

## Микропроцесорна система за контрол на параметрите на аудио усилвател

Ивайло Иванов, Анелия Манукова

**Microprocessor system for audio amplifier parameter control:** The purpose of this article is to develop microprocessor system for audio amplifier parameter control, characterized by high quality sound reproduction. Using low consumption elements provides very good energy performance of the microprocessor system and economy of electricity.

**Key words:** microprocessor system, audio amplifier, parameter control

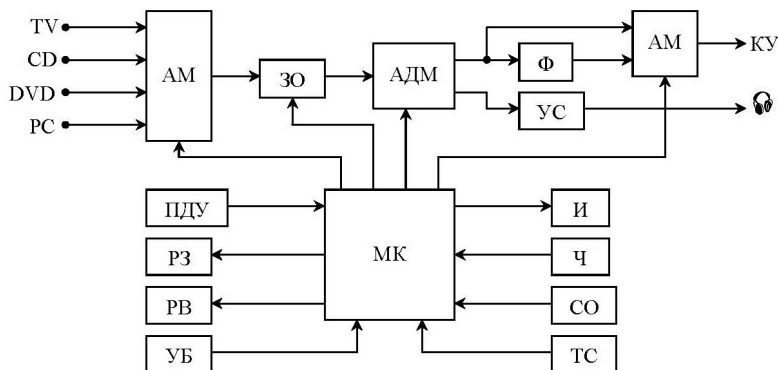
### ВЪВЕДЕНИЕ

В съвременните аудио системи широко навлиза цифровото управление на основните параметри на аудио усилвателите поради ниските внесени смущения. Аудио процесорите обединяват голяма част от блоковете необходими за аудио системата [1,2,5] в един монолитен чип, управляван по цифров път и са предпоставка за компактна схема с ниска консумация на електроенергия.

Целта на статията е да се разработи микропроцесорна система за контрол на параметрите на аудио усилвател, която да включва четири стерео източника, да управлява по цифров път тонкоректора, усилването на схемата и температурата на крайните усилватели за постигане на високо качество на възпроизвеждания звук при намален разход на електроенергия.

### СХЕМА НА МИКРОПРОЦЕСОРНАТА СИСТЕМА

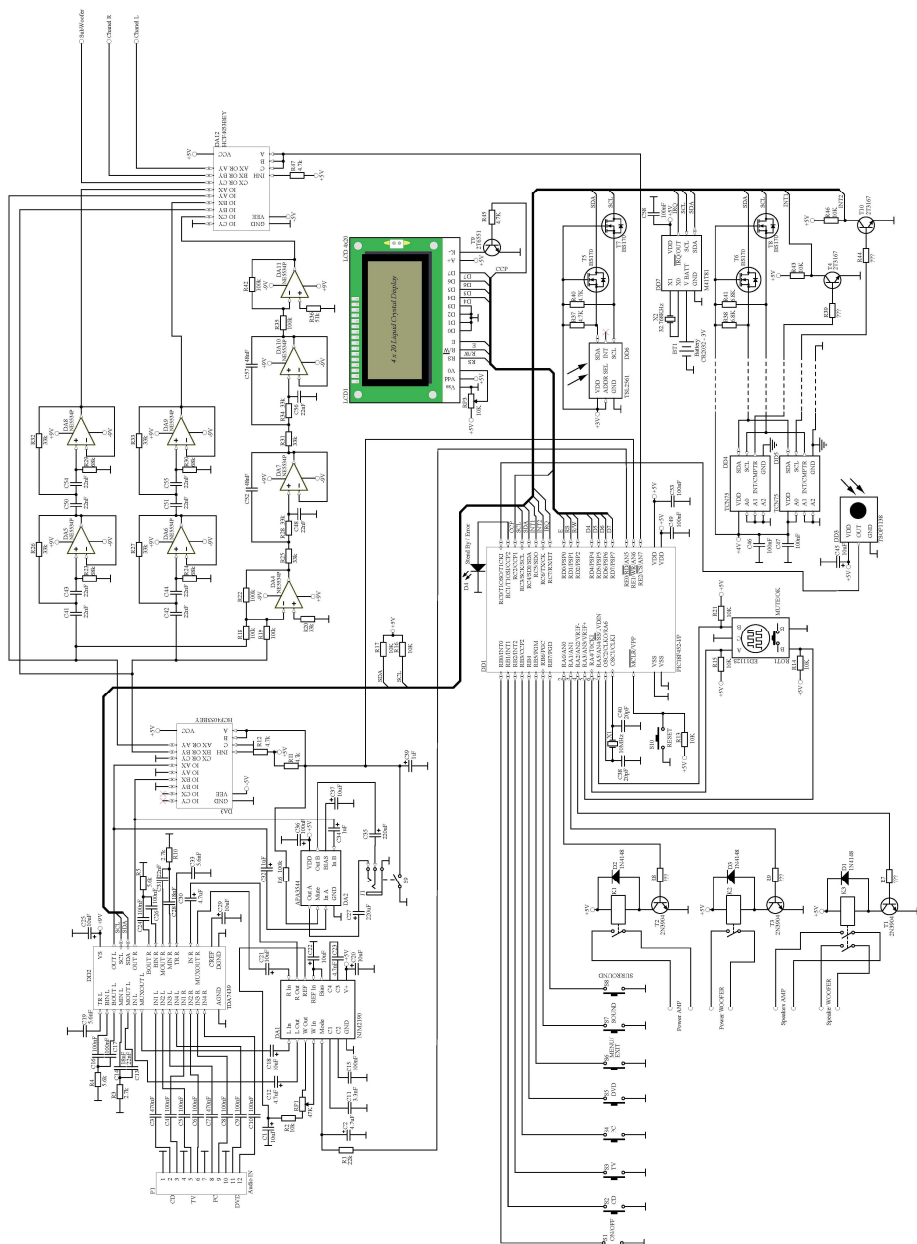
Блоковата схема на микропроцесорната система за контрол на параметрите на аудио усилвател е представена на фиг.1, а принципната схема на фиг.2.



Фиг. 1. Блокова схема на микропроцесорната система за аудио контрол

АМ – Аналогов мултиплексор, ЗО – Звукова обработка, АДМ – Аналогов демултиплексор, Ф – Филтри, УС – Усилвател слушалки, ПДУ – Приемник дистанционно управление, РЗ – Релета захранване, РВ – Релета високоговорители, УБ – Управляващи бутони, И – Индикации, Ч – Часовник, СО – Сензор осветеност, ТС – Температурни сензори, КУ – Крайни усилватели

Изборът на микроконтролер PIC18F452 за микропроцесорната система [3,4] се базира на: бързодействие- 10 MIPS; периферия; капацитет на програмната памет- 32Kb, капацитет на временната памет- 1,5Kb и брой на входно-изходните изводи- 34.



Фиг. 2. Принципна схема на микропроцесорната система за аудио контрол

В съвременната озвучителна техника се наблюдава изместване на обикновените потенциометри с цифрови, които се управляват от ротационни енодери като преобразуват ъгъла на завъртане в двоичен код на Грей. Избраният ротационен енодер ED112S няма крайно положение и оста му се върти

безконечно.

### Индикация

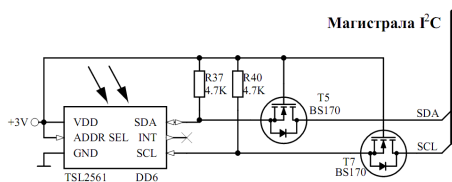
За намаляване на консумираната електроенергия е използвана индикация с течни кристали LCD - AC-204AYILY. Комуникацията между микроконтролера и дисплея се включва в 4-битов режим на работа с цел да се намалят изводите за връзка, като това изисква изводи D0+D3 да се поддържат в логическа нула.

### Сензор за осветеност

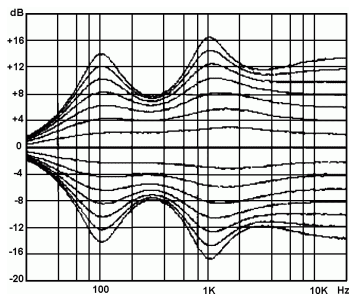
За намаляване на изразходваната от устройството електроенергия и за еднакво добро възприемане на информацията на дисплея в тъмни и светли помещения е предвидена възможност за регулиране на интензитета на светене на подсветката. За тъмни помещения той трябва да е по-малък, а за светли – по-голям. Регулирането на интензитета се постига с регулирането на тока през осветяващите светодиоди, а това става посредством ШИМ на захранващото им напрежение. За да може микроконтролера да управлява интензитета на подсветката е необходимо да се увеличи товароносимостта на извода CCP1 и това се извършва посредством T9 2T6551, който работи в схема общ емитер и усилва по мощност.

Регистрирането на осветеността в помещението може да се осигури по различни начини. С цел намаляване на елементната база и повишаване надеждността на предлаганата система се включва монолитен цифров светлинен сензор TSL2561, който има възможност да измерва осветеността в помещението. Тези сензори се включват към I<sup>2</sup>C магистралата и осветеността на сензора се получава директно в цифров вид.

Тъй като светлинният сензор работи на 3V и комуникацията му по I<sup>2</sup>C магистралата също е 3V, а комуникацията на микроконтролера по I<sup>2</sup>C магистралата е 5V, е необходимо да се постави буфер, който да съгласува нивата на от двете страни на I<sup>2</sup>C магистралата. Ролята на буфер изпълняват транзисторите T5, R37 и T7, R40 съответно за изводи SDA и SCL от фиг.2 и фиг.3.



Фиг. 3. Схема на свързване на светлинен сензор



фиг.4. Предавателна характеристика на тонкоректора

Съгласуващият буфер има следните режими на работа: 1) Никое от двете устройства (светлинният сензор или микроконтролера) не подава ниско логическо ниво по магистралата. Изтеглящите резистори R37 и R40 установяват логическа единица (3V), на сорсовете на T5 и T7, към гейтовете също се подават 3V. Вследствие на това двата транзистора са запушени и от двете страни на съгласуващия буфер има различни по амплитуда логически единици. 2) Светлинният сензор подава логическа нула по магистралата. Напреженията на сорсовете стават по малки от тези на гейтовете на транзисторите и те се отпушват. Като се отпушат, светлинният сензор издърпват към нула и страната на магистралата към която е включен микроконтролера. Така че магистралата от двете страни на буфера е в ниско логическо ниво. 3) Микроконтролера подава логическа

нула по магистралата. Напряженията на дрейновете стават по малки от тези на сорсовете. Но тъй като в структурата на транзисторите има включени обратни диоди, които се отпушват и през тях се издърпва към логическа нула и страната на магистралата към която е включен светлинният сензор.

#### *Температурни сензори*

Температурните сензори са необходим елемент за цифровата апаратура. Те са изградени като монолитна интегрална схема и в изхода им се извежда стойността на температурата в цифров вид. Измерването на температурата в аналоговата част от схемата е необходимо за елементите, които отделят голяма мощност върху себе си. Това са крайните транзистори на усилвателите на мощност. Ако не се обърне внимание на тяхното прегряване, то може да доведе до необратимо повреждане на крайните стъпала.

За измерване на температурата на крайните транзистори на крайният усилвател за колоните и суббуфера в разработената система са избрани монолитни цифрови сензори – TCN75, които се характеризират с точност на измерваната температура  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  в температурен диапазон  $-55^{\circ}\text{C} \div +125^{\circ}\text{C}$  и ниска консумация  $250\mu\text{A}$ .

Температурните сензорите се намират на разстояние 1-2m от физическия блок на схемата за управление, което налага магистралата за предаване на данни до тях да бъде буферирана - при поява на аварийна ситуация по свързващият кабел, да не се получи повреда на другите устройства свързани по магистралата. За буфериране на магистралата се използва аналогичен буфер за съгласуване на нивата, както при светлинният сензор, фиг.3. За да може да работи буферът нормално е необходимо захранващото напрежение на термосензорите да е по-малко от това на микроконтролера и е избрано захранващо напрежение от 4V.

#### *Блок за звукова обработка*

Избраният аудио процесор TDA7439 създава малки нелинейни изкривявания и много доброто качество на обработка на звуковият сигнал. На фиг.4. е дадена честотната предавателна характеристика на тонкоректора му.

#### *Съраунд (SURROUND) схема*

Всяка съвременна аудио апаратура, която разчита на двуканално звуковъзпроизвеждане задължително притежава съраунд ефект. Той предава по-голяма обемност на звуковото възприятие. При използването на съраунд в стерео системите се постигат много добри резултати и може да се избегне използването на четири и повече канално звуковъзпроизвеждане. За съраунд е избрана специализирана интегрална схема NJM2190.

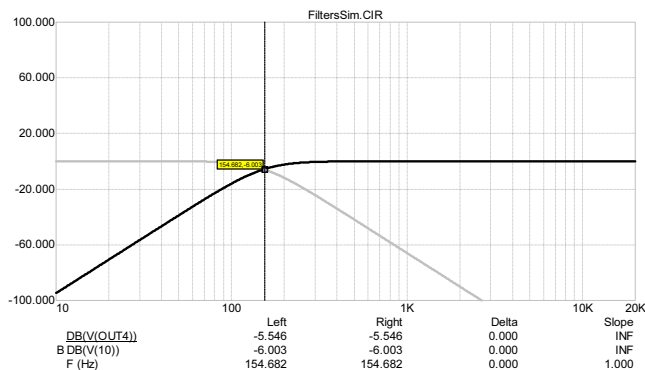
#### *Блок филтри*

Използването на блока филтри се налага за разделяне на аналоговият сигнал на две части. Едната част до 150Hz ще се възпроизвежда от така наречения SUBWOOFER (Суббуфер), а другата – от двете колони с честоти над 150Hz. Доказано е, че звукът с честота до 150Hz в повечето случаи е моно (еднакъв за двете колони) и затова се използва само един Суббуфер. Също така отделянето на ниските честоти разтоварва режимите на работа на усилвателите за двете колони, както и самите колони.

За целта е избрано схемно решение на Linkwitz-Riley (Линквиц-Рилей), защото има фазова съгласуваност между всички звена, няма скокове и спадове в лентата на пропускане и затихването при сръзващата честота е 6dB, за разлика от филтъра на Бътървурт която е 3dB. Основното предимство не е в затихването при сръзваща честота, а сбора от спадове на нискочестотния и високочестотния филтри. При избраното схемното решение това затихване се получава 0dB, а при филтъра на Бътървурт +3dB.

## РЕЗУЛТАТИ

След проведените симулационни изследвания на блок филтри от микропроцесорната система се установи, че честотата на срез на двата филтъра, която се определя при затихване, е  $-6\text{dB}$ , което изпълнява поставените изисквания. Амплитудно-честотните характеристики на високочестотният филтър (черна линия) и нискочестотният филтър (сива линия) са представени на фиг.5.



Фиг. 5. Амплитудно - честотна характеристика на блок-филтри

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложената микропроцесорна система е базирана на съвременни схемни решения, които се характеризират с високо качество на обработка на звуковия сигнал и съответно на възпроизвеждания звук.

Постигнати са много добри енергийни показатели и икономичност на консумацията на електроенергия чрез използването на нискоконсумиращи елементи и осигуреното регулиране на консумацията на най-големия консуматор – подсветката на дисплея.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Барт П., Hi-Fi схемотехника, София, Техника 1979г.
- [2] Златаров В., Доневска Л., Електронни аналогови схеми и устройства, София, Техника 1988г.
- [3] Кенаров Н., PIC Микроконтролери II, Варна, Млад конструктор 2006 г .
- [4] Русева Й., Бенчева Н., Микропроцесорна схемотехника – ръководство за упражнения, Русе, Русенски университет 2006 г.
- [5] Сокачев А., Приложение на операционните усилватели, София, Техника 1987 г.

### За контакти:

маг. инж. Ивайло Иванов Иванов, катедра “Електроника”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, E-mail: raiderbg@gmail.com  
 гл.ас. д-р инж. Анелия Манукова, катедра “Електроника”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082/ 888 366, E-mail: amanukova@ecs.ru.acad.bg

**Докладът е рецензиран.**