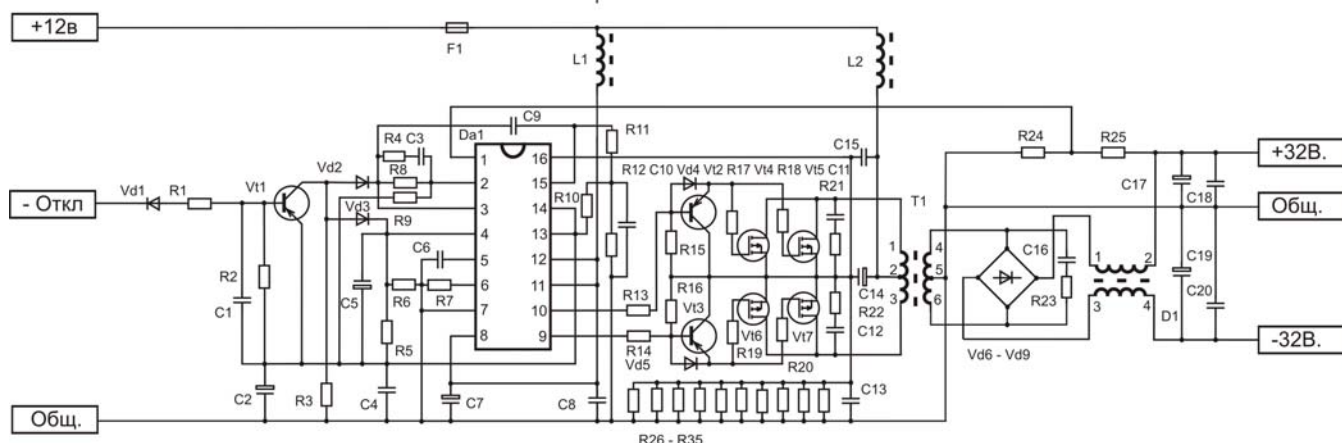


Импульсный источник питания ИИП-250.



1. Моточные узлы и детали.

1.1 Дросселя L1, L2 – любые, 10-50μH, L1 на ток до 1А, L2 на ток до 30А. Если нет подходящих, то их можно изготовить самостоятельно. Дроссель L2 можно изготовить на одном кольце М2000НМ или М3000НМ типоразмера К45х28х12, обмотав его на эпоксидном клее одним слоем лакоткани. Наматывается обмотка в 5 проводов ПЭВ-2-1,2. Намотав один слой (8-10 витков), наматывают один слой лакоткани, проклеивая обмотку с изоляцией эпоксидным клеем. Поверх наматывают второй слой обмотки (8-10 витков). Законченный дроссель закрывают 2-мя слоями лакоткани, проклеивая обмотку с изоляцией эпоксидным клеем. Для дросселя L1 подойдёт кольцо М2000НМ или М3000НМ типоразмера К12х6х4 обмотанное узкой полоской тонкой трансформаторной бумаги. На кольце наматывают 20-40 витков ПЭВ-2-0,8 распределяя обмотку равномерно по всей поверхности кольца виток за витком. Готовый дроссель обматывают слоем лакоткани с эпоксидным клеем.

1.2 Трансформатор Т1 изготавливается на 2-х кольцах М2000НМ или М3000НМ типоразмера К45х28х12 склеенных вместе на эпоксидном клее. Полученный сердечник обматывается одним слоем лакоткани на эпоксидном клее. Вначале мотается вторичная обмотка. Наматывается 16 витков 4-мя проводами ПЭВ-2-1,2. Провода укладываются нескрученными, так, чтобы равномерно заполнить всё окно кольца, виток к витку. Полученная обмотка обматывается слоем лакоткани на эпоксидном клее, разделяется на две части и конец одной полученной полуобмотки соединяется с началом другой. Разделение полуобмоток лучше производить через провод. Соединение полуобмоток производится следующим образом. На наибольшем участке вблизи обмоток провода оголяются и облуживаются, собираются в пучок, обматываются тонким луженым проводом и тщательно пропаиваются, после чего изолируются лакотканью на эпоксидном клее. Поверх наматывается первичная обмотка тем же способом. Она содержит 4 витка в 10 проводов ПЭВ-2-1,2 с последующим разделением и изоляцией соединения полуобмоток. Поверх готового трансформатора наматывается 2 слоя лакоткани на эпоксидном клее. Трансформатору дают просохнуть не менее суток.

1.3 Компенсационный дроссель D1 наматывается на одном кольце, таком же, как используются в трансформаторе, или сердечнике от компенсационного дросселя компьютерного ИИП. Подготавливается сердечник к намотке дросселя так же, как и сердечник трансформатора, путём обмотки сердечника лакотканью на эпоксидном клее. Обмотки наматывают так же, как и в трансформаторе, одновременно в 4-е провода ПЭВ-2-1,2, с последующим разделением обмотки на две по 2 провода в каждой. Полученный компенсационный дроссель обматывается 2-мя слоями лакоткани на эпоксидном клее.

2 Резисторы и конденсаторы.

2.1 Резисторы.

2.2 Конденсаторы.

Порядковый номер резистора.	Тип резистора и мощность.	Номинал		Порядковый номер конденсатора.	Номинал напряжения.	Номинал ёмкости.
R1	МЛТ 0,125	820ом		C1	63В.	10nF
R2	МЛТ 0,125	200ом		C2	16В.	10μ0
R3	МЛТ 0,125	1Ком		C3	63В.	10nF
R4	МЛТ 0,125	33Ком		C4	63В.	10nF
R5	МЛТ 0,125	22Ком		C5	16В.	10μF
R6	МЛТ 0,125	47Ком		C6	63В.	1nF
R7	МЛТ 0,125	15Ком		C7	25В.	2200μF
R8	МЛТ 0,125	М22к		C8	63В.	10nF
R9	МЛТ 0,125	16Ком		C9	63В.	10nF
R10	МЛТ 0,125	5К1		C10	63В.	10nF
R11	МЛТ 0,125	3К3		C11	63В.	22nF
R12	МЛТ 0,125	1К9		C12	63В.	22nF
R13	МЛТ 0,5	51ом		C13	63В.	10nF
R14	МЛТ 0,25	1Ком		C14	25В.	2200μF
R15	МЛТ 0,5	51ом		C15	63В.	10nF
R16	МЛТ 0,25	1Ком		C16	63В.	22nF
R17	МЛТ 0,5	10ом		C17	63В.	0,47μF
R18	МЛТ 0,5	10ом		C18	63В.	4700μF
R19	МЛТ 0,5	10ом		C19	63В.	0,47μF
R20	МЛТ 0,5	10ом		C20	63В.	4700μF
R21	МЛТ 0,5	11ом				
R22	МЛТ 0,5	11ом				
R23	МЛТ 5,0	2Ком				
R24	МЛТ 0,125	4К3				
R25	МЛТ 0,125	24Ком				
R26	МЛТ 5,0	0,5ом				
R27	МЛТ 5,0	0,5ом				

R28	МЛТ 5,0	0,5ом				
R29	МЛТ 5,0	0,5ом				
R30	МЛТ 5,0	0,5ом				
R31	МЛТ 5,0	0,5ом				
R32	МЛТ 5,0	0,5ом				
R33	МЛТ 5,0	0,5ом				
R34	МЛТ 5,0	0,5ом				
	МЛТ 5,0	0,5ом				

3. Транзисторы и диоды.

3.1 Диоды.

3.2 Транзисторы.

Порядковый номер диода	Номинал.	Порядковый номер транзистора.	Номинал.
Vd1	КД522А	Vt1	КТ361Е
Vd2	КД522А	Vt2	КТ626А
Vd3	КД522А	Vt3	КТ626А
Vd4	1N4148	Vt4	IRFZ44N (IRF540)
Vd5	1N4148	Vt5	IRFZ44N (IRF540)
Vd6	КД2999	Vt6	IRFZ44N (IRF540)
Vd7	КД2999	Vt7	IRFZ44N (IRF540)
Vd8	КД2999		
Vd9	КД2999		

4. Микросхемы.

4.1 Микросхема Da1 - TL494, или её аналоги разных фирм (TL494CN, A494, KA7500, MB3759), или её отечественный аналог КР1114ЕУ4. Без изменения схемы можно использовать TL594 и её аналоги, вместо устаревшей модели TL494.

5. Плавкие вставки (предохранители).

5.1 F1 – 25А

6. Краткое описание схемы.

6.1 Параметры и тип схемы.

ИИП собран по трансформаторной схеме ПН с ШИ-стабилизацией. Управляющим устройством ИИП является ИМС TL494 ШИМ-контроллера. С приведенными в таблицах параметрами элементов ИИП обеспечивает следующие параметры:

Входное напряжение - +8 -15В;

Номинальный потребляемый ток при номинальной нагрузке в 220Вт. и напряжении питания 12В. – 23А.;

Максимальный потребляемый ток при максимальной нагрузке в 250Вт. и напряжении питания 12В. – 26А.;

Уровень срабатывания защиты от перегрузки по току или КЗ в нагрузке установлен на уровне потребляемого тока в 27А., т. е. при превышении максимальной отдаваемой мощностью уровня в 260Вт.;

Выходные напряжения, стабилизированные на уровне +/-32В.;

КПД ИИП составляет не менее 80%.;

ИИП обеспечивает режим дистанционного включения сигналом –ОТКЛ. При подаче на эту шину напряжения +5-12В. ИИП обеспечивает запуск с «мягким» стартом.

6.2 Схема ИИП.

ШИМ-контроллер собран на ИМС TL494.

Защита от перегрузки организована по штатной схеме предлагаемой разработчиком ИМС. На вход 15 ИМС подана часть опорного напряжения с делителя R10 R11, в размере 1,36В. На вход 16 ИМС подано напряжение с ДТ на прецизионном составном резисторе R25 – R34 общим сопротивлением 0,05ом. При превышении тока, протекающего через выходной каскад, свыше 27,2А (более 261Вт. потребления в нагрузке), напряжение на ДТ станет больше 1,36В, что приведёт к срабатыванию ОУ в ИМС контроллера, включённую как интегратор и отключит выходные ключи ИМС, а, следовательно, и выходной каскад ИИП. Конденсатор С9 в цепи ООС ОУ токовой защиты препятствует ложным срабатываниям последней от импульсных перегрузок и помех.

Рабочая частота (РЧ) ИМС выбрана равной 73кГц. С тем, чтобы частота преобразования (ЧП) была равна 36,5кГц. При такой ЧП ИМС контроллера обеспечивает стабильную работу с выполнением штатных требований по фронтам выходных импульсов. Именно эта РЧ предлагается в ТД на ИМС разработчиком.

В схеме предусмотрена фиксация «паузы на нуле» и «мягкого старта». Эти параметры задаются цепью С5R5R6, рассчитанной таким образом, чтобы обеспечивать фиксацию «паузы на нуле» на уровне 1% от длительности полупериода ЧП. При необходимости этот параметр можно подстроить, подбирая R5. При исключении последнего из схемы «пауза на нуле» может стать чрезмерно короткой, что может повлечь за собой перегрев и выход из строя выходных транзисторов ИИП.

Усилитель сигнала рассогласования охвачен глубокой ООС с целью обеспечить стабильность выделения сигнала рассогласования. ООС имеет один частотный полюс с $f=35\text{кГц}$. При необходимости изменения K_u усилителя рассогласования подбирается R8 в пределах 16кОм – 1Мом. K_u усилителя рассогласования с указанными в таблицах номиналами сопротивлений составляет 13,75. Напряжение ООС ИИП снимается с выхода +32В. и подаётся через делитель R23R24 на выв. 2 ИМС контроллера.

ИИП снабжён схемой дистанционного включения собранной на элементах Vd1Vd2Vd3Vt1R1R2R3C1. При подаче на вход –Откл. положительного потенциала +5-12В диод Vd1 запирается, транзистор Vt1 закрывается, на его коллекторе возникает низкий потенциал, диоды Vd2Vd3 запираются, а конденсатор «мягкого старта» С5 начинает заряжаться. Схема стартует. При подаче низкого уровня на вход –Откл. Диод Vd1 отпирается, транзистор Vt1 открывается, на его коллекторе возникает высокий потенциал около +5В, диоды Vd2Vd3 отпираются, Vd2 запрещает работу контроллера, а Vd3 обеспечивает быстрый разряд конденсатора «мягкого старта» С5.

Выходной каскад собран на составных полевых транзисторах по полумостовой схеме с параллельным питанием. При необходимости увеличения выходной мощности (с учётом пересчёта ДТ или делителя R10R11), или при использовании менее мощных транзисторов

их число можно увеличить до 4-6 в плече. В предвыходном каскаде использована схема «быстрого разряда ёмкости затвора» на $Vt2Vt3Vd4Vd5R12R13R14R15$ с применением диодов Шотки. Суммарная ёмкость затвора плеча не должна превышать 100pF.

Выпрямитель собран на диодном мосте $Vd6 - Vd9$ по схеме с трансформаторной средней точкой, что, в совокупности с компенсационным дросселем $D1$, обеспечивает высокую симметрию выходных напряжений, и позволяет снимать напряжение ООС ИИП с одного плеча. На выходе выпрямителя включён ФНЧ, образованный компенсационным дросселем и ёмкостями фильтра.

С целью минимизировать помехи и наводки контроллер и выходной каскад запитаны отдельные развязывающие фильтры.

6.3 Требования по монтажу и изготовлению печатных плат.

С целью повышения повторяемости ИИП и минимизации возможных неисправностей связанных с ошибками и дефектами монтажа следует помнить, что элементы задающего генератора ИМС контроллера и элементы входных цепей выходных транзисторов вплоть до выходов ИМС следует соединять максимально короткими печатными проводниками. С этой целью целесообразно использовать 2-х- 4-х-слойные печатные платы и SMD-элементы эквивалентные по параметрам указанным в таблице к схеме. Применение SMD-элементов, так же, значительно снижает габариты прибора.

6.4 Проверка контроллера ИИП.

При сборке ИИП оставляют непаянным $L2$, $R24$ и выв. 16 ИМС, к которому припаивается средний вывод потенциометра сопротивлением 10Ком подключённый своими внешними концами к общему проводу и выв. 14 ИМС. Движок потенциометра поворачивают в сторону общего провода. Свободный конец питания оконечного каскада замыкают с общим проводом. Ко входу –Откл. подключают переключатель средним выводом, подсоединив его внешние выводы к шинам +12В и общий провод соответственно, следя за тем, чтобы переключатель был замкнут на общий провод. После этого включают питание схемы. На выв. 5 ИМС контролируют пилообразные импульсы РЧ незаземлённым осциллографом. Подключают осциллограф между выв. 9 и 10 ИМС, после чего переключают переключатель на входе –Откл. На осциллографе должны появиться двуполярные импульсы ЧП с плавно увеличивающейся длительностью и «паузой на нуле». Через некоторое время «пауза на нуле» примет вид едва заметной ступеньки, а импульсы станут меандроподобны. При переключении переключателя в исходное положение импульсы должны мгновенно прерваться, а на выходах ИМС установиться 0-е напряжение. При включении переключателя «мягкий старт» должен повториться. Во включённом состоянии, контролируя напряжение тестером на выв. 16 ИМС медленно поворачиваем движок потенциометра до исчезновения импульсов. Это должно произойти по достижении измеряемым напряжением уровня в +1,36В. Отключим питание, переключим переключатель в исходное состояние и вернём движок потенциометра в исходное состояние, подключаем, выв. 16 в схему, а освободившийся средний вывод потенциометра соединяем с выв. 1 ИМС, предварительно отпаяв $R23$. Включаем и запускаем контроллер ИИП контролируя осциллографом импульсы между выв. 9 и 10 ИМС. После окончания времени «мягкого старта» импульсы должны плавно и синхронно менять свою длительность синхронно с поворотами движка потенциометра вблизи его среднего положения. Если проверка контроллера прошла успешно, то можно переходить к проверке выходных цепей ИИП. Если при проверке выявились отклонения, то следует искать ошибки в монтаже и неисправные детали.

6.5 Проверка выходных цепей ИИП.

Подключаем все неуставленные детали и отключаем навесной резистор. Включаем питание ИИП и переводим переключатель в положение включения, контролируя при этом импульсы на затворах выходных транзисторов. Ширина положительного импульса должна быть короче нулевого приблизительно вдвое, или более. Амплитуда этих импульсов должна быть не менее 6В., а уровень ноля, относительно ДТ, не должен превышать 0,4В. Импульсы на всех затворах должны быть идентичными. Замерим тестером напряжение на выходе ИИП. На холостом ходу напряжение на выходе не должно превысить $\pm 35\text{В}$. Выключаем источник переключателем и отключаем питание. Разряжаем выходные фильтры через резистор 100ом не менее 5Вт. Собираем испытательный стенд из 11 -12 ламп на 36В. 25Вт. таким образом, чтоб можно было их подключать в параллель одну за другой. Удобнее всего это осуществить на 12-позиционном галетнике на ток не менее 1-го А. Подключаем стенд, включённый на минимальную нагрузку (одна лампа) к обесточенному ИИП и включаем питание. Контролируя тестером, выходное напряжение пошагово увеличиваем нагрузку, подключая всё больше ламп в параллель. На максимальной нагрузке (10 ламп) напряжение на выходе ИИП не должно «просесть» более чем до 30В. При подключении 1 – 2 «лишних» ламп ИИП должен уйти в защиту. Следует проконтролировать в разных режимах нагрев выходных транзисторов. При перегреве плеча, или одного из транзисторов следует проверить одинаковость импульсов на затворах «горячих» и «холодных» транзисторов обращая особое внимание на крутизну фронтов импульсов. При «плечевом» перегреве, возможно, придётся подобрать R12R13 или R14R15, или подобрать транзистор Vt2 или Vt3. При перегреве одного из полевых транзисторов следует подобрать его затворный резистор, или заменить сам транзистор. Если параметры, снятые на стенда соответствуют описанным, и выходные транзисторы не перегреваются, то проверка и наладивание на этом заканчиваются. Если в результате проверки были выявлены значительные отклонения от описанных параметров, то следует искать ошибки в монтаже или неисправные детали.

7. Налаживание.

Налаживание необходимо провести в случае, когда ИИП нормально работает, но его выходные параметры не соответствуют требованиям описанным выше. Налаживание ИИП производится по следующим параметрам:

- по выходному напряжению путём подбора R24;
- по защите по току путём подбора R10;
- по разбросу выходного напряжения при изменении тока нагрузки путём подбора R8.

В последнем случае сопротивление R8 можно увеличить вплоть до 1Мом, что значительно повысит Кст. ИИП, но может привести к нежелательным броскам тока в нагрузке и ложным срабатываниям защиты по току. В этом случае следует провести наладку защиты по току с некоторым заглублением.

8. Замена деталей.

Вместо TL494 в схеме может быть использован любой её аналог, либо TL594, либо любой её аналог. Вместо IRFZ44N (Vt4 – Vt7) можно применить любой n-канальный высоко- или среднечастотный полевой транзистор с изолированным затвором удовлетворяющий следующим минимальным требованиям:

- $I_{ст. макс} = 15\text{А}$.
- $I_{ст. и. макс} = 20\text{А}$.
- $U_{ст. ист. макс} = 30\text{В}$.

- Уст. ист. и. макс = 60В.
- Уз. и. отп. мин. = 3В.
- Уз. и. и. макс. = 15В.
- Уз. и. отс. = 0,7 В.

Вместо КТ626А можно поставить любой р-п-р высокочастотный транзистор средней мощности с $U_{к. э. нас.} = 0,4В$.

Вместо КД522А подойдут любые точечные импульсные кремниевые диоды малой мощности на напряжение U_a . к. обр. = 30В.

Вместо 1N4148 можно ставить любой диод Шотке с $I_{пр.} = 500mA$.

Вместо КД2999 – любой импульсный диод большей мощности с $I_{пр.} = 10A$. и $U_{обр.} = 50В$.