



**ZÁPADOČESKÁ
UNIVERZITA
V PLZNI**

Fakulta elektrotechnická

Impulsní regulátor ze změnou střídý

(100 W, 0,6 – 99,2 %)

Školní rok: 2007/2008
Ročník: 2.
Datum: 12.12. 2007
Vypracoval: Bc. Tomáš Kavalír

Zapojení regulátoru vychází z katalogového zapojení univerzálního integrovaného obvodu NE555, který je zapojen jako astabilní klopný obvod s nastavitelnou střídou. Modulovaný signál je k dispozici na vývodu 3 integrovaného obvodu, který je dále přiveden do kaskády dvou tranzistorů. Výstup z integrovaného obvodu není dostatečně výkonný, aby rovnou řídil výkonový tranzistor KD607, který je v zapojení se společným emitorem a podle katalogových údajů je jeho zesílení h₂₁ pouze několik desítek. Proto byl přidán ještě jeden stupeň s univerzálním tranzistorem ze šuplíkových zásob a to KFY16. Výsledné zesílení je potom dáno vynásobením zesílení obou těchto tranzistorů a poté již stačí proud jednotek mA pro plné otevření. Do základního zapojení byly přidány blokovací a filtrační kondenzátory C2, C4 a C5, jež mají za úkol potlačit rušivé strmé spínací impulsy, které by mohly být zdrojem vf rušení, které by bylo vyzářeno mimo jiné napájecím vedením. Dále byly přidány indikační LED diody, které indikují stav mezních hodnot nastavené střídy. Uvedený regulátor byl určen pro účinnou regulaci teploty mikropáječky, ale pro univerzálnost byla doplněna i ochranná antiparalelní dioda D4, která chrání výkonový tranzistor KD607 proti naindukovanému přepětí. Tímto je možné uvedený regulátor použít i pro řízení stejnosměrných motorků, kdy toto zapojení je velmi vhodné, protože umožňuje dosáhnout velikého momentu i při nízkých otáčkách, na rozdíl od primitivní regulace pouze napětím.

Jelikož zapojení pracuje ve spínacím režimu a regulace je díky strmým dobám zapínání a vypínání velmi účinná, proto výkonový tranzistor ani při proudech do 8 A nepotřebuje chladit...při napájecím napětí 12 V je tak možné regulovat výkon cca 100W. Je možné použít i výkonnější typ tranzistoru třeba ze šuplíkových zásob KD503, případně jít s napájecím napětím výkonové strany nahoru a dosáhnout tak daleko větších výkonů, které je možno regulovat. Pouze je nutné zajistit napájecí napětí pro IO NE555 12V například pomocí univerzálního stabilizátoru LM7812.

Základní kmitočet astabilního multivibrátoru je dán kombinací potenciometru R1, sériového odporu R2 a kapacitou C3. Při hodnotě kondenzátoru 100 nF vychází kmitočet cca 33 Hz, což se ukázalo jako nepříliš vhodné, protože docházelo ke znatelnému kolísání momentu motoru v rytmu tohoto kmitočtu. Proto byla snížena kapacita tohoto kondenzátoru na cca 15 nF a pak došlo ke zvednutí kmitočtu na cca 130 Hz, což se ukázalo jako optimální.

Do základního zapojení byl navíc přidán snímací odpor v emitoru výkonového tranzistoru, kde je možno snímat napětí a následně ho přepočítat na procházející proud. Svorky jsou označeny Sens + a Sens 0. Je tak možno jednoduše zapojit nadproudovou ochranu například pomocí komparátoru, u kterého se nastaví vhodné vypínací napětí. Je to o to jednodušší, že jedna svorka je na nulovém potenciálu. Dochází k nepatrné chybě, kdy procházející proud oproti proudu procházejícímu zátěží je větší o bázevý proud do tranzistoru Q2. Díky tomuto snímacímu rezistoru je navíc možno pomocí dvoukanálového osciloskopu určit skutečné spínací ztráty integrací ploch na osciloskopické obrazovce...

Změna střídy u tohoto regulátoru byla naměřena mezi 0,6 – 99,2 %, což je vzhledem k jednoduchosti a ceně regulátoru velice dobrý výsledek a je dokonce lepší, než se uvádí v dokumentaci o časovači 555 (1 – 99 %). Na následující obrázku je naznačen princip změny střídy a jak se mění výsledná střední hodnota napětí, potažmo výkonu... Díky tomuto regulátoru je možné jednoduše měnit nejenom otáčky SS motoru, ale lze řídit i teplotu topných těles, svit žárovky, regulaci teploty mikropáječky atd.

Princip změny střídý:

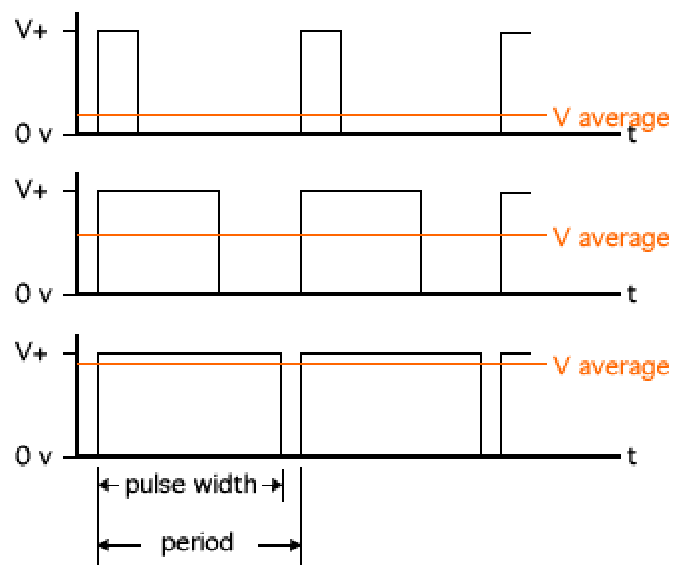
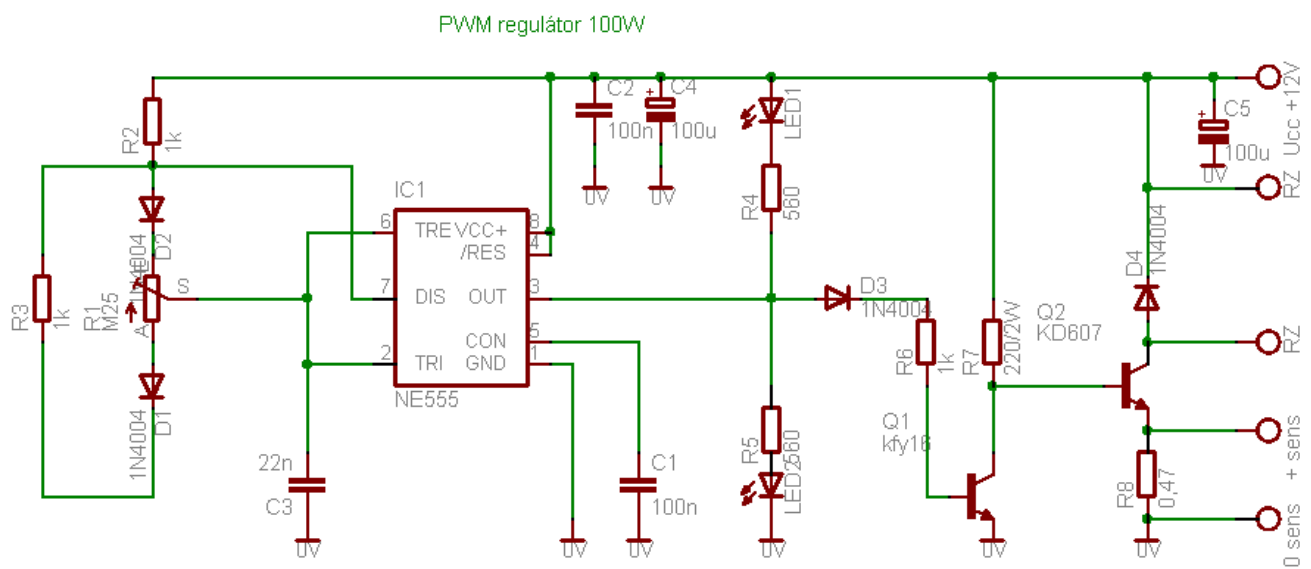


Schéma zapojení:



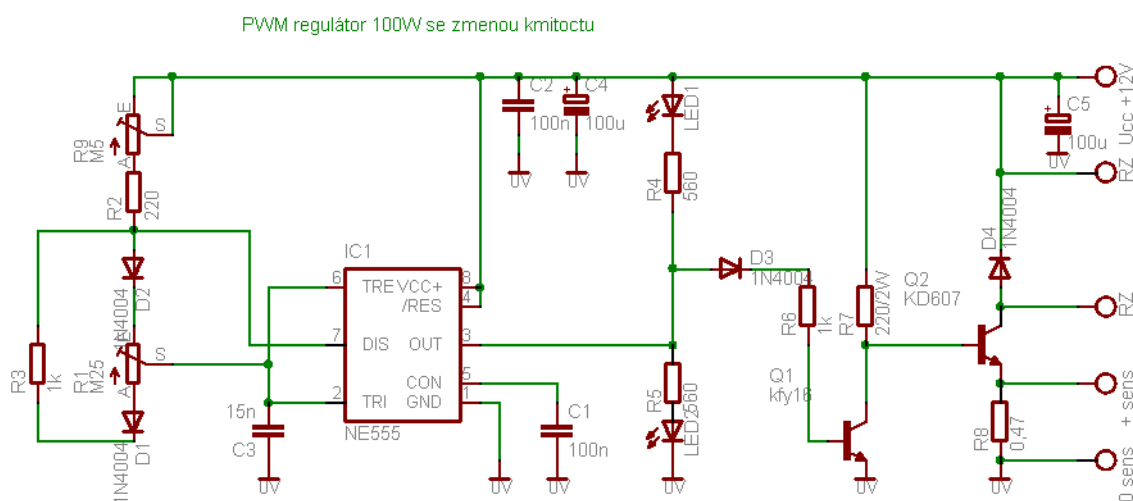
Seznam součástek:

R1.....	250 k Ω / lin (potenciometr)
R2, R3, R6.....	1 k Ω
R4, R5.....	560 Ω
R7.....	220 Ω / 2W
C1, C2.....	100 nF (keramický)
C3.....	15 nF (keramický)
C4, C5.....	100 uF / 25 V (elektrolyt)
D1, D2, D3, D4.....	1N4004
LED1, 2.....	5mm zelená a červená
T1.....	KFY 16 npn (univerzál)
T2.....	KD 607 npn
IC1.....	NE 555

Impulzní regulátor se změnou střídy a změnou kmitočtu:

Pro potřeby laboratorní úlohy jsem zkusil u předcházejícího zapojení přidat navíc potenciometr R9, díky němuž by bylo možné v malém rozsahu měnit konstantu nabíjení a vybíjení a tím nejenom změnu střídy, ale navíc i kmitočet. Po laborování jsem zkusmo došel k přibližným hodnotám součástek potenciometru R9 500 k Ω , omezujícímu odporu R2 = 220 Ω . Při tomto zapojení bylo možné regulovat kmitočet v rozsahu cca 100 Hz až 450 Hz. Zkusil jsem zároveň zmenšit kapacitu kondenzátoru C3 na cca 3 nF, tím došlo k posunutí regulovaného kmitočtu, ale již docházelo k ovlivňování mezi střídou a kmitočtem, proto bylo od tohoto upuštěno...

Schéma zapojení:



Závěr:

Uvedené zapojení na bázi časovače NE 555 zapojeného jako astabilní multivibrátor se změnou střídá je velmi vhodné pro svou jednoduchost a finanční nenákladnost pro jednoduché regulátory otáček stejnosměrných motorků, kde je velikou výhodou na rozdíl od primitivních regulátorů na bázi změny napětí, že u tohoto zapojení má regulovaný motůrek maximální točivý moment i při velmi malých otáčkách. Tento regulátor je taktéž vhodný i pro regulaci tepelných spotřebičů, kdy je možno jednoduše regulovat změnou střídá, kdy dochází ke změně střední hodnoty napětí a tím i regulovaného výkonu. Kmitočet i absolutní špičková hodnota napětí, ale zůstává konstantní a výsledný regulovaný výkon je dán pouze integrací plochy výsledné obálky výstupního proudu. Při použití výkonnějšího tranzistoru (např. KD 503 atd.) případně zvýšením napájecího napětí je možno dosáhnout i mnohem vyšších výkonů při zachování velmi dobré účinnosti, která se pohybuje nad 90 procent. Na podobném principu jsou konstruovány i moderní digitální zesilovače, kdy na výstupu je navíc pouze filtr, obnovující původní obálku nf. signálu...

Bc. Tomáš Kavalír OK1GTH