

Experimentální úlohy KFPP I (2011/2012)

Úloha č.5 - praktická cvičení s operačními zesilovači a číslicovou logikou

Dílčí úlohy:

- 1) Na desce univerzálních plošných spojů sestavte a vyzkoušejte zapojení s
 - a) invertujícím operačním zesilovačem, zesílení $-100\times$
 - b) neinvertujícím operačním zesilovačem, zesílení $+2\times$
 - c) komparátor s hysterezí, prahová napětí $U_{HL} = +1V$ a $U_{LH} = -1V$
 - d) navrhnete pomocí programu FilterPro pásmovou propust 4.řádu se střední frekvencí 1 kHz a šířkou pásma 50 Hz. Propust sestavte na desce univerzálních plošných spojů a proměřte odezvu na jednotkový skok a kmitočtovou a fázovou charakteristiku.
- 2) Na desce nepájivého kontaktního pole
 - a) sestavte z logických obvodů řady HC astabilní klopný obvod kmitající na frekvenci 1 kHz, současně s výstupem na polovičním kmitočtu
 - b) s obvodem NE555 sestavte monostabilní klopný obvod, který po stisku tlačítka generuje puls délky 500ms
- 3) Volitelná úloha
 - a) Sestavte z logických obvodů řady HC losovací kostku se 6 diodami LED. Po stisknutí tlačítka zůstane jedna LED náhodně rozsvícená. Funkci obvodu proveďte pomocí osciloskopu-logického analyzátoru.
 - b) Sestavte regulátor teploty ohřívané platformy.
 - c) Sestavte stmívač pro halogenovou žárovku.
 - d) Sestavte řízení katodového žhavení s omezením velikosti proudu
 - e) Porovnejte několik typů přenosu číslicového signálu na vzdálenost 15m (TTL, CMOS, HC/AC, RS232, RS485, LVDS, optika), porovnejte zpoždění signálu, maximální bitovou frekvenci a spotřebu (v závislosti na frekvenci přenosu dat).
 - f) K vývojovému modulu MSC1201EVM nebo MSC1210EVM s jednočipovým mikrokontrolérem připojte jedno z čidel – čidlo teploty (dvě varianty), tlaku, vlhkosti, zrychlení, otáčivého zrychlení nebo fotodiodu. Napište programové vybavení v jazyce C, které bude provádět periodické měření příslušné veličiny, její zobrazení na monitoru PC a indikaci překročení stanovené úrovně pomocí LED na vlastním modulu. Vývojové prostředí k dispozici.

Základní informace o elektronických zapojeních čerpáme z online skript Prof. Tichého:
<http://physics.mff.cuni.cz/kfpp/skripta/elektronika/>

Informace o pasivních elektronických součástkách:

Rezistory:

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Rezistor>

http://www.bucek.name/stranky/ruzne/odporove_rady/odporove_rady.htm

Kondenzátory:

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Kondenz%C3%A1tor>

Dílčí úloha 1:

Invertující a neinvertující zesilovače:

Tichý/Kapitola 5.1 – Analogové zpracování signálu/Úvod

Komparátor:

Tichý/Kapitola 5.5 - Analogové zpracování signálu/Komparátory a elektronické spínače

Taky je hodně hezký odkaz

<http://www.bakal06.chytrak.cz/30---Operacni-zesilovace.pdf>

kde je na str. 2 představen praktický pojem „virtuální země“

K zapojení invertujícího a neinvertujícího zesilovače a komparátoru používáme integrovaný obvod MAA741. Technická specifikace obvodu (datasheet):

<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/82480/ETC/MAA741.html>

Pásmová propust:

FilterPro je volně dostupná SW aplikace od výrobce Texas Instruments

<http://www.ti.com/tool/filterpro>

všechny potřebné údaje o analogových filtrech jsou v manuálu k programu FilterPro:

<http://www.ti.com/lit/an/sbfa001c/sbfa001c.pdf>

K zapojení pásmové propusti používáme integrovaný obvod NE5532P (duální operační zesilovač). Technická specifikace obvodu:

<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/ne5532.pdf>

U realizace pásmové propusti je potřeba přesně dodržet hodnoty součástek. Doporučený postup: změřit a vybrat co nejpodobnější kondenzátory, změřenou hodnotu kondenzátorů zadat do FilterPro, nechat dopočítat rezistory, rezistory přesně sestavit z rezistorů v typizované řadě, přeměřit a použít.

Po oba zesilovače a pásmovou propust ověřit funkci pomocí generátoru funkcí a osciloskopu. Proměřit přenosovou charakteristiku – závislost zesílení a fázového posunu harmonického vstupního signálu na frekvenci. Zesilovače: Zjistit mezní frekvence, změřit útlum v nepropustném pásmu (dB/oct), změřit rychlost přeběhu, zdokumentovat zkreslení signálu. Pásmová propust: určit propustné pásmo, změřit útlum v nepropustném pásmu (dB/oct), ověřit řád propusti. Zdokumentovat, jak mění propust neharmonické vstupní signály (obdélík, pila). Pomocí digitálního osciloskopu zdokumentujte působení propusti na spektrum signálu (Fourierova transformace).

Dílčí úloha 2

Základní informace o funkci a zapojení logických obvodů čerpáme z

Tichý/kapitola 7.2.3 Reprezentace základních logických funkcí elektronickými obvody

Tichý/kapitola 7.2.4 Integrované logické obvody – systém TTL a systém MOS/CMOS

Tichý/kapitola 7.5 Sekvenční logické systémy – klopný obvod typu D

Terminologie: Astabilní klopný obvod = oscilátor

Schemata oscilátorů sestavených z hradel CMOS (HC) lze vyhledat na internetu, např.:

<http://www.fairchildsemi.com/an/AN/AN-118.pdf>

Pro dělení frekvence 2 lze použít klopný obvod typu D (D latch), například v pouzdře 74HC74,

www.onsemi.com/pub/Collateral/74HC74.PDF

Integrovaný obvod NE555 je jedním z historicky komerčně nejúspěšnějších integrovaných obvodů, viz.

http://en.wikipedia.org/wiki/555_timer_IC

V dokumentaci k obvodu

www.ti.com/litv/slfs022h

najdeme řadu doporučených zapojení pro různé možnosti řízení časového průběhu signálů včetně zapojení monostabilního multivibrátoru. Na vstup zapojíme tlačítko tak, aby po stisku generovalo sestupnou hranu, na výstup světelnou diodu (LED) ochranným rezistorem, viz.

http://en.wikipedia.org/wiki/LED_circuit

Pro dílčí úlohu 2 existují alternativní řešení.

Oscilátor lze sestavit ze dvou monostabilních multivibrátorů, např. v pouzdře 74HC123,

www.nxp.com/documents/data_sheet/74HC_HCT123.pdf

Stabilní i monostabilní klopný obvod, stejně jako dělič frekvence lze postavit i okolo NE555.

U sestavených zapojení ověříme a zdokumentujeme funkčnost pomocí osciloskopu, případně i pomocí logického analyzátoru. U astabilního klopného obvodu určíme rychlost přeběhu signálu a porovnáme s rychlostí přeběhu operačního zesilovače z úlohy 1. Pomocí logického analyzátoru zdokumentujeme přechodové jevy („glitch“) v logických úrovních např. klopného obvodu typu D.

Volitelné úlohy

Studenti si po první hodině praktika zvolí, kterou volitelnou úlohou by se rádi zabývali. Rámec volitelných úloh je volnější a řešení nejsou striktně daná. Zapojení lze vymyslet či vyhledat na internetu, vedoucí praktika jsou plně k dispozici se svými zkušenostmi. Následuje krátká charakteristika úloh a návrhy řešení.

a) Sestavte z logických obvodů řady HC losovací kostku se 6 diodami LED....

Realizace složitějšího číslicového zapojení. Sestavíme z obvodů řady HC či TTL, použijeme znalost astabilního klopného obvodu z úlohy 2, doplníme o čítač (např. 74HC192)

www.ti.com/litv/schs163f

tlačítko a dekodér z logických hradel a LED diod.

b) Sestavte regulátor teploty ohřívané platformy.

Realizace složitějšího analogového zapojení. Použijeme např. zapojení neinvertujícího zesilovače z úlohy 1 a další zapojení s OZ – integrátor, příp. přístrojový zesilovač. Akční člen může být realizován pomocí NE555 zapojeného jako generátor pulsů s proměnnou střídou a spínacího tranzistoru pro topení.

c) Sestavte stmívač pro halogenovou žárovku.

Realizace bezetrátové regulace výkonu. Seznámíme se obecně používaným principem regulace výkonu elektrických zařízení všech velikostí (žárovka, vrtačka, tramvaj, přečerpávací elektrárna...). Použijeme jednoduché zapojení s tyristorem převzaté z

http://pandatron.cz/?294®ulator_jasu_sitove_zarovky

a upravené pro napájení 12 V ac, kterým budeme řídit jas halogenové žárovky nebo otáčky stejnosměrného motoru.

d) Sestavte řízení katodového žhavení s omezením velikosti proudu

Tohle je víceméně obecná hlavička pro zájemce o konstrukci užitečných zapojení pro experiment, kterým se zabývají. Ke konstrukci katodového žhavení je potřeba například funkční elektronové nebo iontové dělo nebo vypařovač, vše ve vakuu. Kdybyste měli jakýkoli jiný praktický nápad, lze se mu v rámci praktika (a vašeho volného času, tohle zabere více než 4 hodiny) věnovat.

e) Porovnejte několik typů přenosu číslicového signálu na vzdálenost 15m ...

Úloha inspirovaná hardwarovými potřebami počítačových sítí a velkých experimentů (CERN, ITER). Elektronika spolu potřebuje komunikovat, zde si ověříme některá úskalí.

f) K vývojovému modulu MSC1201EVM nebo MSC1210EVM s jednočipovým mikrokontrolérem připojte jedno z čidel ...

Prototypická úloha z digitalizace experimentu. Sběr, digitalizace, vyhodnocení a vizualizace fyzikálních veličin. Jednočipové mikrokontroléry jsou v současnosti používány v podstatě ve všech elektronických aplikacích. MSC1201EVM je vývojový modul postavený kolem mikrokontroléru msc1201y3. Katalogové listy modulu a mikrokontroléru:

<http://media.digikey.com/pdf/Data%20Sheets/Texas%20Instruments%20PDFs/MSC1201,1202EVM.pdf>

<http://www.ti.com/lit/gpn/msc1201y3>