

ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ LED ДРАЙВЕР СО ВСТРОЕННЫМ MOSFET-КЛЮЧОМ

Микросхема IZ9921, IZ9922, IZ9923 – микросхема высоковольтного LED - драйвера со встроенным MOSFET-ключом, предназначена для управления светодиодными подсветками. Они обеспечивают эффективное управление светодиодами от источника постоянного напряжения до 400 В.

Основные характеристики:

- диапазон рабочих температур от минус 40 до плюс 85 °С;
- сопротивление открытого ключа не более 210 Ом при температуре среды 25 °С;
- пробивное напряжение закрытого ключа не менее 500 В при температуре среды 25 °С;
- допустимое значение потенциала статического электричества 500 В.

Таблица 1 - Назначение контактных площадок

Номер контактной площадки	Обозначение	Назначение
01	TST	Вывод тестовый
02	PR3	Вывод тестовый
03	PR2	Вывод тестовый
04	TR	Вывод тестовый
05	PR1	Вывод тестовый
06	PR4	Вывод тестовый
07	V _{DD}	Вывод питания от источника напряжения
08	TU	Вывод тестовый
09	GND	Общий вывод
10	PU1	Вывод тестовый
11	PU2	Вывод тестовый
12	PU3	Вывод тестовый
13	DRAIN	Вход/Выход ключа
14	GND	Общий вывод

Примечания

- 1 Контактные площадки 01 - 06, 08, 10, 11, 12, 14 (выводы тестовые) в аппаратуре потребителя не развариваются (служат для организации режима тестирования в процессе изготовления микросхем).
- 2 Контактные площадки 09, 14 (общие выводы) электрически соединены между собой



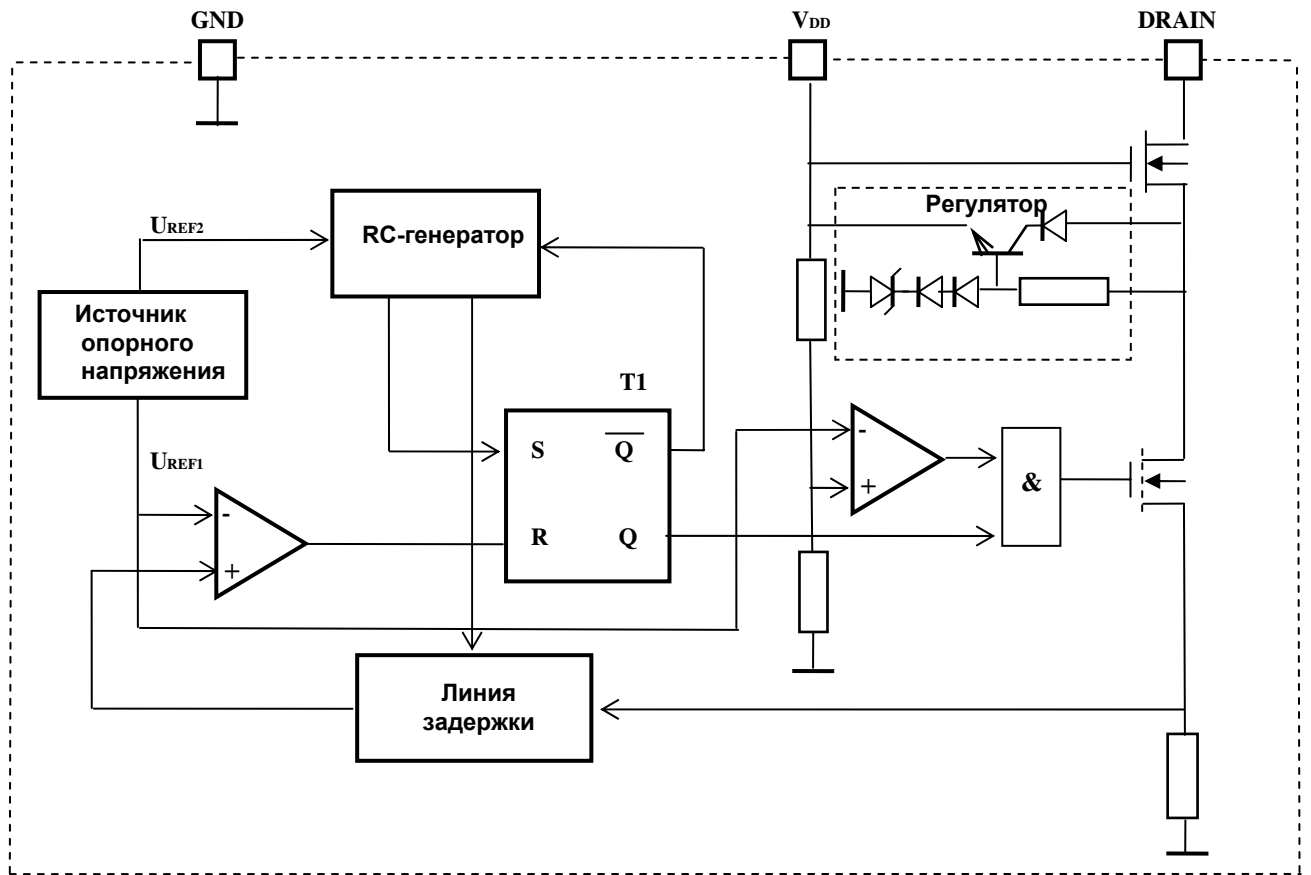


Рисунок 1 - Структурная схема

Таблица 2 - Предельно допустимые электрические режимы эксплуатации

Обозначение параметра	Наименование параметра	Норма		Единица измерения
		не менее	не более	
U_{IN}	Входное напряжение	20	400	В

Таблица 3 - Предельные электрические режимы

Обозначение параметра	Наименование параметра	Норма		Единица измерения
		не менее	не более	
U_{IN}	Входное напряжение	-0,3	420	В
U_{DD}	Напряжение питания низковольтной части схемы	-0,3	10	В
I_{DD}	Ток потребления в цепи питания низковольтной части схемы	-	5,0	мА



Таблица 4 - Электрические параметры микросхемы при T_a от минус 40 до плюс 85 °C

Обозначение параметра	Наименование параметра	Режим измерения	Норма		Температура среды, °C	Единица измерения
			не менее	не более		
U_{DDR}	Напряжение питания, формируемое регулятором	$U_{IN} = 20 \text{ В}$ $U_{IN} = 50 \text{ В}$	<u>5,5</u> 5,0	<u>9,0</u> 9,5	<u>25 ± 10</u> 85 -40	В
I_{DD}	Ток потребления в цепи питания низковольтной части схемы	$U_{DD} = 9,5 \text{ В}$ $U_{IN} = 40 \text{ В}$	-	<u>350</u> 500		мкА
R_{ON}	Сопротивление открытого ключа на выходе DRAIN	$U_{DD} = U_{DDR}$ $I_{DRAIN} = 20 \text{ мА (IZ9921)}$ $I_{DRAIN} = 50 \text{ мА (IZ9922)}$ $I_{DRAIN} = 30 \text{ мА (IZ9923)}$	-	<u>210</u> 400		Ом
U_{UVLO}	Пороговое напряжение питания низковольтной части схемы	$U_{DD} = U_{UVLO}$ $I_{DRAIN} = 20 \text{ мА}$	<u>4,0</u> 3,6	-		В
I_{SAT}	Ток насыщения ключа на выходе DRAIN, мА	$U_{DD} = U_{DDR}$ $U_{SAT} = 50 \text{ В}$	<u>100</u> 70	-		мА
U_{BR}	Пробивное напряжение закрытого ключа на выходе DRAIN	$U_{DD} = U_{DDR} + 0,1$ $I_{DRAIN} = 1 \text{ мА}$	<u>500</u> 420	-		В
I_{TH}	Пороговый ток для IZ9921 для IZ9922 для IZ9923	$U_{DD} = U_{DDR}$ $U_{IN} = 50 \text{ В}$	20,5 52,0 30,8	25,5 63,0 38,2	25 ± 10 -40 85	мА
T_{OFF}	Время выключения ключа на выходе DRAIN	$U_{DD} = U_{DDR}$ $U_{IN} = 50 \text{ В}$	<u>8,0</u> 6,0	<u>13,0</u> 15,0	<u>25 ± 10</u> -40 85	мкс
T_{ON}	Минимальное время включения ключа на выходе DRAIN		-	<u>650</u> 900		нс
T_{BLANK}	Запирающая задержка		<u>200</u> 100	<u>400</u> 600		нс



Описание работы микросхемы

Микросхема является контроллером пикового тока, работающим в режиме широтно-импульсной модуляции, и обеспечивает задание стабилизированного тока в светодиодную панель для поддержания постоянной яркости и цвета.

При подаче на вывод DRAIN входного напряжения (20 - 400) В включается встроенный высоковольтный линейный регулятор напряжения, который начинает формировать на выводе V_{DD} напряжение питания низковольтной части схемы V_{DDR} с номинальным значением 6,5 В (в типовой схеме применения к выводу V_{DD} рекомендуется подключать конденсатор с номинальным значением емкости 0,1 мкФ). До тех пор, пока напряжение питания низковольтной части схемы не достигнет порогового значения U_{UVLO} (т.е. U_{DDR} будет меньше U_{UVLO}), выходной ключ находится в закрытом состоянии.

Когда напряжение превысит пороговое значения U_{UVLO}, выходной ключ открывается и ток начинает протекать через вывод DRAIN. В цепи выходного драйвера включен токоизмерительный резистор. При достижении порогового уровня тока I_{TH}, компаратор, сравнивающий падение напряжения на токоизмерительном резисторе и опорное напряжение, сбрасывает RS-триггер и выход ключа закрывается на фиксированное время T_{OFF}, формируемое встроенным высокостабильным RC-генератором. По истечению данного времени RS-триггер устанавливается в состояние высокого уровня и выходной ключ начинает снова проводить ток. Компаратор на короткое время, равное времени запирающей задержке T_{BLANK}, блокируется для подавления помех на время переходных процессов, а затем снова начинает контролировать значение тока, протекающего через вывод DRAIN, и процесс повторяется.

Рекомендуемая схема применения приведена на рисунке 3.

От величины индуктивности L зависит амплитуда пульсаций тока в светодиодах. Требуемое значение индуктивности обратно пропорционально амплитуде пульсаций тока в светодиодах dI_O.

Индуктивность L, мГн, рассчитывают по формуле

$$L = \frac{15 \cdot N \cdot U_F}{dI_O} , \quad (1)$$

где N – число последовательно включенных светодиодов, шт.;

U_F – напряжение на прямосмещенном переходе светодиода при номинальном токе, В;

dI_O – допустимая величина пульсации тока в цепи светодиодов, мА.

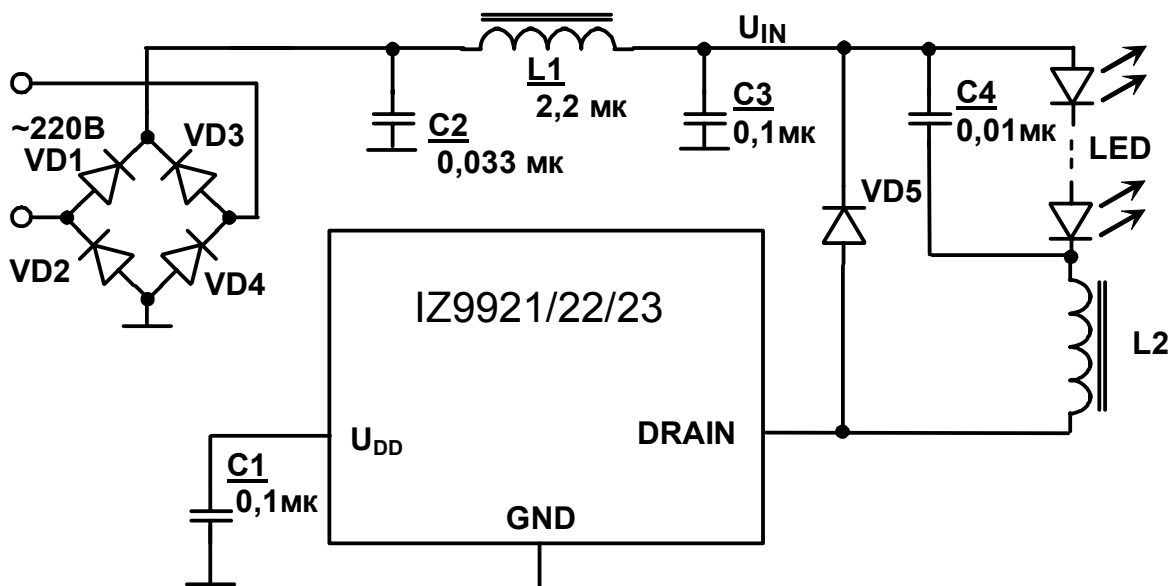
Выходной ток в цепи светодиодов I_O, мА, вычисляется как:

$$I_O = I_{TH} - \frac{1}{2} dI_O , \quad (2)$$

где I_{TH} – пороговый ток, мА.

Пульсация тока уменьшает среднее значение выходного тока светодиодов относительно порогового тока.

В связи с тем, что время выключения ключа является фиксированным, амплитуда пульсаций тока в светодиодах не зависит от величины входного напряжения и, следовательно, выходной ток будет оставаться постоянным при изменении входного напряжения. Введение фильтрующего конденсатора C2, включенного параллельно цепи светодиодов, даже с учетом малого динамического сопротивления светодиодов может несколько снизить пульсацию тока и таким образом позволит уменьшить величину требуемой индуктивности L.



C1, C3 – конденсатор емкостью 0,1 мкФ ± 10 %

C2 – конденсатор емкостью 0,033 мкФ ± 10 %

C4 – конденсатор емкостью 0,01 мкФ ± 10 %

D1 – микросхема

L1, L2– катушки индуктивности

LED₁ – LED_N – светодиоды с номинальным прямым током:

- 20 мА при применении микросхемы IZ9921;

- 50 мА при применении микросхемы IZ9922;

- 30 мА при применении микросхемы IZ9923

VD1- VD4 – диоды

VD5 – высоковольтный диод с пробивным напряжением не менее 500 В и током при прямом смещении:

- не менее 25,5 мА при применении микросхемы IZ9921;

- не менее 63,0 мА при применении микросхемы IZ9922;

- не менее 38,2 мА при применении микросхемы IZ9923

Рисунок 2 – Рекомендуемая схема применения

Важным при проектировании светодиодных подсветок с применением микросхем является учет паразитных параметров схемы включающих емкость катушки индуктивности C_L , емкость перехода C_J и время реверса-восстановления t_{RR} диода VD1, емкость печатной платы C_{PCB} , выходную емкость C_{DRAIN} самой микросхемы.

Эти паразитные параметры оказывают влияние на эффективность (к.п.д.) светодиодных подсветок и кроме этого потенциально могут являться причиной помех во время переходных процессов включения и ложного срабатывания компаратора контроля порогового тока. Минимизация этих паразитных параметров является важным для эффективной и правильной работы микросхем.

Емкость катушки индуктивности C_L или непосредственно указывается в спецификации изготовителя или может быть вычислена из приведенной собственной резонансной частоты SRF, кГц

$$SRF = 1/(2\pi\sqrt{LC_L}), \quad (3)$$

где L – величина индуктивности, Гн;

C_L – емкость катушки индуктивности, пФ.



Заряд и разряд этой емкости в каждом цикле переключения является причиной больших токовых помех в цепи светодиодов. Подсоединение небольшого конденсатора C2 (0,01 мкФ) параллельно светодиодам необходимо для шунтирования данных помех. Рекомендуется использовать быстродействующий диод VD1 для достижения высокой эффективности и исключения ложного срабатывания компаратора контроля порогового тока. Использование диода с малым временем реверса-восстановления t_{RR} и малой величиной емкости перехода C_J позволяет добиться лучших характеристик. Обратное рабочее напряжение диода U_R должно быть в 1,5 раза больше максимального входного напряжения.

Общая паразитная емкость C_P , пФ, на выводе DRAIN может быть вычислена как:

$$C_P = C_{DRAIN} + C_{PCB} + C_L + C_J \quad , \quad (4)$$

где C_{DRAIN} – емкость ключа, пФ ($C_{DRAIN} < 5$ пФ);

C_{PCB} – емкость печатной платы, пФ.

Когда выходной ключ включается, паразитная емкость C_P разряжается через вывод DRAIN. Длительность переднего фронта токовой помехи T_{SPIKE} , нс, может быть оценена как:

$$T_{SPIKE} = t_{RR} + \frac{U_{IN} \cdot C_P}{I_{SAT}} \quad , \quad (5)$$

где t_{RR} – время реверса-восстановления диода VD1, нс;

I_{SAT} – ток насыщения ключа, mA (типичное значение 100 mA).

Для исключения ложного срабатывания компаратора контроля порогового тока, паразитная емкость C_P , пФ, должна быть минимизирована до величины, определяемой по следующей формуле

$$C_P < \frac{I_{SAT} \cdot (T_{BLANK} - t_{RR})}{U_{IN_MAX}} \quad , \quad (6)$$

где T_{BLANK} – запирающая задержка, нс (минимальное значение 200 нс);

U_{IN_MAX} – максимальное входное напряжение, В.

Разряд паразитной емкости C_P образует импульсную мощность потерь на выводе DRAIN. Эта мощность P_{SWITCH} , мВт, может быть рассчитана по следующей формуле

$$P_{SWITCH} = \left(\frac{U_{IN}^2 \cdot C_P}{2} + U_{IN} \cdot I_{SAT} \cdot t_{RR} \right) \cdot F_S \quad , \quad (7)$$

где F_S – частота переключения, Гц.

Импульсная мощность потерь является большей при максимальном напряжении питания.

Частота переключения F_S , МГц, может быть определена по следующей формуле

$$F_S \approx \frac{U_{IN} - U_O}{U_{IN} \cdot T_{OFF}} \quad , \quad (8)$$

где U_O – выходное напряжение в цепи светодиодов, В;

T_{OFF} – время выключения ключа на выходе DRAIN, мкс.

Мощность потерь P_{COND} , мВт, на сопротивлении открытого ключа может быть вычислена как:

$$P_{COND} \approx I_O^2 \cdot R_{ON} \cdot \frac{U_O}{U_{IN}} + I_{DD} \cdot (U_{IN} - U_O) \quad , \quad (9)$$

где I_O – выходной ток в цепи светодиодов, mA;

R_{ON} – сопротивление открытого ключа, Ом;

I_{DD} – ток потребления, mA.

Суммарная мощность P_{TOTAL} , мВт, равна:

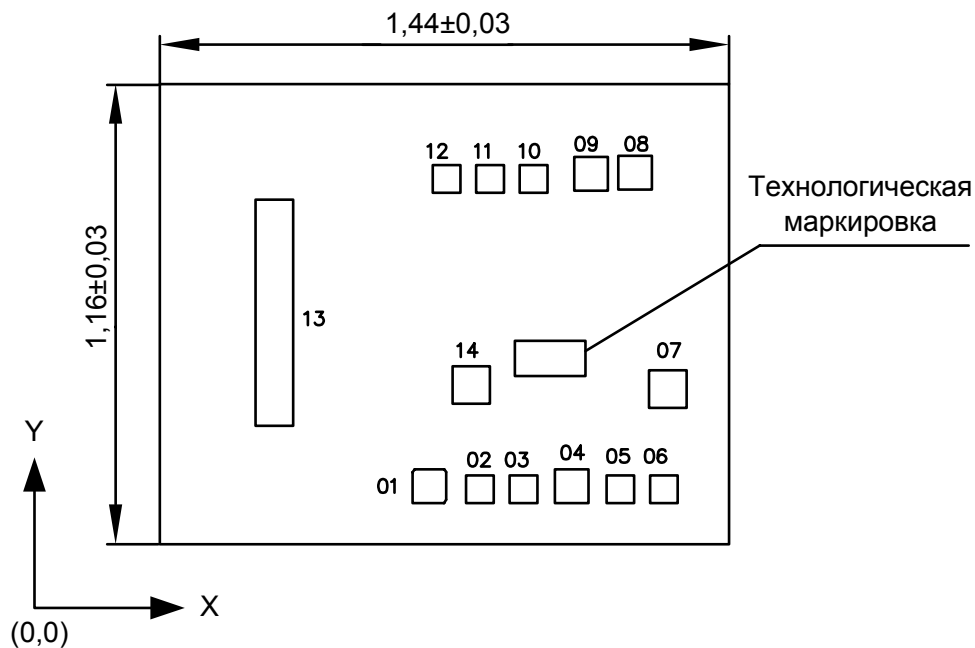
$$P_{TOTAL} = P_{SWITCH} + P_{COND} \quad . \quad (10)$$



Схема расположения контактных площадок

Поставка микросхем проводится в пластинах.

Масса микросхем не более 0,002 г.



Толщина кристалла $0,46 \pm 0,02$ мм.

Технологическая маркировка на кристалле с координатами, мм: $x = 0,898$, $y = 0,424$.

Рисунок 3 - Схема расположения контактных площадок

Таблица 5 – Технологическая маркировка

Обозначение микросхемы	Технологическая маркировка
IZ9921	9921
IZ9922	9922
IZ9923	9923



Таблица 6 - Координаты и размеры контактных площадок

Номер контактной площадки	Координаты контактных площадок (левый нижний угол), мкм		Размер контактных площадок, мкм
	X	Y	
01	639,5	103,5	85 x 85
02	775	103,5	70 x 70
03	885	103,5	70 x 70
04	999,5	103,5	85 x 85
05	1130	103,5	70 x 70
06	1240	103,5	70 x 70
07	1237,5	343,5	95 x 95
08	1160	894	85 x 85
09	1025,5	894	85 x 85
10	910,5	886	70 x 70
11	800,5	886	70 x 70
12	690,5	886	70 x 70
13	242,5	298,5	95 x 570
14	740,5	354	95 x 95

Примечание - Координаты и размеры контактных площадок даны по слою «Пассивация»

