB 1818

DRAM RAS# to CAS# Delay

CHA 22CHB 2222

DRAM RAS# ACT Time

CHA 42CHB 4242

DRAM Command Rate

Auto

Secondary Timings

DRAM RAS# to RAS# Delay L

CHA 11CHB 11Auto

DRAM RAS# to RAS# Delay S

CHA 8CHB 8Auto

DRAM REF Cycle Time

CHA 664CHB 664Auto

Memory Presets for different memory modules.

ZenTimings 1.2.9

FileToolsHelp

AMD Ryzen 5 7600X 6-Core Processor
B650E Taichi | BIOS 1.14.AS06 | SMU 84.79.204

Speed	DDR5-4800	Capacity	32GB	MCLK	2400.00
BGS	Enabled	BGS Alt	Disabled	FCLK	2000.00
GDM	Enabled	Cmd2T	1T	UCLK	2400.00
tCL	40	tRDRDSCL	5	VSOC (SMU)	1,0159V
tRCDWR	39	tWRWRSCL	17	CLDO VDDP	0,7992V
tRCDRD	39	tCWL	38	VDDG CCD	N/A
tRP	39	tRTP	18	VDDG IOD	N/A
tRAS	77	tRDWR	17		
tRC	116	tWRRD	7	MEM VDD	1,1000V
tRRDS	8	tRDRDSC	1	MEM VDDQ	1,1000V
tRRDL	12	tRDRDSD	6	MEM VPP	1,8000V
tFAW	32	tRDRDDD	6	VDD MISC	1,1000V
tWTRS	6	tWRWRSC	1		
tWTRL	24	tWRWRSD	15	ProcOdt	60.0 Ω
tWR	72	tWRWRDD	15	ProcCaDs	30.0 Ω
tRFC (ns)	295	tCKE	0	ProcDqDs	40.0 Ω
tRFC	708	tREFI	9347	DramDqDs	34.0 Ω
tRFC2	384	tREFI (ns)	3894,583		
tRFCsb	312	tSTAG	7	RttNomWr	Off
tMOD	34	tMRD	34	RttNomRd	Off
tMODPDA	32	tMRDPDA	32	RttWr	RZQ/6 (40)
tPHYWRD	6	tPHYRDL	34	RttPark	RZQ/6 (40)
tPHYWRL	26	PowerDown	Enabled	RttParkDqs	RZQ/5 (48)

A2: CT16G48C40U5.M8A1 (16GB, SR)

UEFI BIOS Utility – Advanced Mode

11/20/2023 Monday 18:08EnglishMyFavoriteQfan ControlAI OC GuideSearchAURAReSize BARMemTest86

My FavoritesMainExtreme TweakerAdvancedMonitorBootToolExit

#DRAM CAS# Latency

Level138Level2Level338

#DRAM RAS# to CAS# Delay Read

Level151Level2Level349

#DRAM RAS# to CAS# Delay Write

Level169Level2Level349

#DRAM RAS# PRE Time

Level148Level2Level349

#DRAM RAS# ACT Time

Level136Level2Level3Auto

Secondary Timings

DRAM REF Cycle Time

Level1700Level2Level3Auto

*DRAM REF Cycle Time 2

Level1700Level2Level3700

DRAM REF Cycle Time Same Bank

Level1814Level2Level3560

*DRAM Refresh Interval

Level1131072Level2Level365535

DRAM FOUR ACT WIN Time

Level132Level2Level316

DRAM CKE Minimum Pulse Width

Level112Level2Level38

DRAM CKE Minimum Pulse Width (tCKE)

Hardware Monitor

CPU/Memory

Frequency5700 MHzTemperature32°C

BCLK100.00 MHzCore Voltage1.332 V

Ratio57xDRAM Freq.8600 MHz

MC Volt.1.510 VCapacity49152 MB

Prediction

SP98Cooler167 pts

P-Core V for6000MHzP-Core Light/Heavy1.353/1.5896134/5752

E-Core V for4400MHzE-Core Light/Heavy1.175/1.2574748/4457

Cache V for5000MHzHeavy Cache5144 MHz

1.315 V @L4

Last ModifiedEzMode(F7)Hot Keys

Version 2.22.1286 Copyright (C) 2023 AMI

ASUS EZ Flash 3 Utility v03.00

Flash

Model: PRIME X299 EDITION 30

Version: 0401

Date: 04/17/20

File Path: fs0:\

Drive

Folder

Do you really want to update BIOS?

Download successfully!

BIOS information:

Model: PRIME X299 EDITION 30

Ver. 0505

Date: 12/17/2

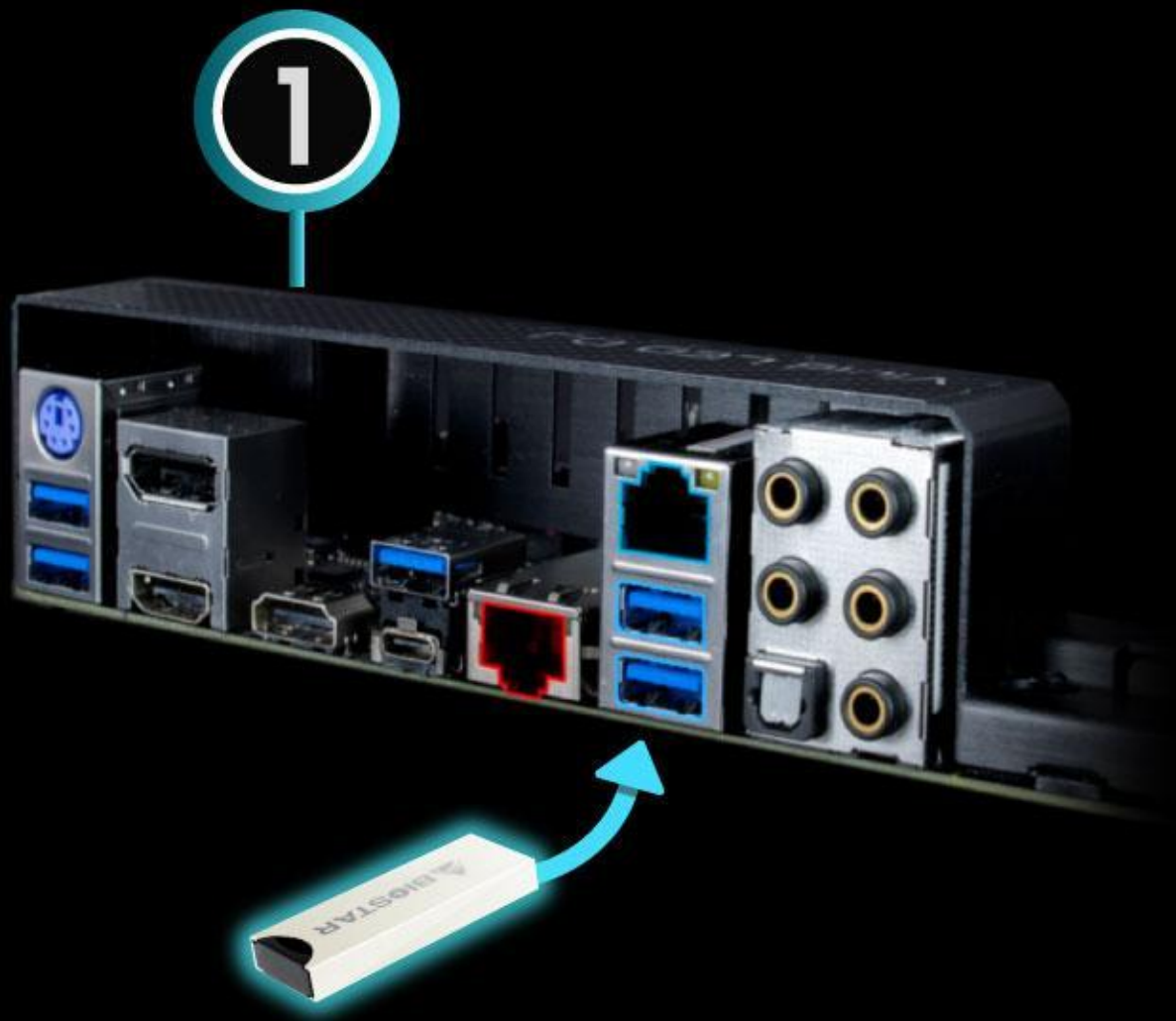
No

Help

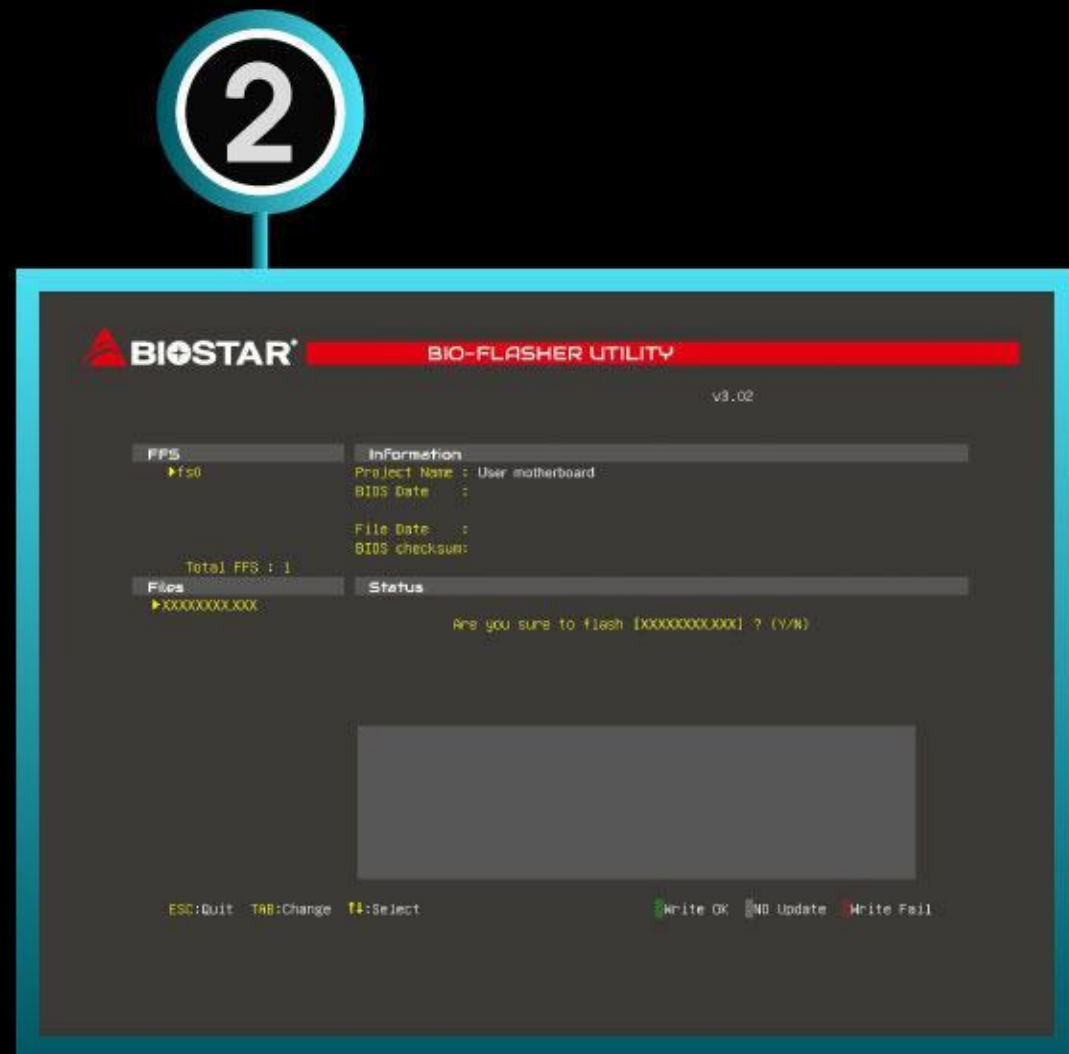
[Enter] Select or Load [Up/Down/PageUp/PageDown/Home/End] Move [ESC] Exit

Aktualizácia BIOS firmware

- BIOS firmware riadi základnú dosku a inicializáciu hardvéru
- aktualizácia môže:
 - zlepšiť kompatibilitu RAM
 - opraviť chyby stability
 - pridať podporu nových procesorov
 - zvýšiť výkon pamäte
- Riziká:
 - prerušenie aktualizácie môže poškodiť BIOS
 - počas flashovania nesmie dôjsť k výpadku napájania
- Moderné dosky používajú:
 - ASUS EZ Flash
 - MSI M-Flash
 - Gigabyte Q-Flash
 - ASRock Instant Flash



Download the latest BIOS file for the motherboard and copy into a USB flash drive (not NTFS format). Insert the USB pen drive to the USB port.



Power on or reset the computer and press "F12" during POST (power-on self-test) screen. The BIOS-FLASHER utility will popup a menu for BIOS update.



Poruchy a servis

- Vadná RAM môže spôsobovať BSOD.
- Chyby systému a pády aplikácií.
- Prehrievanie modulov.
- Diagnostika pomocou testovacích nástrojov.

Záver

- Pamäťový subsystém výrazne ovplyvňuje výkon počítača.
- SRAM a cache poskytujú vysokú rýchlosť.
- DRAM zabezpečuje veľkú kapacitu.
- Moderné technológie smerujú k vyššiemu výkonu a spoľahlivosti.

Použitá literatúra (ISO 690)

- Patterson, D.; Hennessy, J. Computer Organization and Design.
- JEDEC Standards for DDR Memory.
- Intel Developer Documentation.
- AMD Processor Architecture Manuals.
- <https://www.kingston.com/>
- <https://www.crucial.com/>