

Ц76

Е-575

Елисеєва И. А. и
др.



+

Б2-13-5870.

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Б2-13-5870

ДЕПОНИРОВАННАЯ ПУБЛИКАЦИЯ

Дубна 19

Разработана логическая система управления выпрямителями с фазовым регулированием, выполненная на стандартных элементах дискретной логики.

Система пригодна для управления выпрямителями с различным числом фаз в широком диапазоне мощностей.

Система обеспечивает стабилизацию напряжения, тока и защиту от короткого замыкания.

В экспериментальной физике широко используется разряд конденсаторных батарей для формирования сильных кратковременных магнитных полей, для питания импульсных ламп и т.д. / 1,2 /. Часто при этом требует^{ся} стабилизация напряжения на конденсаторах с большой степенью точности в сравнительно широком диапазоне мощностей.

Для получения стабильного напряжения на конденсаторах при мощностях более 1 кВа используют выпрямители с управляемыми вентилями. Для ограничения зарядного тока обычно применяют зарядные сопротивления. Коэффициент полезного действия такого устройства, выраженный отношением энергии, запасенной в конденсаторной батарее, к энергии, потреблённой от питающей сети, приблизительно оценивается величиной 0,4, т.е. при мощностях, более 1 кВа, становятся ощутимыми активные потери в зарядных сопротивлениях, возникают проблемы отвода тепла, а при высоких напряжениях к конструкции зарядного сопротивления предъявляются ещё дополнительные требования электрической прочности в условиях высоких рабочих температур.

В управляемых выпрямителях подобного рода используют управляемые вентили (тиристоры, тиратроны). В зависимости от типа элементов фазосдвигающих устройств различают схемы с насыщающимися импульсными трансформаторами (пик-трансформаторы) схемы с мостовыми фазовращателями, схемы на однополупериодных магнитных усилителях, схемы с "вертикальным" принципом управления и т.д. / 3,4,5/ .

Конфигурация схем таких выпрямителей зависит от мощности, от типа применяемых вентилях и т.п.

Нами предпринята попытка разработать логическую схему управления вентилями, которая ~~бы~~ пригодна для использования в выпрямителях любой мощности с ^{любым} типом управляемых ^{НТУ} вертикалей. При разработке логической схемы, были выдвинуты следующие задачи:

1. Максимальное использование стандартных логических элементов, что обеспечит возможность использования модулей и микросхем.

2. Логическая схема должна обеспечить регулирование угла поджига управляемых вентилях таким образом, чтобы осуществить возможность стабилизации тока или напряжения на нагрузке, т.е. позволить исключить необходимость применения зарядного сопротивления.

3. Величины коэффициентов стабилизации тока и напряжения должны в основном определяться параметрами логической схемы.

4. Логическая схема должна обеспечивать возможность управления как однофазными, так и многофазными выпрямителями.

В процессе решения поставленных задач основным элементом фазосмещающего устройства в логической системе управления зарядным устройством было выбрано управляемое кипп-реле (амплитудно-широтный преобразователь), программа изменения длительности выходного импульса которого в процессе заряда определяется уставкой датчиков обратной связи по зарядному току и напряжению на конденсаторах.

Рисунок I иллюстрирует принцип заряда конденсаторной батареи без зарядного сопротивления. Суть его заключается в заряде конденсаторной батареи равными порциями тока, не превышающими номинального тока вентилей и силового трансформатора, что обеспечивается соответствующим углом регулирования поджига вентилей ($< 180^\circ$). Перемещением момента поджига вентилей в сторону возрастания мгновенных значений анодного напряжения (уменьшение угла поджига) можно зарядить ёмкость за какое-то число периодов импульсами тока постоянной амплитуды без зарядного сопротивления. При этом активные потери будут определяться лишь потерями в обмотках силового трансформатора, потерями в вентилях, в соединительных проводах и т.д. Однако, при таком способе заряда (при глубоких углах регулирования $0 < \rho < 180^\circ$) сильно возрастает потребление из сети переменного тока реактивной мощности, что приводит к ухудшению коэффициента мощности, а также к некоторому повышению расчётной мощности трансформатора/3/. Первый недостаток преодолим при помощи стандартных методов улучшения $\cos \varphi$.

На рис.2 приведена блок-схема фазоуправляемого устройства. Из сетевой синусоиды с помощью триггера Шмидта (ТШ) формируется опорный импульс, близкий по моменту возникновения к моменту перехода синусоиды через нуль в отрицательное значение. Выходным импульсом ТШ запускается амплитудно-широтный преобразователь АШП (ждуший мультивибратор + дифференцирующая цепь), выходной импульс с которого задержан относительно

импульса запуска на время, определяемое величиной управляющего напряжения. Положение выходного импульса на синусоиде анодного напряжения вентиля может меняться от t_1 , до t_2 (приблизительно от 0° до 180°) (рис.3). С помощью задержки З импульс АШП сдвигается на полпериода сетевой синусоиды и используется для управления вторым вентилем двухполупериодного выпрямителя (в пределах $t_3 \div t_4$). Импульсы поджига вентиляей формируются блокинг-генераторами БГ, запускаемыми от АШП и З через нормально открытые ключи К1 и К2 . Эти ключи закрываются на время существования обратного напряжения на силовых вентилях, что предотвращает возможность появления поджигающего импульса при отрицательном напряжении на анодах вентиляей. Такая мера предосторожности необходима при использовании в качестве управляемых вентиляей тиристоров.

В цепь нагрузки Z_H (емкости) включен датчик тока R , импульсы напряжения с которого через логическую схему ИЛИ2 поступают на интегратор обратной связи по току. Постоянное напряжение с выхода интегратора обратной связи по току через схему ИЛИ3 поступает на усилитель $У$, который управляет длительностью импульса АШП. Чем больше импульс тока, тем меньше выходное напряжение усилителя, тем больше длительность импульса АШП и, следовательно, больше угол поджига. Значение пиковое, эффективное или среднее стабилизируемого тока определяется постоянной интегрирования обратной связи по току.

Для прекращения заряда на заданном уровне и стабилизации напряжения введена обратная связь по напряжению. Напряжение с

нагрузки Z_H подаётся на интегратор обратной связи по напряжению и с его выхода через логическую схему ИЛИЗ поступает на усилитель U и далее на АШП. В цепь обратной связи по напряжению вводится элемент дискретности (стабилитрон), который включает эту цепь лишь по достижению напряжением некоторого значения. Обратная связь по напряжению прекращает движение фазы поджигающего импульса, зарядные импульсы уменьшаются по амплитуде и длительности в результате чего отключается обратная связь по току. Режимы дозаряда и подзаряда (компенсация утечек) осуществляются только обратной связью по напряжению.

При отсутствии сигналов обратной связи, т.е. при нулевом управляющем напряжении на АШП, поджигающие импульсы находятся в точках t_1 и t_3 (рис.3). Чтобы в момент включения выпрямителя или при разряде ёмкости батареи не возникало больших толчков анодного тока, введена стартовая ячейка СТЯ, назначение которой состоит в том, чтобы в момент включения или в момент разряда конденсаторной батареи поджигающий импульс переместить "броском" в точку, соответствующую 180° синусоиды. Поскольку СТЯ содержит элемент памяти (ёмкость), подж.импульс плавно перемещается по анодной синусоиде в сторону уменьшения угла поджига, пока не достигнет значения угла, соответствующего настройке обратной связи по току. Запуск стартовой ячейки осуществляется через логическую схему ИДИИ, на один вход которой поступает импульс со схемы включения, опережающий момент включения анодного напряжения, на второй - импульс, возникающий при резких изменениях напряжения на конденсаторной батарее (разряд).

Как было отмечено выше, управляемые вентили запускаются импульсами блокинг-генераторов БГ, которые имеют низковольтный выход для запуска тиристоров и высоковольтный выход для запуска тиратронов.

Таким образом, логическая система состоит из двух частей: логики управления движением фазы (обозначено прямоугольником 1 на рис.2) и системы запуска управляемых вентилях (обозначено прямоугольником 2 на рис.2).

Количество систем 2 (рис.2) определяется количеством управляемых фаз (при соответствующем значении постоянной задержки 3). Управляемый выпрямитель 3 (рис.2) может быть любой мощности с любым числом фаз. В некоторых случаях могут быть применены согласующие формирователи между блокинг-генераторами БГ и управляемыми вентилями моста выпрямителя.

Для экспериментальной проверки разработанной логической схемы был использован выпрямитель для заряда конденсаторной батареи емкостью 6000 мкф до напряжения 300 в с двухфазным тиристорным мостом. Заряд батареи производился без ограничивающего (зарядного) сопротивления. Напряжение на конденсаторах поддерживалось с точностью $\pm 0,06\%$. При имитации короткого замыкания система автоматически переходила в режим стабилизации тока.

Для определения характеристик стабилизации тока, выпрямитель подключался на активную нагрузку, плавно изменяемую до нуля. Результаты измерений приведены на графиках рис.3. Как следует из этих графиков, эффективное значение тока несколько

повышается лишь при полном коротком замыкании (выпрямитель нагружен лишь на датчик тока - 0,25 ом), оставаясь практически постоянным при изменении нагрузки почти в 1000 раз.

Заключение. Практическое осуществление логической схемы управления зарядными выпрямителями показало, что она почти целиком может быть выполнена на стандартных микросхемах (триггер Шмидта, ждущий мультивибратор, И - ~~НЕ~~-ИЛИ и т.д.). Исключения составляют интеграторы и усилитель. Логическая схема может управлять любым выпрямителем в сравнительно широком диапазоне мощностей, что позволяет быстро организовать эксперимент при наличии силового трансформатора и вентильного блока.

Предлагаемая логическая схема может быть использована для выпрямителей, управляющих зарядом аккумуляторных батарей с автоматическим прекращением заряд и т.п.

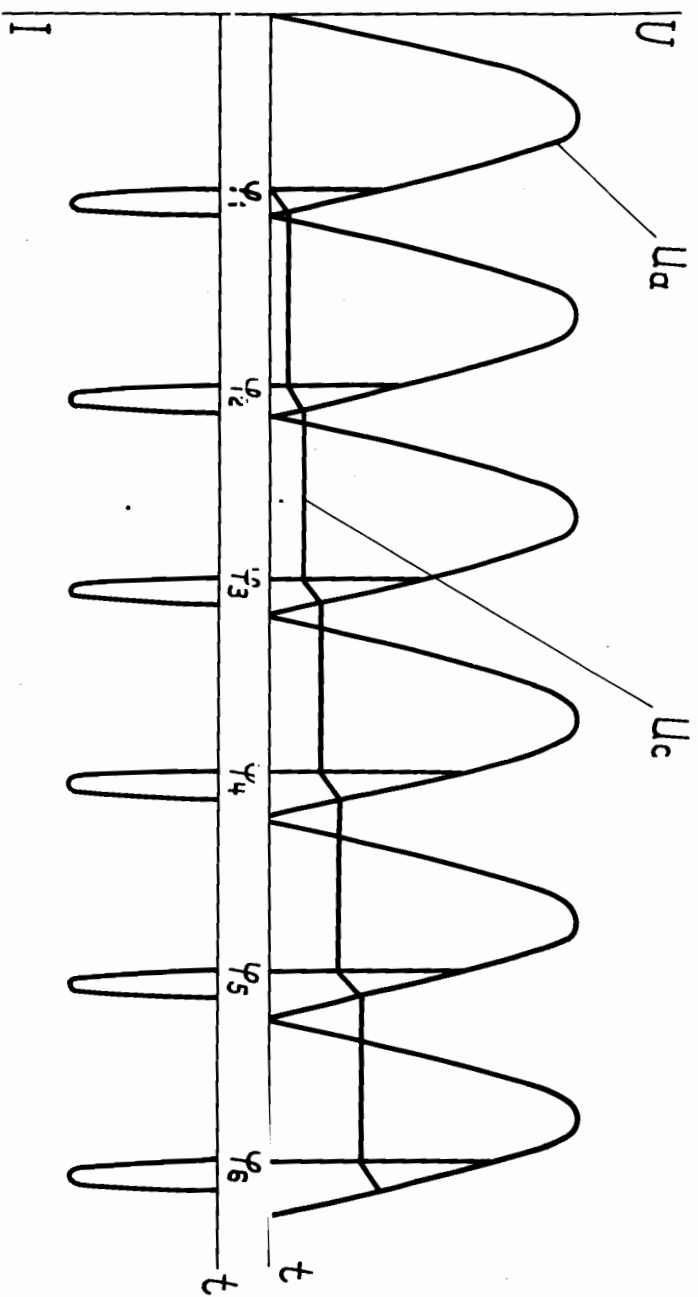
Виз
Бессисев
Виз

Л И Т Е Р А Т У Р А

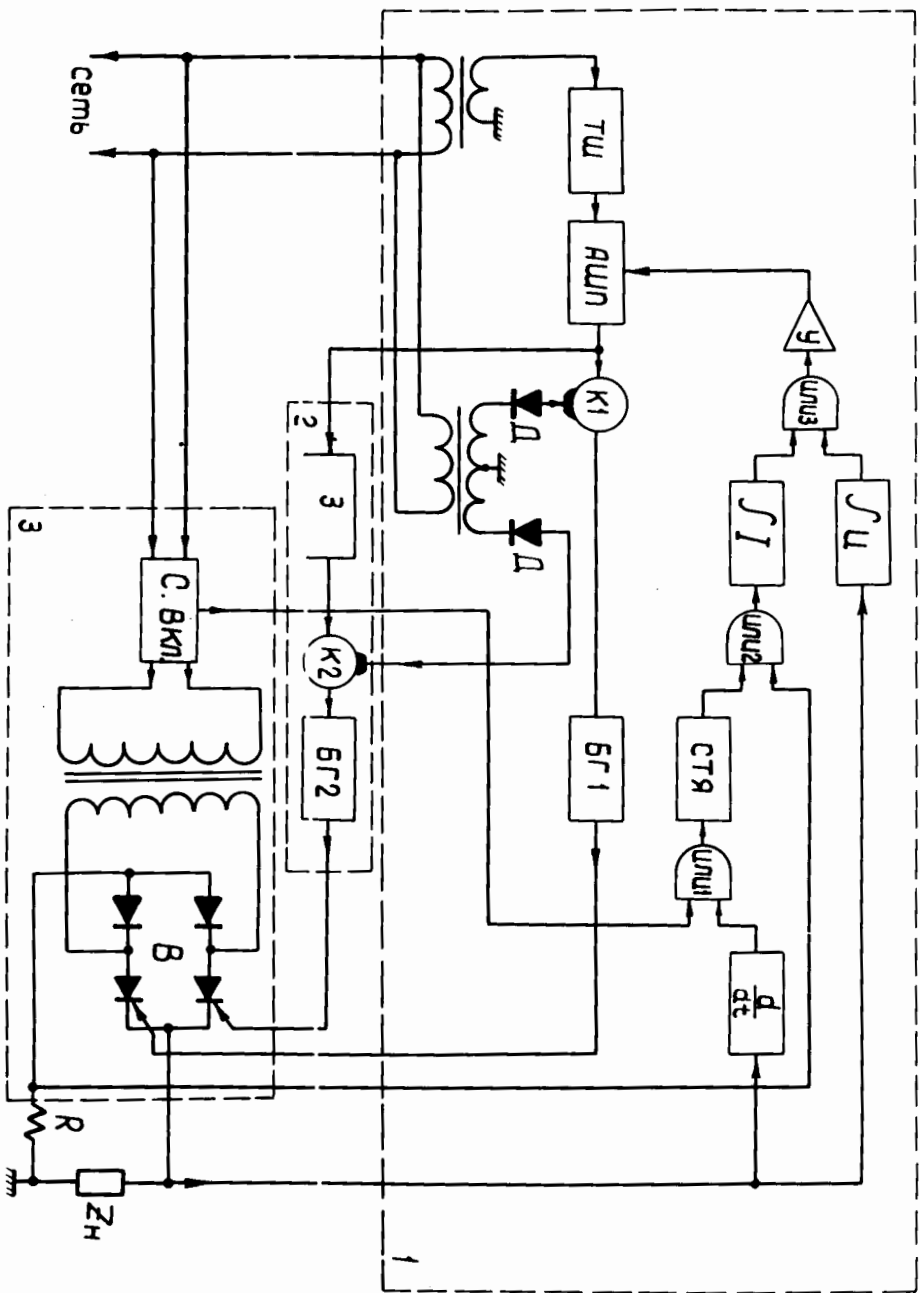
1. Ф. Фрюнгель. Импульсная техника. Генерирование и применение разрядов конденсаторов. Изд-во " Энергия ", Москва, 1965
2. Л.П.Зиновьев, И.Б.Иссинский, Р.И. Котов, Е.М. Кулакова, К.П.Мызников, Н.И.Павлов. Препринт ОИЯИ, Р-2387, Дубна, 1965г.
3. И.Л.Каганов. Электронные и ионные преобразователи, часть III Госуд. энергетическ. изд-во. Москва, 1956г.
4. Ф.И.Ковалев, Г.П.Мостякова. Полупроводниковые выпрямители. Изд-во " Энергия ", Москва 1967г.
5. А.А.Смирнов, А.З.Дорошенко, Д.П.Калмыков, Л.Н.Беляев, ПТЭ, № 1, 1970 /165+ 167 /.

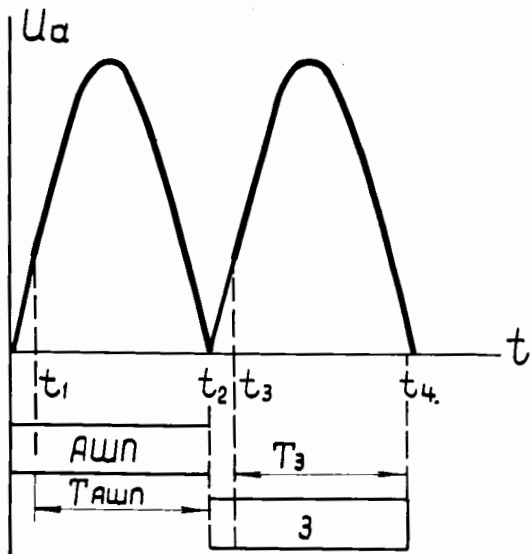
ПОДПИСИ К РИСУНКАМ

- Рис.1. Принцип заряда конденсаторной батареи без зарядного сопротивления.
- рис.2. Блок-схема фазоуправляемого выпрямителя.
- Рис.3. а) Пределы регулировки фазы поджига силовых вентилях (для двухполупериодного выпрямителя);
б) Кривые, характеризующие стабилизацию тока при активной нагрузке.



U_a — напряжение на анодах лампы
 U_c — напряжение на емкости нагрузки
 I — зарядный ток.
 φ — угол поворота лампы.





U_a - напряжение
на аноде вентиляей

$T_{АШП}$ - пределы
регуливровки
длительности АШП.

