

КРИТИЧЕН АНАЛИЗ НА ЛИНЕЙНИ АУДИО УСИЛВАТЕЛИ – КЛАС “АВ” СРЕЩУ КЛАС “Н”

Пламен Ангелов Ангелов
ЦИТН - Бургаски Свободен Университет

CRITICAL ANALYSES OF THE LINEAR HIGH EFFICIENCY AUDIO AMPLIFIER – CLASS “AB” VS CLASS “H”

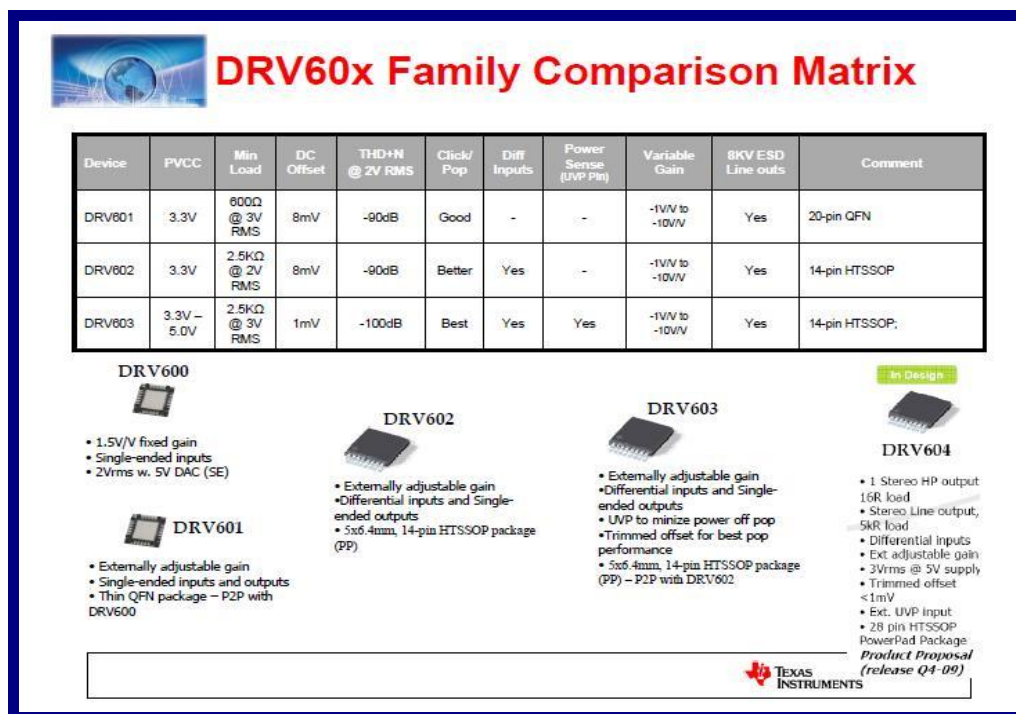
Plamen Angelov Angelov,

Abstract: *The point of this article is a critical analyses of the linear high efficiency audio amplifier. This type of amplifier is a combination of the above two types which provides an acceptable level of THD performance (typically 0.1% to 1% distortion [2]) at similar output efficiency. Of this kind audio amplifier we both output devices are allowed to conduct at the same time, but just a small amount near the crossover point. This structure allowed the efficiency and reduces THD of the output signal.*

Key words: *critical analyses, high efficiency audio, low frequency power amplifier class AB Vs class H.*

1. Въведение

Напоследък работата по темата е съсредоточена върху минимизиране размерите на стъпалото и понижаване на изходните загуби. Нека разгледаме една примерна разработка на съвременни линейни аудио усилватели разработени от компанията Texas Instruments [4] (фиг.1) На фигурата е показано таблично сравнение между три различни хибридни стъпала от серията DRV60x, като характерно за всеки един от тях е ниското захранващо напрежение. Това веднага посочва извода: Този тип стъпала немогат да се използват за високи мощности, но за сметка на това при тях не е необходимо използването на радиатор. Нека направим критичен анализ на показаните данни: Първоначално насочваме вниманието си върху граничните захранващи напрежения.



Фиг.1. DRV серия линейни аудио усилватели [4]

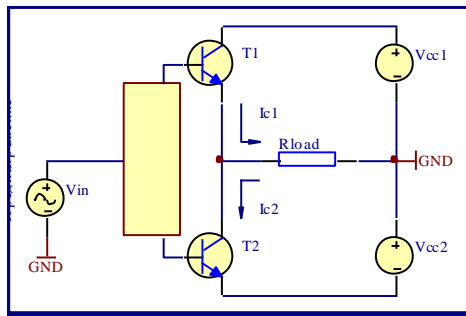
Показаните стойности от порядъка на 3,3 до 5V ясно дефинират, че тези чипове се захранват от батерии, откъдето произлиза и изискването за ниска консумация.

Извода който можем да направим е, че при този тип аудио стъпала загубната мощност (без входен сигнал) е нищожна и може да бъде пренебрегната. Как се получава толкова малка мощност при тези усилватели? Това е въпрос свързан със структурата на аудио на усилвателя.

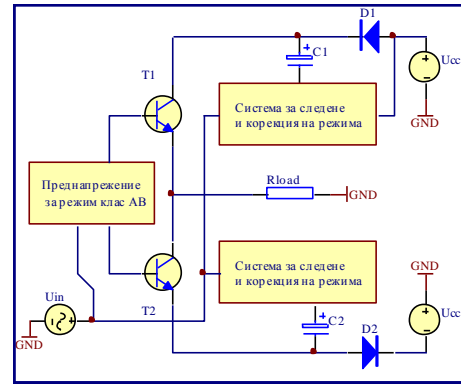
2. Структурен анализ на крайно стъпало клас Н срещу крайно стъпало клас АВ

Метода на работа на този клас се основава на удвояване на захранващото напрежение в определен момент от нарастване на входната амплитуда. Сравнението в структурните модели между клас АВ и клас Н аудио усилватели е показано на фиг.2. Сравнителния анализ на структурата показва присъствието на клас АВ и при двете аудио стъпала. От друга страна метода е аналогичен на клас G но без да е необходимо използването на допълнителни захранващи източници. При аудио усилватели с ниска изходна мощност пиковете в изходния сигнал могат да се компенсират от натрупващ кондензатор, който играе роля на втори захранващ източник. При детектиране на високи входни нива се превключва верига за следене и корекция на режима. Тази верига служи за управление на момента на превключване на режимите. При нарастване нивото на входния сигнал (фиг.4.) в определен момент изходното ниво достига захранването – именно тогава

тази верига превключва натрупващ кондензатор, чиито заряд се сумира със захранващото напрежение.



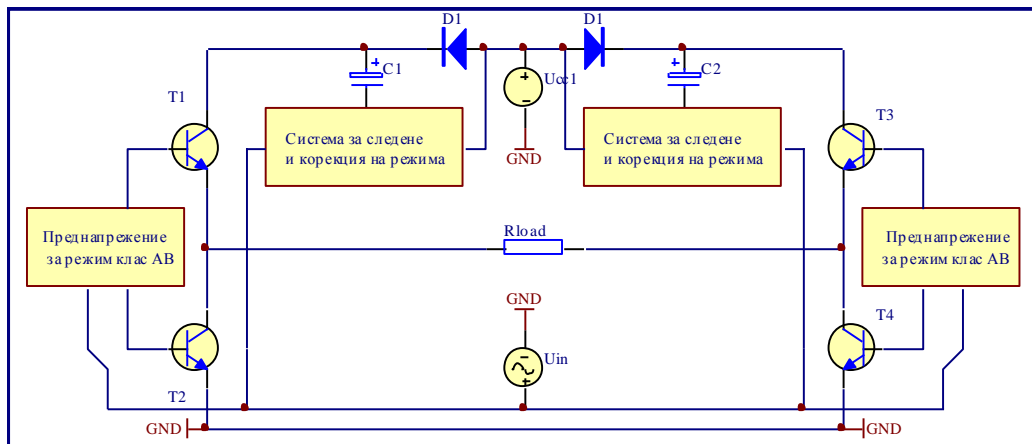
Фиг.2.2.а. Обобщен модел на клас АВ



фиг.2.2.б. Обобщен модел на клас Н

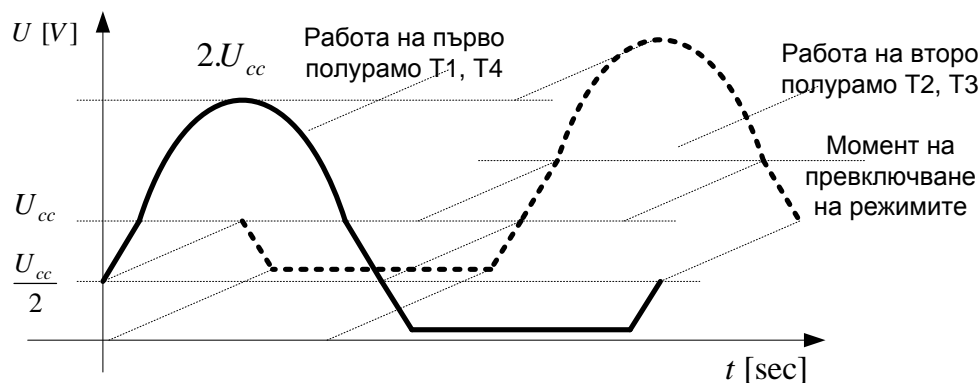
Фиг.2.2. Сравнение на структурни модели на клас АВ срещу клас „Н” аудио усилвател

Модела не изисква допълнително захранващо напрежение което се компенсира от „натрупващ” кондензатор C_1 (C_2). В средата на 2000г. [3] метода намира широко приложение в аудио техниката. Когато модела се прилага за мощни изходни стъпала се оказва, че трябва да се използват четири „натрупващи” кондензатора. Това би довело до нееднаквост в параметрите поради високия толеранс на кондензаторите. За да се избегне този недостатък модела от фиг.2. се преобразува във вида показан на фиг.3.



Фиг.3. Модел на включване използван при по-висока мощност.

Моделното включване използва само два „натрупващи” кондензатора с което се намалява несиметрията между двете полурамена. Друго предимство на метода е използването само на еднополярно захранващо напрежение. Така изходното напрежение върху товара се поддържа половината от захранващото което допълнително позволява симетриране на схемата. Графично този принцип на работа е показан на фиг.4.



Фиг.4. Принцип на работа на клас „Н“ аудио усилвател

Недостатък на метода е, че продължителността на разреждане трябва да се съобрази с момента на превключване. От особена важност е времеконстантата на разряд да бъде поне два пъти по-голяма от периода T за най-ниската работна честота. Пример: При минимална входна честота 40Hz и период $T=1/40=25\text{ms}$ времеконстантата на разряд трябва да е около 50ms . Моментът на превключване се управлява от системата за следене и корекция на режима (фиг.2) като:

- Преди момента на превключване в случай минуса на $C1$ и плюса на $C2$ са свързани към маса - така те се зареждат до напрежение $|U_{c1}|=|U_{c2}|=U_{cc}$;
- При достигане момента на превключване (Упрагово) U_{cc} минуса на $C1$ и плюса на $C2$ се свързват паралелно на диодите $D1$ и $D2$ следователно захранващото напрежение към крайните транзистори се удвоява за времето на разряд на кондензатора, което е съобразено с минималната входна честота.

Това определя не само нивото на входния сигнал но и неговата продължителност. При този метод за различен динамичен диапазон на входния сигнал се наблюдават различни нелинейни изкривявания. При тестване на клас "Н" с правоъгълен входен сигнал се наблюдават значителни нелинейни изкривявания причинени от недостатъчното време за зареждане на натрупващия капацитет [1].

Изводи и заключения

- Характерна особеност при високоефективните аудио усилватели е комбинирането на няколко отделни класове което включва клас АВ;
- Съществено неудобство при приложението в мобилни аудио устройства (PDA, MP4, PocketPC) е големият брой захранващи източници при клас G. Преодоляването на този недостатък създава нов клас на работа в изходното стъпало познат като клас Н;

- От огромно значение е обратното напрежение, което се получава за два от транзисторите при клас Н (режим на паралелно захранване). Това изцяло изключва приложимостта на класа за мощност над 10 W;

- Особеност при тестване на ключовете аудио стъпала е ограничението от използване на правоъгълен входен сигнал. В случай, че такъв сигнал се приложи се наблюдават значителни нелинейни изкривявания причинени от недостатъчното време за зареждане на натрупващия кондензатор (клас Н).

Литература:

- [1] П. Шкритек „Справочное руководство по звуковой схемотехнике” Издателство Мир 1991
- [2] Jian-yu Lu; Waugaman, J.L. Development of a linear power amplifier for high frame rate imaging system [biomedical ultrasound imaging applications] Ultrasonics Symposium, 2004 IEEE;
- [3] Niels Anderskov, Karsten Nielsen, Michael A. E. Andersen "High Fidelity Pulse Width Modulation Amplifiers based on Novel Double Feedback Techniques", 100th convention of the Audio Eng. Soc, Copenhagen, preprint 4258, 11-14 May 1996;
- [4] www.ti.com