

# ТУУ-100

## ПРЕДУСИЛВАТЕЛ

Предусилвателят към радиотранслационната усилвателна уредба ТУУ-100 притежава:

два нискоомни (600 ома) несиметрични входа с чувствителност 1 мв за микрофони, един високоомен (50 кома) несиметричен вход с чувствителност 150 мв за грамофон, един нискоомен (200 ома) симетричен вход с чувствителност 775 мв за линия, симетричен изход 5,5 в при товар 200 ома. Електрическите показатели на предусилвателя са:

възпроизвеждана честотна лента	50—10000 херца
неравномерност на усилването	1 дб
нелинейни изкривявания за цялата честотна лента	1 %
ниво на паразитните напрежения на изхода	— 53 дб

За да могат да се получат такива показатели, необходимо е да се направи правилен подбор на лампите и електрическата схема. Не по-малко важно е и конструктивното оформление на предусилвателя.

### Избор на лампите.

Предусилвателят има симетричен изход от 5,5 в при товар 200 ома, с оглед да може да се използва и за предаване на програма по линия с вълново съпротивление 200 ома. Мощността, която предусилвателят отдава на линията, е  $\frac{5,5^2}{200} = 0,15$  вт.

Като се има пред вид сравнително малката мощност, която трябва да отдаде лампата (около 150 мвт), най-целесъобразно се оказва свързването в паралел на двете триодни системи на лампата 6Н8С. Вътрешното съпротивление в този случай ще бъде

$$R_1 = \frac{7700}{2} = 3850 \text{ ома,}$$

а постоянният ток  $I_{a0} = 17$  ма.

Изискванията по отношение на останалите лампи са коренно различни от тези на крайната лампа. Като първо условие те трябва да имат колкото се може по-голям коефициент на усилване. Това позволява въвеждането на дълбоки отрицателни обратни връзки, които допринасят за подобряване на честотната характеристика, намаление на нелинейните изкривявания и брума и увеличават стабилността на работата на предусилвателя.

Второто условие е анодният ток да бъде по възможност по-малък. По този начин

размерите на изправителната група и филтърните групи са по-малки.

Третото условие е валидно само за микрофонните лампи. То засяга вътрешния шум на лампите. Необходимостта от малък вътрешен шум се налага от желаното твърде голямо отношение между изходящото напрежение и паразитните напрежения на изхода на предусилвателя (— 53 дб) и голямата чувствителност на входовете за микрофоните (1 мв).

Двойният триод 6Н9С удовлетворява и трите горепосочени изисквания. Неговият коефициент на усилване е  $\mu = 70$ , а анодният ток за режимите, подбрани в предусилвателя, е  $I_{a0} = 0,5—0,7$  ма. Що се отнася до вътрешните шумове, те са най-малки при триодите.

При така направения избор на лампите общата консумация не надхвърля 22—25 ма. Само с оглед да се получи по-лесна филтрация, изправителната група е направена двупътна с лампата 6Ц5С.

### Електрическа схема.

Както е посочено по-горе, изходът на предусилвателя е симетричен — 5,5 в при товар 200 ома ( $N_z = 150$  мвт). Нагаждането на товара към крайната лампа е направено с трансформатор. Трудностите при конструирането на това стъпало са:

1. Нелинейните изкривявания, внасяни от лампата и изходящия трансформатор да не бъдат по-големи от 0,8 %. Трябва да се отбележи, че първите стъпала не внасят почти никакви изкривявания, поради това, че амплитудите на усилваните сигнали са твърде малки.

2. Честотната характеристика да бъде с неравномерност, не по-голяма от 0,3 дб за честотния обхват от 50—10000 херца.

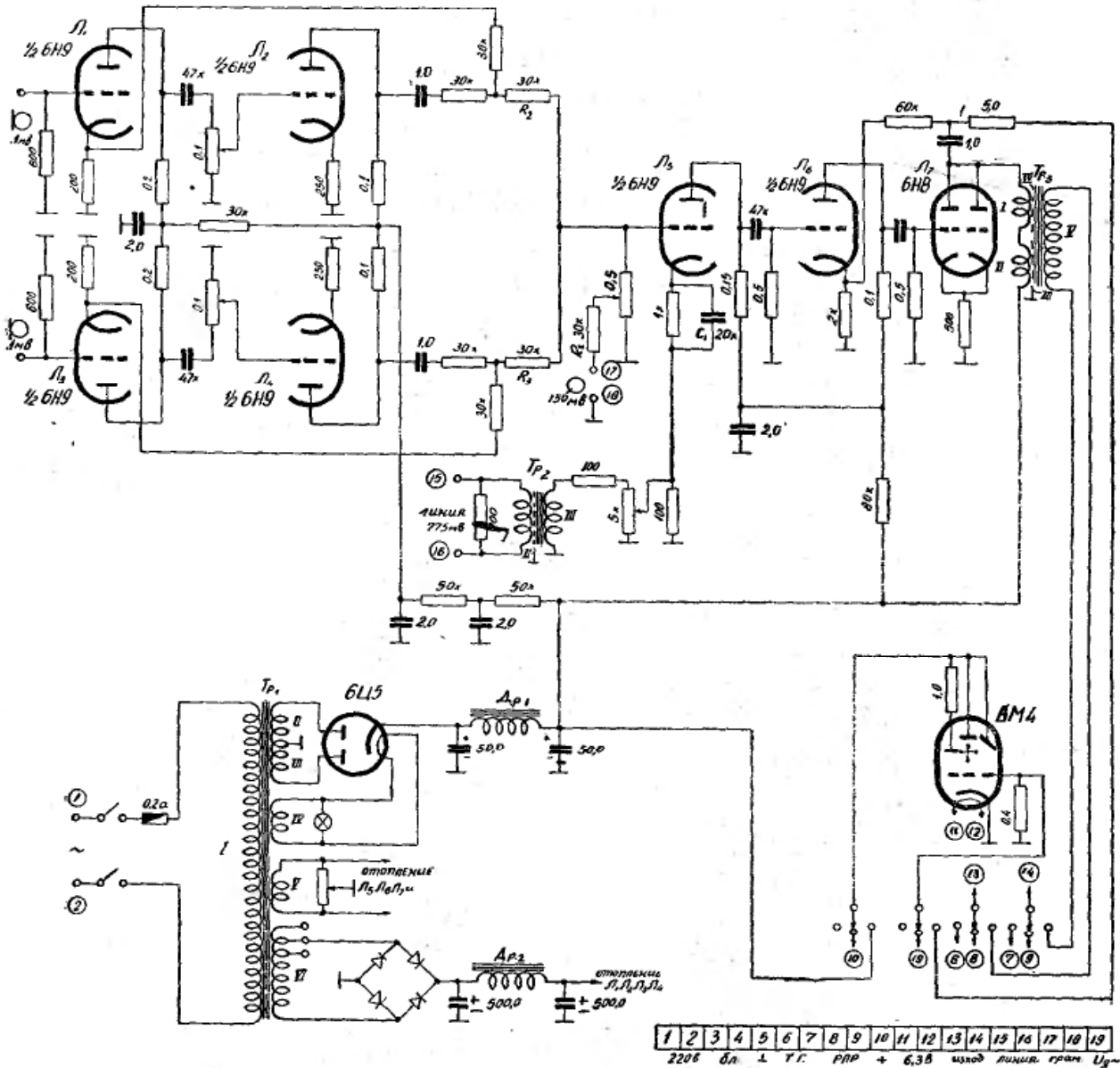
Тези изисквания могат да бъдат осъществени само чрез въвеждането на дълбока честотно независима отрицателна обратна връзка. В крайното стъпало фактически съществуват две обратни връзки — едната по ток, който обхваща само лампата  $L_7$  (6Н8С), а другата по напрежение, обхващаща и лампата  $L_8$  ( $\frac{1}{2}$ -6Н9С). Дълбочината на първата обратна връзка е около 6 дб, а на втората — 16 дб. И двете могат да се приемат като честотно независими.

Елементите, които внасят нелинейните изкривявания, са: лампата 6Н8С, тъй като променливото напрежение върху анода ѝ

достига 41в, и нагаждащият трансформатор. Големината на изкривяванията, които внася лампата, не зависят от честотата. Това не е валидно за трансформатора. С намаление на честотата, магнитната индукция в желязната сърцевина на трансформатора нараства. С нея нарастват и нелинейните изкривявания.

изкривявания да бъдат по-малки от 0,8%, ще бъде изгълнено.

По същия начин действуват двете отрицателни обратни връзки върху честотните изкривявания в областта на ниските честоти, внасяни от изходящия трансформатор. Големината на тези честотни изкривявания



Фиг. 1

Докато и двете обратни връзки благоприятствуват за намалението на нелинейните изкривявания, внасяни от лампите, то по отношение на трансформатора обратната връзка по ток увеличава нелинейните изкривявания, а обратната връзка по напрежение ги намалява. Това се дължи на факта, че обратната връзка по ток увеличава еквивалентното вътрешно съпротивление на лампата, а обратната връзка по напрежение го намалява. Тъй като последната е с около 10 дБ по-дълбока, условието нелинейните

зависи от големината на еквивалентното съпротивление на захранващия генератор и могат да се направят по-малки чрез увеличаването на обема на трансформатора. Последното не е целесъобразно, поради утежняване и оскъпяване на предусилвателя. По-правилно е разрешението чрез въвеждане на отрицателна обратна връзка по напрежение, която намалява еквивалентното вътрешно съпротивление на крайната лампа.

Спадането на усилването на високите честоти се причинява главно от самоиндук-

цията на разсейването на изходящия трансформатор. То не може да се намали от въведените отрицателни обратни връзки, понеже самият трансформатор не е обхванат от тях. За да бъде неравномерността по-малка, навивките на трансформатора са секционирани — първичната навивка е разделена на две части, като помежду тях е поместена вторичната.

Елементите към лампата  $L_6$  са така подбрани, че внасяните от тях честотни изкривявания са незначителни (за 50 херца  $M_n=0,04$  дб).

На решетката на лампата  $L_5$  се подават сигналите от грамофонния вход, от входа линия и тези от микрофонните входове, съответно усилени.

**Вход линия:** Необходимостта входът да бъде симетричен налага използването на входящ трансформатор. За да се постигне по-голямо постоянство на входящото съпротивление, което по задание трябва да бъде 200 ома, първичната навивка на входящия трансформатор е шунтирана с активно съпротивление от 200 ома. Самият трансформатор е конструиран така, че неговото входящо съпротивление да бъде по-голямо. По този начин той влияе твърде малко върху общото входящо съпротивление. Напр. за честотата 50 херца общото входящо съпротивление спада на 184 ома (-0,75 дб).

**Вход грамофон:** Сигналът се подава на решетката на лампата  $L_5$  посредством един потенциометър от 0,5 мгома, който същевременно служи и за утечка. Понеже изходящото съпротивление на използваните грамофонни мембрани е твърде различно, то за да не се изменя силно нивото на микрофонните усилвателни канали, когато се даде максимално усилване на грамофонния вход, е поставено съпротивлението  $R_1$ . По този начин изменението на чувствителността на микрофонните входове е от порядъка на 3 дб. Такова изменение е напълно допустимо при смесването на два сигнала.

**Микрофонни входове:** За да се намали взаимното влияние между двата микрофонни усилвателни канала, те са свързани към решетката на  $L_5$  посредством съпротивления  $R_2$  и  $R_3$  от по 30 кома.

Спадането на високите честоти, което се причинява от входящия капацитет на лампата  $L_5$  и съпротивлението  $R_1$ ,  $R_2$  и  $R_3$  за двата микрофонни и грамофонни канали и самоиндукцията на разсейването на входящия трансформатор за линията, се компенсира чрез намалението на обратната връзка по ток за високите честоти посредством кондензатора  $C_1=20000$  пф, включен паралелно на катодното съпротивление на лампата  $L_5$ .

Лампите  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  и  $L_4$  представляват два отделни двустъпални усилватели, обхва-

нати с дълбока отрицателна обратна връзка, от порядъка на 10 дб.

Във вериците на обратните връзки не са поставени блокиращи кондензатори, тъй като преднапреженията на лампите  $L_1$  и  $L_2$  са значително по-малки от преднапрежението на лампата  $L_5$  (вж. таблица 1) и следователно не може да се очаква някакво изменение на режима на лампата  $L_5$ .

Голямата чувствителност, която имат микрофонните входове (1 мв) налага използването на правотоково отопление за лампите  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  и  $L_4$ . При използването на променливотоково отопление брумът на изхода се получава недопустимо голям.

Входът на микрофонните лампи е направен нискоомен (600 ома) с цел микрофоните да могат да се изнасят на по-големи разстояния от уредбата, без да се влоши възпроизвеждането на високите честоти от паразитния капацитет на съединителния кабел.

**Конструктивно оформление:** Предусилвателят е монтиран върху хоризонтално шаси, като връзките с кабелажа на уредбата са осъществени посредством ножови контакти. За получаване на най-малко влияние на изправителната група върху самия усилвател, мрежовият трансформатор и филтровите дросели са монтирани в единия край на шасито.

Усилвателните лампи са разположени близко една до друга, с оглед да се получат най-къси съединителни проводници. Освен това заземлението на всяка лампа е извършено в една точка, а отоплението на лампите  $L_5$ ,  $L_6$  и  $L_7$ , което е променливотоково, е заземлено с ентбрумер.

Микрофонните лампи  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  и  $L_4$  са пирмовани.

**Допълнителни елементи:** На шасито на предусилвателя е монтиран и комутационният ключ, с който се превключват входовете на двете крайни стъпала към предусилвателя, радиоприемника или тонгенератора.

За приблизително измерване на подаваното напрежение на крайните стъпала е предвидено магическо око. То получава

Таблица 1

Лампа	Отопление $\epsilon$	Преднапрежение $\epsilon$	Аноден ток $Ma$	Напр. на анода $\epsilon$
$L_1$	4,5*	-0,05	0,25	60
$L_2$	4,5	-0,12	0,48	95
$L_3$	4,5	-0,05	0,25	60
$L_4$	4,5	-0,12	0,48	95
$L_5$	5,0	-0,7	0,7	110
$L_6$	5,0	-1,05	0,525	130
$L_7$	5,0	-8,6	17,0	290

**Таблица 2**  
Данни за трансформаторите и дроселите

	Сърцевина	Набор в мм	Намотка	Брой на навивките	Диам. на проводника	Забел.	
Тр <sub>1</sub>	Ш-24	30	Н-I	1560	0,18	Отводи на 70 и 90 навивки	
			Н-II	2000	0,1		
			Н-III	2000	0,1		
			Н-IV	47	0,57		
			Н-V	47	0,57		
			Н-VI	110	0,31		
Тр <sub>2</sub>	Ш-16	20	Н-I	1500	0,17	Отводи на 70 и 90 навивки	
			Н-II	1 ред	0,17		
			Н-III	300	0,17		
Тр <sub>3</sub>	Ш-20	30	Н-I и II	по 1400	0,15		Отводи на 70 и 90 навивки
			Н-III и IV	по 1 ред	0,15		
			Н-V	430	0,3		
Др <sub>1</sub>	Ш-16	20	—	4400	0,11	Отводи на 70 и 90 навивки	
Др <sub>2</sub>	Ш-16	20	—	550	0,35		

отопление от автотрансформатора на уредбата, а сигнал за решетката — през един делител от анода на крайната лампа на предусилвателя, респ. радиоприемника.

Схемата на предусилвателя е дадена на фиг. 1. Режимите на отделните лампи са посочени в таблица 1, а данните за трансформаторите и дроселите в таблица 2.

**Към фиг. 1**

- 1—2 — мрежа 220 волта
- 3—4 — блокировка
- 5 — заземление
- 6—7 — изход на тонгенератора

- 8—9 — изход на радиоприемника
- 10 — анодно напрежение за магическото око от радиоприемника
- 11—12 — отопление за магическото око от автотрансформатора на уредбата
- 13—14 — изход — входове на двете крайни стъпала
- 15—16 — линия
- 17—18 — грамофон
- 19 — разколебаващо напрежение за магическото око от радиоприемника.

**Ив. Вълчев**  
**Ив. Кръстанов**