Obsah obrázku text, Písmo, snímek obrazovky, Grafika

Popis byl vytvořen automaticky

**Návrh PWM regulátoru otáček 12v ventilátoru**

Bc. Marek Lapiš

Cvičící: Ing. Štěpán Kirschner

Semestrální projekt z předmětu KZPE

Zadání č. 9

V Ostravě, 2024

**Zadání:**

S využitím komparátoru navrhněte jednoduchý PWM regulátor otáček 12V ventilátoru pro chlazení chladiče ve zdroji. Obvod bude snímat teplotu chladiče pomocí termistoru nebo diody. Návrh bude obsahovat vlastní stabilizátor pro integrované obvody, svorky pro připojení čidla, ventilátoru a napájecího napětí 12 V. Návrh musí být proveden s respektováním zásad pro návrh elektronických zařízení (blokovací kondenzátory na napájecích vstupech použitých IO, kompenzace nesymetrie OZ, správně navržené cesty plošných spojů, správně rozmístěné cesty pro napájení a zemnění apod.)

**Projekt musí obsahovat:**

- navržené obvodové schéma zařízení

- dimenzování jednotlivých prvků ve schématu včetně ztrát a návrhu chlazení

- volbu součástek, popřípadě dalších konstrukčních prvků

- desku plošných spojů ze strany součástek s popisem součástek a rozměrů desky

- desku plošných spojů ze strany spojů

Obvodové prvky dimenzujte výpočtem nebo simulací. Výběr jednotlivých prvků (třída přesnosti, technologie součástek atd.) je ponechán na řešiteli. Výsledkem musí být správně navržené funkční schéma a správně navržená deska plošných spojů. Pro simulaci a návrh desky plošných spojů se doporučuje využít programy OrCAD a Eagle/KiCAD.

**Úvod**

Cílem tohoto projektu bude navrhnout regulátor otáček 12V stejnosměrného ventilátoru pro aktivní chlazení chladiče. Ventilátor bude řízen na základě teploty chladiče, tudíž regulátor musí snímat teplotu chladiče na základě termistoru nebo diody. Regulátor bude spínat ventilátor přes koncový stupeň za pomocí pulzní šířkové modulace.

# Teorie

**PWM (Pulse Width Modulation)** je metoda řízení, která využívá modulaci šířky impulsů k regulaci výkonu dodávaného do zátěže. PWM je široce využíváno v oblastech, jako jsou regulace rychlosti motorů, jas LED osvětlení, řízení vytápění a dalších aplikacích, kde je potřeba plynulá změna výkonu.

PWM signál je tvořen periodickými obdélníkovými impulsy s:

1. **Konstantin frekvencí** – určuje, jak rychle se impulsy opakují (např. 1 kHz).
2. **Proměnnou střídu (duty cycle)** – podíl aktivního času (impulsu "ON") na celkové periodě.

Střída **(%)**

**NTC termistor** (Negative Temperature Coefficient) je polovodičová součástka, jejíž odpor klesá se zvyšující se teplotou. Jedná se o nelineární rezistor používaný především pro měření teploty, ochranu obvodů a regulaci teploty.

**Nominální Odpor (R₀)**: Odpor při referenční teplotě (obvykle 25 °C).

**Teplotní závislost**: Odpor R(T) je popsán nelineárním vztahem.

( 2 )

# Návrh regulátoru

Pro funkčnost filtru je potřeba zvolit vhodný operační zesilovač. Důležitým parametrem je tzv. GBW (gain-bandwidth product), který definuje závislost mezi zesílením zesilovače a pásmem ve kterém pracuje. GBW lze definovat jako frekvenci, při které je zesílení A = 1 (0 dB). Vztah je definován následujícím vzorcem ( 3 ). Je žádané, aby GBW bylo vždy rovno nebo vyšší vypočtené hodnotě, jelikož tento parametr mimo jiné vyjadřuje schopnost zesilovače reagovat na rychlé změny signálu. Pokud by byl použit OZ s nižším GBW, než je potřebné, dojde k zeslabení signálu což je nežádoucí.

kde: A – zesílení

– šířka pásma při daném zesílení

( 3 )

## Výpočet parametrů jednotlivých součástek

V tomto řešení jsou použity 4 neinvertující operační zesilovače. Celkové zesílení obvodu je tudíž rovno součtu zesílení jednotlivých operačních zesilovačů ( 4 ). Pro následující aplikaci bylo zvoleno zesílení A = 20.

( 4 )

Jelikož máme zvoleno A = 20, je nutno zvolit parametry druhé strany rovnice tak, aby se obě strany rovnaly. Pro zjednodušení je možné rozdělit OZ do dvou dvojic - , a . Zesílení lze rozložit například způsobem jako v následující rovnici ( 5 ).

( 5 )

Podle vzorce pro výpočet zesílení neinvertujícího OZ ( 6 ) lze dopočíst poměr mezi použitými rezistory. Pro zesílení A jsou použity hodnoty zesílení jednotlivých OZ z výpočtu ( 5 ).

( 6 )

Dosazením do vzorce byly dopočteny hodnoty pro , a . Jako reálné součástky byly zvoleny rezistory s odpory R = 100 , R = 120 z řady E12.

pro , :

pro:

Pro výpočet velikosti jednotlivých kondenzátorů byl použit vzorec pro výpočet mezní frekvence filtru ( 2 ), ze kterého byla vyjádřena kapacita C ( 7 ). Pro horní frekvenci, kdy  = 20 Hz byla vypočtena hodnota kondenzátorů ( 8 ). Pro dolní mez byla kapacita kondenzátorů spočtena na ( 9 ). Jako reálné součástky byly zvoleny kondenzátory s kapacitami C = 82 *, C = 17* z řady E12.

( 7 )

( 8 )

( 9 )

Vypočtené hodnoty byly přiřazeny jednotlivým rezistorům a kondenzátorům ve schématu a byla spuštěna simulace pro ověření správnosti výpočtů.

Obsah obrázku diagram, Plán, řada/pruh

Popis byl vytvořen automaticky

Obsah obrázku snímek obrazovky, řada/pruh, černá, Paralelní

Popis byl vytvořen automaticky