

ФИЗИЧЕСКИЕ ПОЛЯ КОРАБЛЯ

DOI: 10.24937/2542-2324-2022-1-399-00-00
УДК 534.2

E.S. Sirakov, G.K. Evstatiev
Technical University – Varna, Faculty of Electronics, Department of Radio engineering

THE INSTANTANEOUS DISSIPATION IN AMPLIFIERS CLASS AB AND CLASS B

This paper presents analysis of class AB and class B amplifiers dissipation calculated by equals (1) and (2) with MathCad. The figure shows works of push-pull audio power amplifier computer simulations with PSpice Student Version.

The authors declare no conflicts of interest.

SHIP SIGNATURES

DOI: 10.24937/2542-2324-2022-1-399-00-00
UDC 534.2

Е.С. Сираков, Г.К. Евстатиев
Технический университет, факультет электроники, кафедра радиотехники, Варна, Болгария

МГНОВЕННОЕ РАССЕЙВАНИЕ МОЩНОСТИ В УСИЛИТЕЛЯХ КЛАССА АВ И КЛАССА В

В данной статье представлен анализ рассеивания мощности в усилителях класса AB и класса B, рассчитанного по формулам (1) и (2) с помощью компьютерной системы MathCad. На рисунке показаны работы по компьютерному моделированию пушпульного усилителя мощности звуковых частот с помощью PSpice Student Version.

Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.

Introduction

Введение

Peak and average power dissipation in audio amplifier output stages is considerably greater with loudspeaker loads than with resistor loads, because the loudspeaker loads are substantially reactive. A survey of consumer loudspeakers shows [1] the impedance minima are commonly near 4Ω and phase can bias great as $\pm 70^\circ$, more typically $\pm 45^\circ$.

The instantaneous power dissipation of class AB power amplifier output stage

Мгновенное рассеивание мощности выходного каскада усилителя мощности класса AB

The instantaneous power dissipation of class AB and class B power amplifiers output stage driving a sinusoi-

dal waveform $V_O \cdot \sin(\omega t)$ into a load R_L from a supply voltage V_{CE} is:

$$P_{d(inst)} = V_{CE} \cdot i_E,$$

$$V_{CE} = V_{ss} - V_O \cdot \sin(\omega t), \quad (1)$$

$$i_E = \frac{V_O \cdot \sin(\omega t) + V_{Rt} + |V_O \cdot \sin(\omega t) + V_{Rt}|}{2R_{sp}} \quad [2].$$

The non-linear response of each of the one half the output stage can be set as follows: polynomial of n^{th} order, discrete (table) value, with the transfer function – math expression $i_{out}(V_{in}) = \{\pm(V_{in} + V_{Rt} + \text{abs}(V_{in} \pm V_{Rt}))/R_{out}\}$ as shown in [2, 4, 5].

If $V_{Rt} = 0$ – class B amplifier and from $\alpha = \omega t = 0$ to 180° , the half cycle $i_E = \frac{V_O \cdot \sin(\omega t)}{R_{sp}} \quad [1].$

For citations: Sirakov E.S., Evstatiev G.K. The instantaneous dissipation in amplifiers class AB and class B. Transactions of the Krylov State Research Centre. 2022; 1(399): 00–00 (in Russian).

Для цитирования: Сираков Е.С., Евстатиев Г.К. Мгновенное рассеивание мощности в усилителях класса AB и класса B. Труды Крыловского государственного научного центра. 2022; 1(399): 00–00.

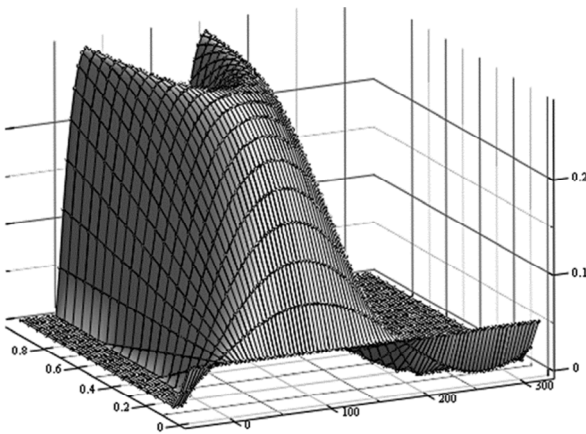


Fig. 1. Instantaneous output dissipation $P_{d(inst)}$, normalized to $P_{0(max)} = V_{SS}^2/2R_{sp}$ maximum output, during conducting full cycle - $\alpha = \omega t = 0-360^\circ$, as a function of output level - $m = V_O/V_{SS} = 0-1$ and $V_{Rt}/V_{SS} = 0,05$ - class AB [2]

Рис. 1. Мгновенное рассеивание мощности $P_{d(inst)}$, нормализованное по отношению к максимальной мощности $P_{0(max)} = V_{SS}^2/2R_{sp}$, при проведении полного цикла $\alpha = \omega t = 0-360^\circ$, в зависимости от уровня выходного сигнала $m = V_O/V_{SS} = 0-1$ и класса AB $V_{Rt}/V_{SS} = 0,05$ [2]

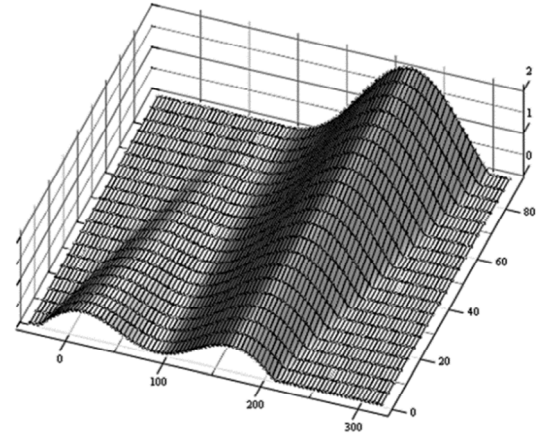


Fig. 2. Instantaneous output dissipation - $P_{d(inst)}$, normalized to maximum output - $P_{0(max)}$, during conducting full cycle - $\alpha = \omega t = 0-360^\circ$, as a function of load phase $\phi = 0-90^\circ$ and $V_{Rt}/V_{SS} = 0,05$ - class AB [2]

Рис. 2. Мгновенное рассеивание мощности $P_{d(inst)}$, нормализованное по отношению к максимальной мощности $P_{0(max)}$ при проведении полного цикла $\alpha = \omega t = 0-360^\circ$, в зависимости от фазы нагрузки $\phi = 0-90^\circ$ и класса AB $V_{Rt}/V_{SS} = 0,05$ [2]

The power instantaneous dissipation of class AB output stage due to reactive loads

Мгновенное рассеивание мощности выходного каскада класса AB из-за реактивных нагрузок

As the load becomes more reactive, the load current leads or lags (by phase ϕ) the load voltage, and the peak dissipation increases since that current in sup-

plied with increasingly greater voltage across the output devices:

$$P_{d(inst)} = V_{CE} \cdot i_E,$$

$$V_{CE} = V_{ss} - V_O \cdot \sin(\omega t), \quad (2)$$

$$i_E = \frac{V_O \cdot \sin(\omega t + \phi) + V_{Rt} + |V_O \cdot \sin(\omega t + \phi) + V_{Rt}|}{2|Z_{sp}|}, \quad [2]$$

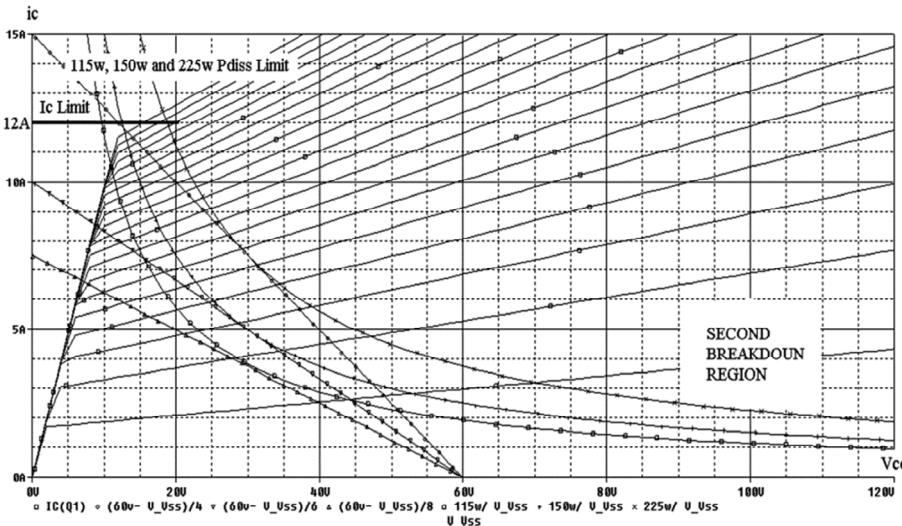


Fig. 3. The output characteristics $IC(Q1)$, static load lines $(60v - V_{Vss})/4\Omega$, $(60v - V_{Vss})/6\Omega$ and $(60v - V_{Vss})/8\Omega$, safe operating area for output power transistor - 115 W, 150 W, 225 W P_{diss} limit and Ic limit = 12A [2]

Рис. 3. Выходные характеристики $IC(Q1)$, линии статической нагрузки $(60v - V_{Vss})/4\Omega$, $(60v - V_{Vss})/6\Omega$ и $(60v - V_{Vss})/8\Omega$, область устойчивой работы для выходного транзистора большой мощности 115 Вт, 150 Вт и 225 Вт, предел P_{diss} и предел $Ic = 12$ A [2]

If $V_{Rt} = 0$ – class B amplifier and from $\omega t = 0$ to 180° , the half cycle $i_E = \frac{V_O \cdot \sin(\omega t + \varphi)}{|Z_L|}$ [1].

Computer simulations

Компьютерные моделирования

In the case of a wholly reactive load, such as a pure capacitance of impedance $-j \cdot 6 \cdot \Omega$, the load line is a circle of radius $0-10 A$ or $0-60 V$ centered $0 V$ and $0 A$ [2].

Conclusions

Заключение

Original ideas for mathematical equal defining $P_{d(inst)}$ of push-pull amplifiers class AB and class B has been offered in the work. The computer simulation of the

responses the characteristics matches with the theoretical and experimental results, which proves the ideas proposed.

References

1. Benjamin E. Audio Power Amplifiers for Loudspeaker Loads // Journal of the Audio Engineering Society. 1994. Vol. 42, No 9. P. 670–683.
2. Sirakov E.S. The instantaneous dissipation of a class AB amplifier // Proceedings of the 12th International Scientific Conference (Radioelektronika 2002). Bratislava, 2002. P. 457–460.
3. Self D. Speaker impedance matters // Electronics world. 1997. Nov. P. 920–927.
4. Sirakov E.S. Universal audio power amplifier model in Spice form // Reports International Scientific Conference “Communication, Electronic and Computer System 2000”. Sofia, 2000. P. 167–172.

Fig. 4. Instantaneous $i_E \Rightarrow IE(X_Q1or3.Q2)$, $V_{CE} \Rightarrow V(Q1or3:c-V(Q1or3:e))$, $P_{d(inst)} = V_{CE} \cdot i_E \Rightarrow IE(X_Q1or3.Q2) * (Q1or3:c-V(Q1or3:e))$ [2]

Рис. 4. Мгновенное $i_E \Rightarrow IE(X_Q1or3.Q2)$, $V_{CE} \Rightarrow V(Q1or3:c-V(Q1or3:e))$, $P_{d(inst)} = V_{CE} \cdot i_E \Rightarrow IE(X_Q1or3.Q2) * (Q1or3:c-V(Q1or3:e))$ [2]

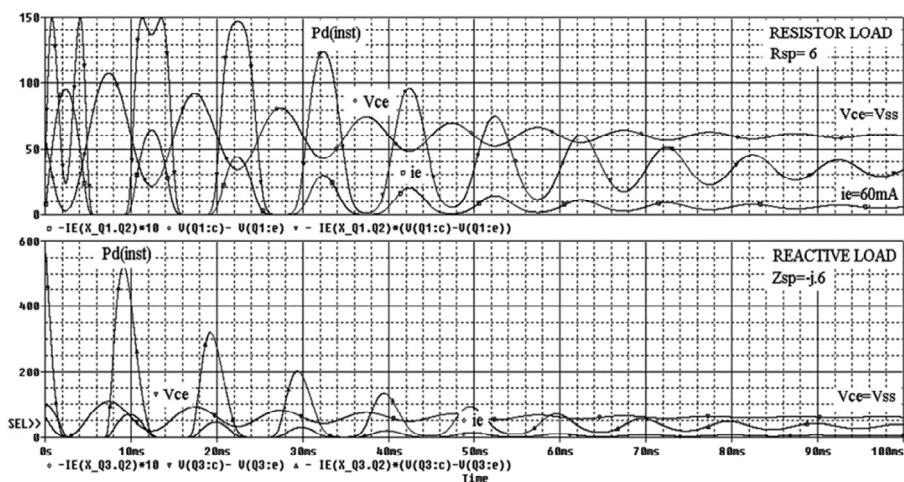
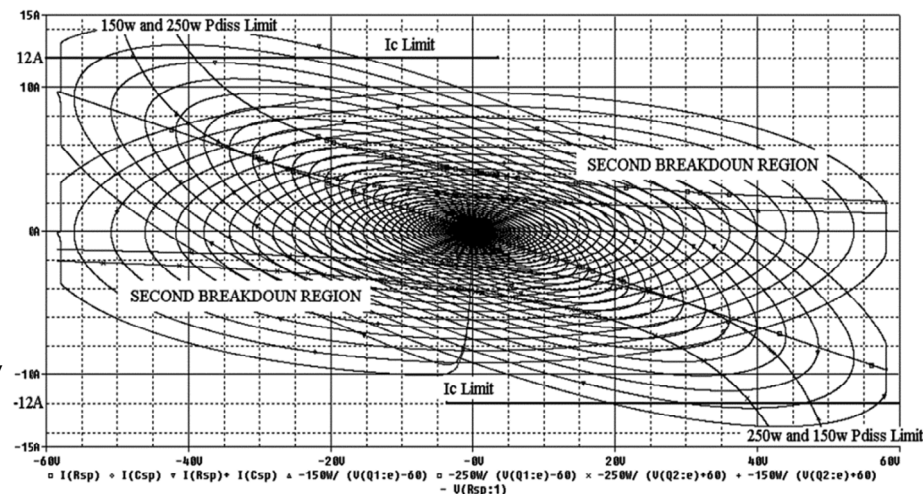


Fig. 5. The load lines $I(Rsp) - 6\Omega$, ellipse curves $I(Csp)$ and $I(Rsp) + I(Csp)$, safe operating area for output power transistor 150 W and 250 W P_{diss} limit and I_c limit = 12 A [2]

Рис. 5. Линии нагрузки $I(Rsp) - 6\Omega$, эллиптические кривые $I(Csp)$ и $I(Rsp) + I(Csp)$, область устойчивой работы для выходного транзистора большой мощности 150 Вт и 250 Вт, предел P_{diss} и предел $I_c = 12 A$ [2]



5. *Sirakov E.S.* Models of push-pull transistor power amplifier // Proceedings of the 11th International Czech-Slovak Scientific Conference (Radioelectronica 2001). Brno, 2001. P. 330–333.

About the authors

Sirakov Ekaterinoslav Sabev, Evstatiev Georgi Kostadinov.
Technical University – Varna, Faculty of Electronics, De-

partment of Radio engineering. Studentska Street 1, Varna 9010, Bulgaria. E-mail: katio@mail.bg, evstatg@mail.bg.

Сведения об авторах

Сираков Екатеринаслав Сабев, Евстатиев Георги Костадинов. Технически университет – Варна, факультет електроники, кафедра радиотехники. Studentska Street 1, Varna 9010, Bulgaria. E-mail: katio@mail.bg, evstatg@mail.bg.

Поступила / Received: 00.00.22
Принята в печать / Accepted: 00.00.22
© Sirakov E.S., Evstatiev G.K., 2022