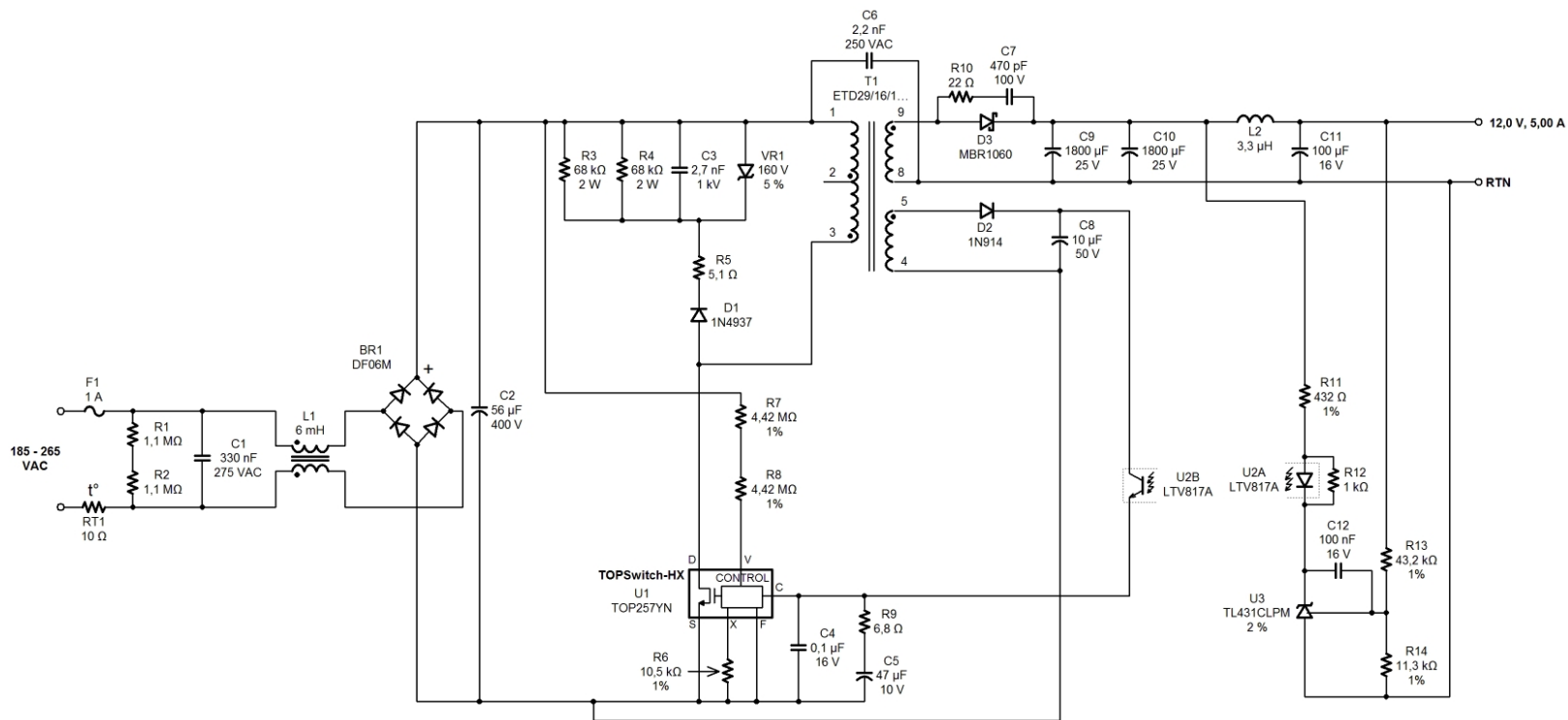




Подключение источника питания

| Переменная | Значение | Единицы измерения | Описание                                                            |
|------------|----------|-------------------|---------------------------------------------------------------------|
| VACMIN     | 185      | V                 | Минимальное входное переменное напряжение (Изменено пользователем)  |
| VACMAX     | 265      | V                 | Максимальное входное переменное напряжение (Изменено пользователем) |
| FL         | 50       | Hz                | Частота питающей сети (Изменено пользователем)                      |
| TC         | 2,01     | ms                | Время открытого состояния диода                                     |
| Z          | 0,70     |                   | Коэффициент потерь                                                  |
| η          | 83,0     | %                 | Расчетный КПД                                                       |
| VMIN       | 214,6    | V                 | Минимальное постоянное входное напряжение                           |
| VMAX       | 374,8    | V                 | Максимальное постоянное входное напряжение                          |

Входной каскад

| Переменная | Значение | Единицы измерения | Описание                                     |
|------------|----------|-------------------|----------------------------------------------|
| Fuse       | 1,00     | A                 | Номинальный ток входного предохранителя      |
| IAVG       | 0,37     | A                 | Средний ток через диодный мост (входной ток) |
| Thermistor | 10,00    | Ω                 | Входной термистор                            |

Параметры микросхемы

| Переменная       | Значение          | Единицы измерения | Описание                                                    |
|------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------|
| Микросхема       | TOP257YN          |                   | Название микросхемы PI                                      |
| BVDSS            | 700               |                   | Напряжение пробоя сток-исток                                |
| Device Mode      | По умолчанию      |                   | Режим ограничения тока микросхемы PI                        |
| OVP_FLAG         | Выкл.             |                   | Включена защита от перенапряжения по выходу                 |
| PO               | 65,09             | W                 | Общая выходная мощность                                     |
| VDRAIN Estimated | 603,89            | V                 | Фактическое ожидаемое напряжение стока                      |
| VDS              | 6,27              | V                 | Открывающее напряжение сток-исток                           |
| FS               | 132000            | Hz                | Частота преобразования                                      |
| KP               | 0,94              |                   | Коэффициент использования непрерывного/прерывистого режимов |
| KI               | 0,61              |                   | Коэффициент ограничения тока                                |
| ILIMITEXT        | 1,93              | A                 | Запрограммированное ограничение тока                        |
| ILIMITMIN        | 3,16              | A                 | Нижний порог ограничения тока                               |
| ILIMITMAX        | 3,64              | A                 | Верхний порог ограничения тока                              |
| PLIM_FLAG        | Выкл.             |                   | Разрешить ограничение по мощности                           |
| IP               | 1,75              | A                 | Пиковый ток в первичной обмотке (при VMIN)                  |
| IRMS             | 0,65              | A                 | Среднеквадратический ток в первичной обмотке (при VMIN)     |
| DMAX             | 0,39              |                   | Максимальный рабочий цикл                                   |
| RTH_DEVICE       | 18,48             | °C/W              | Максимальное термическое сопротивление для микросхемы PI    |
| DEV_HSINK_TYPE   | Алюминиевый сплав |                   | Тип радиатора микросхемы PI                                 |
| DEV_HSINK_AREA   | 3779              | mm²               | Площадь поверхности радиатора для микросхемы PI             |

Цепь ограничителя уровня

| Переменная | Значение          | Единицы измерения | Описание                                               |
|------------|-------------------|-------------------|--------------------------------------------------------|
| Clamp Type | RCD + стабилитрон |                   | Тип цепи ограничения выброса на первичной обмотке      |
| VCLAMP     | 94                | V                 | Ожидаемое среднеквадратичное значение напряжения среза |

|                                        |       |   |                                                                  |
|----------------------------------------|-------|---|------------------------------------------------------------------|
| Ожидаемые потери в ограничителе уровня | 1,67  | W | Мощность рассеяния при ограничении напряжения (напряжение среза) |
| VC_MARGIN                              | 90,23 | V | Предел безопасности фиксатора по напряжению                      |

### Параметры смещения

| Переменная | Значение | Единицы измерения | Описание                                            |
|------------|----------|-------------------|-----------------------------------------------------|
| IB         | 0,006    | A                 | Ток смещения                                        |
| PIVB       | 62       | V                 | Пиковое обратное напряжение на выпрямителе смещения |

### Параметры конструкции трансформатора

| Переменная                   | Значение                 | Единицы измерения | Описание                                                                                             |
|------------------------------|--------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Тип сердечника               | ETD29/16/10              |                   | Тип сердечника                                                                                       |
| Материал сердечника          | NC-2H (Nicera) или       |                   | Материал сердечника                                                                                  |
| Ссылка производителя катушки | Generic, 7 pri. + 7 sec. |                   | Наименование катушки                                                                                 |
| Ориентация катушки           | Гориз.                   |                   | Тип катушки                                                                                          |
| Первичные выводы             | 5                        |                   | Число задействованных выводов с первичной стороны катушки                                            |
| Вторичные выводы             | 2                        |                   | Число задействованных выводов со вторичной стороны катушки                                           |
| USE_SHIELDS                  | Выкл.                    |                   | Использовать экранные обмотки                                                                        |
| LP_nom                       | 393                      | μH                | Номинальная первичная индуктивность                                                                  |
| LP_Tol                       | 10,0                     | %                 | Точность индуктивности первичной обмотки                                                             |
| NP                           | 31,9                     |                   | Расчетное число витков первичной обмотки                                                             |
| NSM                          | 3                        |                   | Число витков "главной" вторичной обмотки                                                             |
| Плотность первичного тока    | 3                        | A/mm <sup>2</sup> | Плотность тока в первичной обмотке                                                                   |
| VOR                          | 135,0                    | V                 | Напряжение обратного хода                                                                            |
| BW                           | 19,40                    | mm                | Ширина обмоток катушки                                                                               |
| ML                           | 0,00                     | mm                | Ширина защитного зазора слева                                                                        |
| MR                           | 0,00                     | mm                | Ширина защитного зазора справа                                                                       |
| FF                           | 62                       | %                 | Фактический коэффициент заполнения трансформатора. 100% означает, что все окно под обмотку заполнено |
| AE                           | 76,00                    | mm <sup>2</sup>   | Площадь поперечного сечения сердечника                                                               |
| ALG                          | 348                      | nH/T <sup>2</sup> | Эффективная индукция сердечника с зазором                                                            |
| BM                           | 256                      | mT                | Максимальная магнитная индукция                                                                      |
| BP                           | 324                      | mT                | Пиковая магнитная индукция                                                                           |
| BAC                          | 120                      | mT                | Магнитная индукция потерь в сердечнике                                                               |
| LG                           | 0,229                    | mm                | Расчетная величина немагнитного зазора                                                               |
| L_LKG                        | 9,83                     | μH                | Расчетная индукция рассеяния первичной обмотки                                                       |
| LSEC                         | 10                       | nH                | Индуктивность проводников вторичной обмотки                                                          |

### Первичная обмотка, секция 1

| Переменная        | Значение  | Единицы измерения | Описание                                                           |
|-------------------|-----------|-------------------|--------------------------------------------------------------------|
| NP1               | 16        |                   | Округленное до целого число витков первой секции первичной обмотки |
| Диаметр проволоки | 0,55      | mm                | Фактический внутренний диаметр провода первичной обмотки           |
| Способ намотки    | 1-жильный |                   | Число проводов скрутки для намотки первичной обмотки               |

|                |      |   |                                              |
|----------------|------|---|----------------------------------------------|
| L              | 0,47 |   | Число слоев первичной обмотки                |
| DC Copper Loss | 0,03 | W | Потери в меди в 1-й секции первичной обмотки |

## Первичная обмотка, секция 2

| Переменная        | Значение  | Единицы измерения | Описание                                                           |
|-------------------|-----------|-------------------|--------------------------------------------------------------------|
| NP2               | 16        |                   | Округленное до целого число витков второй секции первичной обмотки |
| Диаметр проволоки | 0,55      | mm                | Фактический внутренний диаметр провода первичной обмотки           |
| Способ намотки    | 1-жильный |                   | Число проводов скрутки для намотки первичной обмотки               |
| L2                | 0,47      |                   | Число слоев во второй секции первичной обмотки                     |
| DC Copper Loss    | 0,04      | W                 | Потери в меди во 2-й секции первичной обмотки                      |

## Выход 1

| Переменная        | Значение              | Единицы измерения | Описание                                                   |
|-------------------|-----------------------|-------------------|------------------------------------------------------------|
| VO                | 12,00                 | V                 | Выходное напряжение                                        |
| IO                | 5,00                  | A                 | Выходной ток                                               |
| VOUT_ACTUAL       | 12,00                 | V                 | Фактическое выходное напряжение                            |
| NS                | 3                     |                   | Число витков вторичной обмотки                             |
| Толщина фольги    | 50                    | µm                | Фактический внутренний диаметр провода вторичной обмотки   |
| Способ намотки    | Фольга                |                   | Число проводов скрутки для намотки выходной обмотки        |
| L_S_OUT           | 3,00                  |                   | Число слоев вторичной выходной обмотки                     |
| DC Copper Loss    | 0,06                  | W                 | Потери в меди вторичной обмотки                            |
| VD                | 0,70                  | V                 | Прямое падение на диоде выходной обмотки                   |
| PIVS              | 47                    | V                 | Пиковое обратное напряжение на выходном выпрямителе        |
| ISP               | 17,18                 | A                 | Пиковый ток вторичной обмотки                              |
| ISRMS             | 7,97                  | A                 | Среднеквадратический ток вторичной обмотки                 |
| RTH_DIODE         | 10,14                 | °C/W              | Максимальное термическое сопротивление для выходного диода |
| OD_HSINK_TYPE     | Прессованный алюминий |                   | Тип радиатора выходного диода                              |
| OD_HSINK_PN       | 513302B02500G         |                   | Шифр радиатора выходного диода                             |
| CO                | 1800 x 2              | µF                | Выходная емкость                                           |
| IRIPPLE           | 6,21                  | A                 | Среднеквадратический ток пульсации выходного конденсатора  |
| Expected Lifetime | 40661                 | hr                | Ожидаемый срок службы выходного конденсатора               |

## Цепь обратной связи

| Переменная          | Значение | Единицы измерения | Описание                                            |
|---------------------|----------|-------------------|-----------------------------------------------------|
| DUAL_OUTPUT_FB_FLAG | Выкл.    |                   | Использовать регулирование по двум выходным каналам |
| SF_FLAG             | Выкл.    |                   | Использовать цепь плавного выключения               |
| TYPE_3CTRL_FLAG     | Выкл.    |                   | Использовать цепь опережения фазы                   |

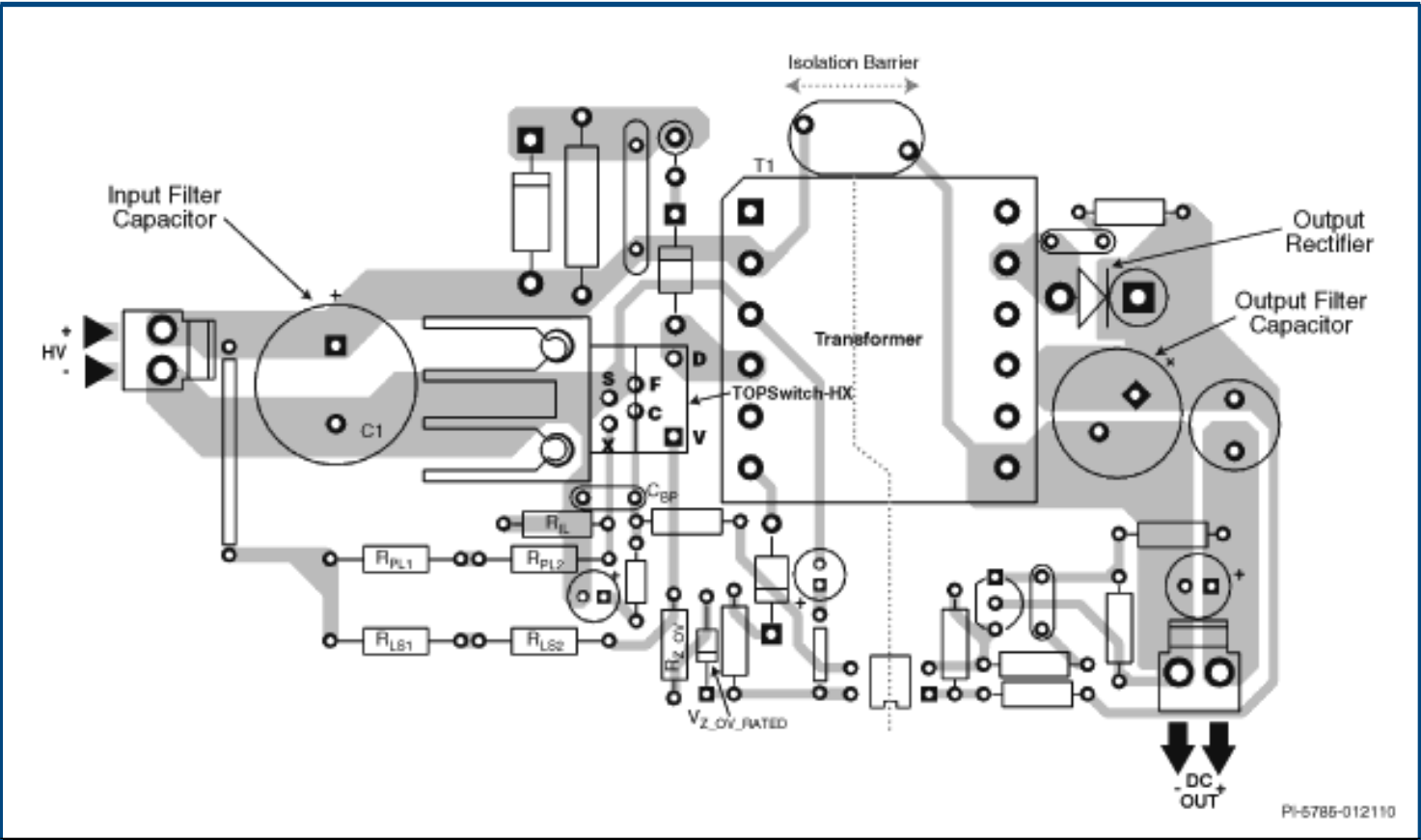
Высокий ток в цепи обратной связи.

Используйте параллельные конденсаторы с низким ESR (эквивалентным последовательным сопротивлением) на выходе, уменьшите пульсации тока на выходе за счет уменьшения VOR и KP.

Стабильность нагрузки не учитывает тепловой дрейф, допустимые отклонения падения прямого напряжения на выходном диоде и падение напряжения на LC-фильтре.

Фактическое значение напряжения можно оценить только при полной нагрузке.

Проверьте работу взаимного регулирования в цепи.



Щелкните на значке Показать, чтобы выделить фрагмент печатной платы, относящийся к тексту рекомендации.

|   | Описание                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Показать |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 1 | Минимизируйте цепь, сформированную стоком, цепью рассеяния высоковольтного выброса и трансформатором                                                                                                                                                                                        |          |
| 2 | Обмотка смещения и конденсатор смещения это силовые соединения и соответственно они выводятся на вывод SOURCE                                                                                                                                                                               |          |
| 3 | Площадки выводов V и X - минимизированы, элементы регулирования выходного напряжения (R1 & R2) и мощности (R3 & R4) расположены близко к устройству. Соединения V и X должны быть расположены далеко от "шумных" частей схемы (сток, цепь смещения, цепь рассеяния высоковольтного выброса) |          |
| 4 | Расположите развязывающий конденсатор вывода CONTROL как можно ближе к выводам CONTROL и SOURCE                                                                                                                                                                                             |          |
| 5 | Помехоподавляющий конденсатор типа Y присоединяется между выводами RTN и B+                                                                                                                                                                                                                 |          |
| 6 | Минимизируйте цепь, сформированную вторичной обмоткой, выходным диодом и выходным фильтрующим конденсатором                                                                                                                                                                                 |          |
| 7 | Соединение Кельвина на выводы SOURCE: сигнальные и силовые токи идут раздельно                                                                                                                                                                                                              |          |
| 8 | Резисторы RLS или RPL должны быть подключены к конденсатору для предотвращения проникновения шумов переключения                                                                                                                                                                             |          |

Спецификация

| Но<br>ме<br>р<br>п/п | Количес<br>тво | Компонент | Значение       | Описание                                                                                       | Изготовитель             | Шифр компонента      |
|----------------------|----------------|-----------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------|
| 1                    | 1              | BR1       | DF06M          | 600 V, 1 A, Выпрямительный диодный мост, DFM                                                   | International Rectifier  | DF06M                |
| 2                    | 1              | C1        | 330 nF         | 330 nF, 275 VAC, Пленочный, Класс X                                                            | Panasonic                | ECQ-UAAF334K         |
| 3                    | 1              | C2        | 56 µF          | 56 µF, 400 V, Высоковольтный электролитический, (35 mm x 12,5 mm)                              | United Chemi-Con         | EPAG400VB56RM12X35LL |
| 4                    | 1              | C3        | 2,7 nF         | 2,7 nF, 1 kV, Высоковольтный керамический                                                      | Panasonic                | ECK-D3A272KBP        |
| 5                    | 2              | C4, C12   | 0,1 µF         | 0,1 µF, 16 V, Керамический, X7R                                                                | TDK                      | C1005X7R1C104K       |
| 6                    | 1              | C5        | 47 µF          | 47 µF, 10 V, Электролитический, Общ. Назначения, 1040 mΩ, (11 mm x 5 mm)                       | United Chemi-Con         | KME10VB47RM5X11LL    |
| 7                    | 1              | C6        | 2,2 nF         | 2,2 nF, 250 VAC, Керамический, Класс Y                                                         | TDK                      | CD12-E2GA222MYNS     |
| 8                    | 1              | C7        | 470 pF         | 470 pF, 100 V, Керамический, C0G                                                               | Epcos                    | B37979G5471J000      |
| 9                    | 1              | C8        | 10 µF          | 10 µF, 50 V, Электролитический, Общ. Назначения, 1050 mΩ, (11,5 mm x 5 mm)                     | Panasonic                | ECA-1HHG100          |
| 10                   | 2              | C9, C10   | 1800 µF        | 1800 µF, 25 V, Электролитический, Сверхнизкий ЭПС, 18 mΩ, (20 mm x 16 mm)                      | United Chemi-Con         | EKZE250ELL182ML20S   |
| 11                   | 1              | C11       | 100 µF         | 100 µF, 16 V, Электролитический, Низкий ЭПС, 250 mΩ, (11,5 mm x 6,3 mm)                        | United Chemi-Con         | ELXZ160ELL101MFB5D   |
| 12                   | 1              | D1        | 1N4937         | 600 V, 1 A, Быстровосстанавливающийся, 200 ns, DO-41                                           | Vishay                   | 1N4937               |
| 13                   | 1              | D2        | 1N914          | 100 V, 0,3 A, Быстровосстанавливающийся, 4 ns, DO-35                                           | Vishay                   | 1N914                |
| 14                   | 1              | D3        | MBR1060        | 60 V, 10 A, Шотки, TO-220AC                                                                    | Vishay                   | MBR1060              |
| 15                   | 1              | F1        | 1 A            | 250 VAC, 1 A, Radial TR5, Инерционный                                                          | Littelfuse / Wickmann(R) | 37411000410          |
| 16                   | 1              | HS1       |                | 94,5 mm x 20 mm. Алюминиевый сплав (3003 или 5052), толщина 1.6 мм. Радиатор микросхемы PI U1. | Custom                   |                      |
| 17                   | 1              | HS2       | 513302B02500 G | 8 °C/W TO-220. Радиатор диода D3.                                                              | Aavid                    | 513302B02500G        |
| 18                   | 1              | L1        | 6 mH           | 6 mH, 1,6 A                                                                                    | Panasonic                | ELF18N016            |
| 19                   | 1              | L2        | 3,3 µH         | 3,3 µH, 5,5 A                                                                                  | Bourns Inc.              | RL622-3R3K-RC        |
| 20                   | 2              | R1, R2    | 1,1 MΩ         | 1,1 MΩ, 5 %, 0,25 W, Угльно-плёночный                                                          | Типовой                  |                      |
| 21                   | 2              | R3, R4    | 68 kΩ          | 68 kΩ, 5 %, 2 W, Металл-оксидно плёночный                                                      | Типовой                  |                      |
| 22                   | 1              | R5        | 5,1 Ω          | 5,1 Ω, 5 %, 0,25 W, Угльно-плёночный                                                           | Типовой                  |                      |
| 23                   | 1              | R6        | 10,5 kΩ        | 10,5 kΩ, 1 %, 0,125 W, Металлоплёночный                                                        | Типовой                  |                      |
| 24                   | 2              | R7, R8    | 4,42 MΩ        | 4,42 MΩ, 1 %, 0,25 W, Металлоплёночный                                                         | Типовой                  |                      |
| 25                   | 1              | R9        | 6,8 Ω          | 6,8 Ω, 5 %, 0,125 W, Угльно-плёночный                                                          | Типовой                  |                      |
| 26                   | 1              | R10       | 22 Ω           | 22 Ω, 5 %, 0,25 W, Угльно-плёночный                                                            | Типовой                  |                      |
| 27                   | 1              | R11       | 432 Ω          | 432 Ω, 1 %, 0,125 W, Металлоплёночный                                                          | Типовой                  |                      |
| 28                   | 1              | R12       | 1 kΩ           | 1 kΩ, 5 %, 0,125 W, Угльно-плёночный                                                           | Типовой                  |                      |
| 29                   | 1              | R13       | 43,2 kΩ        | 43,2 kΩ, 1 %, 0,125 W, Металлоплёночный                                                        | Типовой                  |                      |
| 30                   | 1              | R14       | 11,3 kΩ        | 11,3 kΩ, 1 %, 0,125 W, Металлоплёночный                                                        | Типовой                  |                      |

|    |   |     |             |                                                                                                                   |                    |               |
|----|---|-----|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------|
| 31 | 1 | RT1 | 10 Ω        | Термистор NTC 10 Ω, 1,7 А                                                                                         | Thermometrics      | CL-120        |
| 32 | 1 | T1  | ETD29/16/10 | NC-2H (Nisera) или эквивалент Материал сердечника<br>См. Перечень материалов в разделе Конструкция трансформатора | Epcos              | B66358-G-X127 |
| 33 | 1 | U1  | TOP257YN    | TOPSwitch-HX, TOP257YN, TO-220                                                                                    | Power Integrations | TOP257YN      |
| 34 | 1 | U2  | LTV817A     | Оптрон LTV817A, 35 V, CTR 80 - 160 %, 4-DIP                                                                       | Liteon             | LTV817A       |
| 35 | 1 | U3  | TL431CLPM   | 2,495 V, Параллельный стабилизатор, 2 %, TO-92                                                                    | Texas Instruments  | TL431CLPM     |
| 36 | 1 | VR1 | P6KE160A    | 160 V, 5 W, 5 %, DO-204AC, TVS                                                                                    | Vishay             | P6KE160A      |

## Электрическая схема



## Кинематическая схема



## Инструкции по намотке

### Первичная обмотка (Секция 1)

Начать с вывода(ов) 3 и намотать 16 витков (1 жильным проводом) [5]. в 1 слое(ях) слева направо. При формировании последнего слоя распределить обмотку равномерно по всей ширине катушки. Завершить обмотку на выводе(ах) 2.

Добавить 1 слой пленки [3] для изоляции.

### Обмотка смещения

Начать с вывода(ов) 5 и намотать 4 витков (2 жильным проводом) [6]. Наматывать в том же направлении что и первичную обмотку. Распределить обмотку равномерно по ширине катушки. Завершить обмотку на выводе(ах) 4.

Добавить 3 слоя пленки [3] для изоляции.

### Вторичная обмотка

Использовать защитный зазор 3 мм (элемент [8]) слева и 3 мм справа (для соблюдения стандарта безопасности). Начать с вывода(ов) 9 и сделать 3 витка [7]. Наматывать в том же направлении что и первичную обмотку. Завершить обмотку на выводе(ах) 8.

Добавить 3 слоя пленки [3] для изоляции.

### Первичная обмотка (Секция 2)

Начать с вывода(ов) 2 и намотать 16 витков (1 жильным проводом) [5]. в 1 слое(ях) слева направо. При формировании последнего слоя распределить обмотку равномерно по всей ширине катушки. Завершить обмотку на выводе(ах) 1.

Добавить 3 слоя пленки [3] для изоляции.

Сборка сердечника

Собрать и закрепить половинки сердечников [1].

Покрытие лаком

Покрыть [4] лаком равномерно. Не применять вакуумную пропитку.

Комментарии

1. Использование закороченного витка вокруг сердечника улучшит показатели ЭМИ.
2. В трансформаторах без защитного зазора для всех вторичных обмоток использовать провод с тройной изоляцией.

Материалы

| Элемент | Описание                                                                                                                                           |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| [1]     | Сердечник: ETD29/16/10, NC-2H (Nisera) или эквивалент, с зазором для ALG - 348 нГн/Т².                                                             |
| [2]     | Катушка: Generic, 7 pri. + 7 sec.                                                                                                                  |
| [3]     | Барьерная пленка: Полиэстеровая лента [толщина 1 мил (25 мкм)] шириной 19,40 мм.                                                                   |
| [4]     | Лак.                                                                                                                                               |
| [5]     | Эмалированный провод: 0.55 mm, с двойной изоляцией.                                                                                                |
| [6]     | Эмалированный провод: 0.45 mm, с двойной изоляцией.                                                                                                |
| [7]     | Медная фольга: 50 μm толщина, 13,40 мм ширина, покрытая одним слоем экранирующей ленты. Выводы к фольге: 2 x 0.6 mm обмоточного провода в оплетке. |
| [8]     | Лента: Полиэстеровая полоса шириной 3 мм.                                                                                                          |

Техническое описание проведения электрических испытаний

| Параметр                                   | Условие                                                                                                                     | Спецификация |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Электрическая прочность, VAC               | 60 Гц 1 секунда, с выводов 1,2,3,4,5 на выводы 8,9.                                                                         | 3000         |
| Номинальная первичная индуктивность, мкГн  | Замерено при амплитуде 1 В на стандартной рабочей частоте, между выводами 1 и 3, при разомкнутых выводах остальных обмоток. | 393          |
| Допуск, ±%                                 | Допуск индуктивности первичной обмотки                                                                                      | 10,0         |
| Индукция рассеяния первичной обмотки, мкГн | Замерено между выводами 1 и 3, при закороченных выводах остальных обмоток.                                                  | 9,83         |

Хотя источник питания рассчитан программой с учетом общих принципов безопасности, пользователь обязан убедиться, что данное исполнение источника питания удовлетворяет всем требованиям безопасности конечного продукта.

|  | Описание                                   | Совет                                                                                                  | Ссылка. # |
|--|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
|  | Напряжение сток-исток близко к пробивному. | Проконтролируйте напряжение пробоя транзистора при перенапряжении в сети, уменьшите VUVON_MAX или VOR. | 237       |