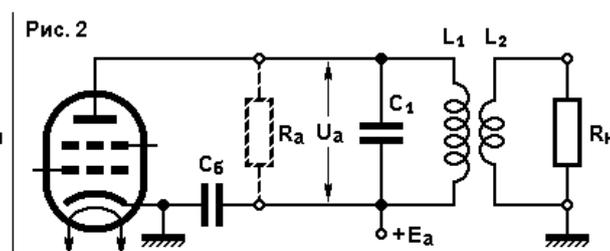
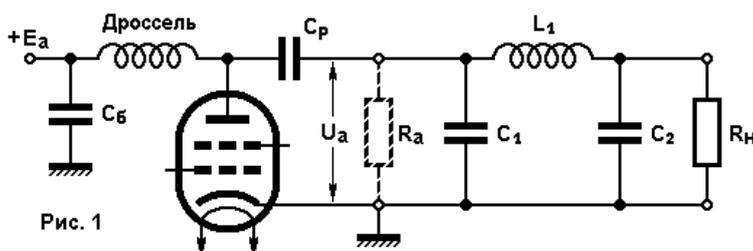


Анодный дроссель выходного каскада маломощного радиовещательного АМ передатчика.

Ну, люблю я радиолампы...
С. Комаров (UA3ALW)

Часть 5. О блокировочном и разделительном конденсаторах в анодной цепи радиопередатчика с АЭМ.

Блокировочные и разделительные конденсаторы анодной цепи передатчика образуют с анодным дросселем фильтр нижних частот в цепи питания и переходную цепь в цепи сигнала. Поэтому логично рассмотреть их работу и расчет в дальнейшем развитие темы об анодном дросселе.



Функции у них просты: блокировочный конденсатор **Сб** закорачивает на землю ВЧ ток просочившийся через дроссель, а разделительный - **Ср** пропускает ВЧ ток от анода к П-контур и отсекает постоянное анодное напряжение (Рис. 1, 2). Чем меньше их X_c относительно **Ra** и больше емкость, тем лучше. Все было бы так, если бы не было анодной модуляции. Дело в том, что оба этих конденсатора по отношению к модулятору включены параллельно его нагрузке **Ra0**, коей выступает выходной каскад передатчика по питающему напряжению. И если на верхней частоте модуляции 8 кГц (излучение 16K0A3EGN) реактивное сопротивление суммы емкостей конденсаторов будет близко к значению **Ra0**, то существенная часть модулирующего тока уйдет в эти емкости и коэффициент модуляции на верхних частотах понизится. Поэтому эти емкости надо выбирать минимально-достаточными для блокирования или пропускания ВЧ тока, чтобы не срезать верхние частоты сигнала модуляции.

Расчет емкостей **Сб** и **Ср** для 16 вариантов режимов ламп таблицы 1 (см. Часть 1 этой статьи) приведен в таблице 4.

Таблица 4. Емкость блокировочного и разделительного конденсаторов.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9, 10	11	12	13	14	15	16
Ea_{нec}	150	250	250	300	350	400	450	500	450	750	800	450	1000	1000	1000
Ia₀	22	32	41	49	102	90	153	145	305	177	180	763	470	940	872
Ra₀	4820	5523	4311	4329	2426	3142	2079	2439	1043	2996	3142	417	1504	752	811
Ra	3025	3610	3150	3125	1800	2312	1600	1764	800	2380	2312	320	845	423	490
X_{Ср}	151	180	157	156	90	115	80	88	40	119	115	16	42	21	24
Ср	728	610	700	705	1221	956	1374	1249	2748	924	956	6870	2617	5234	4580
Сб₈	1794	1566	2006	1998	3565	2753	4160	3546	8293	2887	2753	20742	5751	11502	10665
Сб	1066	956	1306	1293	2344	1797	2786	2297	5545	1963	1797	13872	3134	6268	6085

Примечания: Напряжения в вольтах, токи в миллиамперах, сопротивления в омах, емкости в пикофарадах.

Значения вариантов **Ea_{нec}**, **Ia₀**, **Ra** - соответствуют таблице 1.

Эквивалентное сопротивление нагрузки модулятора при $m = 100\%$: **Ra₀ = 0,707 Ea_{нec} / Ia₀**.

Допустимая емкость суммы конденсаторов при внесении ими снижения глубины модуляции на верхней частоте до 90% (на 0,9 дБ): **Сб₈ = 1 / (4,6 π F Ra₀)**, где $F = 8000$ Гц.

Достаточное реактивное сопротивление разделительного конденсатора и минимально-достаточное реактивное сопротивление блокировочного конденсатора: **X_{Ср} = Ra / 20**.

Максимально допустимая емкость блокировочного конденсатора: **Сб = Сб₈ – Ср**.

В конце расчета необходима проверка: **Сб > Ср**, при несоблюдении можно уменьшить емкость разделительного конденсатора, но не более, чем в 2 раза.

Теперь про рабочее напряжение этих конденсаторов. Поскольку при модуляции питающее напряжение может достигать двойного значения питающего **Ea_{нec}**, то с учетом запаса 0,8 рабочее напряжение блокировочного конденсатора составит: **U_{Сб} = 2 Ea_{нec} / 0,8 = 2,5 Ea_{нec}**.

С разделительным конденсатором сложнее. К нему при модуляции также прикладывается двойное напряжение источника питания, но помимо этого, он должен выдерживать импульсные и статические потенциалы, наводимые на антенну. Ограничить эти потенциалы может разрядник на выходе передатчика. Однако, он не должен пробиваться от выходного напряжения передатчика при работе на самую высокоомную нагрузку на пике 100%-ной модуляции. К примеру, при работе на нагрузку в 600Ω это напряжение составит: $U_p = \sqrt{(8 P_{\text{нec}} R_H)} = \sqrt{(8 P_{\text{нec}} 600)} = 70 \sqrt{(P_{\text{нec}})}$. При работе на нагрузку в 300Ω , соответственно: $U_p = \sqrt{(8 P_{\text{нec}} R_H)} = \sqrt{(8 P_{\text{нec}} 300)} = 50 \sqrt{(P_{\text{нec}})}$.

Для определения максимального рабочего напряжения разделительного конденсатора необходимо сложить полученные напряжения: $U_{Cp} = 2,5 E_{a_{\text{нec}}} + U_p$.

К примеру, при мощности передатчика 100 Вт, анодном напряжении 450 В, и работе на нагрузку 600Ω максимальное рабочее напряжение разделительного конденсатора составит:

$U_{Cp} = 2,5 E_{a_{\text{нec}}} + 70 \sqrt{(P_{\text{нec}})} = 2,5 \times 450 + 70 \sqrt{(100)} = 1825$ В. Выбираем конденсатор на рабочее напряжение 2000 вольт.

Поскольку на конденсаторах присутствует большая переменная составляющая напряжения модуляции, при $m = 1$ равная E_a , а также протекает значительный ВЧ ток, то необходимо выбирать их тип с учетом реактивной мощности:

$$N = N_{\text{мод}} + N_{\text{вч}} = 1,41 \pi E_a^2 f_{\text{в}} C + 1,41 \pi (E_a / 20)^2 f_{\text{в}} C_p = 1,41 \pi E_a^2 C (f_{\text{в}} + f_{\text{в}} / 400);$$

К примеру, для колонки 7 таблицы 4, реактивные мощности конденсаторов составят:

$$N_p = 1,41 \pi E_a^2 C_p (f_{\text{в}} + f_{\text{в}} / 400) = 1,41 \pi 450^2 \times 1374 \times 10^{-12} (8000 + 1,62 \times 10^6 / 400) = 14,9 \text{ ВАр}$$

$$N_b = 1,41 \pi E_a^2 C_b (f_{\text{в}} + f_{\text{в}} / 400) = 1,41 \pi 450^2 \times 2786 \times 10^{-12} (8000 + 1,62 \times 10^6 / 400) = 30,2 \text{ ВАр}$$

По этим параметрам в качестве разделительных и блокировочных конденсаторов для АМ передатчиков диапазона 200 м подходят КСО-6, КСО-7, КСО-8, КСО-11, КСО-12, КСО-13.

Чистого эфира!

Литература:

1. **Комаров С.** Передающий тракт Индивидуального радиовещания. «Радио» 2015 г. № 9, с. 21-26. URL:
2. **Комаров С.** Средневолновый радиовещательный синтезатор частоты. - Радио, 2012, № 9, с. 19-23; № 10, с. 21-23. URL:
3. **Агафонов Б. С.** Теория и расчёт радиотелефонных режимов генераторных ламп. - М.: Советское радио, 1955. URL: http://www.radiostation.ru/home/books/Telefonnye_rezhimy_generatornyh_lamp.djvu
4. **Комаров С.** Параллельный анодно-экранный модулятор. - Радио, 2015, № 4, с. 30...33. URL:
5. **Гинкин Г. Г.** Справочник по радиотехнике (издание четвертое, переработанное). Государственное энергетическое издательство. Москва – Ленинград 1948 г.
6. **Писаревский А. М.** Построение блок-схем и колебательных систем передатчиков длинных, средних и коротких волн. ЛЭИС, Ленинград 1960.
7. Судовой радиопередатчик средних волн типа «Волхов-М». Описание и инструкция по эксплуатации. СССР, 1968.
8. Альбом принципиальных схем радиопередатчика типа «Волхов-М»