

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ АН СССР

препринт 107

В.Г.Пономаренко, Л.Я.Трайнин,
В.И.Юрченко, А.Н.Яснецкий

**Тиристорный выпрямитель на 75 кВа
с фазовым управлением**

г.Новосибирск 1967

Препринт

В.Г.Пономаренко, Л.Я.Траинин, В.И.Юрченко, А.Н.Яснецкий

§ 1. Введение

ТИРИСТОРНЫЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬ

НА 75 кВа С ФАЗОВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Для регулирования мощности выпрямителя с обратным вращением до 500 кВт с частотой вращения вращающегося двигателя до 1500 об/мин и напряжением до 10 кВ. Выходная мощность до 75 кВа. Регулирование осуществляется в диапазоне от 0 до 100%. Регулирование осуществляется в диапазоне от 0 до 100%. Регулирование осуществляется в диапазоне от 0 до 100%.

Схема управления проста в исполнении, малоточна и отличается высокой точностью регулирования и надежностью при узком диапазоне регулирования мощности в диапазоне фаз.

§ 2. Описание выпрямителя

2.1. Схема схемы

Трёхфазный двухдвухполупериодный выпрямитель собран на тиристорах ЛТКЛ-50.5 в плечах 1, 2, 3 (рис. 1) и диодах Д-232А в плечах 1, 2, 3 по 8 параллельно соединённых диодов в каждом плече с эквивалентным сопротивлением $\approx 0,1$ Ом в каждом плече, включённых согласно рекомендациям [1].

Диоды предварительно были отсортированы по группам с эквивалентным сопротивлением 5АХ.

Также включены, усилены в ряде работ (см. например, [2]). Значительно удобнее условия применения включения, когда управление осуществляется за счёт выключения. Новосибирск 1967

§ I. Введение

Для регулирования выпрямленных токов до 150а с обратным напряжением до 500в был рассчитан, изготовлен и опробован трехфазный двухполупериодный выпрямитель с фазовым управлением от транзисторных схем, собранных на стандартных, широко распространенных деталях.

Схема управления проста в исполнении, малогабаритна и отличается высокой точностью регулировки и надежностью при условии тщательной симметризации элементов схемы в разных фазах.

§ 2. Описание выпрямителя

п. I. Силовая схема

Трехфазный двухполупериодный выпрямитель собран на тиристорах УПКЛ-50.5 в плечах 1, 2, 3 (рис. I) и диодах Д-232А в плечах 1, 2, 3 по 8 параллельно соединенных диодов в каждом плече с выравнивающими сопротивлениями $\sim 0,1$ ом в каждом плече, включенным согласно рекомендациям /1/.

Диоды предварительно были отобраны по группам с максимально близкими ВАХ.

Такое включение, упомянутое в ряде работ (см., например, /2/), значительно удобнее обычно применяемого включения, когда управление подается на все вентили. Преимуществами данной схемы по сравнению с обычной является большая точность согласования фаз и меньшее количество управляющих каналов. Данная схема, как и обычная

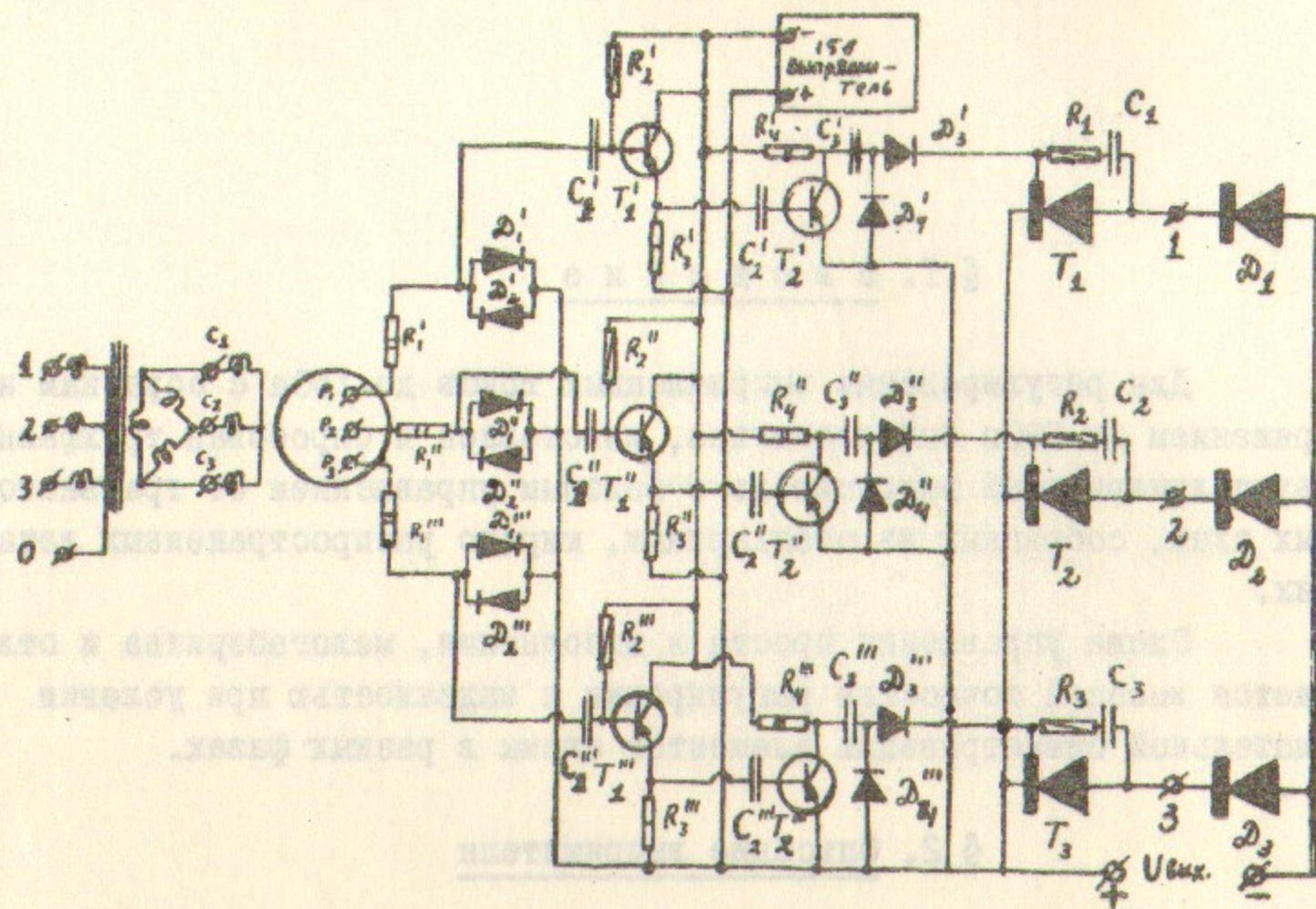


Рис.1. Принципиальная схема тиристорного выпрямителя.

(/3/) обеспечивает плавную регулировку от 0 до максимально возможного значения.

Управляемые и неуправляемые вентили охлаждаются проточной водой, для чего в массивных анодных и катодных блоках выпрямителя проточены специальные каналы.

Для защиты от переходных перенапряжений параллельно тиристорам включены конденсаторы C_1, C_2, C_3 , последовательно с сопротивлениями R_1, R_2, R_3 .

п.2. Схема управления

Регулировка фазы управляющего напряжения осуществляется с помощью дифференциального сельсина НЭД-50I (рис.1). Напряжение на статорные обмотки сельсина C_1, C_2, C_3 подается от сети трехфазного тока через понижающий трехфазный трансформатор 127/35в.

Напряжение с роторной обмотки дифференциального сельсина P_1, P_2, P_3 подается через ограничительные сопротивления R_1', R_2', R_3' на ограничительные элементы $D_1', D_2', D_1'', D_2'', D_1''', D_2'''$, собранные на кремниевых стабилитронах Д-3II.

Благодаря резко нелинейной характеристике этих стабилитронов (рис.2) их дифференциальное сопротивление $\frac{dU}{dI}$ очень велико при $I = 0$, и поэтому на них происходит почти идеальное ограничение напряжения. Как видно из рис.3б, вплоть до фазы переменного напряжения, равной $\arcsin \frac{U_1}{U_m}$, где U_1 - прямой порог зажигания стабилитрона, U_m - амплитуда переменного напряжения на выходе дифференциального сельсина, напряжение на стабилитроне почти равно полному выходному напряжению $U_m \sin \omega t$, а при $\omega t > \arcsin \frac{U_1}{U_m}$ напряжение на стабилитроне равно U_1 .

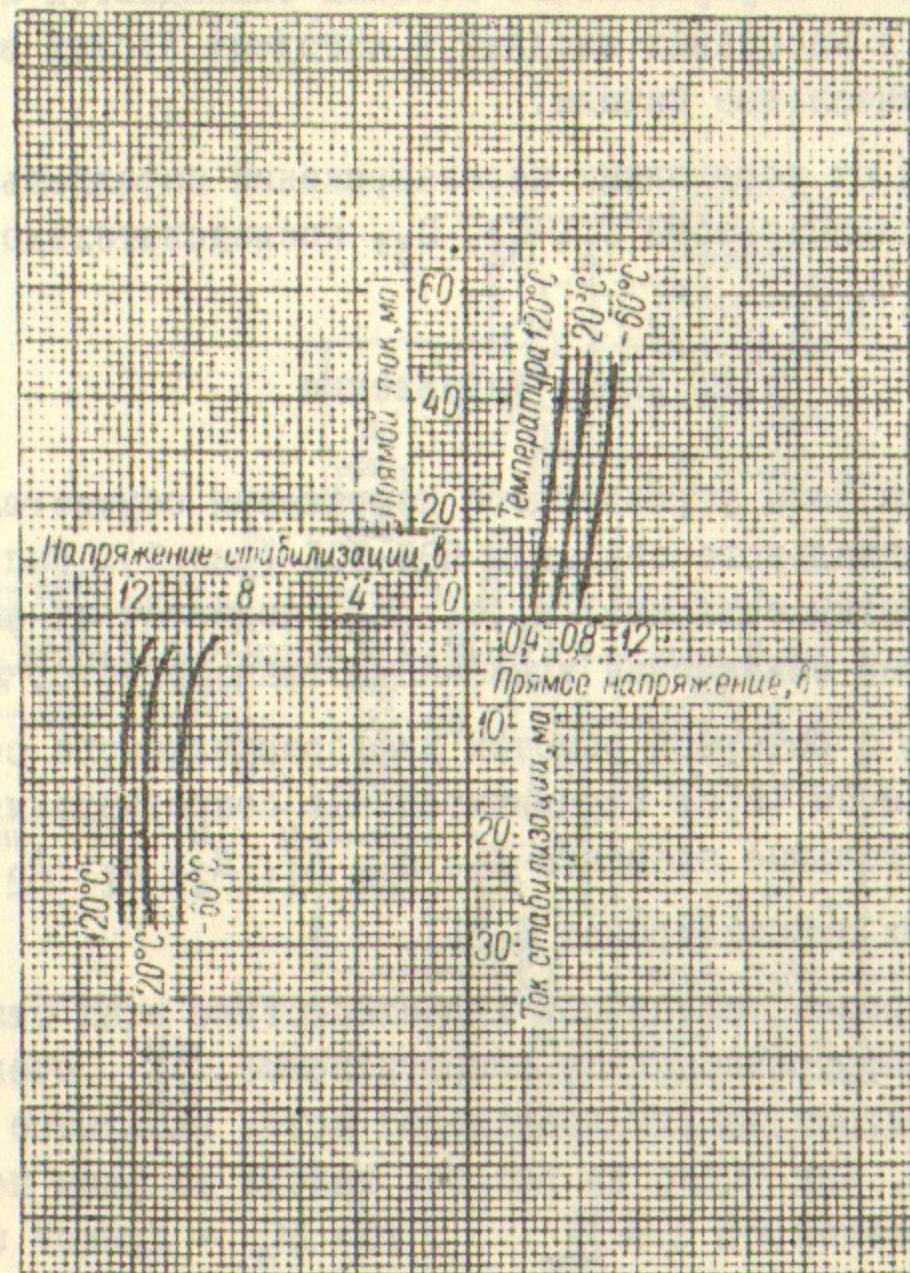
Так как $\frac{U_1}{U_m} \ll 1$, то обеспечена довольно высокая точность фиксации фазы выходного напряжения, значительно большая, чем

$$\Delta \beta = \arcsin \frac{U_1}{U_m} \approx 1^\circ$$

Реальные осциллограммы напряжений на стабилитронах совпали с расчетными с очень хорошей точностью.

Выходные напряжения стабилитронов через конденсаторы C_2', C_2'' ,

ВОЛЬТ-АМПЕРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИ РАЗЛИЧНОЙ
ТЕМПЕРАТУРЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ



Д-811

Рис. 2.

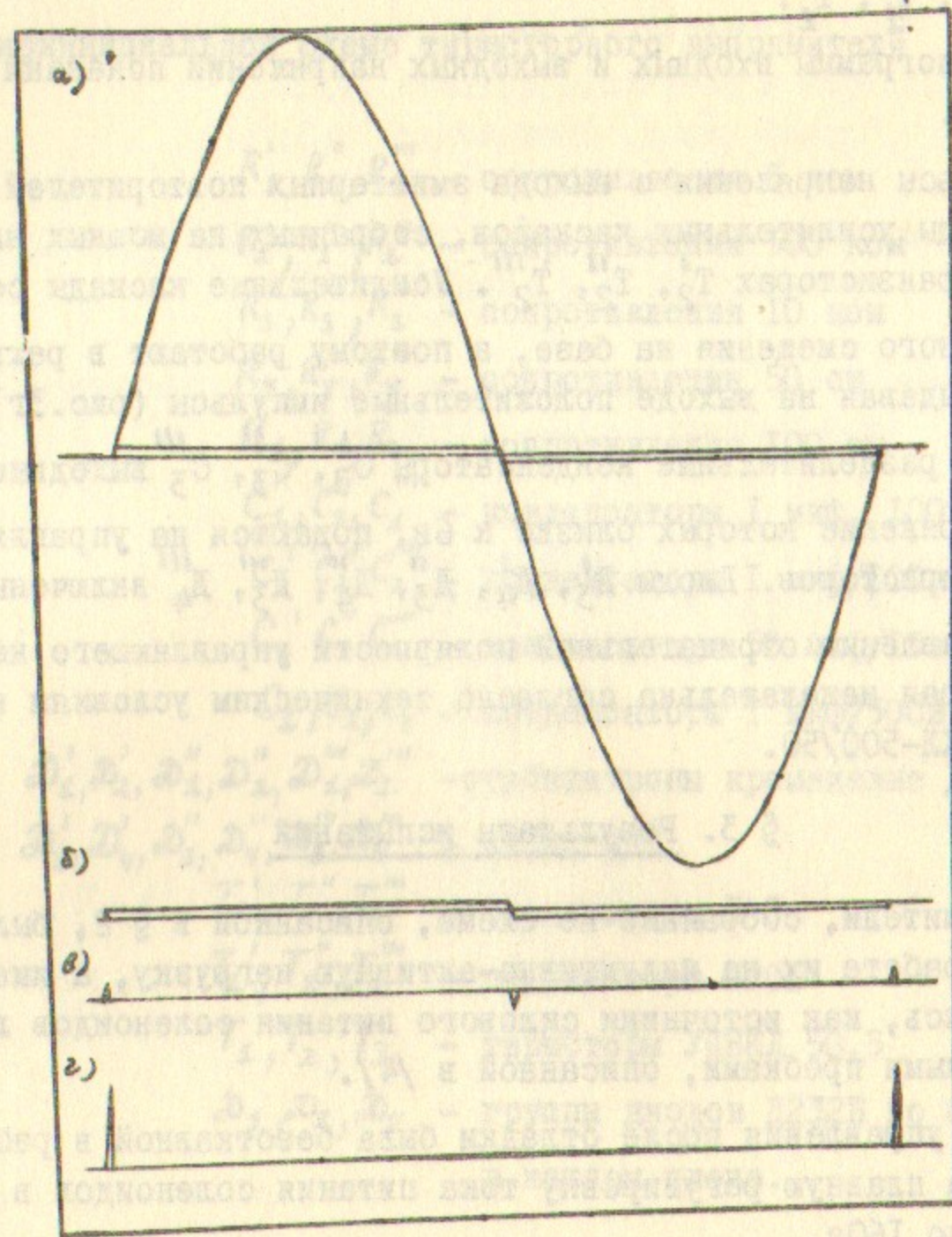


Рис. 3. Зависимость от времени напряжений схемы управления.

C_2''' подаются на вход эмиттерных повторителей, собранных на транзисторах T_1' , T_1'' , T_1''' .

Осциллограммы входных и выходных напряжений показаны на рис. 3б и 3в.

Импульсы напряжения с выхода эмиттерных повторителей подаются на входы усилительных каскадов, собранных на мощных низко-частотных транзисторах T_2' , T_2'' , T_2''' . Усилительные каскады собраны без постоянного смещения на базе, а поэтому работают в режиме класса В, выдавая на выходе положительные импульсы (рис. 3г).

Через разделительные конденсаторы C_3' , C_3'' , C_3''' выходные импульсы, напряжение которых близко к 6в, подаются на управляющие электроды тиристоров. Диоды D_3' , D_4' , D_3'' , D_4'' , D_3''' , D_4''' включены для полного подавления отрицательной полярности управляющего напряжения, которая нежелательна согласно техническим условиям на тиристоры УПВКЛ-500/50.

§ 3. Результаты испытаний

Выпрямители, собранные по схеме, описанной в § 2, были испытаны при работе их на индуктивно-активную нагрузку, а именно использовались, как источники силового питания соленоидов ловушки с магнитными пробками, описанной в /4/.

Схема управления после отладки была безотказной в работе и обеспечивала плавную регулировку тока питания соленоидов в пределах от 0 до 160а.

Точная фазировка, достигнутая благодаря симметризации элементов схемы, большая постоянная времени соленоидов, равная 50 сек, а также наличие мощных батарей электролитических конденсаторов 1300 мкф/300в, общей ёмкостью в 0,013 ф, включенных параллельно соленоидам, обеспечила низкий коэффициент пульсации, равный 1% при $I_{\text{выпр}} = 5\text{а}$, что обеспечило регулировку тока питания соленоидов в широком диапазоне.

Авторы выражают благодарность В.И.Потапову за помощь в сборке и отладке установки.

С п е ц и ф и к а ц и я

к принципиальной схеме тиристорного выпрямителя

- R_1', R_1'', R_1''' - сопротивления 5 ком
- R_2', R_2'', R_2''' - сопротивления 500 ком
- R_3', R_3'', R_3''' - сопротивления 10 ком
- R_4', R_4'', R_4''' - сопротивления 50 ом
- R_1, R_2, R_3 - сопротивления 100 ом
- C_1', C_1'', C_1''' - конденсаторы 1 мкф, 100в
- C_2', C_2'', C_2''' - конденсаторы 1 мкф/100в
- C_3', C_3'', C_3''' - конденсаторы 50 мкф/15в
- C_1, C_2, C_3 - конденсаторы 1 мкф/500в
- $D_1', D_2', D_1'', D_2'', D_1''', D_2'''$ - стабилитроны кремниевые Д-8П
- $D_3', D_4', D_3'', D_4'', D_3''', D_4'''$ - диоды Д7Г
- T_1', T_1'', T_1''' - транзисторы П40
- T_2', T_2'', T_2''' - транзисторы П201
- T_1, T_2, T_3 - тиристоры УПВКЛ 50.5
- D_1, D_2, D_3 - группы диодов Д232Б по 8 диодов в каждом плече.

Л и т е р а т у р а

1. Транзисторы и полупроводниковые диоды.
Справочник М. Связьиздат 1963.
2. Кремниевые управляемые вентили-тиристоры. Перевод с
английского. М-Л, Энергия, 1964.
3. Каганов И.Л. Электронные и ионные преобразователи. Ч.3,
М-Л Госэнергоиздат, 1956.
4. А.Н.Дубинина, Л.Я.Трайнин, Б.В.Чириков.
ЖЭТФ 49, №2, 273, 1965.

Литература

1. Транзисторы и полупроводниковые диоды.
Сироткин И., Салеховедат 1963.
2. Практическое применение германий-транзисторов. Перевод с английского. 1-2, Энергия, 1964.
3. Кутяков В.А. Электронные и вакуумные преобразователи. Ч. 2.
М-Л Госэнергоиздат, 1956.
4. В.И. Демидова, Л.В. Трайнин, Б.В. Чернов.
ИЗВ. АН, № 273, 1965.

Ответственный за выпуск Ю.И. Родионов

Подписано к печати 22 марта 1967 года
Заказ 107, усл. 0,25 п.л., тираж 200 экз.,
бесплатно.

Отпечатано на ротапринтере в ИЯФ СО АН СССР