

ными о люминесценции и фотопроводимости тех же кристаллов позволит, по-видимому, в некоторых случаях определять знак электронных процессов, играющих роль в этих явлениях.

В заключение авторы выражают благодарность Ю. Тенно за помощь в проведении эксперимента и Р. Каск за выращивание монокристаллов сульфида кадмия.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Bube R. H., J. Appl. Phys., **33**, 1733 (1962).
2. Smith R. W., Rose A., Phys. Rev., **97**, 1531 (1955).
3. Višćakas I., Mačkus P., Smilga A., Phys. Stat. Sol., **25**, 331 (1968).
4. Saji M., Inuishi Y., Technol. Rep. Osaka Univ., **15**, 217 (1965).
5. Ruppel W., J. Phys. Chem. Solids, **22**, 199 (1961).
6. Böer K. W., KümmeU., Schroeter K. E., Z. Phys., **167**, 403 (1962).
7. Zisman W., Rev. Scient. Instrum. **3**, 367 (1955).
8. Sochanski I., Phys. Stat. Sol. **2**, 1312 and 1317, 1962.
9. Лыук П. А., Тенно Ю. Т., Кирс Я. Я., Тр. ИФА АН ЭССР, № 36 (в печати).

Институт физики и астрономии  
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию  
18/III 1968

EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA TOIMETISED. XVIII KÕIDE  
FÜSIKA \* МАТЕМАТИКА. 1969, NR. 1

ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК ЭСТОНСКОЙ ССР. ТОМ XVIII  
ФИЗИКА \* МАТЕМАТИКА. 1969, № 1

<https://doi.org/10.3176/phys.math.1969.1.16>

А. СЮГИС

### СТАБИЛИЗАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ С ПОЛОЖИТЕЛЬНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

A. SUGIS. POSITIIVSE TAGASIDEGA PINGESTABILISAATORID

A. SUGIS. VOLTAGE REGULATORS WITH POSITIVE FEEDBACK

С развитием техники физического эксперимента все более высокие требования предъявляются к источникам питания для всех современных измерительных устройств. Часто требуется несколько источников анодного питания на различные напряжения и полярности. Поэтому необходимо повышать эффективность простых стабилизаторов напряжения без увеличения громоздкости [1]. В настоящей работе рассматривается получение максимальной эффективности от стабилизатора анодного напряжения с усилителем только на одной двойной лампе, а также с усилителем только на двух транзисторах. Стабилизаторы предназначены для питания потребителей, предъявляющих повышенные требования к чистоте напряжения питания и к внутреннему сопротивлению источника питания, но не к дрейфу этого напряжения. Такими являются, например, чувствительные усилители переменного тока для усиления колебаний звуковой и особенно инфразвуковой частоты до  $10^{-2}$  гц.

Схемы исследованного стабилизатора с различными усилителями приведены на рис. 1, а частотные зависимости их коэффициентов стабилизации  $K$  и внутренних сопротивлений  $Z_i$  — на рис. 2. Пунктирные кривые показывают спад  $K$  (но не  $Z_i$ ) при нестабилизированном накале усилительной лампы 6Ф1П. Применение триод-пентода вместо двойного трио-



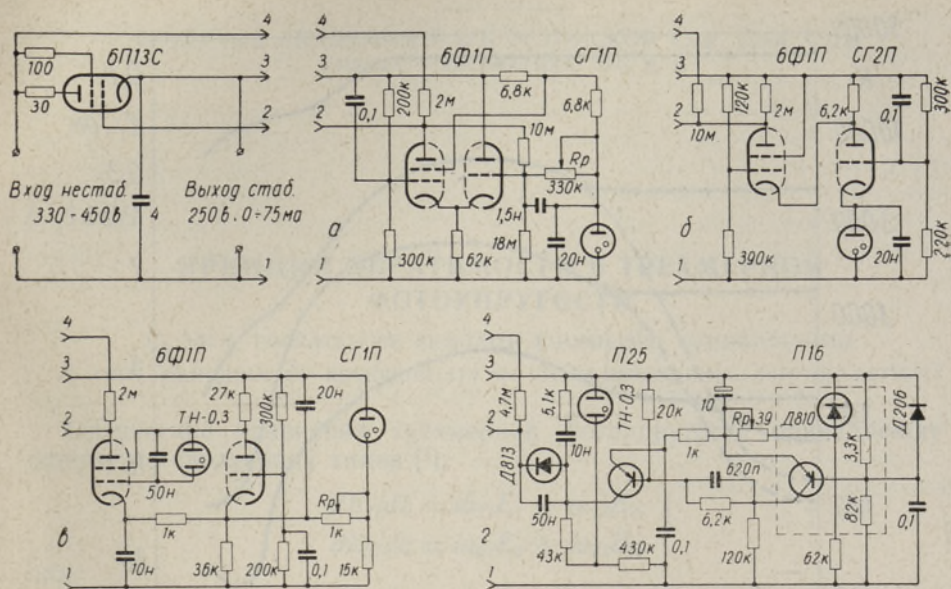


Рис. 1. Схема стабилизатора с различными вариантами усилителей.

В варианте «в» не показан резистор 1 Мом между ТН-0,3 и проводом «1».

да дает значительный выигрыш в усилении дегенеративного стабилизатора (до введения регенерации). Это усиление должно быть возможно большим, так как регенерация дает только ограниченное улучшение вследствие изменения сетевого напряжения и тока нагрузки. Ток правой половины усилительной лампы (см. рис. 1) изменяется до трех раз, нарушая оптимальную регенерацию, установленную для какого-либо режима. От этого влияния можно избавиться только в более сложных стабилизаторах, где последний каскад усилителя можно не включить в цепь регенерации [2]. В балансной схеме по рис. 1, а реальный выигрыш в усилении от введения регенерации (резистор  $R_D$ ) только 2,5 раза, если учитывать указанные изменения режима. Дальнейшее повышение эффективности может быть достигнуто применением двухступенчатого усиления. Использование каскода [3] и особенно модифицированного каскода [4] в стабилизаторах [5-8] позволяет создать очень простой усилитель (рис. 1, б). Схема не допускает применения регенерации, но и без этого превосходит по усилению балансную схему (см. рис. 2). Регенерацию можно применить в двухкаскадной схеме по рис. 1, в (резистор  $R_D$ ), усиление которой без регенерации лишь незначительно больше усиления каскодной схемы. Реальный выигрыш от введения регенерации — усиление в 2,5 раза, как и в случае балансной схемы. Схемы регенерации на рис. 1, а и 1, в выбраны так, чтобы изменение  $R_D$  незначительно влияло на выходное напряжение.

Двухкаскадная схема усилителя на транзисторах (рис. 1, г) значительно превосходит предыдущие по усилению. Отсутствуют влияние напряжения накала и микрофонность. Ток второго каскада усилителя изменяется только на 30%, вместо трехкратного изменения в ламповой схеме, благодаря иной композиции схемы и поэтому реальный выигрыш в усилении от введения регенерации достигает 10 раз. Условие оптимальной регенерации лучше сохраняется во времени, чем в случае применения лампы, и не зависит от напряжения накала. Неоновая лампа ТН-0,3 и диод Д206 служат для защиты транзисторов в переходных режимах, в том числе и при внезапном коротком замыкании на выходе.



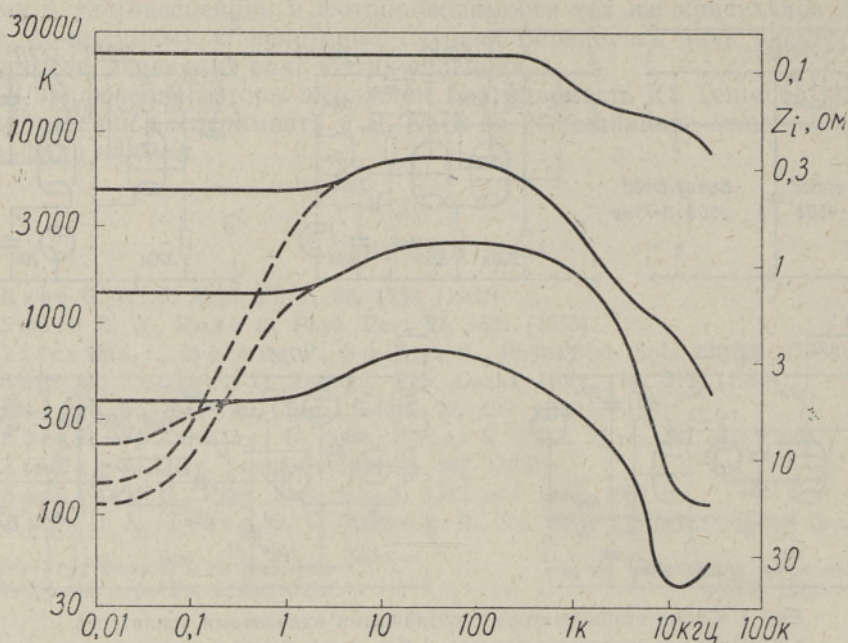


Рис. 2. Частотная зависимость коэффициента стабилизации и внутреннего сопротивления.

Собственные шумы ламповых схем определяются шумами стабилизаторов порядка  $0,3 \text{ мв}$  (эфф.) с более или менее равномерной спектральной плотностью. Собственные шумы транзисторной схемы определяются шумами стабилизатора и первого транзистора, и величина их составляет около  $0,15 \text{ мв}$  (эфф.). На частотах выше  $1 \text{ гц}$  спектральная плотность шумов значительно уменьшается. Для предохранения ответственных деталей от быстрых изменений температуры, вызываемых неравномерностью движения воздуха, следует применить небольшой кожух (обозначенный на рис. 1, г штриховой линией). Применение проходных ламп типа 6Н5С, 6С18С и 6С19П с  $\mu \cong 2,5$  в стабилизаторах на напряжения порядка  $250 \text{ в}$  приведет к напряжениям на управляющей сетке до  $-100 \text{ в}$ , что недопустимо для схем рис. 1, б и 1, г. С другой стороны, часто применяемые лучевые тетроды типа 6П3С, 6П14П, 6П18П, ГУ-50 и т. п. (в триодном включении) имеют низкую проводимость. Хороший компромисс достигается использованием ламп типа 6П13С ( $\mu \cong 7$ ) или 6П13С ( $\mu \cong 5$ ), значительно превосходящих по проводимости все упомянутые лучевые тетроды.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Санин А. А., Сергеев С. А., ПТЭ, № 2, 80 (1960).
2. Кукк П. Л., Сюгис А. Ю., Варвас Ю. А., Липпмаа Э. Т., Тр. Таллинск. политехн. ин-та, Сер. А, № 238, 3 (1966).
3. Davies G. N., Electronic Engng, 27, No. 329, 317 (1955).
4. Васильев А. А., ПТЭ, № 2, 106 (1958).
5. Attree V. H., Electronic Engng, 27, No. 326, 174 (1955); Puckle O. S., *ibid*, No. 329, 323; Attree V. H., *ibid*, No. 330, 366.
6. Fischer H.-J., Radio und Ferns., Nr. 11, 343 (1959).
7. Jones S. G., McClean R. S., Electronic Engng, 33, No. 402, 503 (1961).
8. Юрьев С. А., ПТЭ, № 2, 113 (1963).