

TL431/TL431A/TL431B

Прецизионный источник опорного напряжения

Описание

Прецизионные регулируемые трехвыводные шунтирующие стабилизаторы напряжения серии TL431/TL431A/TL431B совместимы по выводам со стандартной промышленной микросхемой TL431. Выходное напряжение этого источника опорного напряжения программируется с помощью двух внешних резисторов в диапазоне от 2,5 В до 36 В.

Для улучшения стабилизации напряжения для различных нагрузок эти устройства имеют низкий выходной импеданс. Типичное выходное сопротивление составляет 200 мОм.

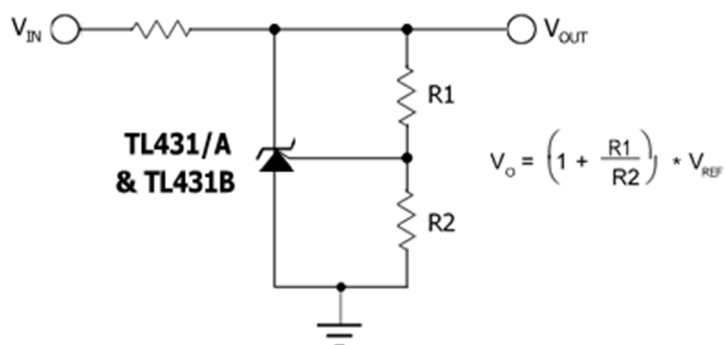
Область применения:

- цепи обратной связи импульсных источников питания;
- схемы защиты от перенапряжения;
- в качестве источников опорного напряжения для АЦП, ЦАП;
- в качестве замены стабилитронов с улучшенными характеристиками стабильности.

Ключевые особенности

- Точность начального опорного напряжения - 0,4% (TL431B);
- Диапазон рабочих токов - от 1 мА до 100 мА;
- Типовое динамическое сопротивление на выходе - менее 200 мОм (для TL431B менее 100 мОм);
- Регулируемое выходное напряжение - от 2,5 В до 36 В;
- Доступен в корпусах для поверхностного монтажа;
- Низкий уровень выходного шума;
- Типичный эквивалентный температурный коэффициент в полном диапазоне - 30 ppm/°C;
- Прямая замена стандартных микросхем TL431 и TL1431 по выводам.

Типовая схема включения



Информация для заказа

T, (°C)	Отклонение	Информация для заказа	
		DM Корпус SOIC 8-pin	LP Корпус TO-92 3-pin
0 to 70	2%	TL431CDM	TL431CLP
	1%	TL431ACDM	TL431ACLP
	0.4%	TL431BCDM	TL431BCLP
-40 to 85	2%	TL431IDM	TL431ILP
	1%	TL431AIDM	TL431AILP
	0.4%	TL431BIDM	TL431BILP

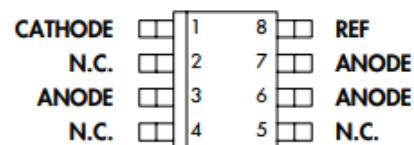
Максимально допустимые значения

Напряжение катод-анод (U_{KA}) (Примечание 2): от -0,3В до 37 В;
 Опорный входной ток (I_{REF}): от -50 мкА до 10 мА;
 Постоянный ток катода (I_K): от -100 мА до 150 мА;
 Рабочая температура (пластиковый корпус DM, LP): 150 °С;
 Диапазон температур при хранении: от -65 °С до 150 °С;
 Температура выводов: 300 °С.

Примечание 1. Превышение этих значений может привести к повреждению устройства. Все напряжения указаны относительно общего провода (земли). Положительными считаются токи на входе, а отрицательными - на выходе указанного вывода. Номера выводов относятся только к корпусам DIL.

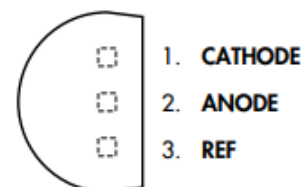
Примечание 2. Значения напряжения приводятся относительно анодного вывода, если не указано иное.

Распиновка



Корпус DM

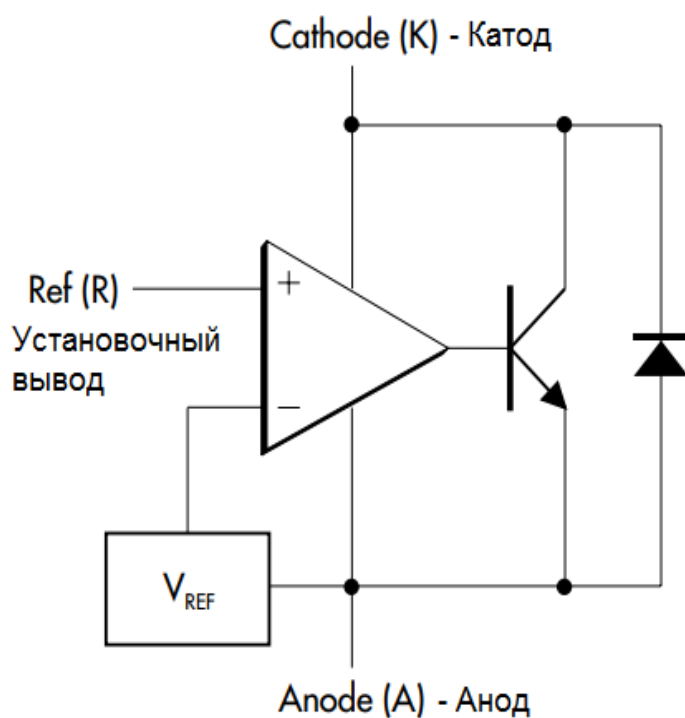
(Вид сверху)



Корпус LP

(Вид сверху)

Блок-схема устройства



Электрические характеристики (Примечание 3)

(Если не указано иное, данные характеристики применяются к TL431C/TL431AC/TL431BC при рабочих температурах окружающей среды в диапазоне $0^{\circ}\text{C} \leq T \leq 70^{\circ}\text{C}$.), TL431I/TL431AI/TL431BI при рабочих температурах от -40°C до $T \leq 85^{\circ}\text{C}$)

Параметр	Обозначение	Условия испытаний	TL431/431A/431B			Единицы	
			Мин.	Тип.	Макс.		
Опорное напряжение	TL431	$I_K = 10\text{mA}, V_{KA} = V_{REF}, T_A = 25^{\circ}\text{C}$	2440	2495	2550	мВ	
	TL431A		2470	2495	2520	мВ	
	TL431B		2490	2500	2510	мВ	
Дрейф опорного напряжения	TL431C	$I_K = 10\text{mA}, V_{KA} = V_{REF}$		4	17	мВ	
	TL431I			5	30	мВ	
	TL431AC		$\frac{\Delta V_{REF}}{\Delta V_{KA}}$		4	17	мВ
	TL431AI				5	30	мВ
	TL431BI				4	15	мВ
	TL431BC				5	20	мВ
Соотношение напряжений Ref к Катоду (Примечание 4)	TL431, TL431A	$I_K = 10\text{mA}, V_{KA} = \text{от } 2.5\text{V до } 36\text{V}$		-1.4	-2.7	мВ/В	
	TL431B	$I_K = 10\text{mA}, V_{KA} = \text{от } 2.5\text{V до } 36\text{V}$		-1.1	-2	мВ/В	
Ток вывода установки (Ref)	TL431, TL431A	I_{REF}		2	4	мкА	
	TL431B		$V_{KA} = V_{REF}, T_A = 25^{\circ}\text{C}$	1.5	1.9	мкА	
			$V_{KA} = V_{REF}, T_A = \text{Рабочий диапазон температур}$		2.3	мкА	
Минимальный рабочий ток		I_{MIN}	$V_{KA} = \text{от } V_{REF} \text{ до } 36\text{V}$	0.4	1	мА	
Ток катода в выключенном состоянии	TL431	I_{OFF}	$V_{KA} = \text{от } V_{REF} \text{ до } 36\text{V}, T_A = 25^{\circ}\text{C}$	0.1	1	мкА	
	TL431A		$V_{KA} = \text{от } V_{REF} \text{ до } 36\text{V}, T_A = 25^{\circ}\text{C}$	0.1	1	мкА	
	TL431B		$V_{KA} = \text{от } V_{REF} \text{ до } 36\text{V}, T_A = \text{Рабочий диапазон температур}$		2	мкА	
			$V_{KA} = 36\text{V}, V_{REF} = 0\text{V}, T_A = 25^{\circ}\text{C}$	0.18	0.5	мкА	
Динамический импеданс	TL431	$ Z_{KA} $	$V_{KA} = V_{REF}, I_K = \text{от } 1\text{mA до } 100\text{mA}, f \leq 1\text{кГц}, T_A = 25^{\circ}\text{C}$	0.2	0.5	Ω	
	TL431B		$V_{KA} = V_{REF}, I_K = \text{от } 1\text{mA до } 100\text{mA}, f \leq 1\text{кГц}, T_A = 25^{\circ}\text{C}$	0.1	0.2	Ω	

Примечание 3. Эти параметры гарантированы конструкцией.

Примечание 4. $\frac{\Delta V_{REF}}{\Delta V_{KA}}$ Отношение изменения на входе опорного напряжения к изменению напряжения на катоде.

Номер графика

Графики характеристик устройства

Номер рисунка:

1. Зависимость опорного напряжения от температуры воздуха;
2. Зависимость тока источника опорного напряжения от температуры воздуха;
3. Зависимость тока катода от напряжения на катоде;
4. Зависимость тока катода от напряжения на катоде;
5. Зависимость тока катода в выключенном состоянии от температуры воздуха;
6. Отношение изменения опорного напряжения к изменению катодного напряжения в зависимости от температуры воздуха;
7. Зависимость эквивалентного шумового напряжения от частоты.

Номер рисунка

Информация об измерении параметров

Номер рисунка:

8. Тестовая схема для $V_{KA} = V_{REF}$
9. Тестовая схема для $V_{KA} > V_{REF}$
10. Тестовая схема для I_{OFF}

Типовые характеристики

Номер рисунка:

11. Эквивалентное шумовое напряжение за 10-секундный период;
12. Зависимость усиления напряжения слабого сигнала от частоты;
13. Зависимость внутреннего сопротивления источника опорного напряжения от частоты;
14. Импульсный отклик;
15. Граничные условия стабильности.

Примеры использования

Номер рисунка:

16. Стабилизатор напряжения с балластным резистором;
17. Однополярный компаратор с температурно-компенсированным порогом;
18. Высоко токовый стабилизатор с балластным резистором;
19. Схема «CROWBAR»;
20. Монитор напряжения;
21. Прецизионный источник постоянного тока.

Графики характеристик устройства

Рис 1. Зависимость опорного напряжения от температуры воздуха

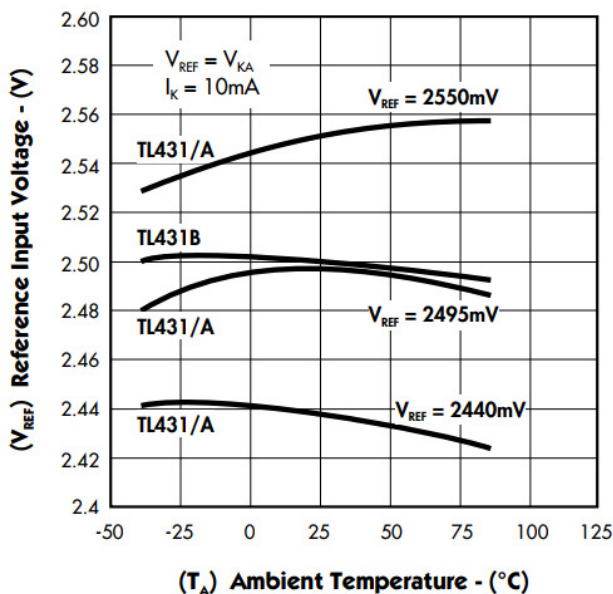
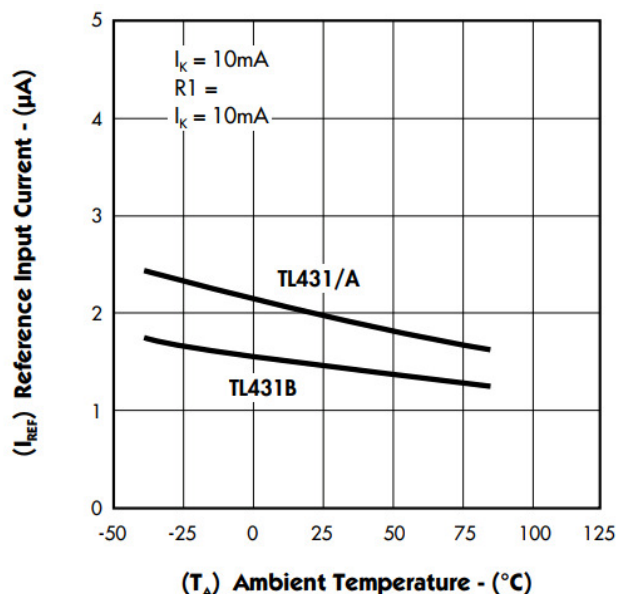


Рис 2. Зависимость тока источника опорного напряжения от температуры воздуха



Примечание:

V_{REF} (Reference Input Voltage) - опорное напряжение, мВ;

T_A (Ambient Temperature) - температура окружающей среды, °C;

I_{REF} (Reference Input Current) - ток источника опорного напряжения, мкА;

Рис 3. Зависимость тока катода от напряжения на катоде.

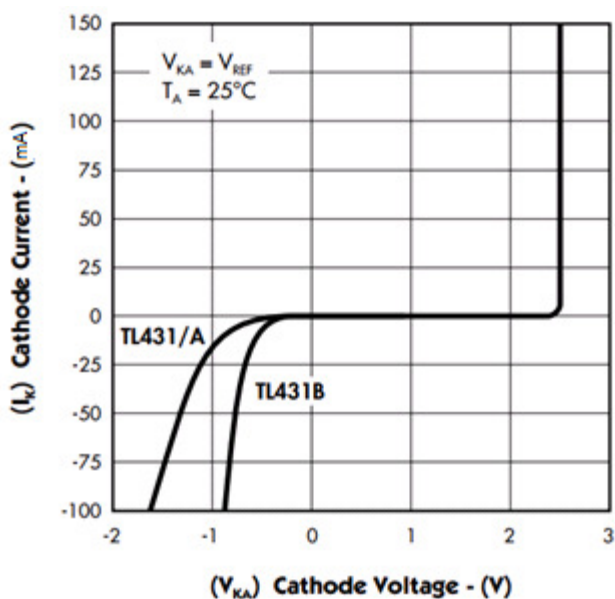
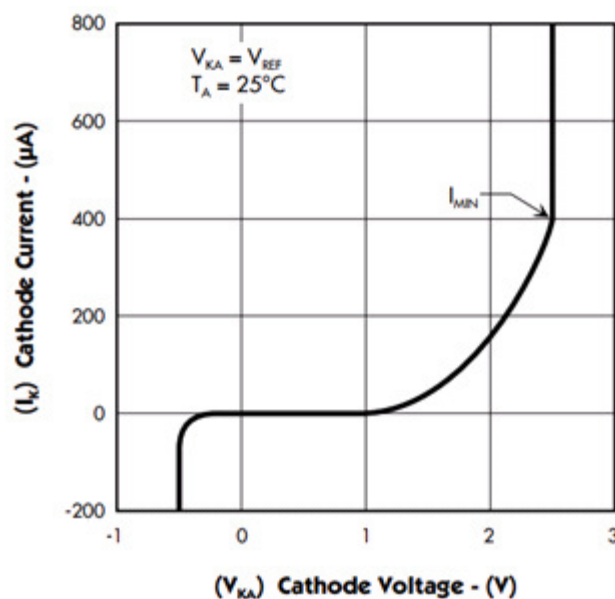


Рис 4. Зависимость тока катода от напряжения на катоде.



Примечание 1:

I_K (Cathode Current) - ток катода, мА (Рис 3), мкА (Рис 4);

V_{KA} (Cathode Voltage) - напряжение на катоде, относительно анода, В;

Примечание 2: График на Рис 3 показывает отношение величин на всей рабочей области микросхемы;

Примечание 3: График на Рис 4 подробно показывает область перехода микросхемы из выключенного состояния в режим стабилизации. Фактически является увеличенной частью области графика на Рис 3.

Графики характеристик устройства

Рис 5. Зависимость тока катода в выключенном состоянии от температуры воздуха

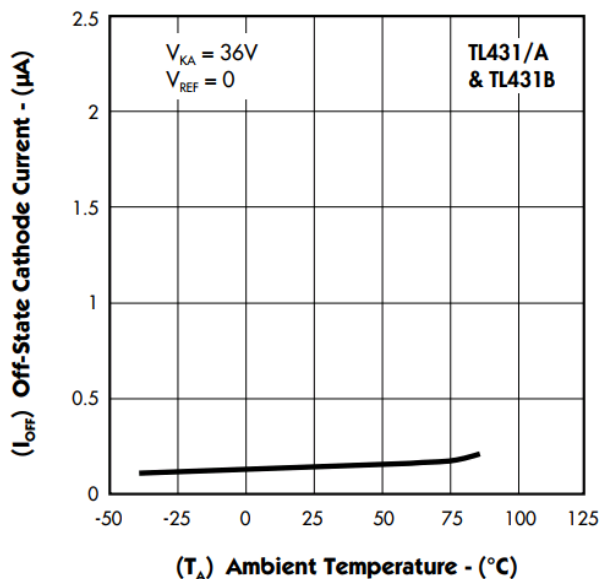
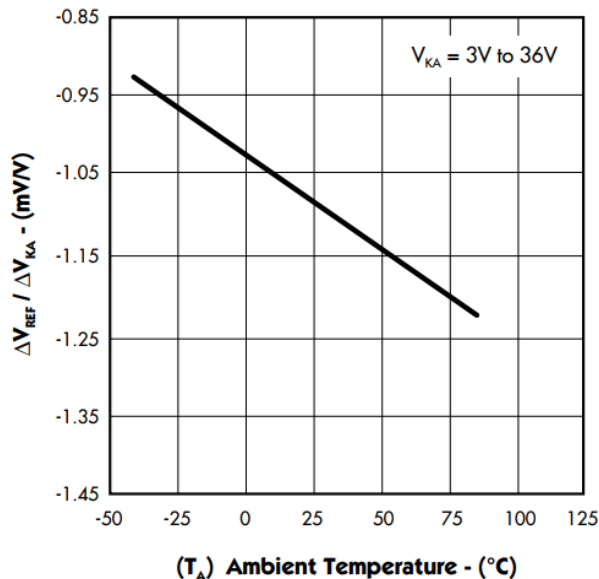


Рис 6. Отношение изменения опорного напряжения к изменению катодного напряжения в зависимости от температуры воздуха



Примечание:

I_{OFF} (Off-State Cathode Current) - тока катода в выключенном состоянии, мкА;

T_A (Ambient Temperature) - температура окружающей среды, °C;

$\frac{\Delta V_{REF}}{\Delta V_{KA}}$ - Отношение изменения на входе опорного напряжения к изменению напряжения на катоде, мВ/В;

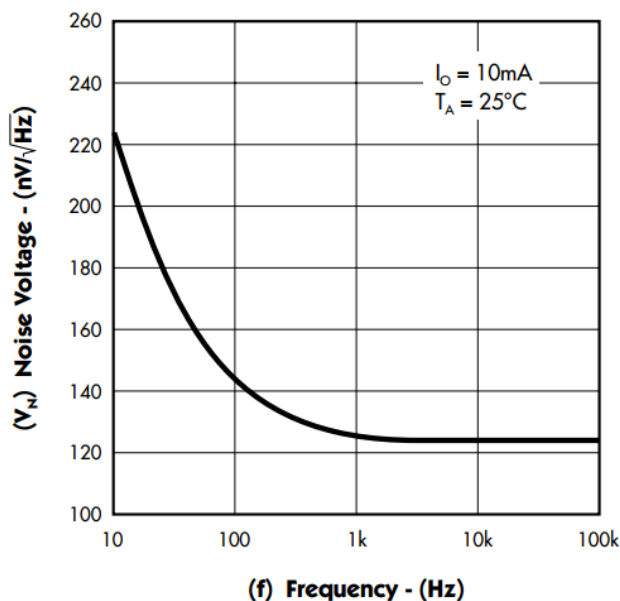


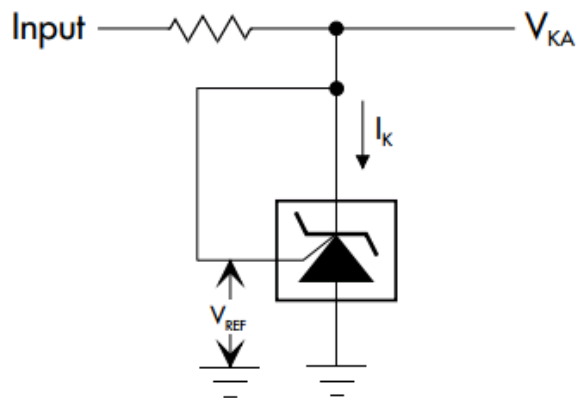
Рис 7. Зависимость эквивалентного шумового напряжения от частоты.

Примечание:

V_N (Noise Voltage) - шумовое напряжение, нВ/√Гц;

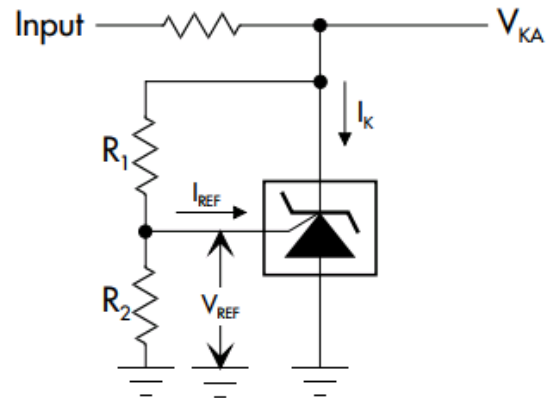
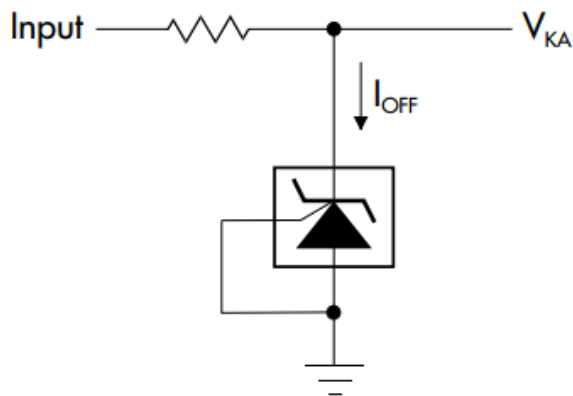
f (Frequency) - частота, Гц.

Информация об измерении параметров

Рис 8. Тестовая схема для $V_{KA} = V_{REF}$ 

Примечание:

Input - вход;

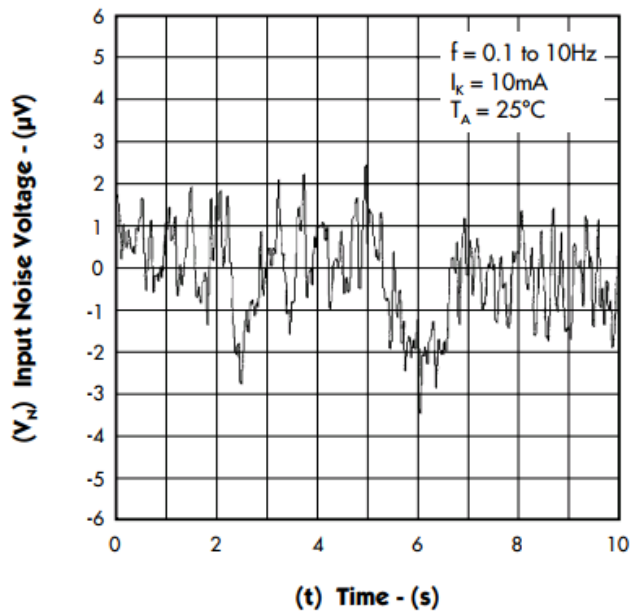
 I_K - ток катода; V_{KA} - выходное стабилизированное напряжение; V_{REF} - опорное напряжение.Рис 9. Тестовая схема для $V_{KA} > V_{REF}$ Рис 10. Тестовая схема для I_{OFF} 

Примечание:

 I_{OFF} - ток катода при выключенном состоянии микросхемы; V_{KA} - выходное стабилизированное напряжение;

Типовые характеристики

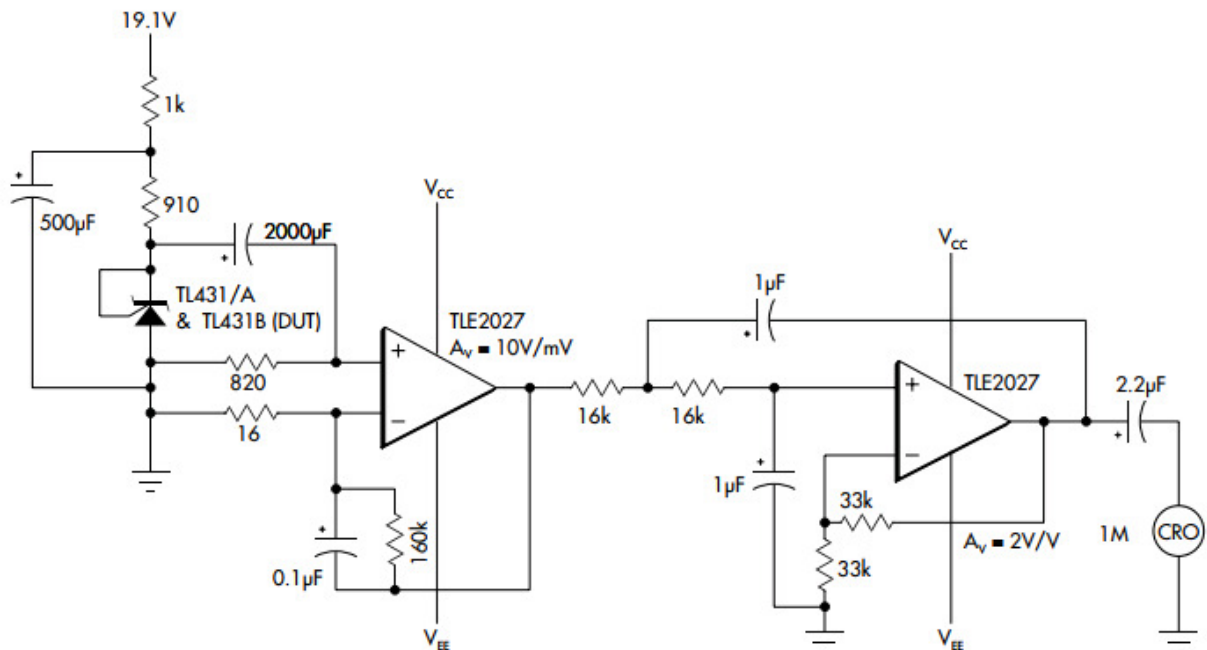
Рис 11. Эквивалентное шумовое напряжение за 10-секундный период



Примечание:

 V_N (Input Noise Voltage) - входное шумовое напряжение, мкВ;

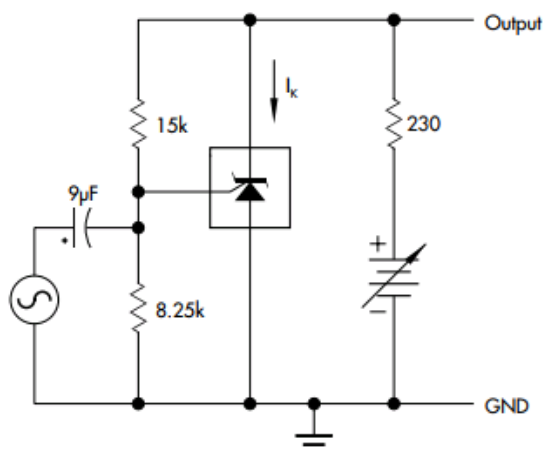
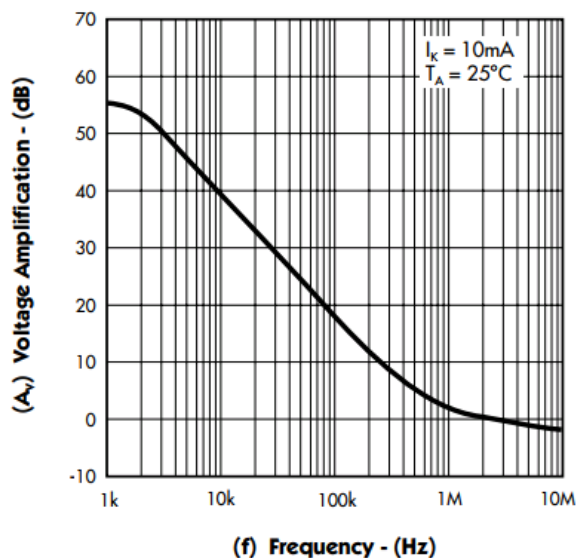
T (Time) - время, с.



Тестовая схема для определения эквивалентного входного шумового напряжения в интервале частот от 0,1 Гц до 10 Гц

Типовые характеристики

Рис 12. Зависимость усиления напряжения слабого сигнала от частоты

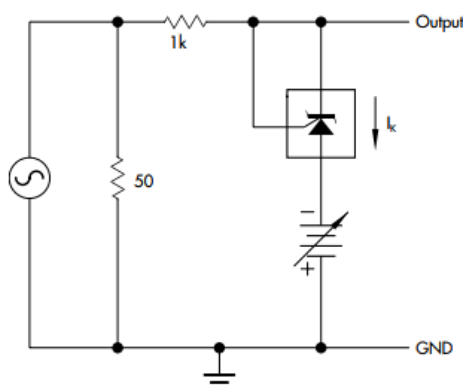
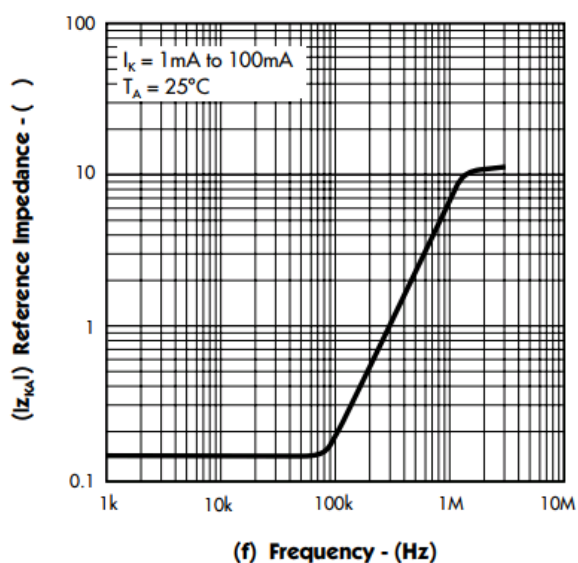


Тестовая схема для оценки усиления напряжения

Примечание:

A_V (Voltage Amplification) - усиление напряжения, дБ;
 f (Frequency) - частота, Гц;

Рис 13. Зависимость внутреннего сопротивления источника опорного напряжения от частоты



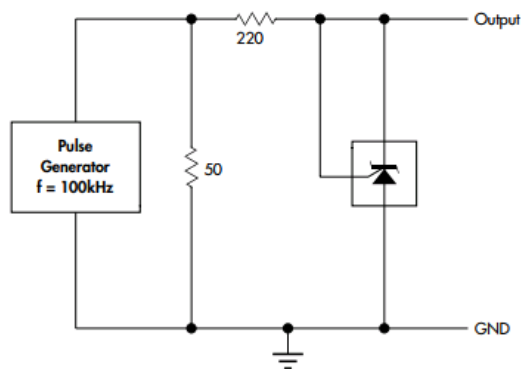
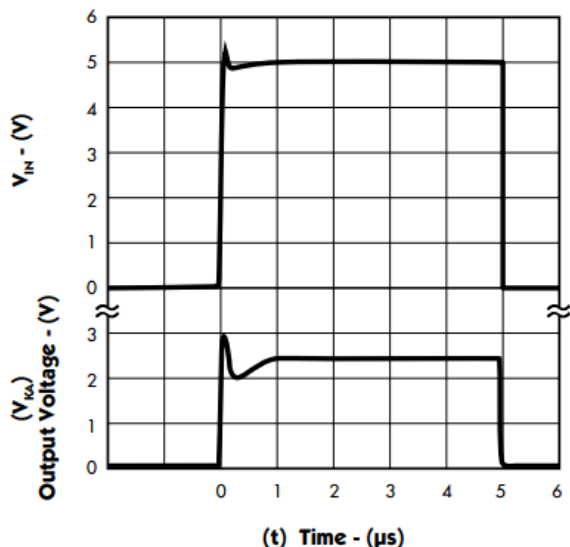
Тестовая схема для оценки внутреннего сопротивления

Примечание:

$|Z_{KA}|$ (Reference Impedance) - внутреннее сопротивление источника опорного напряжения, Ом;
 f (Frequency) - частота, Гц.

Типовые характеристики

Рис 14. Импульсный отклик



Тестовая схема для оценки импульсного отклика

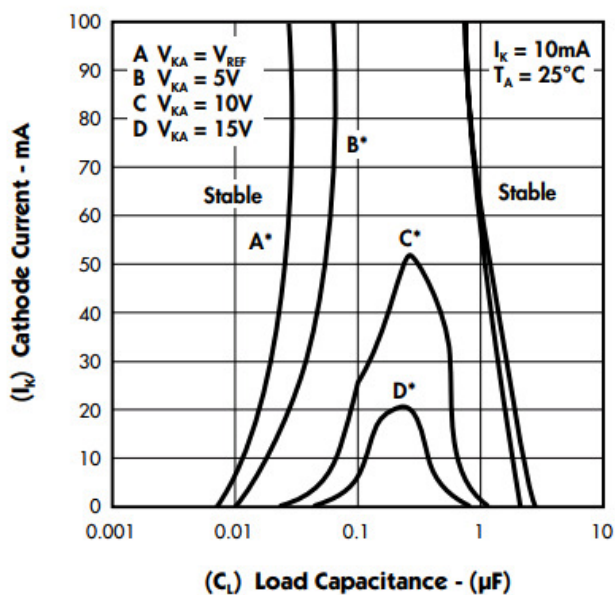
Примечание:

V_{IN} - входное напряжение, В;

V_{KA} (Output Voltage) - выходное напряжение, В;

T (Time) - время, мкс.

Рис 15. Граничные условия стабильности



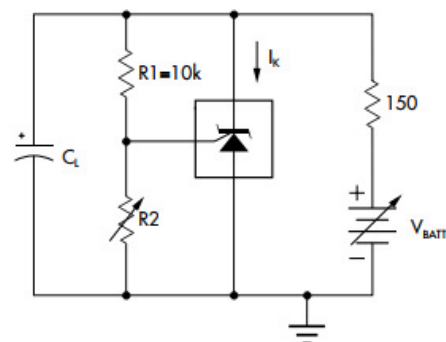
* Области под кривыми представляют условия, которые могут привести к возбуждению устройства. Для кривых B, C и D значения R2 и V+ были отрегулированы для установления начальных значений V_{KA} и I_K при $C_L = 0$. Затем значения V_{BATT} и C_L были скорректированы для определения диапазонов стабильности.

Примечание:

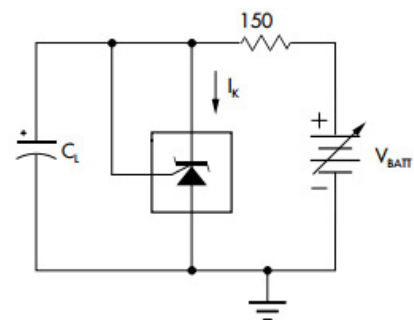
I_K (Cathode Current) - ток катода, мА;

C_L (Load Capacitance) - ёмкость нагрузки, мкФ.

Stable - зона стабильной работы.



Тестовая схема для кривой A



Тестовая схема для кривых B, C и D

Примеры использования

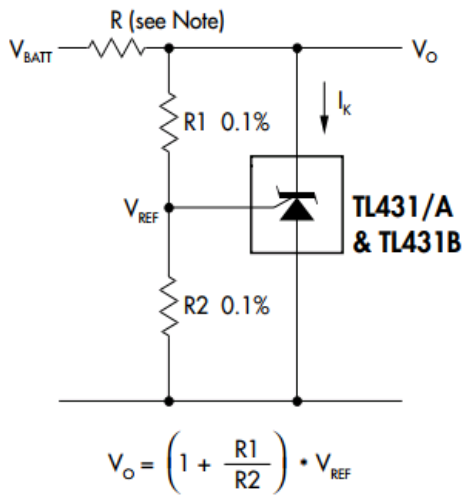


Рис 16. Стабилизатор напряжения с балластным резистором

Примечание:

V_o - выходное стабилизированное напряжение;

V_{REF} - опорное напряжение микросхемы;

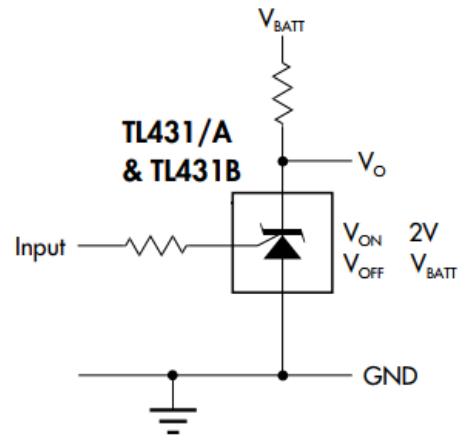


Рис 17. Однополярный компаратор с температурно-компенсированным порогом

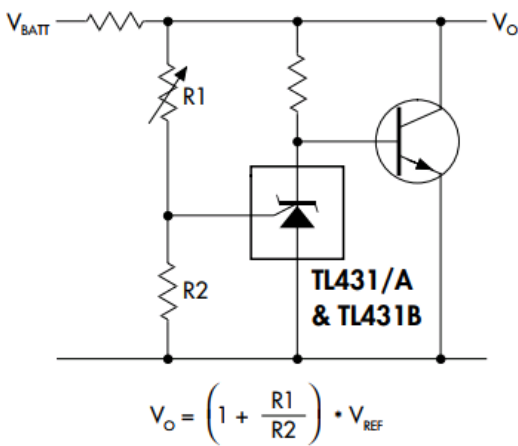
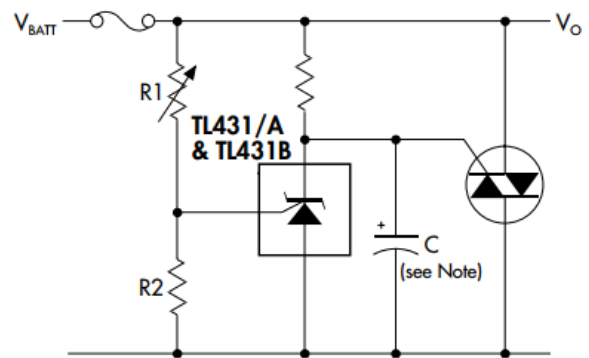


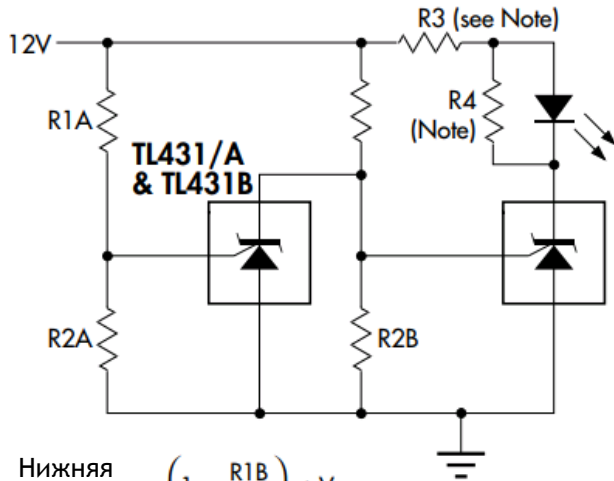
Рис 18. Высоко токовый стабилизатор с балластным резистором



Примечание (see Note): Необходимо учесть граничные условия устойчивости (см рис 15), чтобы определить допустимые значения ёмкости для конденсатора C.

Рис 19. Схема «CROWBAR»

Примеры использования

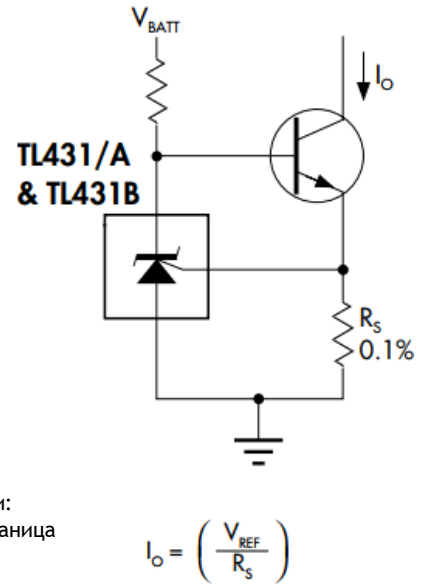


Нижняя граница $= \left(1 + \frac{R1B}{R2B}\right) \cdot V_{REF}$
 Верхняя граница $= \left(1 + \frac{R1B}{R2B}\right) \cdot V_{REF}$

Светодиод включен при условии:
 Нижняя граница < V_{BATT} < Верхняя граница

Примечание (Note): Значения R3 и R4 выбраны таким образом, чтобы обеспечить требуемую интенсивность свечения светодиода и катодный ток ≈ 1 мА для TL431/A и TL431B при номинальном рабочем напряжении V+.

Рис 20. Монитор напряжения



$$I_o = \left(\frac{V_{REF}}{R_s}\right)$$

Рис 21. Прецизионный источник постоянного тока