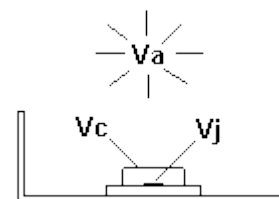


## Výpočet chladiče

Výkonově namáhané součástky produkují velké množství tepla. Teplota takových součástek by neměla překročit rozumnou mez, jinak se zvyšuje možnost poškození samotné součástky, případně škodlivý vliv vysoké teploty na okolní materiály. Pro křemíkové tranzistory a integrované obvody platí limitní teploty polovodiče 125 až 150 °C. Nadbytečné teplo je třeba vhodným způsobem odvádět. K tomu slouží chladiče.

U každého tranzistoru je v katalogu uvedena maximální výkonová ztráta [ve watech], tj. maximální hodnota výkonu, kterou dokáže předat chladiči. Bez chladiče zvládne pracovat zhruba do 0,1 této hodnoty, dále je již chladič potřeba. Chladičů je velké množství, ale my zůstaneme u klasického hliníkového chladiče chlazeného pouze okolním vzduchem (žádné aktivní chlazení, vodní chlazení, apod.).



Přebytečné teplo vzniká na čipu součástky a značí se  $V_j$ . Aby se vyzářilo, musí projít přes tepelné odpory: čip-pouzdro (teplota pouzdra =  $V_c$ ), pouzdro-chladič a samozřejmě chladič-okolí (teplota okolí =  $V_a$ ). Tyto odpory musí být co nejmenší, jinak se neodvede dostatek tepla a součástka se přehřeje. Tepelný odpor čip-pouzdro nezměníme, ale odpor pouzdro-chladič můžeme snížit, pokud bude styčná plocha co největší a použitím silikonové pasty pro chladiče. Odpor přechodu chladič-okolí se dá snížit natřením chladiče tmavou matovou barvou (černou). Dále je potřeba vědět, že chladič je lepší svisle orientovat (stejně jako komín – komínový efekt).

**Dobry chladič se pozná tak, že chlazená součástka je relativně chladná, zato konce chladiče jsou horké.**

**Výrazného snížení tepelného odporu je možné dosáhnout umístěním chladiče do proudu vzduchu, např. z ventilátoru.**



### Výpočet:

Nazveme-li rozdíl teploty polovodiče a okolí **teplotním spádem**, pak celkový požadovaný **tepelný odpor**  $R_{th}$  je podíl teplotního spádu a ztrátového výkonu.

$$R_{th} = \frac{\vartheta_j - \vartheta_a}{P}$$

Celkový tepelný odpor je složen z dílčích tepelných odporů:

$$R_{th} = R_{thjc} + R_{ths} + R_{thr}$$

- $R_{thjc}$  (polovodič - pouzdro)
- $R_{ths}$  (pouzdro - chladič)
- $R_{thr}$  (chladič - okolí)

Tepelný odpor **polovodič - pouzdro**  $R_{thjc}$  bývá uváděn v katalogu. Průměrné hodnoty některých pouzder:

Pouzdro	$R_{thjc}$ [KW <sup>-1</sup> ]
TO-126	10
TO-220	2
TO-66	6,5
TO-3	1,5

Tepelný odpor **pouzdro - chladič** závisí na způsobu montáže:

Montáž	$R_{ths}$ [KW <sup>-1</sup> ]
přímo	0,2 až 0,4
přímo, silikonová vazelína	0,1 až 0,2
slídová podložka	0,5 až 0,8
slídová podložka, silikonová vazelína	0,4 až 0,6
teflonová podložka	1,0 až 1,6
teflonová podložka, silikonová vazelína	0,7 až 1,1

Tepelný odpor **chladič - okolí** závisí zejména na ploše chladiče a jeho poloze.

$$R_{thr} = \frac{3,3}{\lambda \times d} \times C^{0,25} + \frac{650}{S} \times C$$

S ... plocha chladiče [cm<sup>2</sup>]

d ... tloušťka desky [mm]

$\lambda$ ... tepelná vodivost chladicí desky:

C ... korekční faktor:

Materiál	Tepelná vodivost
měď	3,8
hliník	2,1

Provedení	Korekční faktor
vodorovná, hladká	1
vodorovná, černěná	0,5
svislá, hladká	0,85
svislá, černěná	0,43

Pro malé čtvercové desky (do 20 cm<sup>2</sup>) je možné použít zjednodušený vztah:

$$R_{thr} = \frac{650}{S}$$

## Příklad:

Je potřeba chladit stabilizátor zdroje – 7805. Vstupní napětí na stabilizátoru při plném zatížení je 10V a maximální odebíraný proud je 1A. Stabilizátor je v klasickém pouzdře TO220 a proto je možné připevnit svislý chladič. Z katalogového listu mají tyto stabilizátory vnitřní tepelný odpor  $K_1 = 3 \text{ }^\circ\text{C/W}$ .

Před zahájením výpočtu chladiče je ještě potřeba spočítat maximální ztrátový výkon:

$$P = U \times I$$

$$P = 10 - 5 \times 1$$

$$\underline{P = 5W}$$

### 1) teplota pouzdra

$$V_c = V_j - (K_1 \cdot P)$$

$$V_c = 200 - (3 \cdot 5)$$

$$\underline{V_c = 185^\circ\text{C}}$$

### 2) vnější odpor

$$K_2 = \frac{V_c - V_a}{P}$$

$$K_2 = \frac{185 - 45}{5}$$

$$K_2 = 28 \text{ }^\circ\text{C/W}$$

### 3) plocha chladiče

$$S = \frac{C_1 \cdot 7,6 \cdot 10^2 \cdot C_2}{K_2 - C_1 \cdot 1,73}$$

$$S = \frac{1 \cdot 7,6 \cdot 10^2 \cdot 0,43}{28 - 1 \cdot 1,73}$$

$$\underline{\underline{S = 12 \text{ cm}^2}}$$

Plocha chladiče tedy je 12 cm<sup>2</sup>, lze tedy použít například plech s rozměry 3 × 4 cm a ten případně ohnout do U. Jelikož je zde počítáno s maximálním tepelným zatížením čipu (200°C), použití většího chladiče rozhodně neuškodí.

## **Doporučená literatura:**

[1] FUKATKO, Tomas; FUKATKO, Jaroslav. *Teplo a chlazení v elektronice 2*. Praha : BEN, 2006. 120 s. ISBN 80-7300-199-3.

## **Literatura:**

[1] FUKATKO, Tomas; FUKATKO, Jaroslav. *Teplo a chlazení v elektronice 2*. Praha : BEN, 2006. 120 s. ISBN 80-7300-199-3.

[2] Výpočet chladiče. *Pandraton : Elektrotechnický magazín* [online]. 2006, [cit. 2011-01-08].  
Dostupný z WWW: [http://pandatron.cz/?219&vypocet\\_chladice#komnapis](http://pandatron.cz/?219&vypocet_chladice#komnapis).

[3] Návrh chladiče. [online]. 2007, [cit. 2011-01-08]. Dostupný z WWW:  
<http://www.dmaster.wz.cz/postupy/chladice/chladice.htm>.