

ГРАФИЧЕН АНАЛИЗ НА НАТОВАРВАНЕТО НА ТРАНЗИСТОРЕН УСИЛВАТЕЛ С ОТЧИТАНЕ НА КОМПЛЕКСНИЯ ТОВАР

Пламен Ангелов Ангелов
Бургаски свободен университет

GRAPHIC ANALYSIS OF THE TRANSISTOR AMPLIFIER CONSIDERING THE COMPLEX LOAD

Plamen Angelov Angelov
Burgas Free University

Abstract: *As a load of the linear audio amplifiers are used in speaker. These speakers are electrodynamic systems, which when modifying the operating frequency change their parameters. Such dependence is observed in speakers, which are composed of two or more loudspeakers. This frequency dependence is an indication of the unevenness of the dynamic characteristic. This affects the operation of the amplifier, as some hybrid audio amplifiers require suppression of the input (mode „mute”). Suppression of the input signal was observed in leaps his amendment, as well as switching the mode hybrid amplifiers - Class G and Class H. At this load the amplifier load may have both capacitive and inductive.*

Keywords: *linear audio amplifiers, speakers, dynamic characteristic, hybrid amplifiers, complex load.*

1. Състояние на проблема

Като товар на линейните аудио усилватели се използва високоговорител. Тези високоговорители представляват електродинамични системи, които при изменение на работната честота променят своите параметри. Подобна зависимост се наблюдава и при озвучителните тела, които са съставени от два или повече високоговорителя. Тази честотна зависимост е индикация за неравномерност в динамичната характеристика. Това се отразява на работа на усилвателя, като при някои хибридни аудио усилватели се налага потискане на входният сигнал (режим „mute”). Подтискането на входния сигнал се наблюдава при скокообразното му изменение, както и при превключването на режима при хибридните усилватели – клас G и клас H. При това натоварване на усилвателя товарът може да има както капацитивен така и индуктивен характер [1].

2. Характерни особености на натоварването на транзистора при комплексен характер на товара

2.1. Характерни особености на натоварването на транзистора при преобладаващ капацитивен характер на товара

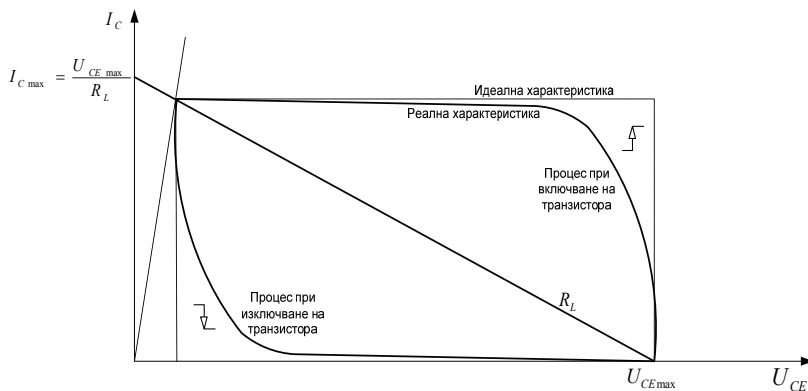
При капацитивен характер на товара изходната характеристика на усилвателя се повлиява от два преходни процеса: режимна включване (преходен режим от клас G към клас H) и режим на изключване (преходен режим от клас H към клас G) на транзистора. Принципа на работа на транзистора е показан на фиг.1. От графиката се вижда, че транзистора има критично натоварване в режим на включване. Този режим повишава разсейваната мощност върху транзистора, която може да се определи с израза:

$$(1) \quad P_{T\max} \approx I_{C\max}^2 \cdot R_L$$

където: $P_{T\max}$ е максималната отдадена мощност от транзистора през време на динамичното натоварване на усилвателя;

$I_{C\max}$ – максималният колекторен ток;

R_L – активната компонента на товара.



Фиг. 1. Натоварване на изходните транзистори през време преходният процес при капацитивен характер на товара

При преходния процес на включване на транзистора колекторното напрежение остава е максимално, но при това протича и максимален колекторен ток. При преходния процес на изключване на транзистора колекторният ток намалява. Графичният анализ от фиг.1. показва, че моментната мощност отдадена върху транзистора в моментите на превключване е значително по-висока от номиналната [1].

2.2. Характерни особености на натоварването на транзистора при преобладаващ индуктивен характер на товара

При индуктивен товар в момента на включване на транзистора, токът през индуктивността се изменя бавно и в момента на превключване остава относително постоянен. Амплитудното изменение на тока в момент на включване се определя от отношението на две времеконстанти – времеконстантата на високоговорителя към времето на нарастване на сигнала, което се записва с израза:

$$(2) \quad U_{CE \max} = U_{CE} \cdot \frac{\tau}{\tau_0}$$

където:

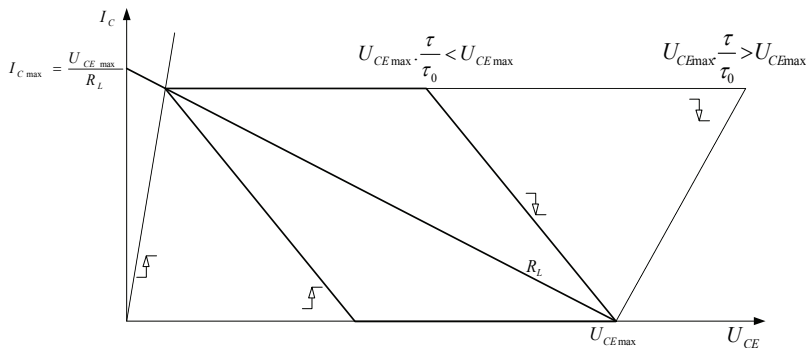
$$\tau = \frac{L_L}{R_L} - \text{времеконстанта на високоговорителя;}$$

$$\tau_0 - \text{време за нарастване на изходният сигнал.}$$

Натоварването на изходните транзистори при този режим на работа не е голямо и може да бъде пренебрегнато. Съвършено друго е изходното натоварване в режим на изключване на изходния транзистор. Включването на допълнителен високоговорител повишава времеконстантата на веригата, при което отношението между двете времеконстанти ще бъде $\tau > \tau_0$. Това причинява нарастване на напрежението колектор-емитер (U_{CE}), като съществува вероятност за пробив. През краткото време на преходния процес отдадената моментна мощност се определя с израза:

$$(3) \quad P_{T \max} \approx \frac{U_{CE \max}^2}{R_L} \cdot \frac{\tau}{\tau_0}$$

Натоварването на изходните транзистори през време на преходния процес е показано на фиг.2.



Фиг. 2. Натоварване на изходните транзистори през време преходния процес при индуктивен характер на товара

Изводи:

- Графичният анализ показва че транзистора има критично натоварване в режим на включване. Този режим повишава разсейваната мощност върху транзистора и може да доведе до критична работа на усилвателя. Решението е динамично следене на входният сигнал и плавно превключване между клас G и клас H аудио;
- Натоварването на изходните транзистори в момент на включване (преобладаващ индуктивен товар) не е голямо и може да бъде пренебрегнато. Съвършено друго е изходното натоварване на транзисторното съпало в режим на изключване на изходните транзистори. Допълнително включеният високоговорител повишава времеконстантата на веригата, при което отношението между двете времеконстанти ще бъде $\tau > \tau_0$. Това причинява нарастване на критичното напрежение колектор-емитер (U_{ce}) и създава предпоставка за пробив на транзистора.

Използвана литература:

- [1] Шкритек, П. (1991) Способ снижения шумов и помех. Городникова А. (Ред.), Справочное руководство по звуковой схемотехнике, (стр. 122-239.) Издательство Мир 1991
- [2] Pl. Angelov., Modification method to determining the output parameters in the audio power stage with complex load. XLVII INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE INFORMATION, COMMUNICATION AND ENERGY SYSTEMS AND TECHNOLOGIES, 28 – 30 June, 2012, Veliko Tarnovo, BULGARIA (pp.521-524).
- [3] Valacas, J., Spyridoulis, S., Lioliouis, C. (1998). The influence of program material on the nonlinear behavior of audio power amplifiers driving complex loads. Convention of IEEE Transactions on consumer electronics, Vol. 44 Issue.1.ISSN: 0098-3063 (pp.1-9).
- [4] W. Klippel “Tutorial: Loudspeaker nonlinearities – causes, parameters, symptoms”. Tutorial of Audio Eng. Soc., (pp.907-938) 2006 October