

[B3M38DIT1] Assignment

David Strašák

5.10.2025

1. Vypočtete přibližnou MTTF pro 2 harddisky zapojené v uspořádání RAID 1. Sami si vyberte typ harddisku, jeho parametry vyhledejte na webu, v odpovědi uveďte jejich označení. Uvažujte pouze poruchovost harddisků, fiktivní RAID řadič zatím považujte za 100% spolehlivý.

Pro tento domácí úkol jsem zvolil SSD disk **Apacer AS350X**. V datasheetu [ssddisk] je uvedena hodnota **MTBF** = 1 500 000 hodin.

MTBF (Mean Time Between Failures) je součet MTTF (Mean Time To Failure) a MTTR (Mean Time To Repair). Jelikož je soustava v uspořádání RAID 1, budu předpokládat, že doba opravy (MTTR) je zanedbatelná vzhledem k MTTF, protože hodnoty MTTF jsou o několik řádů větší. Lze tedy uvažovat **MTTF** \approx **MTBF**.

Když zanedbám RAID řadič, je tato soustava jednoduchým paralelním uspořádáním dvou identických SSD disků. Intenzita poruch (Failure Rate) λ je převrácená hodnota MTTF ($\lambda = 1/\text{MTTF}$).

Celková MTTF pro paralelní uspořádání dvou identických prvků s konstantní intenzitou poruch je:

$$\text{MTTF}_{\text{RAID1}} = \frac{1}{\lambda_1} \sum_{i=1}^2 \frac{1}{i} = \frac{1}{\lambda} \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{2} \right) = 1.5 \cdot \text{MTTF}_1$$

Dosažením hodnoty $\text{MTTF}_1 = 1\,500\,000$ hodin:

$$\text{MTTF}_{\text{RAID1}} = 1.5 \cdot 1\,500\,000 = \mathbf{2\,250\,000} \text{ hodin}$$

—

2. Určete přibližnou MTTF pro uspořádání z bodu 1 s uvažováním spolehlivosti řadiče (RAID controller) Intel RS2MB044.

Pro RAID řadič **Intel RS2MB044** je v datasheetu [oldControllerDS] uvedena hodnota **MTBF_{contr}** = 366 042 hodin. I zde zanedbám dobu na opravu a uvažuji $\text{MTTF}_{\text{contr}} \approx \text{MTBF}_{\text{contr}}$.

Tento RAID řadič tvoří se systémem RAID 1 sériové uspořádání, což představuje tzv. **single point of failure**.

Celková MTTF systému pro sériové zapojení bloků je dána součtem převrácených hodnot MTTF jednotlivých bloků:

$$\frac{1}{\text{MTTF}_{\text{SYS}}} = \frac{1}{\text{MTTF}_{\text{RAID1}}} + \frac{1}{\text{MTTF}_{\text{contr}}}$$

Dosažením hodnot $\text{MTTF}_{\text{RAID1}} = 2\,250\,000$ h a $\text{MTTF}_{\text{contr}} = 366\,042$ h:

$$\text{MTTF}_{\text{RAID1+contr}} = (\text{MTTF}_{\text{RAID1}}^{-1} + \text{MTTF}_{\text{contr}}^{-1})^{-1} \approx \mathbf{314\,825} \text{ hodin}$$

—

3. **Pro situaci z bodu 2. použijte jiný RAID řadič (např. Intel RS3GC008) a určete MTTF.**

Pro tuto situaci použijí RAID řadič **Intel RS3WC080**, který má $\text{MTBF}_{\text{contr}} = 5\,350\,346$ **hodin** [dalsiraidcontroler]. Stejně jako v předchozích bodech platí $\text{MTTF} \approx \text{MTBF}$.

Výpočet pro MTTF tohoto sériového systému je stejný jako v předchozím bodě:

$$\text{MTTF}_{\text{RAID1+contr}} = (\text{MTTF}_{\text{RAID1}}^{-1} + \text{MTTF}_{\text{contr}}^{-1})^{-1}$$

Dosažením $\text{MTTF}_{\text{RAID1}} = 2\,250\,000$ h a $\text{MTTF}_{\text{contr}} = 5\,350\,346$ h:

$$\text{MTTF}_{\text{RAID1+contr}} \approx \mathbf{1\,583\,912} \text{ hodin}$$

—

4. **Porovnejte dosažené MTTF a zformulujte závěry Vašeho pozorování.**

Na tomto domácím úkolu je dobře vidět, jak **single point of failure** může ovlivnit spolehlivost celého systému.

- **Nejdříve bylo vidět Zvýšení spolehlivosti RAID 1 (bez řadiče):** RAID 1 uspořádání zvýšilo MTTF z $1\,500\,000$ h (jeden disk) na $2\,250\,000$ h.
- **Vliv nekvalitního řadiče:** Při použití méně spolehlivého řadiče ($\text{MTTF}_{\text{contr}} = 366\,042$ h) klesla celková MTTF systému na $314\,825$ h, což je **méně než spolehlivost samotného řadiče** a výrazně méně než spolehlivost jednotlivého SSD disku.
- **Vliv kvalitního řadiče:** S vysoce spolehlivým řadičem ($\text{MTTF}_{\text{contr}} = 5\,350\,346$ h) dosáhla MTTF systému $1\,583\,912$ h.

Z těchto výpočtů vyplývá obecný závěr pro sériové systémy: Spolehlivost celého systému **nemůže být nikdy vyšší než spolehlivost nejméně spolehlivého prvku** v sérii. Přidáním jakéhokoli sériového prvku (zde RAID řadiče) spolehlivost systému klesá. Kvalita řadiče hraje důležitou roli v celkové spolehlivosti systému a to i když má řadič ve třetím případě více než 2x vyšší MTTF než systém RAID 1, konečná spolehlivost je stále limitována (a snížena) a blíží se spolehlivosti jednoho disku.