

Расчёт линейного стабилизатора

Выполнил: Джугели Дмитрий

Вариант 10

Задание 1

Таблица 1 – Параметры для подбора линейного стабилизатора

№ИВ	U_{BX_min} , В	U_{BX_max} , В	$U_{ВЫХ}$, В	$I_{ВЫХ}$, МА	Company
10	9,5	12	6	300	Texas Instruments

1.1 Выбор стабилизатора

TL5209DR Texas Instruments

TL5209DR 500-mA Low-Noise Low-Dropout Voltage Regulator With Shutdown

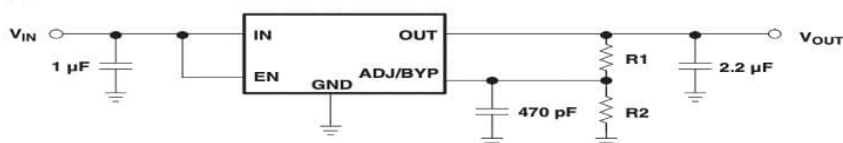
1 Features

- Adjustable Output Voltage
- 1%/2% Accuracy (25°C/Full Range)
- 500-mV (Maximum) Dropout at Full Load of 500 mA
- Tight Regulation Overtemperature Range
 - 0.1%/V (Maximum) Line Regulation
 - 0.7% (Maximum) Load Regulation
- Ultra Low-Noise Capability (300 nV/ \sqrt{Hz} Typical)
- Shutdown Current of 3 μA (Maximum)
- Low Temperature Coefficient
- Current Limiting and Thermal Protection
- Stable With Minimum Load of 1 mA
- Reverse-Battery Protection
- Applications
 - Portable Applications (PDAs, Laptops, Cell Phones)
 - Consumer Electronics
 - Post-Regulation for SMPS
- Available in Convenient SOIC-8 Surface-Mount Package

2 Applications

- Set-Top Boxes
- PCs and Notebooks
- EPOS
- Building Automation

4 Typical Application Schematic



3 Description

The TL5209 device is 500-mA low-dropout (LDO) regulator that is well suited for portable applications. It has a lower quiescent current than most traditional PNP regulators and allows for a shutdown current of 0.05 μA (typical). The TL5209 also has very good dropout voltage characteristics, requiring a maximum dropout of 10 mV at light loads and 500 mV at full load. In addition, the LDO also has a 1% output voltage accuracy and very tight line and load regulation that is comparable to its CMOS counterparts.

For noise-sensitive applications, the TL5209 allows for low-noise capability through an external bypass capacitor connected to the BYP pin, which reduces the output noise of the regulator. Other features include current limiting, thermal shutdown, reverse-battery protection, and low temperature coefficient.

The TL5209 is available with adjustable output. Offered in an SOIC-8 surface-mount package, the TL5209 is characterized for operation over the virtual junction temperature ranges of -40°C to 125°C.

Device Information⁽¹⁾

PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM)
TL5209	SOIC (8)	4.90 mm × 3.91 mm

(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of the data sheet.

Выходное напряжение: 6.5 V

Выходной ток: 500 mA

Количество выходов: 1 Output

Полярность: Positive

Входное напряжение (макс.): 16 V

Входное напряжение МИН.: 2.5 V

Минимальная рабочая температура: - 40 C

Максимальная рабочая температура: + 125 C

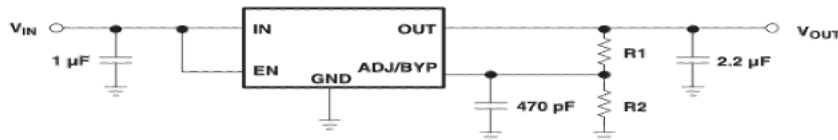
Рис.1 – Описание выбранного стабилизатора из спецификации

1.2 Расчёт схемы

В данной схеме необходимо произвести расчёт делителя напряжения R1 и R2. В соответствии со спецификацией рекомендуется выбирать резистор менее 200кОм. Примем R2 равным 20кОм. Воспользовавшись формулой, приведённой в спецификации, вычислим R1.

4 Typical Application Schematic

R₁



$$V_{out} = 1.242 \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right)$$

$$R_1 = R_2 \left(\frac{V_{out}}{1.242} - 1 \right) = 20\text{k} \left(\frac{6}{1.242} - 1 \right) = 77\text{k}\Omega$$

1.3 Расчёт с учётом стандартного ряда номиналов резисторов

Для подбора резистора из ряда E24 я воспользовался сайтом <https://www.radiolibrary.ru/reference/resistorseries/e24.html> и выбрал R1 и R2 82кОм и 20кОм соответственно.

$$V_{out} = 1.242 \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right) = 1.242 \left(1 + \frac{82\text{k}\Omega}{20\text{k}\Omega} \right) = 6\text{V}$$

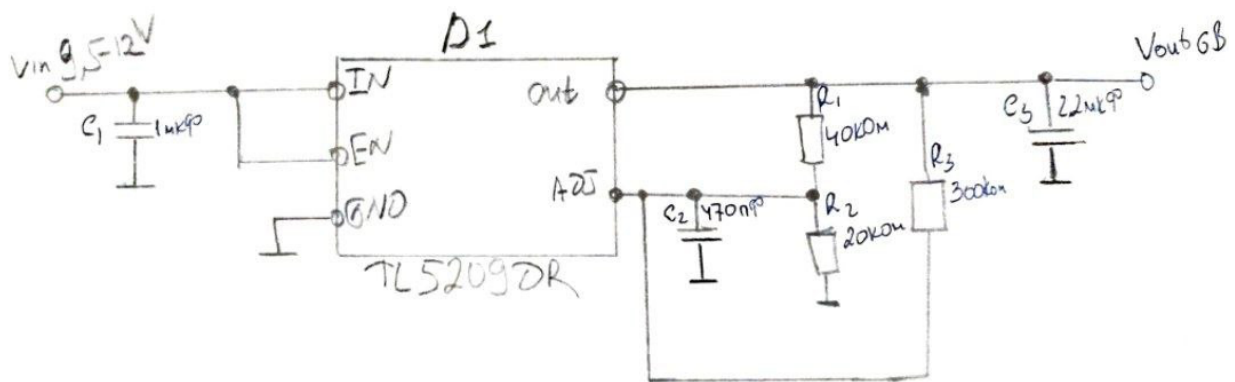


Рис.5 – Схема электрическая принципиальная

1.5 Расчёт тока нагрузки

$$I_{\text{нагр}} = \frac{U_{\text{вых}}}{R_{\text{нагр}}} = \frac{6 \text{ В}}{300 \text{ Ом}} = 0,02 \text{ А} = 20 \text{ мА}$$

1.6 Расчёт рассеиваемой мощности

$$P_{\text{расс}} = I_{\text{вых}} * (U_{\text{вхmax}} - U_{\text{вых}}) = 0.3 \text{ А} * (12 \text{ В} - 6 \text{ В}) = 1,8 \text{ Вт}$$

С учётом теплового сопротивления стабилизатора, можно рассчитать насколько нагреется микросхема, при вычисленной мощности.

INSTRUMENTS

TL5209

SLV5581B – SEPTEMBER 2006 – REVISED JUNE 2015

www.ti.com

7.4 Thermal Information

THERMAL METRIC ⁽¹⁾	TL5209	UNIT
	D [SOIC]	
	8 PINS	
R _{θJA} Junction-to-ambient thermal resistance	116.1	°C/W
R _{θJC(top)} Junction-to-case (top) thermal resistance	61.6	°C/W
R _{θJB} Junction-to-board thermal resistance	56.3	°C/W
ψ _{JT} Junction-to-top characterization parameter	14.9	°C/W
ψ _{JB} Junction-to-board characterization parameter	55.8	°C/W
R _{θJC(bot)} Junction-to-case (bottom) thermal resistance	n/a	°C/W

Рис.6 – Параметры теплового сопротивления

Из таблицы используем параметр, который характеризует тепловое сопротивление микросхемы без учёта дополнительных радиаторов $R_{\theta JA} = 116.1$. Следовательно при заданной мощности нагрев микросхемы составит $t = P_{\text{расс}} * \theta_{JA} = 208,98 \text{ }^{\circ}\text{C}$. При комнатной температуре $24 \text{ }^{\circ}\text{C}$ температура нагруженного стабилизатора составит приблизительно 230°C . Расчёт приблизительный. Для уменьшения температуры стабилизатора при разработке топологии печатной платы прибегают к использованию дополнительных радиаторов в виде отдельных конструкций или выполняют прямо на плате в виде увеличенной площади металлизации.

С учётом вычисленной температуры и таблицы из спецификации, можно сделать вывод о том, что данный стабилизатор **не** будет сохранять работоспособность в нагруженном состоянии.

The TL5209 is available with adjustable output. Offered in an SOIC-8 surface-mount package, the TL5209 is characterized for operation over the virtual junction temperature ranges of -40°C to 125°C .

Рис.7 – Абсолютные предельные значения рабочих параметров

Задание 2

Таблица 1 – Параметры для подбора линейного стабилизатора

№ИВ	$U_{вх_min}$, В	$U_{вх_max}$, В	$U_{вых}$, В	$R_{нагр}$, Ом	Company
10	9,5	12	5	6	Analog Devices

2.1 Расчет тока нагрузки

$$I_{нагр} = \frac{U_{вых}}{R_{нагр}} = \frac{5 \text{ В}}{6 \text{ Ом}} = 0,83 \text{ А} = 830 \text{ мА}$$

Расчет потребляемой нагрузкой мощности

$$P_{потр} = U_{вых} * I_{нагр} = 5 \text{ В} * 0,83 \text{ А} = 4,15 \text{ Вт}$$

2.2 Расчет мощности рассеивания

$$P_{расс} = (U_{вх_max} - U_{вых}) * I_{нагр} = 5 \text{ В} * 0,83 \text{ А} = 5,81 \text{ Вт}$$

2.3 Расчет температуры стабилизатора

$$t_{стаб} = P_{расс} * \theta_{JA} = 5,81 * 20 = 116 \text{ C}$$

2.4 Выбор стабилизатора

ADP3333ARMZ-5-R7

<https://ru.mouser.com/ProductDetail/Analog-Devices-Inc/ADP3333ARMZ-5-R7?qs=sGAEpiMZZMsjJi7B1kCaqV022hKUkf69A7SoHfT9CTk%3D>

Выходное напряжение: 5 V

Выходной ток: 300 mA

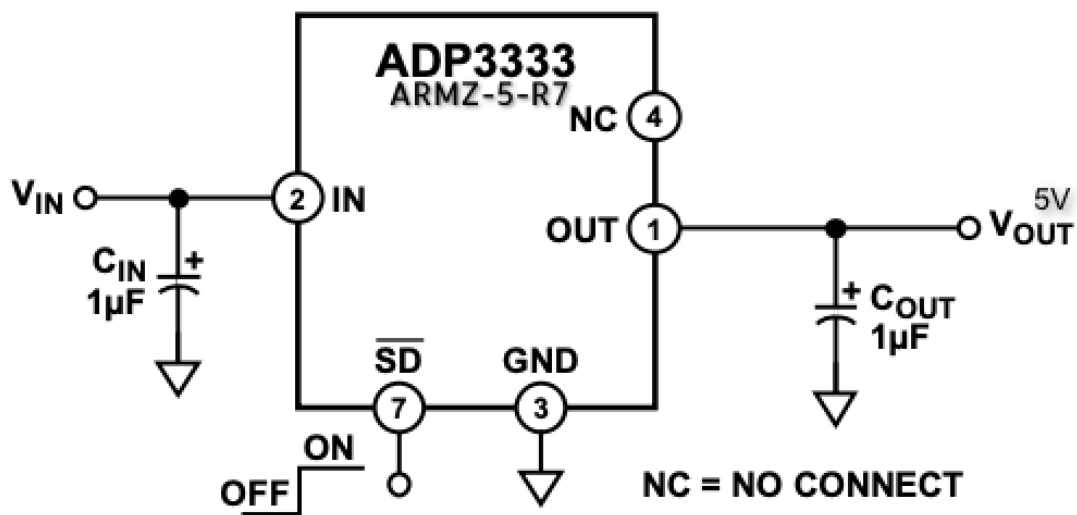
Тип выхода: Fixed

Входное напряжение (макс.): 12 V

Входное напряжение МИН.: 2.6 V

Минимальная рабочая температура: - 40 C

Максимальная рабочая температура: + 85 C



02615-002

Figure 2. Typical Application Circuit

Рис.1 – Описание выбранного стабилизатора из спецификации

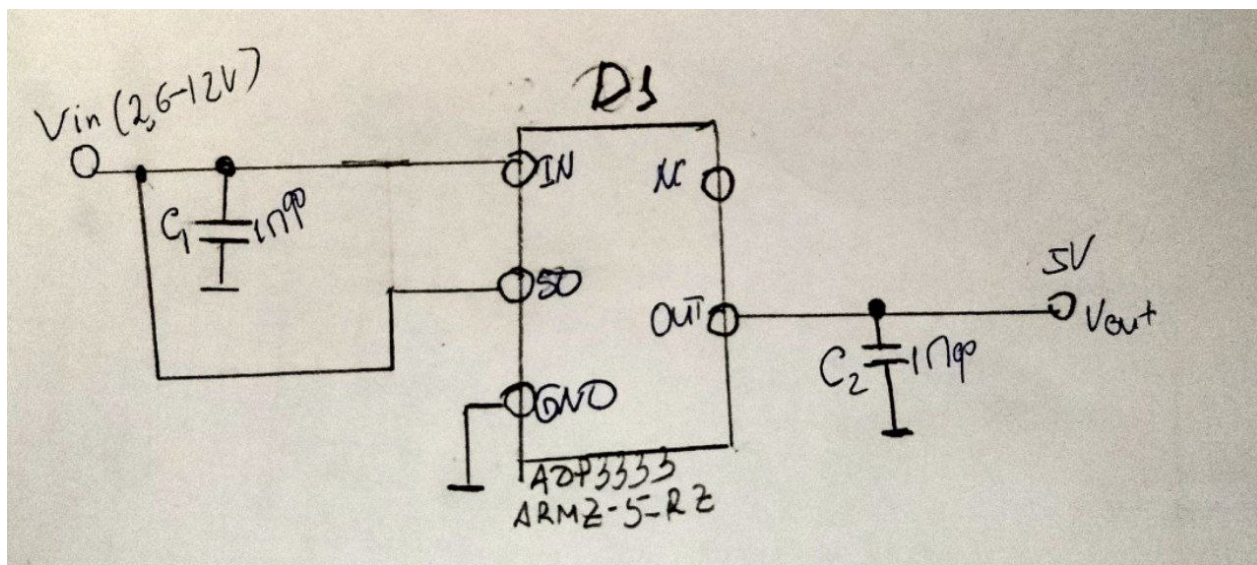


Рис.5 – Схема электрическая принципиальная