Разработка вторичного стабилизированного источника электропитания постоянного тока

**Техническое задание.**

**Исходные данные.**

Первичный источник питания - трехфазный генератор переменного тока с возбуждением от постоянных магнитов.

1) Минимальная частота вращения генератора

nmin, об./мин. 1000

2) Максимальная частота вращения генератора

nmax, об./мин. 2000

3) Число пар полюсов, р 6

4) Диапазон входного напряжения Uвх., В 30-60

5) Номинальное выходное напряжение Uн., В 28

6) Номинальная мощность нагрузки Рн., Вт 250

7) Минимальная мошность нагрузки Рн мин., Вт 0

8) Амплитуда пульсаций напряжения на нагрузке, Uвыхм, В 0.1

9) Всплеск выходного напряжения при скачкообразном

уменьшении мощности на нагрузке от Рн до Рн мин., В 1

10) Допустимое отклонение выходного напряжения в установившемся режиме в процентах от номинального

значения , % 1

11) Температура окружающей Среды, С -60 - +60

12) Влажность воздуха, % 98

13) Срок службы, лет 10

14) КПД стабилизатора п более , % 90

Гальваническая развязка между первичным источником

питания и нагрузкой не требуется.

**Разработка электрической схемы импульсного стабилизатора напряжения.**

**Анализ технического задания.**

Стабилизатор напряжения - это устройство, поддерживающее неизменным напряжение на своем выходе, т.е. на нагрузке, при изменении входного напряжения и тока нагрузки.С точки зрения режима работы регулирующего элемента стабилизаторы напряжения разделяют на непрерывные ( регулирующий элемент работает в линейном режиме ) и дискретные ( регулирующий элемент работает в ключевом режиме ). Непрерывный стабилизатор напряжения не имеет смысла выбирать , так как его главным недостатком явлиется низкий КПД .Следовательно, свой выбор остановим на дискретном стабилизаторе напряжения. Дискретные стабилизаторы напряжения делятся на релейные и импульсные. Релейный стабилизатор работает в режиме автоколебаний, частота и амплитуда которых зависит от значений внешних возмущающих воздействий (входного напряжения и тока нагрузки ), что является главным его недостатком. Наличие в системе питания автоколебаний может привести к неустойчивой работе некоторых систем, являющихся потребителями этой энергии. Поэтому в качестве стабилизирующего источника вторичного электропитания выбираем импульсный стабилизатор напряжения, характеризующийс тем, что у него частота коммутаций регулирующего транзистора постоянна и регулирующий транзистор управляется от модулятора ширины импульса ( МШИ ), т.е.стабилизация входного напряжения осуществляется за счет изменения времени нахождения транзистора в открытом состоянии.

Т.к. в техническом задании указан диапазон изменения входного напряжения : 30-60 В, а значание выходного напряжения : 28 В и не требуется гальванической развязки между первичным источником питания и нагрузкой, то выбираем импульсный стабилизатор напряжения понижающего типа.

**Электрическая схема импульсного стабилизатора напряжения понижающего типа.**

**Iп.ср. Iк L Iн**

VT

**Iсп** **IL**

Uп VD

СУ

**Сп Iд Iсн Сн Uн Rн**

**Рис.4**

В импульсном стабилизаторе напряжений регулирующий элемент транзистор ( VT ) работает в режиме переключений.VT коммутируется с постоянной и высокой частотой. Регулирование напряжения на нагрузке осуществляется за счет изменения времени включения VT . Когда VT включен, конденсатор Сн заряжается, и ток течет по контуру, показанном на рис.5а.

**Сп Сн Rн**

**Рис.5а.**

Происходит накопление электромагнитной энергии в дросселе и конденсаторе, при этом в дросселе возникает ЭДС самоиндукции Ulнак.Энергия источника питания передается в нагрузку.

При выключении VT ток в дросселе мгновенно упасть не может: он медленно уменьшается, что приводит к возникновению ЭДС рассасывания Ul рас., препятствующей уменьшению тока.Если бы не было диода VD при большой скорости выключения VT , то Uрас. достигла бы большой величины, т.к. по формуле:

**Ul = L\*di**

**dt**

При наличии VD, как только Ul рас. достигнет величины Uvd+Uн пр то образуется контур для рассеивания накопленной в дросселе энергии, и под действием Ul ток потечет по контуру, показанном на рис.5б. Накопленная в элементах L и Сн энергия передается в нагрузку. Осциллограммы работы стабилизатора напряжения показаны на рис.6.

**VD Cн Rн**

**Рис.5б.**

**Uвх**

**Uп**

**t**

**Uкэ**

**Uкэн Uп-Uд пр.**

**UL**

**ULнак**

**UL расс.**

**Uд Uд пр.**

**Uп-Uкэн**

**Iк**

**Iд**

**IL**

**Рис.6.**

Временем включенного состояния VT управляет модулятор ширины импульса ( МШИ ). Это устройство, преобразующее сигнал постоянного тока в последовательность импульсов неизменных высоты и периода следования. Классическая структура МШИ приведена на рис.7.

Она состоит из :

1) генератора тактовых импульсов ( ГТИ ), вырабатывающего короткие импульсы стабильной частоты, а следовательно и постоянного периода следования;

2) генератора пилообразного напряжения ( ГПИ ), который запускается импульсами ГТИ .После прихода каждого короткого импульса ГТИ появляется линейно нарастающее напряжение, которое с приходом очередного импульса быстро падает до нуля и потом снова начинает нарастать;

3) компаратора (К), на инвертирующий вход которого подается пилиобразное напряжение, а на неинвертирующий вход - сигнал постоянного тока, который является входным для МШИ.

На рис.8 показаны сигналы на входах компаратора и выходной сигнал МШИ. На участке (0 - t1) напряжение на неинвертирующем входе компаратора, равное Uвх.мши, больше пилообразного напряжения на инвертирующем входе. Следовательно на выходе компаратора будет положительный сигнал, равный Е пит.. На участке (t1 - t2) пилообразное напряжение выше, чем постоянный входной сигнал, и напряжение на выходе компаратора будет отрицательным.

Uтг Uгпн

**t t**

ГТИ

ГПН

**т**

**Епк**

**K Uвых.мши**

**Uвх. мши Епк**

**Uвых.мши**

**t**

**T**

**Рис.7.**

**Uвх.мши Uвх.мши Uгпн**

**Uгпн**

**t**

**Uвых.мши**

**t**

**0 t1 t2**

**Рис.8.**

**Расчет силовой части стабилизатора**

**Uкэ**

**tи tп t**

**T**

Среднее значение напряжения на нагрузке зависит от соотношения между временем нахождения транзистора в открытом **tи** и закрытом **tп** состояниях.

Период коммутации равен : **T = tи + tп** .

Частота коммутации : **f = 1/T = 1/(tи + tп).**

Отношение длительности открытого состояния транзистора, при котором генерируется импульс длительностью **tи** , к периоду **T** называется коэффициентом заполнения : = **tи / Т** = **tи\*f** .

Схема управления стабилизатора подает на транзистор управляющие сигналы постоянной частоты. Из рекомендаций по проектированию импульсного стабилизатора напряжения, отраженных в литературе, предварительно выбираем тактовую частоту равной 20 кГц. Так как повышение частоты ведет к уменьшению массы и размеров реактивных элементов системы ( индуктивность дросселя и емкость конденсаторов можно уменьшить, увеличивая частоту переключений ). Однако дальнейшее увеличение частоты потребует применения высокочастотных элементов, что повысит себестоимость стабилизатора. Также увеличение частоты ведет к уменьшению емкости конденсаторов, КПД системы падает.

**Принцип действия и функциональная схема импульсного стабилизатора напряжения понижающего типа**

**Функциональная схема импульсного стабилизатора напряжения**

Импульсный стабилизатор обычно строят на базе однотактных бестрансформаторных преобразователей, а также однотактных и двухтактных преобразователей с трансформаторным разделением цепей. Однотактные бестрансформаторные преобразователи используются, как правило, повышающего и понижающего типов. Двухтактные преобразователи с трансформаторным разделением цепей отличаются друг от друга местом включения дросселя и алгоритмом переключения транзисторов. Обобщенная функциональная схема однотактного бестрансформаторного преобразователя со стабилизацией выходного напряжения представлена на рис.9.

ИПВН

Uвх Uвых

Фвых

УМ

Фвх

ДТ

ПУМ

ДН

СГР

UOПI

CУ

ЗУСЗТ

СЗТ

CЗН (Umin)

СПВ

UOПmin

ЗУСЗН

СЗН (Umax)

UОПmin

ЗУСЗН

UОПКРН

ЗУКРН

**Рис.9.**

Принцип работы схемы заключается в следующем. Входное напряжение Uвх через входной фильтр Фвх поступает на вход ключевого усилителя мощности УМ, на выходе которого в процессе работы стабилизатора появляются прямоугольные импульсы, амплитуда которых равна входному напряжению за вычетом падения напряжения на насыщенном транзисторе усилителя мощности УМ. Длительность этих импульсов формируется схемой управления СУ. Для фильтрации выходного напряжения усилителя мощности УМ в схеме предусмотрен выходной Uвых LCD - фильтр. Сигнал обратной связи снимается с выхода стабилизатора и измеряется датчиком напряжения ДН, выходное напряжение которого сравнивается с опорным напряжением UОПКРН , вырабатываемым задающим устройством канала регулирования напряжения ЗУКРН. Сигнал рассогласования, получающийся в результате этого сравнения, усиливается усилителем рассогласования УР и преобразуется в последовательность импульсов постоянной частоты, но разной длительности модулятором ширины импульсов МШИ. Усилитель

рассогласования УР и модулятор ширины импульсов МШИ входят в схему управления УМ.

В общем случае маломощный сигнал с выхода схемы управления СУ может поступать на схему гальванической развязки СГР и в дальнейшем усиливаться предварительным усилителем мощности ПУМ, выходные сигналы которого управляют усилителем мощности УМ.

Для исключения перенапряжения на выходе стабилизатора, вызванного переходным процессом при подключении стабилизатора к сети, обычно предусматривается его плавный выход на режим, который обеспечивается схемой плавного включения СПВ.

Для питания цепи управления усилителя мощности УМ в схеме управления задающих устройств предварительного усилителя мощности ПУМ часто требуются низкие стабилизированные напряжения, которые формируются источниками питания внутренних нужд ИПВН, или, как их часто называют, сервисными источниками.

Для защиты системы от скачков тока применяют схему защиты по току СЗТ, управляющим сигналом которой является сигнал рассогласования, получающийся в результате сравнения сигнала с датчика тока ДТ и опорного напряжения UОПI, поступающего с задающего устройства схемы защиты по току ЗУСЗТ.

Для аналогичной защиты системы от повышения или понижения напряжения используется схема защиты от напряжения СЗН (Umax) и схема защиты по напряжению СЗН (Umin), на которые сигналы управления поступают с датчика напряжения ДН и соответствующих задающих устройств схем защиты по напряжению ЗУСЗН.

Рассмотрим функциональную схему импульсного стабилизатора напряжения ПН - типа как элемента системы автоматического управления, которая представлена на рис.10.

Uвх

Фвх

Iн

Фвых

УМ

МШИ

УР

UОП Uвых

ЧЭ

**Рис.10**

С точки зрения теории автоматического управления схема гальванической развязки СГР и предварительный усилитель мощности ПУМ являются звеньями с коэффициентом передачи k = 1, так как они только повторяют сигналы в выхода схемы управления СУ, поэтому при составлении функциональной схемы системы эти элементы можно не показывать.

На рис.10 использованы следующие обозначения :

Uвх - входное напряжение,

Фвх - входной фильтр,

UОП - опорное напряжение,

УР - усилитель рассогласования,

МШИ - модулятор ширины импульсов,

УМ - усилитель мощности,

Фвых - выходной фильтр,

Iн - ток нагрузки,

ЧЭ - чувствительный элемент,

Uвых - выходное напряжение.

Усилитель рассогласования УР усиливает результат сравнения опорного напряжения UОП с напряжением, поступающим с выхода чувствительного элемента ЧЭ, находящегося в цепи обратной связи.Далее сигнал преобразуется в последовательность импульсов модулятором ширины импульсов МШИ, которые поступают в усилитель мощности УМ. Сигнал с выхода усилителя мощности фильтруется выходным фильтром Фвых.

Изменения входного напряжения Uвх и тока нагрузки Iн являются внешними возмущающими воздействиями для стабилизатора напряжения.