



В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ

audio.micronet.lv

Герман Шрайбер

300 схем

источников питания

**Выпрямители, импульсные источники питания,
линейные стабилизаторы и преобразователи**



ETSF


DUNOD


GMR
ИЗДАТЕЛЬСТВО

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	6
Базовые схемы	7
Схемы выпрямителей.....	8
Источники опорного напряжения.....	16
Генераторы стабильного тока.....	22
Линейные источники питания	27
Линейные стабилизаторы на дискретных элементах.....	28
Линейные стабилизаторы на интегральных схемах.....	31
Линейные стабилизаторы на напряжения выше 40 В.....	52
Линейные источники питания на несколько напряжений.....	57
, Стабилизаторы тока.....	66
Лабораторные источники питания.....	69
Импульсные источники питания	75
Импульсные ИП, повышающие преобразователи.....	76
Импульсные ИП, понижающие преобразователи.....	88
Импульсные ИП, инверторы.....	102
Импульсные ИП на несколько напряжений.....	110
Импульсные ИП с выходным трансформатором.....	115
Импульсные ИП с гальванической развязкой.....	122
Преобразователи напряжения	133
Преобразователи без дросселя.....	134
Преобразователи с трансформатором на выходе.....	140
Преобразователи для осветительных приборов.....	148
Дополнительные схемы	153
Стабилизация переменного напряжения.....	154
Зарядные устройства.....	158
Вспомогательные схемы.....	165
Приложения	173
Классификация линейных стабилизаторов.....	174
Классификация импульсных источников питания и преобразователей.....	184
Алфавитный указатель	197
Полный перечень схем источников питания	205

ПРЕДИСЛОВИЕ

Эта книга посвящена источникам питания - как низкочастотным, так и высокочастотным. Автор не старался воспроизвести все варианты существующих приборов, а отдал предпочтение тем из них, которые имеют универсальный характер, наиболее ярко представляют аппаратуру подобного рода и могут быть выполнены с другими параметрами и требованиями. Каждая схема сопровождается кратким пояснением, а также библиографическими данными, позволяющими в случае необходимости получить дополнительную информацию. >

Для удобства читателя в книгу включены:

- алфавитный указатель;
- классификатор линейных стабилизаторов по напряжению и току;
- классификатор импульсных источников питания по напряжению, току и мощности.

Кроме двух основных типов источников питания, в данной книге рассмотрены:

- разнообразные схемы выпрямителей;
- примеры схем опорных источников напряжения и тока;
- подборка схем преобразователей для осветительных приборов;
- несколько резервных источников питания и стабилизаторов напряжения;
- многочисленные вспомогательные схемы, в частности ограничители тока или электронные переключатели, схемы контроля или защиты.

Предлагаемое пособие отличается от других сходных по тематике изданий: оно может служить эффективным инструментом для быстрого поиска необходимой информации, иногда даже выходящей за рамки включенного в справочник объема сведений.

1 БАЗОВЫЕ СХЕМЫ

Схемы выпрямителей	8
Источники опорного напряжения	16
Генераторы стабильного тока	22

2	Линейные источники питания	27
3	Импульсные источники питания	75
4	Преобразователи напряжения	133
5	Дополнительные схемы	153
6	Приложения	173

СХЕМЫ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ

Однополупериодный выпрямитель с емкостной нагрузкой

Application des Semiconducteurs, cahier XIX, RTC

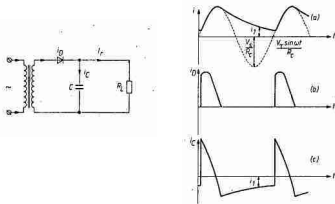


Рис. 1

Может быть рекомендован для использования только в устройствах с малым током нагрузки, так как постоянная составляющая тока в обмотке трансформатора снижает КПД. Если величина тока I_r дана в миллиамперах, а напряжение пульсаций U_{Δ} - в вольтах (двойная амплитуда), то емкость C (в микрофарадах) равна $15 I_r / U_{\Delta}$. Форма пульсаций в принципе идентична для всех выпрямителей с емкостным фильтром.

Трехфазный выпрямитель с одной обмоткой на фазу

Applicator) des Semiconducteurs cahier XIX, RTC

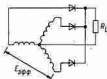


Рис. 2

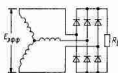


Рис. 3

Рис. 2: $U_{\text{ник}} = 0,82 E_{\text{эфф}}$, коэффициент пульсаций 17,7%, частота пульсаций 3 f. Рис. 3: $U_{\text{ник}} = 1,412 E_{\text{эфф}}$, коэффициент пульсаций 4%, частота пульсаций 6 f.

Двухполупериодный выпрямитель

Electronique Pratique, Paris, № 65, p. 101

Рекомендован для использования в низковольтных устройствах, так как падение напряжения на диодах меньше, чем у мостового выпрямителя. Значение тока I_r действительно при непрерывном режиме функционирования. Максимальное значение тока I_{rm} допустимо в продолжение 60 с, если при этом среднее значение тока нагрузки остается ниже I_r .

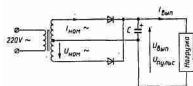


Рис. 4

Двухполупериодный мостовой выпрямитель

Electronique Pratique, Paris, № 65, p. 102

Рекомендован для использования в устройствах со средним и большим током потребления. Значение тока I_r действительно при непрерывном режиме работы. Максимальное значение тока I_{rm} допустимо в течение 60 с, если при этом среднее значение выходного тока остается ниже I_r .

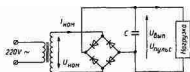


Рис. 5

Двухполярный двухполупериодный выпрямитель

Electronique Pratique, Paris, № 66, p. 105

Используется в двухполярных источниках питания. Четыре дискретных диода можно заменить мостовым выпрямителем.

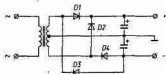


Рис. 6

Удвоитель напряжения Латура-Делона-Гренашера

Electronique Pratique, Paris, No 66, p. 105

Рис. 7: асимметричный источник питания. Рис. 8: симметричный источник питания.

Диоды должны выдерживать напряжение до $3 U_1$ (имеется в виду эффективное значение U_1), а конденсаторы - $1,5 U_1$, причем их емкость определяется соотношением: C (мкФ) - $100 I_2$ (мА) / U_1 (В). Трансформатор должен обеспечивать $5 I_2$.

Таблица крис. 4

	Трансформаторы на 3 Вт				Трансформаторы на 5 Вт						
	12	18	24	30	36	48	12	18	24	30	36
$U_{пот}$ (переменное напряжение), В	12	18	24	30	36	48	12	18	24	30	36
$I_{пот}$ (переменный ток), А	0,3	0,2	0,15	0,13	0,1	0,06	0,45	0,28	0,2	0,17	0,14
$I_{гт}$ (макс. зн., постоянный ток), А	0,48	0,32	0,24	0,2	0,16	0,12	0,68	0,44	0,33	0,27	0,22
I_r (ср. зн., постоянный ток), А	0,4	0,25	0,2	0,16	0,13	0,1	0,55	0,35	0,26	0,22	0,18
U_r (для $I_{гт}$), В	55	8,5	12	15	18	24	5,7	8,7	12	15	18
$U_{г0}$ (для $I_r = 0$), В	9	13	18	22	27	36	9	13	18	22	27
C, пульсация 5%, мкФ	4000	1800	1000	680	470	220	6000	2700	1500	1000	680
C, пульсация 2%, мкФ	0000	47000	2200	1500	1000	680	15000	6800	3300	2200	1500
C, пульсация 1%, мкФ		10000	4700	3300	2200	1200		12000	6800	4700	3300

	Трансформаторы на 12 Вт				Трансформаторы на 24 Вт				Трансформаторы на 50 Вт		
	12	18	24	30	12	18	24	30	12	18	24
$U_{пот}$ (переменное напряжение), В	12	18	24	30	12	18	24	30	12	18	24
$I_{пот}$ (переменный ток), А	1	0,67	0,5	0,4	2	1,3		0,8	4	2,8	2
$I_{гт}$ (макс. зн., постоянный ток), А	1,4	1	0,7	,56	2,8	2	1,4	1,1	7	4,5	3,5
I_r (ср.зн., постоянный ток), А	1,15	0,8	0,55	0,45	2,2	1,6	1,1	0,9	5,5	3,5	2,7
U_r (для $I_{гт}$), В	6	9,5	12,5	16	6,3	10	13	17	6,3	10	13
$U_{г0}$ (для $I_r = 0$), В	9	13	18	22	9	13	18	22	9	13	18
C, пульсация 5%, мкФ	10000	5000	2700	1800	22000	10000	5000	3300	47000	27000	15000
C, пульсация 2%, мкФ		12000	6800	4700			12000	6800			

	Трансформаторы на 5 Вт					Трансформаторы на 12Вт					
$U_{ном}$ (переменное напряжение), В	18	24	30	36	50	15	18	24	30	36	48
$I_{ном}$ (переменный ток), А	0,3	0,2	0,17	0,14	0,1	0,8	0,7	0,5	0,4	0,35	0 25
$I_{гт}$ (макс. зн., постоянный ток), А							0,5	0,35	0,28	0,23	0,18
U_r (для $I_{гт}$), В	18	24	30	36	50	0 45	0,4	0,28	0,22	0,18	0,14
$U_{г0}$ (для $I_r = 0$), В	27	36	46	55	75	15	18	25	31	38	50
С, пульсация 5%, мкФ	640	330	220	150	100	23	28	38	47	55	75
С, пульсация 2%, мкФ	1500	1000	560	390	220	1800	1200	680	390	330	150
С, пульсация 1%, мкФ	3300	1800	1 000	680	470	4700	3300	1 800	1 000	820	470
С, пульсация 1%, мкФ						10000	6800	3300	2200	1500	820

	Трансформаторы на 24 Вт					Трансформаторы на 50 Вт					
$U_{ном}$ (переменное напряжение), В	18	24	30	36	50	18	24	30	36	50	70
$I_{ном}$ (переменный ток), А	1,4	1	0,8	0,7	0,5	2,8	2	1,7	1,4	1	0,7
$I_{гт}$ (макс. зн., постоянный ток), А	1	0,7	0,56	0,5	0,35	2	1,4	1,2	1	0,7	0,5
I_r (ср. зн., постоянный ток), А	0,8	0 55	0,45	0,4	0,28	1,6	1,1	1	0,8	0,55	0,4
U_r (для $I_{гт}$), В	19	26	32	40	55	19	26	32	40	55	75
$U_{г0}$ (для $I_r = 0$), В	28	38	48	60	80	28	38	48	60	80	110
С, пульсация 5%, мкФ	2200	1200	820	560	330	4700	2200	1500	1000	680	470
С, пульсация 2%, мкФ	5600	2700	1 800	1500	820	10000	4700	3300	2200	1800	1000
С, пульсация 1%, мкФ	12000	5600	3900	3300	1500	22000	10000	6800	4700	3900	2200

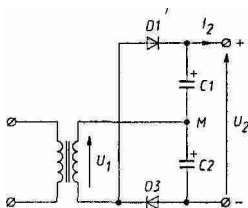
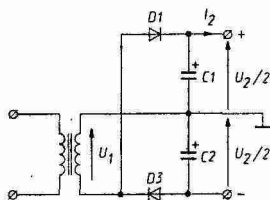


Рис. 7



• Рис. 8

Трехфазный выпрямитель с двумя обмотками на фазу
Applicator) des Semiconducteurs cahier XIX, RTC

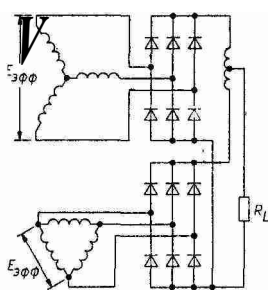


Рис. 9

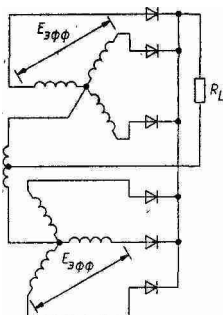


Рис. 10

Рис. 9 (шестифазная схема): $U_{\text{пик}} = 0,82 E_{\text{эфф}}$, коэффициент пульсаций 4%, частота пульсаций 6 f. Рис. 10 (двенадцатифазная схема): $U_{\text{пик}} = 1,412 E_{\text{эфф}}$, коэффициент пульсаций 2%, частота пульсаций 12 f.

Удвоитель напряжения Шенкеля-Вилларда (Вийяра)

Electronique Pratique, Paris, № 66, p. 105

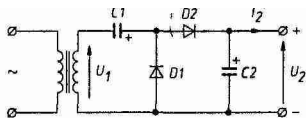


Рис. 11

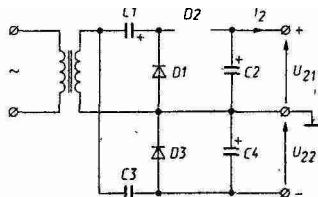


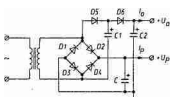
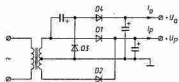
Рис. 12

Рис. 11: асимметричный источник питания. Рис. 12: симметричный удвоитель напряжения. Диоды должны выдерживать напряжение до $3 U_1$ (имеется в виду эффективное значение U_1), конденсатор $C1$ -

$1,5 U_1$, конденсатор $C2$ - в два раза больше. Емкость определяется из соотношения: C (мкФ) = $100 I_2$ (мА) / U_1 (В). Трансформатор должен обеспечивать $5 I_2$.

Дополнительный маломощный выход

Electronique Pratique, Paris, № 66, p. 105



Подключение удвоителя напряжения к двухполупериодному со средней точкой или двухполупериодному мостовому выпрямителю позволяет получить основное выходное напряжение U_p и дополнительное выходное напряжение $U_a \times 2 U_p$. Данную схему рекомендуется использовать только тогда, когда $I < 0,2 I$.

Умножитель напряжения Латура-Делона-Гренашера

Electronique Pratique, Paris, № 66, p. 106

Для примера показаны четыре секции, но их число может быть увеличено. Диоды должны выдерживать $3 E_{эфф}$, конденсатор $C1$ - $1,5 E_{эфф}$, последующие - в два раза больше. Емкость определяется из соотношения: C (мкФ) = $100 I_2$ (мА) / U_1 (В). Трансформатор обязан обеспечивать $5 I_2$.

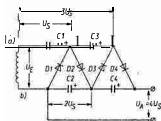
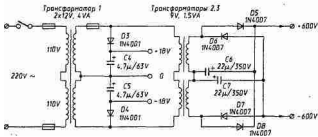


Рис. 15

Источник высокого напряжения на обычных трансформаторах

FA. Heinrich, Funkschau, Munich, № 21/88, p. 99

За трансформатором $Tr1$, обеспечивающим 2×12 В, последовательно включены два повышающих трансформатора $Tr2$, $Tr3$ (с 9 до 220 В), за которыми стоят удвоители напряжения, позволяющие получить разность потенциалов в 1,2 кВ. Дополнительно данная схема выдает 2×18 В для питания, например, операционных усилителей.



Умножитель напряжения Шенкеля-Вилларда (Вийяра)

Electronique Pratique, Paris, № 66, p. 106

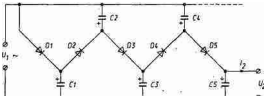


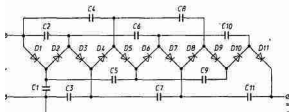
Рис. 17

Для примера показаны пять секций, но их число может быть увеличено. Величина выходного сопротивления меньше, чем в предыдущей схеме, однако необходимо применение конденсаторов с рабочими напряжениями $1,5 U_{\text{эфф}}$ для C_1 и U_2 для C_n .

Гибридный умножитель напряжения

Television, Paris, decembre 1961, p. 306

Схема обеспечивает снижение выходного сопротивления за счет расположения конденсаторов так, что переменное напряжение на



них имеет большую, чем обычно, величину. Пропорциональное возрастание разности потенциалов подразумевает использование конденсаторов с соответствующими рабочими напряжениями.

Симметричный умножитель напряжения

Funk-Technik, Munich, № 5/82, p. 204-207

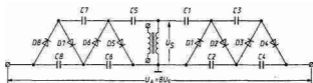


Рис. 19

Сочетание двух удвоителей напряжения, каждый из которых имеет четыре секции, обеспечивает меньшее выходное сопротивление, чем в случае применения схемы Латура-Делона-Гренашера, использующей восемь секций.

Умножитель напряжения большой мощности

Funk-Technik, Munich, № 5/82, p. 204-207

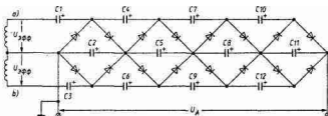


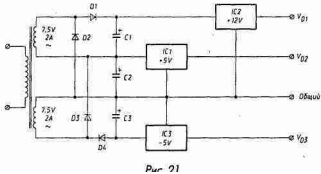
Рис. 20

В умножителях напряжения, использующих принцип двухполупериодного выпрямления, пульсации значительно снижены, а выходное сопротивление в четыре раза меньше, чем в случае однополупериодного умножителя.

Получение трех напряжений от двух обмоток

EDN, № 31, octobre 1985

Схема сочетает двухполупериодный выпрямитель (конденсатор C2 заряжается через диоды D2 и D3) с двумя однополупериодными

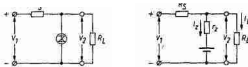


(D1C1 и D4C3). Такая схема сводит к минимуму мощность, рассеиваемую на стабилизаторах.

ИСТОЧНИКИ ОПОРНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Принципиальная и эквивалентная схемы стабилизатора на стабилитроне

Brochure RTC: Diodes Regulatrices



Условие: $(V_1 - V_2) / R_S > V_2 / R_L$. Коэффициент стабилизации: $DV_2 / DV_1 = 1 / [1 + (R_S / r_z) + (r_z / R_L)]$. Выходное сопротивление несколько меньше динамического сопротивления стабилитрона r_z .

Стабилизаторы на двух стабилитронах

Brochure RTC: Diodes Regulatrices

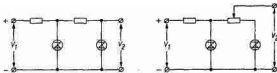


Рис. 23

Рис. 24

Позволяет стабилизировать предварительно стабилизированное напряжение (рис. 23) или получить регулируемый источник опорного напряжения с относительно низким внутренним сопротивлением (рис. 24).

Стабилизатор на полевом транзисторе

Documentation Texas Instruments

Используя транзистор Т1, имеющий ток стока (регулируемый резистором R1), для которого температурный дрейф становится равным нулю (0,75 мА для транзистора 2N3821), и с помощью резистора R2 можно получить высокостабильный источник опорного напряжения. Правда, такой источник характеризуется повышенным внутренним сопротивлением.

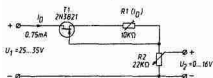


Рис. 25

Стабилизатор на полевом транзисторе и стабилитроне

Documentation Texas Instruments

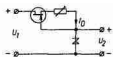


Рис. 26

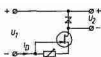


Рис. 27

Используя полевой транзистор в качестве двухполюсника-генератора стабильного тока, получают опорное напряжение относительно «минуса» (рис. 26) или «плюса» (рис. 27) первичного источника питания.

Генератор стабильного тока для стабилитрона

Documentation Siemens

Применяя стабилитрон ZD1, можно использовать регулирующий транзистор Т1 в качестве источника стабильного тока для питания стабилитрона ZD2.

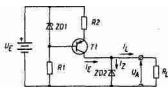


Рис. 28

Программируемые стабилитроны TL430 и TL431

Documentations TL430/1 (Texas Instruments, Fqircbildj - LeHaut - Parleur, Paris, № 1642, p. 268-271)

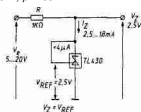


Рис. 29

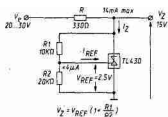


Рис. 30

Рис. 29: фиксированное опорное напряжение равно 2,5 В. Рис. 30: опорное напряжение определяется резисторами R1 и R2. Диапазон разброса V_{ref} составляет от 2,44 до 2,55 В. Максимальная мощность рассеяния - 750 мВт, диапазон тока I_z - от 1 до 100 мА, ток $I_{ref} \approx 2$ мкА (< 4 мкА). Цифры в скобках приведены в качестве примера.

Стабилизация тока стабилитрона

W. D. Miller et R. E. DeFreitas, Electronics, 20 fevrier 1975, p. 101-105

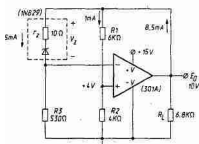


Рис. 31

Операционный усилитель устраняет влияние колебаний тока в нагрузке на стабилитрон. Слабая положительная обратная связь обеспечивает оптимальное подавление остаточных пульсаций.

Подстройка температурного коэффициента напряжения

Documentation Raytheon

Транзистор Т1 подключен к прецизионному источнику напряжения, выполненному на стабилитроне D_2 . В зависимости от сопротивлений

резисторов R1 и R2 (от 15 до 42 кОм) преобладает либо положительный (за счет влияния перехода база-эмиттер транзистора T1), либо отрицательный температурный коэффициент (за счет влияния перехода база-эмиттер транзистора T2). Рекомендуется использовать сдвоенные транзисторы. Температурный коэффициент схемы равен $\pm 250 \text{ мВ} / ^\circ\text{C}$. Значения сопротивлений R1 и R2 выбираются в зависимости от нужной величины выходного напряжения.

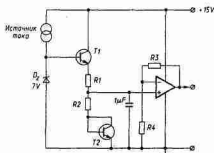


Рис. 32

Источник опорного напряжения 10 В на LM369

Linear Databook 2, National Semiconductor, 1987. - ELOPraxis, Munich, № 5/89, p. 9

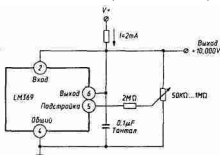


Рис. 33

В диапазоне температур от 0 до 70 °С дрейф напряжения составляет менее 5 мВ. Источник используется с током нагрузки до 10 мА. Диапазон подстройки (с помощью переменного резистора) составляет $\pm 10 \text{ мВ}$. Конденсатор емкостью 100 нФ, подключенный между выводом 6 и землей, может снизить уровень шумов и помех.

Стабилитрон из интегрального транзистора

Documentation Raytheon



Рис. 34



Рис. 35

В интегральных схемах, содержащих электрически не зависимые транзисторы, с помощью обратного смещения перехода эмиттер-база можно использовать один из этих транзисторов (рис. 34) в качестве источника опорного напряжения (приблизительно на 6,5 В, дрейф 2,5 мВ/°С) Дрейф может быть значительно снижен (рис. 35), если последовательно подключить прямосмещенный переход эмиттер-база другого транзистора.

Прецизионный источник опорного напряжения с LM134/234/334

Industry Standard Analog IC Databook SGC-Thomson Microelectronics. 1989 p. 481-489

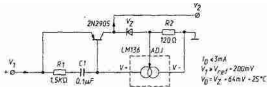


Рис. 36

Рабочий ток опорного диода На 2,5 В типа LM136 поддерживается неизменным благодаря транзистору, режим которого задается микросхемой LM334 управляемой током опорного диода, который в этом случае не зависит от нагрузки.

Источник опорного напряжения (ICL8069)

Documentation Intersil, ICL8069

Между эмиттером и коллектором регулирующего транзистора Q_3 суммируются напряжение $V_{\text{эб}}$ и падение напряжений на резисторе R1, которое за счет использования операционного усилителя равняется $R2 \times \Delta V_{\text{BE}} / R3$. Величины сопротивлений и размеры баз выбираются таким образом, чтобы компенсировать температурный дрейф V_{BE} транзисторов Q1 и Q2

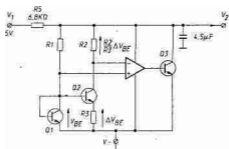


Рис. 37

Двухполярный источник опорного напряжения ± 10 В на LM369

Linear Databook 2, National Semiconductor, 1987. – ELO Praxis, Munich, № 5/89, p. 9

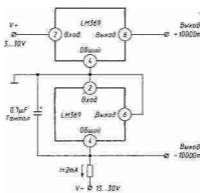


Рис. 38

В диапазоне температур от 0 до 70 °С дрейф напряжения составляет менее 5 мВ. Источник может использоваться с током нагрузки до 10 мА.

Дифференциальный источник опорного напряжения

J. DuBow, Electronics, 7 fevner 1974, p. 133

Два диода с различным легированием, встроенные в общий корпус, имеют разность прямого падения напряжения, не зависящую от температуры. Почти аналогичного результата можно достичь при использовании кремниевого диода и светодиода. Этот метод особенно

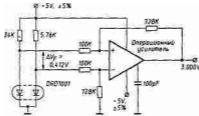


Рис. 39

интересен в том случае, когда в распоряжении имеется источник только низкого напряжения (5 В).

Прецизионный делитель напряжения на LTC1044

Linear Circuits Data Book, vol. 3, Texas Instruments, 1989, p. 2-69

На выходе делителя получается половина напряжения V_{DD} с точностью до 0,002% при условии, что ток нагрузки меньше 100 нА. Цепь, обозначенная пунктирной линией, необходима только в случае, если $V_{DD} = 6 В$

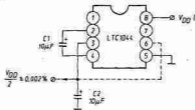


Рис. 40

ГЕНЕРАТОРЫ СТАБИЛЬНОГО ТОКА

Генератор тока на МОП транзисторе со встроенным каналом

Composants actualites, Siemens, mars 1988, p. 15

Напряжение на выводах двухполюсника должно быть больше 2 В. Подобного результата можно достичь, используя полевой транзистор с изоляцией рп-переходом, но при более высоком прямом падении напряжения и с меньшей стабильностью, особенно при токах, больших 10 мА.

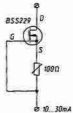


Рис. 41

Регулируемый генератор стабильного тока

R. Claussen, Internationale Elektronische Rundschau, №2/71, p. 49

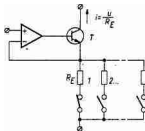


Рис. 42

При подведении к операционному усилителю опорного напряжения U (которое может также компенсировать температурную зависимость регулирующего транзистора T) коллекторный ток транзистора T будет равен U/R_E

Двухполярные источники тока на LM101 и LM108

Linear Applications Handbook, National Semiconductor, 1986, p. 70, 86

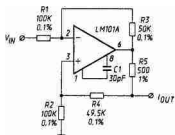


Рис. 43

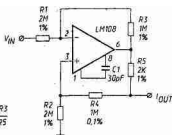


Рис. 44

$$I_{OUT} = \frac{V_{IN} R_3}{R_1 R_5}$$

$$R_3 = R_4 + R_5$$

$$R_1 = R_2$$

В схемах на операционных усилителях с малыми входными токами (LM108, рис 44) допустимы высокоомные резисторы, поэтому можно с большой точностью формировать очень малые токи. Внутреннее сопротивление таких генераторов тока зависит от симметричности двух ветвей, в случае разбаланса оно может стать отрицательным.

Генератор стабильного тока на LT1004

Linear Circuits Data Book, vol. 3, Texas Instruments, 1989 p. 2-49

Может использоваться с током до 5 мА, определяемым по формуле $I_o = 1,235 \text{ V} / R_1$. Если ток меньше 0,5 мА, то необходимо увеличить сопротивление, включенное последовательно с источником напряжения +15 В.

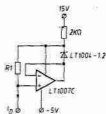


Рис. 45

Прецизионный источник тока

Linear Applications Handbook, National Semiconductor, 1986 p. 25

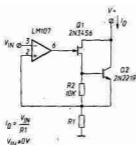


Рис. 46

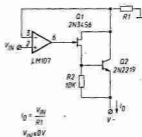


Рис. 47

Устройство работает аналогично предыдущему, но построено на схеме Дарлингтона и имеет более высокое выходное сопротивление.

Стабилизатор напряжения в генераторе тока

Linear Applications Handbook, National Semiconductor, 1986 p. 25

Выходной ток равен V_{out} / R . Схема может работать при токах от 10 мА. Внутренняя защита микросхемы активна. В таком включении допустимо использовать также интегральный стабилизатор LM109 и подобные.

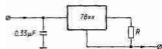


Рис. 48

Программируемый источник тока на LM134 / 234 / 334

Industry Standard IC Databook, SGS Thomson Microelectronics, 1989 p. 481-489

Может быть использован в диапазоне токов от 1 мкА до 10 мА, $I_1 = 67,7 \text{ мВ} / R_{\text{set}}$ при 25 °С и напряжении больше 1 В на выводах схемы. Максимальное напряжение: 30 В (в случае применения

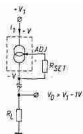


Рис. 49

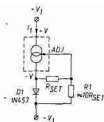


Рис. 50

LM334) и 40 В (в случае применения LM134/234). Температурный коэффициент составляет 0,33% / °С и может быть скомпенсирован подключением диода и резистора (рис. 50).

Двухполосник - генератор стабильного тока

Discrete Semiconductor Circuit Examples, ИТ Intermetall 1973, p. 33

Два комплементарных источника стабильного тока ($I = [V_Z - V_{BE}] / R1$) включены встречно-параллельно. Резистор R2 сопротивлением около 1 МОм служит для запуска. Переменный резистор P позволяет улучшить стабильность за счет положительной обратной связи или получить отрицательное внутреннее сопротивление, компенсирующее некоторое положительное сопротивление в цепи нагрузки.

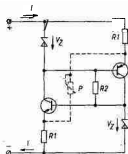


Рис. 51

Двухполосник - генератор тока на LM334 и LT1004

Linear Circuits Data Book, vol. 3, Texas Instruments, 1989, p. 2-49

Ток на выходе схемы равен $I_0 = 1,3 \text{ V/R}$. Схема может использоваться для получения токов порядка 1 мА. Характеризуется малым температурным коэффициентом.

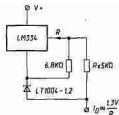


Рис. 52

Генератор стабильного тока на TL430/1

Documentations TL 430/1 (Texas Instruments, Fairchild) - Le Haut - Parleur, Paris, №1642, p. 268-271

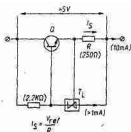


Рис. 53

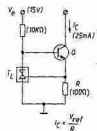


Рис. 54

Рис. 53: двухполюсник - источник стабильного тока. Рис. 54: генератор стабильного тока (втекающего). Значения в скобках приведены в качестве примера.

Источник тока с внутренним сопротивлением 300 МОм

Note d'application Raytheon

Микросхемы REF-03 являются прецизионными источниками опорного напряжения на 2,5 В. Микросхема Ш служит предварительным стабилизатором для микросхемы U2. Выходной ток определяется выражением $2,5 \text{ В} / R1$ при условии, что $R2 = R1$. Рекомендуется выбирать емкости конденсаторов так, чтобы $C1 - C2, C1R1 - 10^{-5}$.

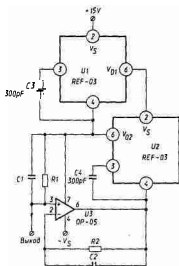


Рис. 55

Базовые схемы

ЛИНЕЙНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Линейные стабилизаторы на дискретных элементах	28
Линейные стабилизаторы на интегральных схемах	31
Линейные стабилизаторы на напряжения выше 40 В	52
Линейные источники питания на несколько напряжений	57
Стабилизаторы тока	66
Лабораторные источники питания	69

3	Импульсные источники питания	75
4	Преобразователи напряжения	133
5	Дополнительные схемы	153
6	Приложения	173

ЛИНЕЙНЫЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ НА ДИСКРЕТНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

Бестрансформаторная схема на двух диодах

75 Montages a LED, ETSF 1988, p. 86

Стабилитрон D1 одновременно используется для выпрямления напряжения и для ограничения выходного напряжения, которое из-за включения диода D2 на 0,7 В меньше напряжения стабилизации D1. Допустимый ток нагрузки пропорционален емкости конденсатора C1. Резистор R1 ограничивает пусковой ток.

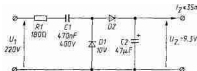


Рис. 56

Выпрямитель на стабилитронах

Brochure RTC, Diodes Regulatrices de Tension. - Documentation IIT Intermetall

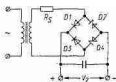


Рис. 57

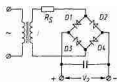


Рис. 58

Ограничение напряжения обычно выполняется с помощью двух стабилитронов. При использовании четырех таких диодов (рис. 58), имеющих очень близкие по значению напряжения стабилизации, можно получить лучшее распределение рассеиваемой мощности. Рекомендуется применять данную схему для устройств с токами нагрузки до 20 мА.

Бестрансформаторный двухполярный источник питания

75 Montages a LED, ETSF, 1988, p. 93

Удвоитель напряжения работает как два однополупериодных выпрямителя. Как и в предыдущем случае, рабочее напряжение конденсатора C1 должно составлять 400 В постоянного тока, либо 250 В переменного. Резистор R1 (180 Ом) ограничивает пусковой ток.

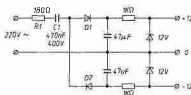


Рис. 59

Микро мощный стабилизатор 2 В / 30 мА

Electronique Applications, № 67, p. 23

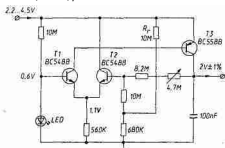


Рис. 60

Потребление энергии стабилизатором составляет порядка 1,5 мА. Источником опорного напряжения служит светодиод, обеспечивающий некоторую термокомпенсацию выходного напряжения. Благодаря обратной связи (R_f) напряжение стабилизировано с точностью до 1% при напряжении на входе от 2,2 до 4,5 В и с точностью до 0,1% при напряжении 3 В \pm 10%.

Источник питания с защитой на составном транзисторе и TL430/1

Documentations TL 430/1 (Texas Instruments, Fairchildj - Le Haut - Parleur, Paris, № 1642, p. 268-271

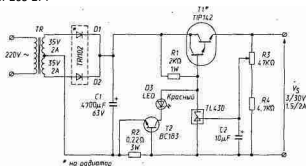


Рис. 61

Начиная с величины выходного напряжения $V_o = 15$ В, выходной ток может достигать 2 А. На транзисторе T2 выполнена схема ограничения тока, светодиод загорается при перегрузке.

Бестрансформаторная схема на трех диодах

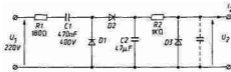


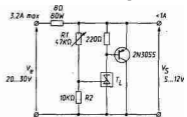
Рис. 62

Разделение функций выпрямления и стабилизации напряжения обеспечивает более низкие пульсации, чем в предыдущем случае.

Параллельный стабилизатор или мощный стабилизатор на TL430/1

Documentations TL430/1 (Texas Instruments, Fairchild) - Le Haut-Parleur, Paris, № 1642, p. 268-271

В схеме параллельного стабилизатора мощный транзистор управляется программируемым стабилизатором. Данную схему рекомендуется **ИСПОЛЬЗОВАТЬ КАК** блок защиты от перенапряжения. Значения в скобках приведены в качестве примера.



$$V_S = V_{ref} \left(\frac{R_1}{R_2} \right)$$

Рис. 63

Стабилизатор для низковольтных батарей

Discrete Semiconductor Circuit Examples, ИТ Intermetall, 1973, p. 47

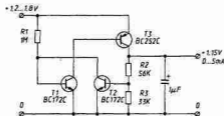


Рис. 64

Напряжение база-эмиттер транзистора T2 (составляющее приблизительно 420 мВ при $I_c = 1$ мкА) служит опорным. Рекомендуется подбирать величину сопротивления R1 таким образом, чтобы транзистор T3

входил в режим насыщения, когда транзистор Т2 заперт. Потребление энергии в режиме работы без нагрузки - меньше 15 мкА.

Составной транзистор - регулирующий элемент для TL430/1

Documentations TL430/1 (Texas Instruments, Fairchild) - Le Haut - Parleur Paris, № 1642, p. 268 271

Сигнал обратной связи на управляющий вход интегрального стабилизатора T_L формирующийся на резисторе R2, должен быть равен 2,5 В. Значения в скобках приведены в качестве примера.

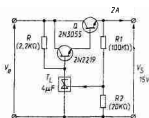


Рис. 65

ЛИНЕЙНЫЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ НА ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМАХ

Регулируемый трехвыводный стабилизатор

Linear Databook 1 National Semiconductor, 1987, p. 1-66

Выходное напряжение вычисляется по формуле $V_{ef} [1 + (R1/R2)]$. Схема может использоваться с интегральными стабилизаторами LM117 и LM317 при условии, что R1 - 240 Ом. За счет шунтирования резистора R2 конденсатором емкостью 0,01 мкФ можно уменьшить пульсации.

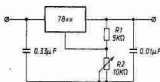
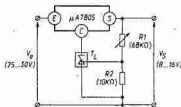


Рис. 66

Трехвыводный стабилизатор, управляемый TL430/1

Documentation TL430/1 (Texas Instruments, Fairchild) - Le Haut - Parleur, Paris, № 1642 p. 268-271

Обе микросхемы включены последовательно и стабилизируют выходное напряжение. Значения в скобках приведены в качестве примера.



$$V_S = V_{ref}(1 + R1/R2)$$

$$V_{S \min} = V_{ref} - 5V$$

Рис. 67

Прецизионный стабилизатор напряжения 5 В

General Purpose Linear Devices,
National Semiconductor, p. 1-81

В примере показан стабилизатор 5 В, 3 А на LM123. Необходим дополнительный стабилизатор отрицательного напряжения.

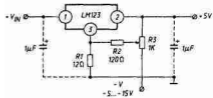


Рис 68

Защита по току 2 и 10 А для LM105

Linear Applications Handbook, National Semiconductor, 191

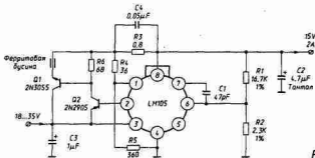


Рис 69

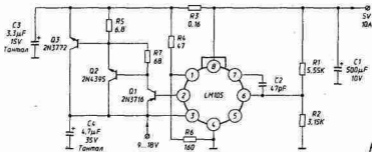


Рис 70

Порог ограничения определяется сопротивлением резистора R3, падение напряжения на нем воздействует на вывод 1 стабилизатора. Ток при коротком замыкании составляет приблизительно 25% от номинального выходного.

Регулируемый стабилизатор 0–10 В / 3 А на LM123

General Purpose Linear Devices, National Semiconductor, p. 1-80

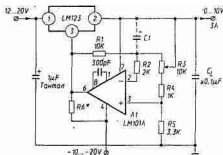


Рис. 71

Нет необходимости стабилизировать дополнительное отрицательное напряжение. При делении его величины на 12 мА получают сопротивление резистора R6. Конденсатор C1 емкостью 2 мкФ снижает остаточные пульсации.

Стабилизатор напряжения 5 В / 12 А на LT1005

Note d'application AN 2, linear Technology

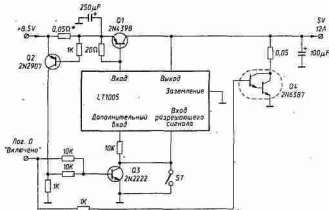


Рис. 72

Регулирующий транзистор Q1 должен устанавливаться на радиатор. Транзистор Q2 ограничивает ток, воздействуя на управляющий вход

стабилизатора **LT1005** через транзистор **Q3**, который запитан от дополнительного выхода **LT1005**. При необходимости может использоваться транзистор **Q4**, обеспечивающий быстрый разряд выходного конденсатора после снятия разрешающего сигнала.

Стабилизаторы напряжения типа **L78XX**

Industry Standard Analog IC Databook, SGS Thomson Microelectronics, 1989, p. 305

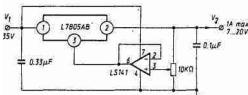


Рис 73

Стабилизаторы типа **L78XX** выпускаются в корпусах **TO 3** или **TO 220** на напряжения **5, 6, 8, 12, 15, 18** и **24 В**. Их максимальный выходной ток равен **1 А**. Разность напряжений $V_1 - V_2$ должна составлять минимум **2 В**. Для приведенной выше схемы наименьшее значение выходного напряжения должно быть на **2 В** выше рабочего напряжения используемого стабилизатора.

Стабилизатор напряжения **-5 В / 4 А** на **L7905**

Industry Standard Analog IC Databook, SGS-Thomson Microelectronics, 1989, p. 346

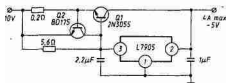


Рис 74

Фиксированные стабилизаторы типа **L79XXS** выпускаются на **5, 5,2, 8, 12, 15, 18, 20, 22** и **24 В**, **1,5 А**. Их входное напряжение должно быть по крайней мере на **3 В** выше, чем **выходное**. Стабилизация по нагрузке меньше **2%** при I_o , меняющемся в диапазоне от **5 мА** до **1,5 А** или во всем диапазоне входных напряжений (максимум **35 В**). Подключение транзистора **Q1** позволяет получить на выходе максимальный ток **4 А**. Транзистор **Q2** обеспечивает защиту по току.

Проходной pnp-транзистор для стабилизаторов серии L78XXA

Industry Standard Analog IC Databook, SGS Thomson Microelectronics, 1989 p.305

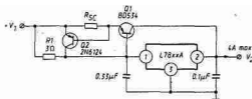


Рис. 75

Для всех микросхем данной серии (в диапазоне 5-24 В) подключение транзистора BD534 позволяет достичь максимального тока в 4 А. Защита от короткого замыкания обеспечивается резистором R_{SC} и транзистором Q2

Цифровое управление выходным напряжением для L200

Industry Standard Analog IC Databook, SGS-Thomson Microelectronics, 1989, p. 103

Цифровыми ключами разрешается управлять по отдельности или одновременно. С точностью до V_{CEsat} транзисторов выходное напряжение будет определяться формулой $V_2 = V_{ref} (1 + R2 / R1)$, $R1 < 1,6$ кОм, $V_{ref} = 2,77$ В (разброс составляет от 2,64 до 2,86 В). Максимальный ток равен 2 А, если нет перегрева кристалла при

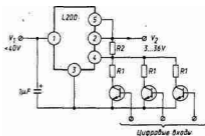


Рис. 76

большой рассеиваемой мощности. Нестабильность V_1 снижена до 0,001, выходное сопротивление равно 2,5 мОм.

Стабилизатор напряжения/тока 25 В / 1,5 А на L200

Industry Standard Analog IC Databook, SGS-Thomson Microelectronics, 1989, p. 95-103

Регулятор на переменном резисторе R1 можно применять для ограничения выходного тока. Кроме того, он позволяет использовать данную схему в качестве источника стабильного тока с ограничением максимального напряжения на нагрузке за счет переменного резистора R2.

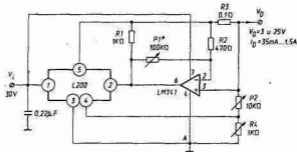


Рис. 77

Подключение мощного pnp-транзистора к L200

IndustryStandard Analog IC Databook SGS Thomson Microelectronics, 1989, p. 95-103

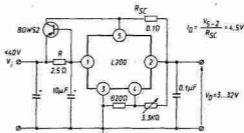


Рис. 78

Защита путем ограничения тока срабатывает, как только падение напряжения на выходах резистора R_{sc} достигает 450 мВ (разброс составляет от 380 до 520 мВ).

Стабилизатор отрицательного напряжения LM104

LinearApplications Handbook, National Semiconductor, 1986 p. 32-40

Подключение дополнительного транзистора позволяет увеличить выходной ток от 25 (при использовании одного стабилизатора LM104) до 200 мА. Выходное напряжение устанавливается из расчета 2 В на каждый килоом сопротивления R2. Пороговый уровень защиты от перегрузки (R3) составляет 0,3 В. Стабилизация по нагрузке лучше 0,05%, а стабилизация по входному напряжению составляет 0,2% при изменении на 20%.

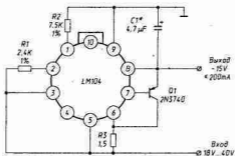


Рис. 79

Проходной pnp-транзистор для L200

Industry Standard Analog IC Databook, SGS-Thomson Microelectronics, 1989, p. 95-103

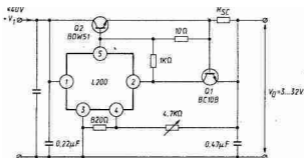


Рис. 80

При подключении к микросхеме L200 дополнительного pnp-транзистора для ограничения тока требуется использовать дополнительный транзистор Q1. Ограничение начинается при падении напряжения на резисторе R_{sc} равном 0,7 В, то есть при $I_{max} = 5 \text{ A}$, $R_{sc} = 0,14 \text{ } \Omega$

Стабилизатор напряжения - 10 В на LM104

Linear Applications Handbook, National Semiconductor, 1986, p. 32-40

Подключение к схеме pnp- и pnp-транзисторов позволяет получить максимальный выходной ток 1 А. Выходное напряжение устанавливается из расчета 2 В на каждый килоом резистора R2. Пороговый уровень защиты от перегрузки (R3) составляет 0,3 В.

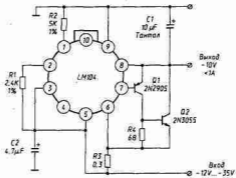


Рис. 81

Стабилизатор напряжения -12 В / 5 А на LM104

Linear Applications Handbook, National Semiconductor, 1986, p. 32-40

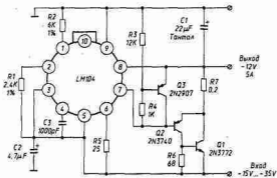


Рис. 82

Когда падения напряжения на резисторах R4 и R7 уравниваются, транзистор Q3 открывается и уменьшает ток базы транзистора Q2

Стабилизатор напряжения/тока 30 В / 5 А на LM317

Linear Databook 1, National Semiconductor, 1987, p. 1-56

Регулятор на резисторе R2 можно использовать для ограничения выходного тока. Кроме того, данная схема удобна в качестве источника стабильного тока с ограничением максимального напряжения на нагрузке, которая выставляется резистором R8.

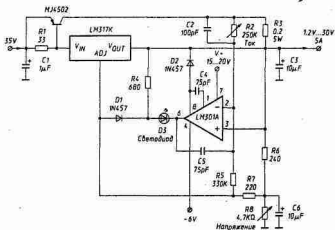


Рис. 83

Регулируемый источник питания 0–30 В на LM117

Linear Databook 1, National Semiconductor, 1987, p. 1-56

При высоких входных напряжениях от микросхемы LM117 выходной ток за счет падения напряжения на самом стабилизаторе может и не достигнуть номинального значения в 1,5 А, так как термозащита способна вызвать ограничение по току.

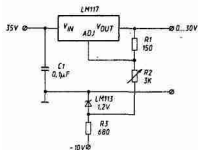


Рис 84

Управление LM117 посредством ТТЛ-сигнала

Linear Databook 1, National Semiconductor, 1987, p. 1-55

Подача на вход «ТТЛ» сигнала с уровнем ТТЛ позволяет снизить до 1,2 В выходное напряжение этого источника питания, рассчитанного на 5 В, 1,5 А.

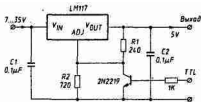


Рис. 85

Микро мощный стабилизатор 1,25 В / 5 мкА на LM134

Linear Applications Handbook, National Semiconductor, 1986, p. 1156, 1157

Собственное потребление энергии стабилизатором составляет около 10 мкА. Отрицательный температурный коэффициент микросхемы LM134 компенсируется транзистором в диодном включении Q1. Подстраивая R2 до получения выходного напряжения 1,235 В, получают минимальный температурный дрейф.

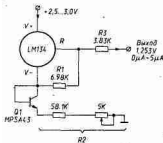


Рис. 86

Параллельное включение двух микросхем LM338

Industry Standard Analog IC Databook, SGS-Thomson Microelectronics, 1989, p. 597-606

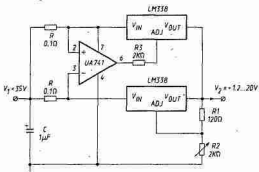


Рис. 87

Сопоставляя падения напряжений на двух резисторах R, операционный усилитель уравнивает токи обоих стабилизаторов. $I_{\text{вых min}} = 0,1 \text{ A}$ при $V_1 > 10 \text{ В}$ и $V_2 = 7 \text{ В}$. Разность $V_2 - V_1 > 3,5 \text{ В}$.

Задержка включения для LM117

Linear Databook 1, National Semiconductor, 1987, p. 1-55

Временные характеристики цепочки C1 - R3 определяет длительность плавного запуска данного стабилизатора на 15 В, 1,5 А.

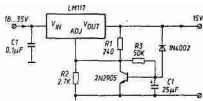


Рис. 88

Стабилизаторы 5 В / 5 А и 15 В / 5 А на LM340

Linear Applications Handbook, National Semiconductor, 1986, p. 346

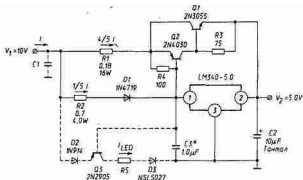


Рис. 89

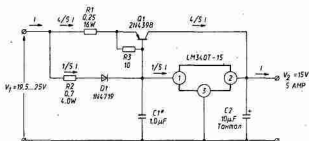


Рис. 90

Распределение токов, обозначенное на рисунке, позволяет защитить схему с помощью ограничения тока, если только радиатор транзистора Q1 обладает теплоемкостью, которая по крайней мере в пять раз выше теплоемкости корпуса стабилизатора. Режим ограничения индицируется светодионом D3, управляемым транзистором Q3. Сопротивление резистора $R5 \approx (V_1 - 2,7) / I_{led}$

Повышение устойчивости стабилизатора 5 В / 10 А на LM 396

Linear Databook 1, National Semiconductor, 1987, p. 1-159

Подключение опорного стабилитрона LM336 увеличивает опорное напряжение микросхемы LM396 до 3,75 В. Стабильность (включая температурную) оказывается в три раза более высокой по сравнению со стандартной схемой включения трехвыводных стабилизаторов.

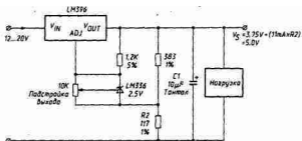


Рис. 91

Компенсация влияния соединений для LT1087

Documentation, Linear Technology

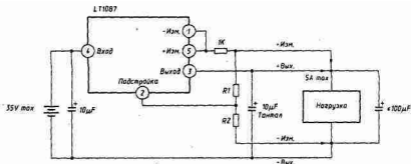


Рис. 92

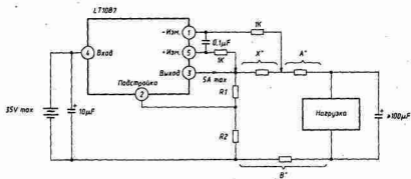


Рис. 93

Выходное напряжение составляет $1,25 (1 + R_2 / R_1) V$, причем $R_1 = 100-120 \text{ Ом}$ для обеих схем. Они работают, даже если входное напряжение превышает выходное всего на 1 В. Устройство, представленное на рис. 92, обеспечивает более точную стабилизацию, но требует 4-проводного подключения к нагрузке. Имитация возможна с помощью схемы (рис. 93) за счет включения соединения длиной $X'' = (A'' + B'') / [11 (1 + R_2/R_1)]$. Если $R_1 = 120 \text{ Ом}$ и $R_2 = 360 \text{ Ом}$ и если расстояние до нагрузки составляет 5 м, то получают $A'' + B'' = 10 \text{ м}$, то есть $X'' = 10/44 = 23 \text{ см}$.

Компенсация влияния соединений для LM396

Linear Databook 1, National Semiconductor, 1987, p. 1-161

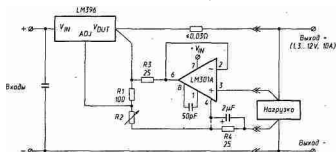


Рис. 94

Сравнение выходного напряжения происходит непосредственно на нагрузке. Сопротивление 0,03 Ом представляет собой сопротивление соединительных проводов. До тех пор пока разница между напряжениями входа и выхода не превышает 7 В, стабилизатор может рассеивать 70 Вт. Входное напряжение (максимум 20 В) должно превышать выходное по крайней мере на 3 В. Минимальное значение выходного напряжения составляет 1,25 В.

Стабилизатор 5 В / 5 А с малым падением напряжения на LM2931

Linear Applications Handbook, National Semiconductor, 1986, p. 1081

Использование германиевого транзистора 2N4277 ограничивает минимальную разницу напряжений $V_1 - V_2$ до 2,7 В при 5 А и до 1,3 В при 10 А. Изменяя сопротивление R_2 , можно получить выходные напряжения от 3 до 24 В. В случае возникновения короткого замыкания на выходе транзистор Q2 закрывается и отключает стабилизатор.

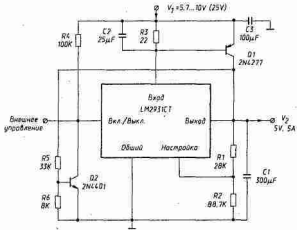


Рис. 95

Стабилизатор 5 В / 9 А на SG1532

Product Catalog, Silicon General, 1984/85, p. 54-57

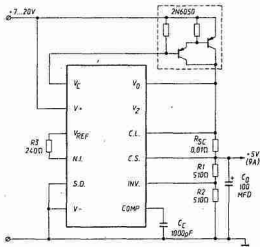


Рис. 96

При токах до 5 А достаточно разности в 2 В между напряжением на входе и выходе. Колебания напряжения от 7 до 20 В на входе

приводят к изменению выходного напряжения на 10 мВ. Это изменение возрастает до 25 мВ, когда выходной ток меняется в диапазоне от 0 до 5 А.

Стабилизатор с защитой 13,8 В / 8 А на $\mu A723$

Product Applications, vol. 1, Texas Instruments, 1986, p. 5-71

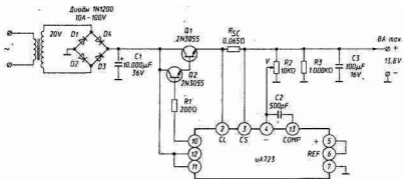


Рис. 97

С помощью резистора R2 можно регулировать выходное напряжение в диапазоне приблизительно от 7,5 до 15 В. Значение R_{sc} (0,065 Ом) соответствует пороговому значению ограничения тока 10 А.

Высокостабильный источник напряжения 10 В

Linear Databook 2, National Semiconductor, 1987. - ЕЮ Praxis, Munich, № 5/89, p. 9

В диапазоне температур от 0 до 70 °С дрейф напряжения составляет менее 5 мВ. При использовании транзистора типа 2N2907 максимальный выходной ток составляет 25 мА.

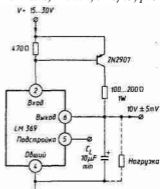


Рис. 98

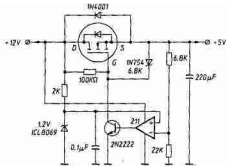
Стабилизатор 5 В для автомобилестроения*Power MOSFET Circuit Ideas, GE - RCA, cahier MDI - 470, p. 30*

Рис. 99

Выходной ток достигает минимум 5 А, так как предусмотренный в данной схеме МОП транзистор рассеивает мощность до 60 Вт.

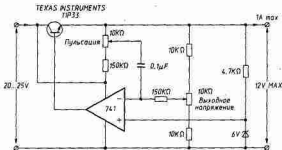
Компенсация остаточных пульсаций*R. Spencer, Electronics, New York, 8 novembre 1973*

Рис. 100

На движок потенциометра «Пульсации» подана часть входного напряжения, поступающего с коллектора транзистора TIP33. Таким образом, здесь может быть подавление за счет разности фаз.

Стабилизатор с защитой 1-35 В / 1 А*Product Applications, vol. 1, Texas Instruments, 1986, p. 5-71*

В диапазоне выходных напряжений от 1 до 14 В рекомендуется выбирать $R4 = 2 \text{ кОм}$; свыше этого диапазона - $R4 = 470 \text{ Ом}$. Пороговый уровень ограничения тока определяется формулой $I_{lim} = 0,65 / R_{sc}$

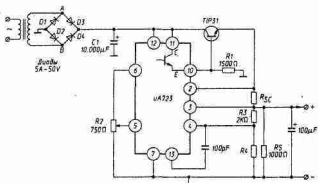


Рис. 101

Схема задержки включения по входу разрешения

CD-10M Data on disc, SGS-Thomson, 1997

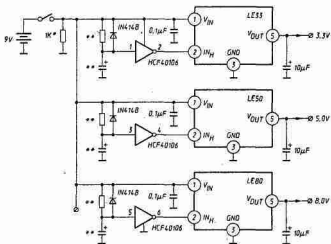


Рис. 102

Примечание.

- * После происходит разряд времязадающих конденсаторов.
- ** Эти определяются в зависимости от желаемой последова-

При использовании нескольких источников питания иногда бывает необходимо задать последовательность их включения таким образом, чтобы, например, источник на 5 В пришел в рабочее состояние на

несколько миллисекунд (или секунд) раньше, чем источник на 3,3 В. Для этого можно использовать инвертирующие КМОП триггеры Шмитта (HCF40106 или другие), которые воздействуют на запрещающие входы стабилизаторов серии LE 00AB/C. Такие стабилизаторы выпускаются на выходные напряжения от 1,25 до 8 В. Максимальный ток нагрузки составляет 100 мА, остаточное напряжение 0,2 В.

Регулирование выходного напряжения от 0 до 27 В

General Purpose Linear Devices, National Semiconductor, p. 1-11

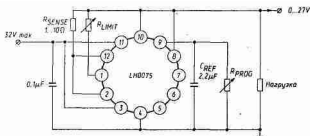


Рис. 103

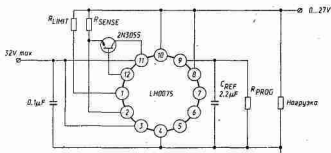


Рис. 104

Схема 103 является базовой (максимальный ток на выходе составляет 200 мА). Подключение pnp-транзистора позволяет в схеме, представленной на рис. 104, получить 2 А. В обоих случаях сопротивление резистора R_{ro} выбирается из расчета 1 кОм на каждый вольт на выходе. Уровень ограничения выходного тока определяется по формуле $100 \text{ мкА} \times (R_{\text{limit}} / R_{\text{sense}} + 1)$. Рекомендуется использовать R_{sense} с сопротивлением от 1 до 10 Ом. C_{ref} снижает пульсации и улучшает качество переходного процесса в транзисторах.

Регулирование выходного напряжения от 0 до -27 В

General Purpose Linear Devices, National Semiconductor, p. 1-16

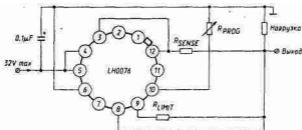


Рис. 105

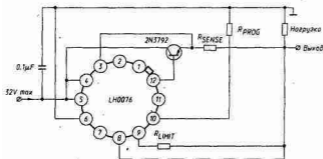


Рис. 106

Схема, показанная на рис. 105, является базовой (максимальный ток на выходе составляет 200 мА). Подключение ррр-транзистора позволяет во второй схеме (рис. 106) получить 2 А. В обоих случаях сопротивление резистора R_{prog} выбирается из расчета 1 кОм на каждый вольт на выходе. Уровень ограничения выходного тока определяется по формуле $100 \text{ мкА} \times (R_{limit} / R_{sense} + 1)$. Рекомендуется использовать R_{sense} с сопротивлением от 1 до 10 Ом.

Параллельное включение трех стабилизаторов LM338

General Purpose Linear Devices, National Semiconductor, p. 1-117

Сравнивая падения напряжений на резисторах R1 и R2, операционный усилитель уравнивает токи во всех трех стабилизаторах. Минимальный ток нагрузки - 100 мА. Минимальное входное напряжение - 10 В. Падение напряжения на регуляторе должно быть больше 3,5 В.

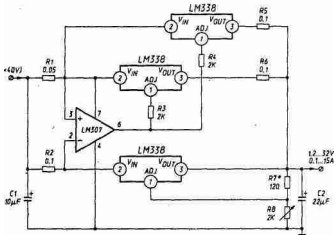


Рис. 107

Стабилизатор на трех микросхемах LM333, -1,2...-27В / 9 А

General Purpose Linear Devices, National Semiconductor, p. 1-95

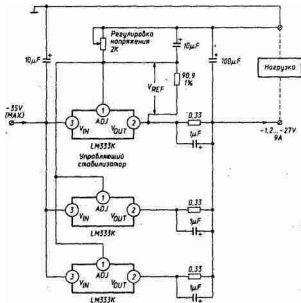


Рис. 108

В случае большой разницы между входным и выходным напряжениями максимальный выходной ток ограничен максимальной рассеиваемой мощностью. Ведущий стабилизатор должен иметь наиболее высокую величину опорного напряжения.

Регулируемые стабилизаторы 5-30 В на 1 и 4 А

General Purpose Linear Devices, National Semiconductor, p. 1-292

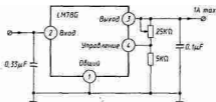


Рис. 109

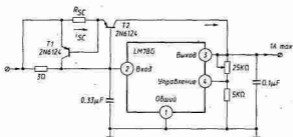


Рис. 110

Схема, представленная на рис 110, может быть использована при входных напряжениях от 7,5 до 40 В и по крайней мере на 2 В больших нужного выходного напряжения. Рис. 111 R_{sc} (ограничение по току) вычисляется путем деления напряжения U_{be} транзистора T1 на уровень ограничения. Для отрицательных напряжений используется стабилизатор LM79G, внутреннее опорное напряжение которого составляет 2,55 В, а назначение выводов 2 и 4 взаимно противоположно.

Параллельное включение двух стабилизаторов на 10 А

General Purpose Linear Devices, National Semiconductor, p. 1-158

Выходное напряжение определяется формулой $1,25 \text{ В} \times [(R_1 + R_2) / R_1]$. Разница между входным и выходным напряжениями должна быть больше 2,5 В, но меньше 20 В. Резисторы сопротивлением 0,015 Ом могут быть выполнены из меди.

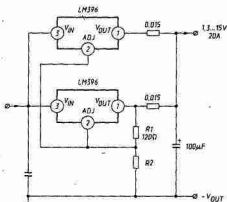


Рис. 111

ЛИНЕЙНЫЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ НА НАПРЯЖЕНИЯ ВЫШЕ 40 В

Силовая цепь, управляемая микросхемой L200

Notice d'application SGS. - EIO, Munich, Ns 8/80, p. 64

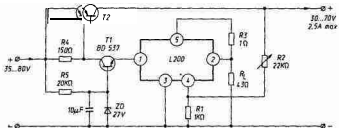


Рис 112

Стабилизатор L200 образует эмиттерное сопротивление для транзистора T1, зависящее от выходного напряжения за счет делителя R1/R2. Резистор R3 ограничивает эмиттерный ток на уровне 450 мА. Работа схемы определяется минимальным током в резисторе R₆, а также от сопротивлений этих двух резисторов, которые обеспечивают достаточное напряжение на входе стабилизатора.

Внешний регулирующий транзистор для TL783 С

Linear Circuits Data Book, vol. 3, Texas Instruments, 1989, p. 2-181

Схема, показанная на рис. 114, отличается ограничением по току (пороговый уровень 0,7 А). Выходное напряжение равно $1,27 В \times (1 + R/R_2)$

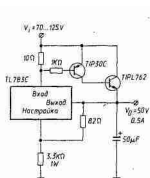


Рис. 113

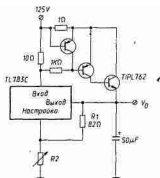


Рис. 114

Стабилизатор напряжения 1,25–115 В на TL783С

Linear Circuits Data Book, vol. 3, Texas Instruments, 1989, p. 2–181

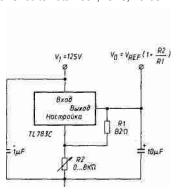


Рис. 115

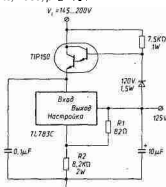


Рис. 116

Максимальный ток ограничен максимальной мощностью рассеяния самого стабилизатора (2 Вт на открытом воздухе и 20 Вт при температуре корпуса 25 °С). Выходное напряжение схемы, представленной на рис. 115, регулируется в пределах 1,3–115 В. Схема, показанная на рис. 116 (фиксированное выходное напряжение 120 В), один из возможных вариантов, снабжена защитой от короткого замыкания.

Источник напряжения 0–500 В / 6 мА

F. A. Hennrich, Funkschau, Munich, № 21/88, p. 99

Напряжение 5 В, которое обеспечивается микросхемой IC2, является опорным. Пороговый уровень ограничения по току составляет

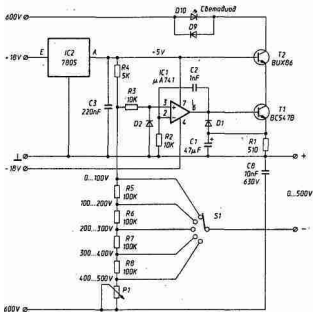


Рис. 117

6 мА. Конденсатор С8 должен быть расположен непосредственно на выходе.

Плавающий стабилизатор 45–250 В / 600 мА на LM723

General Purpose Linear Devices, National Semiconductor, p. 1-205

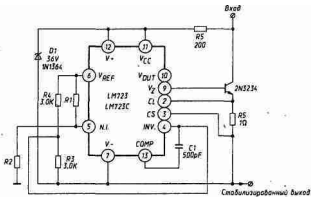


Рис. 118

При $R3 - R4$ выходное напряжение определяется по формуле $3,58 \text{ V} \times [(R2 - R1) / R1]$. Рекомендуемое сопротивление резистора $R1$ составляет от 2,2 до 3,6 кОм. Резистор $R5$ - датчик защиты по току. Стабилитрон $D1$ ограничивает максимальное напряжение на интегральной схеме.

Высоковольтные стабилизаторы на 160 В / 25 мА

Linear Applications Handbook, National Semiconductor, 1986 p. 1166, 1167

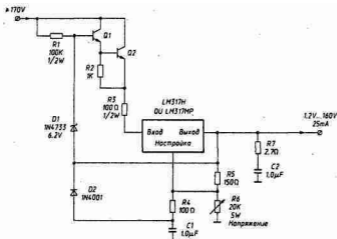


Рис. 119

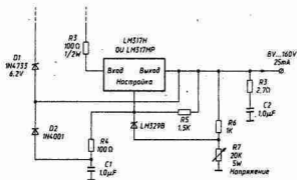


Рис. 120

Стабильность базовой схемы, представленной на верхнем рисунке, может быть улучшена за счет подключения дополнительного ИОН на LM329B (рис 120).

Плавающий стабилизатор -45...-250 В на LM723

General Purpose Linear Devices, National Semiconductor, p. 1-205

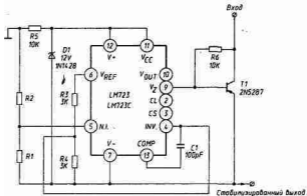


Рис. 121

При R3 - R4 выходное напряжение определяется по формуле $3,58 \text{ V} \times [(R2 + R1) / R1]$. Рекомендуемое сопротивление резистора R1 - от 2,2 до 3,6 кОм. Защита по току отсутствует. Стабилизатор D1 ограничивает максимальное напряжение на интегральной схеме.

Стабилизатор 100 В / 100 мА на LT317AT

Note d'application AN2, Linear Technology

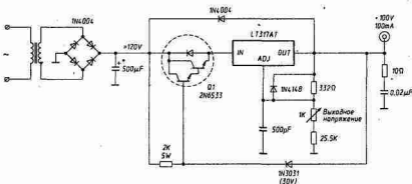


Рис. 122

Рис. 122

Стабилизатор 1N3031 поддерживает необходимое напряжение в регулирующей цепи. Защита от короткого замыкания может быть

гарантирована только в случае использования трансформатора, насыщающегося при токе **120 мА** во вторичной обмотке. Кроме того, следует обеспечить тепловой контакт между корпусами транзистора **Q1** и микросхемы.

ЛИНЕЙНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ НА НЕСКОЛЬКО НАПРЯЖЕНИЙ

Двухполярный стабилизатор на 2 А

Industry Standard Analog IC Databook SGS Thomson Microelectronics, 1989 p. 335

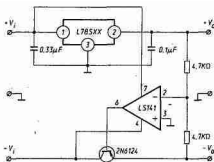


Рис. 123

Нерегулируемые стабилизаторы типа **L78SXX** выпускаются на 5, 7,5, 9, 10, 15, 18 и 24 В. Их входное напряжение должно быть по крайней мере на 2 В больше, чем выходное. Выходное сопротивление составляет **17 мОм** на частоте 1 кГц. Нестабильность по выходу меньше 2% при I_o , меняющемся в диапазоне от 20 мА до 2 А или во всем диапазоне входных напряжений (максимум 35 В). Операционный усилитель **LS141** и мощный ррр-транзистор **2N6124** образуют ведомый стабилизатор отрицательного напряжения.

Стабилизатор 15 В на **LM117** с выходами 5 и 10 В

Linear Applications Handbook, National Semiconductor, 1986, p. 351

Делитель стабилизатора состоит из трех резисторов (**R2**, **R3**, **R4**), на которых получают опорные напряжения для обоих операционных усилителей. В случае короткого замыкания на их выходах между входами возникает большое напряжение. Тогда соответствующие транзисторы открываются, и ток через них переводит стабилизатор в режим защиты.

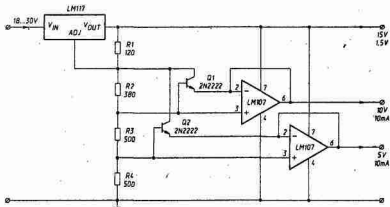


Рис. 124

Двухполярный источник питания на LM104 и LM105

Linear Applications Handbook, National Semiconductor, 1986, p. 32-40

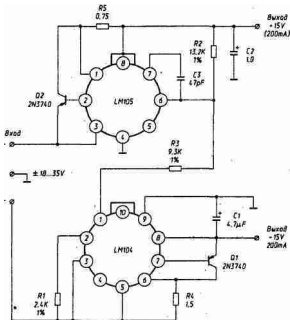


Рис. 125

Соединение двух стабилизаторов через резистор R3 на треть уменьшает первоначальный разброс опорных напряжений. При этом регулировка выходных напряжений производится одним резистором R1.

Двухполярный стабилизатор ± 15 В / 10 А на LM125

Linear Applications Handbook, National Semiconductor, 1986, p. 306-321

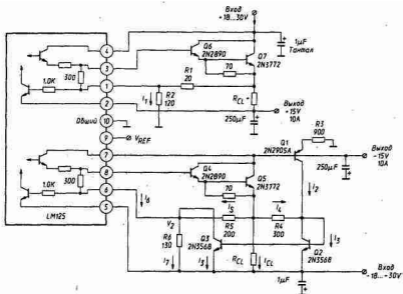


Рис 126

Пороговый уровень ограничения соответствует напряжению порядка 0,6 В между выходами 5 и 6 (для стабилизатора отрицательного напряжения) и 0,7 В между выходами 1 и 2 (для стабилизатора положительного напряжения). Ток короткого замыкания составляет 2,9 А.

Двухполярный стабилизатор ± 12 (± 15) В на LM126 (LM125)

Linear Applications Handbook, National Semiconductor, 1986, p. 306-321

Сдвоенные стабилизаторы LM126 и LM125 обеспечивают ± 15 В и ± 12 В соответственно. Пороговый уровень ограничения определяется напряжением на резисторе R_{CL}, которое составляет 0,6 В для стабилизатора отрицательного напряжения и 0,7 В для стабилизатора положительного.

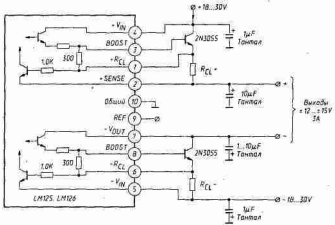


Рис. 127

Двухполярный стабилизатор ± 15 В на LM320 и LM340

Linear Applications Handbook, National Semiconductor, 1986, p. 351

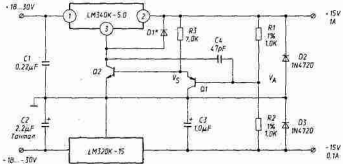


Рис. 128

Стабилизатор положительного напряжения с помощью транзисторов Q1 и Q2 включен так, что уровень на его управляющем входе зависит от отрицательного напряжения. D1 - германиевый диод.

Источник питания на два напряжения на LT1020

Documentation Linear Technology, Salon des Composants 1987. - ELO, Munich, no 6/87, p. 30

Выходные напряжения 5 и 12 В получают при помощи внутреннего опорного напряжения 2,5 В. Ток нагрузки по шине 5 В способен

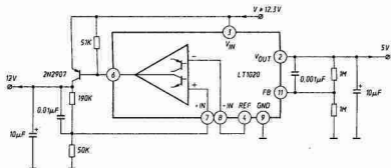


Рис. 129

достигать 125 мА. На выходе 12 В он зависит от типа радиатора транзистора.

Сдвоенный стабилизатор L4901A для микропроцессоров

Industry Standard Analog IC Databook, SGS Thomson Microelectronics, 1989, p. 162

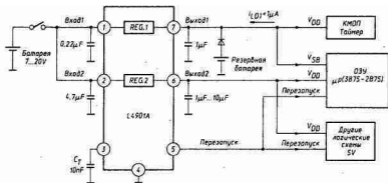


Рис 130

В режиме покоя обратный выходной ток сдвоенного стабилизатора L4901A на 5 В, 400 мА столь мал, что аварийную батарею можно подключить к нему напрямую. Кроме этого, стабилизатор обеспечивает формирование импульса начальной установки при включении.

Двухполярный стабилизатор напряжения на RC4194

Linear Integrated Circuits, Raytheon, p. 11-29

Выходное напряжение устанавливается из расчета 2,5 В на каждый килоом резистора R_o . Входное напряжение ограничено уровнем ± 35 В.

резистор. Напряжение U_1 (от 55 до 750 мВ) определяет ток I_n (от 1 до 13,5 А). Триггер CD4093 обеспечивает защиту от избыточного тока или перегрева. Применяется питание для электромагнита в физической лаборатории (совместно с источником питания G в диапазоне от 0 до 150 В).

Двухполярный стабилизатор с ведомым каналом - 15 В

Industry Standard Analog IC Databook, SGS-Thomson, 1989, p. 339. - ЕЮ, Munich, 68

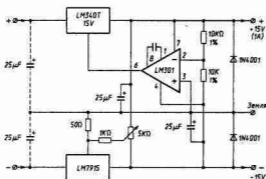


Рис. 133

Выходное отрицательное напряжение выставляется на **номинал**, с помощью потенциометра 5 кОм, положительное выходное напряжение автоматически устанавливается таким же (по модулю).

Двухполярный стабилизатор ± 5 В / 3 А на LM123 и LM145

General Purpose Linear Devices, National Semiconductor, p. 1-136

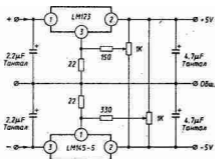


Рис. 134

Входное напряжение должно быть не меньше 7,8 В и не больше 20 В. В этих пределах нестабильность выходного напряжения в среднем не превышает 5 (максимум 15) мВ. В зависимости от выходного тока изменение составляет не более 30 мВ.

Двухполярный источник питания ± 5 В на AD588

Documentation Analog Devices, Salon des Composants, 1985 - Electronic Applications, № 56, p. 87, 88

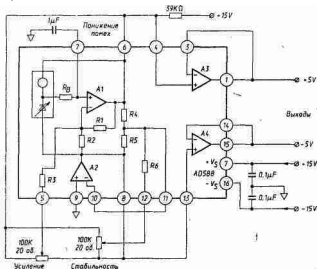


Рис 135

Регулировка усиления определяет выходное напряжение, а регулировка стабильности позволяет привести оба напряжения к уровню 5 В по модулю. Дрейф меньше 1,5 мВ / °С, начальный разброс меньше 1 мВ.

Двухполярный регулируемый стабилизатор на LH7001

General Purpose Linear Devices, National Semiconductor, p. 1-27

Операционный усилитель служит для приведения модуля отрицательного выходного напряжения к модулю положительного выходного напряжения. Рекомендуется использовать идентичные и стабильные резисторы R1 и R2. Номера выводов даны для корпуса DIP, а в скобках для TO 5.

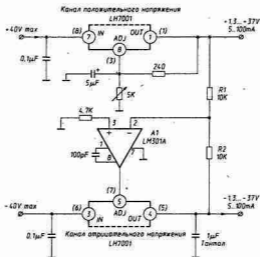


Рис. 136

Сдвоенный источник питания на +5 и +10 В на AD588

• Documentation Analog Devices, Salon des Composants, 1985 - Electronic Applications, № 56, р. 87, 88

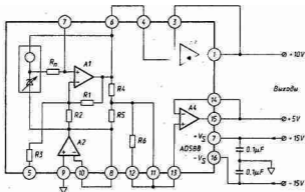


Рис 137

Стабилизатор AD588 не требует никаких внешних навесных элементов для получения двух положительных напряжений 5 и 10 В. Дрейф меньше 1,5 мВ / °С, начальный разброс меньше 1 мВ.

Источник напряжений -5 и -10 В на AD588

Documentation Analog Devices, Salon des Composants, 1985. - Electronic Applications, № 56р. 87, 88

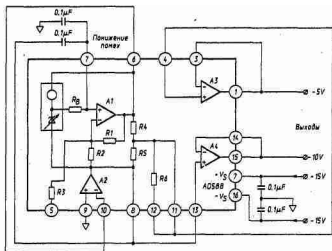


Рис. 138

Выходы стабилизатора AD588 1,3 и 14,15 соединяются для получения напряжения -5 и -10 В. Дрейф меньше $1,5 \text{ мВ} / ^\circ\text{C}$, начальный разброс меньше 1 мВ.

Источник питания $\pm 1,2 \dots 20 \text{ В} / 3 \text{ А}$ на LM333 и LM350

General Purpose Linear Devices, National Semiconductor, p. 1-136

Диоды 1N4002, предохраняют стабилизаторы от случайного появления избыточного напряжения на выходе (рис. 139). При большом падении напряжений на микросхемах максимальный ток источника может быть ограничен $P_{\text{расc}}$ корпуса.

СТАБИЛИЗАТОРЫ ТОКА

Регулируемый источник тока 100-500 мА

A. Kohler, R. Schiffel, Funkschau, Munich, No 10/86, p. 53

Источник стабильного тока на транзисторе T_1 питает стабилитрон, напряжение на котором сравнивается с падением напряжения на резисторе R1 (рис. 140). Рекомендуется выбирать R1 равным 3 Ом при

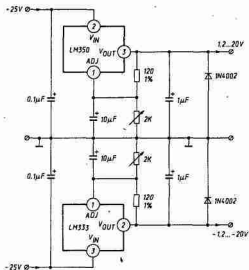


Рис. 139

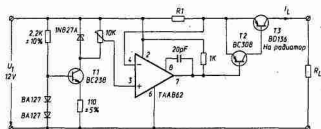


Рис. 140

тока от 200 до 500 мА, 10 Ом при токах от 100 до 200 мА, 39 Ом при значениях меньше 100 мА

Преобразователь напряжение/ток

J. Graeme, Electronics, 16 mai 1974, p. 96, 97

Подавать управляющее напряжение на эту схему можно как относительно земли, соединив с ней один из входов, так и дифференциально. Устройство с точностью до $\pm 0,01\%$ преобразует изменения входного напряжения ± 10 В в изменения тока ± 10 мА

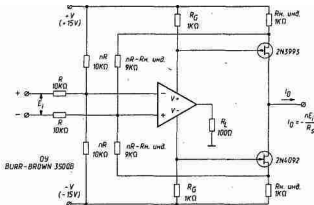


Рис. 141

Генераторы стабильного тока на LM109 и LM340

Linear Applications Handbook, National Semiconductor, 1986, p. 140, 345

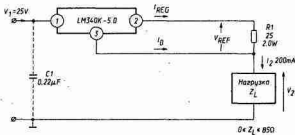


Рис. 142

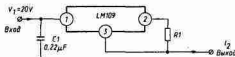


Рис. 143

Получаемый ток определяется формулой $I = V_{ref} / R_1$, то есть $5 \text{ В} / R_1$. Максимальное значение напряжения на нагрузке равно $V_2 = V_1 - 7,5 \text{ В}$.

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Двухполярные источники питания на 1,5 А на LM317 и LM337

IndustryStandard Analog IC Databook, SGS-Thomson Microelectronics, 1989, p. 587-595

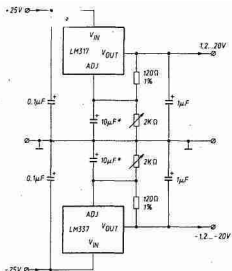


Рис. 144

Используемые микросхемы защищены от перегрузки и перегрева. Нестабильность составляет менее 1% в зависимости от нагрузки и менее 0,04% / V в зависимости от входного напряжения.

Переключатель порога защиты от перегрузки

BIFET, BIMOS, CMOS, ETSF, Paris, 1981, p. 152

Переключение порога защиты можно объединить с выбором предела амперметра А. Диод D1 и резистор R6 позволяют получить защиту по току с разгрузкой на уровне приблизительно 40% от номинального тока. Опорный диод D4 работает на стабильном токе (источником является транзистор T4) с термокомпенсацией (за счет транзистора T3).

ЛИНЕЙНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

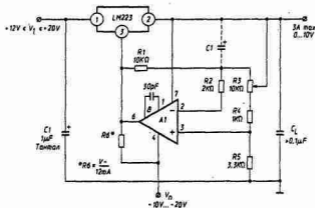


Рис 146

Лабораторный источник питания 0-15 В / 1 А на LM723С

D. Thoss, Funkschau, Munich, № 13/79, p. 102. - Linear Databook 1, National Semiconductor, 1987, p. 1-186

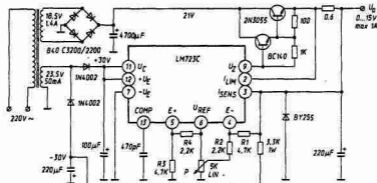


Рис 147

Выходное напряжение равно нулю можно получить, если стабилизатор LM723С работает от отдельного источника питания на ± 30 В.

Источник опорного напряжения 10 мВ - 10 В

Используются два последовательных каскада стабилизации на микросхемах TDD16155 и ZDK11 (ИТТ-Intermetall). Температурный

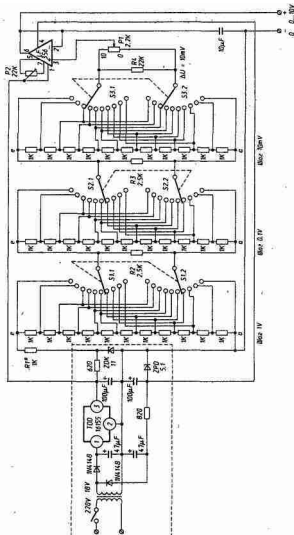


Рис 148 •

коэффициент меньше $0,001\% / ^\circ\text{C}$ Делитель с постоянным выходным сопротивлением. Рекомендуется выбирать R1 таким образом, чтобы получить точно 10 В на первом делителе. Переменный резистор P1 обеспечивает точную настройку на пределе 10 мВ, переменный резистор P2 - подстройку дрейфа.

Прецизионный стабилизатор ± 10 В / 1 А на LM109

Linear Applications Handbook, National Semiconductor, 1986, p. 1116, 1117

За счет использования высокостабильных пассивных элементов изменения выходного напряжения составляют меньше 10 мкВ при изменениях тока нагрузки от 0 до 1 А. Варьируя при необходимости ток диода **D1** (с помощью резисторов R4 или R8) таким образом, чтобы подобрать ТКУ этого диода, можно получить дрейф менее 0,01% в диапазоне температур $-55...+125$ °С.

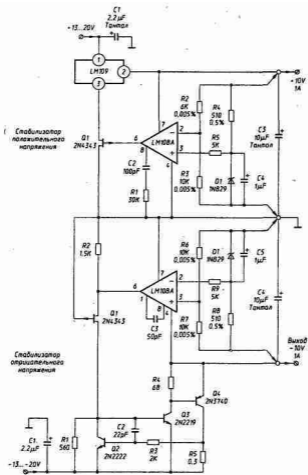


Рис. 149

Блок питания 0,1–29,9 В с цифровым управлением

Три счетчика с предварительной установкой типа 4527 (IC1 - IC3), D-триггер (IC4 4013) и КМОП ключи (IC5) включены так, что на входе IC6а формируется напряжение, прямо пропорциональное величине, которая выставлена на кодовых переключателях (рис. 150). Переменный резистор P1 предназначен для подстройки усиления выходного каскада, резистор P2 - для регулировки порога срабатывания защиты. Резистор P3 устанавливает 10 В на выходе микросхемы IC6с.

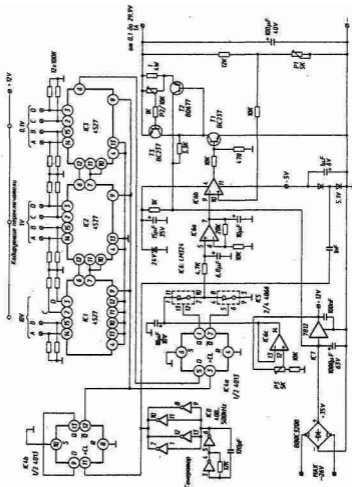


Рис. 150

Базовые схемы

Линейные источники питания

ИМПУЛЬСНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Импульсные источники питания,
повышающие преобразователи

Импульсные источники питания,
понижающие преобразователи

Импульсные источники питания,
инверторы

Импульсные источники питания
на несколько напряжений

Импульсные источники питания
с выходным трансформатором

Импульсные источники питания
с гальванической развязкой

4	Преобразователи напряжения	133
5	Дополнительные схемы	153
6	Приложения	173

ИМПУЛЬСНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ, ПОВЫШАЮЩИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Повышающий КМОП преобразователь на MAX630

Seminar Applications Book, MAXIM, 1988/89, p. 83 - Electronique Radio Plans № 104,

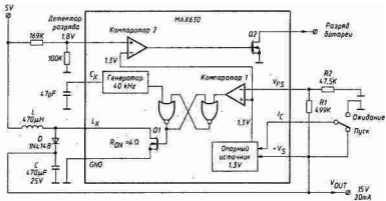


Рис. 151

Схема работает при входном напряжении 1,8 В с током покоя 0,5 мА. Индикатор разряда Q2 открывается при входном напряжении компаратора 2 меньшем 1,8 В.

Резервный источник питания на MAX630

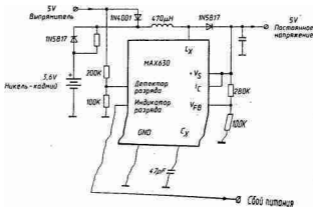


Рис. 152

Регулируемый преобразователь работает в обычном режиме от напряжения 5 В, поступающего с выпрямителя. В случае сбоя в сети к схеме подключается батарея и срабатывает индикатор сбоя.

Повышающий преобразователь 3-5 В, 0,5 А на MAX630

Documentation MAXIM. - *Electronique Radio Plans* № 104, p. 43-49

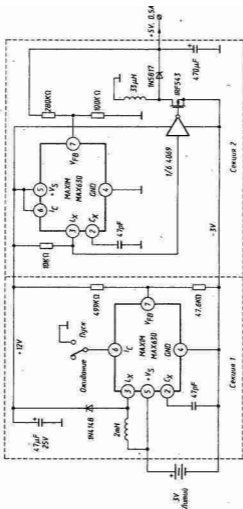
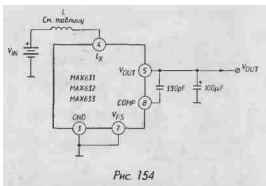


Рис. 153

Секция 1 преобразователя служит для получения напряжения 12 В, управляющего затвором МОП транзистора. Секция 2 включена как инвертирующий преобразователь.

Повышающие преобразователи 2-8 В на MAX631/2/3

Seminar Applications Book, MAXIM, 1988/89, p 76



	V _{ВХ} (В)	V _{ВЫХ} (В)		КПД (%)	Тип №*	L (мкГн)	L (Ом)
MAX631	2		5	78	6860-21	470	0,44
	2		10	74	6860-17	220	0,28
	2		15	61	6860-13	100	0,1
	3		25	82	6860-21	470	0,44
	3		40	75	7070-29	220	0,55
MAX632	3	12	5	79	6860-10	330	0,35
	3	12	10	79	7070-28	180	0,48
	5	12	12	88	6860-21	470	0,44
	5	12	25	87	6860-19	330	0,35
	3	15	5	73	7070-29	220	0,55
	3	15	8	71	7070-27	150	0,43
	5	15	10	85	6860-21	470	0,44
	5	15	15	85	6860-19	330	0,35
8	15	35	90	6860-21	470	0,44	

* Caddell-Burns

Выходное напряжение определяется внутренним стабилизатором. В таблице приводятся значения индуктивности.

Повышающий преобразователь 3-5 В, 0,2 А на MAX641

Seminar Applications Book, MAXIM, 1988/89, p. 150

Максимальная амплитуда тока в дросселе может превысить 1 А. Индикатор разряда срабатывает при напряжении на выводе 1 меньшем 1,3 В.

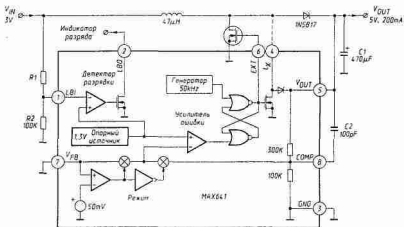


Рис. 155

Повышающий/понижающий преобразователь 12 В / 0,1 А на MAX641

Seminar Applications Book, MAXIM, 1988/89 p. 78

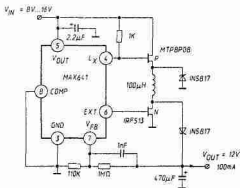


Рис. 156

С помощью двух комплементарных МОП транзисторов можно попеременно коммутировать оба вывода дросселя, пиковый ток которого в данной схеме достигает 2 А.

Преобразователь малых входных напряжений на MAX641

Seminar Applications Book, MAXIM, 1988/89 p. 78

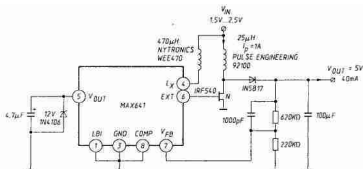


Рис. 157

Преобразователь выдает в нагрузку ток до 40 мА при 1,5 В на входе или до 180 мА при 2,4 В. Вывод V_{out} обычно служит только для стабилизации и фильтрации напряжения 12 В, которое вырабатывается с помощью дросселя на 470 мкГн и служит для управления затвором МОП транзистора.

Повышающий преобразователь 12–15 В, 0,55 А на MAX641/2

Seminar Applications Book, MAXIM, 1988/89 p. 76

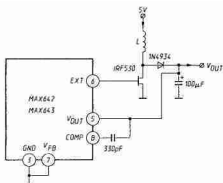


Рис. 158

				686008	39	0,05
2	350	89	2	6860 04	18	003
2	550	87	3,5	7200-02	12	001
5	100	92	12	6860 08	39	005
5	150	89	15	6860 06	27	0,04
5	225	89	2	6860-04	18	0,03
5	325	85	35	7200-02	12	001

Выходное напряжение определяется внутренней схемой. В таблице приводятся значения индуктивности дросселя.

Повышающий преобразователь для батарей 1,5 В

Seminar Applications Book, MAXIM, 1988/89, p. 71

Преобразователь работает от входного напряжения 0,5 В. Вывод 5: индикация недостаточного напряжения батареи. Вывод 11 индикация работы. Вывод 2: источник 12 В при малом потреблении тока.

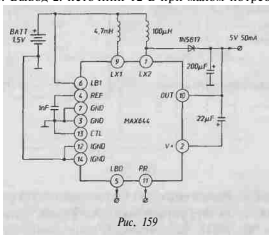


Рис. 159

Увеличение срока службы батареи

Linear Integrated Circuits, Raytheon, p. 11 18

Пока напряжение батареи остается выше 7,5 В, стабилизатор находится в режиме покоя (потребление - 150 мкА). Ниже этого порога

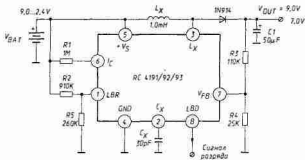


Рис. 160

он включается и поддерживает на выходе 7 В до тех пор, пока напряжение батареи не упадет до 2,4 В. При напряжении 5 В максимальный ток нагрузки - 10 мА, а КПД - 80%.

Увеличение срока службы батареи II

Documentation MAXIM. - *Electronique Radio Plans* № 104, p. 43-49

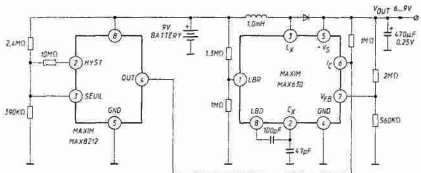


Рис 161

Используется тот же принцип, что и в предыдущей схеме, но с меньшим током покоя за счет управления преобразователем с помощью компаратора MAX8212. Минимальное напряжение батареи - 3 В. Микросхемы MAX630 и RC4193 функционально практически одинаковы.

Резервный источник питания 5 В / 50 мА

Linear Integrated Circuits, Raytheon p. 11 17

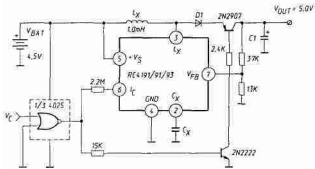


Рис. 162

С помощью КМОП микросхемы CD4025 можно одновременно управлять стабилизатором (вывод 6) и транзисторным ключом. Таким образом, ток покоя получается ниже 1 мкА.

Повышающий преобразователь 15 В / 75 мА на TL497A

Product Applications, vol. 1, Texas Instruments, 1986, p. 6 29 - 6 45

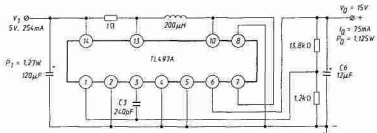


Рис. 163

Пиковое значение тока на входе определяется формулой $I = 2 I_o \times (1 + V_o / V_1)$ то есть составляет приблизительно 0,6 А. Выбрав индуктивность дросселя L (от 50 до 500 мкГн), определяют $t_{on} = LI_p / V_1$, $C3 - 12 t_{on}$ (пФ), $R1 - V_o - 12$ (кОм). Емкость конденсатора C6 зависит от допустимого напряжения пульсаций.

Повышающий преобразователь 30 В / 0,15 А на ULN8163

Integrated Circuits Data Book, Sprague, WR 504, 1987, p. 7-37

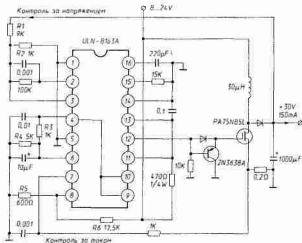


Рис. 164

Такой преобразователь особенно удобен для применения в автомобилестроении. Выводы 7 и 8 служат для защиты от перегрузок соответственно по току и по напряжению. Пороговый уровень срабатывания защиты составляет 600 мВ. Частота - 100 кГц (частото-задающие элементы подключаются к выводам 15 и 16). Аналогами транзистора PA75N85L являются IR520, MTP10N10

Повышающий/понижающий преобразователь на LM 1578

Linear Databook 1 National Semiconductor, 1987 p. 1-195- 1-207

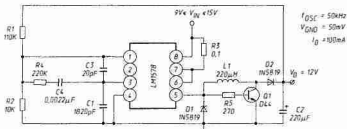
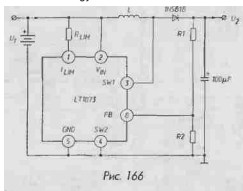


Рис. 165

Для входного напряжения в диапазоне от 9 до 15 В на выходе схемы формируется 12 В (0,1 А). Внутреннее опорное напряжение преобразователя (вывод 1) составляет 1 В.

Повышающие преобразователи на LT1073

Documentation Linear Technology



Тип	U1 (В)	U2 (В)	I2 (мА)	Rlim (Ом)	R1 (кОм)	R2 (кОм)	L (мкГн)
LT 1073		3	20	220	536	40,2	120
LT 1073	1	9	7	0	1000	24,3	120
LT 1073-12	1	12	5	0	0	∞	120
LT 1073 5		5	100	100	0	∞	68
LT 1073-12		12	35	100	0	∞	68
LT 1073		15	27	100	1000	14,3	68
LT 1073-12		12	130	50	0	∞	150
LT 1073		15	100	50	1000	14,3	150

При использовании модификаций LT1073-5 и LT1073-12 вывод 8 подключается к внутреннему делителю.

500-ваттный предстабилизатор 400 В на L4981A

CD-ROM Data on disc, SGS Thomson 1997

Схема питается неотфильтрованным выпрямленным током и поэтому имеет повышенный коэффициент мощности. В трансформаторе первичная обмотка состоит из 59 витков, вторичная - из 5 витков, $B_{max} = 0,36$ Т, $A_{eff} = 211 \times 10^6$ м², воздушный зазор - 2,8 мм, сердечник типа ETD4916A, феррит 3С85. Резисторы R7 и R8 в случае

Повышающий преобразователь 5-15 В на LM3524D

General Purpose Linear Devices, National Semiconductor p. 2-39

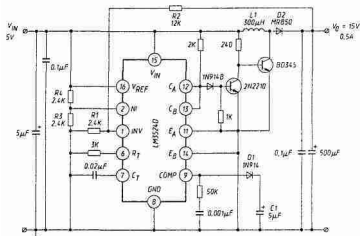


Рис. 168

Входное напряжение 5 В служит опорным, половина этого напряжения подана на вход сравнения (NI) усилителя ошибки. Диод D1 и конденсатор C1 обеспечивают плавный запуск. Выходное напряжение определяется из соотношения $V_o = (1 + R_2/R_1) V_n$ где $V_n = 2,5$ В для приведенного примера.

120-ваттный предстабилизатор 400 В на L6560

CD-ROM Data on disc, SGS Thomson 1997

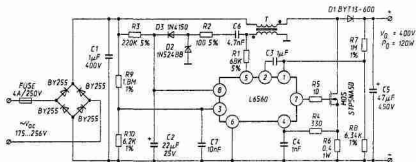


Рис. 169

Схема характеризуется повышенным коэффициентом мощности, что объясняется использованием неотфильтрованного выпрямленного тока. В трансформаторе сердечник Thomson - CSF В 1 ET2910A (ETD 29x16x10 мм) или Omega 473201 АВ где первичная обмотка состоит из 90 витков литцендрата 10x0,2 мм, а вторичная - из 7 витков провода диаметром 0,15 мм, воздушный зазор - 1,25 мм, индуктивность первичной обмотки - 800 мкГн.

Повышающий преобразователь на LM3524D

General Purpose Linear Devices, Nat on a Sem conductor, p. 2 31

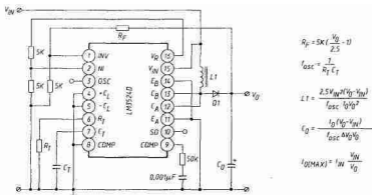


Рис. 170

Используется при входном напряжении от 8 до 40 В и максимальном входном токе 80 мА. Формулы для вычисления параметров приведены рядом с рисунком.

ИМПУЛЬСНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ, ПОНИЖАЮЩИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Стабилизатор с защитой 5,1-40 В / 4 А на L296

Industry Standard Analog IC Databook SGS Thomson Microelectronics, 1989, p. 111 133

По истечении времени задержки, которое определяется емкостью конденсатора C2, на выводе RESET появляется сигнал, означающий, что напряжение на выводе 1 достигло своего номинального значения. Выходное напряжение определяется резистором R7. Когда напряжение на выводе 1 на 20% превышает свое номинальное значение,

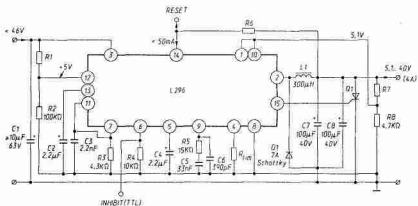


Рис. 171

включается тиристор Q1. При добавлении резистора $R_m = 22 \text{ кОм}$ порог ограничения тока снижается с 4,5 (мин) до 2,5 А (мин). Дроссель L1 имеет 65 витков провода сечением 0,8 мм на сердечнике Thomson GUP 20x16x7 мм, воздушный зазор составляет 1 мм. Частота преобразования равна 100 кГц.

Регулируемый источник питания 0-30 В / 4 А на L269

Power Supply Application Manual, SGS Thomson 1985, p. 114 - Elektronik Munich, №20/84, p. 106

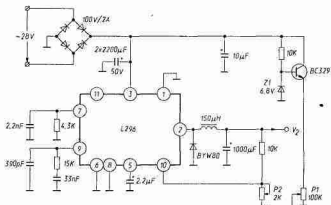


Рис. 172

Если подключить потенциометр P2 к источнику положительного напряжения, то на выходе можно получить напряжения ниже внутреннего опорного, составляющего 5,1 В. При настройке поставить движок потенциометра P1 в нижнее (по схеме) положение, подстроить P2 до получения выходного напряжения 30 В.

Регулируемый источник питания 5,1–15 В / 2,5 А на L4960

Industry Standard Analog IC Databook, SGS-Thomson Microelectronics, 1989,

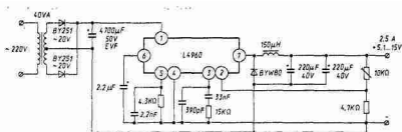


Рис. 173

Нестабильность напряжения на выходе составляет 10 мВ при колебаниях тока нагрузки в пределах от 1 до 2 А и колебаниях входного напряжения, составляющих 10%. Частота - 10 кГц. Ограничение тока внутреннее.

Стабилизатор напряжения 5,1–40 В / 2,5 А на L4960

Industry Standard Analog IC Databook, SGS-Thomson Microelectronics, 1989, p. 213-255

При входном напряжении 30 В нестабильность напряжения на выходе составляет менее 50 мВ и приблизительно 0,2% при изменениях выходного тока от 0,5 до 2 А. Частота преобразования определяется

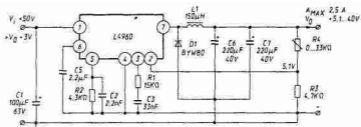


Рис. 174

Источник питания 5 В / 4 А на LH1605

Linear Applications Handbook, National Semiconductor, 1986, p. 934

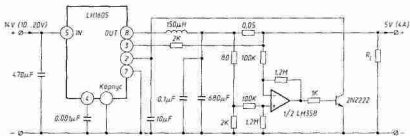


Рис. 176

В схеме ограничения тока использованы операционный усилитель LM358 и транзистор 2N2222. Схема начинает работать при 5 А, а ток короткого замыкания равен 1 А. Частота преобразования составляет 25 кГц и определяется конденсатором, подключенным к выводу 4. КПД равен 69%.

Стабилизатор напряжения 4,5-30 В / 6 А на L105

Linear Applications Handbook, National Semiconductor, 1986, p. 365

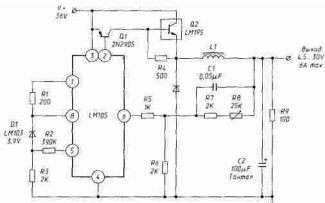


Рис. 177

Дополнительный ключ Q2 состоит из четырех включенных параллельно транзисторных сборок LM195. Эти интегральные схемы подобны дискретным транзисторам, но обладают встроенной термозащитой. Дроссель имеет 60 витков, сердечник типа Arnold A-083081 - 2.

Стабилизатор напряжения 1,8 / 3,2 В / 3 А на LM317

Linear Applications Handbook, National Semiconductor, 1986, p. 456

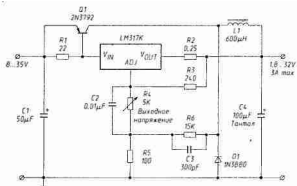


Рис. 178

Стабилизатор LM317 управляется через резистор R6. Таким образом, на выводах резистора R5 появляется прямоугольный импульс, и стабилизатор попеременно включается и выключается. Схема не защищена от короткого замыкания.

Понижающий преобразователь 15 В / 1,5 А на LM1578

Linear Data Book 1 National Semiconductor, 1987 p. 95 1-207

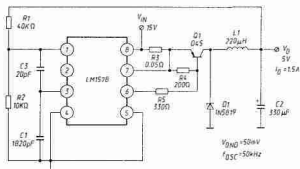


Рис. 179

Подбором сопротивления резистора R1 данную схему можно настроить на другие значения напряжения.

Понижающий преобразователь 5 В / 0,2 А на TL497A

Product Applications, vol. 1, Texas Instruments, 1986, p. 6-29-6-45

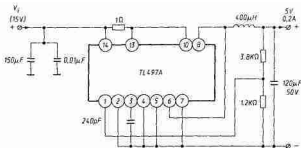


Рис. 180

Нестабильность выходного напряжения составляет 50 мВ и приблизительно 0,4% в зависимости от изменений тока нагрузки. Порог срабатывания защиты по току определяется напряжением 0,7 В между выводами 13 и 14. опорное напряжение компаратора равно 1,2 В.

Понижающий преобразователь 5 В / 2 А на TL497A

Product Applications, vol. 1, Texas Instruments, 1986, p. 6-29 6 45

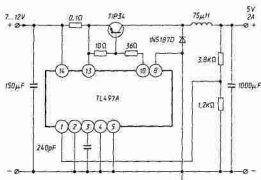


Рис. 181

Встроенный диод стабилизатора (между выводами 6 и 7) заменен дискретным. Порог защиты по току задается напряжением 0,7 В между выводами 13 и 14. опорное напряжения компаратора составляет 1,2 В.

50-ваттный понижающий преобразователь на TL594

Product Applications, vol. 1 Texas Instruments, 1986 p. 6 17

- 1 16 Неинвертирующий вход
- 2 15 Инвертирующий вход
- 3 Обратная связь
- 4 Контроль зарядки

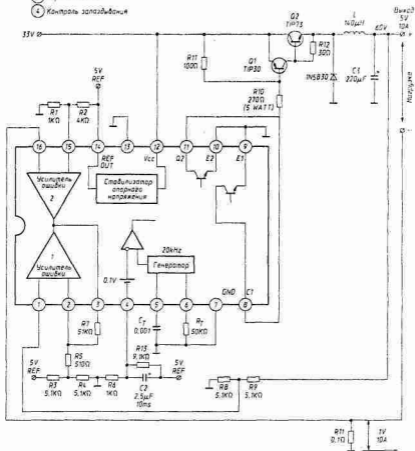


Рис. 182

Ограничение по току обеспечивается одним из усилителей ошибки (2), который сравнивает падение напряжения на резисторе R11 с опорным напряжением (1 В), получаемым на резисторе R1. Частота преобразования составляет 20 кГц, КПД - около 70%. Выход на режим тем медленнее, чем больше емкость конденсатора C2.

Понижающий преобразователь 5 В на MAX638

Seminar Applications Book, MAXIM, 1988/89, p. 76

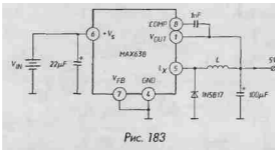


Таблица рис. 18:

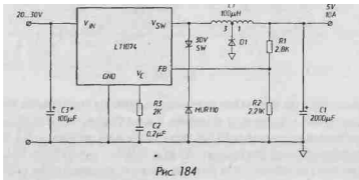
	vвх (В)	Vвых (В)	Iвых КПД (МА) (%)		Iрк (МА)			
MAX638	7,0-9,5	5	35	92	200	7070-27	150	0,4
	8,0-9,5	5	55	89	200	7070-27	150	0,4
	10,0-14,0	5	50	92	300	7070-30	270	0,6
	12	5	60	92	250	7070-30	270	0,6
	12	5	75	89	300	7070-28	180	0,5
- Caddell-Burns								

Выходное напряжение определяется внутренним стабилизатором. В таблице приведены значения индуктивности дросселя.

Стабилизатор напряжения 5 В / 10 А на LT1074

Documentation Linear Technology, Publication Electron Tekelec, novembre 1989

Изменяя номиналы элементов схемы, можно получить выходное напряжение от 2,5 до 50 В. Стабилизация - ШИМ на частоте 100 кГц.



Понижающий преобразователь 5,1-24 В на L4963

CD-ROM Data on disc, SGS Thomson 1997

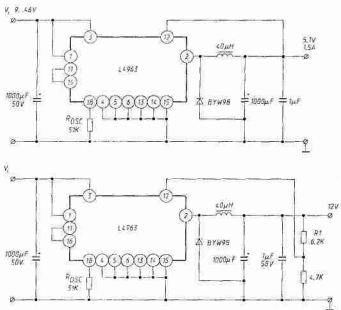


Рис. 185

Так как микросхема L4963 работает с внутренним опорным напряжением 5,1 В, ей не требуется делитель напряжения, если именно это значение должно быть получено на выходе. В противном случае средняя точка делителя должна быть подключена к выводу 12 при сопротивлениях резистора R1, составляющих соответственно 9 1 12 и 18 кОм для выходных напряжений 15, 18 и 24 В. Величина сопротивления, указанная для R₁ соответствует частотам преобразования от 45 до 80 кГц.

Понижающий преобразователь 28-5 В / 2,5 А на LM2579

General Purpose Linear Devices Nat onal Semiconductor p. 2-82

Частота преобразования, составляющая приблизительно 40 кГц, определяется емкостью конденсатора C1. Элементы, отмеченные звездочкой, препятствуют возникновению паразитных колебаний, которые могут появиться при подключении нагрузки к эмиттеру силового транзистора, входящего в состав интегральной схемы.

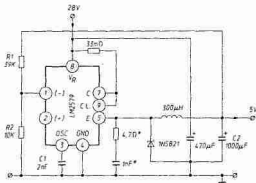


Рис. 186

Понижающий преобразователь 5 В / i А на LM3524D

General Purpose Linear Devices, National Semiconductor, p. 2-35

Через делитель напряжения из резисторов R4 и R5 половина опорного напряжения (5 В) подана на управляющий вход (NI) усилителя

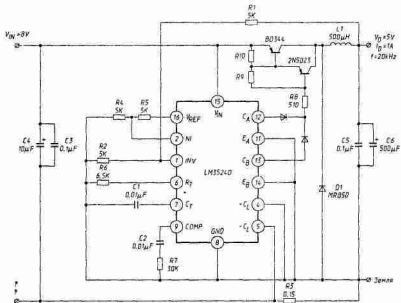


Рис. 187

ошибки. Таким образом, выходное напряжение определяется формулой $V = V (1 + R1/R2)$. Дроссель имеет 40 витков на тороидальном сердечнике Ferroxcube К 300502. Резистор R3 ограничивает выходной ток на уровне $200 \text{ мВ} / R3$, то есть порядка 1,3 А при номиналах, используемых в данной схеме. КПД составляет 80%, пульсации - 10 мВ полного размаха. Если входное напряжение изменяется от 10 до 20 В, то выходное - всего на 6 мВ, при колебаниях тока нагрузки от 0,2 до 1 А нестабильность на выходе составляет 3 мВ.

Предстабилизатор на тиристорах

Note d'application AN 32, Linear Technology

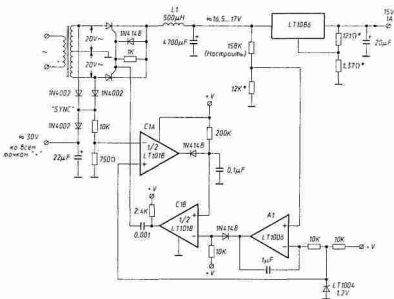


Рис. 188

Микросхема А1 сравнивает часть входного напряжения стабилизатора LT1086 с опорным напряжением (LT 1004). На компараторе С1А собран формирователь пилообразного напряжения частотой 50 Гц. Из этого сигнала и напряжения ошибки, получаемого на выходе усилителя А1, компаратор С1В формирует импульсы управления тиристорами.

Источник питания переносного компьютера на 3,3 или 5 В
CD-ROM TEMIC, note d'application AN710, 1997

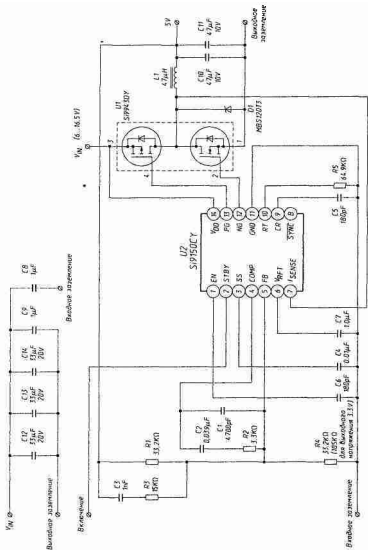


Рис. 189

Источник питания работает с никель-кадмиевой батареей состоящей из 6-10 элементов. Выходное напряжение зависит от сопротивления резистора R4. Выходной ток ограничивается на уровне 1,5-2 А.

Импульсный предстабилизатор для LT350

Note d application AN 32, Linear Technology

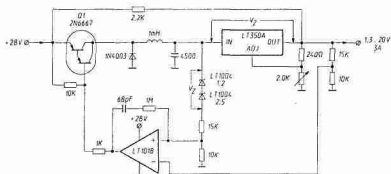


Рис. 190

Используя операционный усилитель в качестве мультивибратора, импульсный стабилизатор поддерживает разницу напряжений на выводах линейного стабилизатора (V_2) равной 3,7 В вне зависимости от требуемого выходного напряжения.

Понижающий преобразователь 9 В / 5 В на LT1073

Note d application, Linear Technology

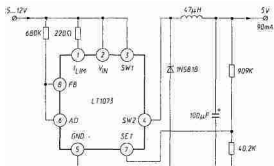


Рис. 191

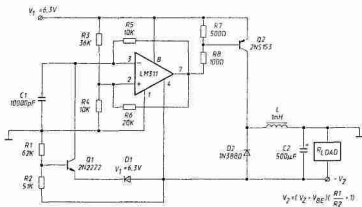


Рис. 193

Стабилизированный инвертор без дросселя

Linear Circuits Data Book, vol. 3, Texas Instruments, 1989 p. 2-73

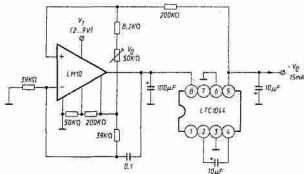


Рис. 194

Преобразователь **LTC1044** питается напряжением, регулируемым с помощью операционного усилителя. Модуль входного напряжения V_1 должен по крайней мере на 0,5 В превосходить выходное.

Инвертор без дросселя со стабилизацией

Linear Circuits Data Book vol. 3, Texas Instruments, 1989 p. 2-99

Переменная составляющая, присутствующая на выводе C2, выпрямляется с помощью удвоителя напряжения. Выходное напряжение подано в цепь обратной связи стабилизатора.

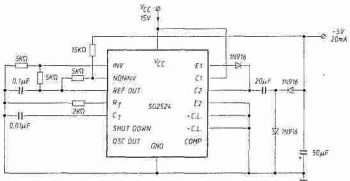


Рис. 195

Инвертор 5 В / 220 мА на MAX637

Seminar Applications Book, MAXIM, 1988/89 p. 80

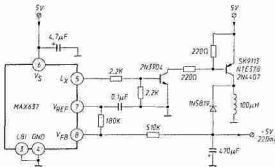


Рис. 196

Транзистор 2N3904 служит для инвертирования сигнала, поступающего с вывода L_x и управления ррр-транзистором средней мощности. Стабилизация - по выводу V_{FB} . При подключении к нему делителя на резисторах 82 кОм/15 МОм, на выходе - 24 В, 40 мА.

Инвертирующий преобразователь - 15 В / 0,3 А на LM1578

Linear Databook 1 National Semiconductor, 1987 p. 1-195-1-207

Частота определяется элементами, подключенными к выводу 3. Защита от перегрузок срабатывает, если напряжение на резисторе R3 достигает ПО мВ.

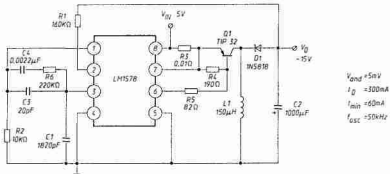


Рис. 197

Стабилизатор напряжения -5 В / 1,5 А на LT1074

Documentation Linear Technology, Publication Electron Teke e novembre 198

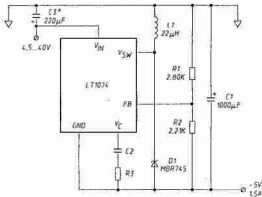


Рис. 198

Стабилизация с ШИМ на частоте 100 кГц. Встроенный ключевой транзистор выдерживает 60 В, 5 А.

Маломощные преобразователи на MAX635/6/7

Sem no Applications Book, MAXIM, 1988/89, p. 80

Выходное напряжение определяется внутренним стабилизатором. В таблице приведены значения индуктивностей дросселя.

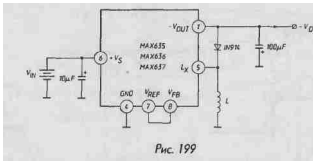


Рис. 199

Таблица крис. 199

MAX635	(B)	(B)	a	■			
		-5	25	76	6860-19	330	0,35
		-5	40	79	6860-19	330	0,35
		-5	45	85	6860-21	470	0,4
		-5	50	90	6860-23	680	0,55
MAX636		-12	12	74	6860-19	330	0,35
		-12	30	84	6860-19	330	0,35
		-12	40	89	6860-21	470	0,4
MAX637		-15	2	65	6860-21	470	0,4
		-15	8	77	6860-19	330	0,35
		-15	25	85	6860-19	330	0,35
* Caddell-Burns, Nr. (516) 746-2310							

Инвертор для телекоммуникационных систем на MAX641

Seminar Applications Book, MAXIM. 1988/89. p. 82

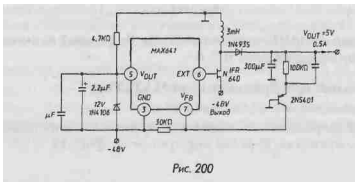


Рис. 200

Схема обеспечивает 5 В, 0,5 А при входном отрицательном напряжении -48 В. Вывод V служит для стабилизации и фильтрации напряжения 12 В, которое схема вырабатывает для управления затвором МОП транзистора.

Преобразователи средней мощности на MAX635/6

Seminar Applications Book, MAXIM, 1988/89 p. 80

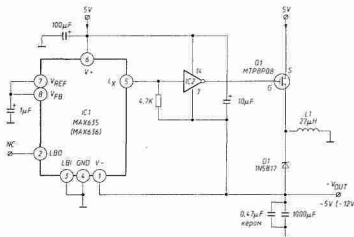


Рис. 201

Используя номиналы, указанные на рисунке, с помощью данной схемы получают -5 В при 400 мА (для MAX635, где КПД составляет 70%) или -12 В при 150 мА (для MAX636, КПД - 75%). Снижение КПД на 5-6% и применение дросселя L1 с индуктивностью 18 мкГн приводит к повышению выходного тока на 25%. Интегральная схема IC2 состоит из шести параллельно включенных КМОП инверторов.

Следящий инвертор на MAX634

Documentation MAXIM, Electronique Radio Plans № 104 p. 43-49

Стабилизатор с внешним резисторным делителем R1/R2 работает так, чтобы входное и выходное напряжения имели равные абсолютные значения. При 5 В на входе ток нагрузки составляет 30 мА, а при 9 В - 50 мА.

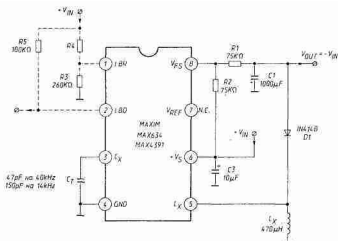


Рис. 202

Инвертор 5 В / 100 мА на TL497A

Product Applications, vol. 1, Texas Instruments, 1986 p. 6-29-6-45

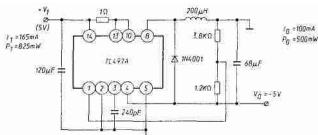


Рис. 203

Встроенный диод стабилизатора (между выводами 6 и 7) в инверторе использовать нельзя. Напряжение пульсаций составляет менее 50 мВ, КПД достигает 61%.

Инвертор 15 В / 1 А на LM2579

General Purpose Linear Devices, National Semiconductor, p. 2-85

При токе нагрузки I_L в пределах от 0,1 до 1 А выходное напряжение меняется на 30 мВ. КПД равен 75%. По абсолютному значению

выходного напряжения U_2 можно вычислить индуктивность дросселя:

$$L = U_1^2 U_2 / [\Delta I_L (U_1 + U_2)^2 f_{ос}]$$

где $\Delta I_L = 2 I_L (U_1 + U_2) / U_1$ и $f_{ос} = 8 \times 10^5 / C_1$

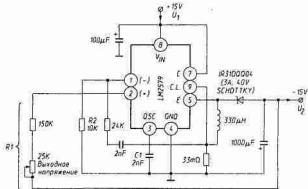
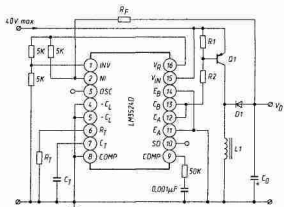


Рис. 204

Инвертор на 3524D

General Purpose Linear Devices, National Semiconductor, p. 2-33

Эта схема может применяться при входных напряжениях больших 8 В. Формулы для вычисления номиналов элементов приведены



$$R_F = 5K(1 - \frac{V_d}{2.5})$$

$$f_{ос} = \frac{1}{R_f C_f}$$

$$L = \frac{2.5 V_d V_W}{f_{ос} (V_d + V_W) I_d}$$

$$C_D = \frac{I_d V_d}{4V_d f_{ос} (V_d + V_W)}$$

Рис. 205

рядом с рисунком. Сопротивления резисторов R1 и R2 выбираются в зависимости от используемого транзистора и с учетом максимального тока (200 мА), который можно получить на выходах C_A и C_B

Источник питания для ЖК дисплея

Documentation Linear Technology

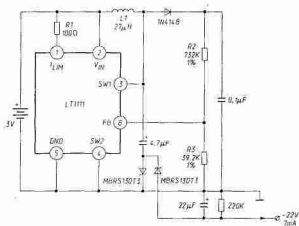


Рис. 206

Выходное напряжение может быть изменено за счет выбора номиналов резисторов делителя R2/R3. Если есть источник питания ни 5 В, можно при R1 равном 47 Ом получить напряжение -22 В при токе нагрузки 40 мА.

ИМПУЛЬСНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ НА НЕСКОЛЬКО НАПРЯЖЕНИЙ

Предстабилизатор на L296

Industry Standard IC Databook SGS Thomson Microelectronics, 1989 p. 205

Обеспечивая выходное напряжение трех стабилизаторов с малым внутренним падением напряжения, микросхема L296 работает как экономичный преобразователь. Остальные стабилизаторы подавляют остаточные пульсации и обеспечивают индивидуальную защиту каждого выхода от перегрузки.

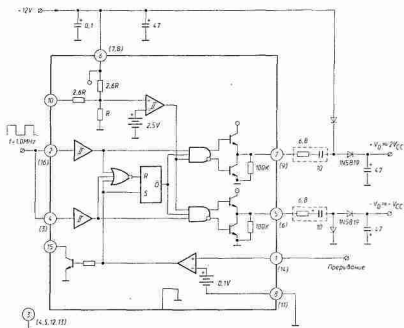


Рис. 208

миллиампер можно получить с помощью микросхемы MC34153 выпускаемой в корпусе POWER-TAB.

Импульсный предстабилизатор

CD-ROM Data on disc, SGS Thomson 1997

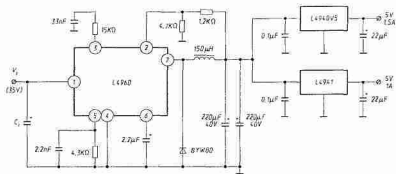


Рис. 209

Благодаря тому что линейные стабилизаторы L4940 и L4941 имеют падение напряжения на регулирующем элементе около 0,5 В, схема имеет высокий КПД.

Источник питания ± 5 В от батареи на 9 В, выполненный на ICL7660

Data Book Intersil, 1981, p. 5-161 - 5-166

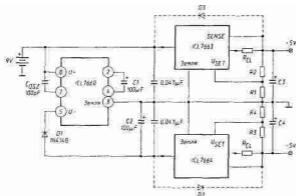


Рис. 210

Схема обеспечивает на выходе симметричное напряжение от батареи на 9 В. Работает при минимальном напряжении 6,5 В. Сопротивления резисторов R_{CL} (ограничение по току) и R1, R2 (программирование выходного напряжения) зависят от используемых стабилизаторов на 5 В.

Двухполярный источник питания ± 12 В на MAX632/6

Seminar Applications Book, MAXIM, 1988/89, p. 147

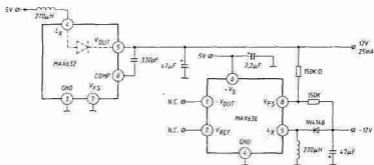


Рис. 211

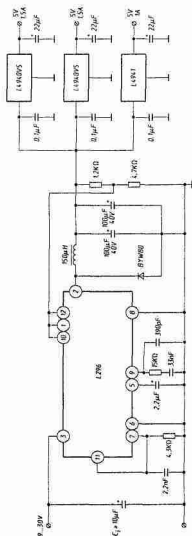


Рис. 207

Бездроссельный инвертор/удвоитель на MC34152/153

Publication Motorola, Kompass 21 1989

Данная схема используется на частотах преобразования в диапазоне от 100 кГц до 1 МГц. Выходной ток до нескольких десятков

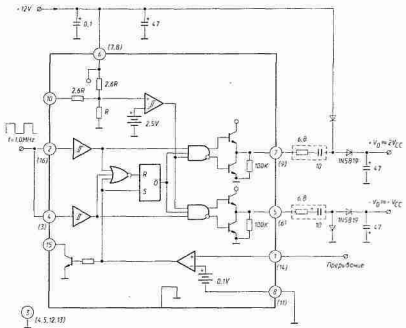


Рис. 208

миллиампер можно получить с помощью микросхемы MC34153 выпускаемой в корпусе POWER-TAB.

Импульсный предстабилизатор

CD-ROM Data on disc, SGS Thomson 1997

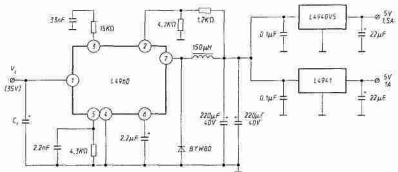


Рис. 209

Благодаря тому что линейные стабилизаторы L4940 и L4941 имеют падение напряжения на регулирующем элементе около 0,5 В, схема имеет высокий КПД.

Источник питания ± 5 В от батареи на 9 В, выполненный на ICL7660

Data Book Intersil, 1981, p. 5-161 - 5-166

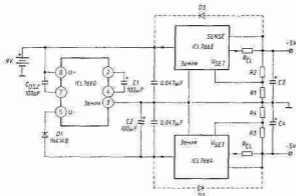


Рис. 210

Схема обеспечивает на выходе симметричное напряжение от батареи на 9 В. Работает при минимальном напряжении 6,5 В. Сопротивления резисторов R_{CL} (ограничение по току) и $R1, R2$ (программирование выходного напряжения) зависят от используемых стабилизаторов на 5 В.

Двухполярный источник питания ± 12 В на MAX632/6

Seminar Applications Book, MAXIM, 1988/89, p. 147

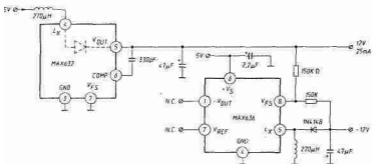


Рис. 211

Преобразователь отрицательного напряжения через свой вывод 8 и делитель $2 \times 150 \text{ кОм}$ связан с выходом стабилизированного преобразователя положительного напряжения MAX632.

Синхронизация трех микросхем L296

Industry Standard IC Databook, SGS Thomson Microelectronics, 1989, p. 111-133

Три стабилизатора, связанные через выводы 7, работают на одной частоте, значение которой определяется резистором, подключенным к выводу 11 первого стабилизатора. Тиристор открывается при повышении выходного напряжения на 20%.

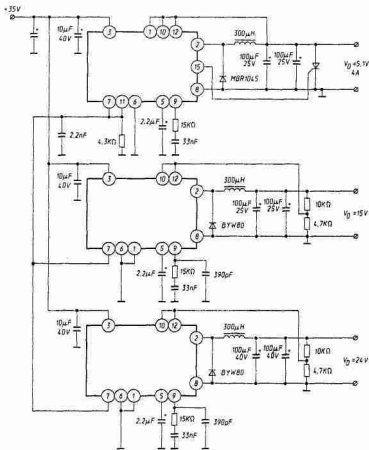


Рис. 212

Сдвоенный 11 Ваттный импульсный источник питания

CD-ROM Data on disc, SGS Thomson 1997

Получая питание 5 В от первичного источника, импульсный стабилизатор L4985 вырабатывает напряжение 3,3 В для логических схем п 12 В для флэш-памяти.

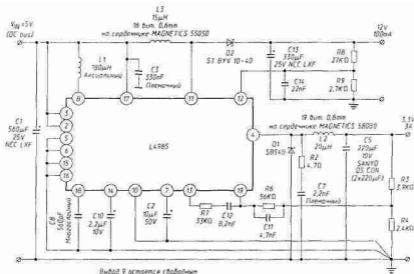


Рис. 213

ИМПУЛЬСНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ С ВЫХОДНЫМ ТРАНСФОРМАТОРОМ

Двухполярный источник ± 12 В на LM1578

Linear Da abook 1 National Semiconductor, 1987, p. 1-195-1-207

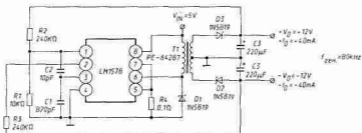


Рис. 214

Усилитель сигнала ошибки используется таким образом, чтобы напряжение между двумя выходами поддерживалось равным 24 В.

Двухполярный источник ± 15 В / 20 мА на MAX630

Documentation MAXIM. *Electronique Radio Plans* № 104, p. 43-49

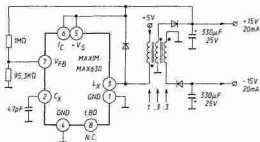


Рис. 215

Стабилизация идет по положительному напряжению. Трансформатор представляет собой броневой сердечник размером 14x8 мм с индуктивностью первичной обмотки 220 мкГн. Используются диоды типа Шоттки, например 1N4148 или эквивалентный.

Микромощный источник питания ± 12 В на MAX634

Documentation MAXIM. *Electronique Radio Plans* № 104, p. 43-49

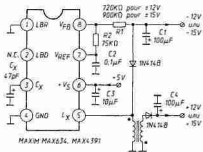


Рис. 216

Инвертор MAX634 применяет в качестве дросселя первичную обмотку трансформатора (броневой сердечник размером 14x8 мм с индуктивностью первичной обмотки 220 мкГн). Выход отрицательного напряжения стабилизирован и может обеспечить ток от 10 до 15 мА при условии, что по шине положительного напряжения потребление невелико.

Стабилизированный преобразователь 5 В / 1 А на MAX641

Seminar Applications Book, MAXIM, 1988/89, p. 68

Преобразователь работает на частоте 50 кГц. Индуктивность первичной обмотки трансформатора (коэффициент трансформации 1:1)

составляет 7,27 мкГн пиковое значение тока 7,15 А. На графике представлена зависимость характеристической индуктивности A_L (в нГн на квадрат числа витков) для ферритовых сердечников различных размеров от условий применения.

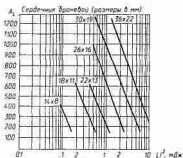
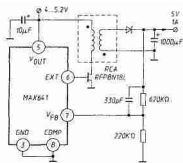


Рис. 217

Стабилизированный преобразователь 5 В / 8 А на PWM125

Mospower Applications, *SI con x* 1984, p. 6-51

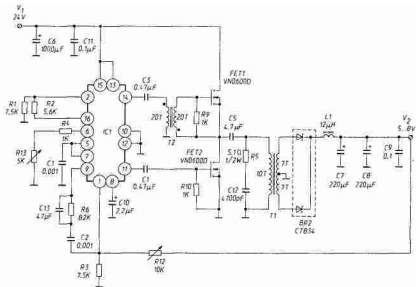


Рис. 218

Два МОП транзистора проводят ток попеременно, управляет ими сигнал переменной скважности. Данная схема не содержит цепи защиты от перегрузки.

Стабилизатор 5 В / 5 А на SG1524

IndustryStandardAnalog IC Databook, SGS Thomson Microelectronics, 1989, p. 755-761

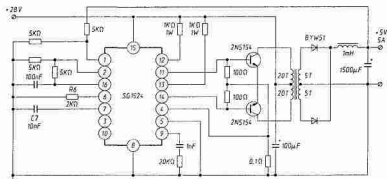


Рис 219

Двухтактный усилитель подключен непосредственно к выводам 11 и 14. Стабилизация с ШИМ. Частота определяется по формуле $1,18 / R6C7$. Ограничение по току начинает действовать, когда падение напряжения на резисторе с сопротивлением 0,1 Ом составит 0,2 В. Идентично микросхеме CS3524, Cherry Semiconductor.

Стабилизированный источник ± 15 В / 200 мА на SG1524

IndustryStandardAnalog IC Databook, SGS-Thomson Microelectronics, 1989, p. 755-761

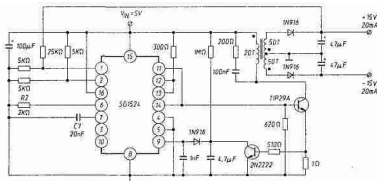


Рис. 220

Стабилизация с ШИМ. Частота определяется по формуле $1,18 / R6C7$. Транзистор 2N2222 обеспечивает защиту от короткого замыкания, которая срабатывает при токе 0,7 А в первичной обмотке трансформатора.

Стабилизированный двухтактный преобразователь 5 В / 10 А

AiKoehler, R. Schffel Funschau Munich, № 12, 13/86, p. 51-54

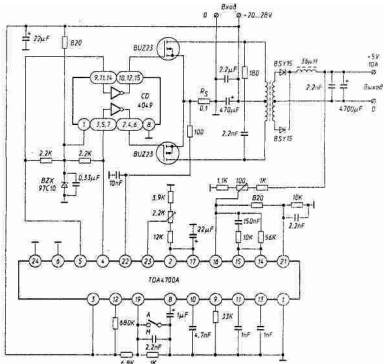


Рис. 221

Управление мощными МОП транзисторами производится при помощи **шестеренного КМОП** инвертора с параллельным включением трех элементов в каждом канале.

Стабилизированный 270-ваттный преобразователь на TDA4700

W. Hirschmann Elektronik Munich, № 6/82, p. 101-104

Два МОП транзистора проводят ток попеременно, с частотой преобразования 20 кГц. Схема блока управления (TDA4700) приведена на рис. 223.

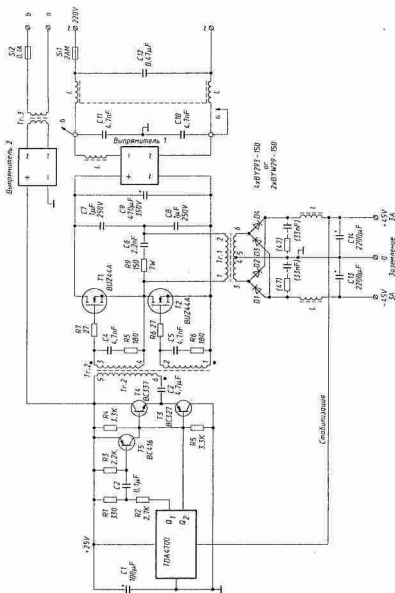


Рис. 222

Блок управления на TDA4700

W. Hirschmann Elektron k Munich, №6/82, p. 101 104

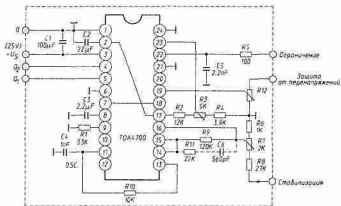


Рис. 223

На данном рисунке показана схема блока управления стабилизатором (см. рис. 222). Цепь защиты от перенапряжения может подключаться либо на выходе, либо на входе.

Источник питания для флоппи-дисков на TL593

Product Applications, vol. 1, Texas Instruments, 1986 p. 6-25

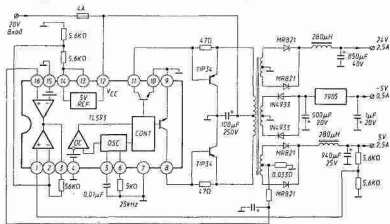


Рис. 224

Данная схема источника питания обеспечивает 24 В для двигателя и ± 5 В для логических схем. В контуре стабилизации выходное напряжение +5 В сравнивается с опорным. Пороговый уровень ограничения тока определяется напряжением 80 мВ на резисторе, имеющем сопротивление 33 МОм (вывод 16).

ИМПУЛЬСНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ С ГАЛЬВАНИЧЕСКОЙ РАЗВЯЗКОЙ

Стабилизация по вспомогательной обмотке на HS 7067

Linear Databook] National Semiconductor, 1987, p. 1-14

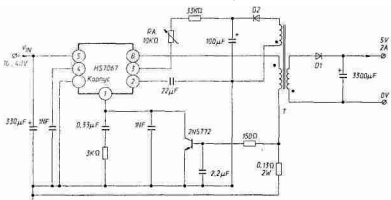


Рис. 225

Схема работает на частоте 100 кГц, минимальная нагрузка составляет 1 А. Применяется трансформатор типа Ferrago cube 1811-PA250-3B7, первичная обмотка имеет 8 витков, вторичная - 6, обратной связи - 25. Представленная схема может использоваться с выходным напряжением до 40 В.

Стабилизированный 20-ваттный преобразователь

Documentation Teledyne Semiconductor, Publication Electron Tekelec, novembre 1989

Сравнение напряжений производится с помощью обмотки трансформатора на 10 В. Вход и выход полностью изолированы друг от друга.

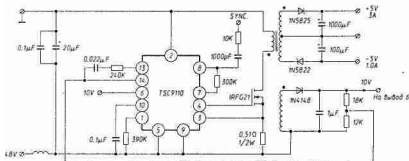


Рис. 226

Источник напряжения ± 15 В / ОД А на LM3524

Linear Applications Handbook, На on Semiconductor, 1986, p. 950

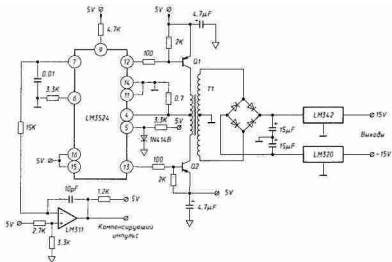


Рис. 227

При управлении выходными транзисторами двухтактного усилителя в режиме без перекрытия импульсов уровень помех снижается. Кроме этого, в схеме формируется специальный импульс, который можно подать в саму систему для компенсации коммутационных помех.

Изолированный стабилизатор 5 В / 3 А на HS7067

Linear Da abook1 National Semiconductor, 1987, p. 1-7- 1-16

На выходе используется микросхема LM385, формирующая сигнал ошибки, который передается через оптрон. Транзистор оптрона включен по схеме с общим коллектором, для стабилизации применяется микросхема LM340. Сопротивление 0,13 Ом определяет уровень ограничения тока.

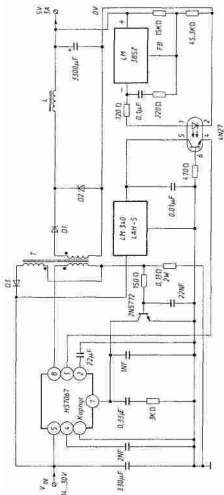


Рис. 228

Изолированный преобразователь 15 В на MAX641

Seminar Applications Book, MAXIM, 1988/89 p. 82

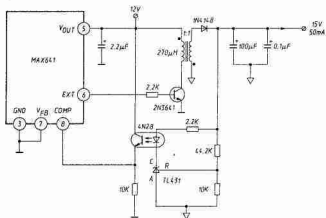


Рис. 229

Источник опорного напряжения включен в выходной цепи. Это программируемый стабилитрон, который работает на оптрон.

Изолированный источник напряжения 5 В

Linear Integrated Circuits, Raytheon, p. 11-22

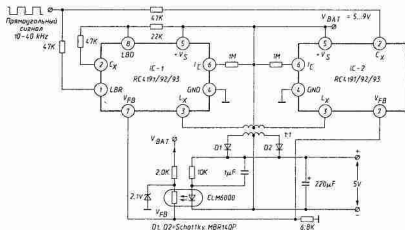


Рис. 230

и усилителем ошибки. Конденсатор емкостью 8,2 нФ (1) включен в цепи внутренней схемы ограничения выходного тока.

Оптоэлектронная развязка 50-ваттного стабилизатора на TDA4718

SIPMOS Transistors, publication Siemens, 1983 p. 53

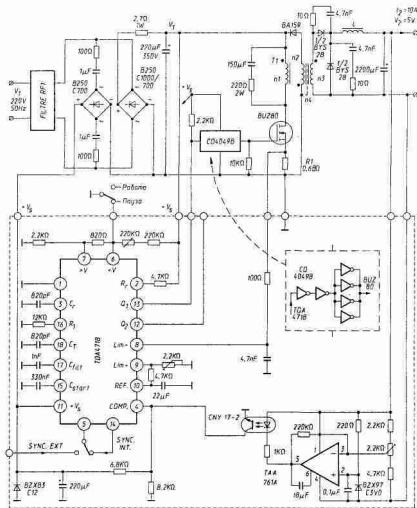


Рис. 232

Ключевой транзистор выдерживает пики напряжения до 730 В. Обмотка p4 трансформатора является экраном (медная фольга). Два из шести инверторов микросхемы CD4049 соединены последовательно, остальные — параллельно.

Источник питания 5 В / 7 А на TDA4919

Circuits Integres pour Applications Industrielles, Manuel Siemens, 1989/90, p. 243-260

Номиналы элементов, подключенных к выводам 18 и 19, зависят от схемы оптоэлектронной связи, которая должна быть предусмотрена на выходе (рис. 233). Дроссель L1 имеет сердечник типа ETD39, материал N27, характеристическая индуктивность $A_1 = 340$ нГн, 6 витков ($L = 12$ мкГн). В трансформаторе TR1 сердечник типа 39, материал N67, без зазора, $w_1 = w_2 = 52$ витка, $w_3 - w_4 = 3$ витка.

Схема оптоэлектронной развязки для 50-ваттного преобразователя

C. Desai, Elekt on k Munich, 1984, p. 116 117

Схема функционирует на частоте преобразования 100 кГц, выходные напряжения регулируются с помощью микросхемы MC1723 работающей на оптрон (рис. 234).

Оптоэлектронная развязка 15-ваттного источника питания

CD-ROM TEMIC, 1997, note d appl cat o#N 703

Мощный МОП транзистор должен выдерживать 25 А, 60 В (корпус ТО-220) - см. рис. 235. Три фильтрующих дросселя (L2) имеют общий сердечник, аналогичный сердечнику трансформатора.

Оптоэлектронная развязка 20-ваттного источника питания

CD-ROM TEMIC, 1997, note d appl cat o#N 701

Сигнал с оптрона поступает на вход усилителя ошибки (вывод 5), на другой вход (вывод 4) подана часть опорного напряжения (рис. 236). На вывод 16 подается сигнал, пропорциональный току в дросселе, и сравнивается с выходным напряжением усилителя ошибки (вывод 6). Частота колебаний составляет 500 кГц.

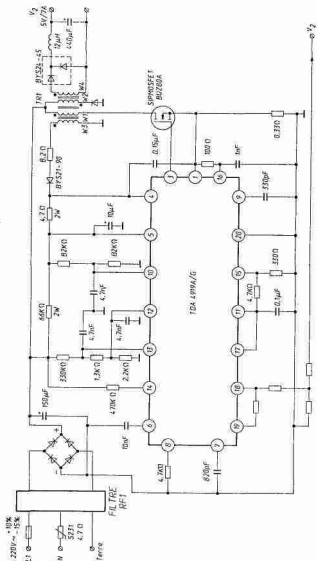


Рис. 233

(Сердечник #10) ПУ-00 - 3(В) (Сердечник #10) ПУ-250 - 3(В)

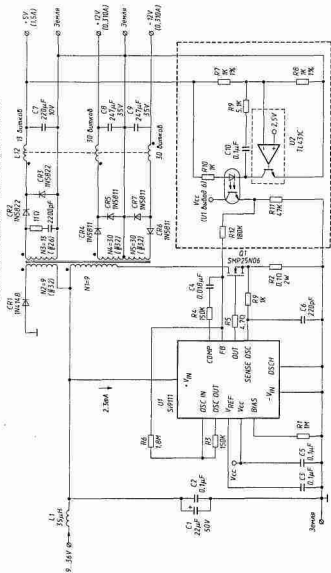


Рис. 235

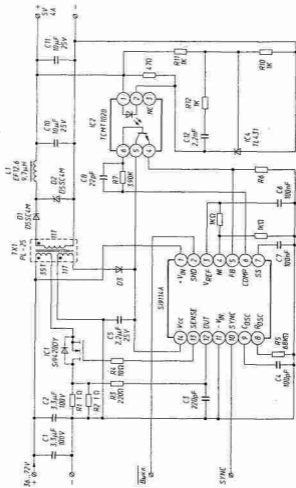


Рис. 236

1	Базовые схемы	7
2	Линейные источники питания	27
3	Импульсные источники питания	75

4 **ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЯ**

Преобразователи без дросселя

Преобразователи

с трансформатором на выходе

Преобразователи

для осветительных приборов

Дополнительные схемы

Приложения

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ БЕЗ ДРОССЕЛЯ

Инвертор на Si7660/i (LMC7660/1)

CD-ROM TEM C 1997, note d'application AN 401

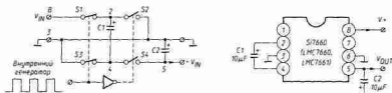


Рис. 237

В диапазоне от 1,5 (для Si7660) до 20 В (Si7661) выходное напряжение на холостом ходу равно по модулю входному с точностью до 0,1% (при Si7660) или до 0,3% (Si7661), но отрицательное. Когда выходной ток достигает 40 мА, выходное напряжение падает приблизительно на 1 В в случае использования источника питания 5 (при Si7660) или 15 В (Si7661). Вывод 7 должен быть свободным, если схема работает при напряжении ниже 3,5 (Si7660) или 9 В (Si7661).

Дополнительное отрицательное напряжение от LTC1044

Линейные цепи данных, том 3, Texas Instruments; 1989, с. 2-67

Используется тот же принцип, что и в предыдущей схеме, однако эта схема может применяться (если необходимо) с внешним генератором. Работает в диапазоне от 1,5 до 9 В. Внутреннее сопротивление - 80 Ом; емкость $C1 = C2 = 1 \text{ мкФ}$ при частоте $f = 10 \text{ кГц}$.

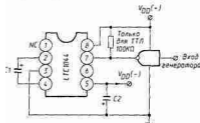


Рис. 238

Удвоитель и инвертор/удвоитель напряжения

CD-ROM TEMIC, 1997, note d'application AN 401

Рис. 239 микросхемы Si7661 или LMC7661 используются для получения постоянного напряжения, равного удвоенному напряжению

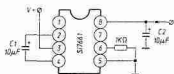


Рис. 239

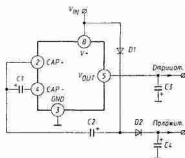


Рис. 240

питания $V+$. Рис. 240: схема выдает отрицательное напряжение, равное напряжению питания, уменьшенному на V_{D} диода, а также положительное напряжение, равное удвоенному напряжению питания, уменьшенному на $2 V_{\text{D}}$ (двух диодов).

Дополнительное положительное напряжение от LTC1044

Linear Circuits Data Book, vol. 3, Texas Instruments, 1989 p. 2-69

Используется тот же принцип, что и в предыдущей схеме, однако в данном случае возможно применение схемы при более низких напряжениях. Цепь, обозначенная пунктиром, необходима только в случае, если $V_{\text{DD}} < 3 \text{ В}$.

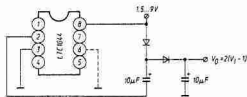


Рис. 241

Утроитель и учетверитель напряжения для LTC1044

Linear Circuits Data Book, vol. 3, Texas Instruments, 1989 p. 2-71

Схема используется при входном напряжении V_{DD} от 2 до 9 В. Резистор сопротивлением 1 МОм обозначенный пунктиром, необходим только в том случае, если $V_{\text{DD}} < 3 \text{ В}$.

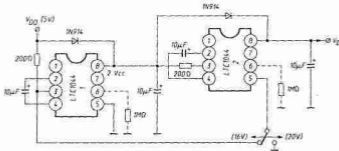


Рис. 242

Дополнительное отрицательное напряжение от RC4193

Linear Integrated Circuits, Raytheon, p. 11 21

Генерирует отрицательное напряжение, равное напряжению питания V_1 за вычетом потерь на диодах и транзисторах. Используется в диапазоне до 24 В, 10 мА.

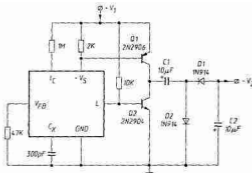


Рис. 243

Бестрансформаторный преобразователь на МОП транзисторе, 12 В / 110 мА

Siemens Components № 1/83 - Funkschau Munich, № 6/83, p. 248

Через включенный по схеме с общим стоком транзистор Т1 конденсатор С3 заряжается до напряжения приблизительно на 3 В меньшего, чем напряжение на стабилитроне D4. Переменное напряжение со сдвигом по фазе (определяемым емкостью конденсатора С1)

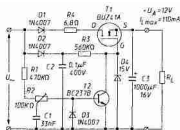


Рис. 244

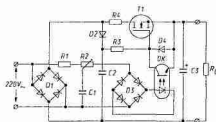


Рис. 245

открывает транзистор Т2, что прекращает заряд конденсатора С3 в начале каждой положительной полуволны. Другой вариант этой схемы, содержащий оптрон (рис. 245), позволяет получать более высокие выходные напряжения и отличается меньшими пульсациями.

Бестрансформаторный преобразователь на МОП транзисторе 4,8 В / 110 мА

Siemens Components № 1/83 - Funkschau Munich, № 6/83, p. 332

Вариант предыдущей схемы, где вместо оптрона для более точного определения момента перемены полярности напряжения сети 50 Гц используется двойной операционный усилитель. Рассеиваемая мощность равна 3 Вт.

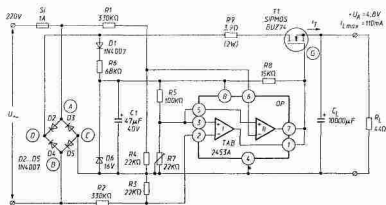


Рис. 246

Удвоители на комплементарных МОП транзисторах

VMOS Application Ideas brochure 6240 - 09 - 1 E, IIT Intermetall p. 7

Управление схемой может производиться прямоугольным сигналом, равным напряжению питания V_S если оно не превышает 10 В. Более высокое напряжение (рис. 248) требует использования дополнительных конденсаторов (С3, С4), чтобы не превысить предельного напряжения затвора. Диоды в цепях затвор-исток необходимы только в том случае, если они не содержатся в транзисторах.

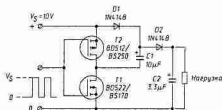


Рис. 247

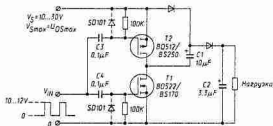


Рис. 248

Активный умножитель на 4 кВ

L. H. Bannister, Electronics, New York, 10 juillet 1975, p. 95

Для получения напряжения 4 кВ требуется 20 каскадов. Прямоугольный сигнал частотой 400 Гц (V_{IN}) подается на каскады таким образом, чтобы все С1 образовывали плавающие источники напряжения для каждого последующего каскада. После заряда в параллельном включении конденсаторы соединяются последовательно.

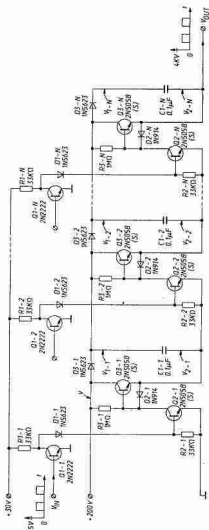


Рис. 249

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ С ТРАНСФОРМАТОРОМ НА ВЫХОДЕ

Источник питания 15 В / 0,5 А без переключения 110/220 В

Siemens Bauteile, report 5/75, p. 150 151

Максимальная длительность открытого состояния может быть ограничена подстройкой переменного резистора P1, а с помощью P2 выставляется выходное напряжение. Частота преобразования - приблизительно 16 кГц.

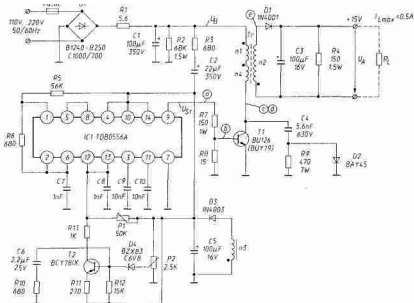


Рис 250

Схема стабилизации по первичной обмотке для MAX635

Seminar Applications Book, MAXIM, 1988/89 p. 83

По первичной обмотке схема включена как стабилизированный инвертор, выдающий -5 В в точке А. На вторичной обмотке присутствует такое же напряжение с точностью до 10%. Коэффициент трансформации 1:1, сердечник 14x8 мм, индуктивность первичной обмотки 270 мкГн, сопротивление меньше 0,5 Ом.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ НАПЯЖЕНИЯ

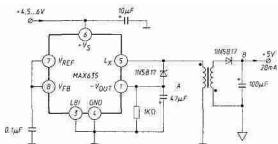


Рис.251

Двухполярный источник ± 5 В на Si9100

Interface, publication Siliconix, hiver 1987/88, p. 21

Запускается при напряжении V_1 равном 44-70 В, в дальнейшем работоспособен до 23 В. В режиме короткого замыкания выходной ток составляет 30 мА. Выходное напряжение в зависимости от нагрузки колеблется от 5,05 до 5,75 В. Сердечник трансформатора - Ferrgoxcube типа RM8 PA630-3B7, N_p - 77 витков, $N_{S1} = N_{S2} = 18$ витков, $N_{сн} = 35$ витков.

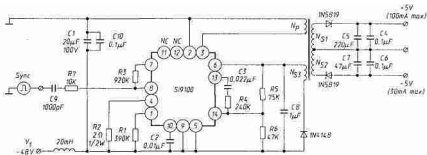


Рис 252

50-ваттный трехполюсник-удвоитель/делитель напряжения

Power MOSFET Circuit Ideas publication GE-RCA MDI 470 p. 7

В зависимости от того, как подключены питание и нагрузка к трем выводам схемы, получают либо повышающий, либо понижающий преобразователь. Насыщающийся трансформатор T2 дает некоторый стабилизирующий эффект.

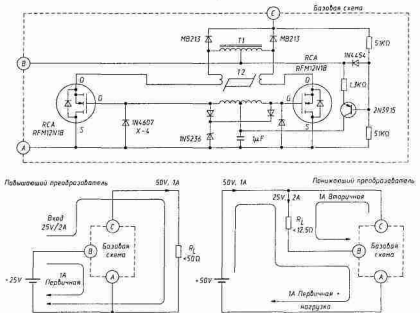


Рис. 253

25-ваттный преобразователь для аккумулятора на 6 В

Elektronik Schaltungen Publication Siemens, 1982, p. 140

Работает на частоте, составляющей приблизительно 3 кГц, в режиме класса В с пиковым током коллектора 9 А. Трансформатор типа ЕЕ42, материал N27, воздушный зазор 1 мм, n_1 и n_2 по 16 витков провода диаметром 1,2 мм, n_3 и n_4 по 10 витков провода диаметром 0,22 мм, n_5 - 1200 витков провода диаметром 0,2 мм.

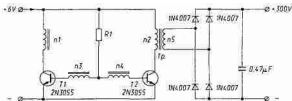


Рис. 254

Двухтактная 70-ваттная схема на МОП транзисторах

SIPMOSTransistorspublication Siemens, 1983, p. 56

Частота колебаний мультивибратора (BC549) составляет 70 кГц, КПД от 85 до 90%. Настройка симметрии производится при мощности в нагрузке приблизительно 50 Вт по наименьшему входному току.

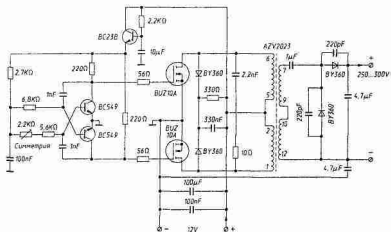


Рис 255

Источник питания 6 кВ / 50 мкА

Power MOSFET Circuit Ideas publication GE RCA MDI 470, p. 26

В качестве трансформатора используется автомобильная катушка зажигания (на 12 В). Задающим генератором служит четырехслойный диод (динистор 4 Е 20 - 8, ИТТ-Intermetall) совместно с конденсатором С1.

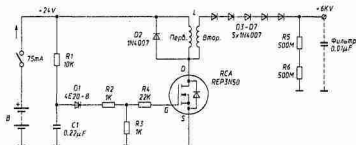


Рис. 256

25-ваттный источник питания для телевизора на TDA4601

Manuel Circuits Integres Grand Public, Siemens, 1986/87, p. 499-525

Варистор (терморезистор с положительным ТКС) действует в течение нескольких секунд после подачи напряжения для облегчения режима запуска. Вместе со внутренней схемой ограничения выходного тока используется конденсатор емкостью 8,2 нФ (1).

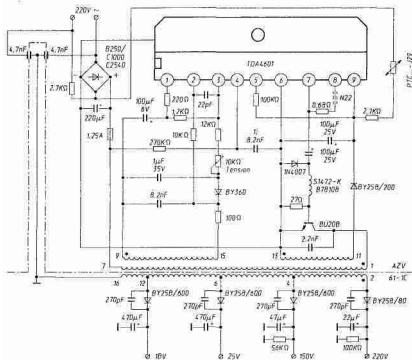


Рис 257

60-ваттный источник питания для видеотехники на TEA2019

Video ICs Databook, SGS Thomson Microelectronics, 1989, p. 993-1000- T. Pierre, Toute l'Electronique, № 12/88, p. 27-31

Рабочая частота, составляющая 15 кГц, может быть синхронизирована с частотой строк телевизора. Порог срабатывания схемы ограничения по току (вывод 12) равен 1 В.

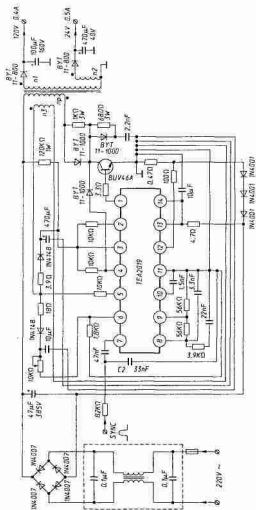


Рис. 258

Преобразователь 100 Вт, 100 кГц на SG3524

G. Ortler Funschaw Munich, № 7/81, p. 70-72. - Power Supply Application Manual, SGS Thomson 1985 p. 755-761

Сквозность и частота могут быть подстроены с помощью потенциометров сопротивлением 10 и 50 кОм, Трансформатор ферритовый

броневой, 36x22, $A_L = 7600$, воздушный зазор 0,2 мм, первичная обмотка 2x50 витков.

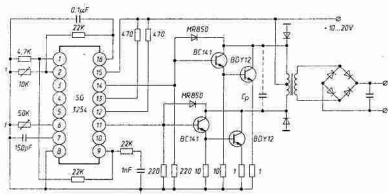


Рис. 259

400-ваттный двухтактный преобразователь

Noticed Appl cat on CA 123, Texas Instruments

Диоды CR2 и CR3 должны выдерживать 100 В, 3 А; диоды вторичной обмотки - 200 В, 5 А. В схеме используется управляющий насыщающийся трансформатор (типа 52029 - 2 А, Magnetics, Inc.).

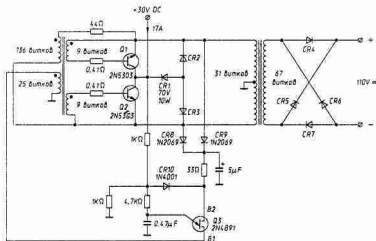


Рис. 260

Выходной трансформатор имеет сечение $3 \times 3,2$ см. Частота преобразования составляет 3 кГц, КПД - 80%.

Источник питания 500 Вт, 200 кГц на CS3842A

IC Data Book, CherrySemiconductor, 1989, p.4 35-4-48

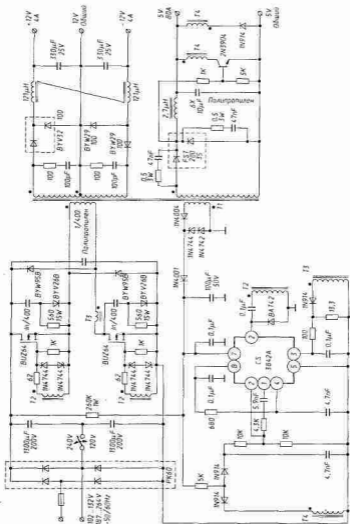


Рис. 261

Два МОП транзистора работают в асимметричном режиме (см. рис. 260). Общая мощность потерь составляет приблизительно 125 Вт. В приведенной ссылке можно найти сведения по использованным трансформаторам и дросселям.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДЛЯ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Преобразователь для 8-ваттных ламп дневного света

Elektronik Schaltungen publication Siemens, 1982 p. 142

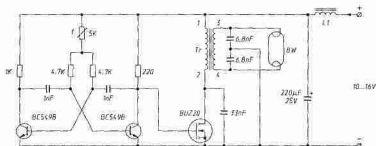


Рис. 262

Работает в режиме класса В на частоте 100 кГц. Трансформатор настроен в резонанс. Разместив первичную и вторичную обмотку в отдельные секции, получают необходимую для запуска индуктивность рассеивания. Сердечник ЕЕ 20/0,5 L из материала N27. Между точками 1 и 2 - 30 витков жгутом из 15 жил провода диаметром 0,1 мм. Между точками 3 и 4 - 180 витков провода диаметром 0,18 мм. Дроссель L1 - стержень диаметром 6 мм, индуктивность - 7 мкГн, сопротивление - 0,2 Ом.

Преобразователь для 4-ваттных ламп дневного света

Elektronik Schaltungen publication Siemens, 1982, p. 142

Работает на 20 кГц в режиме В, пиковый ток коллектора составляет 3,2 А. Схема между выводами I и II обеспечивает устойчивый пуск. Обычный балласт заменен трансформатором со слабой связью,

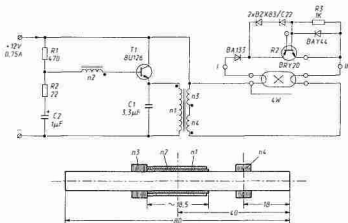


Рис. 263

выполненным на ферритовом стержне 6x80 мм из материала М25; $n_1 = 23$ витка провода диаметром 0,8 мм, $n_2 = 33$ витка провода диаметром 0,4 мм, n_3 и n_4 - по 220 витков провода диаметром 0,17 мм.

Преобразователь для 65-ваттных ламп дневного света

Elektronika und Energie publication Siemens, 1982, p. 142

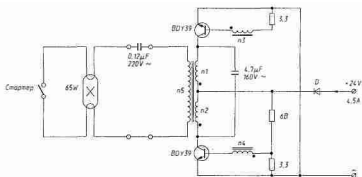


Рис. 264

Работает в режиме класса В на частоте 4 кГц. Обычный стартер формирует при включении пиковое напряжение 700 В. Трансформатор Siferrit 2 x E55 из материала N27; п1 и п2 по 10 витков провода диаметром 1 мм, п3 и п4 по 2 витка провода диаметром 0,75 мм, п5 = 120 витков провода диаметром 0,75 мм.

Электронный балласт на BUZ41A для ламп дневного света

SIPMOS Transistors, publication Siemens, 1983, p. 34

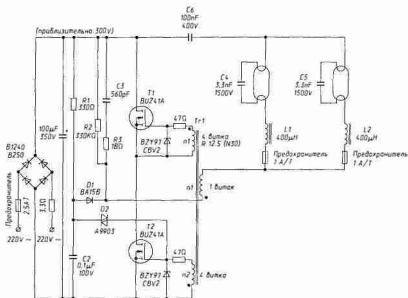


Рис. 265

По сравнению с классической схемой потребление энергии снижено на 25%. Обеспечивается питание двух ламп по 50 Вт. Трансформатор представляет собой ферритовый тор типа R125 материал N30. Дроссели (сердечник EF25 материал N27, воздушный зазор 4 мм) содержат по 1175 витков из литцендрата 15x0,1 мм.

Электронный балласт для ламп дневного света

Power MOSFET Circuit Ideas publication GE-RCAMDI 470, p. 21

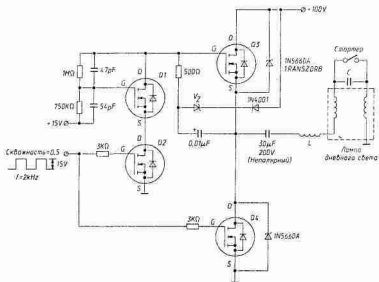


Рис 266

Необходимый сдвиг уровня управляющего напряжения достигается за счет каскадного включения транзисторов Q1 и Q2. Стабилитрон V_Z определяет величину напряжения на затворе Q3 и, следовательно, ток короткого замыкания. Защитный диод (Transzorb) типа 1N5660A ограничивает индуктивный выброс напряжения на уровне ПО В. Дроссель L и конденсатор С образуют перед лампой последовательный резонансный контур.

Блок питания на МОП транзисторе для ламп накаливания

Power MOSFET Circuit Ideas publication GE-RCAMDI 470, p. 31

Применяется в оптике, фотолабораториях. Подавляет пульсации в осветительных приборах на частоте 100 Гц. Рабочая частота около

5 кГц. Стабилизация происходит за счет сравнения напряжения на движке потенциометра R3 с напряжением V_1 которое зависит от падения напряжения на резисторе R8.

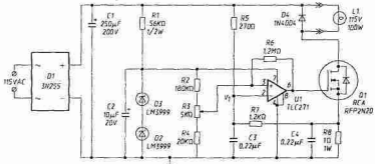


Рис. 267

1	Базовые схемы	7
2	Линейные источники питания	27
3	Импульсные источники питания	75
4	Преобразователи напряжения	133

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СХЕМЫ

Стабилизация переменного напряжения	154
Зарядные устройства	158
Вспомогательные схемы	165

Приложения

СТАБИЛИЗАЦИЯ ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Мостовой симметричный ограничитель напряжения

Discrete Semiconductor Circuit Examples, IIT Intermetall 1973 p. 23

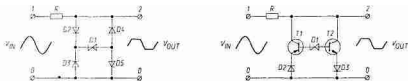


Рис. 268

При включении стабилитрона в схему мостового выпрямителя обе полуволны ограничиваются по напряжению одинаково. Схема, приведенная справа, позволяет работать на больших мощностях. Диоды перехода коллектор-база транзисторов заменяют диоды D2 и D4 из схемы, представленной слева.

Генератор синусоидальных сигналов частотой 1000 Гц

Elektron k Schaltungen Publication Siemens, 1982 p. 139

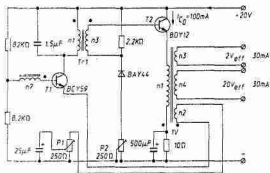


Рис. 269

Потребляемая мощность составляет 2,3 Вт. Искажения меньше 5%. В трансформаторе T1 сердечник типа Siferrit B65666 - A0630 - A028; $n_1 = 164$ витка провода диаметром 0,22 мм, $n_2 = 34$ витка провода диаметром 0,18 мм, $n_3 = 170$ витков провода диаметром 0,18 мм. В трансформаторе T2 сердечник из электротехнической стали типа M55/20; n_1 и $n_4 = 200, 17, 34$ и 340 витков, для n_1 - провод диаметром 0,5 мм, для других - диаметром 0,2 мм.

Ограничение с неизменным действующим напряжением

Discrete Semiconductor Circuit Examples, ITT Internmetall 1973 p. 21

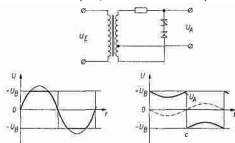


Рис 270

Трансформатор выдает противофазное напряжение, которое стремится «вырезать» часть прямоугольного импульса; этот эффект наблюдается также при ограничении высокого переменного напряжения. Если место отвода у трансформатора выбрано правильно, то остается постоянным не только пиковое, но и действующее значение напряжения.

75-ваттный плавный регулятор переменного тока

Power MOSFET Circuit Ideas publication GE- RCA MDI 470 p. 22

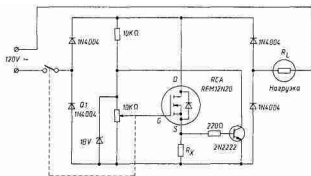


Рис 271

МОП транзистор включен в диагональ мостового выпрямителя. Так как схема линейная, возникающие радиоэлектронные помехи значительно слабее, чем при использовании схем на симисторах. Сопротивление резистора R_X выбирается в зависимости от необходимого порога срабатывания защиты: 2 Ом для 10 Вт, 0,5 Ом для 75 Вт.

Преобразователь 10 Вт, 220 В / 50 Гц, синусоида

Elektron k Schaltungen publication Siemens, 1982 p. 138

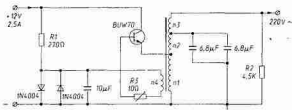


Рис. 272

Транзистор работает в режиме класса В, пиковый ток коллектора составляет 8 А. Трансформатор типа М65, воздушный зазор 0,5 мм; $p1 = 65$ витков провода диаметром 1,2 мм, $p2 = 650$ витков провода диаметром 0,29 мм, $p3 = 2050$ витков провода диаметром 0,14 мм, $p4 = 100$ витков провода диаметром 0,45 мм.

Ограничитель напряжения 12 В / 1 А на LM317

Linear Databook 1 National Semiconductor, 1987, p. 1-59

Два стабилизатора, включенные встречно последовательно с нагрузкой, ограничивают входное напряжение в диапазоне от 18-24 В (двойной размах) до 12 В (двойной размах).

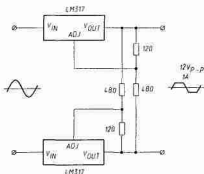


Рис. 273

Стабилизатор переменного напряжения на 1 кВА

R. Putz, Elektronik, Munich, № 2/87, p. 57-62

МОП транзисторы управляют током, текущим через трансформатор T_X . Этот ток вычитается из тока трансформатора T_A . Сравнение

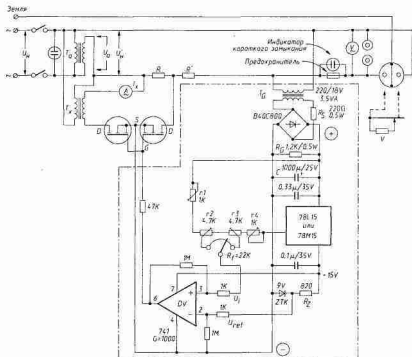


Рис 274

ведется с помощью трансформатора T_G . Резистор R (5 Ом, 100 Вт для 1 кВА; 11,2 Ом, 30 Вт для 100 ВА) пропускает часть энергии напрямую. $R' (\approx R)$ служит для ограничения тока. Коэффициент стабилизации составляет 0,1%, а коэффициент нелинейных искажений - от 0,2 до 1,25%.

Двухполярный стабилизатор тока

Composant Actualites, Siemens, mars 1988, p. 15

Используются два МОП транзистора со встроенным каналом (с обеднением) и общее сопротивление в истоках. Рекомендуются следующие типы транзисторов: BSS129, BSS229, BSS139.

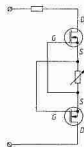


Рис. 275

ЗАРЯДНЫЕ УСТРОЙСТВА

Зарядное устройство со стабильным током на L200

IndustryStandardAnalog IC Databook, SGS Thomson Microelectronics, 1989, p. 95-103

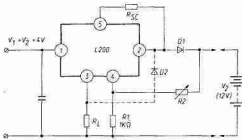


Рис 276

Ток в начале заряда задается соотношением $0.45/R_{SC}$ напряжение в конце заряда равно $2.77(1 + R_2/R_1)$. С помощью диода D1 можно избежать разряда батареи через выход стабилизатора. При подключении батареи в обратной полярности резистор $R_L (> 10 V_2)$ ограничивает обратный ток в стабилизаторе. Частью этого сопротивления бывает сигнальная лампочка.

Зарядное устройство на LM317

Linear Databook | National Semiconductor, 1987, p. 1-59

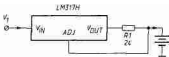


Рис. 277

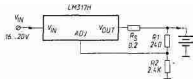


Рис. 278

Схема, представленная на рис. 277, работает со стабильным током, обратно пропорциональным сопротивлению R_1 и составляющим 50 мА для приведенных номиналов. Схема, показанная на рис. 278, имеет внутреннее сопротивление, которое определяется по формуле $Z = R_3 [1 + (R_2 / R_1)]$, ограничивающее ток в конце заряда. Эта схема используется для батарей на 12 В. Входное напряжение должно превосходить напряжение в конце заряда по крайней мере на 3 В.

Зарядное устройство 12 В / 2 А на LM317K или LM338

Linear Applications Handbook, National Semiconductor, 1986 p. 457

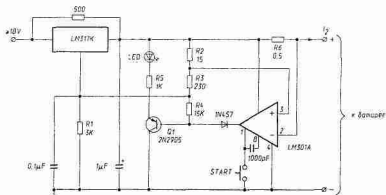


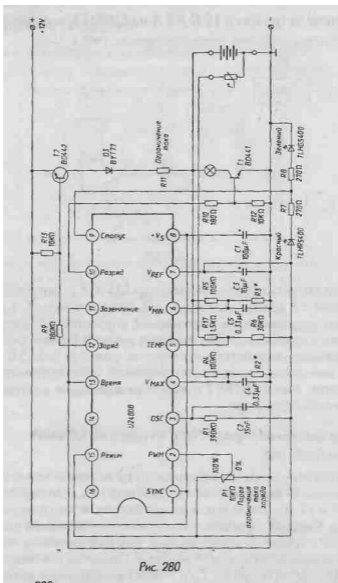
Рис. 279

Встроенная цепь защиты стабилизатора LM317K ограничивает ток I_2 на уровне 2 А при напряжении 14,5 В. В конце заряда ($I_2 = 150$ мА) падение напряжения на резисторе R6 опускается до уровня, при котором микросхема LM301 включает резистор R4 параллельно R1, что вызывает уменьшение выходного напряжения до 12,5 В и зажигание светодиода. Когда батарея разряжена, схема включается автоматически. Кнопка START нажимается только при необходимости частичного перезаряда.

Схема быстрого заряда NiCd батарей на U2400B

CD ROM TEMIC, 1997

Если оставить вывод 13 свободным, то время заряда может быть сокращено до 30 мин, но оно может составить 12 ч, если соединить выводы 7 и 13. До начала цикла заряда батарея автоматически разряжается. Красный светодиод горит, если не задействована ни одна из батарей, и мигает во время разряда. Зеленый светодиод мигает во время заряда, а затем горит постоянно. Термистор с отрицательным ТКС ($R = 10$ кОм при 25°C В - 3474) контролирует температуру батареи. R2 и R3 выбираются в зависимости от числа элементов аккумулятора (см. табл.).



Число
секций

1

2

3

4



•

R2 (кОм)

47

18

10

8.2

6.2

5.6

4.7

R3 (кОм)

130

39

24

15

10

8.2

Импульсное зарядное устройство на L296

Power Supply Application Manual - Eek on k SGS Thomson 1985 p. 117 Munich, No 20/84, p. 108

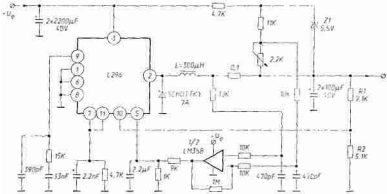


Рис. 281

Ток заряда может быть отрегулирован с помощью потенциометра сопротивлением 2.2 кОм. Имея максимальный ток 4 А, рассматриваемое зарядное устройство подходит для батарей емкостью до 45 А/ч. Сопротивления резисторов R1 и R2 годятся для аккумуляторов на 12 В. Их можно пересчитать для 6 В или даже 24 В, если U будет больше (максимум 40 В).

Универсальное зарядное устройство на U2403B

CD-ROM TEMIC, 1997

Напряжение питания ограничено на уровне 13 В. Для никель-кадмиевой батареи емкостью 1 А/ч выбирают сопротивление $R = 510\ \Omega$, емкость $C = 100\ \mu\text{F}$. Светодиод D зажигается во время зарядки, шенни включается св< ГОДИОД D

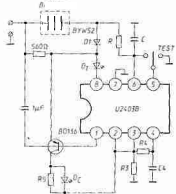


Рис. 282

Таблица к рис. 282

Число секций	Минимальное напряжение питания (В)
1	6,5
2	8,0
3	9,5
4	11,0
5	12,5

Таблица к рис. 282. Время заряда

	2 ч	4 ч	6 ч	7 ч	12 ч
R4 (кОм)	300	430	470	470	390
C4 (нФ)	330	470	680	1000	2200

Таблица к рис. 282. Ток заряда

	616 мА	493 мА	411 мА	296 мА
R3 (Ом)	2,4	3	3,6	5
R5 (Ом)	3	3,9	4,7	6,8

Зарядное устройство для NiCd и NiMH батарей на U2402B CD-ROM TEMIC, 1997

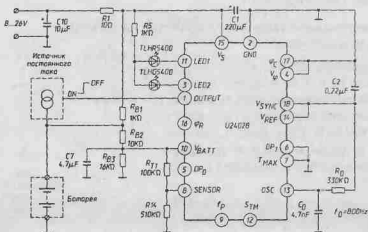


Рис. 283

Источник постоянного тока выбирается в зависимости от требуемого тока заряда. Зеленый светодиод горит постоянно, когда заряд окончен; во время заряда мигает. Если температура превышает допустимую, красный светодиод горит постоянно, в случае повреждения или короткого замыкания мигает.

Регулируемое зарядное устройство 12 В / 8 А

Product Applications, vol. 1 Texas Instruments, 1986 p. 5-59

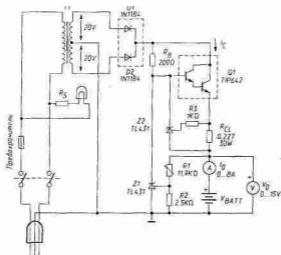


Рис. 284

Зарядное устройство работает на выпрямленном неотфильтрованном токе. R_{CL} определяет ток заряда. Напряжение (в конце заряда) может быть отрегулировано с помощью R_1 .

LM317 - зарядное устройство на 6 В с защитой

Linear Databook 1 National Semiconductor, 1987 p. 1-59

Сопротивление резистора R_1 фиксирует максимальный ток на уровне 600 мА. Этот ток уменьшается в конце заряда. Конденсатор емкостью 1000 мкФ служит для подавления импульсных помех.

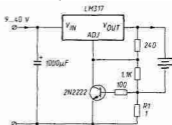


Рис. 285

Зарядное устройство для NiCd батарей на U2400B CD-ROM TEMIC

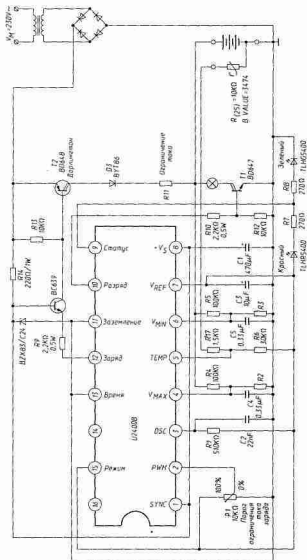


Рис. 286

Представленная схема является вариантом предыдущей. Ее рекомендуется использовать в том случае, когда напряжение заряженной батареи превышает предельное, которое может выдержать интегральная схема. Для 20 элементов следует выбрать $R_2 = 1,5 \text{ кОм}$, $R_3 = 2,2 \text{ кОм}$, для 30 элементов - $R_2 = 1 \text{ кОм}$, $R_3 - 1,5 \text{ кОм}$.

Автомобильный реле-регулятор на МОП транзисторе

Power MOSFET Circuit Ideas publication GE - RCA, cah er MDI 470, p. 16

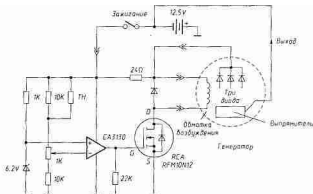


Рис. 287

Стабилизация происходит за счет воздействия на обмотку возбуждения генератора переменного тока, поскольку ток в ней меньше, чем выходной.

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ СХЕМЫ

Программируемый стабилизатор в схеме ограничителя тока на 1,5 А

Product Applications, vol. 1 Texas Instruments, 1986 p. 5-56

Для других значений тока рекомендуется выбирать $R_1 = [V_1 - (V_{BE} + V_{RCL})] / I_1$ и $R_{CL} = V_{ef} / I_1$ где $V_{ef} \approx 2,5 \text{ В}$. При значениях, близких к пороговому, падение напряжения этого ограничителя составляет около 4 В.

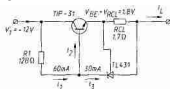


Рис. 288

Ограничитель для лабораторного источника питания

Electronique Pratique, № 117 р. 129

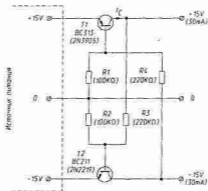


Рис. 289

При превышении номинального тока транзисторы выходят из режима насыщения и входят в режим генераторов стабильного тока. Значения в скобках действительны для транзисторов с коэффициентом усиления по току равным 100 и током порядка 30 мА.

Ограничитель тока с индикатором

Electronique Pratique, № 117, р. 129

Здесь схема, представленная на рис. 289, была дополнена индикаторами, которые загораются при перегрузке.

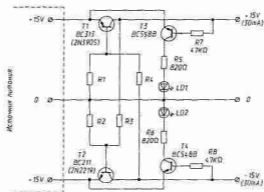


Рис. 290

Схема защиты от перенапряжения на MC3423

Product Applications, vol. 1, Texas Instruments, 1986, p. 5-56

Для примера взят стабилизатор на 24 В. Рекомендуется подбирать сопротивление R_1 таким образом, чтобы уровень опорного напряжения V_o был достигнут в случае превышения порога напряжением на выходе. Конденсатор C_1 задерживает воздействие тиристора на предохранитель. Сопротивление R_G пропорционально входному напряжению.

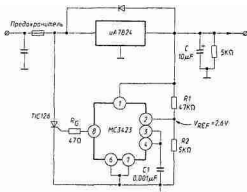


Рис. 291

Рис. 291

Защита с самовосстановлением на ток 1-50 А

Power MOSFET Circuit Ideas publication GE - RCA, cahier MDI 470 p. 18

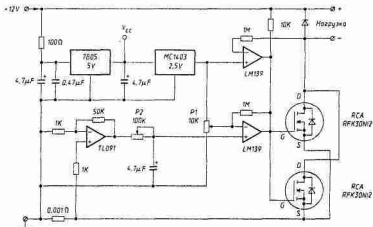


Рис. 292

Схема восстанавливается при отключении нагрузки. Потенциометр P1 регулирует ток от лючсы P2 - задержку запуска.

Защита генератора от перенапряжений

Power MOSFET Circuit dea publication GE - RCA, MD 470, p. 6

Применяется в авиации и автомобилестроении. Как только напряжение, поступающее с генератора переменного тока, превышает 16,25 В, двустабильный элемент 2N4987 открывается, и с помощью МОП транзистора отключается обмотка возбуждения генератора.

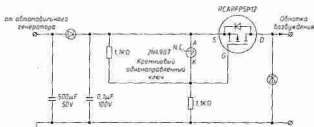


Рис. 293

Устройство контроля питания для микропроцессора

[dea Circuits Data Book, vol. 3, Texas Instruments, 1989 p. 2 181

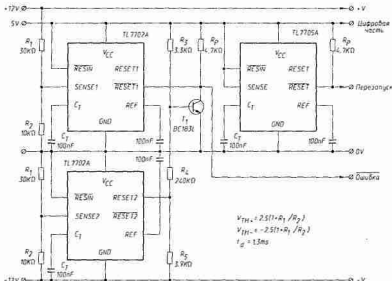


Рис. 294

Выход «Перезапуск» реагирует на напряжение питания логических схем меньше 4,55 В. Выход «Ошибка» переходит в лог. 0, когда одно из напряжений 12 В опускается ниже значения, задаваемого резисторами R1 и R2.

Контроль повышения/понижения напряжения на TL431

Linear Circuits Data Book, vol. 3, Texas Instruments, 1989 p. 2 121

Транзистор открывается (или зажигается светодиод) при $V_f [1 + (R1_B / R2_B)] + V_{BE} < V < V_f [1 + (R1_A / R2_A)]$ где $V_f = 2,5$ В. Цепь RC, стоящая перед диодом, позволяет отслеживать резкие броски напряжения. Резистор R2 из схемы, показанной на рис. 296, выбирается с учетом получения тока 20 мА в светодиоде. R3 может потребоваться для полного гашения в режиме покоя.

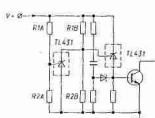


Рис. 295

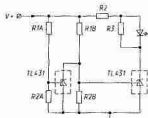


Рис. 296

Активная нагрузка для проверки источников питания

Power MOSFET Circuit Ideas publication GE - RCA, MDI 470 p. 30

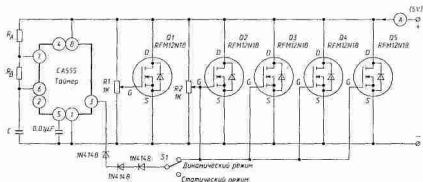


Рис. 297

В данной схеме может протекать ток до 50 А. В статическом режиме ток до 10 А регулируется с помощью резистора R1, а выше - с помощью резистора R2. В динамическом режиме настройка минимального тока ведется с помощью R1, пикового - R2. Необходимо выбирать сопротивления R_A , R_B и емкость C в зависимости от желаемых значений скажности и частоты.

Переключатель для резервной батареи

Power MOSFET Circuit Ideas publication GE - RCA, MDI 470 p. 19

Как только на оптрон 4N25 перестает поступать питание, МОП транзистор открывается и подключает к стабилизатору резервную батарею. Сопротивление R рекомендуется выбирать так, чтобы при нормальном функционировании шел медленный подзаряд батареи.

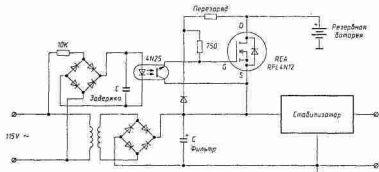


Рис 298

Индикатор трех состояний батареи

Seminar Applications Book, MAXIM, 1988/89 p. 83

При напряжении батареи выше 2,8 В загорается светодиод. Он начинает мигать при более низких значениях напряжения и гаснет, когда оно становится ниже 2,35 В.

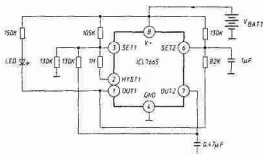


Рис 299

Устройство для проверки аккумуляторов на TCA965

Elektronik Schaltungen publication Siemens, 1982, p. 278

Схема двухпортового дискриминатора, включающего светодиоды 2 или 3 при напряжении меньше 11,5 В и больше 14,5 В соответственно. Светодиод 1 горит, если напряжение находится между этими двумя значениями. Потенциометром Р проводится точная регулировка.

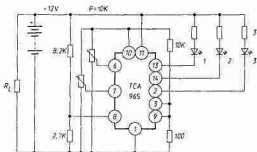


Рис 300

Генератор напряжения программирования для ЭППЗУ

Linear Circuits Data Book, vol. 3, Texas Instruments, 1989, p. 2-47

При подаче на вход импульса от ТТЛ-логики генератор с помощью ИОН формирует на микросхеме LT1004-1.2 импульс записи 21 В. Время нарастания при этом составляет 600 мкс

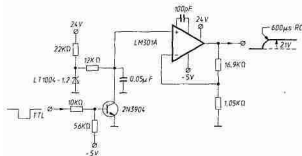


Рис. 301

Блок начальной установки для микропроцессора на TL7712

IndustryStandard Analog

IC Databook, SGS Thomson Microelectronics, 1989, p. 968

Схема содержит два дополнительных выхода перезапуска «RESET», которые срабатывают только тогда, когда напряжение питания достигает своего номинального значения (рис. 302).

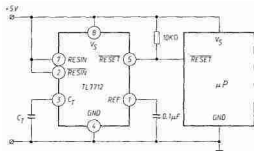


Рис. 302

Устройство контроля предохранителя на NE555

75 Montages a LED, ETSF, Paris, 1988 p. 84, 85

Когда предохранитель выходит из строя, поочередно мигают об; светодиода (рис. 303).

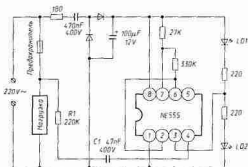


Рис. 303

УКАЗАТЕЛЬ

А

Активная нагрузка (рис. 297), 169

Б

Балласт

для ламп дневного света (рис. 265, 266), 150, 151

В

Виллард(рис. 12, 17), 12, 14

Внутреннее сопротивление 300 МОм (рис. 55), 26

Выключатель

по перенапряжению (рис. 293), 168

с автоматическим восстановлением (рис. 292), 167

Выпрямление

высокого напряжения (рис. 21), 15

двенадцатифазное (рис. 10), 12

двухполупериодное (рис. 4, 5), 9

на двух диодах (рис. 4, 13), 9, 13

двухполярное двухполупериодное (рис. 6), 9

для СИММЕТРИЧНОГО источника питания (рис. 6), у

дополнительного напряжения (рис. 13, 14, 21), 13, 15

мостовое (рис. 5, 6, 14), 9, 13

на емкостную нагрузку (рис. 1), 8

на стабилитронах (рис. 56, 59, 62), 28, 30

однофазное (рис. 1), 8

с гибридным умножителем (рис. 18), 14

с дополнительным выходом (рис. 13, 14, 21), 13, 15

с мощным умножителем (рис. 20), 15

с симметричным умножителем (рис. 19), 15

с удвоением напряжения (рис. 7, 8, 11, 12), 12

с умножением напряжения (рис. 15, 17), 13, 14

со стабилизацией (рис. 56, 57, 59, 60, 62), 28-30

трехфазное (рис. 2, 3, 9, 10) 8, 12

удвоитель напряжения (рис. 7, 8, 11, 12) 11, 12
шестифазное (рис. 9), 12

Г

Генератор

для ППЗУ (рис. 301), 171

сигнала начальной установки (для микропроцессоров) (рис. 302), 172

синусоидальный (рис. 269, 272), 154, 156

Гренашер (рис. 7, 8, 15), 9, 12, 13

Д

Двухполюсник-ГСТ (рис. 41, 48-53), 22, 24-26

Делон (рис. 7, 8, 15), 9, 12, 13

Детектор разряда батареи (рис. 152, 155), 76, 79

Дополнительное напряжение

отрицательное (рис. 237-240, 243), 134-136

положительное (рис. 241, 244-248), 135-138

удвоенное или учетверенное (рис. 242), 135

З

Запуск стабилизатора

позаппный (рис. 102), 47

с задержкой (рис. 88), 40

Зарядное устройство

для аккумуляторов (рис. 276-287), 158-165

импульсное (рис. 282), 161

с уменьшением тока (рис. 278, 279, 284, 285), 158, 159, 163

универсальное (рис. 282), 161

Защита

от перегрузки по току. См. Ограничение

от перенапряжения (рис. 212, 224, 291), 114, 121, 167

И

Импульсный стабилизатор

изолированный (рис. 225-236), 122-132

инвертирующий (рис. 193-206, 237-240, 243), 102-110, 134-136

на тиристоре (рис. 188) 99

на трансформаторе (рис. 214-224), **115-121**
повышающий (рис. 151-170), 76-88
понижающий (рис. 171-192), 88-102
регулируемый (рис. 171-175, 177, 178), 88-93
0Т0 В (рис. 172, 175), 89, 91
с дополнительной обмоткой (рис. 225, 226), **122 123**
с несколькими выходами (рис. 207-213), **110 115**
симметричный (рис. 179-206, **208-211 214-216**, 220, 222, 224, 227),
93-113, 115-116, 118, 119, 121, 123
синхронизованный (рис. 212), **114**
схемы (рис. 151-234), 54-82

Инвертор полярности (рис. 193-206, 237-240, 243), **103-110 134-136**

Индикатор

напряжение мало/велико (рис. 296), 169
разряда батареи (рис. **152 155**) 76, 79
состояния батареи (рис. 299), 170

Источник

опорный

на полевом транзисторе (рис. 25-27, 145), 17, 70
напряжения (рис. 22-40), 16-22
напряжения $10\text{ В} \pm 5\text{ мВ}$ (рис. 33, 98), 19, 45
напряжения 10 В (рис. 38), 21
напряжения, дифференциальный (рис. 39), 21
напряжения, регулируемый (рис. 24), 16
напряжения, с ГСТ (рис. 25-28), 17
напряжения, с программируемым источником тока (рис. 36), 20
напряжения, со светодиодом (рис. 38, 60), **21 29**
напряжения, со стабилизацией тока (рис. 31), 18
типа band gap (рис. 37), 20
тока (рис. 41-55), 22-26

питания

для ламп дневного света (рис. 262-266), 148-151
для портативного компьютера (рис. 189), 100
для ППЗУ (рис 301) 171
резервный (рис. 152, 162, 298), 76, 83, 170
с переключением пределов (рис. 148, 150), 71, 74
телевизионный (рис. 257, 258), 144, 145
телекоммуникационного типа (рис. 200, 226), 106, 122

тока

двунаправленный (рис. **41 43, 44, 48-53**), 22-26
из стабилизатора напряжения (рис. 53, 54), 26

на микросхеме LT1004 (рис. 45, 52), 24, 25
на МОП транзисторе (рис. 41, 275), 22, 157
переключаемый (рис. 42), 23
прецизионный (рис. 47), 24
программируемый (рис. 36, 49, 50), 20, 24
с внутренним сопротивлением 300 МОм (рис. 55), 26
с программируемым стабилитроном (рис. 54), 26

К

Ключ

дополнительный (рис. 177, 182, 196), 92, 95, 104
на ррп-транзисторе (рис. 165, 168, 219, 220, 228, 229, 231, 257, 258, 263), 84, 87, 118, 124-126, 144, 145, 148
на ррр-транзисторе (рис. 178, 179, 181, 187, 193, 197, 250), 93, 94, 98, 102, 104, 105, 140
на МОП транзисторе (рис. 153, 155, 156, 164, 167, 169, 189, 192, 200, 201, 217, 218, 221, 222, 232-234, 253, 255, 261, 262, 265), 77, 79, 84, 85, 87, 100, 102, 106, 107, 116, 117, 119, 120, 127-130, 141-143, 147, 148, 150
напряжение мало/велико (рис. 295), 169

Компенсация падения напряжения (рис. 92-94), 42-43

Л

Латур (рис. 7, 8, 15), 9, 12, 13

Линейный стабилизатор

без сетевого трансформатора (рис. 56, 59, 62), 28, 30
высокоточный (рис. 146), 70
линейный (рис. 56-150), 28-74
микромощный (рис. 60, 86), 29, 40
напряжений кратной величины (рис. 124), 57
напряжения, трехвыводный
 регулируемый (рис. 66-68, 71-73), 31-34
 со стабилитроном (рис. 67), 31
напряжения/тока (рис. 77, 83), 35, 38
отрицательного напряжения (рис. 74, 79, 81, 82, 105, 106, 121) 34, 36, 38, 49, 56
параллельное включение (рис. 75, 87, 107, 108, 111) 35, 40, 49, 50, 51

- параллельный (рис. 63), 30
- плавающий (рис. 118 121), 54, 56
- регулируемый
 - от 0 В (рис. 71, 84, 103-106, 145-147), 33, 39, 48, 49, 70, 71
 - с задержкой запуска (рис. 88), 40
 - с малым падением напряжения (рис. 95, 102, 109 111) 43, 47, 51, 52
 - с поэтапным запуском (рис. 102) 47
 - с программируемым стабилитроном (рис. 61, 65), 29, 31
 - с управлением ТТЛ-сигналом (рис. 85), 39
 - с цифровым управлением (рис. 76), 35
- сдвоенный (рис. 129, 130, 132, 133, 135, 137, 138), 60-66
- симметричный (рис. 123, 125-128, 131, 133-136, 139), 57-61, 63-65, 67
- тока (рис. 132, 140-143), 62, 67-68

О

Ограничение

- с неизменным действующим значением (рис. 270), 155
- переменного напряжения (рис. 268, 270, 273, 275), 154 157
- пиковых значений переменного напряжения (рис. 268, 270, 273, 275), 154-157
- по току (рис. 61 69, 70, 74-77, 83, 89, 113 114 288), 29, 32, 34-36, 38, 41, 52, 165
- с разгрузкой (рис. 81, 82, 145), 37, 38, 69
 - двухполярное (рис. 289, 290), 166

Оптопара (рис. 228-236), 124-132

П

Падение напряжения на соединениях (рис. 92-94), 42-43

Параллельное включение

- двух стабилизаторов (рис. 75, 111) 35, 51
- трех стабилизаторов (рис. 107 108) 49

Переход эмиттер-база как стабилитрон (рис. 34 35) 20

Повышающий/понижающий преобразователь (рис. 156, 165), 79, 84

Подача питания

- с задержкой (рис. 88, 102) 40, 47

Предстабилизатор (рис. 167 169, 188, 190, 207 209), 85, 87, 99, 101, 110 112

Предстабилизация (рис. 23, 28), 16, 17

Преобразование

без дросселя (рис. 40, 194, 195, 208, 210, 237-249, 267), 22, 103, 104, 111, 113, 134-139, 151

напряжение/ток (рис. 141), 68

Преобразователь

без дросселя (рис 208 237 249 267), 111, 134-139, 151

без переключения 110/220V (рис. 250), 140

высоковольтный (рис. 249, 256), 139, 143

для осветительных приборов (рис 262-267), 148-152

для умножителя (рис. 249), 138

КМОП(рис. 151), 76

повышающий/понижающий (рис. 253), 141

регулируемый, без дросселя (рис. 40, 194, 195, 210), 22, 103, 104 113

с регулированием по первичной обмотке (рис. 251) 140

с удвоением, на комплементарных МОП транзисторах (рис. 247, 248), 138

симметричный (рис. 252-256, 259, 260, 265), 141-143, 145, 146, 149, 150

синусоидальный (рис. 269, 272), 154 156

синхронизованный (рис. 258), 144

Прецизионный делитель напряжения (рис. 40), 22

Программируемый температурный коэффициент (рис. 32), 18

Пульсации

компенсация (рис. 100) 46

коэффициент (рис. 2, 3 9 10) 8 12

Р

Разряд батареи (рис. 152, 155), 76 79

Регулирование

переменного тока (рис. 271), 155

Регулирующий элемент

внешний (рис. 89, 112-114, 145), 41, 52, 69

на ррп-транзисторе (рис. 74, 80, 101 117 118) 34, 37,46, 53, 54

на рпр-транзисторе (рис. 75, 78, 90, 95, 98, 121), 35, 36, 41 43 45 56

на МОП транзисторе (рис. 99, 132), 46, 62

схема Дарлингтона (рис. 61,65, 96 97, 116, 119 120 140, 147,284), 29,31,44,45,53,55,66,71,163

Реле регулятор

автомобильный на МОП транзисторе (рис. 287), 165

Синхронизация преобразователя (рис. 258), 144

Стабилизатор

для ламп накаливания (рис. 267), 151

линейный

регулируемый больше 40 В (рис. 102, 115, 117, 119, 120, 122), 47, 53-56

регулируемый (рис. 61, 63, 66-68, 71, 73, 78, 80, 83, 84, 87, 97, 103, 110, 133, 134, 136, 139) 29-34, 36-40, 45, 48-51, 63, 64, 66

сдвоенный (рис. 126, 127, 130, 135-138), 59-61, 64-66

переменного тока (рис. 268, 270, 273-275), 154-157

плавающий (рис. 118, 121), 54, 56

Стабилизация

переменного тока (рис. 275), 157

стабилитрон (рис. 22-24, 26-28), 16, 17

Стабилитрон

мощный (рис. 63), 30

программируемый (рис. 29, 30, 53, 54, 65, 67, 91, 231, 284, 288, 295, 296), 18, 26, 31, 41, 126, 163, 165, 169

эквивалентная схема (рис. 22), 16

эмиттерный переход транзистора (рис. 34, 35), 20

Стабильный ток (рис. 25-28, 36, 41-55), 17, 20, 22-26

переменный (рис. 275), 157

Т

Тиристор (рис. 188), 99

Ток

программируемый (рис. 36), 20

стабильный (рис. 25-28, 41-55), 17, 22-26

Транзистор в качестве стабилитрона (рис. 34, 35), 20

Трехполосник-удвоитель/делитель (рис. 253), 141

У

Увеличение срока службы батареи (рис. 160, 161), 81, 82

Удвоитель напряжения

выпрямитель (рис. 7, 8, 11, 12) 11, 12

на комплементарных МОП транзисторах (рис. 247, 249), 138, 139

на преобразователе без дросселя (рис. 239, 240), 134, 135

симметричный (рис. 12), 12
со стабилизацией (рис. 59), 28

активный (рис. 249), 138
высоковольтный (рис. 20), 15
напряжения, гибридный (рис. 18), 14
симметричный (рис. 19), 15

Управление

цифровое (рис. 76, 150), 35, 74

Устройство контроля

аккумулятора (рис. 300), 171
источника питания (рис. 294), 168
предохранителя (рис. 303), 172

Ш

Шенкель (рис. 11, 17), 12, 14

ПОЛНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СХЕМ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

Базовые схемы

Однополупериодный выпрямитель с емкостной нагрузкой	8
Трехфазный выпрямитель с одной обмоткой на фазу.....	8
Двухполупериодный выпрямитель	9
Двухполупериодный мостовой выпрямитель.....	9
Двухполярный двухполупериодный выпрямитель	9
Удвоитель напряжения Латура-Делона-Гренашера	9
Трехфазный выпрямитель с двумя обмотками на фазу.....	12
Удвоитель напряжения Шенкеля-Вилларда(Вийяра).....	12
Дополнительный маломощный выход	13
Умножитель напряжения Латура-Делона-Гренашера	13
Источник высокого напряжения на обычных трансформаторах	13
Умножитель напряжения Шенкеля-Вилларда(Вийяра).....	14
Гибридный умножитель напряжения	14
Симметричный умножитель напряжения.....	15
Умножитель напряжения большой мощности	15
Получение трех напряжений от двух обмоток	15
Принципиальная и эквивалентная схемы стабилизатора на стабилитроне ..	16
Стабилизаторы на двух стабилитронах	16
Стабилизатор на полевом транзисторе	17
Стабилизатор на полевом транзисторе и стабилитроне.....	17
Генератор стабильного тока для стабилитрона.....	17
Программируемые стабилитроны TL430 и TL431.....	18
Стабилизация тока стабилитрона	18
Подстройка температурного коэффициента напряжения	18
Источник опорного напряжения 10 В на LM369.....	19
Стабилитрон из интегрального транзистора	20
Прецизионный источник опорного напряжения с LM134/234/334	20

Источник опорного напряжения (ICL8069).....	20
Двухполярный источник опорного напряжения ± 10 В на LM369.....	21
Дифференциальный источник опорного напряжения.....	21
Прецизионный делитель напряжения на LTC1044.....	22
Генератор тока на МОП транзисторе со встроенным каналом.....	22
Регулируемый генератор стабильного тока.....	23
Двухполярные источники тока на LM101 и LM108.....	23
Генератор стабильного тока на LT1004.....	24
Прецизионный источник тока.....	24
Стабилизатор напряжения в генераторе тока.....	24
Программируемый источник тока на LM134 /234 /334.....	24
Двухполюсник – генератор стабильного тока.....	25
Двухполюсник – генератор тока на LM334 и LT1004.....	25
Генератор стабильного тока на TL430/1.....	26
Источник тока с внутренним сопротивлением 300 МОм.....	26
Бестрансформаторная схема на двух диодах.....	28
Выпрямитель на стабилитронах.....	28
Бестрансформаторный двухполярный источник питания.....	28
Микромощный стабилизатор 2 В / 30мкА.....	29
Источник питания с защитой на составном транзисторе и TL430/1.....	29
Бестрансформаторная схема на трех диодах.....	30
Параллельный стабилизатор или мощный стабилитрон на TL430/1.....	30
Стабилизатор для низковольтных батарей.....	30
Составной транзистор – регулирующий элемент для TL430/1.....	31
Регулируемый трехвыводный стабилизатор.....	31
Трехвыводный стабилизатор, управляемый TL430/1.....	31
Прецизионный стабилизатор напряжения 5 В.....	32
Защита от тока 2 и 10 А для LM105.....	32
Регулируемый стабилизатор 0–10 В / 3 А на LM123.....	33
Стабилизатор напряжения 5 В / 12 А на LT1005.....	33
Стабилизаторы напряжения типа L78XX.....	34
Стабилизатор напряжения -5 В / 4 А на L7905.....	34

ПОЛНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СХЕМ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

Проходной ррр транзистор для стабилизаторов серии L78XXA.....	35
Цифровое управление выходным напряжением для L200.....	35
Стабилизатор напряжения/тока 25 В / 1,5 А на L200.....	35
Подключение мощного ррр-транзистора к L200.....	36
Стабилизатор отрицательного напряжения LM104.....	36
Проходной ррр транзистор для L200.....	37
Стабилизатор напряжения – 10 В на LM104.....	37
Стабилизатор напряжения - 12 В / 5 А на LM 104.....	38
Стабилизатор напряжения/тока 30 В / 5 А на LM317.....	38
Регулируемый источник питания 0-30 В на LM117.....	39
Управление LM117 посредством ТТЛ-сигнала.....	39
Микромощный стабилизатор 1,25 В / 5 мкА на LM134.....	40
Параллельное включение двух микросхем LM338.....	40
Задержка включения для LM117.....	40
Стабилизаторы 5 В / 5Аи 15 В / 5 А на LM340.....	41
Повышение устойчивости стабилизатора 5 В / 10 А на LM 396.....	41
Компенсация влияния соединений для LT1087.....	42
Компенсация влияния соединений для LM396.....	43
Стабилизатор 5 В / 5 А с малым падением напряжения на LM2931 ...	43
Стабилизатор 5 В / 9А на SG1532.....	44
Стабилизатор с защитой 13,8 В / 8А на тА723.....	45
Высокостабильный источник напряжения 10 В.....	45
Стабилизатор 5 В для автомобилестроения.....	46
Компенсация остаточных пульсаций.....	46
Стабилизатор с защитой 1-35 В / 1 А.....	46
Схема задержки включения по входу разрешения.....	47
Регулирование выходного напряжения от 0 до 27 В.....	48
Регулирование выходного напряжения от 0 до –27 В.....	49
Параллельное включение трех стабилизаторов LM338.....	49
Стабилизатор на трех микросхемах LM333, –1 2 .-27 В / 9А.....	50
Регулируемые стабилизаторы 5-30 В на 1 и 4А.....	51
Параллельное включение двух стабилизаторов на 10 А.....	51
Силовая цепь, управляемая микросхемой L200.....	52
Внешний регулирующий транзистор для TL783 С.....	52

Стабилизатор напряжения 1 25 115 В на TL783С.....	53
Источник напряжения 0-500 В / 6 мА.....	53
Плавающий стабилизатор 45-250 В / 600 мА на LM723.....	54
Высоковольтные стабилизаторы на 160 В / 25 мА.....	55
Плавающий стабилизатор 45 250 В на LM723.....	56
Стабилизатор 100 В / 100 мА на LT317АТ.....	56
Двухполярный стабилизатор на 2 А.....	57
Стабилизатор 15 В на LM117 с выходами 5 и 10 В.....	57
Двухполярный источник питания на LM104 и LM105.....	58
Двухполярный стабилизатор +15 В/ 10 А на LM125.....	59
Двухполярный стабилизатор ± 12 (+15) В на LM126 (LM125).....	59
Двухполярный стабилизатор ± 15 В на LM320 и LM340.....	60
Источник питания на два напряжения на LT1020.....	60
Сдвоенный стабилизатор L4901А для микропроцессоров.....	61
Двухполярный стабилизатор напряжения на RC4194.....	61
Регулируемый генератор стабильного тока 1 13 5А.....	62
Двухполярный стабилизатор с ведомым каналом -15 В.....	63
Двухполярный стабилизатор ± 5 В / 3 А на LM123 и LM145.....	63
Двухполярный источник питания ± 5 В на AD588.....	64
Двухполярный регулируемый стабилизатор на LH7001.....	64
Сдвоенный источник питания на +5 и +10 В на AD588.....	65
Источник напряжения 5 и 10 В на AD588.....	66
Источник питания +1 2 .20 В / 3 А на LM333 и LM350.....	66
Регулируемый источник тока 100-500 мА.....	66
Преобразователь напряжение/ток.....	67
Генераторы стабильного тока на LM109 и LM340.....	68
Двухполярные источники питания на 1 5 А на LM317 и LM337.....	69
Переключатель порога защиты от перегрузки.....	69
Источник питания 0-10 В / 3 А на LM223.....	70
Лабораторный источник питания 0-15 В / 1 А на LM723С.....	71
Источник опорного напряжения Ю мВ - 10В.....	71
Прецизионный стабилизатор +10 В / 1 А на LM109.....	73
Блок питания 0,1-29,9 В с цифровым управлением.....	74

Импульсные источники питания

Повышающий КМОП преобразователь на MAX630.....	76
Резервный источник питания на MAX630.....	76
Повышающий преобразователь 3-5 В, 0 5А на MAX630.....	77
Повышающие преобразователи 2-8 В на MAX631/2/3.....	78
Повышающий преобразователь 3-5 В, 0 2А на MAX641.....	79
Повышающий/понижающий преобразователь 12 В / 0 1А на MAX641.....	79
Преобразователь малых входных напряжений на MAX641.....	80
Повышающий преобразователь 12-15 В 0 55А на MAX641/2.....	80
Повышающий преобразователь для батарей 1 5 В.....	81
Увеличение срока службы батареи.....	81
Увеличение срока службы батареи II.....	82
Резервный источник питания 5 В / 50 мА.....	83
Повышающий преобразователь 15 В / 75мА на TL497A.....	83
Повышающий преобразователь 30 В / 0 15 А на ULN8163.....	84
Повышающий/понижающий преобразователь на LM 1578.....	84
Повышающие преобразователи на LT1073.....	85
500-ваттный предстабилизатор 400 В на L4981A.....	85
Повышающий преобразователь 5-15 В на LM3524D.....	87
120-ваттный предстабилизатор 400 В на L6560.....	87
Повышающий преобразователь на LM3524D.....	88
Стабилизатор с защитой 5, 1-40 В / 4А на L296.....	88
Регулируемый источник питания 0-30 В / 4 А на L269.....	89
Регулируемый источник питания 5, 1-15 В / 2 5А на L4960.....	90
Стабилизатор напряжения 5, 1-40 В / 2,5 А на L4960.....	90
Регулируемый источник питания 0-25 В/ 10 А на L4970A.....	91
Источник питания 5 В / 4А на LH1605.....	92
Стабилизатор напряжения 4,5-30 В / 6 А на L105.....	92
Стабилизатор напряжения 1,8-32 В / 3А на LM317.....	93
Понижающий преобразователь 15-5В / 1,5А на LM1578.....	93
Понижающий преобразователь 5 В / 0 2А на TL497A.....	94
Понижающий преобразователь 5 В / 2А на TL497A.....	94
50-ваттный понижающий преобразователь на TL594.....	95

Понижающий преобразователь 5 В на MAX638.....	96
Стабилизатор напряжения 5 В/ 10 А на LT1074.....	96
Понижающий преобразователь 5 1–24 В на L4963.....	97
Понижающий преобразователь 28-5 В / 2,5 А на LM2579.....	97
Понижающий преобразователь 5 В / 1 А на LM3524D.....	98
Предстабилизатор на тиристорах.....	99
Источник питания переносного компьютера на 3,3 или 5 В.....	100
Импульсный предстабилизатор для LT350.....	101
Понижающий преобразователь ξ В / 5 В на LT1073.....	101
Преобразователь на LT1111 и МОП транзисторе.....	102
Источник питания –15 В / 0,2А на LM311.....	102
Стабилизированный инвертор без дросселя.....	103
Инвертор без дросселя со стабилизацией.....	103
Инвертор 5 В / 220 мА на MAX637.....	104
Инвертирующий преобразователь –15 В / 0,3А на LM1578.....	104
Стабилизатор напряжения –5 В / 1,5А на LT1074.....	105
Маломощные преобразователи на MAX635/6/7.....	105
Инвертор для телекоммуникационных систем на MAX641.....	106
Преобразователи средней мощности на MAX635/6.....	107
Следящий инвертор на MAX634.....	107
Инвертор 5 В/ 100 мА на TL497A.....	108
Инвертор 15 В/1 А на LM2579.....	108
Инвертор на 3524D.....	109
Источник питания для ЖК дисплея.....	110
Предстабилизатор на L296.....	110
Бездроссельный инвертор/удвоитель на MC34152/153.....	111
Импульсный предстабилизатор.....	112
Источник питания ± 5 В от батареи на 9 В, выполненный на ICL7660.....	113
Двухполярный источник питания ± 12 В на MAX632/6.....	113
Синхронизация трех микросхем L296.....	114
Сдвоенный 11-ваттный импульсный источник питания.....	115
Двухполярный источник ± 12 В на LM1578.....	115
Двухполярный источник ± 15 В / 20 мА на MAX630.....	116

Микромощный источник питания ± 12 В на MAX634.....	116
Стабилизированный преобразователь 5 В / 1 А на MAX641.....	116
Стабилизированный преобразователь 5 В / 8 А на PWM125.....	117
Стабилизатор 5 В / 5 А на SG1524.....	118
Стабилизированный источник ± 15 В / 200 мА на SG1524.....	118
Стабилизированный двухтактный преобразователь 5 В / 10 А.....	119
Стабилизированный 270-ваттный преобразователь на TDA4700.....	119
Блок управления на TDA4700.....	121
Источник питания для флоппи-дисков на TL593.....	121
Стабилизация по вспомогательной обмотке на HS 7067.....	122
Стабилизированный 20-ваттный преобразователь.....	122
Источник напряжения ± 15 В / 0,1 А на LM3524.....	123
Изолированный стабилизатор 5 В / 3 А на HS7067.....	124
Изолированный преобразователь 15 В на MAX641.....	125
Изолированный источник напряжения 5 В.....	125
Стабилизатор с оптоэлектронной развязкой на TDA4601.....	126
Оптоэлектронная развязка 50-ваттного стабилизатора на TDA4718.....	127
Источник питания 5 В / 7 А на TDA4919.....	128
Схема оптоэлектронной развязки для 50-ваттного преобразователя.....	128
Оптоэлектронная развязка 15-ваттного источника питания.....	128
Оптоэлектронная развязка 20-ваттного источника питания.....	128
Преобразователи напряжения	
Инвертор на Si7660/1 (LMC7660/1).....	134
Дополнительное отрицательное напряжение от LTC1044.....	134
Удвоитель и инвертор/удвоитель напряжения.....	134
Дополнительное положительное напряжение от LTC1044.....	135
Утроитель и учетверитель напряжения для LTC1044.....	135
Дополнительное отрицательное напряжение от RC4193.....	136
Бестрансформаторный преобразователь на МОП транзисторе, 12 В / 110 мА.....	136
Бестрансформаторный преобразователь на МОП транзисторе 4,8 В / 110 мА.....	137

Удвоители на комплементарных МОП транзисторах.....	138
Активный умножитель на 4 кВ.....	138
Источник питания 15 В / 0,5 А без переключения 110/220В.....	140
Схема стабилизации по первичной обмотке для МАХ635.....	140
Двухполярный источник ± 5 В на Si9100.....	141
50-ваттный трехполюсник-удвоитель/делитель напряжения.....	141
25-ваттный преобразователь для аккумулятора на 6 В.....	142
Двухтактная 70-ваттная схема на МОП транзисторах.....	143
Источник питания 6 кВ / 50 мА.....	143
25-ваттный источник питания для телевизора на TDA4601.....	144
60-ваттный источник питания для телевидеотехники на TEA2019.....	144
Преобразователь 100 Вт, 100 кГц на SG3524.....	145
400-ваттный двухтактный преобразователь.....	146
Источник питания 500 Вт, 200 кГц на CS3842A.....	147
Преобразователь для 8-ваттных ламп дневного света.....	148
Преобразователь для 4-ваттных ламп дневного света.....	148
Преобразователь для 65-ваттных ламп дневного света.....	149
Электронный балласт на BUZ41A для ламп дневного света.....	150
Электронный балласт для ламп дневного света.....	151
Блок питания на МОП транзисторе для ламп накаливания.....	151

Дополнительные схемы

Мостовой симметричный ограничитель напряжения.....	154
Генератор синусоидальных сигналов частотой 1000 Гц.....	154
Ограничение с неизменным действующим напряжением.....	155
75-ваттный плавный регулятор переменного тока.....	155
Преобразователь 10 Вт, 220 В/ 50 Гц, синусоида.....	156
Ограничитель напряжения 12 В / 1 А на LM317.....	156
Стабилизатор переменного напряжения на 1 кВА.....	156
Двухполярный стабилизатор тока.....	157
Зарядное устройство со стабильным током на L200.....	158
Зарядное устройство на LM317.....	158
Зарядное устройство 12 В / 2 А на LM317K или LM338.....	159
Схема быстрого заряда NiCd батарей на U2400B.....	159

Импульсное зарядное устройство на L296.....	161
Универсальное зарядное устройство на U2403B.....	161
Зарядное устройство для NiCd и NiMH батарей на U2402B.....	162
Регулируемое зарядное устройство 12 В/8А.....	163
LM317 – зарядное устройство на 6 В с защитой.....	163
Зарядное устройство для NiCd батарей на U2400B.....	164
Автомобильный реле-регулятор на МОП транзисторе.....	165
Программируемый стабилизатор в схеме ограничителя тока на 1,5А.....	165
Ограничитель для лабораторного источника питания.....	166
Ограничитель тока с индикатором.....	166
Схема защиты от перенапряжения на MC3423.....	167
Защита с самовосстановлением на ток 1-50А.....	167
Защита генератора от перенапряжений.....	168
Устройство контроля питания для микропроцессора.....	168
Контроль повышения/понижения напряжения на TL431.....	169
Активная нагрузка для проверки источников питания.....	169
Переключатель для резервной батареи.....	170
Индикатор трех состояний батареи.....	170
Устройство для проверки аккумуляторов на TCA965.....	171
Генератор напряжения программирования для ЭПЗУ.....	171
Блок начальной установки для микропроцессора на TL7712.....	172
Устройство контроля предохранителя на NE555.....	172